

TOSHIBA

高周波用半導体デバイス
ダイオード編

株式会社 **東芝** セミコンダクター社

- 当社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、一般に半導体製品は誤作動したり故障することがあります。当社半導体製品をご使用いただく場合は、半導体製品の誤作動や故障により、生命・身体・財産が侵害されることのないように、購入者側の責任において、機器の安全設計を行うことをお願いします。
なお、設計に際しては、最新の製品仕様をご確認の上、製品保証範囲内でご使用いただくと共に、考慮されるべき注意事項や条件について「東芝半導体製品の取り扱い上のご注意とお願い」、「半導体信頼性ハンドブック」などでご確認ください。
- 本資料に掲載されている製品は、一般的電子機器（コンピュータ、パーソナル機器、事務機器、計測機器、産業用ロボット、家電機器など）に使用されることを意図しています。特別に高い品質・信頼性が要求され、その故障や誤作動が直接人命を脅かしたり人体に危害を及ぼす恐れのある機器（原子力制御機器、航空宇宙機器、輸送機器、交通信号機器、燃焼制御、医療機器、各種安全装置など）にこれらの製品を使用すること（以下“特定用途”という）は意図もされていませんし、また保証もされていません。本資料に掲載されている製品を当該特定用途に使用することは、お客様の責任でなされることとなります。

本資料に掲載されている製品の材料には GaAs（ガリウム砒素）が使われているものがあります。
その粉末や蒸気は人体に対し有害ですので、破壊、切断、粉碎や化学的な分解はしないで下さい。

本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社および第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。

本資料に掲載されている製品を、国内外の法令、規則および命令により製造、販売を禁止されている応用製品に使用することはできません。

本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。

ま え が き

平素は、東芝半導体製品のご愛顧を賜り厚くお礼申し上げます。

さて、このたび2005年度版半導体データブック「高周波用半導体デバイス：ダイオード編」が完成しましたのでご案内いたします。

なお、「高周波用半導体デバイス編」は「ダイオード編」「トランジスタ・FET・セルパック編」「パワーデバイス編」に分冊していますので、用途に応じてご利用頂きたく併せてご案内申し上げます。

今日、ICの分野ではLSI化・超LSI化・デジタル化・ASIC化などさまざまな変化が見られ、システムのオンシリコン化が進んでいます。しかし、高周波増幅・低雑音増幅・高周波高出力増幅などの分野では、まだまだ個別半導体に一步を譲るのが実状であります。

本資料は、かかる分野への応用に適したトランジスタ・ダイオード群を中心に、その電気的特性のみならず応用回路例、実装例なども盛り込み電気的・機械的設計に役立つよう編集してあります。ほかのデータブック・マニュアルなどとともに、システム設計にご活用いただければ幸いです。

当社では、引き続きかかる分野での技術開発改良を進めてまいり、あらゆるご要望におこたえしてまいりたいと存じます。今後ともご指導、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

2005年 2月

総 目 次

[1]	掲載品種一覧表	7
[2]	用途別, パッケージ別選択早見表	11
[3]	主要特性一覧表	17
[4]	推奨ブロック図	27
[5]	最大定格および電気的特性の定義	41
	1. 最大定格の定義	43
	2. 電気的特性の定義	44
[6]	解 説	47
	1. 高周波用ダイオード	49
	2. 包装形態	66
	3. 参考パッド寸法	98
[7]	取り扱い上のご注意とお願い	107

[8] 個別規格	139
[9] パッケージ外観図	357
[10] 保守品種一覧表	365
[11] 廃止品種一覧表	369

[1] 掲載品種一覧表

[1] 掲載品種一覧表

品 番	現品表示	ページ	品 番	現品表示	ページ
1SS154	BA	141	1SV278	T1	224
1SS268	BF	143	1SV279	T8	226
1SS269	BG	145	1SV280	TC	228
1SS271	BD	147	1SV281	TF	230
1SS295	BH	149	1SV282	TD	232
1SS312	BF	151	1SV283	TE	234
1SS313	BG	153	1SV284	TL	236
1SS314	TY	155	1SV285	TO	238
1SS315	S2	157	1SV286	T7	240
1SS364	BF	159	1SV287	TK	242
1SS381	TY	161	1SV288	TJ	244
1SV101	V101	163	1SV290	TJ	246
1SV102	V102	166	1SV291	TK	248
1SV103	V103	169	1SV293	TH	250
1SV128	BB	171	1SV302	TT	251
1SV147	V147	173	1SV303	TT	253
1SV160	V1	176	1SV304	TV	255
1SV172	BE	178	1SV305	TV	257
1SV214	T1	180	1SV306	<u>T8</u>	259
1SV215	T2	182	1SV307	TX	261
1SV216	T4	184	1SV308	TX	263
1SV217	T6	186	1SV309	T3	265
1SV225	V3	188	1SV310	V1	267
1SV228	V4	190	1SV311	V1	269
1SV229	T8	193	1SV312	<u>BB</u>	271
1SV230	T7	195	1SV313	V6	272
1SV231	TA	197	1SV314	V6	274
1SV232	T9	199	1SV322	V7	276
1SV237	BB	201	1SV323	V7	278
1SV239	TC	203	1SV324	V8	280
1SV242	V5	205	1SV325	V8	282
1SV245	T3	208	1SV328	V2	284
1SV252	BE	210	1SV329	V2	286
1SV262	TD	212	1SV331	V9	288
1SV269	TE	214	HN1V01H	1V01H	290
1SV270	TF	216	HN1V02H	1V02H	293
1SV271	TG	218	HN2V02H	2V02H	296
1SV276	TL	220	JDH2S01T	S.2	299
1SV277	TO	222	JDP2S01AFS	1	300

品 番	現品表示	ページ	品 番	現品表示	ページ
JDP2S01E	F1	302	JDV2S01S	G	331
JDP2S01S	1	303	JDV2S02E	FB	333
JDP2S01T	F.1	305	JDV2S02S	H	335
JDP2S01U	F1	307	JDV2S05E	FE	337
JDP2S02ACT	02	308	JDV2S05S	K	339
JDP2S02AFS	2	312	JDV2S06FS	A	341
JDP2S02AS	2	314	JDV2S07FS	D	343
JDP2S02T	F.2	316	JDV2S08S	C	345
JDP2S04E	TG	318	JDV2S09FS	B	347
JDP2S05CT	03	320	JDV2S10S	F	349
JDP2S05FS	3	324	JDV2S22S	R	351
JDP4P02U	TX	327	JDV3C11	FF	353
JDV2S01E	FA	329	JDV4P08U	TV	355

[2] 用途別, パッケージ別 選択早見表

[2] 用途別, パッケージ別選択早見表

1. TV チューナ用ダイオード

用 途		パッケージ					
		Ultra Super-Mini Coaxial Lead	ESC	Super-Mini (SOT-23 MOD. /TO-236 MOD.)	Ultra Super-Mini	SSM	sESC
							
UHF	Tuning	1SV214	1SV278				
	AFC	1SV216					
	Mixer	1SV215		1SS295			
VHF	Tuning	1SV214 1SV215 1SV217 1SV231 1SV232	1SV278	1SV242			
		1SV262 1SV269 1SV288 1SV302	1SV282 1SV283 1SV290 1SV303				
	Band Switch	1SS314	1SS381	1SS268 1SS269	1SS312 1SS313	1SS364	JDS2S03S
	AFC	1SV216					

2. VHF~UHF 帯ダイオード

用 途		パッケージ										
		Super-Mini Quad (SOR-143 MOD.)	Super-Mini (SOT-23 MOD. TO-236 MOD.)	USM	Ultra Super-Mini Coaxial-Lead	ESC	USQ	TESQ	TESC	sESC	fSC	CST2
												
Attenuator, Switch PIN	Single		1SV128		1SV271 1SV307	JDP2S04E 1SV308	JDP4P02U		JDP2S01T JDP2S02T	JDP2S01S JDP2S02AS	JDP2S01AFS JDP2S02AFS JDP2S05FS	JDP2S02ACT JDP2S05CT
	Twin	1SV237	1SV172	1SV252			1SV312					
Mixer SBD	Single		1SS154		1SS315				JDH2S01T			
	Twin		1SS271 1SS295									
Tuning					1SV229	1SV279	1SV306					
					1SV230	1SV286						
					1SV239	1SV280						
					1SV245	1SV309						
					1SV270	1SV281						
					1SV276	1SV284						
					1SV277	1SV285						
					1SV287	1SV291						
					1SV304	1SV305						
					1SV310	1SV311						
					1SV313	1SV314						
					1SV322	1SV323						
					1SV324	1SV325						
					1SV328	1SV329						
					1SV331							
					JDV2S01E							
					JDV2S02E							
					JDV2S05E							
					JDV2S06S	JDV2S06FS						
					JDV2S07S	JDV2S07FS						
JDV2S08S	JDV2S08FS											
JDV2S09S	JDV2S09FS											
JDV2S10S	JDV2S10FS											
JDV2S01S												
JDV2S02S												
JDV2S05S	JDV2S05FS											
JDV2S16S	JDV2S16FS											
JDV2S17S												
JDV2S19S												
JDV2S20S												
JDV2S22S	JDV2S22FS											

3. AM/FM チューナ用ダイオード

用 途		パッケージ			
		Mini MOD	Mini	Super-Mini (SOT-23 MOD./ TO-236 MOD.)	USM
					
FM Tuning	High VT		1SV103	1SV225	
	Low VT	1SV101	1SV147	1SV228 JDV3C11	
AM Tuning	High VT	1SV102			
	Low VT	1SV149-B			
AFC				1SV160	
Attenuator, SW (PIN)	Single			1SV128	
	Double			1SV172	1SV252

4. 複合素子

用 途	パッケージ					
	SMV	FM8	TU6	ES6	sES6	fs6
						
AM Tuning		HN1V01H HN1V02H HN2V02H				

[3] 主要特性一覽表

[3] 主要特性一覧表

1. TV チューナ/VHF~UHF 帯用可変容量ダイオード

用 途	品 番	V _R	I _R		C _T (1)		C _T (2)		C _T (1)/ C _T (2) (min)	r _s (Typ.)			パッ ケー ジ
		(V)	(nA)	V _R (V)	(pF)	V _R (V)	(pF)	V _R (V)		(Ω)	V _R (V)	f (MHz)	
AFC	1SV216	30	10	28	10.5~16	2	3.3~5.7	10	2.5	0.55	5	470	USC
VHF Tuning (CATV)	1SV215	30	10	28	26~32	2	2.5~3.2	25	9.5	0.6	5	470	USC
	1SV217	30	10	28	33~39	2	2.6~3.2	25	11	0.83	5	470	USC
	1SV231	30	10	28	41~49.5	2	2.7~3.4	25	14	1.05	5	470	USC
	1SV232	30	10	28	28~32	2	2.75~3.1	25	10	0.55	5	470	USC
	1SV242	30	10	28	36~42	1	2.43~3.0	28	13.4	0.65	5	470	SM
	1SV262	34	10	32	33~38	2	2.6~3.0	25	12	0.6	5	470	USC
	1SV282	34	10	32	33~38	2	2.6~3.0	25	12	0.6	5	470	ESC
	1SV269	34	10	32	29~34	2	2.5~2.9	25	11	0.55	5	470	USC
	1SV283	34	10	32	29~34	2	2.5~2.9	25	11	0.55	5	470	ESC
	V, UHF Tuning	1SV214	30	10	28	14.16~16.25	2	2.11~2.43	25	5.9	0.4	5	470
1SV278		30	10	28	14.16~16.25	2	2.11~2.43	25	5.9	0.4	5	470	ESC
UHF Tuning (BS 2nd C/V) (CATV)	1SV245	30	10	28	3.31~4.55	2	0.61~0.77	25	5.0	1.2	1	470	USC
	1SV287	30	10	28	4.2~5.7	2	0.53~0.68	25	7.3	1.9	1	470	USC
	1SV291	30	10	28	4.2~5.7	2	0.53~0.68	25	7.3	1.9	1	470	ESC
	1SV302	30	10	28	42~51	2	2.1~3.1	25	17	1.05	5	470	USC
	1SV303	30	10	28	42~51	2	2.1~3.1	25	17	1.05	5	470	ESC
	1SV309	30	10	28	3.31~4.55	2	0.61~0.77	25	5.0	1.2	1	470	ESC
UHF VCO	1SV229	15	3	15	14~16	2	5.5~6.5	10	2.0	0.2	5	470	USC
	1SV279	15	3	15	14~16	2	5.5~6.5	10	2.0	0.2	5	470	ESC
	1SV239	15	3	15	3.8~4.7	2	1.5~2.0	10	2.0	0.44	1	470	USC
	1SV280	15	3	15	3.8~4.7	2	1.5~2.0	10	2.0	0.44	1	470	ESC
	1SV270	10	3	10	15~17	1	7.3~8.7	4	1.8	0.28	1	470	USC
	1SV281	10	3	10	15~17	1	7.3~8.7	4	1.8	0.28	1	470	ESC
	1SV277	10	3	10	4.0~4.9	1	1.85~2.35	4	2.0	0.42	1	470	USC
	1SV285	10	3	10	4.0~4.9	1	1.85~2.35	4	2.0	0.42	1	470	ESC
	1SV276	10	3	10	15~17	1	7.0~8.5	4	1.8	0.22	1	470	USC
	1SV284	10	3	10	15~17	1	7.0~8.5	4	1.8	0.22	1	470	ESC
	1SV293	10	3	10	18~20	1	10.1~11.6	4	1.55	0.26	1	470	USC
	1SV304	10	3	10	17.3~19.3	1	5.3~6.6	4	2.8	0.27	1	470	USC
	1SV305	10	3	10	17.3~19.3	1	5.3~6.6	4	2.8	0.27	1	470	ESC
	1SV306	15	3	15	14~16	2	5.5~6.5	10	2	0.2	5	470	USQ
	1SV310	10	3	10	9.7~11.1	1	4.45~5.45	4	1.8	0.28	1	470	USC
	1SV311	10	3	10	9.7~11.1	1	4.45~5.45	4	1.8	0.28	1	470	ESC
	1SV313	10	3	10	7.3~8.4	0.5	2.75~3.4	2.5	2.4	0.35	1	470	USC
	1SV314	10	3	10	7.3~8.4	0.5	2.75~3.4	2.5	2.4	0.35	1	470	ESC

用 途	品 番	V _R (V)	I _R		C _T (1)		C _T (2)		C _T (1)/ C _T (2) (min)	r _s (Typ.)			パッ ケージ
			(nA)	V _R (V)	(pF)	V _R (V)	(pF)	V _R (V)		(Ω)	V _R (V)	f (MHz)	
UHF VCO	1SV328	10	3	10	5.7~6.7	1	1.85~2.45	4	2.7	0.55	1	470	USC
	1SV329	10	3	10	5.7~6.7	1	1.85~2.45	4	2.7	0.55	1	470	ESC
	JDV2S01S	10	3	10	2.85~3.45	1	1.35~1.81	4	1.8	0.5	1	470	sESC
	JDV2S01E	10	3	10	2.85~3.45	1	1.35~1.81	4	1.8	0.5	1	470	ESC
	JDV2S02S	10	3	10	1.8~2.3	1	0.83~1.23	4	1.8	0.6	1	470	sESC
	JDV2S02E	10	3	10	1.8~2.3	1	0.83~1.23	4	1.8	0.6	1	470	ESC
	JDV2S05S	10	3	10	3.85~4.55	1	1.94~2.48	4	1.7	0.3	1	470	sESC
	JDV2S05FS	10	3	10	3.85~4.55	1	1.94~2.48	4	1.7	0.3	1	470	fSC
	JDV2S05E	10	3	10	3.85~4.55	1	1.94~2.48	4	1.7	0.3	1	470	ESC
	JDV2S06S	10	3	10	15~17	1	7~8.5	4	1.8	0.27	1	470	sESC
	JDV2S06FS	10	3	10	15~17	1	7~8.5	4	1.8	0.27	1	470	fSC
	JDV2S07S	10	3	10	4~4.9	1	1.85~2.35	4	2	0.42	1	470	sESC
	JDV2S07FS	10	3	10	4~4.9	1	1.85~2.35	4	2	0.42	1	470	fSC
	JDV2S08S	10	3	10	17.3~19.3	1	5.3~6.6	4	2.8	0.35	1	470	sESC
	JDV2S08FS	10	3	10	17.3~19.3	1	5.3~6.6	4	2.8	0.35	1	470	fSC
	JDV2S09S	10	3	10	9.7~11.1	1	4.45~5.45	4	1.8	0.33	1	470	sESC
	JDV2S09FS	10	3	10	9.7~11.1	1	4.45~5.45	4	1.8	0.33	1	470	fSC
	JDV2S10S	10	3	10	7.3~8.4	0.5	2.75~3.4	2.5	2.4	0.35	1	470	sESC
	JDV2S10FS	10	3	10	7.3~8.4	0.5	2.75~3.4	2.5	2.4	0.35	1	470	fSC
	JDV2S13FS	10	3	10	5.7~6.7	1	1.85~2.45	4	2.7	0.55	1	470	fSC
	JDV2S16S	10	3	10	3.38~3.8	0.5	1.67~1.9	2.5	1.9	0.55	1	470	sESC
	JDV2S16FS	10	3	10	3.38~3.8	0.5	1.67~1.9	2.5	1.9	0.55	1	470	fSC
	JDV2S17S	10	3	10	1.77~2.01	1	0.8~1.0	4	2.0	0.6	1	470	sESC
	JDV2S20S	10	3	10	2.76~3.1	0.5	1.22~1.42	2.5	2.12	0.6	1	470	sESC
	JDV2S22S	10	3	10	3.24~3.62	1	1.77~1.99	3	1.72	0.5	1	470	sESC
	JDV2S22FS	10	3	10	3.24~3.62	1	1.77~1.99	3	1.72	0.5	1	470	fSC
	JDV4P08U	10	3	10	17.3~19.3	1	5.3~6.6	4	2.8	0.35	1	470	USQ
CATV CONV OSC	1SV230	30	10	28	13.9~16.1	2	1.7~2.1	20	7.1	0.73	5	470	USC
	1SV286	30	10	28	14.5~16.1	2	1.56~1.86	20	7.1	0.73	5	470	ESC
Wide Band Tuning (CAT1V)	1SV288	30	10	28	41~49.5	2	2.5~3.2	25	15	0.92	5	470	USC
	1SV290	30	10	28	41~49.5	2	2.5~3.2	25	15	0.92	5	470	ESC
TCXO/VCO	1SV322	10	3	10	26.5~29.5	1	6~7.1	4	4	0.4	4	100	USC
	1SV323	10	3	10	26.5~29.5	1	6~7.1	4	4	0.4	4	100	ESC
	1SV324	10	3	10	44~49.5	1	9.2~12	4	4	0.4	4	100	USC
	1SV325	10	3	10	44~49.5	1	9.2~12	4	4	0.4	4	100	ESC
VCXO	JDV2S14E	10	3	10	44~49.5	1	19~26.5	2.5	1.99	0.4	4	100	ESC

2. AM/FM チューナ用可変容量ダイオード

用 途	品 番	V_R (V)	I_R		C_T (1)		C_T (2)		Q (r_s (Ω) Typ.)			パッ ケージ
			(nA)	V_R (V)	(pF)	V_R (V)	(pF)	V_R (V)	(—)	V_R (V)	f (MHz)	
AM Tuning	1SV102	30	50	30	360~460	2	15~21	25	200	2	1	MINI
FM Tuning	1SV101	15	10	15	28~32	3	12~14	9	(0.3)	$C = 30$ pF	50	
FM Tuning (TWIN)	1SV103	32	50	30	37~42	3	13.2~ 16.2	30	*(0.35)	$C = 20$ pF	50	
	1SV228	15	10	15	*28.5~ 32.5	3	*11.7~ 13.7	8	*(0.3)	3	100	S-MINI
	1SV147	15	50	15	*28.5~ 32.5	3	*11.7~ 13.7	8	*(0.3)	$C = 30$ pF	50	MINI
	1SV225	32	50	30	*18.5~ 21	3	*6.6~7.7	30	*(0.35)	3	100	S-MINI
	JDV3C11	20	10	20	65.8~ 74.2	1	11.5~ 14.3	4.5	*(0.4)	1.5	100	S-MINI
AFC	1SV160	15	100	4	7~14	4	—	—	(0.7)	4	50	S-MINI

*: 直列容量

3. AM チューナ用複合可変容量ダイオード

用 途	品 番	V_R (V)	I_R (Max)		C_T (1)		C_T (2)		Q			CONTENTS	パッ ケージ
			(nA)	V_R (V)	(pF)	V_R (V)	(pF)	V_R (V)	Min (—)	V_R (V)	f (MHz)		
AM Tuning	HN1V01H	16	20	16	435~ 540	1	19.9~ 26.7	8	200	1	1	1SV149 × 4	FM8
	HN1V02H	16	20	16	435~ 540	1	19.9~ 26.7	8	200	1	1	1SV149 × 2	FM8
	HN2V02H	16	20	16	435~ 540	1	19.9~ 26.7	8	200	1	1	1SV149 × 3	FM8

4. TV BAND SW 用 PIN ダイオード

用 途		品 番	V _R (V)	I _R (Max)		V _F (Max)		C _T (Max)		r _s (Typ.)			パッ ケー ジ
				(μA)	V _R (V)	(V)	I _F (mA)	(pF)	V _R (V)	(Ω)	I _F (mA)	f (MHz)	
TV Band Switch	Single	1SS314	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	USC
		1SS381	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	ESC
		JDS2S03S	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	sESC
	Twin	1SS268	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	S-MINI
		1SS269	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	S-MINI
		1SS312	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	USM
		1SS313	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	USM
		1SS364	30	0.1	15	0.85	2	1.2	6	0.6	2	100	SSM

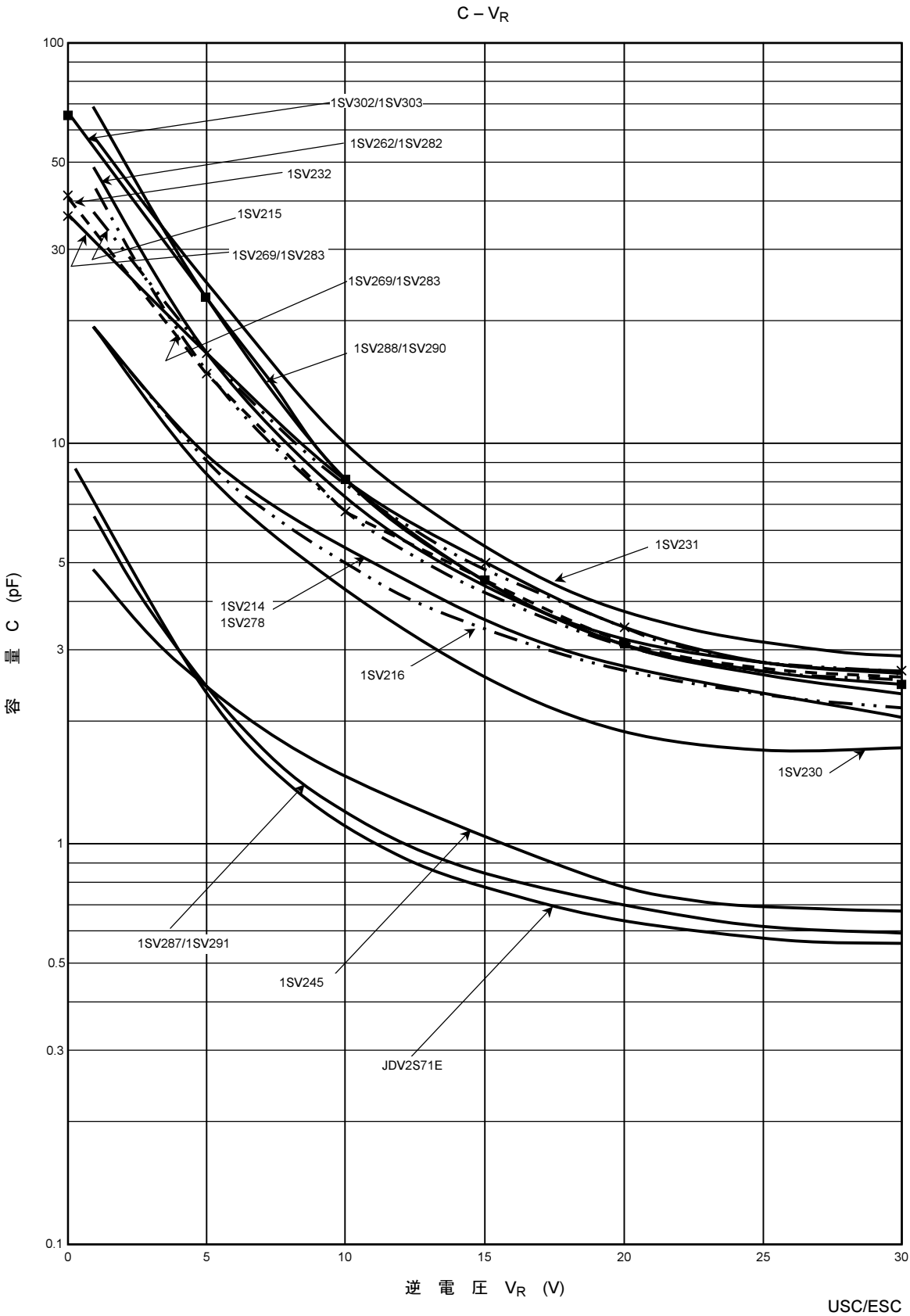
5. AM/FM~UHF 帯用 PIN ダイオード

用 途		品 番	V _R (V)	I _R (Max)		V _F (Typ.)		C _T (Typ.)		r _s (Typ.)			パッ ケー ジ
				(μ A)	V _R (V)	(V)	I _F (mA)	(pF)	V _R (V)	(Ω)	I _F (mA)	f (MHz)	
SW, ATT	Single	1SV128	50	0.1	50	0.95	50	0.25	50	7	10	100	S-MINI
		1SV271	50	0.1	50	0.95	50	0.25	50	3	10	100	USC
		1SV307	30	0.1	30	0.95	50	0.3	1	1/1.1	10	100/ 1500	USC
		1SV308	30	0.1	30	0.95	50	0.3	1	1/1.1	10	100/ 1500	ESC
		JDP2S01T	30	0.1	30	0.87	50	0.65	1	0.65	10	100	TESC
		JDP2S02T	30	0.1	30	0.9	50	0.3	1	1	10	100	TESC
		JDP2S04E	50	0.1	50	0.95	50	0.25	50	3	10	100	ESC
		JDP2S01S	30	0.1	30	0.87	50	0.65	1	0.65	10	100	sESC
		JDP2S01AFS	30	0.1	30	0.87	50	0.65	1	0.65	10	100	fSC
		JDP2S02AFS	30	0.1	30	0.9	50	0.3	1	1	10	100	fSC
		JDP2S02S	30	0.1	30	0.9	50	0.3	1	1	10	100	sESC
		JDP2S02ACT	30	0.1	30	0.95	50	0.3	1	1/1.1	10	100/ 1500	CST2
		JDP2S05FS	20	0.1	20	0.90	50	0.32	1	1.5	1	100	fSC
		JDP2S05CT	20	0.1	20	0.90	50	0.32	1	1.5	1	100	CST2
	Twin	1SV172	50	0.1	50	0.95	50	0.25	50	3	10	100	S-MINI
		1SV237	50	0.1	50	0.95	50	0.25	50	4	10	100	SMQ
		1SV252	50	0.1	50	0.93	50	0.2	50	3.5	10	100	USM
		1SV312	50	0.1	50	0.95	50	0.25	50	3	10	100	USQ
		JDP4P02U	30	0.1	30	0.95	50	0.3	1	1	10	100	USQ

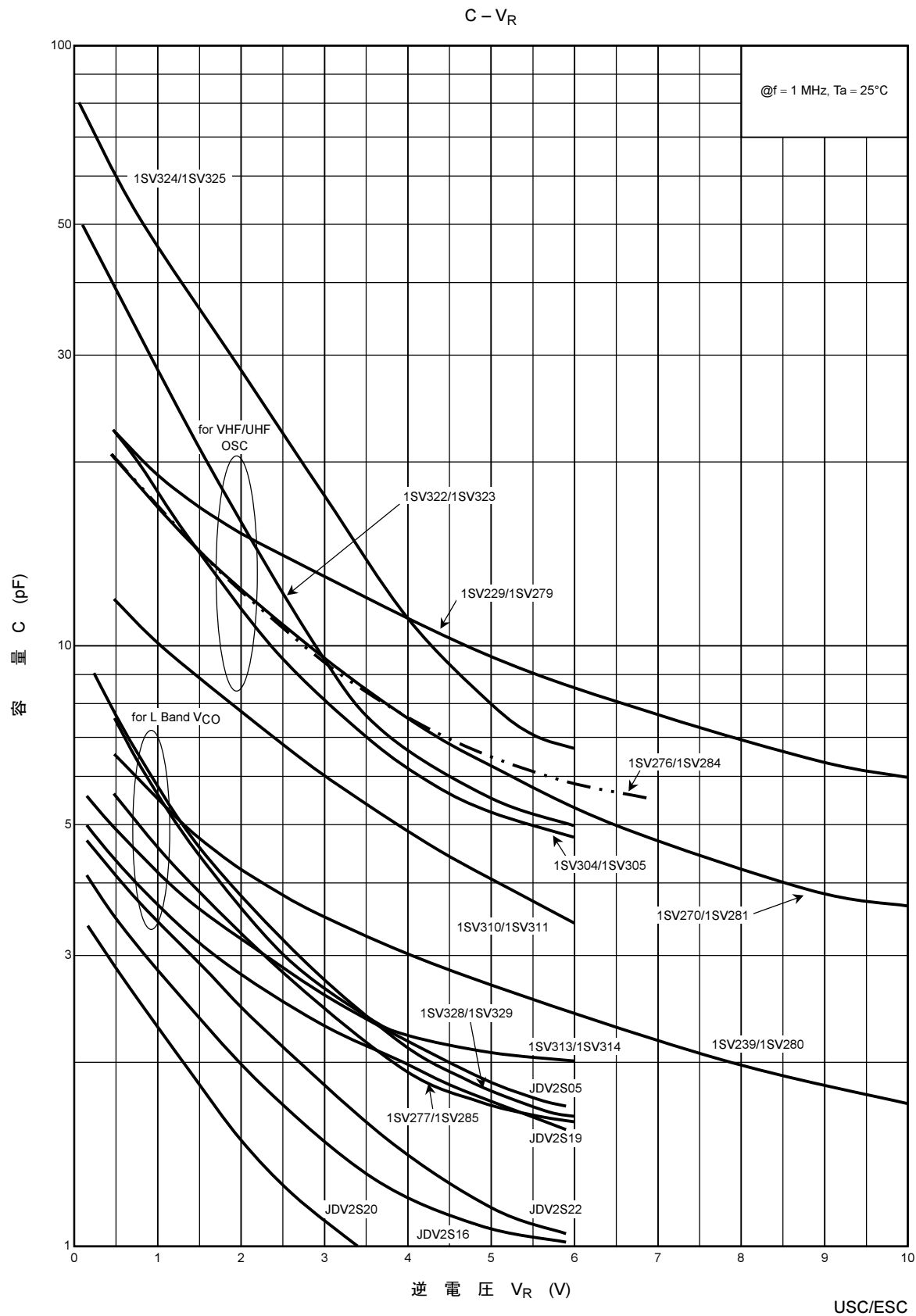
6. VHF~UHF 帯ミキサ用 SBD

用 途	品 番	V_R	I_F	V_F (Typ.)		C_T (Typ.)		パッ ケージ
		$*V_{RM}$ (V)	(mA)	(V)	I_F (mA)	(pF)	V_R (V)	
VHF~ S Band MIX	1SS154	6	30	0.5	10	0.8	0	S-MINI (single)
	1SS271	6	30	0.55	10	0.9	0	S-MINI (twin)
UHF MIX	1SS295	4	30	0.25	2	0.8	0.2	S-MINI (twin)
	1SS315	*5	30	0.25	2	0.6	0.2	USC
	JDH2S01T	*5	30	0.25	2	0.6	0.2	TESC
	JDH3D01S	4	25	0.25	2	0.6	0.2	SSM
	JDH2S01FS	4	25	0.25	2	0.6	0.2	fSC

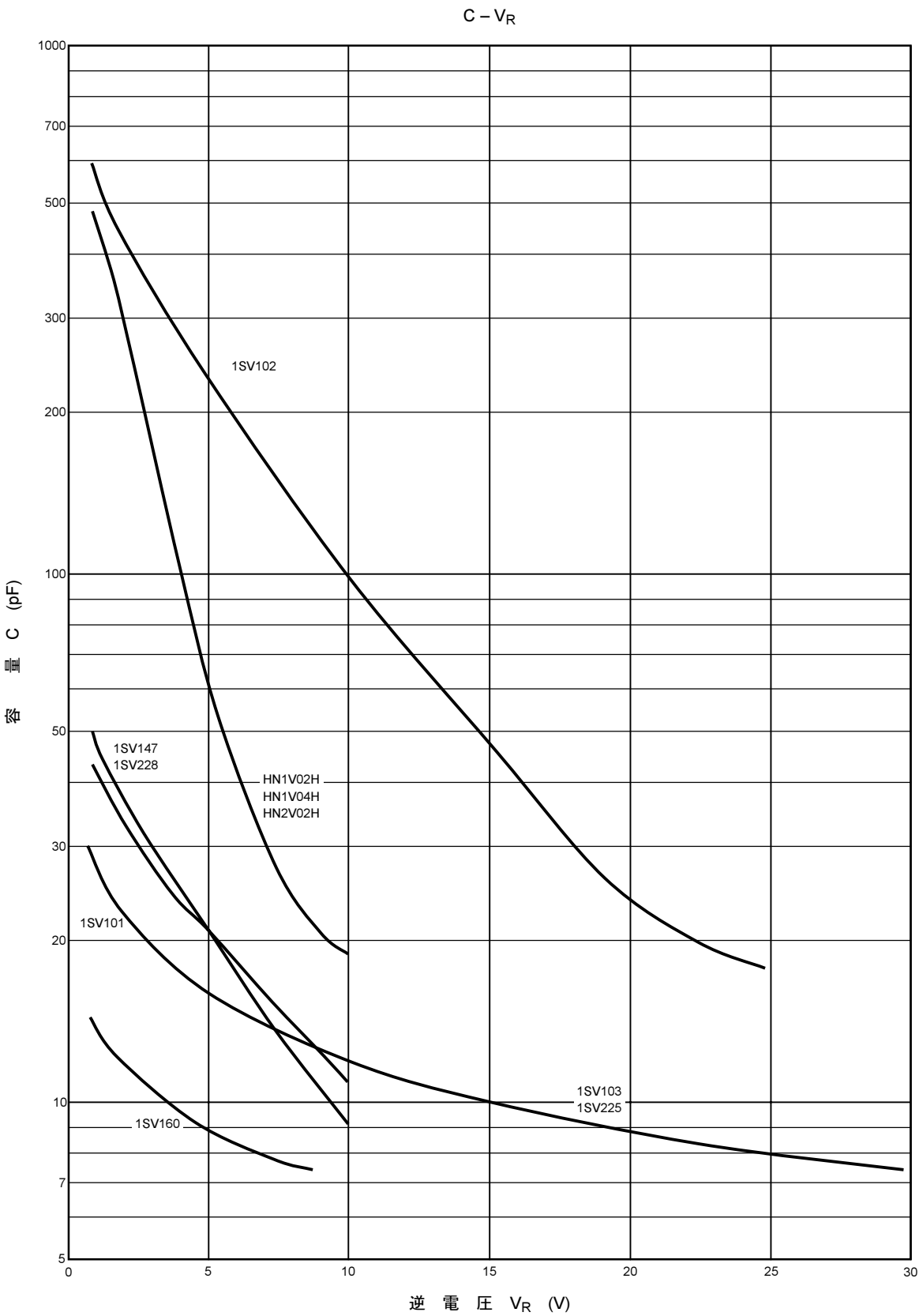
7. TV チューナ, BS チューナ用バリキャップダイオード C-V 特性一覧



8. 通信用バリキャップダイオード C-V 特性一覧



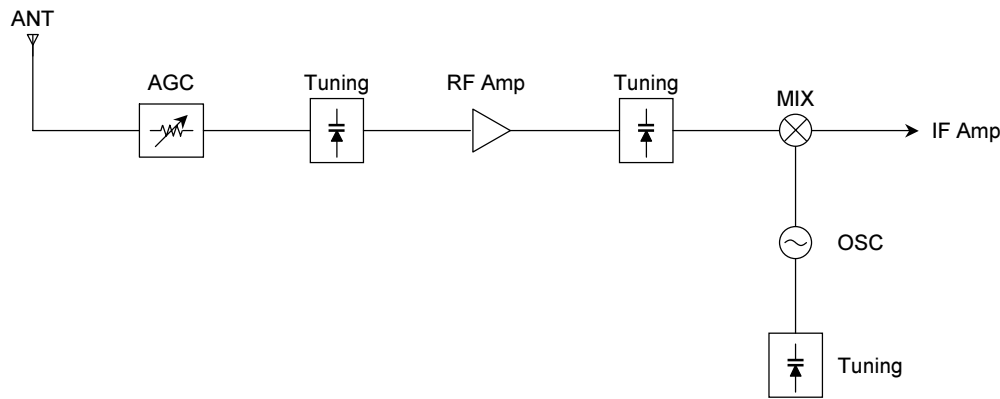
9. オーディオチューナ用バリキャップダイオード C-V 特性一覧



[4] 推奨ブロック図

[4] 推奨ブロック図

1. AM チューナ用高周波デバイス



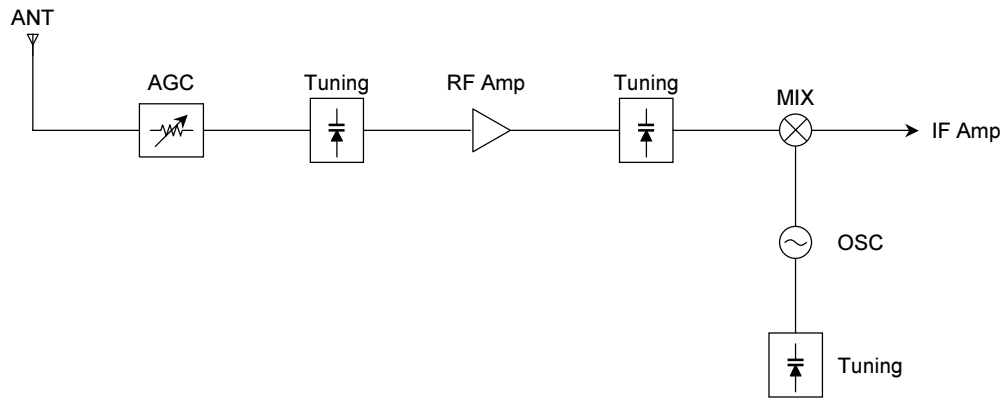
アプリケーション	タイプ		パッケージ	品 番
AGC	PIN Diode	Single	S-MINI	1SV128
			USC	1SV271 1SV307
			ESC	1SV308 JDP2S01E JDP2S04E
			TESC	JDP2S01T JDP2S02T
		Double	S-MINI	1SV172
			SMQ	1SV237
			USM	1SV252
			USQ	1SV312 JDP4P02U

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
Tuning	Tuning Varicap	MINI	1SV102 1SV149-B
		FM8	HN1V01H HN1V02H HN2V02H

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
MIX	Bipolar transistor	TO-92	2SC380TM 2SC941TM
		MINI	2SC2669 2SC2670
		S-MINI	2SC2715 2SC2716

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
AGC	Bipolar transistor	MINI	2SC2458
		S-MINI	2SC2712
RF Amp	J-FET	TO-92	2SK709
		MINI	2SK710
		S-MINI	2SK711
		USM	2SK1875
AGC+RF Amp	Multi-chip-transistor	SMV	HN3G01J

2. FM チューナ用高周波デバイス



アプリケーション	タイプ		パッケージ	品 番
AGC	PIN Diode	Single	S-MINI	1SV128
			USC	1SV271 1SV307
			ESC	1SV308 JDP2S01E JDP2S04E
			TESC	JDP2S01T JDP2S02T
		Double	S-MINI	1SV172
			SMQ	1SV237
			USM	1SV252
			USQ	1SV312 JDP4P02U

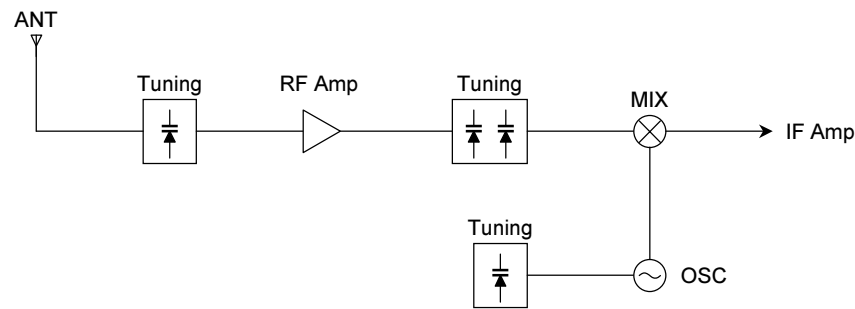
アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
RF Amp	Dual Gate MOSFET	SMQ	3SK195
			3SK225 3SK226
		USQ	3SK257 3SK258
	Single Gate MOSFET	MINI	2SK241
		S-MINI	2SK302
		USM	2SK882
		SMQ	2SK1771
	Bipolar transistor	MINI	2SC2668
		S-MINI	2SC2714
		USM	2SC4215
	J-FET	MINI	2SK161 2SK192A
		S-MINI	2SK211 2SK210
		USM	2SK881

アプリケーション	タイプ		パッケージ	品 番
Tuning	Tuning	Single	MINI	1SV101
		Double	S-MINI	1SV225 1SV228 JDV3C11
	AFC Varicap Diode	Single	S-MINI	1SV160

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
MIX	Dual Gate MOSFET	USQ	3SK260
		MINI	2SC2668
	Bipolar transistor	S-MINI	2SC2714
		USM	2SC4215
		SSM	2SC4915

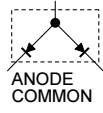
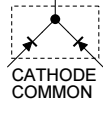
アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
OSC	J-FET	MINI	2SK192A
		S-MINI	2SK210
	Bipolar transistor	MINI	2SC2668 2SC2995
		S-MINI	2SC2714 2SC2996
		USM	2SC4215
		SSM	2SC4915

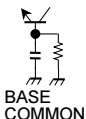
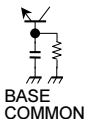
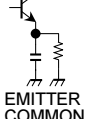
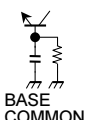
3. TV/VTR チューナ用高周波デバイス



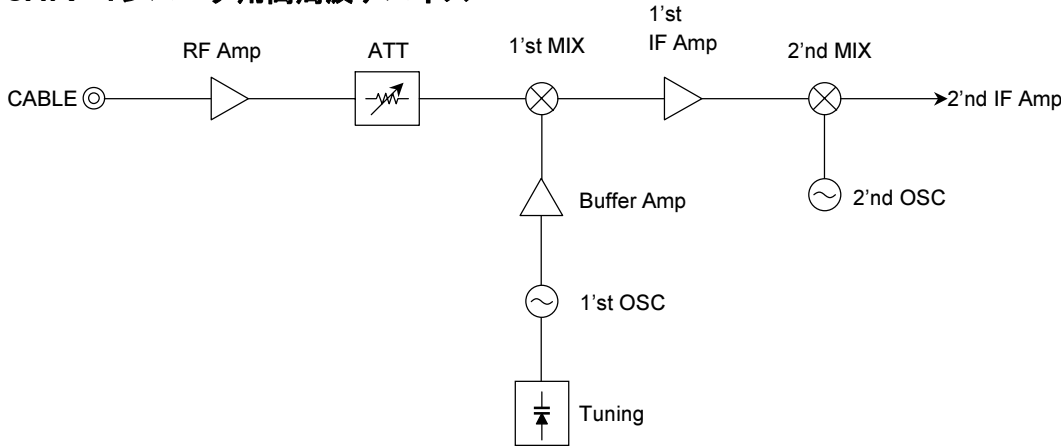
アプリケーション	タイプ	バンド	パッケージ	品 番
Tuning	Varicap Diode	Wide Band VHF	USC	1SV215 1SV262 1SV288 1SV231 1SV232 1SV269 1SV302
			ESC	1SV282 1SV290 1SV283 1SV303
			S-MINI (double type)	1SV242
		UHF	USC	1SV214
			ESC	1SV278
	AFC Diode	VHF to UHF	USC	1SV216
RF Amp	Dual Gate FET	VHF (wide band)	SMQ	3SK195 3SK225 3SK226 3SK292
			USQ	3SK259 3SK257 3SK258 3SK294
		UHF	SMQ	3SK199 3SK207 3SK232 3SK291
			USQ	3SK256 3SK249 3SK293
MIX	Dual Gate FET	VHF and Wide Band VHF	USQ	3SK260 3SK259
	Schottky Diode	UHF	S-MINI	1SS295 (double)
			USC	1SS315
			TESC	JDH2S01T
			SSM	*JDH3D01S (double)
			fSC	JDH2S01FS

*: 新製品

アプリケーション	タイプ	バンド	回 路 図	パッケージ	品 番
Tuning	Band SW	VHF and Wide Band VHF		USC	1SS314
				ESC	1SS381
				sESC	JDS2S03S
			 ANODE COMMON	S-MINI	1SS269
					1SS268
			 CATHODE COMMON	USM	1SS313
				USM	1SS312
				SSM	1SS364

アプリケーション	タイプ	バンド	回路図	パッケージ	品番
RF Amp	Bipolar transistor	UHF	 BASE COMMON	USM	2SC4244
				SMQ	2SC4214
OSC	Bipolar transistor	VHF (wide band)	 COLLECTOR COMMON	USM	2SC4251 2SC4246 2SC4252
				S-MINI	2SC3124 2SC3121
		UHF	 BASE COMMON	USM	2SC4246
				S-MINI	2SC3121
			 COLLECTOR COMMON	USM	2SC4247
				S-MINI	2SC3547A
MIX	Bipolar transistor	VHF (wide band)		USM	2SC4250 2SC4245
				S-MINI	2SC3123 2SC3120
				USM	2SC4253 2SC4251 2SC4246
				S-MINI	2SC3125 2SC3124 2SC3121
		UHF	 EMITTER COMMON	S-MINI	2SC3120 2SC3862
				S-MINI	2SC3547A
			 BASE COMMON	USM	2SC4245
				USM	2SC4247

4. CATV コンバータ用高周波デバイス



アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
RF Amp	Bipolar transistor	SMQ	2SC5087 MT4S03A MT4S04A
		USQ	MT4S03AU MT4S04AU MT4S100U MT4S101U *MT4S102U *MT4S104U
		TESQ	MT4S100T MT4S101T *MT4S102T *MT4S104T

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
ATT	Pin Diode	Single	S-MINI 1SV128
			USC 1SV271 1SV307
			ESC 1SV308 JDP2S01E JDP2S04E
			TESC JDP2S01T JDP2S02T
	Double		S-MINI 1SV172
			SMQ 1SV237
			USM 1SV252
			USQ 1SV312 JDP4P02U
		TESQ	JDP4P02AT

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
1st MIX	Schottky Diode	Single	S-MINI 1SS154
			fSC JDH2S01FS
		Double	S-MINI 1SS271
			SSM *JDH3D01S

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
1st IF Amp	Bipolar transistor	S-MINI	MT3S03A MT3S04A
		SMQ	MT4S03A MT4S04A MT4S06 MT4S07
		USQ	MT4S03AU MT4S04AU MT4S06U MT4S07U
	Si Dual Gate MOSFET	SMQ	3SK199 3SK232 3SK291 3SK292
		USQ	3SK249 3SK293 3SK294

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
2nd MIX	Schottky Diode	SMQ	1SS239
		S-MINI	1SS154 (single) 1SS271 (double)
	Si Dual Gate MOSFET	SMQ	3SK199 3SK232 3SK291
		USQ	3SK249 3SK293
	Cell Pack	SM8	TA4107F

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
Buffer Amp	Bipolar transistor	S-MINI	MT3S03A MT3S04A
		SMQ	MT4S03A MT4S04A MT4S06 MT4S07
		USQ	MT4S03AU MT4S04AU MT4S06U MT4S07U

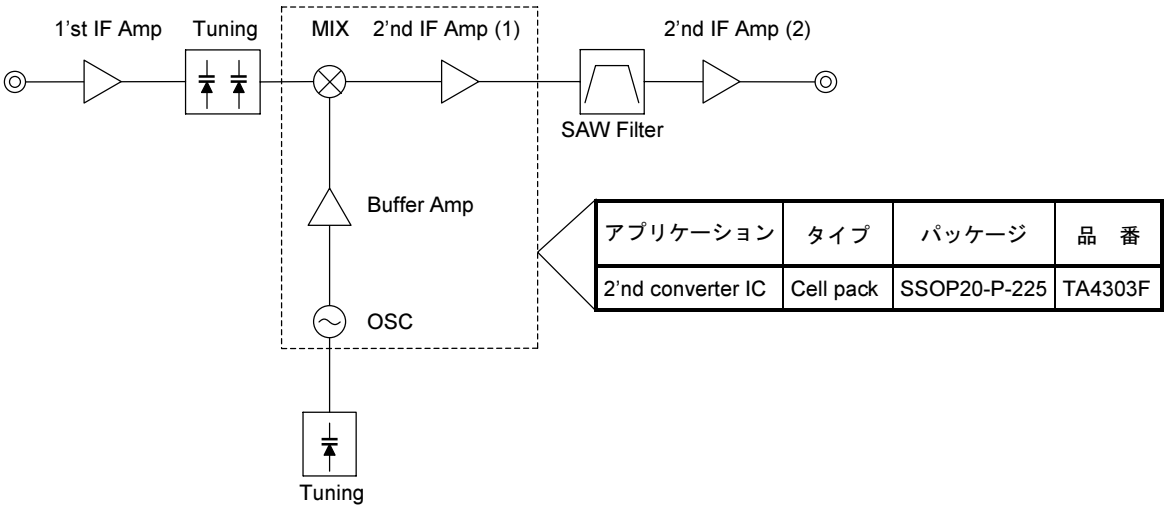
アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
1st OSC	Bipolar transistor	S-MINI	2SC5084 MT3S03A MT3S04A
		USM	MT3S03AU MT3S04AU

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
Tuning	Tuning Varicap	USC	1SV214 1SV230
		ESC	1SV278

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
2nd OSC	Bipolar transistor	USM	2SC4246
		S-MINI	2SC3121

*: 新製品

5. SHF 2nd コンバータ用高周波デバイス



アプリケーション	タイプ	パッケージ	品番
1'st IF Amp	Bipolar transistor	SMQ	MT4S03A
			MT4S04A
			MT4S06
			MT4S07
			2SC5092
		USQ	2SC5088
			2SC5093
			2SC5319
			MT4S06U
			MT4S07U
		TESQ	MT4S100U
			MT4S101U
			*MT4S102U
			*MT4S104U
			MT4S100T
			MT4S101T
			*MT4S102T
			*MT4S104T

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品番
Tuning	Preselector and Tuning Varicap Diode	USC	1SV245
			1SV287
		ESC	1SV309
			1SV291

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品番
MIX	Bipolar transistor	SMQ	2SC5087
	Schottky Diode	S-MINI	1SS154 (single)
			1SS271 (double)
		SSM	*JDH3D01S (Duble)
		fSC	JDH2S01FS
	Cell Pack	SM8	*TA4107F

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品番
2'nd IF Amp (1)	Bipolar transistor	SMQ	2SC5092
		S-MINI	2SC5089
	Cell Pack	SMQ	TA4002F
		SMV	TA4003F

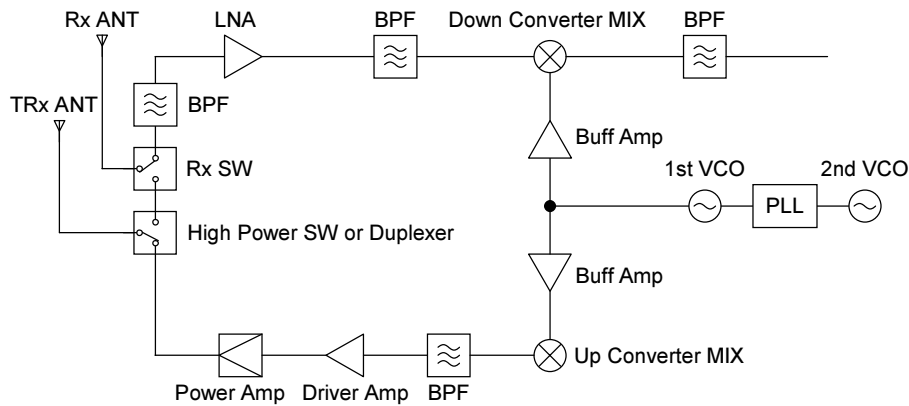
アプリケーション	タイプ	パッケージ	品番
2'nd IF Amp (2)	Cell Pack	SM6	TA4000F
		TU6	TA4017FT
		SM8	TA4018F
			TA4019F

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品番
Buffer Amp	Bipolar transistor	SMQ	2SC5092
		USQ	2SC5088
			2SC5093
			2SC5319

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品番
OSC	Bipolar transistor	S-MINI	2SC5089

*: 新製品
パッケージ: SMV (SSOP5-P-0.95)
SM6 (SSOP6-P-0.95)

6. 800 MHz 帯アナログ／デジタルセルラー用高周波デバイス



アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
Power Amp (JAPAN CDMA)	Module	5-6B	S-AU84
Power Amp (US CDMA)	Module	5-6B	S-AU85

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
Power Amp	Si MOSFET	PW-MINI	2SK2854 2SK2855

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
Rx SW	GaAs Cell Pack	TU6	TG2210FT TG2211FT
	PIN Diode	USC	ISS314
		ESC	ISS381
		fSC	JDP2S02AFS *JDP2S05FS
		sESC	JDS2S03S

*: 新製品

アプリケーション	タイプ	パッケージ	品 番
Buff Amp	Si Cell Pack	SMV	TA4003F TA4004F
		ESV	TA4011AFE TA4012AFE

アプリケーション	パッケージ	USC	TESC
	タイプ		
Detector	SBD	1SS315	JDH2S01T

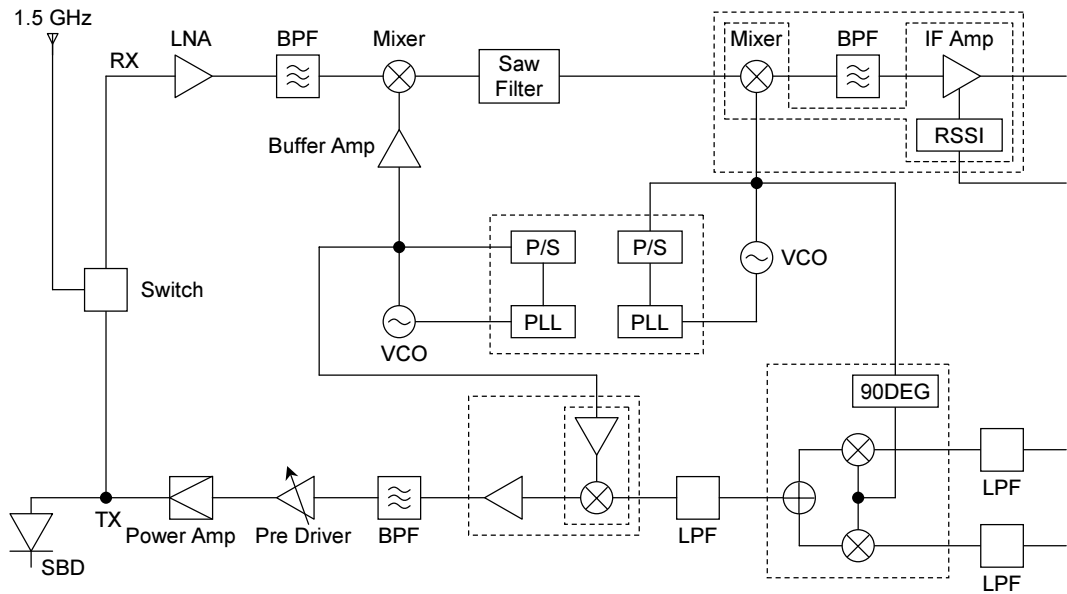
アプリケーション	パッケージ	TESM	fSM	SMQ	USQ
LNA, Buff Amp		2SC5066FT 2SC5086FT 2SC5091FT 2SC5096FT MT3S03AT MT3S06T MT3S07T MT3S14T *MT3S17T *MT3S18T MT3S35T MT3S36T MT3S37T MT3S41T	MT3S03AFS MT3S06FS MT3S07FS *MT3S14FS *MT3S17FS *MT3S18FS MT3S35FS MT3S36FS MT3S37FS MT3S41FS	2SC5087 2SC5092 2SC5097 MT4S06 MT4S07	2SC5088 2SC5093 2SC5098 MT4S06U MT4S07U MT4S32U
MIX		2SC5066FT 2SC5086FT 2SC5108FT 2SC5111FT	—	2SC5087	2SC5088
VCO		2SC5086FT 2SC5464FT 2SC5066FT 2SC5108FT 2SC5111FT MT3S03AT MT3S04AT MT3S05T MT3S06T MT3S07T MT3S08T MT3S11T MT3S12T MT3S14T	MT3S03AFS MT3S04AFS MT3S05FS MT3S06FS MT3S07FS MT3S08FS *MT3S11FS *MT3S12FS *MT3S14FS	—	—

*: 新製品

Varicap Diode

アプリケーション	パッケージ	USC	ESC	sESC	fSC
VCO		1SV229 1SV270 1SV276 1SV304 1SV310	1SV279 1SV281 1SV284 1SV305 1SV311	JDV2S06S JDV2S08S JDV2S09S	JDV2S06FS JDV2S08FS JDV2S09FS

7. PDC (1.5 GHz) 高周波ブロック



アプリケーション	パッケージ	TESM	fSM	USQ	TESQ
	タイプ				
LNA, Buff Amp	Bipolar transistor	2SC5317FT 2SC5322FT MT3S06T MT3S07T MT3S14T *MT3S17T *MT3S18T MT3S35T MT3S36T MT3S37T MT3S41T MT3S45T	MT3S06FS MT3S07FS *MT3S14FS *MT3S17FS *MT3S18FS MT3S35FS MT3S36FS MT3S37FS MT3S41FS MT3S45FS	2SC5319 MT4S06U MT4S07U MT4S100U MT4S101U	 MT4S100T MT4S101T
Mixer (down)	Bipolar transistor	2SC5317FT 2SC5322FT 2SC5086FT			
VCO	Bipolar transistor	MT3S03AT MT3S04AT MT3S06T MT3S07T MT3S08T MT3S11T MT3S12T MT3S14T *MT3S18T MT3S35T MT3S36T MT3S37T MT3S40T MT3S41T MT3S45T	MT3S03AFS MT3S04AFS MT3S06FS MT3S07FS MT3S08FS *MT3S11FS *MT3S12FS *MT3S14FS *MT3S18FS MT3S35FS MT3S36FS MT3S37FS MT3S40FS MT3S41FS MT3S45FS		

アプリケーション	パッケージ	ESC	sESC	fSC
	タイプ			
VCO	VCD	JDV2S05E 1SV285 1SV305 1SV311 1SV314 1SV329	JDV2S05S JDV2S07S JDV2S08S JDV2S09S JDV2S10S JDV2S13S	JDV2S05FS JDV2S07FS JDV2S08FS JDV2S09FS JDV2S10FS JDV2S13FS

アプリケーション	パッケージ	ESV
	タイプ	
Buff Amp	Si Cell pack	TA4011AFE TA4012AFE

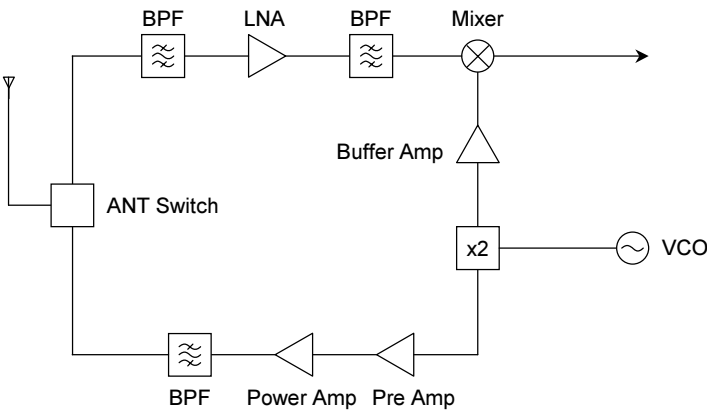
アプリケーション	パッケージ	TU6
	タイプ	
RF Switch	GaAs Cell pack	TG2211FT

アプリケーション	パッケージ	USC	TESC	fSC	SSM
	タイプ				
Detector	SBD	1SS315	JDH2S01T	JDH2S01FS	*JDH3D01S

*: 新製品

*: 新製品

8. 900 MHz、2.4 GHz および 5.8 GHz 帯コードレス電話用高周波デバイス

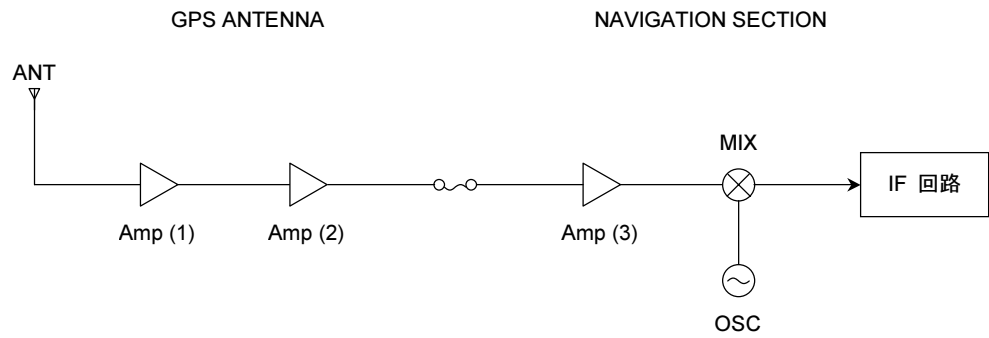


アプリケーション	パッケージ	USC	ESC	sESC	fSC	CST2	USM	SSM	TESM	SMQ	USQ	TESQ
	周波数帯											
ANT Switch	900 MHz	1SV271 1SV307	JDP2S04E 1SV308	JDP2S02AS	JDP2S02AFS	*JDP2S02ACT						
	2.4 GHz	1SV271 1SV307	JDP2S04E 1SV308	JDP2S02AS	JDP2S02AFS *JDP2S05FS	**JDP2S05CT						
	5.8 GHz				*JDP2S05FS	**JDP2S05CT						
VCO	900 MHz	1SV214 1SV229 1SV276 1SV304 1SV310 1SV313	1SV278 1SV279 1SV284 1SV305 1SV311 1SV314	JDV2S06S JDV2S08S JDV2S09S	JDV2S06FS JDV2S08FS JDV2S09FS							
	2.4 GHz		JDV2S01E JDV2S02E JDV2S05E	JDV2S01S JDV2S02S JDV2S05S JDV2S16S JDV2S19S JDV2S20S	JDV2S01FS JDV2S02FS JDV2S05FS JDV2S16FS JDV2S19FS JDV2S20FS							
	5.8 GHz		JDV2S02E	JDV2S02S *JDV2S17S JDV2S20S *JDV2S22S	JDV2S02FS *JDV2S17FS JDV2S20FS *JDV2S22FS							
VCO Buffer Amp Mixer Power Amp Pre Amp LNA	900 MHz						2SC5065 2SC5085 MT3S06U *MT3S16U	2SC5066 2SC5086 MT3S06S	2SC5066FT 2SC5086FT MT3S06T *MT3S16T *MT3S17T *MT3S18T	2SC5087 MT4S06	2SC5088 MT4S06U	
	2.4 GHz						MT3S06U	MT3S06S	2SC5317FT MT3S06T *MT3S17T *MT3S18T MT3S35T	MT4S06	2SC5319 MT4S06U	MT4S32U
	5.8 GHz								MT3S35T MT3S37T		MT4S100U MT4S101U *MT4S102U *MT4S104U	MT4S100T MT4S101T *MT4S102T *MT4S104T

*: 新製品

**: 開発中

9. GPS 高周波ブロック



GPS Antenna Section

アプリケーション	パッケージ	ES6	USQ	TESQ
	タイプ			
Amp (2)	Bipolar transistor		2SC5319 MT4S32U MT4S100U MT4S101U *MT4S102U *MT4S104U	MT4S100T MT4S101T *MT4S102T *MT4S104T
	Si Cell-Pack	*TA4016AFE		

*: 新製品

Navigation Section

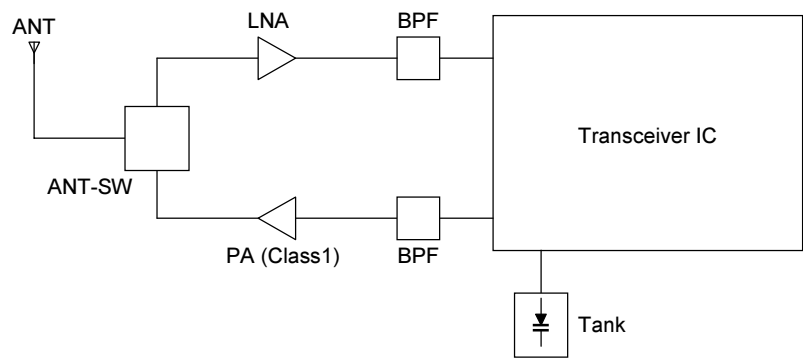
アプリケーション	パッケージ	SMQ	USQ	TESQ
	タイプ			
Amp (3)	Bipolar transistor	MT4S06	2SC5319 MT4S06U MT4S32U MT4S100U MT4S101U *MT4S102U *MT4S104U	MT4S100T MT4S101T *MT4S102T *MT4S104T
Mixer, OSC	Bipolar transistor	MT4S06	2SC5319 MT4S06U	

*: 新製品

アプリケーション	パッケージ	ESC	sESC	fSC
	タイプ			
OSC	Varicap Diode	1SV314	JDV2S10S	JDV2S10FS
		1SV329	JDV2S13S	JDV2S13FS
		JDV2S01E JDV2S02E JDV2S05E	JDV2S01S JDV2S02S JDV2S05S JDV2S16S *JDV2S17S JDV2S19S JDV2S20S *JDV2S22S	JDV2S01FS JDV2S02FS JDV2S05FS JDV2S16FS *JDV2S17FS JDV2S19FS JDV2S20FS *JDV2S22FS

*: 新製品

10. 2.4 GHz 無線 LAN、Bluetooth



ANT-SW

アプリケーション	タイプ	品 番
For Class 1	GaAs MMIC	TG2216TU
For Class 2, 3	GaAs MMIC	TG2210FT
	GaAs MMIC	◎TG2211FT
	GaAs MMIC	TG2213S
	GaAs MMIC	TG2214S
All Class	Pin Diode	JDP2S01AFS
	Pin Diode	JDP2S02AFS

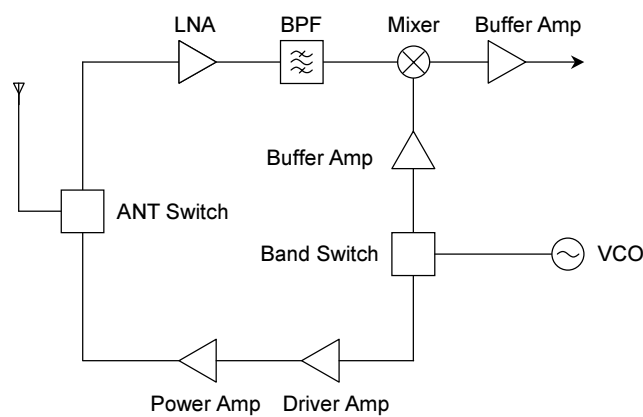
◎: インバータ回路内蔵

アプリケーション	パッケージ	USQ	TESQ
	タイプ		
LNA	Bipolar transistor	2SC5319 MT4S32U MT4S100U MT4S101U *MT4S102U *MT4S104U	MT4S100T MT4S101T *MT4S102T *MT4S104T

*: 新製品

アプリケーション	パッケージ	ESC	sESC	fSC
	タイプ			
VCO	Varicap Diode	1SV314	JDV2S10S	JDV2S10FS
		1SV329	JDV2S13S	JDV2S13FS
		JDV2S01E	JDV2S01S	JDV2S01FS
		JDV2S02E	JDV2S02S	JDV2S02FS
		JDV2S05E	JDV2S05S	JDV2S05FS
			JDV2S16S	JDV2S16FS
			JDV2S19S	JDV2S19FS
			JDV2S20S	JDV2S20FS

11. FRS, GMRS 用高周波デバイス



アプリケーション	パッケージ	USC	ESC	sESC	fSC	CST2	USM	SSM	TESM	SMQ	USQ
	タイプ										
ANT Switch	FRS, GMRS	1SS314 1SV271 1SV307	1SS381 JDP2S04E 1SV308	JDS2S03S JDP2S02AS	JDP2S02AFS *JDP2S05FS	*JDP2S02ACT					
VCO		1SV214 1SV229 1SV276 1SV304	1SV278 1SV279 1SV284 1SV305 1SV282A	JDV2S06S JDV2S08S	JDV2S06FS JDV2S08FS						
VCO Driver Buffer Amp Mixer LNA							2SC5065 2SC5085 MT3S06U *MT3S16U	2SC5066 2SC5086 MT3S06S	2SC5066FT 2SC5086FT MT3S06T *MT3S16T *MT3S17T *MT3S18T	2SC5087 MT4S06	2SC5088 MT4S06U

*: 新製品

アプリケーション	パッケージ	PW-MINI	PW-X
	タイプ		
Power Amp	FRS	2SK3078A *2SK3656	
	GMRS		2SK3079A *2SK3756

*: 新製品

[5] 最大定格および 電氣的特性の定義

[5] 最大定格および電気的特性の定義

1. 最大定格の定義

1.1 最大定格 (スイッチ用ダイオードおよびショットキーバリアダイオード)

- 1) 逆電圧 (V_R)
規定の周囲温度において、印加できる逆電圧の最大許容値です。
- 2) せん頭逆電圧 (V_{RM})
規定の周囲温度において、印加できる逆電圧 (直流+交流信号) の最大許容瞬時値です。
- 3) 順電流 (I_F)
規定の周囲温度において、通電できる順電流の最大許容値です。
通常は周囲温度の上昇により減少します。
- 4) 接合温度 (T_j)
動作における接合部の温度の最大許容値です。この値の範囲内で素子の順電流値、動作温度範囲を設定する必要があります。
- 5) 保存温度 (T_{stg})
非動作時に保存し得る周囲温度の許容範囲です。この値の範囲内での保存による、特性の劣化がないことを保証しています。

1.2 最大定格 (可変容量ダイオード)

- 1) 逆電圧 (V_R)
規定の周囲温度において、印加できる逆電圧の最大許容値です。
- 2) せん頭逆電圧 (V_{RM})
規定の周囲温度において、印加できる逆電圧 (直流+交流信号) の最大許容瞬時値です。
- 3) 接合温度 (T_j)
動作における接合部の温度の最大許容値です。この値の範囲内で素子の順電流値、動作温度範囲を設定する必要があります。
- 4) 保存温度 (T_{stg})
非動作時に保存し得る周囲温度の許容範囲です。この値の範囲内での保存による、特性の劣化がないことを保証しています。

2. 電気的特性の定義

2.1 電気的特性 (可変容量ダイオード)

項 目	記 号	機 能 説 明
逆電圧	V_R	規定の逆電流を流したとき生じる逆電圧
逆電流	I_R	規定の逆電圧を印加したときに流れるリーク電流
容量	C_{*V}	規定の周波数において、規定の逆バイアス電圧 (*V) を印加したときの端子間の等価容量
容量比	C_{*V^1} / C_{*V^2}	逆バイアス電圧 (* ¹ V) における容量と* ² Vにおける容量との比率
直列抵抗	r_s	規定の周波数において、規定の逆バイアス電圧を印加したときの直列等価抵抗
性能指数	Q	規定の周波数において、規定の逆バイアス電圧を印加したときの性能指数

2.2 電気的特性 (スイッチ用ダイオード)

項 目	記 号	機 能 説 明
逆電圧	V_R	規定の逆電流を流したときに生じる電圧
逆電流	I_R	規定の逆電圧を印加したときに流れるリーク電流
順電圧	V_F	規定の順電流を流したときに生じる端子間電圧
容量	C_T	規定の周波数において、規定の逆バイアス電圧を印加したときの端子間の等価容量
直列抵抗	r_s	規定の周波数において、規定の順電流を流したときの直列等価抵抗
少数キャリア寿命時間	τ	規定の順電流を通電後、直ちに規定の逆電流を通電したときの少数キャリア寿命時間

2.3 電気的特性 (ショットキーバリアダイオード)

項 目	記 号	機 能 説 明
逆電圧	V_R	規定の逆電流を流したときに生じる電圧
逆電流	I_R	規定の逆電圧を印加したときに流れるリーク電流
順電圧	V_F	規定の順電流を流したときに生じる端子間電圧
順電流	I_F	規定の逆電圧を印加したときに流れる順電流
容量	C_T	規定の周波数において、規定の逆バイアス電圧を印加したときの端子間の等価容量

[6] 解 説

[6] 解 説

1. 高周波用ダイオード

1.1 可変容量ダイオード

可変容量ダイオード (variable capacitance diode) は一般にバリキャップと呼ばれ、整流用ダイオード、スイッチングダイオードのようにPN接合の整流作用を利用したもの、定電圧ダイオードのようにツェナー降下、アバランシェ降下を利用したものとは異なり、ダイオードの PN 接合容量が逆バイアス電圧により変化することを利用したものです。

従来、可変容量ダイオードは TV チューナ、FM チューナなどの AFT、AFC 用や FM 変調用として使用されていました。

しかし、半導体技術の進歩により、自動選局の制御機能をもった IC が開発され、その同調素子として可変容量ダイオードが TV チューナ、FM/AM チューナに使用されるに至ったわけです。この可変容量ダイオードを使用したチューナは、従来の機械的同調式のチューナに比較し、小型・薄形・軽量化が可能であり、現在 TV、ラジオの民生機器を始めとし、通信機など幅広い分野で使用されています。

1.1.1 可変容量ダイオードの基本動作原理

PN 接合ダイオードを逆バイアスすると、この逆バイアス電圧 V_R により空乏層が変化します。PN 接合容量は、空乏層の領域により異なります。

空乏層領域が広いと容量は小さくなり、逆に空乏層領域が狭いと容量は大きくなります。

つまり、可変容量ダイオードは逆バイアス電圧 V_R により空乏層を変化させ、この空乏層の変化が接合容量の変化となるわけです。

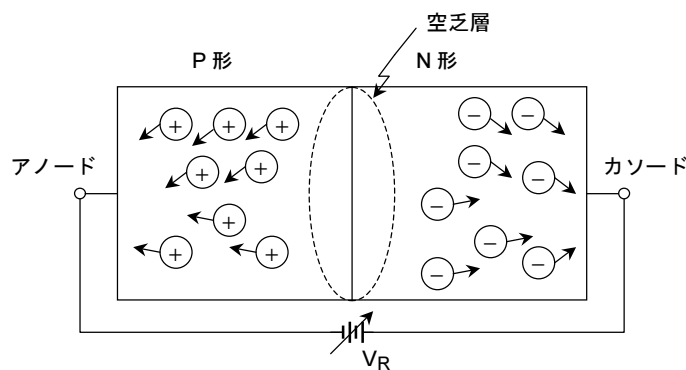
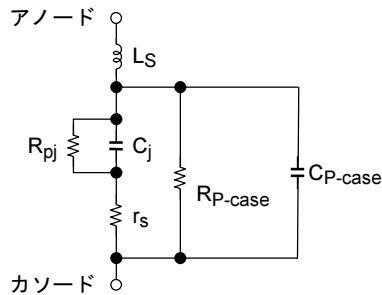


図 1.1 動作説明図

1.1.2 可変容量ダイオードの等価回路

可変容量ダイオードを等価回路で表すと、図 1.2 のようになります。



C_j : 接合容量

r_s : 直列抵抗

R_{pj} : 接合部損失抵抗

R_{p-case} : ケース部損失抵抗
(ケースに使用する樹脂の $\tan\delta$ による。)

C_{p-case} : ケース容量

L_s : リードインダクタンス

図 1.2 可変容量ダイオードの等価回路

使用周波数が低い場合にはリードインダクタンス L_s は無視でき、また、接合容量 C_j が大きい場合にはケース容量 C_{p-case} は無視できる程度の値です。

1.1.3 可変容量ダイオードの種類と特長

可変容量ダイオードは不純物濃度分布により、傾斜接合形、段階接合形、超階段接合形の 3 つに大別できます。

これを表 1.1 に示します。

ここで、 n は容量 (C)–逆電圧 (V_R) 特性の傾斜を決める係数で

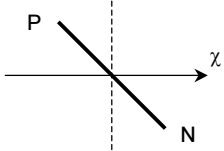
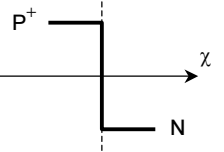
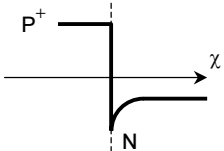
$$C = K (V_R + \phi)^{-n} \quad \dots\dots\dots (1)$$

K : 不純物濃度, 誘電率, 接合面積により決まる定数

ϕ : 拡散電位

の関係があります。

表 1.1 可変容量ダイオードの種類と特徴

分 類	不純物濃度分布	$\frac{1}{n}$	主 用 途	特 長
傾 斜 接 合 形		$\frac{1}{3}$	汎用 スイッチング用	容量の可変範囲が狭く、可変容量ダイオードとしてほとんど使用されない。
階 段 接 合 形		$\frac{1}{2}$	AFC 用 同調用 変調用	C-V カーブの安定性が良く、同調用として使用する場合でもペアリングが不要。 しかし、容量変化比が小さく、高い制御電圧が必要。
超 階 段 接 合 形		$\frac{1}{2}$ 以上	同調用	使用電圧範囲が狭くても容量変化比を大きくすることができるが、反面、拡散行程が多く必要で、C-V カーブの安定性が悪い。

1.1.4 可変容量ダイオードの基本パラメータ

V_R : 逆電圧

可変容量ダイオードの逆バイアス状態における印加許容電圧

C_T : 端子間容量

図 1.2の等価回路で示すアノード・カソード間の総容量

C_{3V} : $V_R = 3\text{ V}$ の端子間容量 (C_{9V} , C_{25V} など同様)

C_{3V}/C_{9V} : $V_R = 3\text{ V}$, 9 V の端子間容量比 (同調用可変容量ダイオードに用いる)

K : 容量比

$$K = \frac{(\text{各電圧における端子間容量}) - (\text{基準電圧における端子間容量})}{\text{基準電圧における端子間容量}}$$

(AFC 用可変容量ダイオードに用いる)

Q : 性能指数

回路もしくはある物質において、抵抗成分で消費されるエネルギーに対して蓄積されるエネルギーの比をいいます。

図 1.2の等価回路においてリードインダクタンス L_S 、ケース容量 $C_{P\text{-case}}$ を無視すると

$$Q = \frac{1}{\omega C_j r_s + \left(\frac{1}{R_{pj}} + \frac{1}{R_{p\text{-case}}} \right) / \omega C_j} \dots\dots\dots (2)$$

で表すことができます。

一般には、

$$Q = \frac{1}{\omega C_j r_s} \dots\dots\dots (3)$$

で表します。

r_s : 直列抵抗

性能指数 Q を表す 1 つのパラメータで、次式で表すことができます。

$$r_s = \frac{1}{S_j} \int \frac{dx}{q\mu_n N(x)} + \frac{1}{S_j} \int \frac{dx}{q\mu_p P(x)} + R_c \dots\dots\dots (4)$$

S_j : 接合面積, μ_n : 電子の移動度, μ_p : ホールの移動度,

$N(x)$: N 側の不純物濃度分布, $P(x)$: P 側の不純物濃度分布,

R_c : コンタクト抵抗

マッチング:

同調用可変容量ダイオードの場合、同一チューナに使用する可変容量ダイオードは特性のそろったものでなければなりません。

これは、チューナのトラッキングを保証するため必要で、各逆電圧 V_R における端子間容量のペアー偏差は 3%以下が一般的です。

1.1.5 容量の電圧依存性

不純物濃度分布により、可変容量ダイオードは傾斜接合形、階段接合形、超階段接合形に大別することができます。

N 形不純物分布がある関数で与えられると、

$$E = \int \frac{qN(x)}{\epsilon_r \epsilon_0} dx \dots\dots\dots (5)$$

$$V = - \int E(x) dx \dots\dots\dots (6)$$

$$C_j = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S_j}{x} \dots\dots\dots (7)$$

ϵ_0 : 真空中の誘電率

ϵ_r : 比誘電率

で表すことができます。

また、容量-逆電圧の関係は、前述のとおり、 $C = K (V_R + \phi)^{-n}$ で表すことができ、傾斜接合形の場合 $n = 1/3$ ，階段接合形の場合 $n = 1/2$ ，そして超階段接合形の場合 $n = 1/2$ 以上となります。図 1.3 は容量-逆電圧特性例を示したものです。

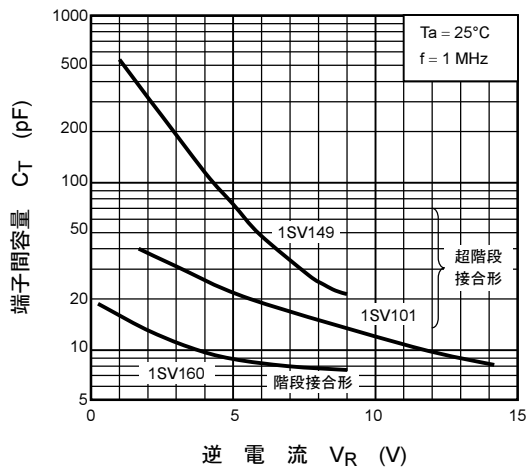


図 1.3 可変容量ダイオード容量-逆電圧特性例

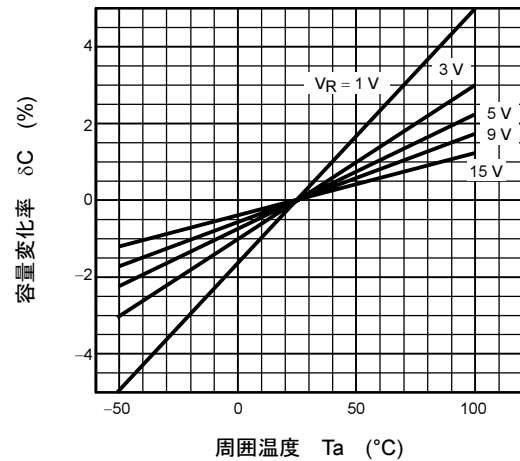


図 1.4 可変容量ダイオード容量-周囲温度特性例 (1SV101)

$$\delta C (\%) = \frac{C(T_a) - C(25)}{C(25)} \times 100$$

1.1.6 容量の温度依存性

可変容量ダイオードの容量温度変化は、①拡散電位の温度変化、②誘電率の温度変化に起因します。

これは次式で表すことができます。

$$\frac{1}{C_j} \cdot \frac{\partial C_j}{\partial T} = \frac{1}{K} \cdot \frac{dK}{dT} - \frac{n}{V_R + \phi} \cdot \frac{d\phi}{dT} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここで、第 1 項の誘電率の温度変化はシリコンの場合約 35 ppm/°C です。

また、第 2 項拡散電位の温度変化は約 -2 mV/°C です。

可変容量ダイオードにおいて、容量の電圧依存性がある以上容量の温度依存性をまったくなくすることは不可能です。しかし、同じ容量比を得る場合、ある逆電圧 V_R における n の選び方により、容量の温度依存性はある程度小さくすることができます。

図 1.4 は 1SV101 の容量温度依存性を示したものです。

1.1.7 交流信号電圧による平均容量の変動

可変容量ダイオードは PN の接合の逆バイアス電圧を変えることにより、空乏層を変化させ、この空乏層の変化が接合容量の変化となることを利用したものです。従って、図 1.5 のようにある直流デバイス電圧の上に交流信号が乗った状態では、この交流信号の影響で空乏層が変化します。

このため、この交流信号を印加したときの容量と、そうでないときの容量とでは容量の平均値が異なります。

これは (1) 式で示す容量と逆電圧との関係が一般に一次関数とならないためです。

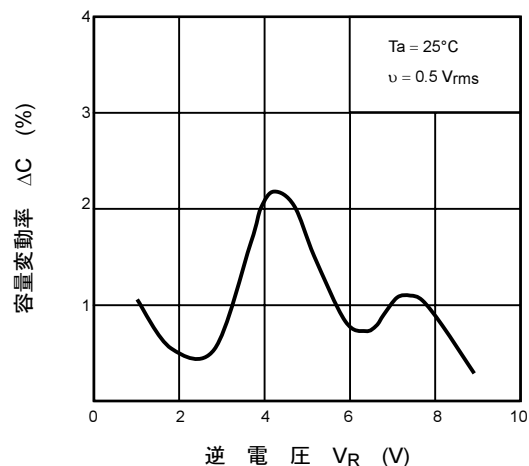
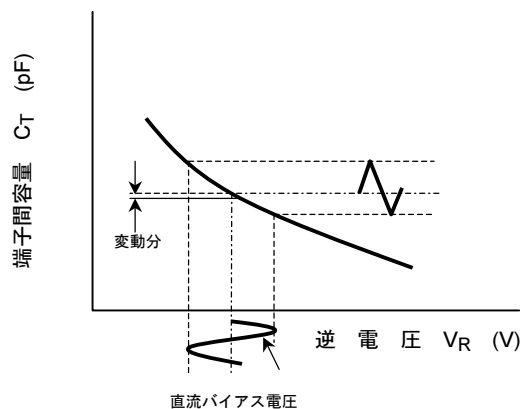


図 1.5 容量-逆電圧における容量変動の図解

図 1.6 容量変動率-逆電圧特性例 (1SV149)

平均容量の変動は次式で表すことができます。

$$\frac{C_{jac}}{C_{jDC}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left\{ 1 + \frac{v \sin \omega t}{V_R + \phi} \right\}^{-n_d} d(\omega t) \quad \dots\dots\dots (9)$$

C_{jac} : 交流信号印加時の容量

C_{jDC} : 直流バイアス印加時の容量

$v \sin \omega t$: 交流信号レベル

容量の変動率 ΔC は

$$\Delta C = \frac{C_{j\text{ac}} - C_{j\text{DC}}}{C_{j\text{DC}}} \times 100 (\%) \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$C_{j\text{ac}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} K (V_R + \phi + v \sin \omega t)^{-n} d(\omega t) \quad \dots\dots\dots (11)$$

となります。

なお、(9)~(11) 式は n が一定と近似し得る区間でのみ成立し、超階段接合形のように n が逆電圧により変化する場合は注意が必要です。

可変容量ダイオードにおいては、容量の温度依存性同様、交流信号電圧による平均容量の変動をまったくなくすることは不可能です。

しかし、同じ容量変化比を取るにしても、ある逆電圧 V_R における n の選定法により、ある程度小さくすることはできます。

図 1.6は 1SV149 の容量変動率-逆電圧特性を示したものです。

1.1.8 Q の電圧, 周波数依存性

性能指数 Q が逆電圧により変化するのは、接合容量 C_j , 直列抵抗 r_s が変化するためです。

しかし、直列抵抗 r_s の変化に比べ、接合容量 C_j の変化の方がはるかに大きいため、 Q の電圧依存性は接合容量 C_j の電圧依存性が支配的です。

図 1.7は Q の電圧依存性例を示したものです。

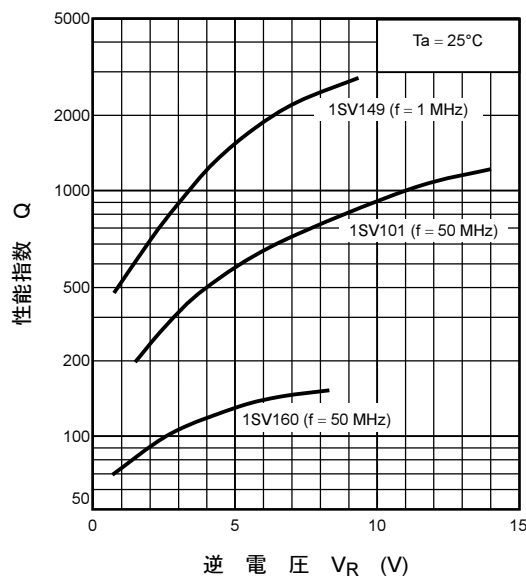


図 1.7 Q の電圧依存性例

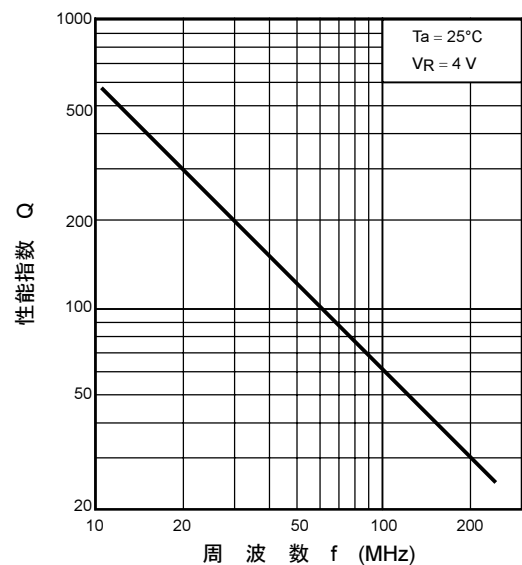


図 1.8 Q の周波数依存性例 (1SV160)

Q の周波数依存性例は (3) 式より、直列抵抗 r_s が一定の場合周波数に逆比例します。

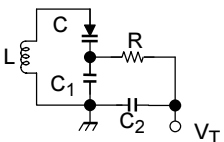
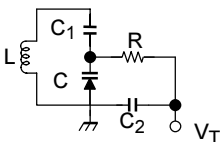
しかし、周波数が高くなると、リードインダクタンス L_S の影響やケース部損失抵抗 $R_{P\text{-case}}$ の影響を受け Q が低下することがあります。

1.1.9 可変容量ダイオードの同調回路への応用

可変容量ダイオードのバイアス法

従来のバリコン、μ同調方式のチューナと異なり、電子チューナにおいては、可変容量ダイオードに直流電圧を加える必要があります。そのバイアス方法を下記に示します。

表 1.2 可変容量ダイオードのバイアス法

	バイアス回路例 (1)	バイアス回路例 (2)
回 路	 $C_1, C_2 \gg C$	 $C_1, C_2 \gg C$
回 路 の Q	$C_1 = C_2 = 0.1 \mu\text{F}, R = 100 \text{ k}\Omega$ $\omega = 1/\sqrt{LC}$ L の Q を Q_L とし、バリキャップ C の Q を Q_C とすると、回 路 Q は下式となります。 $Q = \frac{Q_C Q_L}{Q_C + Q_L} \dots\dots\dots (2-1)$ C_1 が C に比べ非常に大きい。R は C, L に並列に加わらない ので、回路 Q は R の影響を受けない。従って R は、かなら ずしも大きくする必要はありません。	$C_1 = C_2 = 0.1 \mu\text{F}, R = 100 \text{ k}\Omega$ $\omega = 1/\sqrt{LC}$ L の Q を Q_L とし、バリキャップ C の Q を Q_C とすると、回 路 Q は下式となります。 $Q = \frac{1}{\frac{1}{Q_C} + \frac{1}{Q_L} + \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}} \dots\dots\dots (2-2)$ R は、C, L に並列に加わるので (2-2) 式のとおり回路 Q は R の影響を受け低下します。特に C が小さいとき R の影響 を受けます。
推 奨 回 路 段	回路の高 Q を必要とするステージに適しています。 (例) AM チューナ/アンテナ回路, RF FM チューナ/アンテナ回路, RF, OSC	回路の高 Q を必要としないステージ、もしくは、わざと Q を低下させるステージに適しています。 (例) AM チューナ/OSC

可変容量ダイオードのバイアス法を表 1.2に 2 例示しましたが、使用ステージにより選択すれば、非常に有効です。また、その他注意事項としては、バイアス用抵抗 R は、リーク電流を考慮すると、200 kΩ以下が適当と考えられます。

トラッキング回路の定数の決定

スーパー・ヘテロダイン方式のチューナは、受信周波数 f_s と局部発振周波数 f_0 により、中間周波数 f_{IF} を作り出します。 f_s , f_0 , f_{IF} の関係は、次式となります。

$$f_{IF} = |f_0 - f_s| \dots\dots\dots (2\cdot3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{AM: } f_{IF} = 450 \text{ kHz (PLL IC との結合を考慮)} \\ \text{FM: } f_{IF} = 10.7 \text{ MHz} \end{array} \right.$$

FM チューナについては、従来のバリコン使用の回路において、バリコンと可変容量ダイオードを置き換えるだけなので、トラッキング回路も回路定数の決定も従来どおり行うことができます。

AM チューナについては、従来のトラッキング・レス・バリコン使用の回路に比べると、アンテナ同調回路, RF 同調回路は同じですが、局部発振回路は異なります。トラッキング・レス・バリコンの場合、ある L に対し (2・3) 式を満足すべく、アンテナ, RF 同調用の容量対回転角特性を基準に局部発振用の容量対回転角特性を変えています。可変容量ダイオードの容量対電圧特性は各使用段とも同じであるため、(2・3) 式を満足させるために局部発振回路に工夫が必要です。

以下、代表的な回路例を用い、定数を求める計算式を示します。

(1) FM トラッキング回路定数の計算

ここでは、LC 共振回路を等価回路に置き換え、下記の条件により 2 点トラッキング回路定数の計算を示します。2 点トラッキングは、受信周波数のうち 2 点（一般に最大と最小周波数）でだけ f_{IF} が 10.7 MHz になるよう調整します。

(a) 可変容量ダイオードの使用電圧範囲: $V_T = V_{\min} \sim V_{\max}$

(b) 可変容量ダイオードの容量変化範囲: $C = C_{\max} (\text{at } V_{\min}) \sim C_{\min} (\text{at } V_{\max})$

なお、各段に使用される可変容量ダイオードの

$C-V_T$ 特性は、すべて同一とする。

(c) 受信周波数範囲 : $f_{s\min} (\text{at } C_{\max}) \sim f_{s\max} (\text{at } C_{\min})$

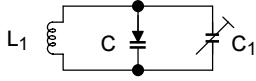
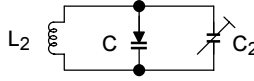
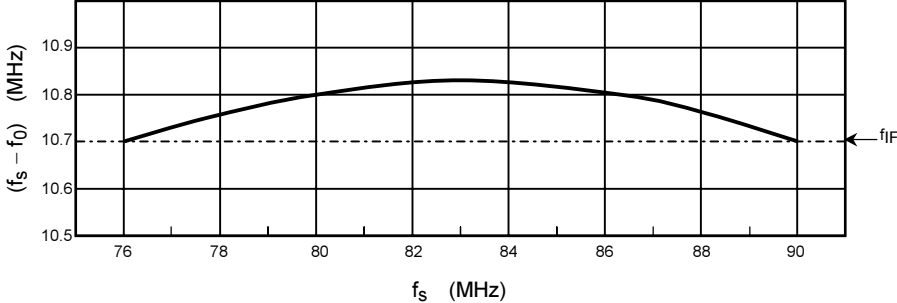
(d) 局部発振周波数範囲 : $f_{0\min} (\text{at } C_{\max}) \sim f_{0\max} (\text{at } C_{\min})$

なお、 $f_{0\min} = f_{s\min} \pm 10.7 \text{ MHz}$,

$f_{0\max} = f_{s\max} = f_{0\max} \pm 10.7 \text{ MHz}$

(ただし日本は-, 米・欧は+)

表 1.3 FM チューナの 2 点トラッキング回路定数の計算

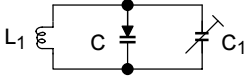
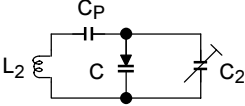
	アンテナ・RF 回路	局部発振回路
等価回路	 C1: 調整用トリマ容量, 回路容量および能動素子容量などのトータル容量です。	 C2: 調整用トリマ容量, 回路容量および能動素子容量などのトータル容量です。
回路定数の計算式	$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1(C+C_1)}} \dots\dots\dots(2-4)$ 従って $\left(\frac{f_{s\max}}{f_{s\min}}\right)^2 = \frac{C_{\max}+C_1}{C_{\min}+C_1} \dots\dots\dots(2-5)$ ゆえに $C_1 = \frac{C_{\max} - \left(\frac{f_{s\max}}{f_{s\min}}\right)^2 C_{\min}}{\left(\frac{f_{s\max}}{f_{s\min}}\right)^2 - 1} \dots\dots\dots(2-6)$ また $L_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_{s\max}^2 (C_{\min} + C_1)} \dots\dots\dots(2-7)$	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2(C+C_2)}} \dots\dots\dots(2-8)$ 従って $\left(\frac{f_{0\max}}{f_{0\min}}\right)^2 = \frac{C_{\max}+C_2}{C_{\min}+C_2} \dots\dots\dots(2-9)$ ただし $\begin{cases} f_{0\max} = f_{s\max} \pm f_{IF} \\ f_{0\min} = f_{s\min} \pm f_{IF} \end{cases}$ ゆえに $C_2 = \frac{C_{\max} \left(\frac{f_{0\max}}{f_{0\min}}\right)^2 C_{\min}}{\left(\frac{f_{0\max}}{f_{0\min}}\right)^2 - 1} \dots\dots\dots(2-10)$ また $L_2 = \frac{1}{4\pi^2 f_{0\max}^2 (C_{\min} + C_2)} \dots\dots\dots(2-11)$
回路定数の計算例	1SV101 を使い、日本バンドの FM チューナ回路における L_1, L_2, C_1, C_2 を実際に求めてみます。 $V_{\min} = 3\text{ V}$, $V_{\max} = 8\text{ V}$ とすると、1SV101 においては、$C_{\max} = 30\text{ pF}$, $C_{\min} = 14.7\text{ pF}$ となります。また、$f_{s\min} = 76\text{ MHz}$, $f_{s\max} = 90\text{ MHz}$, $f_{IF} = 10.7\text{ MHz}$ ですから、$f_{0\min} = 65.3\text{ MHz}$, $f_{0\max} = 79.3\text{ MHz}$ となります。このデータを上式に代入すると、L_1, L_2, C_1, C_2 は下記のとおりになります。 $L_1 = 0.08224\text{ }\mu\text{H}$, $L_2 = 0.1250\text{ }\mu\text{H}$, $C_1 = 23.33\text{ pF}$, $C_2 = 17.53\text{ pF}$ ここで求めた定数により、$(f_s - f_0)$ 対 f_s 特性を計算すると下図となります。 $(f_s - f_0) - f_s$  上図のとおり、$(f_s - f_0)$ の f_{IF} (10.7 MHz) からのずれは、132 kHz max となり、実装上問題ありません。	

(2) AM (中波) トラッキング回路定数の計算

AM 中波は、FM に比べ受信周波数の変化比が大きい。そのため、2 点トラッキングでは、 f_{IF} が 450 kHz から非常にずれる部分が生じる。そこで、パディング・コンデンサ法による 3 点トラッキングを行います。3 点トラッキングは、受信周波数内の大・中・小の 3 点でのみ f_{IF} が 450 kHz に一致し、ほかの周波数では若干ずれます。しかし、これは実装上問題になるレベルではありません。以下、下記条件にもとずき、トラッキング回路定数の計算を示します。

- (a) 可変容量ダイオードの使用電圧範囲 : $V_T = V_{min} \sim V_{max}$
- (b) 可変容量ダイオードの容量変化範囲 : $C = C_{min} (at V_{max}) \sim C_{max} (at V_{min})$
 なお、各段に使用される可変容量ダイオードの $C-V_T$ 特性は、すべて同一とする。
- (c) 受信周波数範囲 : $f_s = f_{smin} \sim f_{smax}$
- (d) 局部発振周波数範囲 : $f_0 = f_{0min} \sim f_{0max}$
- (e) 受信用波数の 3 点トラッキングポイント : $f_{s1} (at C_{s1}), f_{s2} (at C_{s2}), f_{s3} (at C_{s3})$
- (f) 局部発振周波数の 3 点トラッキングポイント : $f_{01} (at C_{s1}), f_{02} (at C_{s2}), f_{03} (at C_{s3})$
- $$\begin{cases} f_{01} = f_{s1} + 450 \text{ kHz} \\ f_{02} = f_{s2} + 450 \text{ kHz} \\ f_{03} = f_{s3} + 450 \text{ kHz} \end{cases}$$

表 1.4 AM (中波) チューナの 3 点トラッキング回路定数の計算

	アンテナ・RF 回路	局部発振回路
回 路	 C_1: 調整用トリマ容量, 回路容量および能動素子容量などのトータル容量です。	 C_P: パディング容量 C_2: 調整用トリマ容量, 回路容量および能動素子容量などのトータル容量です。
回 路 定 数 の 計 算 式	$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1(C+C_1)}} \dots\dots\dots(2-12)$ 従って $\left(\frac{f_{s\max}}{f_{s\min}}\right)^2 = \frac{C_{\max}+C_1}{C_{\min}+C_1} \dots\dots\dots(2-13)$ ゆえに $C_1 = \frac{C_{\max}\left(\frac{f_{s\max}}{f_{s\min}}\right)^2 C_{\min}}{\left(\frac{f_{s\max}}{f_{s\min}}\right)^2 - 1} \dots\dots\dots(2-14)$ また $L_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_{s\max}^2 (C_{\min}+C_1)} \dots\dots\dots(2-15)$	$f_{0k} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 \frac{C_P(C_{sk}+C_2)}{C_{sk}+C_2+C_P}}} \dots\dots\dots(2-16)$ (ただし、$k = 1, 2, 3$) また $C_{sk} = \frac{1}{4\pi^2 f_{sk}^2 L_1} - C_1 \dots\dots\dots(2-17)$ (ただし、$k = 1, 2, 3$) ゆえに $C_2 = \frac{(f_{01}^2 - f_{02}^2) C_{S1} C_{S2} + (f_{02}^2 - f_{03}^2) C_{S2} C_{S3} + (f_{03}^2 - f_{01}^2) C_{S1} C_{S3}}{(f_{01}^2 - f_{02}^2) C_{S3} + (f_{02}^2 - f_{03}^2) C_{S1} + (f_{03}^2 - f_{01}^2) C_{S2}} \dots\dots\dots(2-18)$ $C_P = \frac{(f_{02}^2 - f_{01}^2) (C_{S2} + C_{S1}) (C_2 + C_{S2})}{(f_{01}^2 - f_{02}^2) C_2 + f_{01}^2 C_{S1} - f_{02}^2 C_{S2}} \dots\dots\dots(2-19)$ また $L_2 = \frac{C_{S1} + C_2 + C_P}{4\pi^2 f_{01}^2 C_P (C_2 + C_{S1})} \dots\dots\dots(2-20)$

	アンテナ・RF 回路	局部発振回路												
回 路 定 数 の 計 算 例	1SV100 を使い、日本バンドの AM (中波) チューナ回路における L_1, L_2, C_1, C_2, C_p を実際に求めてみます。 $V_{min} = 1.5\text{ V}$, $V_{max} = 8\text{ V}$ とすると、1SV100 においては、$C_{max} = 400\text{ pF}$, $C_{min} = 25.5\text{ pF}$ となります。また、$f_{smin} = 531\text{ kHz}$, $f_{smax} = 1602\text{ kHz}$, $f_{IF} = 450\text{ kHz}$ ですから、$f_{0min} = 981\text{ kHz}$, $f_{0max} = 2052\text{ kHz}$ となります。トラッキングポイントを、$f_{s1} = 600\text{ kHz}$, $f_{s2} = 1000\text{ kHz}$, $f_{s3} = 1500\text{ kHz}$ とすると、$f_{01} = 1050\text{ kHz}$, $f_{02} = 1450\text{ kHz}$, $f_{03} = 1950\text{ kHz}$ となります。このデータを上式に代入すると、L_1, L_2, C_1, C_2, C_p は下記となります。 $L_1 = 213.53\text{ }\mu\text{H}$, $L_2 = 122.82\text{ }\mu\text{H}$, $C_1 = 20.723\text{ pF}$, $C_2 = 30.342\text{ pF}$, $C_p = 417.15\text{ pF}$ ここで求めた定数により、$(f_s - f_0)$ 対 f_s 特性を計算します。													
	($f_0 - f_s$) - f_s <table><caption>Data points from the graph</caption><tr><th>f_s (kHz)</th><th>$(f_s - f_0)$ (MHz)</th></tr><tr><td>600</td><td>450</td></tr><tr><td>800</td><td>446</td></tr><tr><td>1000</td><td>445</td></tr><tr><td>1200</td><td>446</td></tr><tr><td>1400</td><td>450</td></tr></table>		f_s (kHz)	$(f_s - f_0)$ (MHz)	600	450	800	446	1000	445	1200	446	1400	450
	f_s (kHz)	$(f_s - f_0)$ (MHz)												
	600	450												
800	446													
1000	445													
1200	446													
1400	450													
上図のとおり、$(f_0 - f_s)$ の f_{IF} (450 kHz) からのずれは、$\pm 6\text{ kHz}$ 程度です。														

回路設計上の注意点

ここでは、可変容量ダイオードを使用する上で特に注意しなければならない点について説明します。可変容量ダイオードとバリコン、 μ -同調との基本的な違いは、バリコンの容量 (μ -同調の場合はインダクタンス) を変えるパラメータのディメンジョンと信号のディメンジョンはまったく異なっていたのに対し、可変容量ダイオードの容量を変えパラメータのディメンジョン (V) と信号のディメンジョン (V) とが一致する点です。従って、可変容量ダイオードの容量は、信号の影響を受け、容量変動を起こします。また、容量変動は、容量対電圧の傾き (容量:対数目盛, 電圧:直線目盛) が大きいほど大きくなるので、AM 用可変容量ダイオードが特に問題となります。信号の影響を受け、容量変動を起こすのは、下記 2 点の可変容量ダイオードです。

- (1) 局部発振回路の可変容量ダイオード
- (2) 強入力信号時のアンテナ・RF 回路の可変容量ダイオード

特に、(1) については、AM チューナにおいて致命的欠陥になることもあります。その他、回路設計上の注意点として、AM カーラジオの場合、アンテナ容量が大きく、この容量が同調回路に入らないように、Buff. 段が必要となります。

1.2 PIN ダイオード

一般の PN 接合ダイオードの間に真性半導体である I 層を設け PIN 接合としたのが PIN ダイオードです。PIN ダイオードは PIN 接合の順方向電流を制御することにより高周波直列抵抗 r_s を変化させることができる高周波可変抵抗素子で、マイクロ波の回線切り替え、テレビ・ラジオのバンド切り替え、AGC など多種用途に使用され始めています。

特に、最近ではカーラジオ、カーステレオのような民生機器に混変調、相互変調特性対策のため、PIN AGC として使用される例も多くなっており、今後は民生分野を中心に用途拡大されるものと思われます。

1.2.1 PIN ダイオードの動作原理と構造図

PIN ダイオードに図 1.9 のような順方向バイアス電圧を印加すると I 層内に電子、正孔の注入が行われます。

この注入された電子、正孔は再結合し、順方向電流となるものと、I 層内に蓄積されるものがあります。I 層内に蓄積された電子、正孔は I 層の導電率を上げ、高周波における直列抵抗 r_s を低下させ、高周波可変抵抗素子としての動作をします。

図 1.10 に PIN ダイオードの構造図を示します。

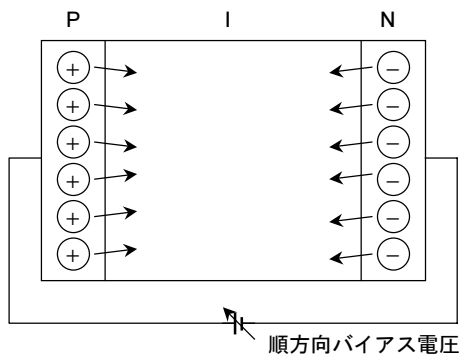


図 1.9 動作説明図

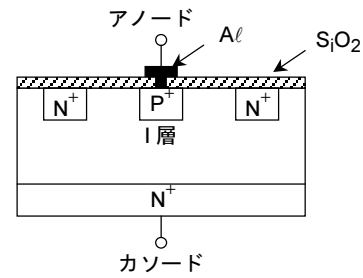


図 1.10 構造図

1.2.2 PIN ダイオードの基本パラメータ

r_s : 直列抵抗

順バイアスにおける PIN ダイオードの直列抵抗 r_s は、

$$r_s = r_i + r_c \quad \dots\dots\dots (1)$$

r_i : I 層の抵抗

r_c : 半導体接触抵抗

と表すことができます。

$$r_i = \frac{\ell^2}{I_F \tau (\mu_e + \mu_h)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ℓ : I 層の厚さ

I_F : 直流電流

μ_e : 電子のドリフト移動度

μ_h : 正孔のドリフト移動度

τ : I 層におけるキャリアのライフタイム

$$r_c = \frac{\rho_n^+ \ell_n^+ \rho_p^+ \ell_p^+}{A} + \frac{\rho_{cn}^+}{A} + \frac{\rho_{cp}^+}{A} \\ = \frac{\bar{\rho}_c}{A} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ρ_n^+, ρ_p^+ : n^+ と p^+ の層の比抵抗

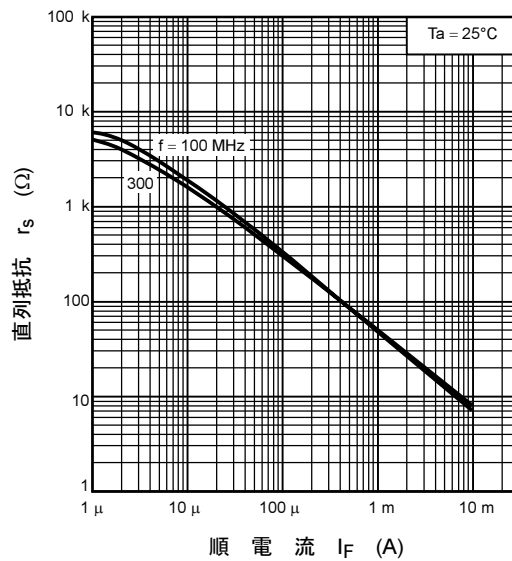
ℓ_n^+, ℓ_p^+ : n^+ と p^+ 層の厚さ

ρ_{cn}^+ : メタルと n^+ 層の固有接触抵抗

ρ_{cp}^+ : メタルと p^+ 層の固有接触抵抗

$\bar{\rho}_c$: 全等価固有接触抵抗

A : ダイオードの面積

図 1.11 r_s - I_F 特性例 (1SV99)

(1) 式に (2), (3) 式を代入すると、(4) 式が得られます。

$$r_s = \frac{\ell^2}{I_F \tau (\mu_e + \mu_h)} + \frac{\bar{\rho}_c}{A} \dots\dots\dots (4)$$

C_T : 端子間容量

アノード・カソード間の総容量で接合容量とケース容量が支配的です。

1.2.3 応用回路例

図 1.12は FM フロントエンドにおける PIN AGC の回路例を示したものです。

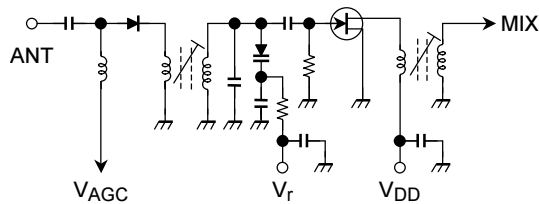
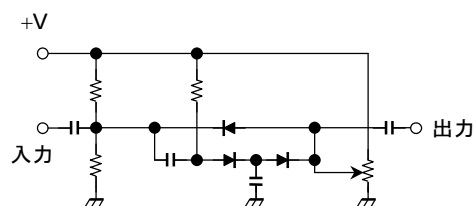


図 1.12 FM フロントエンド

図 1.13は π 型 ATT, 図 1.14は高周波スイッチ回路例です。

図 1.13 π 型 ATT

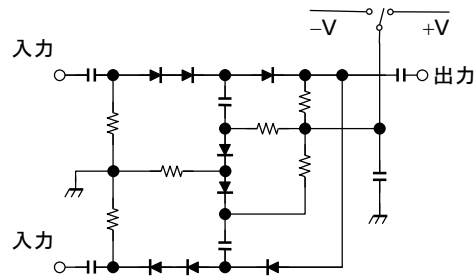


図 1.14 高周波スイッチ

1.3 ショットキーバリアダイオード

金属と半導体の接触による整流性を利用したダイオードで、ショットキーが提唱したものであるため、ショットキーバリアダイオードと呼ばれます。

蒸着した金属と N 形エピタキシャル層との間にショットキー障壁を作るのが特徴です。

ショットキー障壁を作る代表的な金属はモリブデン (Mo)、チタン (Ti) などです。

ショットキーバリアダイオードは立ち上がり電圧が Ge ダイオード同様に小さく、しかも点接触ダイオードのように針圧などの複雑なファクターがないため、製造上取り扱いやすくなっています。

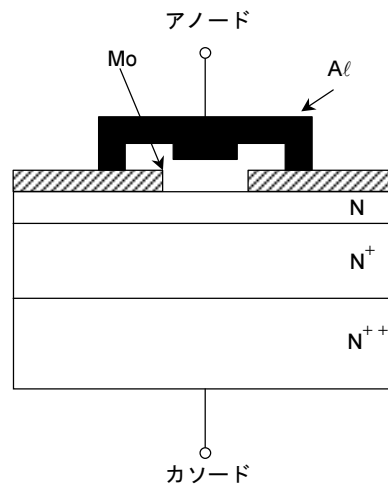


図 1.15 構造図

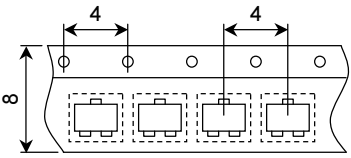
このダイオードは主として UHF 帯以上での混合回路、検波回路に使用され、点接触型より雑音指数が 2 dB 以上も低く、かつ機械的・電氣的にも強いという信頼性上の利点があります。

図 1.15 にショットキーバリアダイオードの構造図を示します。

2. 包装形態

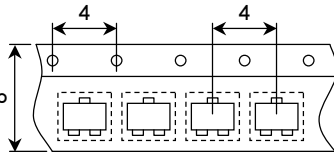
2.1 包装形態一覧

2.1.1 スーパーミニタイプ (S-MINI, SMQ, SMV (SSOP5-P-0.95), SM6 (SSOP6-P-0.95)),
 ウルトラスーパーミニタイプ (USM, USQ, USV, US6), スモールスーパーミニタイプ (SSM),
 超薄型エクストリームスーパーミニ (TESM), 超薄型ウルトラスーパーミニタイプ (TU6)

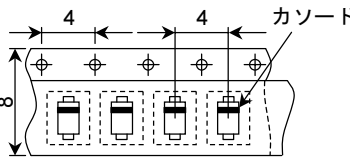
包装形態	テーピング 仕様表示	包 装		包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観	
エンボス方式	TE85L			3000 pcs /リール (注 1)
	TE85L2 (S-MINI・SMV・ USM のみ)			10000 pcs /リール

注 1: TESM は 4000 pcs/リール

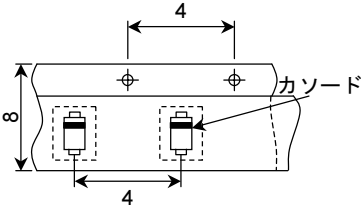
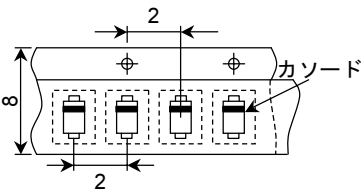
2.1.2 スーパーミニタイプ可変容量ダイオード

包装形態	テーピング 仕様表示	包 装		ペア 組	包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観		
エンボス方式	TPH2			○	3000 pcs /リール
	TPH3			×	
	TPH4			○	
	TPH6			○	600~3000 pcs /リール
	TPH7			○	3000 pcs /リール

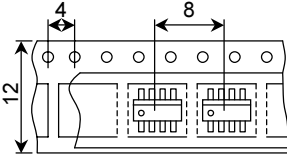
2.1.3 ウルトラスーパーミニコアキシャルタイプ (USC)

包装形態	テーピング 仕様表示	包 装		ペア 組	包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観		
エンボス方式	TPH2			○	2400~3000 pcs/リール
	TPH3			×	3000 pcs /リール
	TPH4			○	2400~3000 pcs/リール

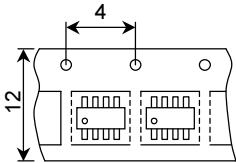
2.1.4 エクストリームスーパーミニコアキシャルタイプ (ESC)
超薄型エクストリームスーパーミニコアキシャルタイプ (TESC)

包装形態	テーピング仕様表示	包 装		ペア組	包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観		
エンボス方式	TPH2			○	3200~4000 pcs/リール
	TPH3			×	4000 pcs /リール
エンボス方式	TPL2			○	6400~8000 pcs/リール
	TPL3			×	8000 pcs /リール

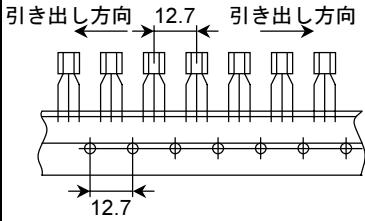
2.1.5 フラットミニタイプ (FM8)

包装形態	テーピング仕様表示	包 装		包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観	
エンボス方式	TE12L			1000 pcs /リール

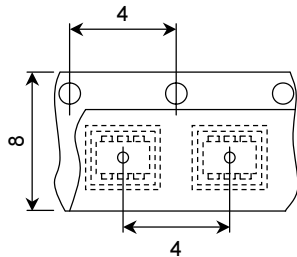
2.1.6 フラットスーパーミニタイプ (SM8) (SSOP8-P-0.65)

包装形態	テーピング仕様表示	包 装		包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観	
エンボス方式	TE12L			3000 pcs /リール

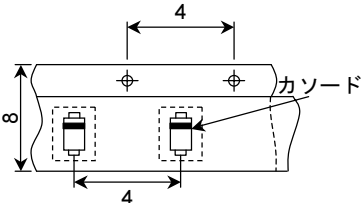
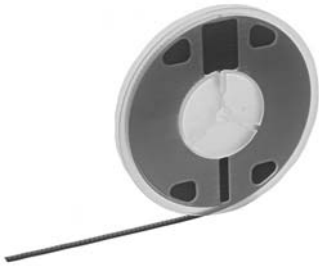
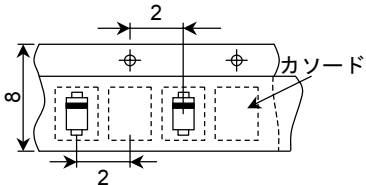
2.1.7 ミニタイプ (MINI)

包装形態	テーピング 仕様表示	包 装		包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観	
つづら折り 方式	TPE4			5000 pcs /カートン

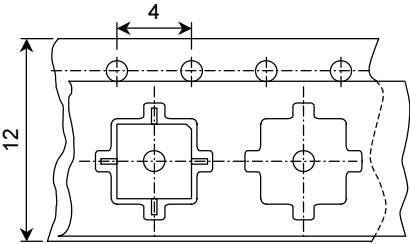
2.1.8 エクストリームスーパーミニタイプ (ES6) (sES6)

包装形態	テーピング 仕様表示	包 装		包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観	
エンボス方式	TE85L			4000 pcs /リール

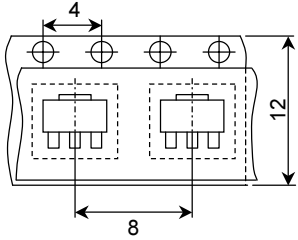
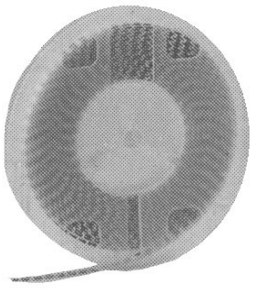
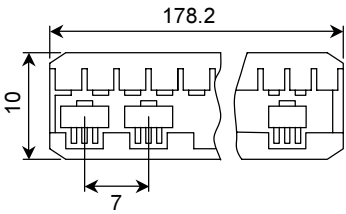
2.1.9 エクストリームスーパーミニコアキシャルタイプ (sESC)

包装形態	テーピング 仕様表示	包 装		ペア 組	包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観		
エンボス方式	TPH3			×	5000 pcs /リール
	TPL3			×	10000 pcs /リール

2.1.10 PW-X タイプ

包装形態	テーピング 仕様表示	包 装		包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観	
エンボス方式	TE12L			1000 pcs /リール

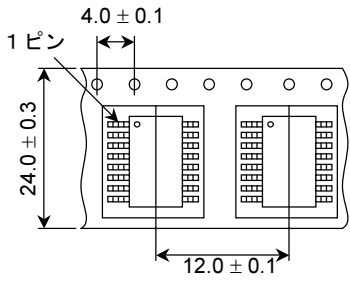
2.1.11 パワーミニトランジスタ (PW-MINI)

包装形態		テーピング仕様表示	包 装		包装単位
			形状寸法 (単位: mm)	外 観	
テーピング	パック型	TE12L			1000 pcs / リール
マガジン	横型	—			25 pcs / マガジン

2.1.12 TO-92/MINI デバイス

テーピング仕様表示	適用外形	仕 様 概 要	包装数量	外 観
TPE2	TO-92 (2-5F)	つづら折り方式	3000 pcs	
TPE4	MINI (2-4E)	つづら折り方式	5000 pcs	

2.1.13 シュリンクスモールアウトラインパッケージタイプ (SSOP20-P-225-1.0)

包装形態	テーピング仕様表示	包 装		包装単位
		形状寸法 (単位: mm)	外 観	
エンボス方式	EL			2000 pcs / リール

2.2 TO-92, MINI トランジスタのフォーミング寸法図

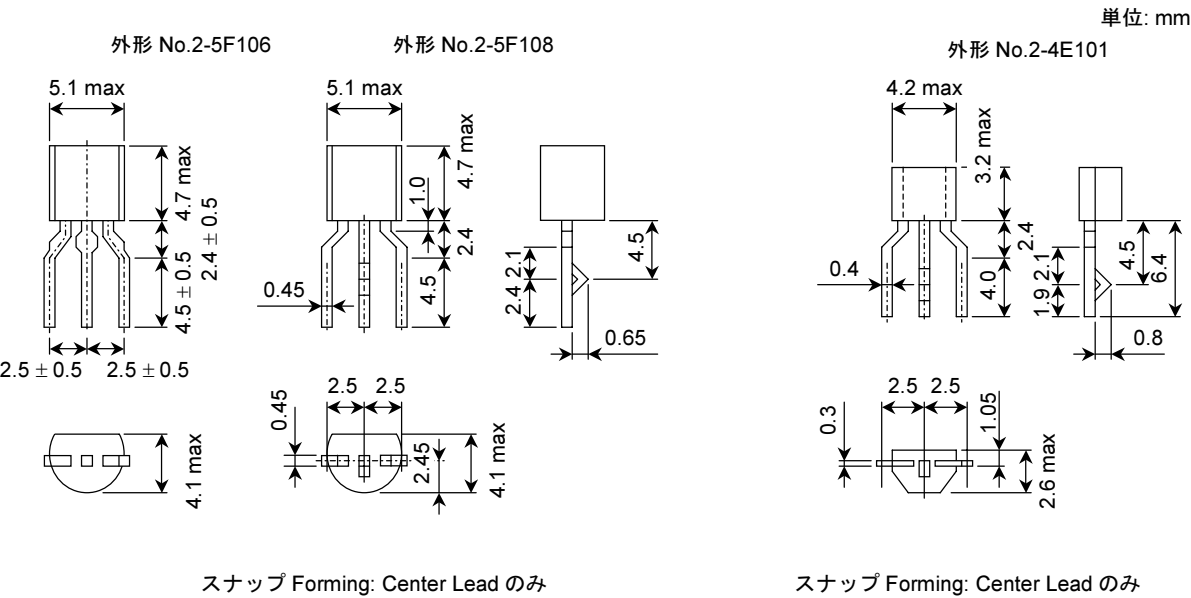


図 2.1 TO-92 トランジスタのフォーミング寸法図

図 2.2 MINI トランジスタの
フォーミング寸法図

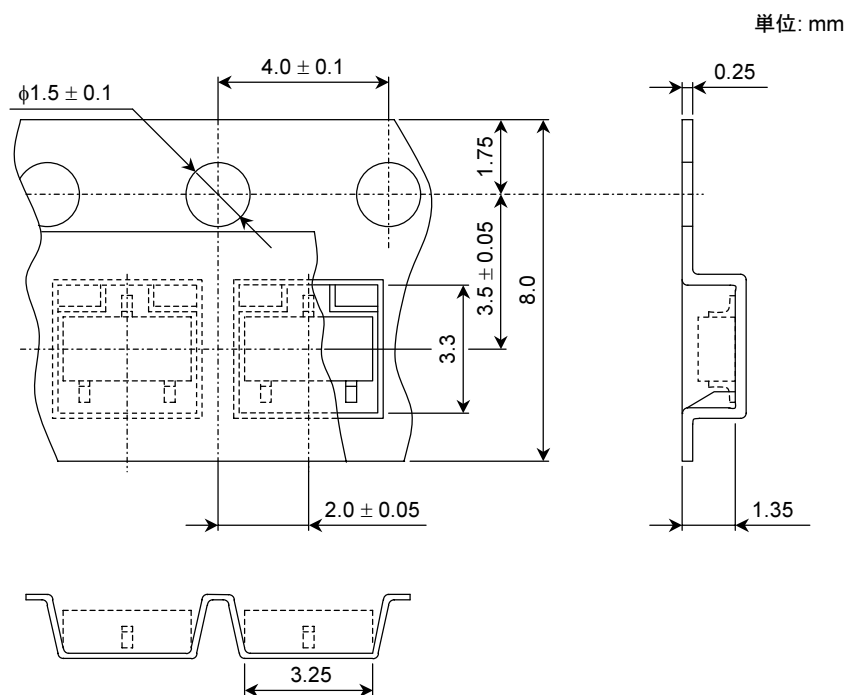
2.3 テーピング寸法図

2.3.1 スーパーミニタイプテーピング (3 端子タイプ)---(S-MINI)

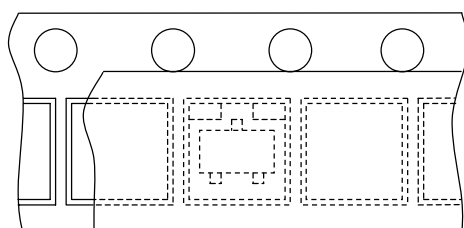
3 端子タイプスーパーミニトランジスタ FET/ダイオードテーピング仕様です。

TE85L 方式を以下に示します。

スーパーミニタイプ新テーピング形状寸法図 (例) TE85L

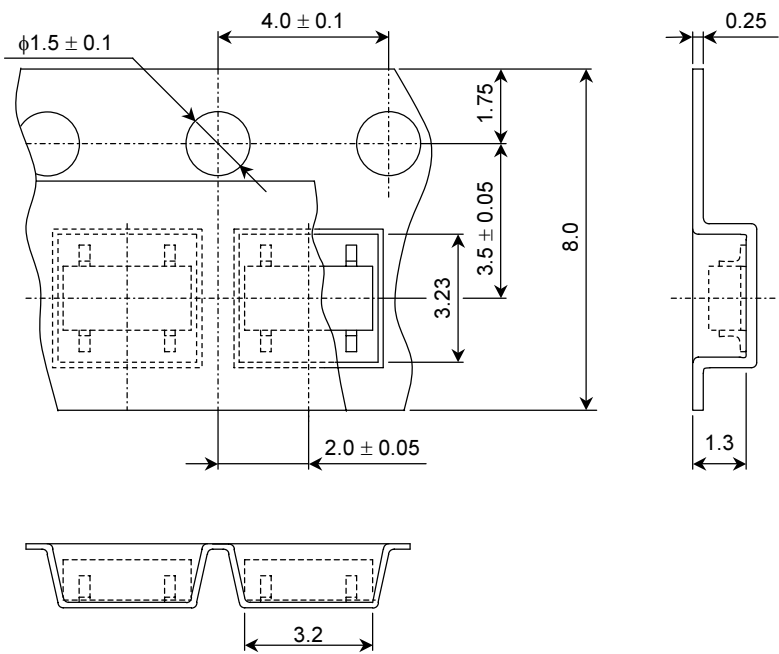


デバイス方向

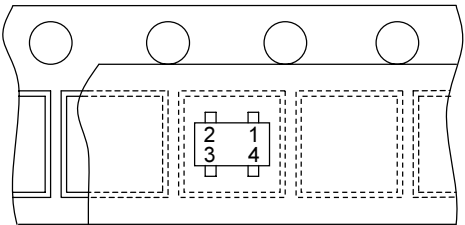


2.3.2 スーパーミニタイプテーピング (4 端子タイプ)…(SMQ)

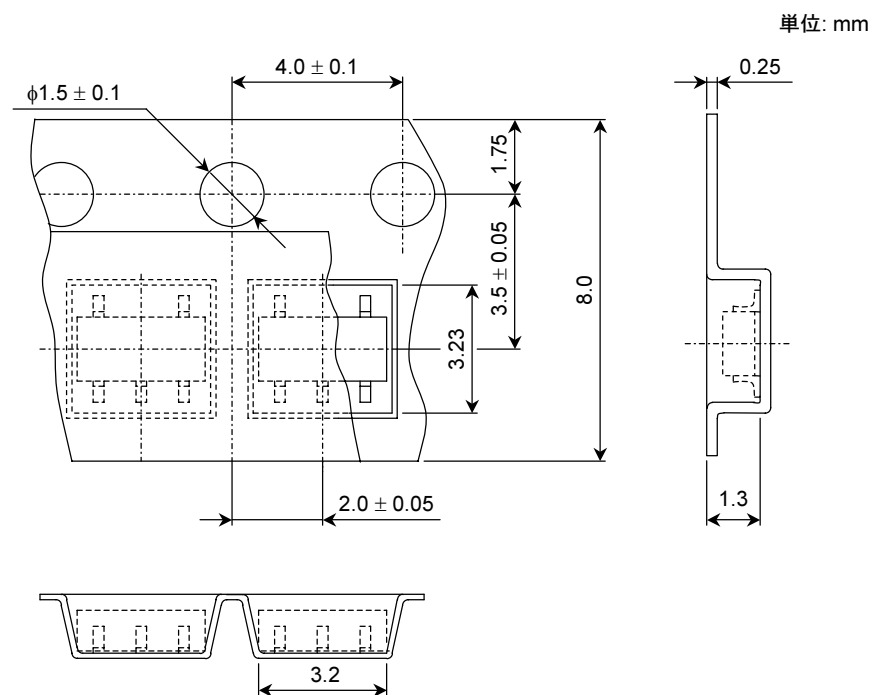
単位: mm



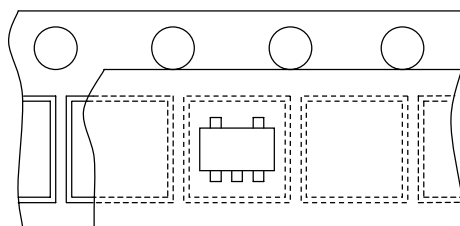
デバイス方向



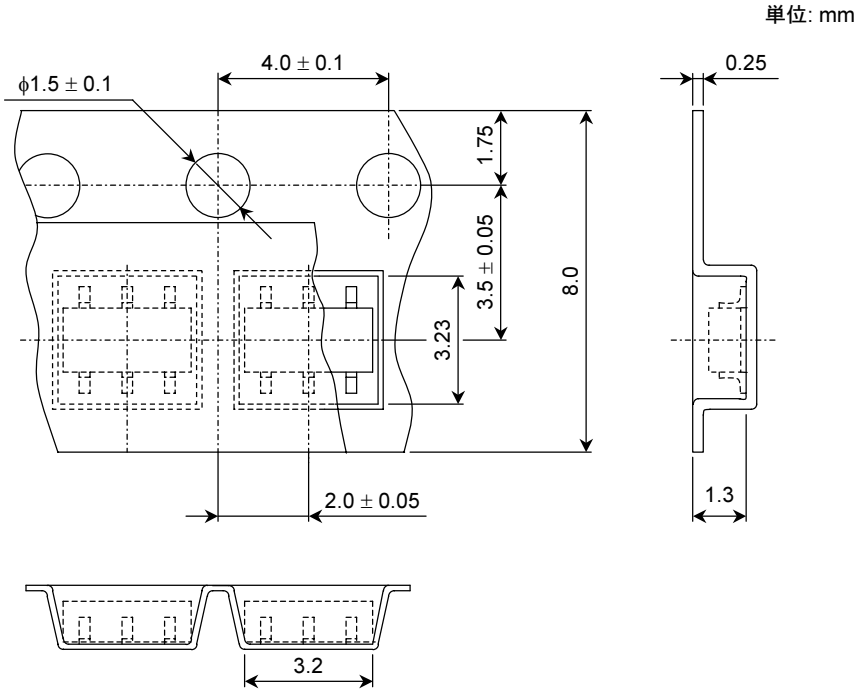
2.3.3 スーパーミニタイプテーピング (5 端子タイプ)---(SMV) (SSOP5-P-0.95)



デバイス方向



2.3.4 スーパーミニタイプテーピング (6 端子タイプ)…(SM6) (SSOP6-P-0.95)

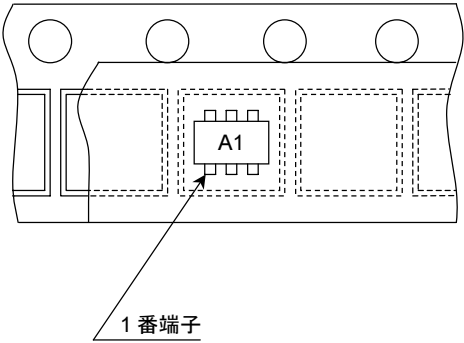


デバイス方向

L : TE85L とする。

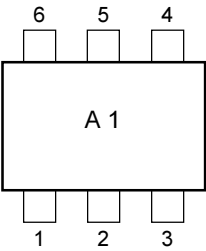
N : 方向性がないものを TE85N とする。(注)

注: 同一品種の点対称構成品のテーピングは TE85N となります。



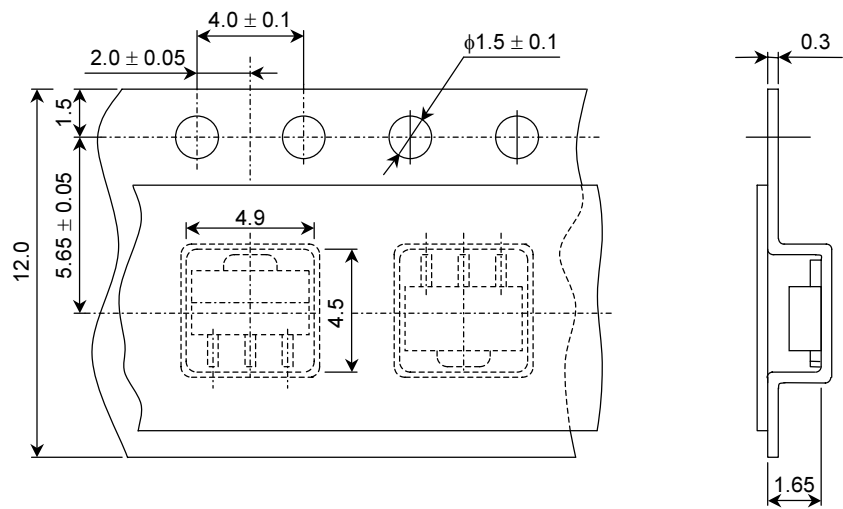
マークの左下が 1 番端子となります。

(例) Top view

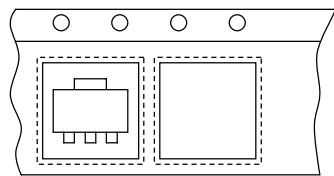


2.3.5 パワーミニタイプテーピング…(PW-MINI)

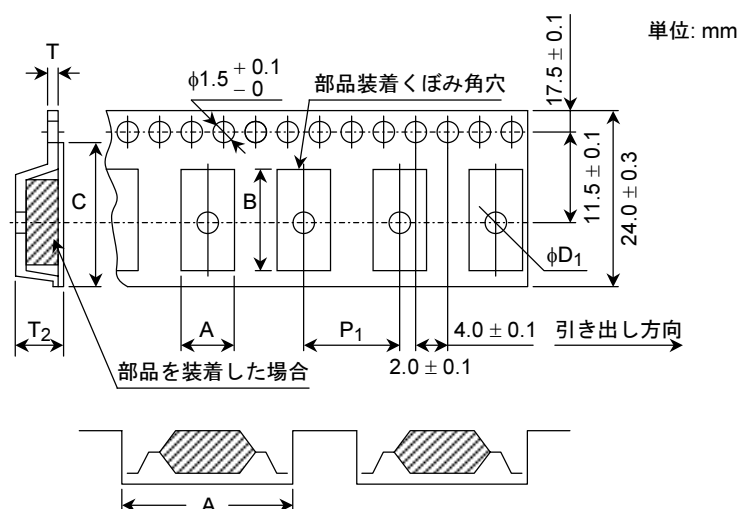
単位: mm



トランジスタ方向



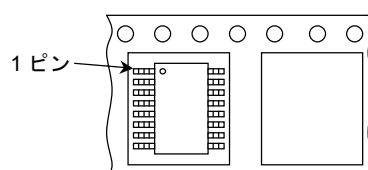
2.3.6 シュリンクスモールアウトラインパッケージタイプテーピング…(SSOP20-P-225)

A : 6.9 ± 0.2 mmB : 10.5 ± 0.2 mm

C : 21.0 mm

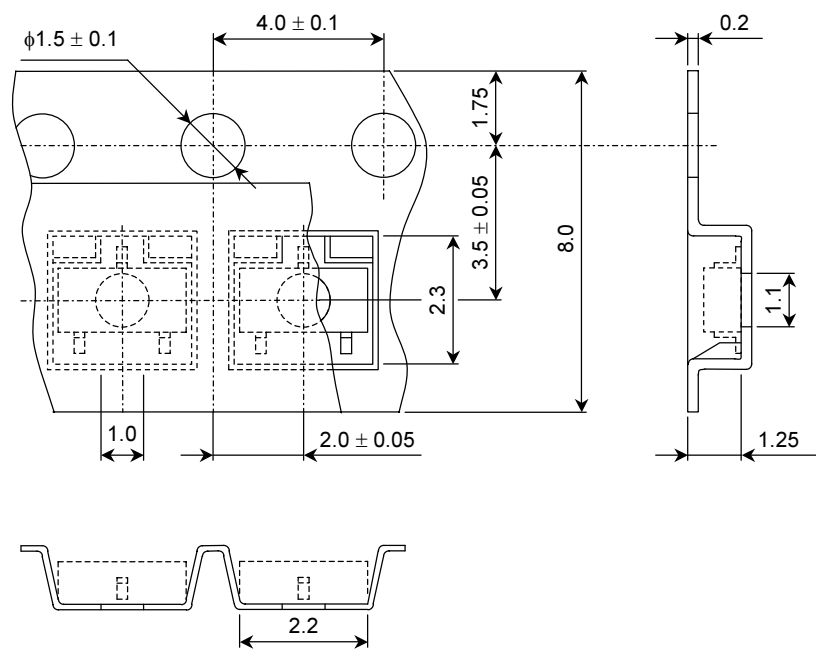
 D_1 : 16.5 ± 0.1 mm P_1 : 12.0 ± 0.1 mmT : 0.3 ± 0.1 mm T_1 : 2.2 ± 0.1 mm

デバイス方向

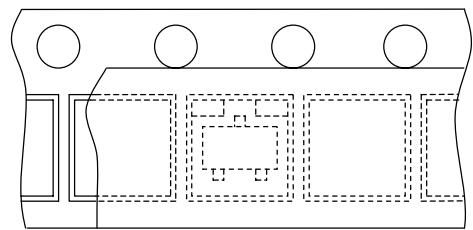


2.3.7 3 端子ウルトラスーパーミニタイプテーピング…(USM)

単位: mm

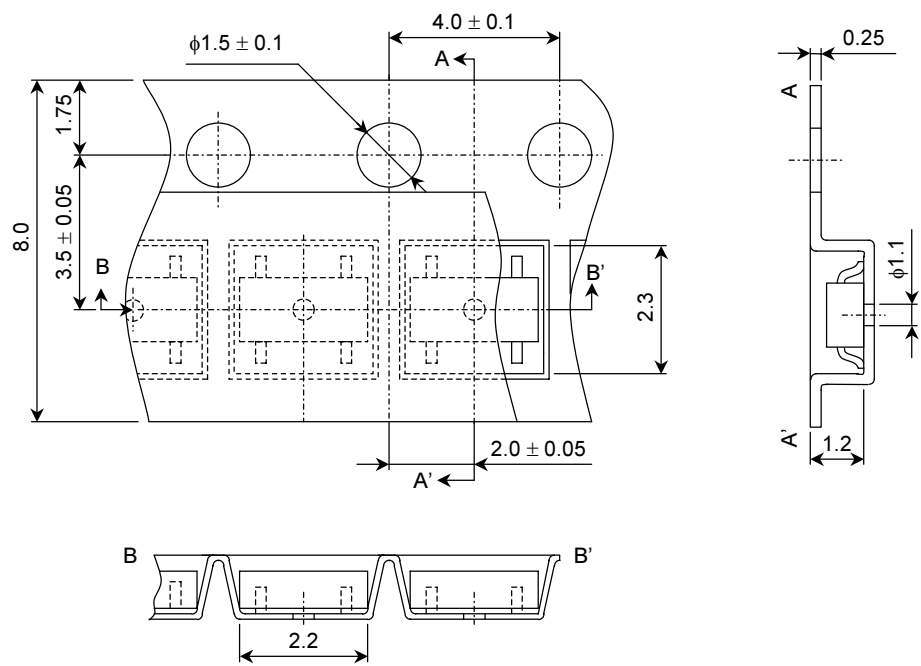


デバイス方向

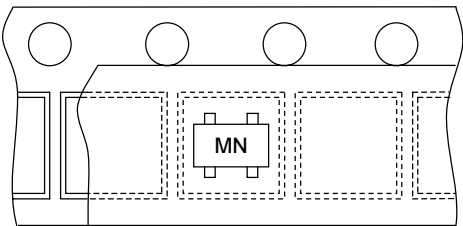


2.3.8 4 端子ウルトラスーパーミニタイプテーピング…(USQ)

単位: mm

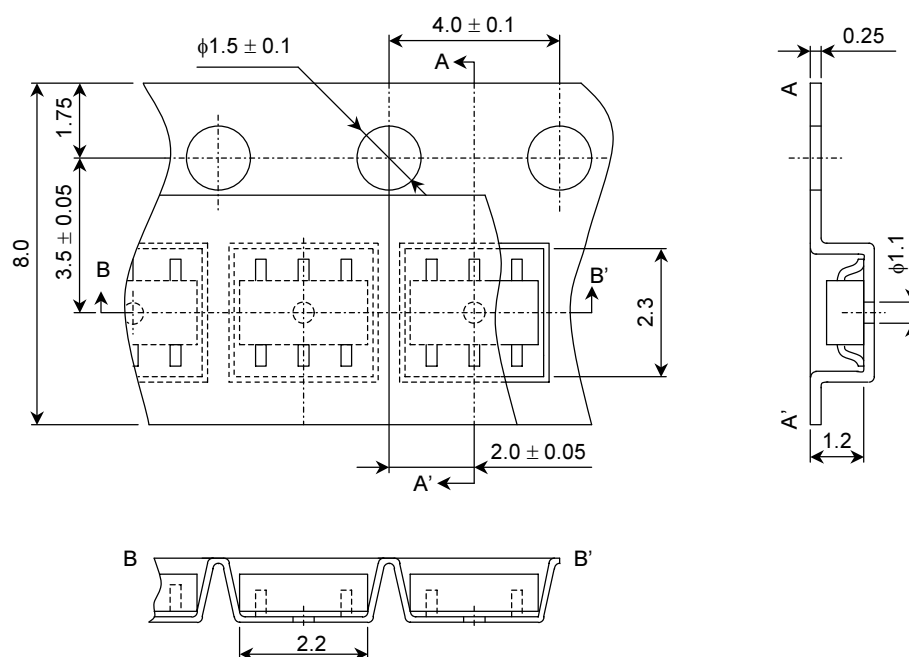


デバイス方向

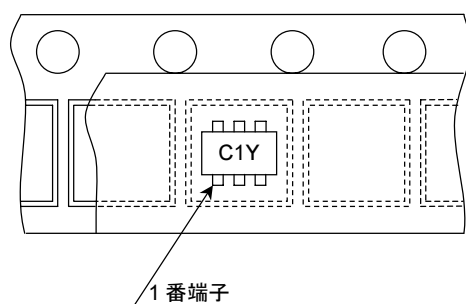


2.3.9 6 端子ウルトラスーパーミニタイプ…(US6)

単位: mm

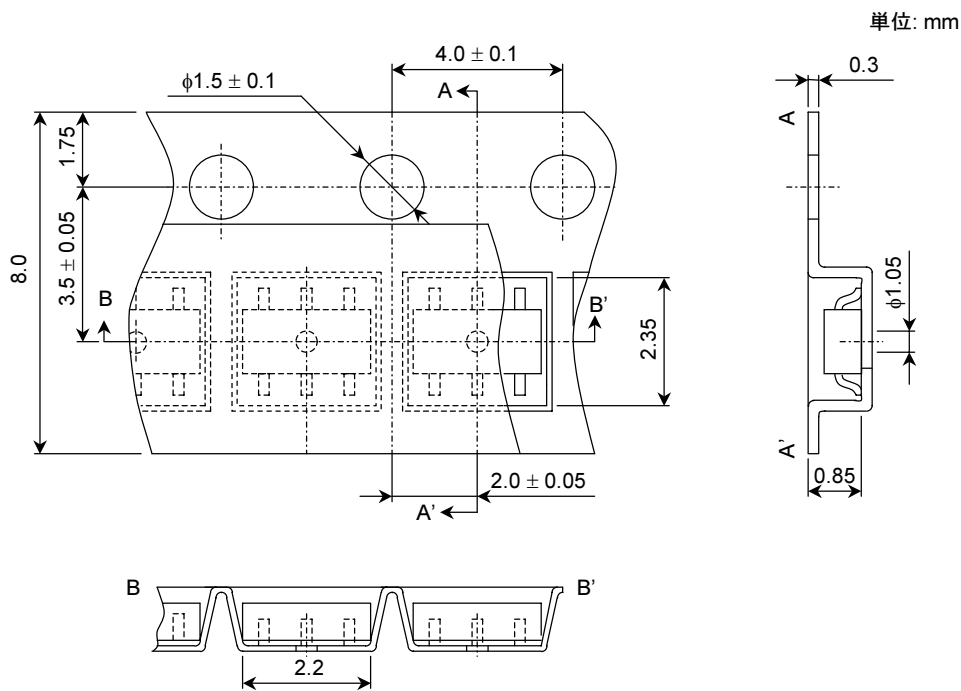


デバイス方向

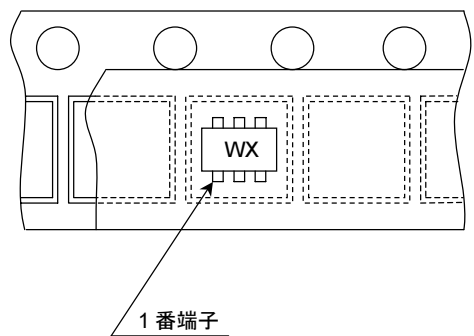


注: 同一品種の点対称構成品にはテーピング 1 リール内に L, R 方向の製品が混存する TE85N テーピングがあります。

2.3.10 6 端子薄型ウルトラスーパーミニタイプ…(TU6)

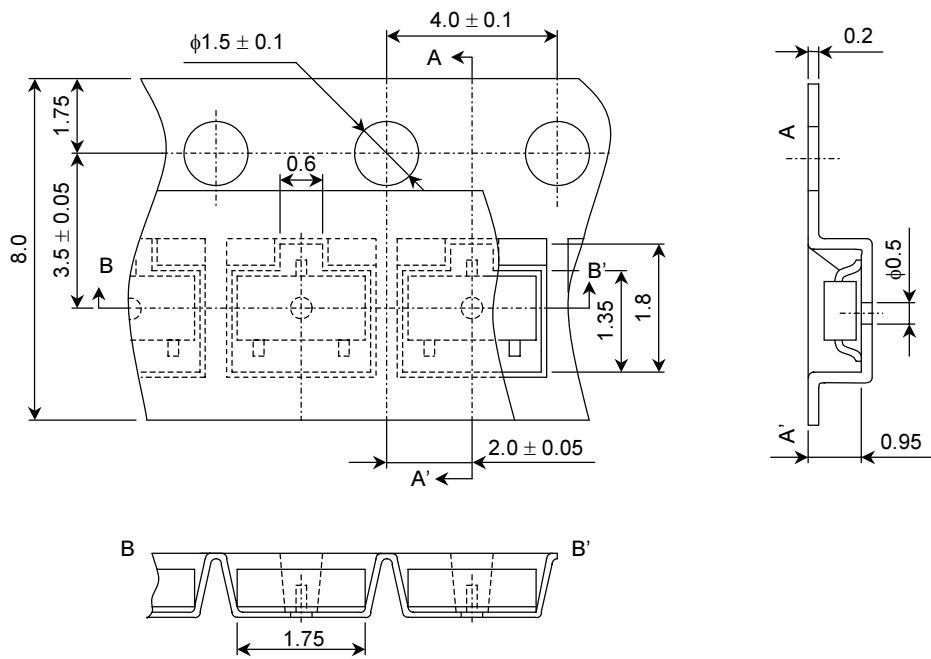


デバイス方向

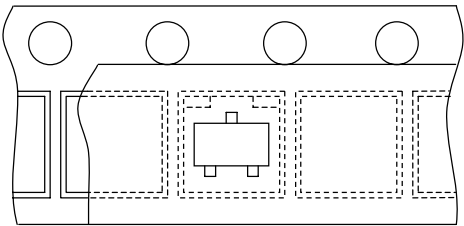


2.3.11 スモールスーパーミニタイプテーピング…(SSM)

単位: mm

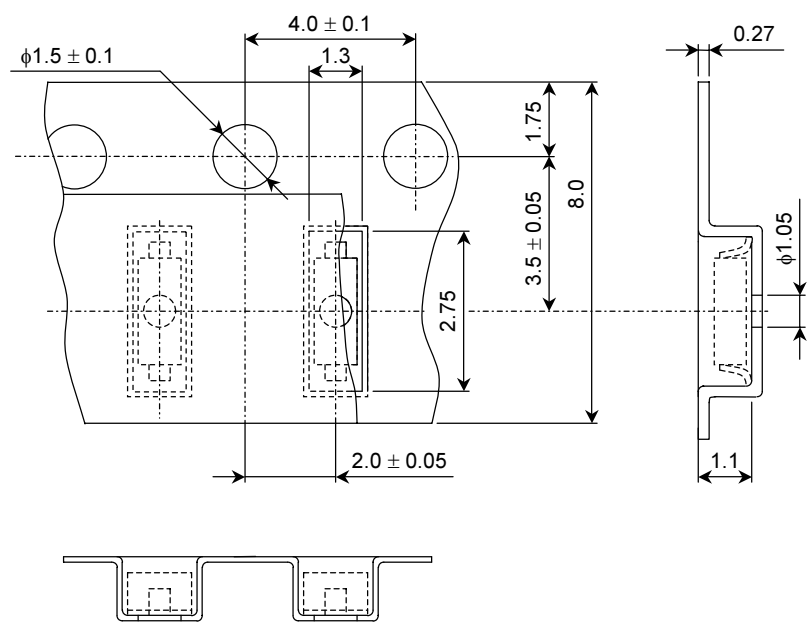


デバイス方向

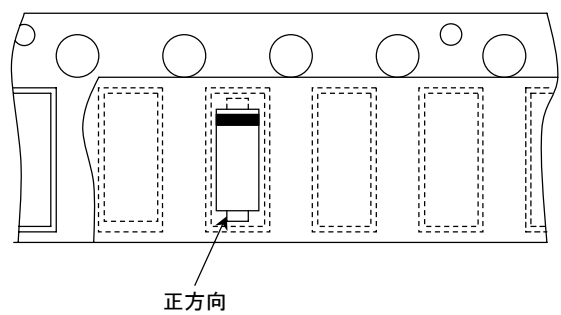


2.3.12 ウルトラスーパーミニコアキシャルタイプテーピング…(USC)

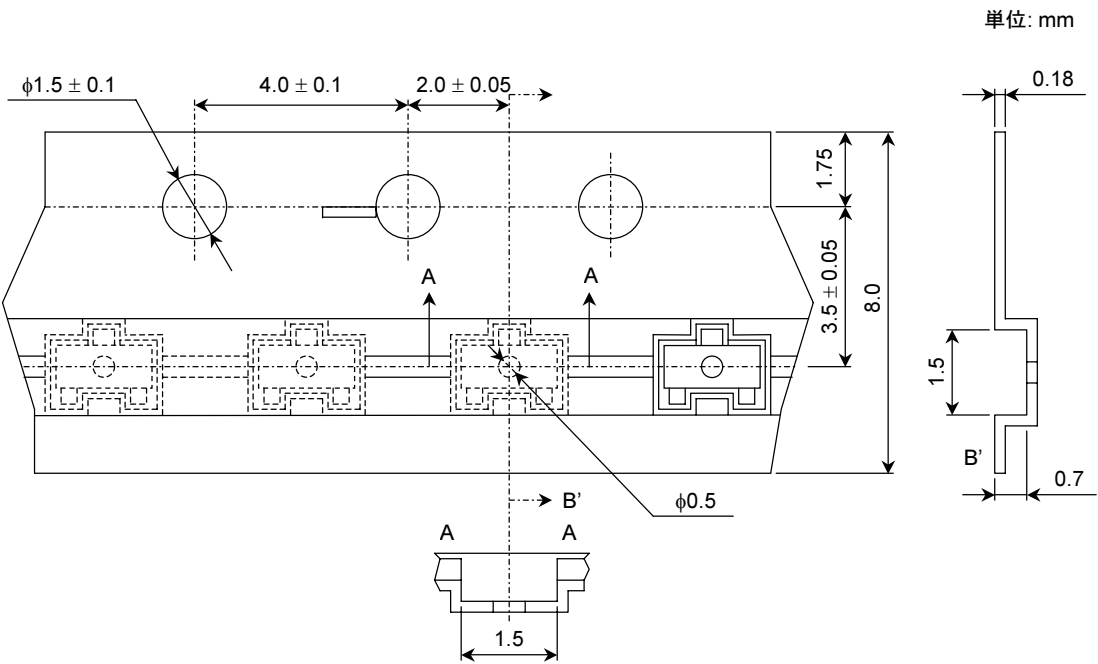
単位: mm



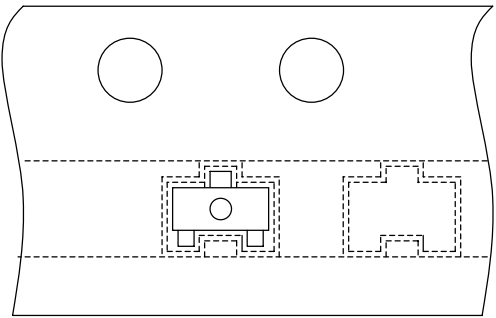
デバイス方向



2.3.13 超薄型エクストリームスーパーミニタイプテーピング…(TESM)



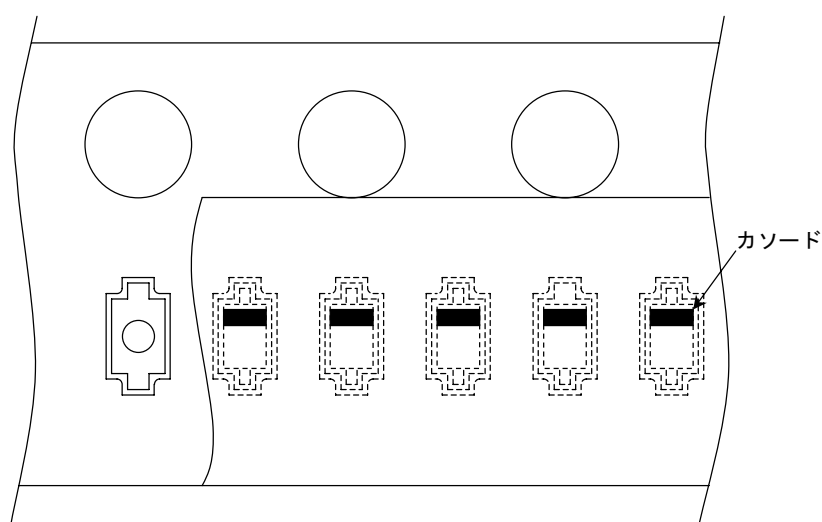
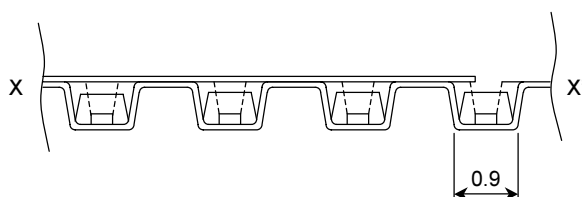
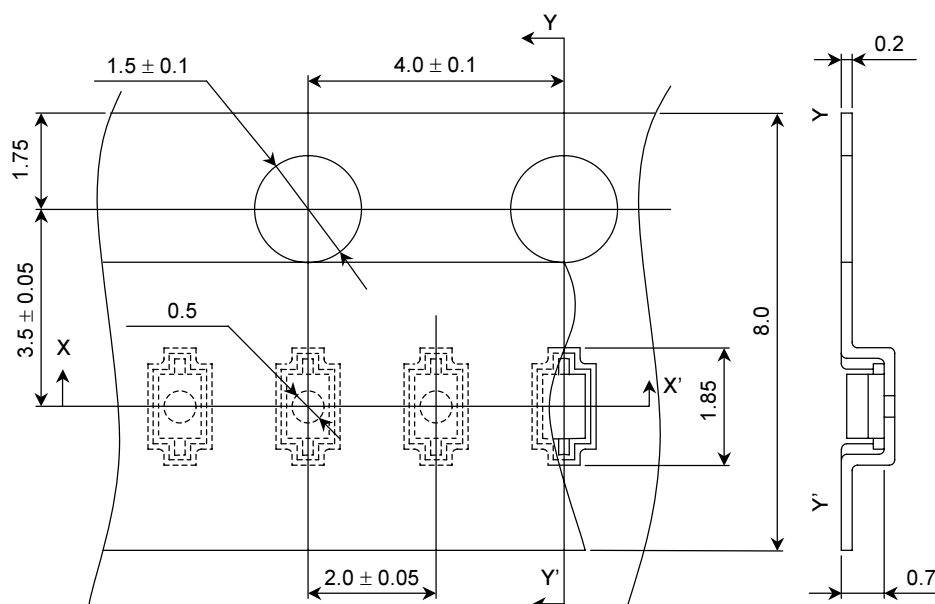
デバイス方向



2.3.14 エクストリームスーパーミニコアキシャルタイプテーピング…(ESC)
薄型エクストリームスーパーミニコアキシャルタイプテーピング…(TESC)

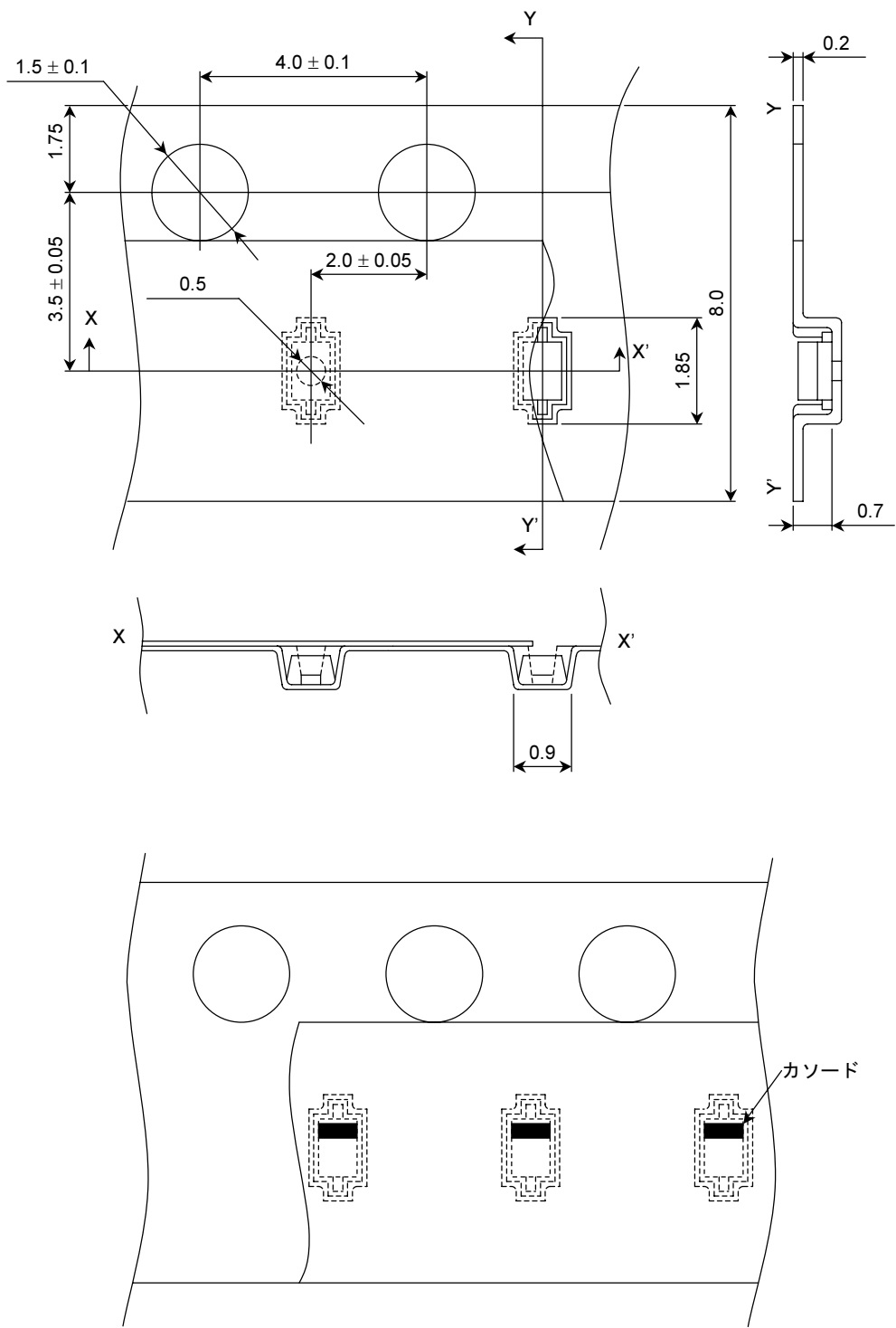
2 mm ピッチ

単位: mm

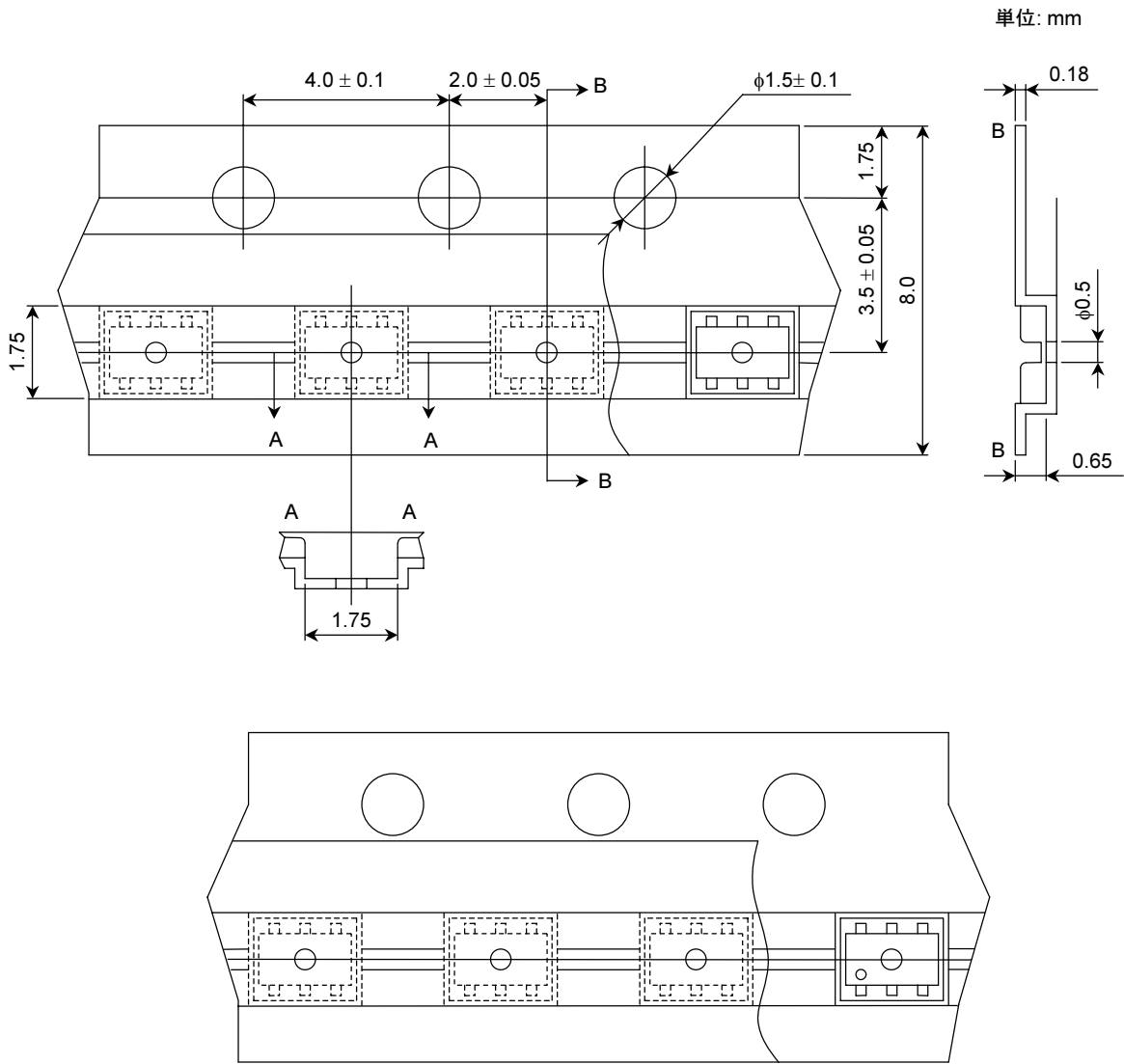


4 mm ピッチ

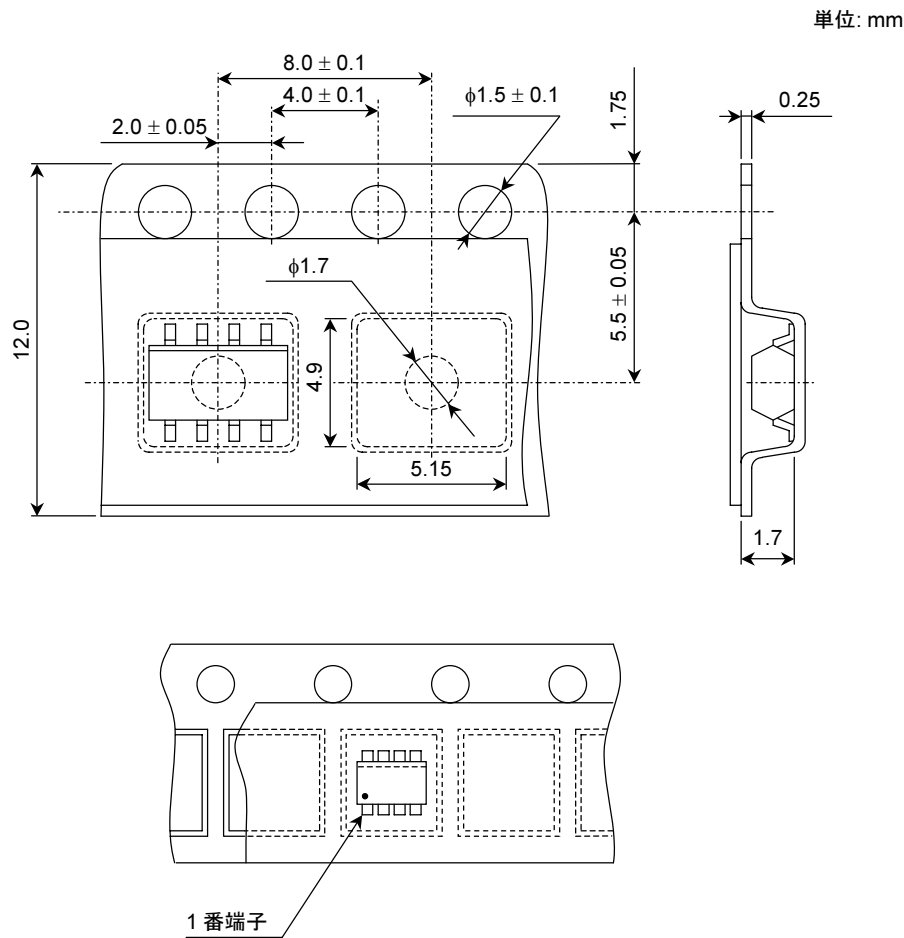
単位: mm



2.3.15 エクストリームスーパーミニタイプ…(ES6)

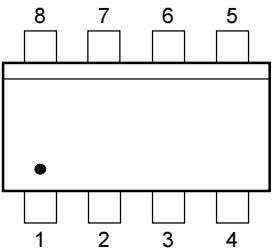


2.3.16 8 端子 FM タイプ…(FM8)

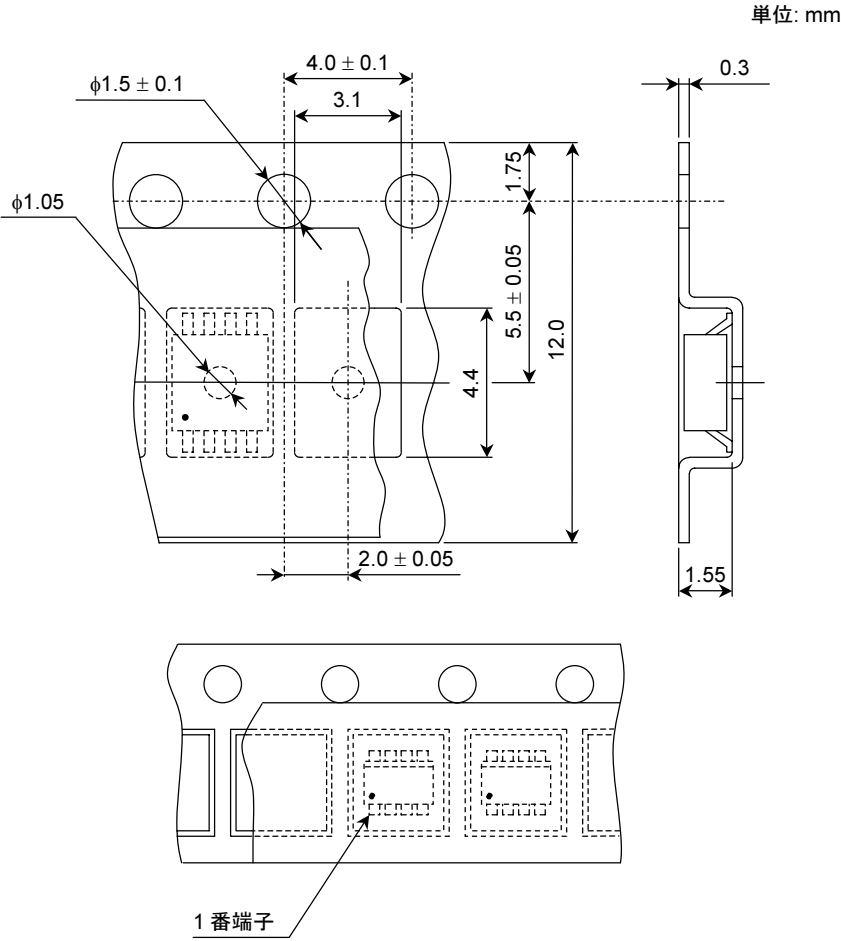


マークの左下が 1 番端子となります。

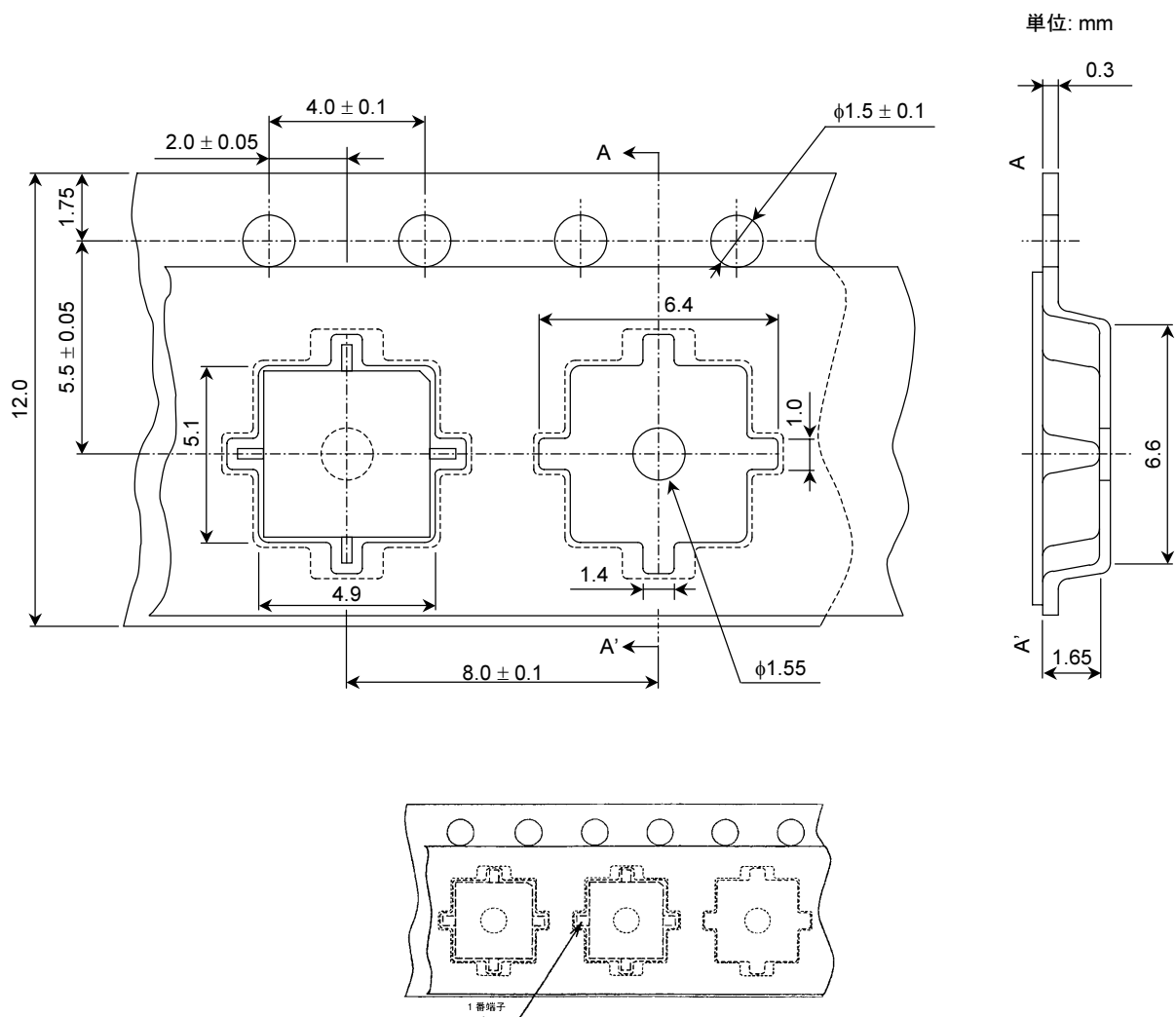
(例) Top view



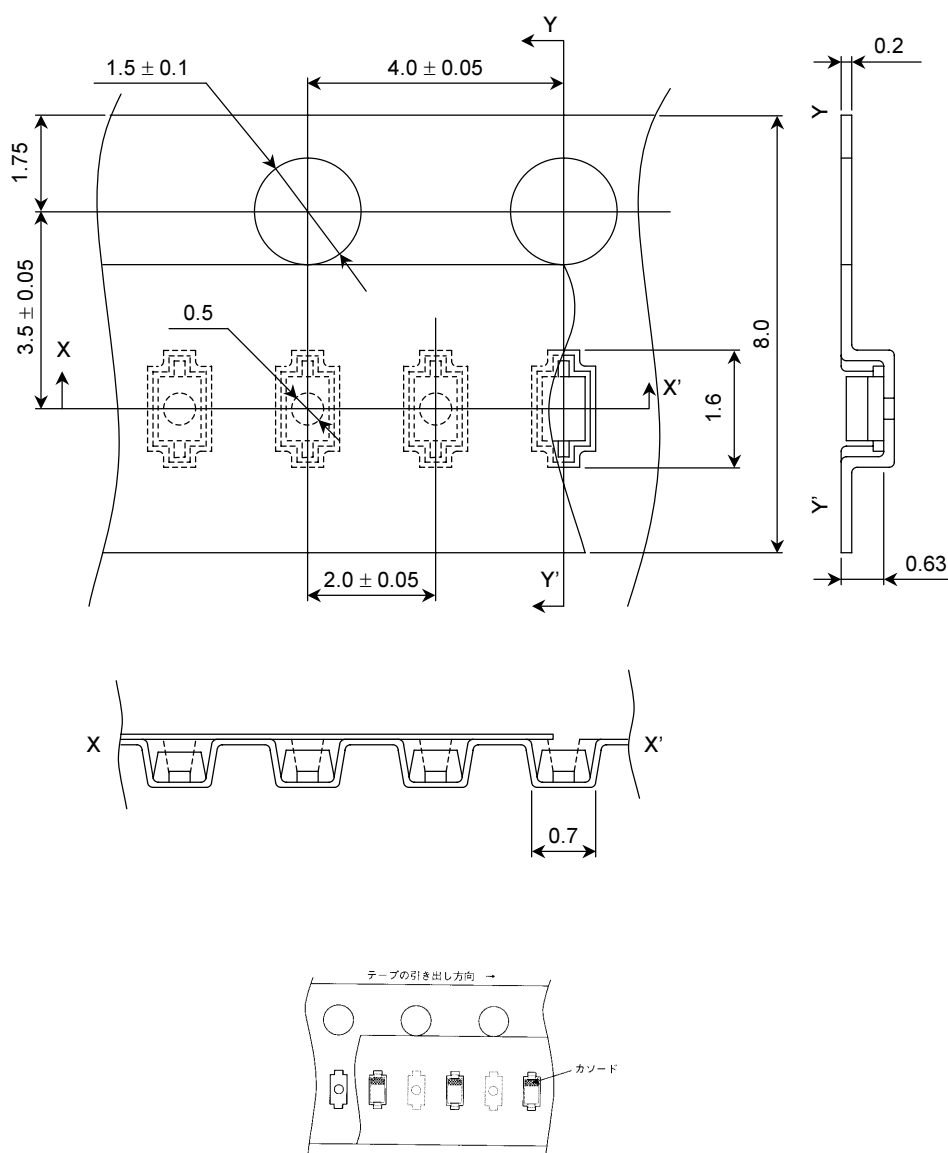
2.3.17 8 端子 SM タイプ…(SM8)



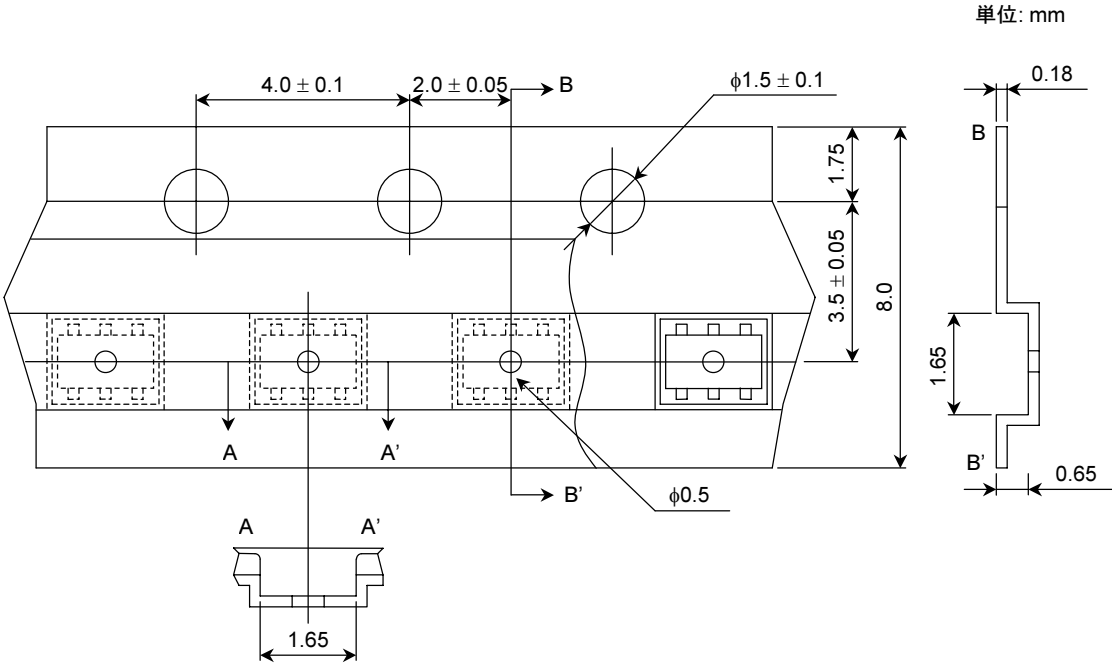
2.3.18 PW-X タイプ



單位: mm

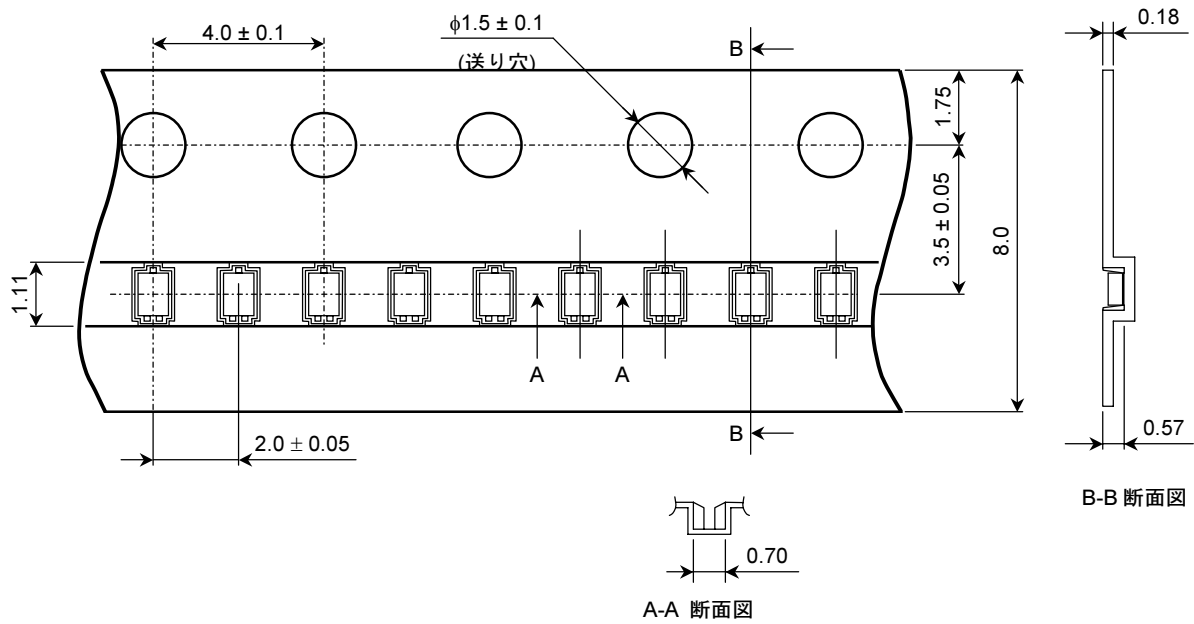


2.3.20 sES6 タイプ



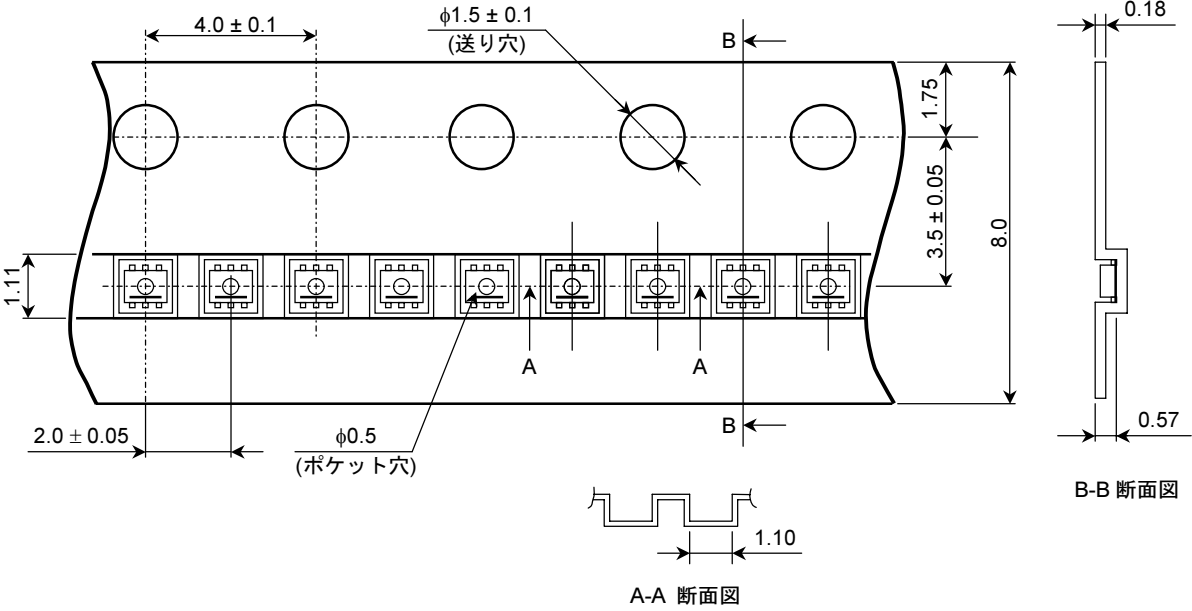
2.3.21 fSM タイプ

単位: mm



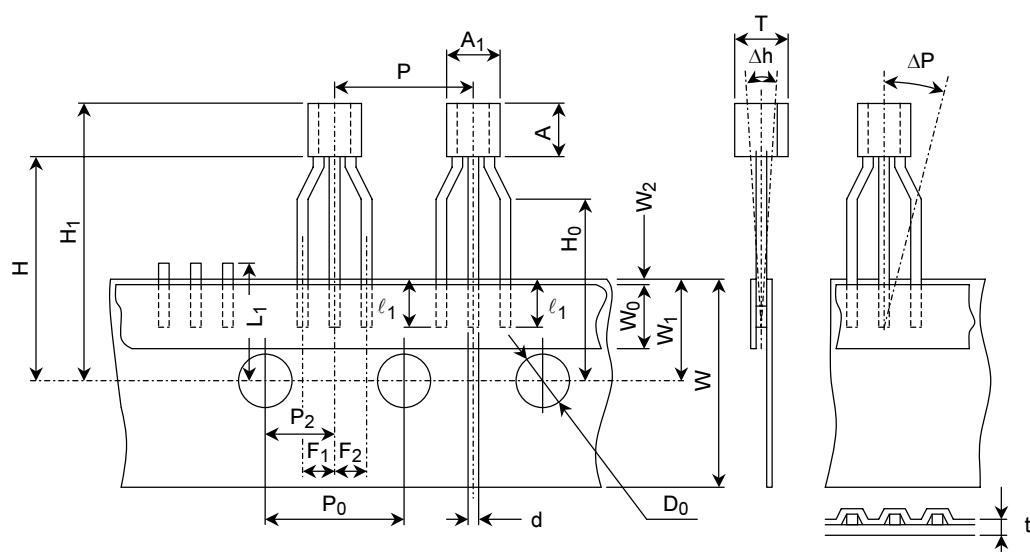
2.3.22 fS6 タイプ

単位: mm



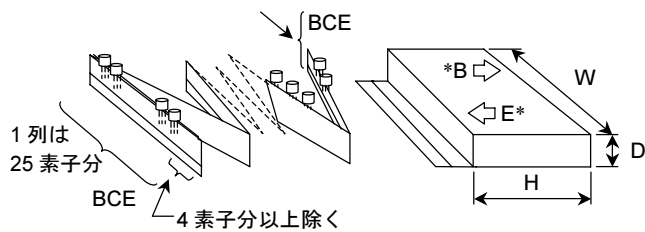
A-A 断面図

2.3.24 TO-92/MINI ラジアルテーピング



呼 称	記 号	寸 法				備 考
		TO-92 (SC-43)	MINI	TO-92MOD	MSTM	
製 品 横 幅	A ₁	6.0 max	4.5 max	5.1 max	7.1 max	詳細は個別仕様に基づく。
製 品 高 さ	A	9.0 max	3.5 max	8.2 max	4.7 max	
製 品 厚 さ	T	6.0 max	2.6 max	4.1 max	2.7 max	
リード線径 (角線)	d	0.45 [□] typ.	0.4 [□] typ.	0.67 [□] max	0.45 [□] typ.	
貼付リード線長さ	ℓ ₁	2.5 min		3.5 min	2.6 min	
製 品 間 ピ ッ チ	P	12.7 ± 1.0			12.7 ± 0.5	
送 り 穴 ピ ッ チ	P ₀	12.7 ± 0.3			12.7 ± 0.2	累積ピッチ誤差は 20 ピッチにつき ±1 mm。
送 り 穴 位 置 ず れ	P ₂	6.35 ± 0.4				
リ ー ド 線 間 隔	F ₁ /F ₂	2.5 ^{+0.6} _{-0.3}			2.54 ^{+0.3} _{-0.2}	
製 品 タ オ レ (1)	Δh	0 ± 2.0			0 ± 1.0	
テ ー プ 幅	W	18.0 ^{+1.0} _{-0.5}				
貼 付 テ ー プ 幅	W ₀	6.0 ± 0.3				
送 り 穴 位 置 ず れ	W ₁	9.0 ^{+0.75} _{-0.5}		9.0 ± 0.5		
貼 付 テ ー プ ず れ	W ₃	0.5 max				
製 品 下 面 位 置	H	20 max	20 ^{+0.75} _{-0.5}	20 max	19 ± 0.5	
リードクリンチ高さ	H ₀	16.0 ± 0.5			—	
製 品 上 限 位 置	H ₁	32.25 max			25.0 max	
送 り 穴 径	D ₀	4.0 ± 0.2				
テープ厚さ (総厚)	t	0.6 ± 0.2				
不良品カット位置	L ₁	11.0 max				
製 品 タ オ レ (2)	ΔP	0 ± 1.0				

つづら折り方法および包装箱寸法



単位 : mm

外 形	W	H	D
TO-92 (SC-43)	336 ± 3	250 ± 3	47 ± 3
MINI	336 ± 3	260 ± 3	47 ± 3
TO-92MOD	336 ± 3	190 ± 3	47 ± 3
MSTM	336 ± 3	230 ± 3	47 ± 3

*: リードの先出し電極を示す。

(例) E: エミッタ先出し

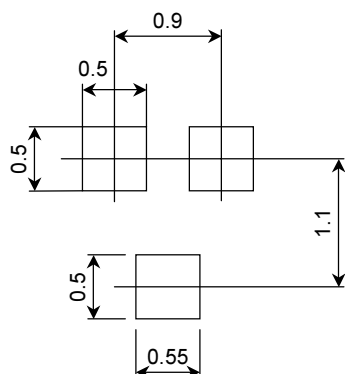
B: ベース先出し

3. 参考パッド寸法

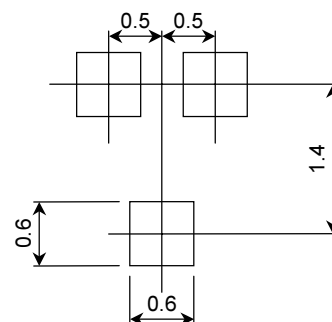
基板実装時の参考パッド寸法を示します。

単位: mm

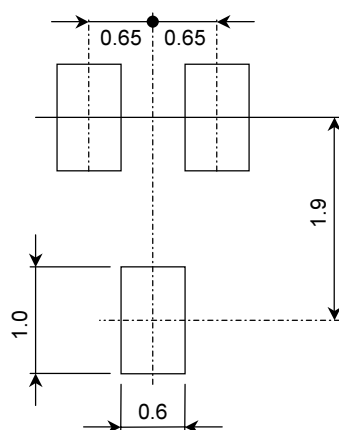
- (1) 3 端子薄型エクストリームスーパーミニ (TESM)



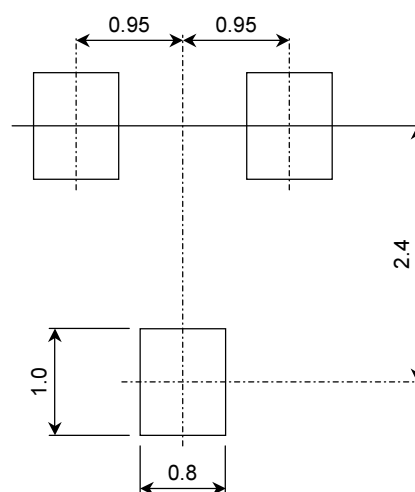
- (2) 3 端子スモールスーパーミニ (SSM)



- (3) 3 端子ウルトラスーパーミニ (USM)
(JEITA: SC-70)

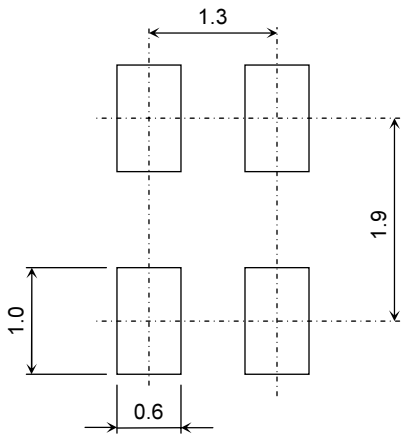


- (4) 3 端子スーパーミニ (S-MINI)
(JEITA: SC-59)

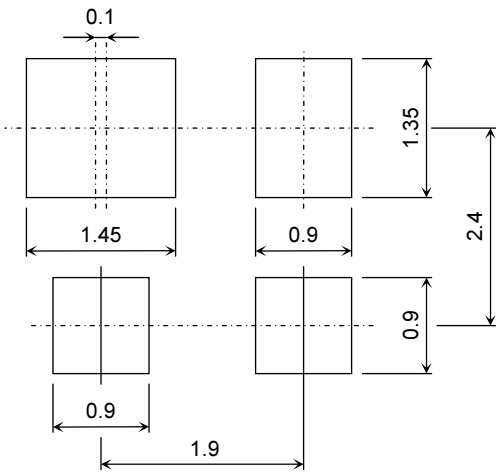


単位: mm

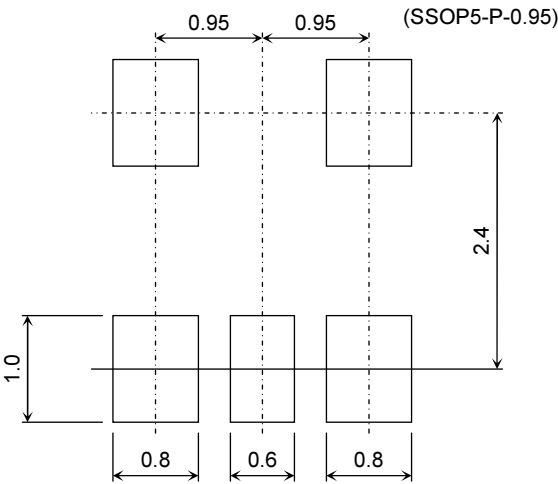
(5) 4 端子ウルトラスーパーミニ (USQ)



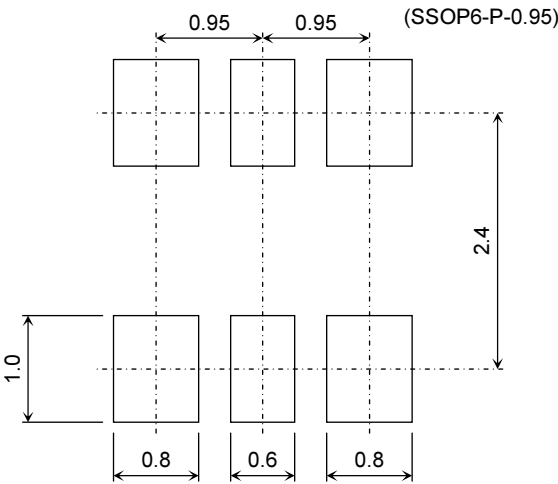
(6) 4 端子スーパーミニ (SMQ)
(JEITA: SC-61B)



(7) 5 端子スーパーミニ (5LEAD) (SMV)



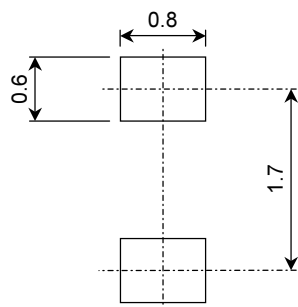
(8) 6 端子スーパーミニ (SM6)



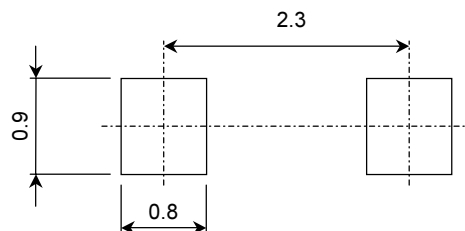
単位: mm

(9) エクストリームスーパーミニ (ESC)

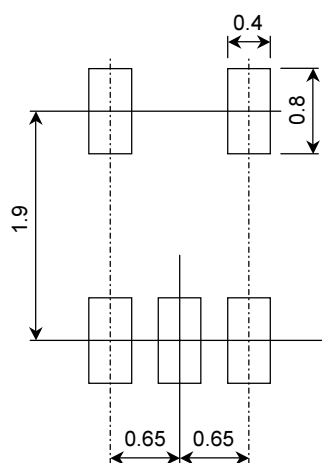
超薄型エクストリームスーパーミニ
(TESC)



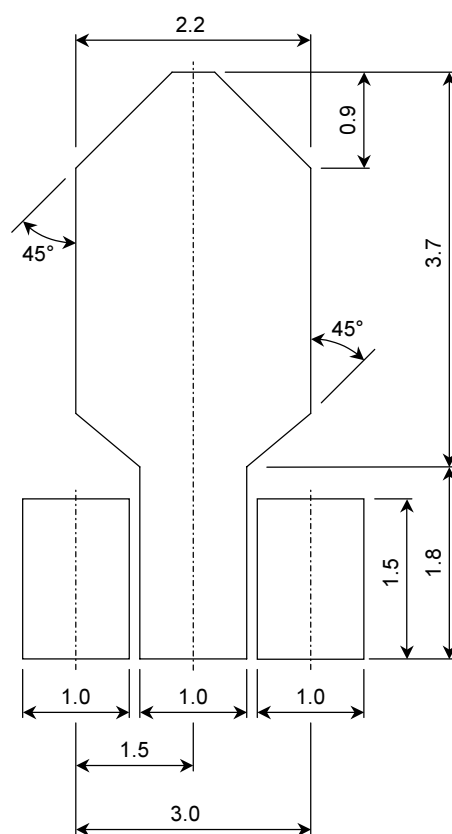
(10) 2 端子ウルトラスーパーミニ (USC)



(11) 5 端子ウルトラスーパーミニ (USV)

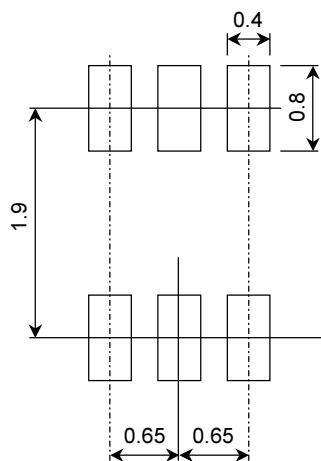


(12) パワーミニ (JEITA: SC-62)

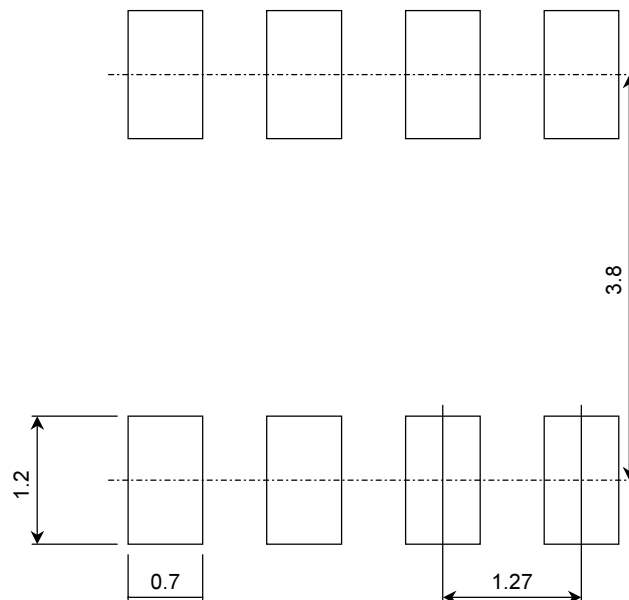


単位: mm

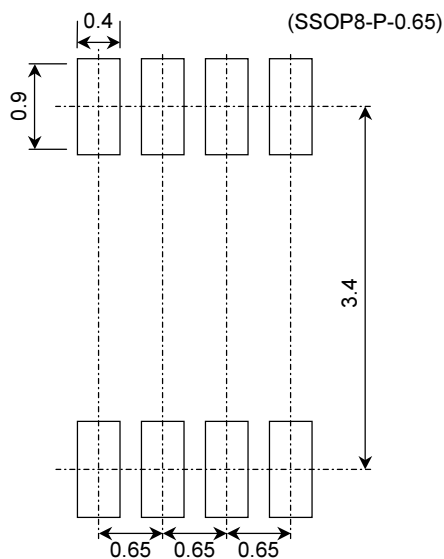
(13) 6 端子ウルトラスーパーミニ
薄型 6 端子ウルトラスーパーミニ
(US6/TU6/UF6)



(14) 8 端子フラットミニ (FM8)

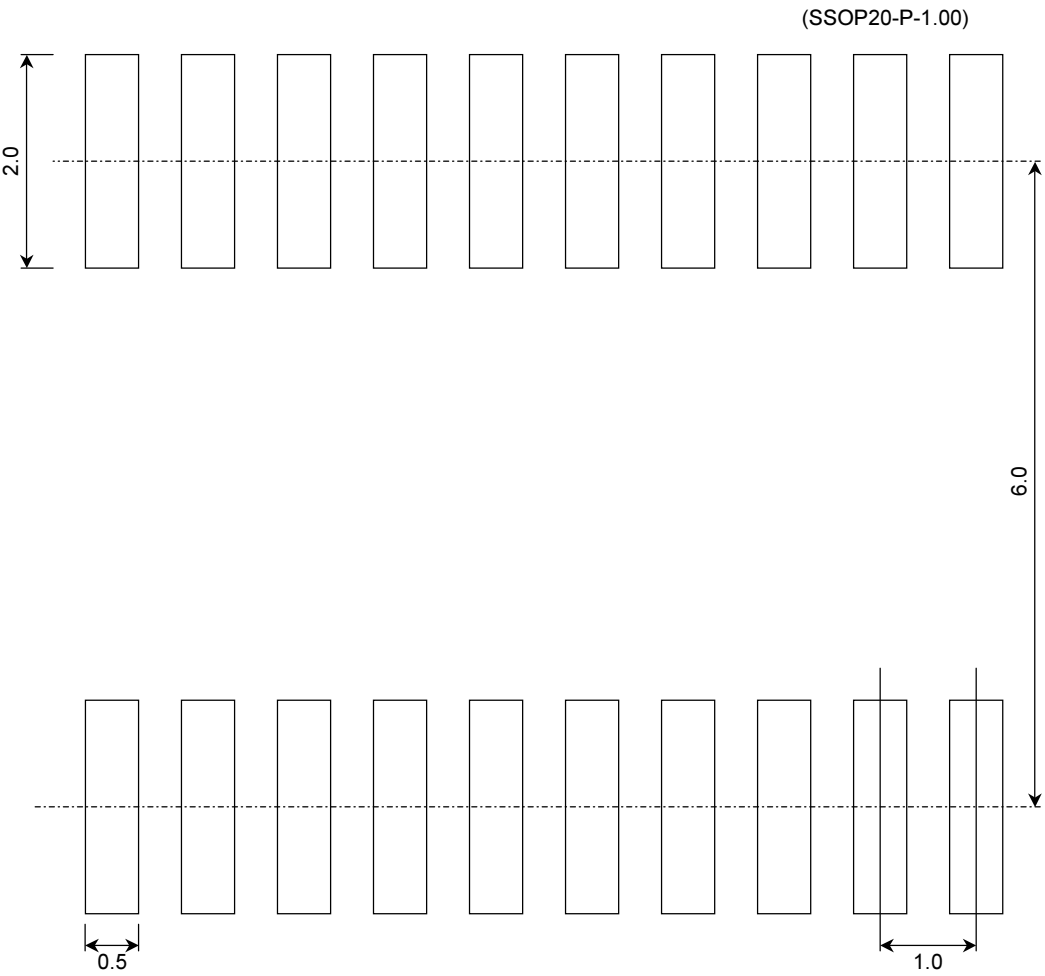


(15) 8 端子スモールフラットミニ (SM8)

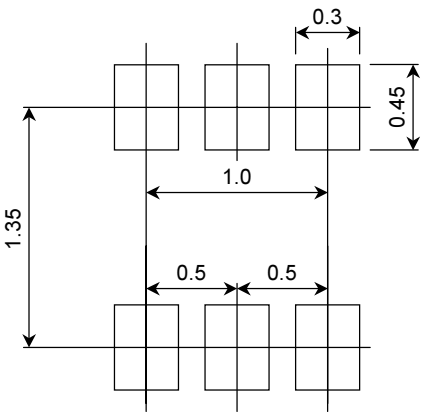


単位: mm

(16) シュリンクスモールアウトラインパッケージ

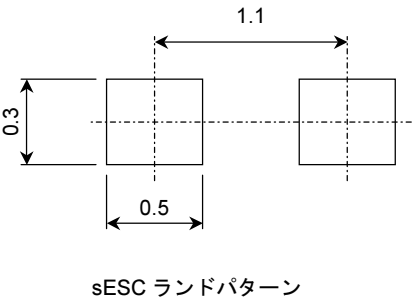


(17) 6 端子エクストリームスーパーミニ (ES6)

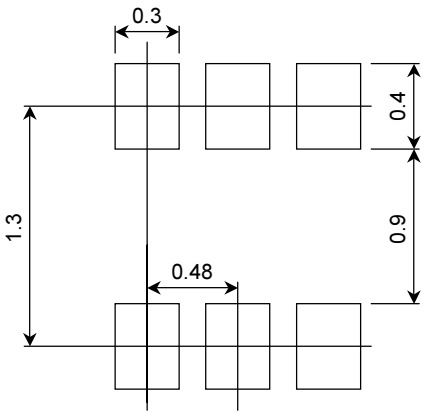


単位: mm

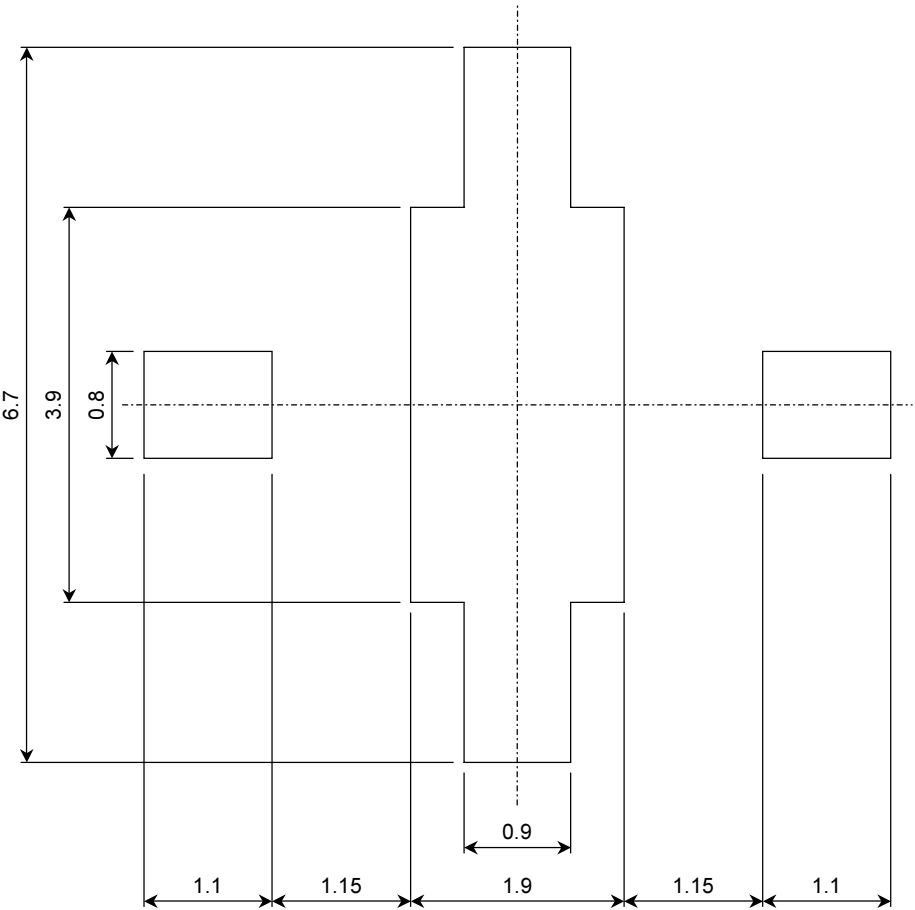
(18) エクストリームスーパーミニ (sESC)



(19) 6 端子エクストリームスーパーミニ (sES6)

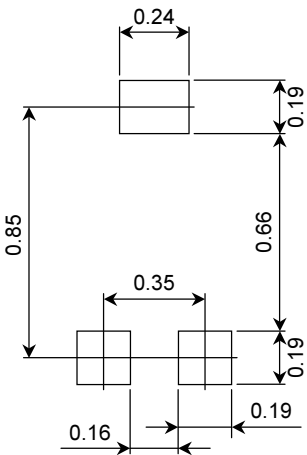


(20) PW-X

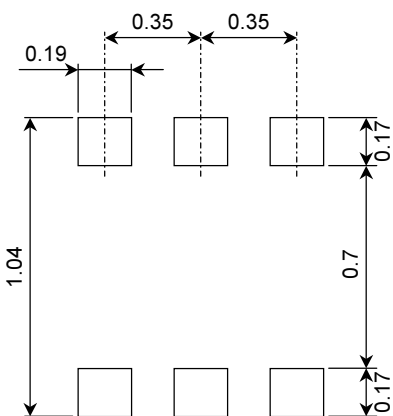


単位: mm

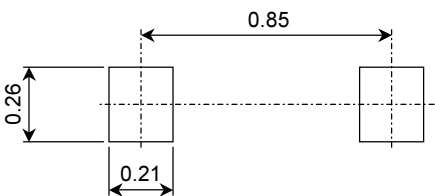
(21) fSM



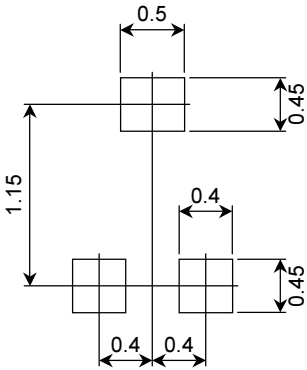
(22) fS6



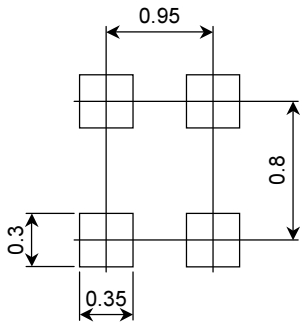
(23) fSC



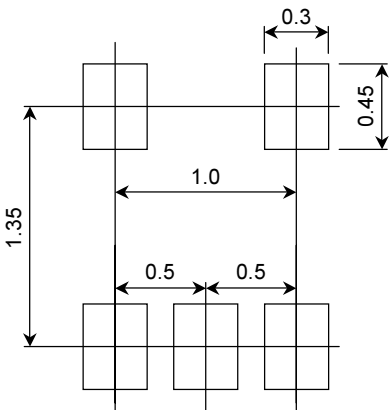
(24) VESM



(25) TESQ

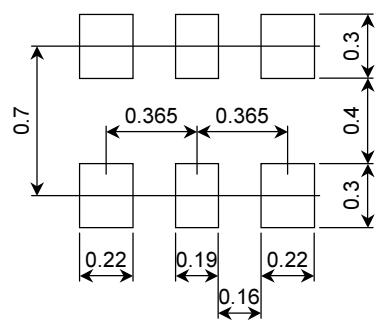


(26) ESV

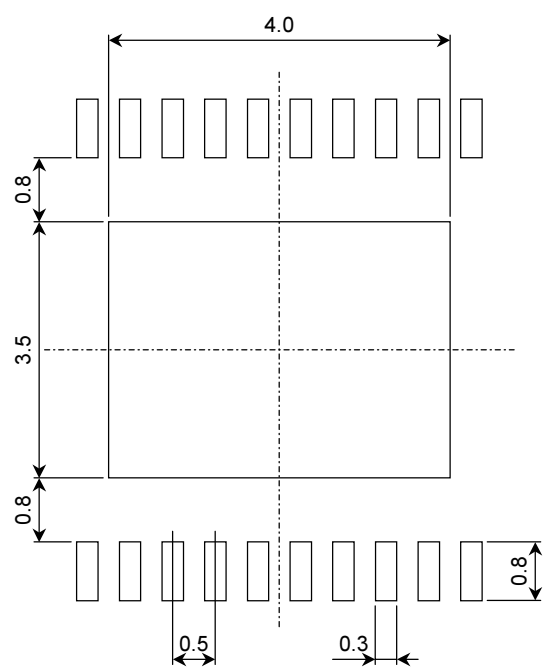


単位: mm

(27) CS6



(28) HSOP20



[7] 取り扱い上の ご注意とお願い

[7] 取り扱い上のご注意とお願い

1. 半導体製品採用に当たってのご注意

1.1 安全設計について

当社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、一般に半導体製品は誤作動したり故障することがあります。

当社半導体製品をご使用いただく場合は、半導体製品の誤作動や故障により、生命・身体・財産が侵害されることのないように、購入者側の責任において、機器の安全設計を行うことをお願いします。

なお、設計に際しては、最新の製品仕様をご確認の上、製品保証範囲内でご使用いただくと共に、考慮されるべき注意事項や条件について「東芝半導体製品の取り扱い上のご注意とお願い」、「半導体信頼性ハンドブック」などをご確認ください。

1.2 用途制限について

本資料に掲載されている製品は、一般的電子機器（コンピュータ、パーソナル機器、事務機器、計測機器、産業用ロボット、家電機器など）に使用されることを意図しています。

特別に高い品質・信頼性が要求され、その故障や誤作動が直接人命を脅かしたり人体に危害を及ぼす恐れのある機器（原子力制御機器、航空宇宙機器、輸送機器、交通信号機器、燃焼制御、医療機器、各種安全装置など）にこれらの製品を使用すること（以下“特定用途”という）は意図もされていませんし、また保証もされていません。

本資料に掲載されている製品を当該特定用途に使用することは、お客様の責任でなされることとなります。

2. 安全上のご注意

本項には、お使いになる方や他の人への危害と財産の損害を未然に防ぎ、デバイスを安全に正しくお使いいただくために、重要な内容を記載しています。

次の内容（表示、図記号）をよく理解してから本文をお読みになり、記載事項をお守りください。

[表示の説明]

表 示	意 味
 危険	“誤った取り扱いをすると、使用者が死亡するまたは重傷（#1）を負う差し迫った危険が想定されること”を示します。
 警告	“誤った取り扱いをすると、使用者が死亡または重傷（#1）を負う可能性のあること”を示します。
 注意	“誤った取り扱いをすると使用者が傷害（#2）を負う可能性または物的損害（#3）のみが発生する可能性のあること”を示します。

- #1: 重傷とは、失明、けが、やけど、感電などで後遺症の残るもの、および治療に入院や通院を要するものをいいます。
- #2: 傷害とは、治療に入院や長期の通院を必要としない、けが、やけど、感電などをいいます。
- #3: 物的損害とは、装置・機器などにかかわる拡大損害をいいます。

[図記号の説明]

図 記 号	意 味
	禁止（してはいけないこと）を示します。 具体的な禁止内容は、図記号の中や近くに絵や文字で指示します。
	強制（必ずすること）を示します。 具体的な強制内容は、図記号の中や近くに絵や文章で指示します。

2.1 半導体製品全般でのご注意

⚠ 注意	
 禁止	デバイスは最大定格（電流、電圧、消費電力、温度など）を超えて使用しないでください。 破壊や劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
 禁止	デバイスの逆差し、差し違い、または電源のプラスとマイナスの逆接続はしないでください。 電流や消費電力が最大定格を超え破壊や劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
 禁止	デバイスに通電中は放熱板に触れないでください。 放熱板が高温になっていますので火傷を負うことがあります。
 禁止	デバイスのリード先端に触れないでください。 先端が尖っているタイプがあり刺し傷を負うことがあります。
 強制	評価・検査・試験時には、電極やプローブなどをデバイス端子に接続後に電源を投入してください。 感電による傷害を負うことがあります。
 強制	測定設備やはんだごてなどは漏電がないことを確認のうえアースをしてください。 漏電した場合、デバイスの破壊や感電の恐れがあります。
 強制	ニッパなどによるリードカッティング時は、保護メガネを使用してください。 カッティングくずの飛散により目に傷害を負う恐れがあります。

2.2 バイポーラ IC (車載用)

⚠ 注意	
 強制	モータコイルなどの誘導負荷がある場合は、負極性の電流が入らないように逆吸収用ダイオードを接続してください。 ON/OFF 時の負荷電流により、デバイスが誤動作あるいは破壊し、傷害を負うことがあります。
 強制	保護機能が内蔵されているデバイスに供給する電源は、安定したものを使用してください。 電源が不安定な場合、誤動作を生じ保護機能が正常に働かないことがあります。また、保護機能が正常に働かないと、デバイスが破壊する恐れがあり、傷害を負うことがあります。

3. 一般的な安全上のご注意および使用上のお願い事項

本項には、デバイスを正しく理解頂き、安全・品質・信頼性を確保するための事項を記載しています。

3.1 受け入れから出荷

3.1.1 ESD (静電気放電)

デバイス単体でのハンドリング時は、静電気が発生しにくい環境で、作業者は帯電防止衣服を着用する必要があります。また、デバイスが直接接触する容器などは、帯電防止材料を使用の上、 $0.5\sim1.0\text{ M}\Omega$ の保護抵抗を介してアースしてください。

特に“静電気注意”が明記されているデバイスの場合は下記に従ってください。



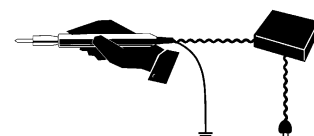
3.1.1.1 作業環境の管理

- (1) 湿度が下がると、摩擦などにより静電気が帯電しやすくなります。湿度は防湿包装製品の開封後の吸湿も考慮し、 $40\sim60\%$ を推奨します。
- (2) 作業領域内に設置された装置・治具などは、アースをしてください。
- (3) 作業領域内の床は、導電性マットを敷くなどして、床表面を静電防止（表面抵抗率 $10^4\sim10^8\text{ }\Omega/\text{sq}$ 、表面・アース間抵抗 $7.5\times10^5\sim10^8\text{ }\Omega$ ）しアースをしてください。
- (4) 作業台の表面は導電性マット（表面抵抗率 $10^4\sim10^8\text{ }\Omega/\text{sq}$ 、表面・アース間抵抗 $7.5\times10^5\sim10^8\text{ }\Omega$ ）などで静電気拡散性（抵抗成分をもつもの）とし、アースをしてください。作業台表面は金属にしないでください。帯電したデバイスが直接接触した場合に、低抵抗で急激に放電を生じる原因となります。
- (5) 自動化装置を使用の場合は、以下の諸点を守ってください。
 - (a) デバイスのパッケージ表面をバキュームでピックアップする場合は、ピックアップの先端に導電ゴムなどを使用して帯電防止をしてください。
 - (b) デバイスのパッケージ表面への摩擦はできるだけ小さくしてください。機構上で避けられない場合は、摩擦面を小さくするか、摩擦係数、電気抵抗の小さな素材、およびイオナイザーの使用を検討してください。
 - (c) デバイスのリードまたは端子との接触部には、静電気消散性材料を使用してください。
 - (d) デバイ스에 帯電体（作業服、人体など）が接触しないようにしてください。
 - (e) テープキャリアは、テープの接触する部分に低抵抗素材を用いているものを使用してください。
 - (f) 工程内で使用する治具・工具は、デバイスに接触しないようにしてください。
 - (g) パッケージ帯電を伴う工程では、イオナイザーを用いイオン中和を行ってください。
- (6) 作業領域内の CRT の表面は、VDT フィルタなどで帯電防止し、作業中の ON/OFF はできるだけ避けてください。デバイスなどへの電界誘導の原因となります。
- (7) 作業領域内の帯電電位は定期的に測定し、帯電のないことを確認してください。
- (8) 作業椅子は帯電防止繊維製カバーをし、接地チェーンにより床面にアースしてください。
(座面・接地チェーン間抵抗 $7.5\times10^5\sim10^{12}\text{ }\Omega$)

- (9) 保管棚表面は静電防止マットを設置してください。
(表面抵抗率 $10^4 \sim 10^8 \Omega/\text{sq}$ 、表面・アース間抵抗 $7.5 \times 10^5 \sim 10^8 \Omega$)
- (10) デバイスの搬送および一時保管に用いる入れ物（箱や治具、袋など）は、静電気消散性材料または静電防止材料を使用したものを用いてください。
- (11) 台車の製品包装材と接触する面は、静電気導電性の材質を用い、接地チェーンにより床面にアースしてください。
- (12) 静電気管理領域は、静電気対策専用の接地線を設けてください。その接地線は送電回路の接地線（第三種以上）、または地中接地線を使用してください。なお、可能な際は装置類のアースとの分離接地を推奨します。

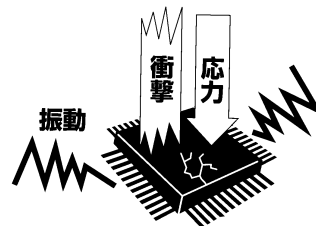
3.1.1.2 作業時の管理

- (1) 作業者は帯電防止服と導電靴（またはヒールストラップ、レッグストラップ）を着用してください。
- (2) 作業者はリストストラップを着け、1 M Ω 程度の抵抗を介してアースしてください
- (3) はんだごてはこて先をアースし、低電圧用（6 V~24 V）のものを使用してください。
- (4) デバイスの端子と接触する可能性のあるピンセットは、静電気防止用のものを使用し、できるだけ金属材料製の使用は避けてください。金属ピンセットは帯電したデバイスが低抵抗で急激に放電する原因となります。バキュームピンセットを用いる場合は、先端に導電性吸着パットを用い、静電気対策専用の接地線にアースしてください。（抵抗値は $10^4 \sim 10^8 \Omega$ ）
- (5) デバイスおよびその収容容器は、高電界発生部（CRT 上など）の近くに置かないでください。
- (6) デバイスを実装した基板は、帯電防止したボード入れに間隔を開けて置くなどして、直接重ね合わせないようにしてください。摩擦帯電および放電が生じる原因になります。
- (7) 静電気管理領域に持ち込む物品（クリップボードなど）は、極力帯電防止材料を使用したものにしてください。
- (8) 作業者が直接デバイスに触れるときは、極力静電気対策された指サック、グローブなどを着用してください。（抵抗値は $10^8 \Omega$ 以下）
- (9) デバイスの近くに装置類の安全カバーを設ける際は、 $10^9 \Omega$ 以下の抵抗値の材料を使用してください。
- (10) リストストラップを使用できないとき、およびデバイスを摩擦する可能性のあるときは、イオナイザーを使用してください。
- (11) テープキャリア製品に用いている搬送用フィルムは、静電気が帯電しやすい材料を使用しています。取り扱い時にはイオナイザーを使用し、フィルムに帯電しないようにしてください。また、銅箔部に静電気が印加されないように、周辺装置の静電気破壊に対する防止対策を行ってください。



3.1.2 振動・衝撃・応力

デバイスと包装は、丁寧に取扱いってください。デバイスあるいは包装の落下・衝撃はデバイスを破壊させる原因になります。できるだけ機械的振動や衝撃を与えないようにしてください。デバイスの内部が中空になったキャンタイプや、セラミック封止のデバイスは、内部の結線ワイヤが非固定のため、プラスチック封止のデバイスに比べ振動、衝撃に弱い構造になっています。

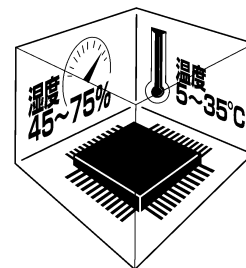


実際のセットにおいて、はんだ付け部分や接続部分などに振動、衝撃または応力が加わった際に断線に至るケースが確認されていますので、振動の多い機器では機構設計に留意が必要です。特に、強い振動または応力が加えられた際に、パッケージまたはチップのクラックが発生したり、ウインドーガラスを用いている CCD などの製品の場合には、表面の傷やガラス接合部の剥離の原因になります。また、パッケージを介して半導体チップに応力が加わった際には、ピエゾ効果によりチップ内部の抵抗変化が起こることがありますので、アナログ回路ではパッケージに対する応力も考慮する必要があります。

3.2 保管

3.2.1 通常包装品

- (1) 水濡れの可能性のある場所や、直射日光のあたる場所では保管しないでください。
- (2) 運搬や保管時は包装箱への注意表示に従ってください。
- (3) 保管場所の温度と湿度は、5~35°C、45~75%を目安としてください。
- (4) 有毒ガス（特に腐食性ガス）の発生する場所や塵埃の多い所では、保管しないでください。
- (5) 温度変化の少ない場所に保管してください。保管時の急激な温度変化は結露が生じ、リードの酸化、腐食などが発生し、はんだ濡れ性が悪くなります。
- (6) デバイスを包装から取り出した後に再び保管する場合は、帯電防止処理された収納容器を使用してください。
- (7) 保管時はデバイスに直接荷重をかけないようにしてください。
- (8) 通常の保管形態で2年程度以上が経過した際には、使用前にはんだ付け性の確認をすることを推奨します。



3.2.2 防湿包装品

防湿包装品は種別で規定された取り扱い方法に、十分配慮して使用いただくことが要求されます。規定された条件が遵守されなかった際には、デバイスの品質および信頼性を損ねる場合があります。ここでは防湿包装品に対する一般的な事項について記載しますが、細部の条件はデバイス間で異なる場合がありますので、取り扱いに際しては個別規格またはデータブックを参照してください。

3.2.2.1 防湿包装に対する一般的な取り扱い上の留意

運搬や保管時は包装箱の注意表示に従ってください。

- (1) 投げたり落としたりしないでください。アルミラミネートの包装材が破れて気密性が損なわれる場合があります。

(2) 保管環境は 5~30℃、相対湿度 90%以下にしてください。なお、保管期限はシール部への表示の日付けから 12 ヶ月以内です。

(3) 上記の保管期限が過ぎたとき、および保管期間内であっても包装の開封時に湿度インジケータの 30%表示部がピンク色になっている際は、下表に示す条件で排湿処理を行ってください。なお、開封後に 5~30℃、相対湿度 60%以下で保管した際に、排湿処理なしで使用できる時間を防湿袋に表示しています。この期間過ぎたとき、および期間内であっても高湿度環境で保管した際は、排湿処理を行ってください。
- 

表 3.1

デバイスの包装形態	排湿処理可否および条件
トレイタイプ	「Heatproof」または温度表示がある場合は、125℃ で 20 時間（一部の品種で時間指定が異なることがあります）のベーキングを行ってください。
マガジンタイプ	「Heatproof」または温度表示のあるトレイ、またはアルミマガジンに移し変えて 125℃ で 20 時間のベーキングを行ってください。
テーピングタイプ	ベーキング処理ができませんので、開封後は規定の時間内に使用してください。

- (4) 排湿処理の実施に際しては、静電気によるデバイスの破壊防止を行ってください。

(5) 湿度インジケータに関して（ご参考）

インジケータは標準温度 25℃ における周囲湿度値の大略値を検知します。6 点表示と 3 点表示のものがありますが、順次 3 点表示に統一される計画です。

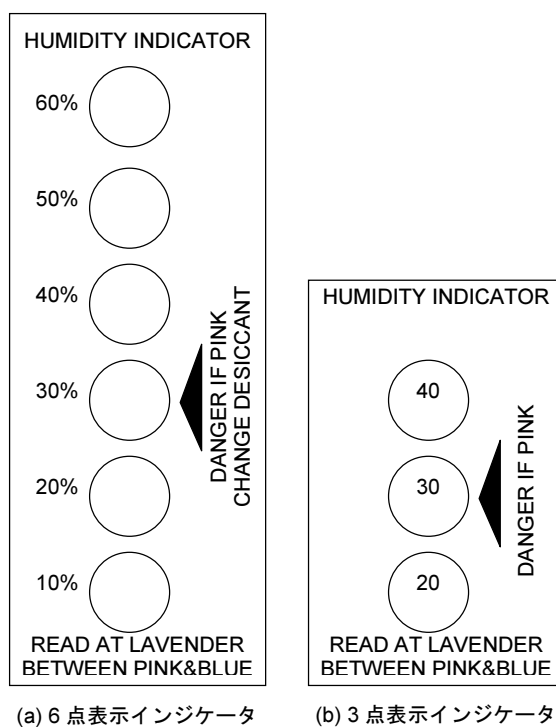
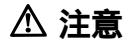


図 3.1 湿度インジケータのイメージ

3.3 設計

電子機器およびシステムの要求信頼度を達成する上で、半導体デバイスは最大定格およびその推奨動作条件に従って使用頂くだけでなく、周囲温度、過渡的ノイズ・サージなどの使用環境条件と実装条件についても、デバイスの信頼性への影響を十分配慮することが必要です。ここでは設計の一般的事項について説明します。設計に当たっては各製品ごとの個別規格を参照してください。

3.3.1 最大定格



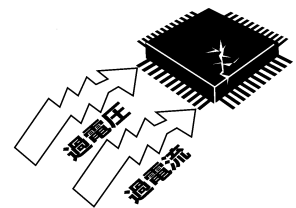
注意

デバイスは最大定格（電流、電圧、消費電力、温度）を超えて使用しないでください。破壊や劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。

最大定格とは、瞬時たりとも超えてはならない規格であり、複数の定格のいずれに対しても超えることができません。最大定格は製品により異なりますが、各端子の電圧・電流、許容損失または接合部温度、保存温度などがあります。

各端子の電圧・電流値が最大定格を超えた場合は、過電圧・過電流によりデバイス内部の劣化が起こります。

著しい場合には、内部の発熱による配線の溶断や半導体チップの破壊に至ることもあります。保存温度および動作温度などが定格を超えた場合は、デバイスを構成する各種材料の熱膨張係数の差などにより、気密性の低下やボンディング部分のオープンなどを引き起こすことがあります。



3.3.2 保証動作範囲

推奨動作条件は、個別の技術資料・データブックに記載されている動作を保証するために推奨する条件です。さらに、デバイスを高い信頼度で使用していただくために、最大定格の電圧、電流、電力および温度に対してディレーティングしてください。

3.3.3 ディレーティング

デバイスを高い信頼度で使用していただくため、最大定格の電圧、電流、電力および温度に対してディレーティングをして使用してください。

ディレーティングは、アプリケーションにより異なりますので、製品の個別技術資料を参照してください。

3.3.4 未使用端子

デバイスによっては未使用の端子をオープン状態で使用すると、入力不安定になり、消費電流の急激な増加などの異常動作となる場合があります。また、未使用の出力端子に電源、GND および他の出力端子がショートすると、IC の異常動作または破壊などを生じる場合があります。

使用していない入力および出力端子の処置は、製品および各端子により異なるため、個別技術資料・データブックの説明に従ってください。

一例として、CMOS ロジック IC の入力は非常にインピーダンスが高いため、オープン状態での使用はノイズを拾いやすく、不安定な状態となります。この場合、入力が中間レベルであったりすると P チャネル、N チャネル双方のトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れることとなります。同一パッケージ内で使用していない入力ゲートは、電源電圧 (Vcc) 端子やアース (GND) 端子に接続しておく必要があります。放熱フィンの端子処置につきましては、個別技術資料・データブックの説明に従ってください。

3.3.5 ラッチアップ

CMOS 構造のデバイスは、ラッチアップと呼ばれる特有の状態になることがあります。これは CMOS IC 自身が内蔵する寄生の PNP 接合 (サイリスタ構造) が導通し、Vcc—GND 間に数百 mA 以上の大電流が流れ、破壊に至る現象です。

ラッチアップは、入力・出力端子への電圧印加が定格を超えて内部素子に大きな電流が流れた場合、あるいは Vcc 端子の電圧が定格を超えて内部素子が降伏状態になったときに起こります。この場合、定格外の電圧印加が瞬間的なものであっても、いったんラッチアップ状態になると、Vcc—GND 間の大電流が保持され、発熱、発煙の恐れもあるため、次の点に留意してください。

(1) 入出力端子の電圧レベルを Vcc より上げない、または Vss より下げないでください。

電源投入時のタイミングも考慮してください。

(2) 異常ノイズがデバイスに加わらないようにしてください。

(3) 未使用の入力端子の電位を Vcc または Vss に固定してください。

(4) 出力短絡をしないでください。

3.3.6 入力・出力の保護

出力同士を接続したワイヤード論理構成は、出力がショート状態となるため使用できません。もちろん出力を Vcc や GND にショートしないようにしてください。また、3—ステート出力の製品において出力ショート電流を長時間流し続けると、IC の劣化に結びつく場合がありますので、出力がともにインエーブルとならないように設計してください。

3.3.7 負荷容量

デバイスによっては、大きな負荷容量を接続すると遅延時間が大きくなり、大きな充放電電流が流れてノイズの原因になります。また、長時間出力が短絡となるため配線の溶断にもつながります。各製品で推奨する負荷容量を使用してください。

3.3.8 熱設計

半導体デバイスの故障率は、使用温度により大きく加速されます。また、デバイスの内部に加わる温度ストレスは図 3.2に示すように、デバイスの周囲温度とデバイスの消費電力による温度上昇の和となります。熱設計に際しては個別技術資料・データブックの熱設計上の留意を参照してください。

高信頼性確保のために、熱設計に際し次の点に配慮してください。

- (1) デバイスの周囲温度 (T_a) は、周囲からの発熱の影響を避け、できるだけ低く保つことを検討してください。
- (2) デバイスの動的消費電力が比較的大きくなる場合は、強制空冷、基板の材料および放熱フィンの使用なども検討してください。パッケージの熱抵抗を下げることができます。
- (3) デバイス自身についても、消費電力による熱的ストレスを抑えるため、ディレーティングして使用してください。

$$\theta_{ja} = \theta_{jc} + \theta_{ca}$$

$$\theta_{ja} = (T_j - T_a)/P$$

$$\theta_{jc} = (T_j - T_c)/P$$

$$\theta_{ca} = (T_c - T_a)/P$$

θ_{ja} : ジャンクションから周囲への熱抵抗 (°C/W)

θ_{jc} : ジャンクションからパッケージ表面への熱抵抗、あるいは内部熱抵抗 (°C/W)

θ_{ca} : パッケージ表面から周囲への熱抵抗、あるいは外部熱抵抗 (°C/W)

T_j : ジャンクション温度あるいはチップ温度 (°C)

T_c : パッケージ表面温度あるいはケース温度 (°C)

T_a : 周囲温度 (°C)

P : 消費電力 (W)

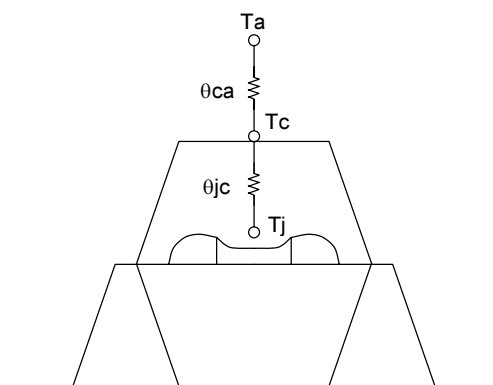


図 3.2 パッケージの熱特性

3.3.9 インタフェース

異なる入出力のデバイスを接続する場合は、入力 V_{IL}/V_{IH} と出力 V_{OL}/V_{OH} のそれぞれのレベルが合わないとは誤動作の原因となります。また、2 電源系システムのような異なる電源電圧のデバイスを接続する場合は、電源の投入や切断の順序を誤るとデバイスを破壊することがあります。各デバイスのインタフェースについては、それぞれの個別技術資料・データブックを参照してください。また、不明な点は当社営業窓口まで問い合わせてください。

3.3.10 デカップリング

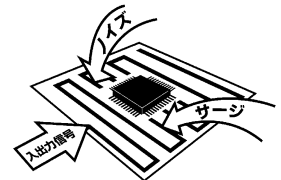
スイッチング時に発生するスパイク電流は、 V_{cc} 、GND の電位を変動させ、出力波形のリンギングおよび応答速度遅延の原因になります（通常、電源、GND の配線インピーダンスは 50~100 Ω です）。そのため、高周波に対する電源ラインのインピーダンスを低くしておく必要があります。具体的には V_{cc} 、GND 線は太く短く配線し、 V_{cc} —GND 間に高周波フィルタとしてのデカップリングコンデンサ（0.01~1 μF 程度）を基板の所要所に挿入することが理想となります。

また、低周波用フィルタとしては、基板単位で 10~100 μF 程度のコンデンサを入れることが適当です。ただし、このコンデンサの容量が大き過ぎる場合（例えば 1000 μF ）は、逆にラッチアップなどを引き起こす原因ともなりますので、適当な容量とすることが必要です。

一方、高速ロジック IC などにおけるノイズの原因は、反射とクロストークおよび電源の共通インピーダンスによる影響が考えられます。反射は信号の遅延、リンギング、オーバーシュートおよびアンダーシュートを増加させて雑音余裕度を少なくします。このような反射に対する配線上の対策としては、実装密度を高くし、配線の長さを短くして、配線のインダクタンス（L）やキャパシタンス（C）を減らすことが効果的ですが、配線間のクロストーク問題への考慮も必要となります。実際のパターン設計に際してはこれらの考慮が必要です。

3.3.11 外部ノイズ

プリント基板の入出力信号や信号線が長いときなどは、外部からの誘導によるノイズやサージが印加された場合に、デバイスによっては誤動作を起こす可能性があります。ノイズに関しては信号線の引き回しをしないようにし、さらにインピーダンスを低くしたり、ノイズ除去回路を挿入するなどの、サージに関しての保護対策が必要です。



必要な保護については、各製品のデータブックを参照してください。

3.3.12 電磁妨害

OA 機器などから放射される電磁妨害波が原因で、ラジオやテレビへのトラブル事例が増加しています。電波を有効利用し、無線通信の品質を確保するために、各国で対象機器ごとの限度値を定め、電磁妨害波の規制を行っています。

電磁妨害波の種類には、電源線や電話線を伝わる伝導ノイズ、機器から電磁波として直接放射される輻射ノイズがあり、これらの測定および対策方法は異なります。

電磁妨害波対策の難しさは、機器の各部分から発生する電磁波強度を設計段階で計算する手段がないために、試作機の完成後に専用の設備で測定して、初めて電磁妨害波の強度が判明する点にあります。しかし、システムの設計時にいくつかの電磁妨害波防止の手段を講じておけば、完成後の対策をスムーズに行うことが可能です。例えば、幾通りかのシールドの取り付けを可能にしておき、測定結果に基づき最適なシールドを選択するような手段なども効果的です。

3.3.13 周辺回路

半導体デバイスは多くの場合に周辺回路および部品を伴います。入出力信号の電圧・電流などは下記事項に留意しデバイスの仕様に合った設計をしてください。

- (1) 入力端子に対しては、入力電圧・電流が適正でないと誤動作の原因になります。また、仕様によってはプルアップ・ダウン抵抗が内蔵されている場合がありますので、必要電圧および電流を考慮の上設計してください。
- (2) 出力端子に対しては、外部回路のドライブ能力が決められています。それを超えるドライブ能力が必要な場合には補償回路などを挿入するか、外部回路に使用する部品選定をする段階であらかじめ考慮してください。

3.3.14 安全規格

各国で遵守されるべき安全規格が設けられています。これらにはデバイスに対する認証制度、および絶縁設計基準などの要求が含まれる場合があります。国別の安全規格に十分留意し、適合したデバイスの選択と設計をしてください。

3.3.15 その他

- (1) システムの設計時は、用途に応じたフェールセーフなどの対策をしてください。また、実装システムによるシステムデバックを実施してください。
- (2) プラスチックパッケージのデバイスを、高電界中に置くとチャージアップにより表面リークが発生し、誤動作する場合があります。高電界中で使用する場合は、パッケージ表面を導電性のシールド板で遮蔽するなどの処置を考慮してください。
- (3) メモリやマイクロコンピュータなどでは、電源投入やリセットの解除に留意が必要な場合がありますので、各デバイスの個別技術資料・データブックを参照の上、デバイスに合った設計上の配慮をしてください。
- (4) 実装したデバイスの端子上に、外部から導電性物質（金属ピンなど）が落下し、ショート状態にならないように筐体設計上の配慮をしてください。

3.4 検査、試験、評価

3.4.1 アース

⚠ 注意

測定設備やはんだごてなどは、漏電がないことを確認してアースしてください。漏電した場合、デバイスの電氣的破壊や感電の恐れがあります。

3.4.2 検査の順序

⚠ 注意

- ① デバイスの逆差しおよび差し違いのままでの通電はしないでください。電流や消費電力が最大定格を超え、破壊や劣化の原因になるだけでなく、破裂・燃焼により傷害を負うことがあります。なお、逆差しおよび差し違いのままで通電したデバイスは使用しないでください。
 - ② 電圧が交流で 42.4 V (ピーク値)、直流で 60 V を超えて評価・検査・試験時には、電極やプローブなどを接続後に電源を投入してください。感電により傷害を負うことがあります。
- (1) デバイスへの電圧印加は治具などに挿入した後に行ってください。この際、電源の立ち上げ、立ち下げに規定がある場合はその指示に従ってください。
 - (2) デバイスの検査終了後は、デバイスへの印加電圧を **OFF** した後に治具より取り出してください。電源を **ON** のまま取り出すとデバイスの劣化、破壊を招く場合があります。
 - (3) 測定器からのサージ印加がないようにしてください。
 - (4) テープキャリアパッケージ (TCP) では、LSI チップが露出しています。検査の際にはチップクラック、キズなどが発生しないようにしてください。
電氣的な接触もチップ故障の原因となりますので、同接触がないようにしてください。

3.5 実装

デバイスのパッケージには、リード挿入形と表面実装形があります。基板実装時における信頼性への影響は、フラックスなどによる汚染およびはんだ実装時の熱ストレスなどがあります。特に、表面実装デバイスでは、はんだリフローによるパッケージ全体加熱時の熱ストレスが最も大きな問題となります。また、同一パッケージでもチップサイズやフレームデザインなどにより、実装方法が異なる場合があります。詳細はデバイスごとの個別技術資料・データブックを参照してください。

3.5.1 リード加工

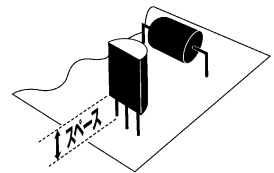
⚠ 注意

- ① ニップパなどによるリードカッティング時は、保護メガネを使用してください。カッティングくずの飛散により目に傷害を負う恐れがあります。
- ② デバイスのリード先端に触れないでください。先端が尖っているタイプがあり刺し傷を負うことがあります

デバイスをプリント基板などに取り付けるに際し、リードを切断したり成形加工をする場合があります。この際にデバイスの内部に異常な力が加わり、機械的に破壊させたり信頼度を低下させたりする原因となることがあります。その原因は主としてデバイス本体とリード間に加わる相対的なストレスによるもので、デバイス内部のリードの損傷、密着性の低下および封止部の破壊などにつながります。リード加工に際しては以下の事項に留意してください。

(面実装タイプのデバイスは対象外です)

- (1) プリント基板のリードの挿入穴間隔は、デバイスのリード間隔と同一寸法基準にて設計を行ってください。
- (2) プリント基板の穴とデバイスリードの間隔が一致しない際は、デバイスの強制挿入を行わないでください。
- (3) デバイスとプリント基板間の最小寸法は、個別技術資料・データブックを参照してください。必要時はリードフォーミングなどで隙間を空けてください。はんだ付け時、プリント基板からデバイスを浮かすための鞍(スペーサ)は使用しないでください。はんだ凝固後も鞍が熱膨張してデバイスに重大なストレスを与えることがあります。
- (4) リードフォーミングを行う場合は、下記に留意してください。
 - (a) リードの折り曲げに際しては、パッケージ寄りの折り曲げ部の一端を固定し、デバイスに機械的な応力が加わらないようにしてください。なお、同一箇所でのリードの曲げ伸ばしは繰り返さないでください。
 - (b) リードフォーミングの実施に際してはリードに損傷を与えないでください。
 - (c) その他、個別技術資料・データブックに規定される注意事項を守ってください。



3.5.2 プリント基板への実装

素子のリード線をプリント基板にはんだ付けするとき、リードにストレスを残したままにしておかないような注意が必要です。

それはリードを成形して穴寸法に合わせたり、デバイス本体とプリント板の間にスペースを取るようにし（図 3.6参照）、成形しないで無理に押し込んだり、工具でストレスを残しておく、ストレスのかかっている所が応力腐食やウイスカの発生につながり、断線、短絡の原因となる場合があります。そのため穴寸法はできればリード間隔に合わせることも必要です。

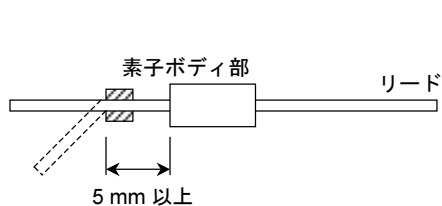


図 3.3 リードの曲げ方

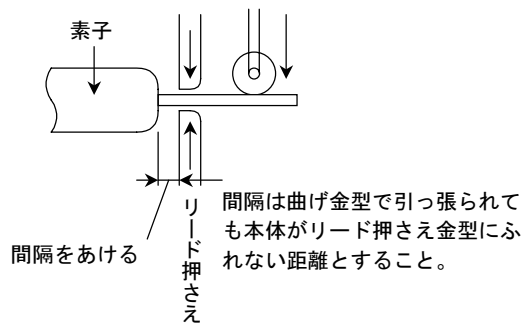


図 3.4 金型使用によるリード線の曲げ方

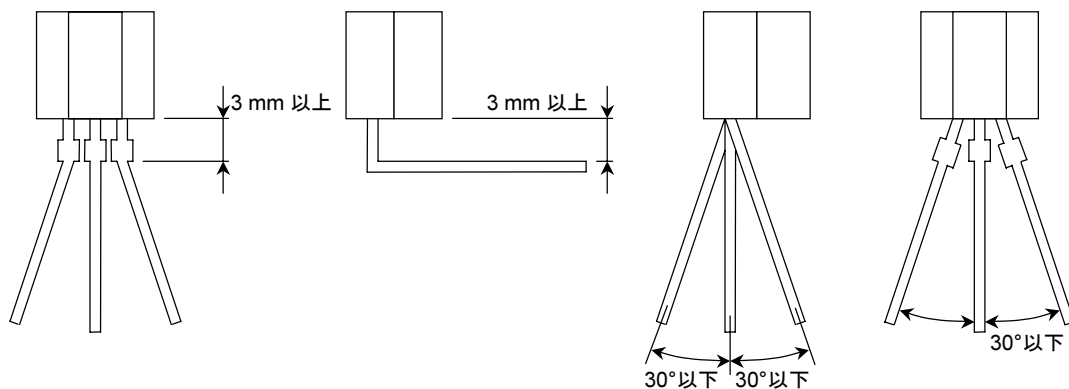


図 3.5 リード線の曲げ方

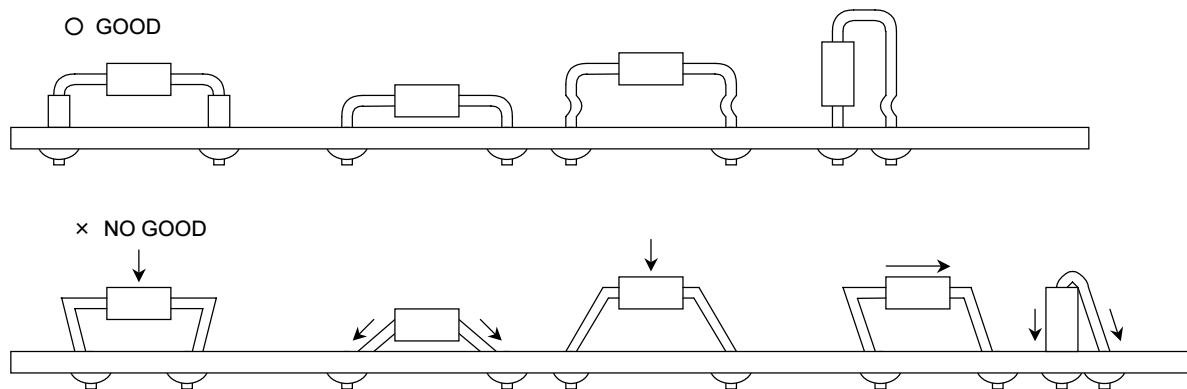


図 3.6 プリント基板実装例

3.5.3 ソケットによる実装

- (1) ソケットによるデバイスの実装は、それぞれのパッケージに合ったソケットを使用してください。
- (2) コンタクト部分の接触圧力が適正なものを使用してください。抜き差しの繰り返しにより接触不良を起こしたり、圧力が高い際には抜き差しする際にデバイスのリードを曲げたり傷つけたりします。
- (3) ソケットをプリント基板にはんだ付けする際は、フラックスがコンタクト部分まで浸入しない構造または完全に洗浄できる構造のものを使用してください。
- (4) プリント基板の防湿などのために塗布するコーティング剤は、ソケットのコンタクト部に付着しないようにしてください。
- (5) ソケットへの抜き差しなどでリードが著しく曲がった場合に、やむを得ず曲げを矯正して使用する場合は一回にとどめ、複数回の矯正使用はしないでください。
- (6) デバイスが実装されたプリント基板に、外部から振動が加わる場合は、デバイスとソケット間で振動しないように、接触圧力の大きいソケットを使用してください。

3.5.4 はんだ付け温度プロファイル

はんだ付けはデバイス個々の技術資料・データブックに記載の方法・条件に従って実施してください。デバイスによりはんだ付けの方法、温度および時間などを制限している場合があります。

3.5.4.1 はんだごての場合

リード部温度を 260°C 10 秒以内、または 350°C 3 秒以内で実施してください。

3.5.4.2 赤外線リフローの場合

- (1) 遠・中赤外線での上下加熱方法を推奨します。(図 3.7 参照)

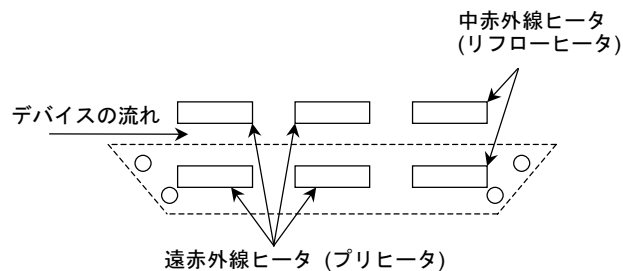


図 3.7 遠・中赤外線での上下加熱方式

- (2) パッケージ表面温度は最大 240°C とし、210°C 以上の時間は 30 秒以内で実施してください。

- (3) 推奨温度プロファイルの一例として図 3.8を参照してください。

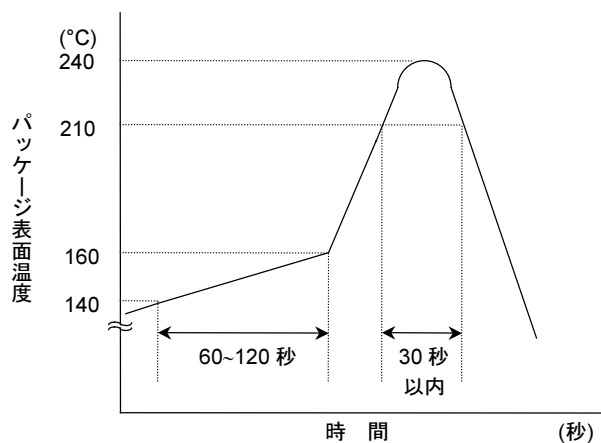


図 3.8 温度プロファイル

3.5.4.3 温風リフローの場合

- (1) パッケージ表面温度は最大 240°C とし、210°C 以上の時間は 30 秒以内で実施してください。
- (2) 推奨温度プロファイルは、上記3.5.4.2 (3) 遠・中赤外線リフローの場合の図 3.8を参照してください。

3.5.4.4 はんだフローの場合

- (1) プリヒートは、150°C で 60~120 秒実施してください。
- (2) リード挿入形パッケージではストッパー部まで、または本体から 1.5 mm 以上離れたところで最大 260°C のはんだフローにおいて 10 秒以内に実施してください。
- (3) 表面実装型パッケージの場合は、熱ストレスを避けるため 250°C 以下で 5 秒以内の実装を推奨します。
- (4) 表面実装型パッケージのはんだフローでの推奨温度プロファイルの一例を図 3.9に示します。

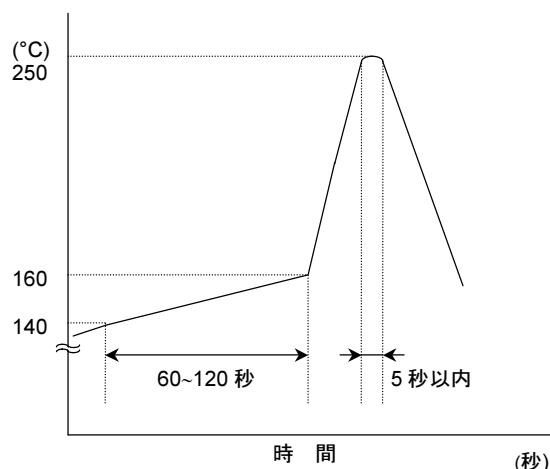


図 3.9 温度プロファイル

3.5.5 フラックス洗浄

- (1) フラックス洗浄は、ナトリウム、塩素などの反応性イオンの残留がないように洗浄してください。有機溶剤によっては、水と反応し塩化水素などの腐食性ガスを発生させ、デバイスの劣化を生じさせる恐れがあります。
 - (2) 水洗浄に際しては、特にナトリウム、塩素などの反応性イオンの残留がないようにしてください。
 - (3) 洗浄中または、洗浄液がデバイスに付着した状態で、ブラシや手で表示マーク面をこすらないでください。表示マークが消える恐れがあります。
 - (4) 浸漬洗浄、シャワー洗浄、およびスチーム洗浄は溶剤の化学的作用により洗浄を行います。溶剤中やスチーム中の浸漬時間は、デバイスへの影響を考慮して、液温 50°C 以下で 1 分以内に処理してください。
 - (5) セラミックを主材料とした気密封止タイプパッケージ (LCC、PGA、CCD など) のデバイスは、超音波洗浄を避けてください。内部の接続ワイヤが超音波に共振して断線する恐れがあります。なお、超音波洗浄が可能なパッケージのデバイスであっても、超音波による洗浄は短時間で行ってください。長時間の洗浄はモールド樹脂とフレーム材との密着性を低下させる恐れがあります。
- 推奨する基本的な条件を下記に示します。

超音波洗浄の推奨条件

周波数 : 27~29 kHz

超音波出力: 300 W 以下 (0.25 W/cm² 以下)

洗浄時間 : 30 秒以下

超音波振動子とプリント基板やデバイスが、直接接触しないように溶剤中に浮遊した状態で行ってください。

3.5.6 無洗浄

アナログ系および高速のデバイスに対しては洗浄することを推奨します。フラックスの等級によっては無洗浄の場合にリード間微小リークや、マイグレーションを起こすことがあります。ただし、ハロゲン含有量が 0.05 W% 以下のフラックスを使用する際は、無洗浄でも問題ないと推定されます。

3.5.7 テープキャリアパッケージ (TCP) の実装

- (1) テープキャリアパッケージの実装は、静電気破壊への対策が必要です。
 - (2) テープからのデバイス切り離し、およびアウトターリードボンディング (OLB) 実装を行う際は、作業の安全性に十分に配慮して実施してください。
 - (3) ポリイミド製のベースフィルムは強く薄いため、身体への受傷および物品への損傷が発生しないようにしてください。
 - (4) 打ち抜きの際は、微細破片の飛散により受傷することがないように飛散防止策をしてください。
 - (5) デバイスを切り離した後のテープ、リールおよびスペーサなどは、産業廃棄物として適切な処理をしてください。
 - (6) TCP デバイスは、LSI チップ裏面が露出しています。従ってチップクラック防止のため LSI 裏面に機械的衝撃が加わらないように実装してください。さらに、電気的な接触についても、LSI 故障の原因となります。LSI チップ裏面に電氣的接触がないように実装してください。
- 特性向上のために LSI チップ裏面を基板に接続する実装の場合は、事前に当社営業窓口にお問い合わせください。

3.5.8 チップの実装

チップで納入されるデバイスは、プラスチックパッケージ製品にくらべ、外的要因により容易に特性劣化および破損が生じます。取り扱いには十分留意してください。

- (1) チップ表面が汚染された雰囲気ないしは物質にさらされないように、整備された環境で実装してください。
- (2) チップの取り扱い時は、静電気にさらさないようにしてください。チップ実装に際しては、特に静電気破壊への対策が必要です。そのため、周辺部品を先に実装し、最後にチップ実装をすることを推奨します。
- (3) チップ実装用の基板 (PCB など) は、基板上に化学薬品 (PCB エッチング時の薬品など) の残留などがないものを使用してください。
- (4) チップの実装は、半導体製品としての適切な電氣的、熱的、機械的な特性を得られるように最適な組み立て方法を用いてください。

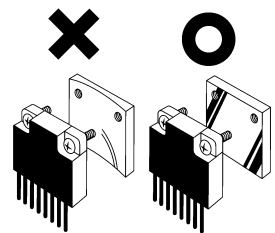
*: チップについての詳細は、個別の仕様書を参照してください。

3.5.9 基板コーティング

高信頼性を必要とする機器、あるいは悪環境下 (湿度、腐食性ガス、塵埃など) で使用される機器にデバイスを使用する場合は、防湿コーティングを行うことがあります。コーティング樹脂の使用に際しては、応力の少ないものを選択してください。

3.5.10 放熱板

- (1) デバイスに放熱板を取り付ける場合は、指定のアクセサリを使用してください。また、取り付ける際に、デバイスに過大な応力を加えないようにしてください。
- (2) デバイスを放熱板に 2 ヶ所以上で取り付ける場合は、ほかの取り付け部を開放したまま 1 ヶ所のみを規定トルク値まで締め付けることはしないで、すべての取り付け部を軽く予備締めした後に規定のトルク値まで締め付けてください。
- (3) 放熱板のネジ穴は規定通りにし、デバイスの取り付け部はバリや凹凸が少ない平坦な面にしてください。
- (4) 放熱板とデバイスとの間にシリコングリースを薄く塗布することで熱伝導がよくなります。この場合、不揮発性のシリコングリースを使用してください。揮発性のシリコングリースは、長期間使用するとひび割れが生じ、放熱効果を悪化させることがあります。
- (5) プラスチックパッケージデバイスの場合、グリースの選定によってはベースオイルがパッケージの内部に浸入してデバイスの寿命を著しく悪化させることがあるので、推奨のシリコングリース (東芝シリコン製 YG6260) を使用してください。その他のものを使用する場合は同等品を選択してください。
- (6) デバイスの動作中は、放熱板が高温になりますので、接触によって火傷をしないようにしてください。



3.5.11 締め付けトルク

- (1) デバイスの個別技術資料・データブックに記載された、規定値以内の締め付けトルクで締め付けてください。
- (2) エアドライバはデバイス本体に接触させないでください。

3.5.12 デバイスの再実装および再使用

次の履歴を経たデバイスは再実装および再使用をしないでください。特性および信頼性面で重大な問題が発生する場合があります。

- (1) はんだ付けから回収されたデバイス。
- (2) 逆差しまたは逆極性で通電されたデバイス。
- (3) リードフォーミングが再実施されたデバイス。

3.6 使用環境**3.6.1 温度**

一般に半導体デバイスは、ほかの機構部品などに比べ温度に対して敏感です。各電気的特性は使用温度によって制限されますので、あらかじめ温度特性を把握してディレーティングを考慮した設計を盛り込む必要があります。また、動作保証温度範囲外で使用されますと、電気的特性が保証されないばかりでなくデバイスの劣化を早めます。

3.6.2 湿度

- (1) プラスチックパッケージのデバイスは、その気密性が完全ではありません。従って、高湿度環境での長期使用は、内部への水分侵入により半導体チップの劣化や故障を引き起こす場合があります。また、通常のプリント基板では、高湿度環境で配線間インピーダンスが低下する可能性があります。高い信号源インピーダンスを持つシステムでは、これら基板リークやデバイスのリード間リークが誤動作の原因になります。このような場合には、デバイス表面の防湿処理を検討してください。一方、低湿度では静電気の放電による損傷が問題になりますので、特に防湿処理をしない限り 40~60%の湿度範囲で使用してください。

3.6.3 腐食性ガス

デバイスは腐食性ガスに反応して特性が劣化することがあります。例えばゴム製品の近傍にデバイスを配置する際は、化学反応によって生ずるリードの腐食およびリード間リークに対する配慮が必要です。なぜなら、ゴム製品は高湿度環境で結露するだけでなく、硫黄を含む硫化ガスが発生するためです。

3.6.4 放射線・宇宙線

一般のデバイスは、耐放射線や耐宇宙線の設計がなされていません。従って、放射線の発生する環境では、放射線や宇宙線を防止する遮蔽設計が必要です。

3.6.5 強電界・強磁界

デバイスは、磁界にさらした場合にプラスチック材料や IC チップ内部の分極現象により、インピーダンス変化やリーク電流の増加などの異常現象が起こります。テレビの偏向ヨークの近傍に LSI を実装したことにより、誤動作を起こしたという事例もあります。このような場合には、実装場所の変更や電界・磁界シールドが必要です。特に、交番磁界環境では、起電力が発生するために磁気シールドが必要です。

3.6.6 外乱光 (紫外線、太陽光、蛍光灯、ランプなど)

半導体デバイスに光を与えますと光電効果により起電圧が生じ、誤動作を起こす場合があります。特にパッケージを通してチップが見えるデバイスについては、より高い影響を受けますので、外乱光が入射しない設計にしてください。光半導体や EP-ROM 以外でも影響があります。

3.6.7 塵埃・油

腐食ガスと同様に、デバイスが化学反応する場合がありますので、デバイスの特性に影響を与える塵埃・油などが付着しない環境で使用してください。光デバイスの場合、光学特性にも影響が現れますので設計の際に、特に留意が必要です。

3.6.8 発煙・発火

半導体デバイスやモジュール化したデバイスは、不燃性ではありませんので、故障などの発生時に燃焼する場合があります。また、その際に毒性を持ったガスが発生する恐れがあります。従って、燃焼・発熱体および発火物・引火物の近くでは、使用しないでください。

3.7 廃棄

デバイスおよび包装材の廃棄については、排出事業者自らが適正に処理することを定めた法律や条例がありますので、それら法律を遵守してください。

4. 製品群別特有のご注意および使用上のお願い事項

本項には製品群別固有の留意が必要な事項を記載しています。本項への記載事項は 3.項より優先します。

4.1 バイポーラ IC

4.1.1 車載用 IC

4.1.1.1 設計

⚠ 注意

- ① モータコイルなどの誘導負荷がある場合は、ON 時の突入電流や OFF 時の逆起電力による負極性の電流から、デバイスの誤動作あるいは破壊を防止するための保護回路を接続することが必要です。逆吸収用ダイオードの接続に関しては、デバイスの個別技術資料または車載用 IC データブックを参照してください。デバイスの破壊などにより傷害を負うことがあります。
- ② 保護機能が内蔵されているデバイスは、電源が不安定な場合、誤動作を生じて保護機能が正常に働かないことがあります。デバイスに供給する電源は安定したものを使用してください。
保護機能が正常に働かないと、デバイスが破壊するおそれがあり、破壊などにより傷害を負うことがあります。

(1) 放熱設計

システム電源・ドライバ IC は自己発熱しますので、使用の際には個別技術資料（車載用・汎用バイポーラ IC データブック）を参照の上、IC の熱遮断保護回路が動作する規定接合部温度 (T_j) 以下になるように放熱設計をしてください。

(2) 電源のヒューズ

間違った配線をしたときや電源にパルス性ノイズ入力したときに、IC 破壊を防止するための各種保護回路を内蔵しています。万が一破壊した場合に、大電流が流れ続けないように適切な電源ヒューズを使用してください。なお、IC に内蔵される保護回路の種類は個別技術資料を参照してください。

(3) 電源

デバイスへの急激な電源の立ち上げ、立ち下げはしないでください。

4.1.1.2 実装

(1) 放熱板

外囲器（例：HSIP7・P-2.54）によってはネジ止めをすることによりデバイスの劣化が生じることがありますので事前に当社営業窓口にお問い合わせください。

4.1.2 電話機・通信用 IC

4.1.2.1 設計

パワーアンプおよびシステム電源用に設計されたデバイスは、各出力端子の実効電流能力が **100 mA** 以上となるため、外付け部品に不具合（特に帰還抵抗および負帰還コンデンサのリークなど）があった際には、出力直流電圧が増大する場合があります。この結果、デバイスが発熱・発火に至る可能性がありますのでシステム設計および部品の選定に際しては十分考慮してください。なお、詳細についてはデバイスの個別技術資料またはデータブックを参照してください。

4.1.2.2 実装

移動体通信は、軽量・小型化に伴い実装基板の強度不足による歪み、または変形の可能性があります、製品実装時に接続不良となる場合があります。デバイスの端子が確実に接続するよう基板設計・実装には十分配慮してください。

4.1.3 AV 用 IC

テレビ・オーディオ用製品などに代表される民生用機器に使用されるオーディオ用低周波増幅器（パワーIC）、システム電源用およびドライバ IC に使用する場合には以下の点に留意してください。

4.1.3.1 設計

(1) 回路設計

入力および負帰還用コンデンサなどのリーク電流が大きい場合には、パワーIC の出力 DC 電圧が大きくなります。この出力電圧を入力耐電圧が低いスピーカに接続した際には、スピーカが発煙もしくは発火に至る可能性があります。特に出力 DC 電圧を直接スピーカに inputsする BTL (Bridge Tied Load) 接続方式のパワーIC を用いる際は、コンデンサおよびスピーカの選定に十分考慮してください。

(2) 放熱設計

パワーIC、システム電源 IC およびドライバ IC は自己発熱します。使用する場合には、IC に内蔵されている熱遮断保護回路の動作する接合部温度 (T_j) が **150°C** 以下になるように放熱設計をしてください。詳細については、個別技術資料、ゼネラルオーディオ用 LSI およびカーオーディオ用 LSI データブックを参照してください。また、パワーIC 周辺に使用される部品の動作温度範囲および特性に関しても考慮してください。

(3) 電源のヒューズ

間違った配線をしたときや電源にパルス性ノイズが入力したときに、IC の破壊を防止するための各種保護回路を内蔵しています。万が一破壊した場合に、大電流が流れ続けないように適切な電源ヒューズを使用してください。

4.1.4 モータ用 IC

(1) 設計

- ① モータを駆動する場合は、ON 時の起動電流や OFF 時の逆起電力により、IC の誤動作あるいは破壊を生ずる場合がありますので、電流制限抵抗や逆起電力吸収用ダイオードを接続してください。これらの接続に関しては、IC の個別技術資料またはモータ用 IC データブックを参照してください。
- ② 過電流保護
過電流保護回路は、いかなる場合でも IC を保護するものではありません。定格を超えて使用した際には、保護回路が動作する前に IC が破壊する場合がありますので留意が必要です。
- ③ IC には安定化された電源を使用してください。電源が不安定な際には IC の内部回路が正常に動作せず、IC が破壊する場合がありますので留意が必要です。

(2) 放熱設計

- ① ドライバ IC の使用に際しては、いかなる場合でも接合温度 (T_j) が 150°C 以下になるように放熱設計を行ってください。IC は自己発熱が大きいため、放熱設計が不十分な際には破壊する場合がありますので留意が必要です。
- ② 熱遮断保護回路は、いかなる場合でも IC を保護するものではありません。定格を超えて使用した際には、保護回路が動作する前に IC が破壊する場合がありますので留意が必要です。
- ③ ドライバ IC に放熱板を取りつける際は、過度な機械的ストレスが IC に加わらないようにしてください。また、IC によってはシリコンラバーの使用を禁止しているものもありますので留意が必要です。
- ④ ドライバ IC の放熱設計や放熱板の取り付けに際しては、個別技術資料またはモータ用 IC データブックを参照してください。

(3) 電源のヒューズ

IC が破壊した際に大電流が流れ続けないように、適切な容量の電源ヒューズを使用してください。IC は定格を超えた使い方や、配線や負荷から誘起される異常パルスノイズが原因で破壊する可能性があります。IC の破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするためのヒューズ容量の選定が必要です。

4.1.5 許容損失での注意 (定常状態)

許容損失は、トランジスタ単体時と基板実装時とは異なります。

次に各外圍器別に代表品種による許容損失の変化について示します。

4.1.5.1 スーパーミニトランジスタ

スーパーミニトランジスタの許容損失は単体時 100~150 mW ですが、セラミック基板に実装した場合、基板サイズにより、図 4.1 に示すように増加します。なお、使用トランジスタは 2SA1162/2SC2712 です。

4.1.5.2 パワーミニトランジスタ

パワーミニトランジスタは小形外圍器であるため単体としての許容損失 ($P_c \text{ max}$) は 500 mW ですが、基板に実装されるとコレクタフィンから基板への熱放散が大きくなり、実装状態での許容損失は 1.0 W~2.0 W と大きく取れ、TO-92MOD (800~900 mW), TO-126 (1.0~1.2 W) と同等の回路設計が可能となります。

図 4.2 は 2SC2873, 2SA1213 基板実装状態での許容損失例を示しています。

4.1.5.3 パワーモールドトランジスタ

許容損失はストレートタイプの場合は、 $P_c = 1 \text{ W}$ ですが (LB) タイプはコレクタフィン部に基板装着によって許容損失が増加します。アルミナセラミック基板にパワーモールドトランジスタをはんだにより装着した場合 $P_c (1) (1,000 \text{ mm}^2) = 2 \text{ W}$, $P_c (2) (2,500 \text{ mm}^2) = 3 \text{ W}$ と増加します。図 4.3 に許容損失 P_c と周囲温度 T_a との関係を示します。(使用トランジスタは 2SC3074, 2SC1244)

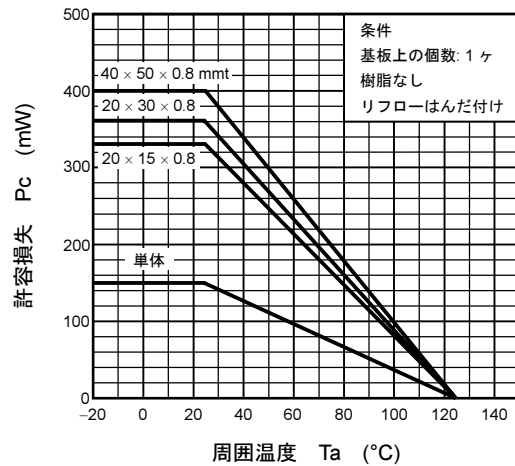


図 4.1 アルミナセラミック基板取り付け時の $P_c \text{ (max)}$ - T_a 特性 (2SA1162, 2SC2712)

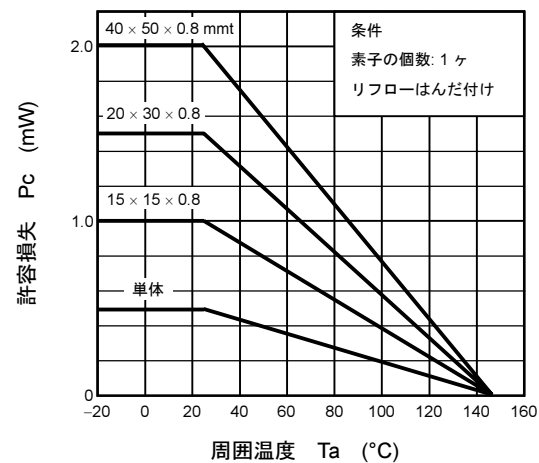


図 4.2 アルミナセラミック基板取り付け時の $P_c \text{ (max)}$ - T_a 特性 (2SC2873, 2SA1213)

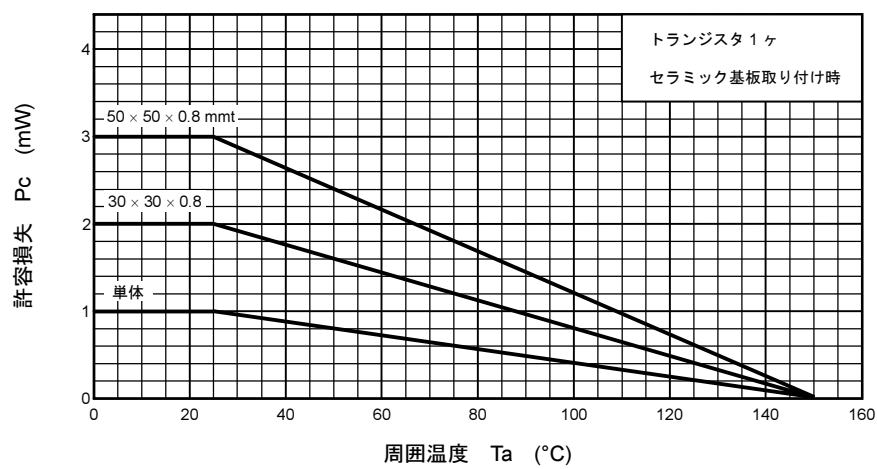


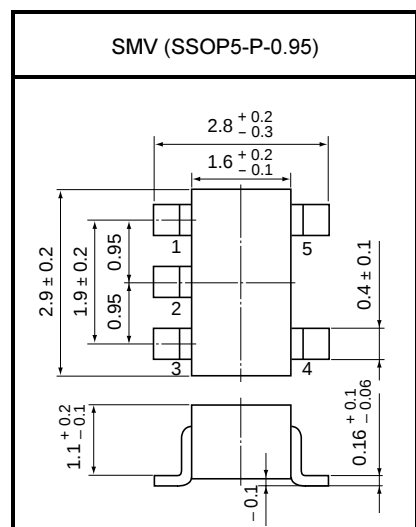
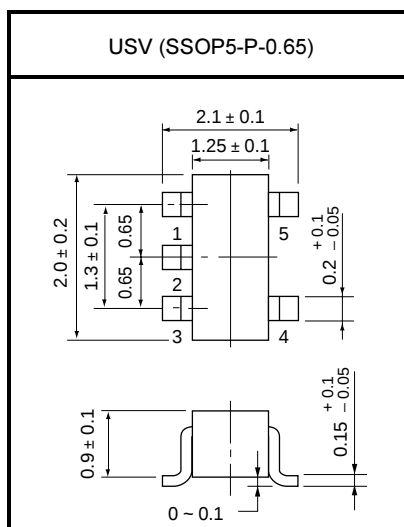
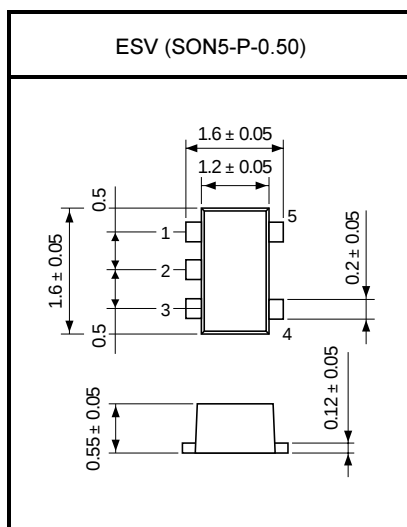
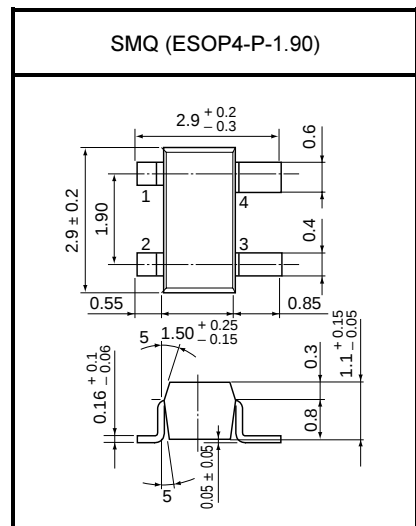
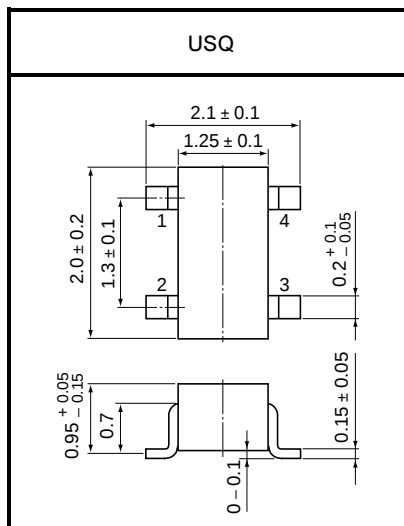
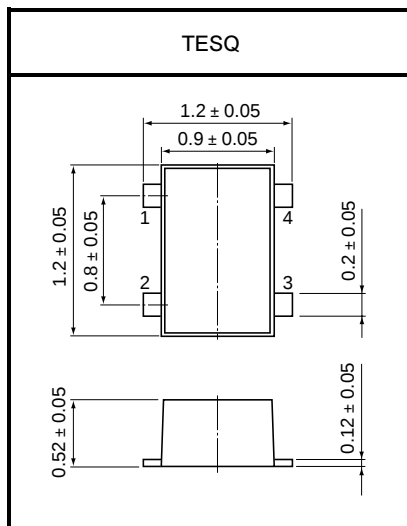
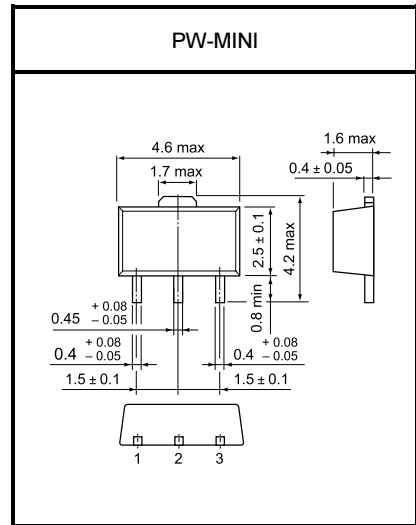
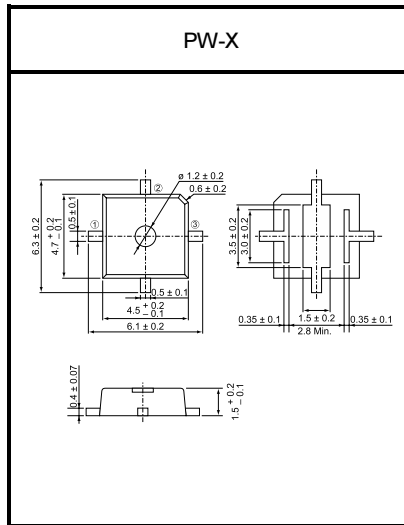
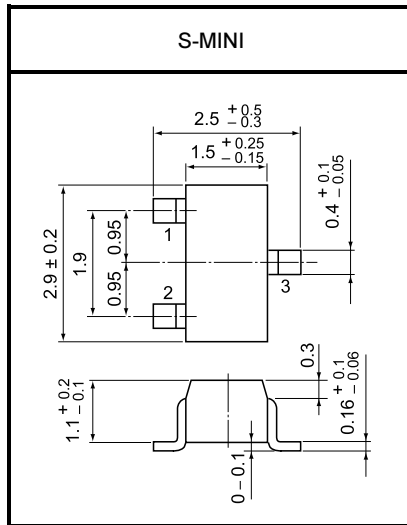
図 4.3 アルミナ, セラミック基板取り付け時の許容損失 P_c と周囲温度 T_a (2SC3074, 2SA1244)

[9] パッケージ外観図

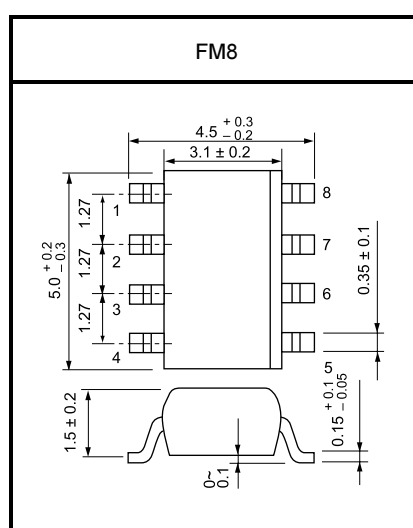
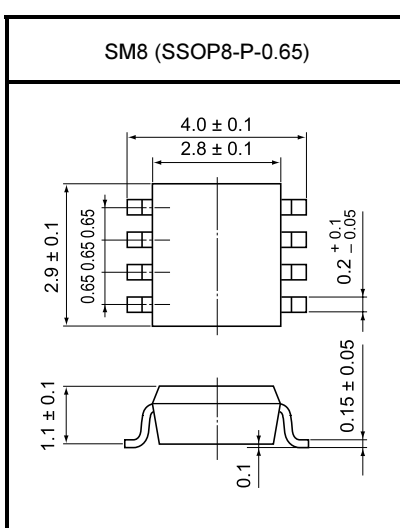
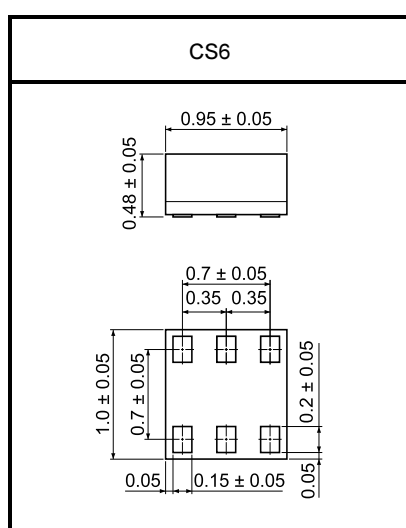
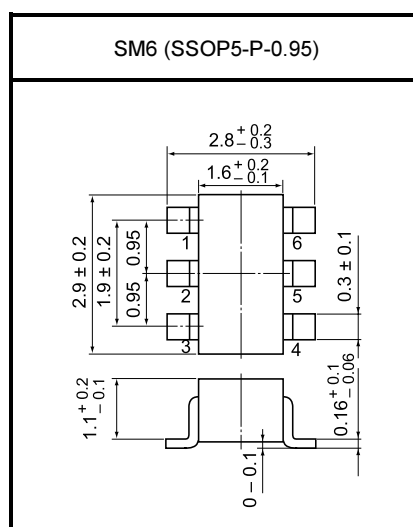
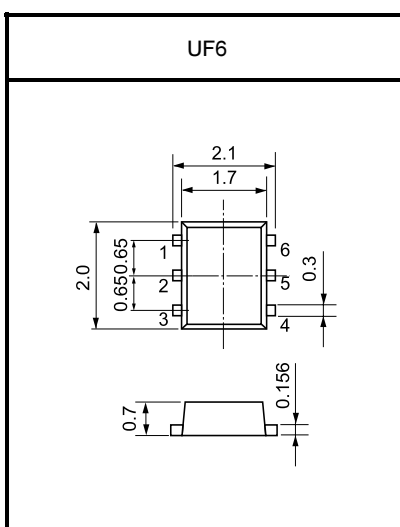
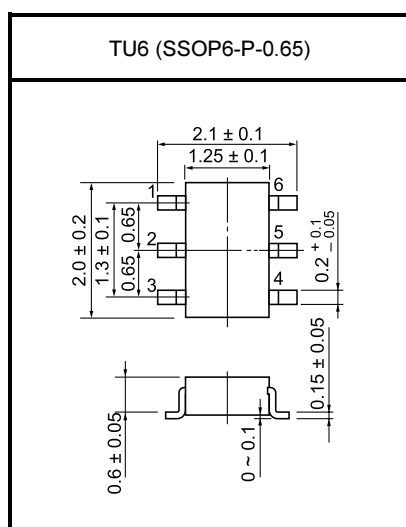
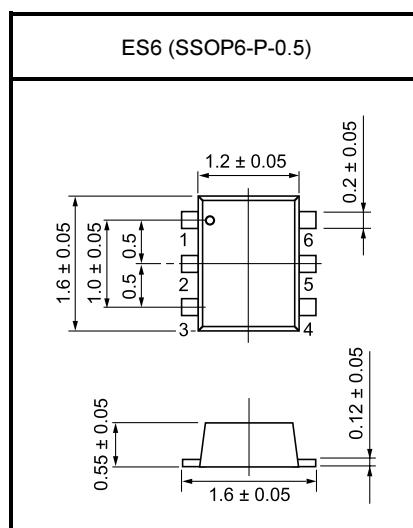
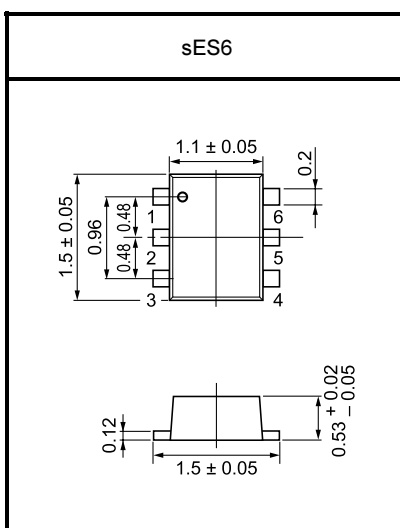
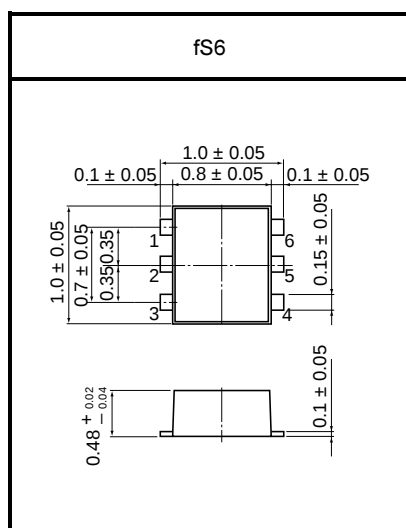
单位: mm



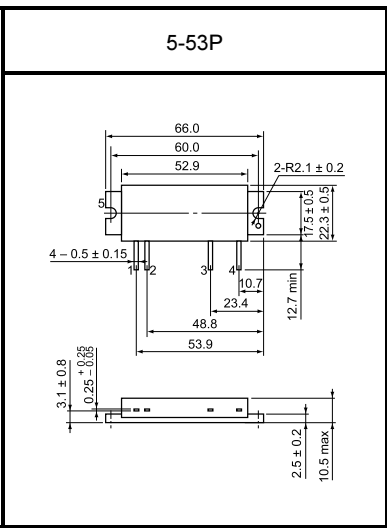
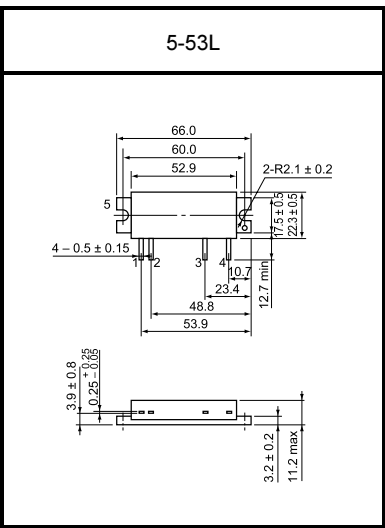
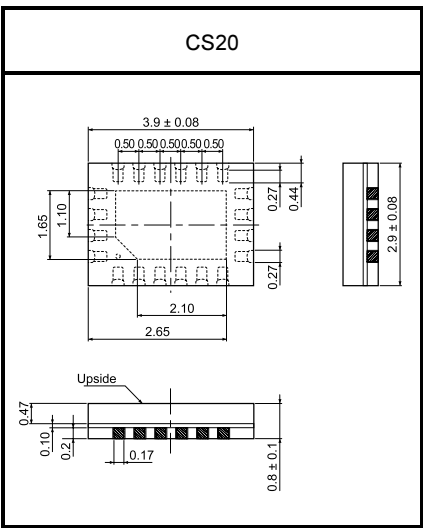
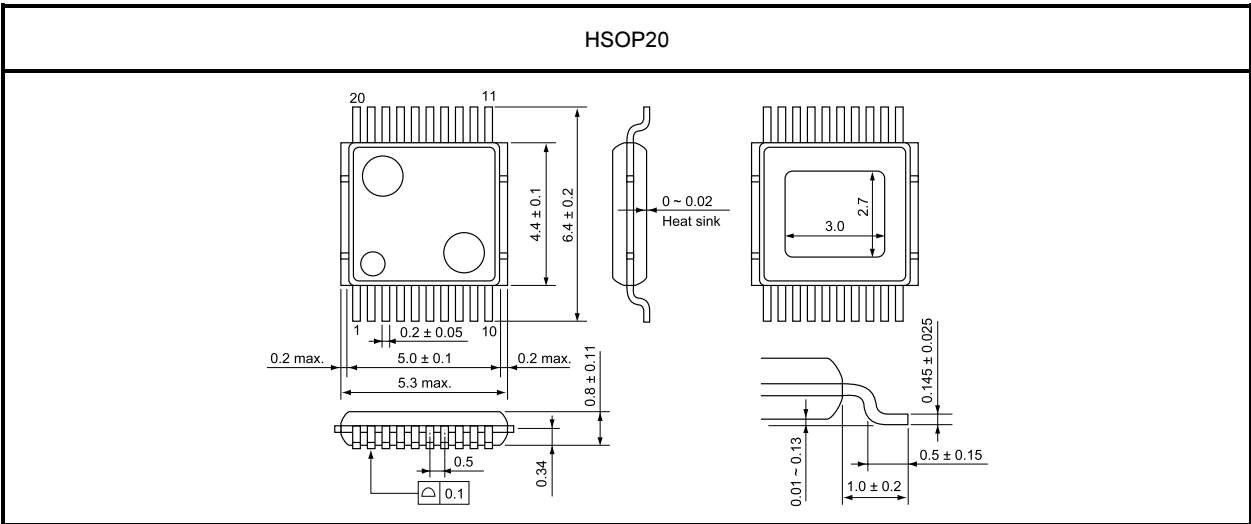
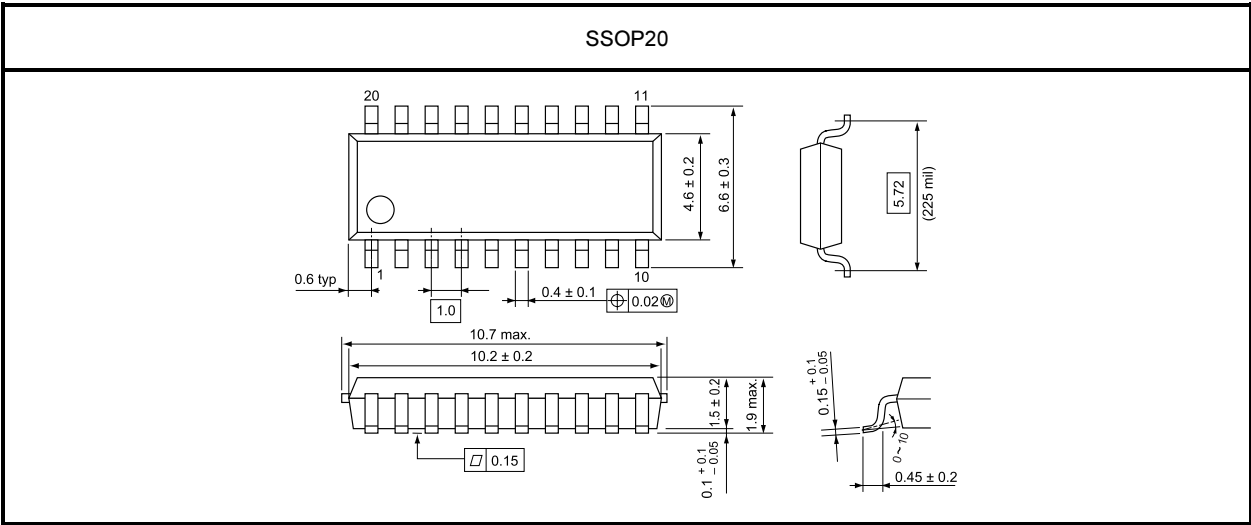
単位: mm



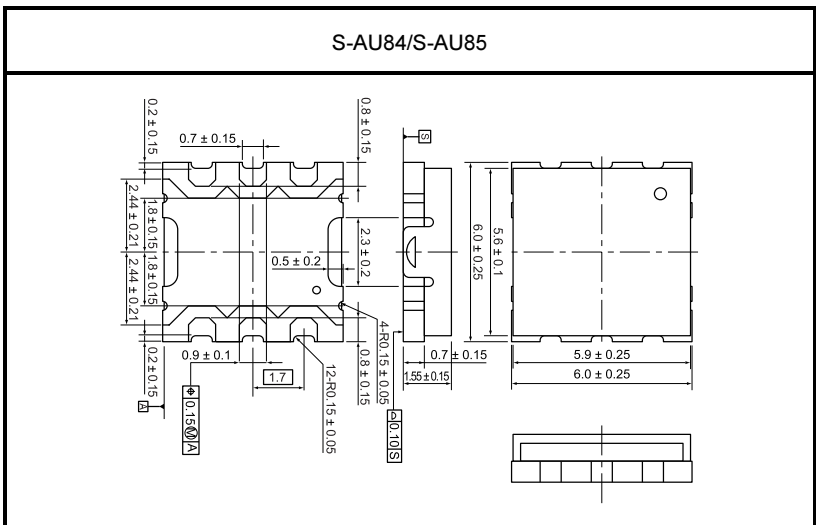
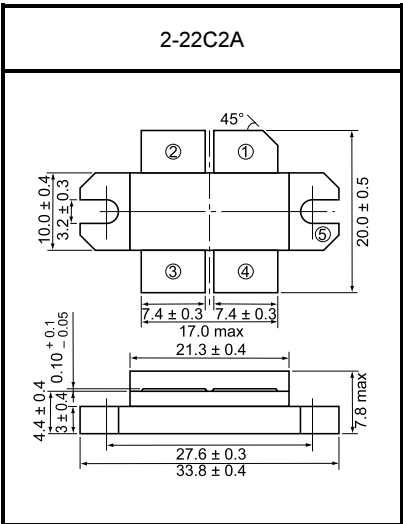
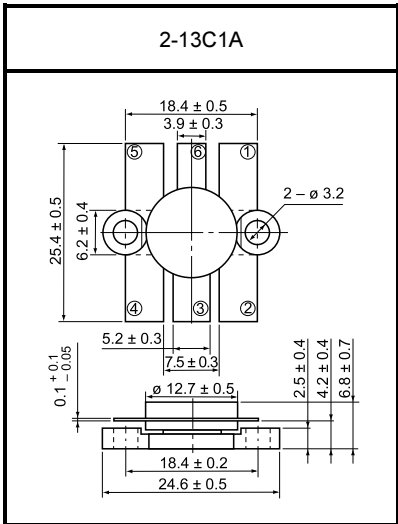
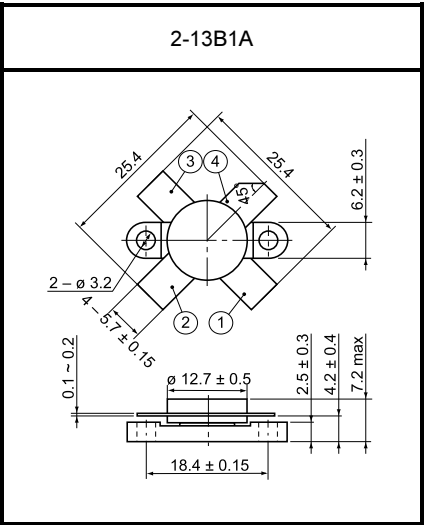
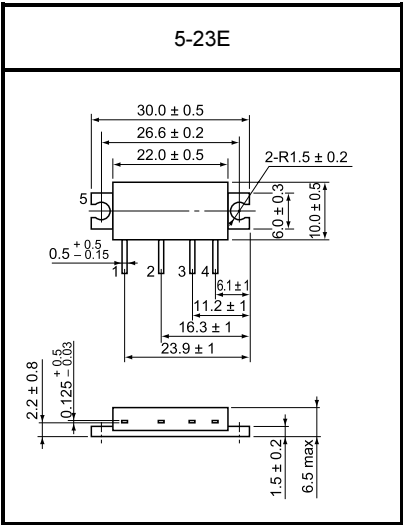
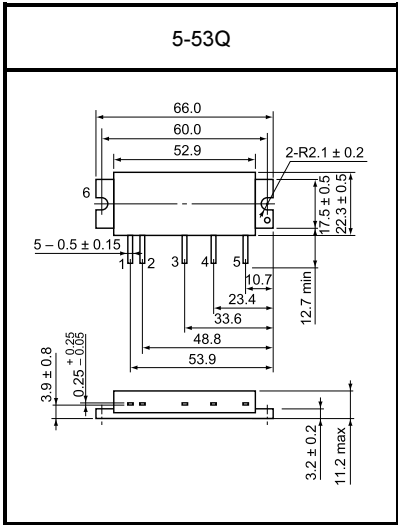
単位: mm



単位: mm



単位: mm



[10] 保守品種一覽表

[10] 保守品種一覧表

次の品種が保守品種となっております。新規採用は代替品種にてご検討くださいますようお願い申し上げます。

保守品種

品 番	代替品種	品 番	代替品種	品 番	代替品種
1S2186	1SS341	2SC5313	—	MT6P03AE	—
1S2236	1SV160	2SC5317	MT3S07T	MT6P03AT	—
1SS238	1SS312, 1SS314	2SK3179	—	MT6P04AE	—
1SS239	1SS154, 1SS271	3SK240	—	MT6P04AT	—
1SS241	1SS314, 1SS381	3SK250	—	S-AU26	—
1SS242	1SS315, 1SS295	3SK274	—	S-AU27AL	S-AU83L
1SV149	—	3SK283	—	S-AU27AM	S-AU83H
1SV153	1SV214	3SK284	—	S-AU27AH	S-AU83H
1SV153A	—	3SK320	—	S-AU35AH	—
1SV161	1SV215	3SK59	3SK126	S-AV6	S-AV35
1SV186	1SV245	HN3C07F	—	S-AV7	S-AV33
1SV204	1SV216	HN3C08F	—	S-AV10L	S-AV33
1SV211	1SV262	HN3C10F	—	S-AV10H	S-AV33
1SV212	1SV229	HN3C13FU	—	S-AV17	S-AV36
1SV217	1SV262	HN3C14FT	—	S-AV22A	—
1SV224	1SV230	HN9C02FT	—	TA4006F	—
JDV2S10T	JDV2S10S	HN9C03FT	—	TA4007F	—
2SC2348	—	HN9C07FT	—	TA4008F	TA4011FU, TA4011AFE
2SC2509	—	HN9C10FT	—	TA4009F	TA4012FU, TA4012AFE
2SC2548	—	HN9C13FT	—	TA4011F	TA4011FU, TA4011AFE
2SC2644	—	HN9C16FT	—	TA4012F	TA4012FU, TA4012AFE
2SC3011	—	HN9C18FT	—	TA4013FU	—
2SC3122	—	HN9C19FT	—	TA4102F	—
2SC3602	—	HN9C21FT	—	TA4103F	—
2SC3662	—	HN9C22FT	—	TA4300F	—
2SC3745	—	MT3S01T	MT3S11T	TA4301F	—
2SC3828	—	MT3S02T	MT3S11T	TG2000F	—
2SC4200	—	MT3S31T	—	TG2003V	—
2SC4201	—	MT3S46T	—	TG2202F	—
2SC4249	—	MT3S46FS	—	TG2205F	TG2216TU
2SC4255	2SC4252	MT4S34U	—	TG2206F	TG2216TU
2SC4392	2SC5107	MT6L69FS	—		
2SC5312	—	MT6L70FS	—		

[11] 廃止品種一覽表

[11] 廃止品種一覧表

次の品種が廃止品種となっております。新規採用は代替品種にてご検討くださいますようお願い申し上げます。

廃止品種

品 番	代替品種	品 番	代替品種	品 番	代替品種
1S2094	—	2SC389A	2SC1923	2SC2783	—
1S2187	1SS315	2SC390	2SC2347	2SC2805	2SC3121
1SS42	—	2SC391	2SC2347	2SC2876	2SC5087
1SS148	—	2SC391A	2SC2347	2SC3006	—
1SS155	1SS314	2SC392	2SC2498	2SC3147	—
1SS240	—	2SC392A	2SC2347	2SC3301	2SC3607
1SV100	—	2SC393	—	2SC3302	2SC5087
1SV123	1SV214	2SC396	2SC1923	2SC3445	2SC5084
1SV158	1SV215	2SC397	2SC2347	2SC3608	MT4S04A
1SV226	1SV288	2SC784	2SC1923	2SC4316	2SC5089
1SV238	1SV269	2SC784TM	2SC1923	2SC4318	—
1SV255	—	2SC784TMA	2SC1923	2SC4319	MT4S03A
1SV256	1SV216	2SC785	2SC1923	2SC4323	2SC5097
1SV257	1SV279	2SC786	2SC1923	2SK19	2SK192A
1SV258	—	2SC787	—	2SK19TM	2SK192A
1SV260	1SV280	2SC864	2SC383TM	2SK61	2SK161
1SV261	1SV309	2SC941	2SC941TM	2SK61LV	2SK161
1SV274	1SV282	2SC1236	2SC5084	2SK192	2SK192A
1SV275	1SV283	2SC1558	2SC5087	2SK1028	—
2SC381TM	2SC1923	2SC1559	2SC5087	2SK1310	2SK1310A
2SC381TMA	2SC1923	2SC1743	2SC5087	2SK1739	2SK1739A
2SC382	—	2SC2099	—	2SK2496	—
2SC382TM	—	2SC2114	—	2SK2497	—
2SC384	2SC1923	2SC2115	—	2SK2856	—
2SC385	2SC2349	2SC2328	—	2SK3276	—
2SC385A	2SC2349	2SC2395	—	3SK22	—
2SC385ATM	2SC2349	2SC2531	—	3SK23	2SK192A
2SC386	2SC2349	2SC2638	—	3SK28	2SK192A
2SC386A	2SC2349	2SC2639	—	3SK73	3SK195
2SC387	2SC2347	2SC2640	—	3SK77	—
2SC387A	2SC2347	2SC2641	—	3SK78	3SK195
2SC387A (G)	2SC2347	2SC2642	—	3SK90	—
2SC387A (G) TM	2SC2347	2SC2643	—	3SK101	3SK195
2SC387ATM	2SC2347	2SC2652	—	3SK102	—
2SC389	2SC1923	2SC2663	2SC5087	3SK112	—

品 番	代替品種	品 番	代替品種	品 番	代替品種
3SK114	3SK126	S1255	2SC2644	S-AV24	—
3SK115	3SK291	S1256	2SC2644	S-AV26H	—
3SK121	—	S1297	2SC2498	S-AV28	—
3SK140	—	S2531	2SC2498	S-AV29H	—
3SK145	3SK291	S2676	—	S-AV30H	—
3SK146	3SK232	S9A61	—	TG2002V	—
3SK152	3SK292	S-AU6L	—	TG2005F	TG2006F
3SK159	3SK292	S-AU6VL	—	TG2200AF	TG2216TU
3SK160	3SK225	S-AU39	—	TG2200F	TG2216TU
3SK198	3SK291	S-AU64	—	TG2203F	TG2210FT
DLP238	1SS314	S-AU80	—	TG2204F	TG2216TU

高周波用半導体デバイス ダイオード編

発 行 年 月	2005年 2月
発 行	株式会社 東 芝 セミコンダクター社
発 行 協 力	東芝ドキュメンツ株式会社
編 集	小信号半導体応用技術部

旧版 BDJ0003A

2005. 2 (ODP)

BDJ0003B