

半導体 取扱い上のご注意とお願い

東芝デバイス&ストレージ株式会社

2024年 7月

目次

第 1 章 半導体製品採用にあたって.....	7
第 2 章 安全上のご注意.....	8
2.1 半導体製品全般でのご注意.....	9
第 3 章 一般的な使用上のお願い.....	10
3.1 受け入れから出荷.....	10
3.1.1 ESD(静電気放電).....	10
3.1.1.1 作業環境の管理.....	10
3.1.1.2 作業時の管理.....	12
3.1.2 運搬.....	13
3.1.3 振動・衝撃・応力.....	13
3.2 保管.....	14
3.2.1 通常包装品.....	14
3.2.2 防湿包装品.....	14
3.2.2.1 防湿包装に対する一般的な取り扱い上の留意(代表的な例).....	15
3.3 設計.....	17
3.3.1 絶対最大定格.....	17
3.3.2 動作範囲.....	18
3.3.3 デイレージング.....	18
3.3.4 未使用端子.....	18

3.3.5	ラッチアップ	19
3.3.6	入力・出力の保護	19
3.3.7	負荷容量	19
3.3.8	熱設計	20
3.3.9	機械的ストレス	21
3.3.10	インターフェース	21
3.3.11	デカップリング	21
3.3.12	外部ノイズ	22
3.3.13	電磁妨害	22
3.3.14	周辺回路	22
3.3.15	安全規格	23
3.3.16	その他	23
3.4	検査、試験、評価	24
3.4.1	アース	24
3.4.2	検査の順序	24
3.5	実装	25
3.5.1	リード加工	25
3.5.2	はんだ付け温度プロファイル	26
3.5.2.1	はんだごての場合(代表的な例)	26
3.5.2.2	赤外線リフローの場合(代表的な例)	27
3.5.2.3	温風リフローの場合(代表的な例)	27

3.5.2.4 はんだフロー/はんだディップの場合(代表的な例)	28
3.5.3 フラックス洗浄	28
3.5.4 無洗浄	29
3.5.5 ソケットによる実装	29
3.5.6 チップの実装	29
3.5.7 基板コーティング	30
3.5.8 放熱板	30
3.5.9 締め付けトルク	31
3.5.10 半導体製品の再実装および再使用	31
3.6 使用環境	31
3.6.1 温度	31
3.6.2 湿度	31
3.6.3 腐食性ガス	32
3.6.4 放射線・宇宙線	32
3.6.5 強電界・強磁界	32
3.6.6 外乱光(紫外線、太陽光、蛍光灯、ランプなど)	33
3.6.7 塵埃・油	33
3.6.8 発煙・発火	33
3.7 廃棄	33
第4章 製品群別固有のお願い	34
4.1 光半導体製品	34

4.1.1 光半導体全製品に共通	34
4.1.1.1 防湿梱包	34
4.1.1.2 設計	34
4.1.1.3 検査、試験、評価	35
4.1.1.4 廃棄	35
4.1.2 フォトカプラ	35
4.1.2.1 設計	35
4.1.2.2 検査、試験、評価	36
4.1.2.3 実装	36
4.1.2.4 使用環境	36
4.1.3 ファイバカプラ	37
4.1.3.1 設計	37
4.1.3.2 検査・試験・評価	38
4.1.3.3 実装	38
4.1.3.4 保守	38
4.2 電力素子	38
4.2.1 振動・衝撃	38
4.2.2 設計	39
4.2.2.1 未使用端子	40
4.2.2.2 ラッチアップ	40
4.2.3 検査、試験、評価	41

4.2.3.1 検査.....	42
4.2.4 実装.....	42
4.3 専用 IC、汎用リニア IC.....	43
4.3.1 設計.....	43
4.3.2 実装.....	44
4.4 マイクロコンピュータ.....	45
4.4.1 設計.....	45
4.5 ASIC.....	45
4.5.1 設計.....	45
4.6 CCD イメージセンサ.....	46
4.6.1 保管.....	46
4.6.2 実装.....	46
4.7 製品群固有のご注意.....	46
4.7.1 光半導体.....	46
4.7.2 電力素子.....	47
4.7.3 専用 IC、汎用リニア IC.....	49
付録.....	50
1 デイレーティングの考え方と方法.....	50
1.1 デイレーティングの考え方.....	50
1.2 デイレーティングの方法.....	51
ご注意.....	57

製品取り扱い上のお願い.....57

第1章 半導体製品採用にあたって

当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はご使用方法によっては誤作動または故障する場合があります。




当社半導体製品(以下、「製品」とする)をご使用頂く場合は、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、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。

なお、設計および使用に際しては、製品に関する最新の情報(本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、個別技術資料など)および製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。

第2章 安全上のご注意

使用者や第三者への危害と財産の損害を未然に防ぎ、当社製品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]



 危険	 警告	 注意
“取り扱いを誤った場合、使用者が死亡または重傷 ^(*) を負うことがあり、かつその切迫の度合いが高い危害の程度”を示します。	“取り扱いを誤った場合、使用者が死亡または重傷 ^(*) を負うことが想定される危害の程度”を示します。	“取り扱いを誤った場合、使用者が軽傷 ^(*) を負うことが想定されるか、または物的損害 ^(*) の発生が想定される危害・損害の程度”を示します。

*1: 重傷とは、失明、けが、やけど(高温・低温)、感電、骨折、中毒などで、後遺症の残るもの、および治療に入院・長期の通院を要するものをさします。



*2: 軽傷とは、治療に入院や長期の通院を必要としない、けが、やけど、感電などをさします。

*3: 物的損害とは、装置・機器などにかかわる拡大損害をさします。

[図記号の説明]

 禁止	 指示
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。	指示する行為の強制(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	絶対最大定格は複数の定格の、どの一つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。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。 絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、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。電流や消費電力が絶対最大定格を超え、破壊、損傷および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に通电したデバイスは使用しないでください。
 禁止	半導体製品に通电中または通电終了直後は半導体製品および放熱板に触れないでください。デバイスおよび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。
 指示	測定設備やはんだごてなどは漏電がないことを確認の上アースをしてください。 漏電した場合、感電したりデバイスが電氣的に破壊したりすることがあります。
 指示	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。また、終了時には電荷の放電をしてください。 感電による傷害を負うことがあります。
 指示	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ことがあります。

第3章 一般的な使用上のお願い

本項には、半導体製品を正しく理解頂き、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)

半導体製品は、静電気に対して非常に敏感です。静電気放電によって高い電圧による電気が流れると、半導体製品を破壊させることがあります。特に、MOS 型半導体では、数 10V の電圧がかかるだけで壊れてしまう場合があります。人間は 2～3 kV で放電を感じるので、いかに微量の電圧で半導体製品が破壊することがわかります。従って静電気管理が必要となっています。

半導体製品の取扱いは、静電気が発生しにくい環境で行い、作業者は帯電防止衣服、静電靴、リストストラップを着用してください。また、半導体製品が直接接触する容器などは、半導体製品を損傷させる静電気が発生しない材料を使用してください。



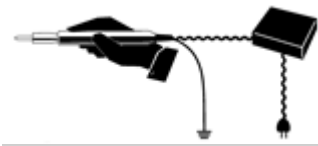
静電気帯電防止装置は常に管理しその機能を確認してください。特に“静電気注意”が明記されている半導体製品の場合は下記に従ってください。

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発生しやすくなります。湿度は防湿包装製品の開封後の吸湿も考慮し、相対湿度 40%以下にならないようにしてください。
- (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、床表面を静電気対策し、アースをしてください(表面・アース間抵抗 $1 \times 10^9 \Omega$ 以下)。
- (4) 作業台の表面は導電性マットとし、アースをしてください(表面・アース間抵抗 $7.5 \times 10^5 \sim 1 \times 10^9 \Omega$)。作業台表面は金属にしないでください。金属とした場合、低抵抗のため、帯電した半導体製品が接触した際に急激に放電する原因となります。

- (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) 半導体製品の表面をバキュームでピックアップする場合は、接触部の先端に導電性ゴムを使用するなど、帯電防止をしてください。
 - (b) 半導体製品の表面への摩擦はできるだけ避けてください。機構上で避けられない場合は、摩擦面を小さくするか、摩擦係数および低抵抗素材を使用し、かつイオナイザーにより帯電防止をしてください。
 - (c) 半導体製品の端子との接触部には、静電気拡散性材料を使用してください。
 - (d) 半導体製品に帯電体(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、半導体製品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、周囲の雰囲気イオンを中和してください。
- (6) 作業椅子は、導電性カバーや導電性キャスターなどを使用し、床面にアースしてください(座面・アース間抵抗 $1 \times 10^{10} \Omega$ 以下)。
- (7) 保管棚表面には静電防止マットを設置し、マットの表面をアースしてください(表面・アース間抵抗 $7.5 \times 10^5 \sim 1 \times 10^9 \Omega$)。
- (8) 半導体製品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、半導体製品を損傷させる静電気が発生しない材質としてください。
- (9) 台車の製品包装材と接触する面は、静電気導電性の材質とし、導電性車輪により、床面に接地してください。
- (10) 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(D種以上)、または幹線保安接地線を使用してください。なお、装置類は、個々に分離して接地してください。
- (11) 作業領域内のディスプレイの表面は、OA 機器用フィルタなどで静電気を遮蔽し、作業中のON/OFF はできるだけ避けてください。これらを怠ると、半導体製品などへの誘導帯電の原因となります。
- (12) 作業領域内にある半導体製品・装置・備品などの帯電電位を定期的に測定し、帯電のないことを確認してください。

3.1.1.2 作業時の管理

- (1) 作業者は帯電防止服と静電靴(またはトゥー/ヒールストラップ)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、抵抗を介してアースしてください(着用した状態で、表面・アース間抵抗 $7.5 \times 10^5 \sim 3.5 \times 10^7 \Omega$)。 
- (3) はんだごては、こて先をアースし、低電圧用(6~24 V)のものを使用してください。
- (4) 半導体製品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てください。金属ピンセットは低抵抗のため、帯電した半導体製品が急激に放電する原因となるため、使用しないでください。真空ピンセットは、先端を導電性吸着パッドとし、静電気対策専用の接地線にアースして使用ください。なお、メーカーの取り扱い・保守方法等に従ってください。
- (5) 半導体製品およびその収容容器は、高電界発生部(ディスプレイ上など)の近くに置かないでください。
- (6) 半導体製品を実装した基板は、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。直接重ね合わせると、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) 作業者が直接半導体製品に触れるときは、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。
- (9) 半導体製品の近くに装置類の安全カバーを設ける際は、 $1 \times 10^9 \Omega$ 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、および半導体製品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。取り扱い時は、イオナイザーを使用し、フィルムが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対策を行ってください。

3.1.2 運搬

- (1) 外装の段ボール箱は丁寧に取り扱いしてください。特に衝撃、落下などは製品を破損させる原因になりますので注意してください。
- (2) 内装の箱は特にていねいに取り扱いください。落下させると中でマガジンやトレイから製品が飛び出しリードが変形することがあります。
- (3) 水に濡れないようにする必要があります。降雨、降雪時の運搬には濡らさないように注意してください。
- (4) 運搬する場合には、機械的振動、衝撃を極力少なくしてください。特にウェハー出荷品に関しては、運搬・移動時の振動や衝撃を極力避けてください。

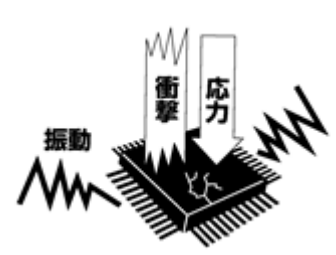
3.1.3 振動・衝撃・応力

半導体製品単体および梱包された半導体製品は、丁寧に取り扱いください。半導体製品あるいは包装の落下・衝撃は半導体製品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。半導体製品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半導体製品は、内部の結線ワイヤが非固定のため、プラスチック封止の半導体製品に比べ振動、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、半導体製品本体や、接続部分に振動、衝撃、または応力が加わると、接合不良、素子破壊などに至ることがありますので、十分に配慮して機構設計を行ってください。

特に、強い振動、強い衝撃または強い応力が加えられた場合には、パッケージまたはチップにクラックが発生することがあります。パッケージを介して半導体チップに応力が加わった場合には、ピエゾ効果によりチップ内部の抵抗変化が生じ、素子特性が変動することがあります。

瞬間的には破壊に至らないような応力であっても、長期間にわたって加え続けた場合には製品の変形を招くことがあり、断線、素子破壊などに至ったケースも確認されています。機構設計に際しては、振動、衝撃や応力に十分に配慮してください。



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の注意表示に従ってください。
- (3) 包装品の運搬にあたっては、「3.1.2 運搬」記載の内容にも注意してください。
- (4) 保管場所の温度と湿度は、5～35℃、45～75%を目安としてください。
- (5) 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。
- (6) 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。
- (7) 半導体製品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。
- (8) 保管時は半導体製品に直接荷重をかけないようにしてください。

3.2.2 防湿包装品

防湿包装品は、個別で規定された取り扱い方法に十分配慮して使用してください。規定された条件が遵守されなかった際には、半導体製品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、細部の条件は半導体製品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の納入仕様書に従い、個別に規定されていない場合は、営業窓口経由でお問い合わせください。

3.2.2.1 防湿包装に対する一般的な取り扱い上の留意(代表的な例)

運搬や保管時は包装箱の注意表示に従ってください。包装品の運搬にあたっては「3.1.2 運搬」記載の内容にも注意してください。また、チップ製品は、個別仕様に従ってください。

- (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) 保管温度・保管環境は個別の納入仕様書に従い、個別に規定されていない場合は、営業窓口経由でお問い合わせください。
- (3) 保管期限が過ぎた場合、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、次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表示ラベルに記載しています。この期間が過ぎた場合、および開封から実装までの期間内であっても高湿度環境または結露する環境で保管した際は、排湿処理を行ってください。
- (4) 排湿処理の実施に際しては、静電気による半導体製品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概略値を検知します。図3.2.1に、1点表示インジケータを示します。

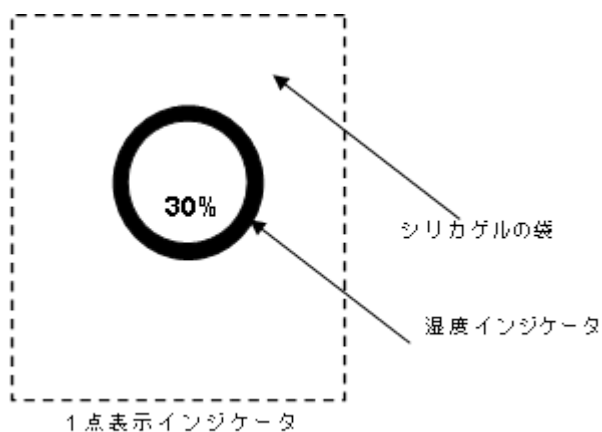


図 3.2.1 湿度インジケータのイメージ

- (6) 保管時は半導体製品に直接荷重をかけないようにしてください。



表 3.2.1 半導体製品の包装形態による排出処理可否および条件

半導体製品の 包装形態	排湿処理可否および条件
トレイタイプ	<p>防湿包装袋については耐熱性がありませんので、そのままの状態ではベーキング処理をしないでください。</p> <p>(1) 耐熱仕様のトレイの場合(「Heatproof」または温度表示がある場合) ベーキング処理については、以下の条件を守り行ってください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 防湿包装袋よりトレイを取り出す。 ② 防湿袋に書かれている条件に従ってベーキング処理を行う <p>(2) 耐熱仕様ではないトレイの場合(「Heatproof」または温度表示がない場合) ベーキング処理については、以下の条件を守り行ってください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 防湿包装袋よりトレイを取り出す。 ② 耐熱性のある、静電気対策を施された別の容器などに製品を移し変える。 ③ 防湿袋に書かれている条件に従ってベーキング処理を行う。
マガジンタイプ	<p>防湿包装袋については耐熱性がありませんので、そのままの状態ではベーキング処理をしないでください。</p> <p>ベーキング処理については、以下の条件を守り行ってください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 防湿包装袋よりマガジンを取り出す。 ② 耐熱性のある、静電気対策を施された別の容器などに製品を移し変える。 ③ 防湿袋に書かれている条件に従ってベーキング処理を行う。
テーピングタイプ	<p>防湿包装袋については耐熱性がありませんので、そのままの状態ではベーキング処理をしないでください。</p> <p>テーピング品は、全ての包装部材(エンボステープ、カバーテープおよびリール)について耐熱性がありませんので、そのままの状態ではベーキング処理をしないでください。(一部の製品については、そのままベーキングが可能なものがありますが、ベーキング条件については防湿袋に書かれている条件に従ってベーキング処理を行ってください)</p> <p>ベーキング処理については、以下の条件を守り行ってください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 防湿包装袋よりリールを取り出す。 ② 耐熱性のある、静電気対策を施された別の容器などに製品を移し変える。 ③ 防湿袋に書かれている条件に従ってベーキング処理を行う。

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、半導体製品は絶対最大定格およびその動作範囲に従って使用するだけでなく、周囲温度・湿度・振動・衝撃・応力・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、半導体製品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。設計にあたっては各製品の個別技術資料を参照してください。

3.3.1 絶対最大定格

 注意	
 禁止	絶対最大定格は複数の定格の、どの一つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。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。絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。

各端子の電圧・電流値の場合は、過電圧・過電流により半導体製品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。

また、保存温度および動作温度の場合は、半導体製品内部の劣化はもとより、半導体製品を構成する各種材料の熱膨張係数の差などによるボンディング部分のオープン、気密性の低下などを引き起こすことがあります。絶対最大定格に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。

なお、個別技術資料などで、最大定格と記載している場合は、絶対最大定格という意味で用いています。

3.3.2 動作範囲

動作範囲は、個別技術資料に記載されている動作を実現するために必ず守るべき条件です。絶対最大定格を超えなくても、動作範囲を超えて使用した場合には、半導体製品の動作および電気特性に関する仕様を満足できないことや信頼性の低下につながり、最悪の場合、動作不良や破壊などを引き起こす可能性があることがあるため、機器の設計に際しては十分に配慮してください。

さらに、半導体製品をより確かな信頼性を持たせて使用するためには、動作範囲の電流、電力および温度に対してデレーティングしてください。

3.3.3 デレーティング

半導体製品に対して、各定格値から軽減した動作範囲を設定したり、サージやノイズなどについて考慮したりすることで、半導体製品により確かな信頼性を持たせることをデレーティングと呼びます。

デレーティングは、一般的には電圧、電流、電力などの電氣的ストレス、周囲温度、湿度などの環境ストレスがあります。特に、パワーデバイスについては半導体製品自体の発熱が大きいため、接合温度(T_j)でのデレーティングの程度により信頼性が大きく変わりますので、十分配慮してください。

また、ご参考までに、詳細を付録として掲載しますのでご一読ください。

3.3.4 未使用端子

半導体製品によっては未使用の端子をオープン状態で使用すると、入力が不安定になり、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、個別技術資料の説明に従ってください。個別技術資料に処置方法の記載がない場合、営業窓口経由でお問い合わせください。

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。放熱フインの端子処置につきましては、個別技術資料の説明に従ってください。

3.3.5 ラッチアップ

半導体製品は、ラッチアップと呼ばれる特有の状態になることがあり、主に CMOS 構造の半導体製品で発生することがあります。これは半導体製品自身が内蔵する寄生の PNP 接合(サイリスタ構造)が導通し、電源電圧-GND 間に大電流が流れ、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、あるいは電源電圧端子の電圧印加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、電源電圧-GND 間の大電流が保持され、破裂・燃焼のおそれもあるため、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電源電圧より上げない、または GND 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) 異常ノイズが半導体製品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電源電圧または GND 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。もちろん出力を電源電圧や 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、製品の劣化に結びつく場合がありますので、出力がともにイネ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

半導体製品によっては、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

半導体製品の信頼性は、使用温度により大きく影響されます。また、半導体製品の内部に加わる温度ストレスは図 3.3.1 に示すように、半導体製品の周囲温度と半導体製品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の熱設計上の留意を参照してください。より確かな信頼性を持たせるために、熱設計に際し次の点に配慮してください。

- (1) 半導体製品の周囲温度(T_a)は、周囲からの発熱の影響を避けるため、できるだけ低く保つように検討してください。
- (2) 半導体製品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) 半導体製品自身についても、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)

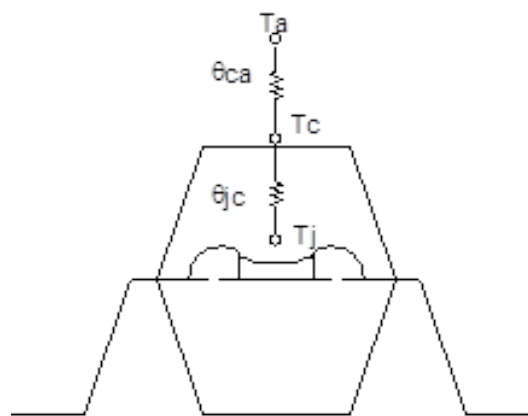


図 3.3.1 パッケージの熱特性

3.3.9 機械的ストレス

機械的ストレスを加えることでパッケージの密着性の劣化を引き起こし、湿気や汚染物質の侵入により半導体製品の劣化を招く可能性があります。

3.3.10 インターフェース

異なる入出力の半導体製品を接続する場合は、入力 VIL/VIH と出力 VOL/VOH のそれぞれのレベルが合わないと誤動作の原因となります。

また、2 つの端子間でデータの受け渡しを行う場合は、入力セットアップ/ホールド時間と出力伝搬遅延時間を整合させないと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半導体製品を接続する場合は、電源の投入や切断の順序を誤ると半導体製品を破壊することがあります。

各半導体製品のインターフェースについては、それぞれの個別技術資料を参照してください。また、不明な点は当社営業窓口までお問い合わせください。

3.3.11 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、電源電圧、GND の電位を変動させ、出力波形のリングングおよび応答速度遅延の原因となります(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。

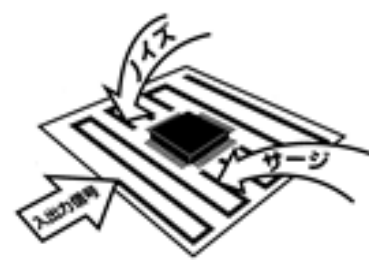
具体的には電源電圧、GND 線は太く短く配線し、電源電圧-GND 間に高周波フィルタとしてのデカップリングコンデンサ(0.01~1μF 程度)を基板の各要所に挿入することが理想となります。

また、低周波用フィルタとしては、基板単位で 10~100μF 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 1000μF)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、リングング、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半導体製品のノイズマージンを減少させます。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。

3.3.12 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、半導体製品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したりするなどサージに関する保護対策が必要です。必要な保護については、各製品の個別技術資料を参照してください。

3.3.13 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、システム的设计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。

3.3.14 周辺回路

半導体製品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半導体製品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。

3.3.15 安全規格



それぞれの国と地域で遵守すべき安全規格が設けられています。これらには半導体製品に対する認証制度、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。それぞれの国と地域の安全規格に十分留意し、適合した半導体製品の選択と設計をしてください。

3.3.16 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半導体製品を、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、各半導体製品の個別技術資料を参照の上、半導体製品に合った設計上の配慮をしてください。
- (4) Flash の書き換え動作中に電源遮断はしないでください。電源遮断により内部生成された高電界が放電されずに内部素子が破壊される恐れがあります。
- (5) 実装した半導体製品の端子上に、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	
 指示	測定設備やはんだごてなどは漏電がないことを確認の上アースをしてください。 漏電した場合、感電したり半導体製品を電氣的に破壊したりすることがあります。

3.4.2 検査の順序

 注意	
 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。電流や消費電力が絶対最大定格を超え、破壊、損傷および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に通電した半導体製品は使用しないでください。
 指示	評価・検査・試験時には、電極やプローブなどを半導体製品端子に接続後に電源を投入してください。また、終了時には電荷の放電をしてください。感電による傷害を負うことがあります。




- (1) 半導体製品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) 半導体製品の検査終了後は、半導体製品への印加電圧を OFF した後に治具より取り出してください。電源を ON のまま取り出すと半導体製品の劣化、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) 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、電氣的な接触もないようにしてください。
- (5) X 線検査にあたっては、X 線照射による特性変動の可能性があるので注意して下さい。

3.5 実装

半導体製品のパッケージには、リード挿入型と表面実装型があります。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、表面実装型パッケージでは、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。詳細は半導体製品ごとの個別技術資料を参照してください。

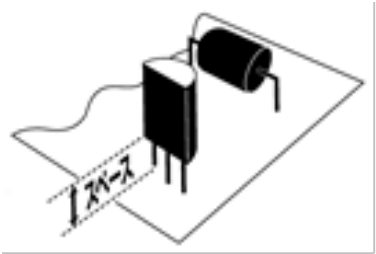
実際のセットにおいては、はんだ付け部分、接続部分、製品上面などの箇所に振動、衝撃、または応力が加わると、接合不良、素子破壊などに至ることがありますので、十分に配慮して実装を行ってください。特に、強い振動、強い衝撃または強い応力が加えられた場合には、パッケージまたはチップにクラックが発生することがあります。実装に際しては、振動、衝撃や応力に十分に配慮してください。

3.5.1 リード加工

 注意	
 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。
 指示	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ことがあります。

半導体製品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、成形加工をしたりする場合があります。この際に半導体製品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半導体製品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、半導体製品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。(面実装タイプの半導体製品は対象外です)

- (1) プリント基板のリードの挿入穴間隔は、半導体製品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半導体製品リードの間隔が一致しない際は、半導体製品の強制挿入を行わないでください。
- (3) 半導体製品とプリント基板間の最小寸法は、個別技術資料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、プリント基板から半導体製品を浮かすための鞍(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半導体製品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、半導体製品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、個別技術資料に規定されている注意事項を守ってください。

3.5.2 はんだ付け温度プロファイル

各種実装方法と代表的な温度プロファイル、条件の例を次に示します。製品によっては、はんだ付けの方法および最適な条件が異なる場合や、温度・時間などの条件を制限している場合がありますので、個別技術資料に記載されている方法・条件をお客様にてご確認の上、実装してください。なお、リフローとフローの組合せは不可としております。特殊な実装方法(鉛はんだによる実装も含む)については、当社営業窓口にお問い合わせください。

3.5.2.1 はんだごての場合(代表的な例)

こて先温度を 260℃ 10 秒以内、または 350℃ 3 秒以内で実施してください。

3.5.2.2 赤外線リフローの場合(代表的な例)

- (1) 遠・中赤外線での上下加熱方法を推奨します。
- (2) パッケージ表面温度は最大 260℃とし、255℃以上の時間は 30 秒以内で実施してください。
- (3) 温度プロファイルの一例として図 3.5.1 を参照してください。

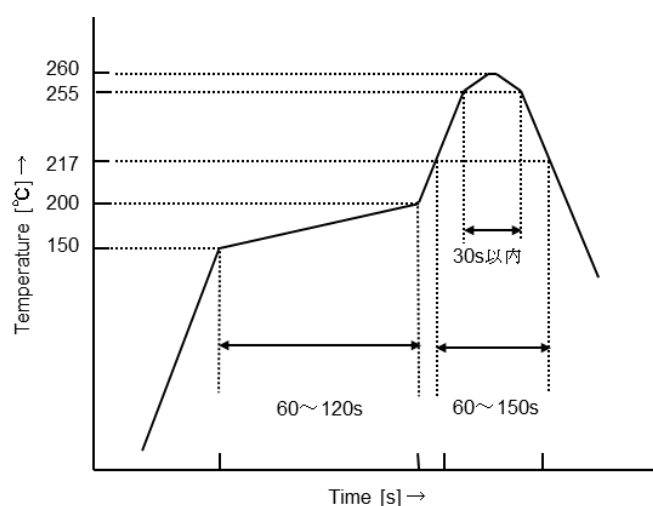


図 3.5.1 温度プロファイルの例

本プロファイルは製品耐熱保証の最大値にて記載しています。

プレヒート温度/加熱温度は、上記のプロファイル以内で、お客様が使用するはんだペーストの種類等に合わせた最適温度に設定してください。

3.5.2.3 温風リフローの場合(代表的な例)

パッケージ表面温度は最大 260℃とし、255℃以上の時間は 30 秒以内で実施してください。温度プロファイルは、上記の図 3.5.1 を参照してください。

3.5.2.4 はんだフロー/はんだディップの場合(代表的な例)

- (1) プリヒートは、150℃で 60～120 秒実施してください。
- (2) はんだフローは最大 260℃にて 10 秒以内で実施してください。
- (3) 挿入型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はんだ付けをしてください。

3.5.3 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、半導体製品の劣化を生じさせる恐れがあります。

また、洗浄液に洗浄時に溶けだした汚染物(フラックス由来のハロゲン等)の残留があると、同様に半導体製品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、洗浄液が半導体製品に付着した状態で、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。洗浄条件については 洗浄剤メーカーからの情報を活用され、お客様の御判断により実施願います。
- (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)の半導体製品は、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します。

超音波洗浄の推奨条件

周波数: 27~29 kHz

超音波出力: 0.15 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半導体製品が、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。

3.5.4 無洗浄

アナログ系および高速の半導体製品に対しては洗浄することを推奨します。無洗浄の場合にはフラックスの等級によっては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ので、使用の際には必ず確認してください。また、無洗浄の場合は、必ず無洗浄フラックスを使用してください。

3.5.5 ソケットによる実装

- (1) ソケットによる半導体製品の実装は、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半導体製品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分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) 半導体製品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、半導体製品とソケット間で振動ないように、接触圧力の大きいソケットを使用してください。

3.5.6 チップの実装

チップで納入される半導体製品は、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損傷が生じます。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。

3.5.7 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半導体製品を使用する場合は、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、応力が少なく、ハロゲン等反応性成分を含まないものを選択してください。

3.5.8 放熱板

 注意	
 禁止	デバイスに通電中または通電終了直後は半導体製品および放熱板に触れないでください。デバイスおよび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。

- (1) 半導体製品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、半導体製品に過大な応力を加えないようにしてください。
- (2) 半導体製品を放熱板に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、半導体製品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) 放熱板と半導体製品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製品の場合、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半導体製品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(モメンティブ・パフオ

ーマンス・マテリアルズ・ジャパン製)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。

3.5.9 締め付けトルク

- (1) 半導体製品の個別技術資料に記載された、規定値以内の締め付けトルクで締め付けてください。
- (2) エアドライバが製品本体に接触すると製品が損傷しますのでご注意ください。

3.5.10 半導体製品の再実装および再使用

次の履歴を経た半導体製品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半導体製品。
- (2) 逆差または逆極性で通電された半導体製品。
- (3) リードフォーミングが再実施された半導体製品。

3.6 使用環境

3.6.1 温度

一般に半導体製品は、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、動作範囲外の温度で使用されますと、電気的特性が実現されないばかりでなく、半導体製品の劣化を早めます。

3.6.2 湿度

プラスチックパッケージの半導体製品は、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。また結露が生じるような条件ではリードの酸化、またはマイグレーションが生じる可能性がありますので注意してください。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半導体製品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、半導体製品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。湿度環境に関しては、相対湿度 40～70%を目安としたセット設計上、使用上の配慮をお願いします。

3.6.3 腐食性ガス

半導体製品は SO_x、NO_x、H₂S ガスなどの腐食性ガスのもとで使用するとリードが腐食したり、特性が劣化したりすることがあります。特に、腐食性ガスと高湿度環境が重なると、劣化の進行速度は増して急速に劣化したり、化学反応によりリード間にリークが発生したりします。例えばゴム製品からは硫化ガスが発生し、半導体製品のリードの腐食およびリード間リークを発生させる可能性がありますので、製品周辺でのゴム製品の利用には留意が必要です。

3.6.4 放射線・宇宙線

半導体製品は、耐放射線や耐宇宙線の設計がなされていません。従って、自然界に存在する以上の放射線や宇宙線にさらされる可能性のある環境では、放射線や宇宙線を防止する遮蔽設計が必要です。

なお、製品によっては、外部からの放射線や、地上に到達する宇宙線などの影響により、予期せぬ不具合、たとえばメモリセル内でのビット反転やラッチ回路のデータ反転などが生じる可能性があります。これをソフトエラーと呼んでいます。装置設計に際しては、十分な遮蔽設計や、ECC の適用等によるシステムの運用環境に応じた安全設計が必要です。

3.6.5 強電界・強磁界

半導体製品は、磁界にさらした場合にプラスチック材料や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)

半導体製品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半導体製品については、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。光半導体以外でも影響があります。

3.6.7 塵埃・油

塵埃、油については、腐食ガスと同様に、半導体製品の化学反応を引き起こし、製品の特性に影響を与える場合があります。半導体製品は、塵埃、油などが付着しない環境で使用してください。放熱シート等に含まれる溶剤や油分などについても同様に半導体製品の変質、特性劣化、断線などを招くことがありますので、十分な配慮の上で使用してください。

3.6.8 発煙・発火

半導体製品やモジュール化した半導体製品は、不燃性ではありませんので、過電流の発生や故障の場合に発煙・発火する場合があります。その際に有毒ガスが発生するおそれがあります。動作時または故障時にも過電流が流れないよう、過電流防止等の安全設計をお願いします。

当社製品が発煙・発火したことによる延焼を防ぐために、また、周辺の影響により当社製品が発煙・発火しないように、燃焼体、発熱体、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

半導体製品および包装材の廃棄については、それぞれの国や地域において、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、それらを遵守してください。

第4章 製品群別固有のお願い

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。本項の記載事項は「第三章.一般的な使用上のお願い」より優先します。

4.1 光半導体製品

取り扱い上の留意事項は、光半導体製品全体に共通する事項を4.1.1に、以下半導体製品の分類別に4.1.2から4.1.3に分けて記載しています。よって、本資料の利用に際しては、4.1.1の全半導体製品に共通した留意事項と、対象とする半導体製品群の留意事項の双方を確認してください。

4.1.1 光半導体全半導体製品に共通

4.1.1.2 フォトカプラ

4.1.1.3 ファイバカプラ

4.1.1 光半導体全製品に共通

4.1.1.1 防湿梱包

パッケージ樹脂の特性面から、通常のプラスチックパッケージ半導体製品のテーピング防湿包装品と排湿条件が異なります。排湿処理に際しては個別技術資料を参照してください。

4.1.1.2 設計

(1) デイレーティング

光半導体製品は動作条件、ケース温度および動作湿度環境と寿命特性が密な関係を持ちます。この観点から、通常のデイレーティングだけでなく、光度、光出力および電流変換効率など、製品ごとの主要特性に対する変動率および劣化率などと、動作条件および環境条件を設計段階で十分に考慮してください。

(2) フェールセーフの実施

光半導体製品の故障、特性(光出力、電流変換効率など)劣化、および機能異常などがシステムの安全動作に重大な影響を与える可能性がある場合は、用途に応じたフェールセーフの対策を実施してください。

4.1.1.3 検査、試験、評価

製品の検査に際しては、各製品の個別技術資料に記載している規格を遵守してください。特に逆電圧・逆電流特性は発光材料によって異なり、逆極性に強制電流を流した際には特性不良が発生する場合があります。

4.1.1.4 廃棄

製品の廃棄に関する留意事項は各個別技術資料を参照してください。

4.1.2 フォトカプラ

4.1.2.1 設計



(1) 塵埃・油

製品への塵埃の堆積または油の付着は、絶縁耐圧の低下に影響します。また、製品が化学反応して、腐食ガスと同様な悪影響を与える場合があります。製品の使用上で、入出力間絶縁耐圧の低下またはパッケージを通したリーク電流の増大が、システムの機能面に重大な影響を与える可能性のある場合は、コーティングの実施など設計上の留意が必要です。

(2) 動作範囲の遵守

発光素子の寿命特性は、動作電流、パッケージ温度などに密接な関係があります。この観点から、通常のデレーティングだけでなく、電流変換効率(CTR: Current Transfer Ratio)およびトリガLED電流(IF_T)などの結合特性の変動率と、動作電流および動作温度などの関係を設計段階で十分に考慮することが必要です。

4.1.2.2 検査、試験、評価

 警告	
 指示	<p>フォトカプラの絶縁耐圧の評価・試験に際しては、100μA を超えるリーク電流が検出された際に、供給電圧を遮断できる装置を用いてください。</p> <p>短絡による大電流が流れ続けて破裂・燃焼を起こし、火災の原因となることや傷害を負うことがあります。</p>

(1) 製品の入出力間絶縁耐性

(a) 管理基準と実装制限

製品の入出力間絶縁性能の規定や絶縁テストは、UL(米国)や VDE(ドイツ)などの部品規格で規定された方法に基づいています。規定による製品の絶縁性能維持時間は 1 分間です。従って、長時間継続して高電圧の絶縁を目的とした用途にお勧めしていません。

4.1.2.3 実装

(1) 樹脂コーティング

(a) 樹脂コーティングを行う前に製品への影響がないことを確認してください。

(b) 樹脂コーティングは、汚れおよび不純物の洗浄と、十分な排湿処理を行ってから実施してください。

なお、樹脂コーティングの処理方法に関しては製品の入出力間に印加する電圧を明示して、樹脂メーカーの指示に従ってください。

4.1.2.4 使用環境

製品を光にさらすと光電効果で起電力が発生し、誤動作を起こす場合があります。フォトカプラを実装したシステムに太陽光、ストロボフラッシュおよびサーチライトなどの強力な光を照射すると、システムが誤動作する原因となることがありますので、用途に合わせて製品の遮光を検討してください。

4.1.3 ファイバケーブル

4.1.3.1 設計

(1) 外部ノイズ

耐ノイズ性を確保するために、光受信モジュール(単方向タイプ)および光送受信モジュール(双方向タイプ)の実装に際してはモジュールのパッケージ固定用の補強ピンを「SIGNAL-GND」に接続してください。この際モジュールのパッケージを電源ラインや、ほかの回路などに接触させないようにしてください。

(2) 光送信・光受信・光送受信モジュールをノイズの影響を受けやすい場所で使用する際は、事前に耐ノイズ性の実機テストを実施し、必要に応じて以下の処置を実施してください。

(a) 電源のリップルが大きい場合は電源ラインのノイズフィルタを強化してください。

(b) 光送信・光受信・光送受信モジュールおよび電源フィルタを金属カバーで覆い、シールドを強化してください。この際モジュールのケースが金属カバーに接触しないようにしてください。

(3) 塵埃・油

製品は防塵構造を採用していません。塵埃の多い環境または油の飛散などが懸念される環境での使用に際しては、光送受信モジュールと光コネクタ付光ファイバが結合された状態で全体を覆う防塵設計をしてください。

(4) 振動

光モジュールを振動・共振・衝撃の多い機器に実装する場合は、これらを緩和するための機構設計をしてください。特に光コネクタ付光ファイバが取り付けられた状態で振動・衝撃などを受けた時に、光モジュールのパッケージ固定用の補強ピンが慣性応力で切断されることがあるため注意が必要です。また、セラミックパッケージタイプの光モジュールの場合は、製品の内部が中空構造となっているため、振動・共振・衝撃に対しては樹脂モールドタイプ製品より更に留意が必要です。

(5) 敷設

光ファイバの敷設設計に際しては、最小曲げ半径規格の 6~10 倍を確保してください。

4.1.3.2 検査・試験・評価

(1) 光受信モジュールの出力端子

出力端子は電源および GND に直接接続しないでください。製品に大電流が流れて破壊することがあります。出力端子のプルアップまたはプルダウンが必要な場合は、必ず抵抗を接続してください。抵抗値の選定には、個別技術資料を参照してください。

4.1.3.3 実装

光送受信モジュールは光学部品のため、フラックスの影響を受けるようなはんだ付けは避けてください。また、洗浄は推奨しません。光送受信モジュールをプリント基板に取り付ける時は、次の順序で行ってください。

- (1) 光送受信モジュール以外の回路部品のはんだ付けをする。
- (2) プリント基板を洗浄する。
- (3) 光送受信モジュールを「はんだごて」で、はんだ付けする。

4.1.3.4 保守

- (1) 光モジュールを使用していないときは、光コネクタの挿入部に保護キャップを取り付けてください。特に光受信モジュールでは、保護キャップを取り付けていない時に光(含外来光)が入射するとほかの回路に悪影響を及ぼすことがあります。
- (2) 定期的にファイバ結合光出力のチェックの実施を、システムの保守仕様に規定することを推奨します。

4.2 電力素子

4.2.1 振動・衝撃

半導体製品と半導体製品が梱包された包装は、丁寧に取り扱いってください。半導体製品あるいは包装の落下・衝撃は半導体製品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。

一部の電力素子は、絶縁材としてセラミックを使用しています。容量の大きな半導体製品は、重量が重いため落下したときの衝撃で、その絶縁性能が損なわれることがあります。

4.2.2 設計

 警告	
 禁止	絶対最大定格(電流、電圧、安全動作領域、温度など)を超えて使用しないでください。 デバイスが破壊し短絡電流などにより、破裂・燃焼を起こし火災の原因となることや傷害を負うことがあります。
 指示	短絡電流を検出できる装置を用い、短絡発生時は供給電源全線を遮断してください。 電源を遮断しないと短絡による大電流が流れ続け、破裂・燃焼を起こし火災の原因となることや傷害を負うことがあります。
 指示	筐体は破裂・燃焼による飛散防止などを考慮した設計をしてください。 飛散物による傷害を負うことがあります。
 指示	製品の電極、端子以外の金属部は接地して使用する設計にしてください。デバイスの電極と金属ケース部が絶縁されている製品でも、静電容量によりケース部の電位が上がることがあります。絶縁の劣化、破壊によってケース部が高電圧になり、接触すると感電による死亡、重傷を負うことがあります。
 指示	ショットキーバリアダイオードおよび高速整流素子は、順方向、逆方向損失を考慮した放熱設計、安全設計をしてください。 一般の整流素子に比べ逆電流が大きくなり、使用環境(高温度、高電圧など)が厳しい場合には逆方向損失の増加によりデバイスが破壊し短絡電流などにより破裂・燃焼を起こし火災の原因となることや傷害を負うことがあります。
 指示	デバイスの主回路の動作時を除き、制御回路への通電時は、主回路を確実に非動作にする設計をしてください。 デバイスが誤動作すると、重大な事故の発生や傷害を負うことがあります。

4.2.2.1 未使用端子

複数の回路から構成される半導体製品の場合、未使用のゲートをオープン状態で使用すると、入力不安定になり異常動作を招くだけでなく、電流の急激な増加によって半導体製品が破壊することがあります。

使用していないゲートは規定の逆バイアスを印加して、非動作を確実にしてください。詳細は個別技術資料を参照してください。




4.2.2.2 ラッチアップ




IGBTの種類によっては、負荷短絡、過電流に対する耐量を有せず、ラッチアップするものもあります。IGBTはその構造によって主要特性が大きく異なることがありますので、用途に合わせた選定が必要です。いったんラッチアップ状態になると、大電流が流れ、破裂・燃焼のおそれもあるため、次の点に留意してください。



- (1) 逆バイアス安全動作領域を厳守ください。
- (2) 異常ノイズが半導体製品に加わらないようにしてください。
- (3) ゲート電圧を規定値以下にしてください。
- (4) ゲート抵抗は規定範囲のものを使用してください。
- (5) 最大接合温度が規定値以下になるよう半導体製品を冷却してください。

なお、技術資料で上記の規定条件が不明確、あるいは記載されていない場合は個別にお問い合わせください。

4.2.3 検査、試験、評価

 危険	
 禁止	電源投入中、および遮断後で電荷が放電するまでは、触れないでください。感電による死亡、重傷を負うことがあります。
 指示	デバイスの評価・検査・試験時には、電極やプローブなどの接続後に電源を投入してください。また、終了時には電荷の放電をしてください。 電源投入中の接続操作は感電による死亡、重傷を負うことがあります。

 警告	
 指示	評価・検査・試験時にはデバイスにカバーなどの安全保護具を使用してください。 デバイスは、破壊時のオーバーストレスあるいは電極と接地電位間のアーク放電により破裂・燃焼を起こし火災の原因になることや傷害を負うことがあります。
 指示	製品の電極、端子以外の金属部は接地して使用する設計にしてください。 デバイスの電極と金属ケース部が絶縁されている製品でも、静電容量によりケース部の電位が上がることがあります。絶縁の劣化、破壊によってケース部が高電圧になり、接触すると感電による死亡、重傷を負うことがあります。

 注意	
 指示	評価・検査・試験時には、デバイスの取り扱いは、冷却後または保護手袋を使用して行ってください。 デバイスは動作することにより高温になり、供給電源を切っても余熱により火傷を負うことがあります。

4.2.3.1 検査

一部の MOS ゲート構造の製品は、静電対策の目的でゲートとエミッタ端子を導電性テープなどで保護しています。このテープを耐圧試験時のゲートとエミッタ端子の短絡用導体として使用しないでください。






4.2.4 実装

電力素子のパッケージは、モジュール型、リード挿入型、表面実装型および平型などがあります。電極・信号端子および放熱板への取り付け方法がそれぞれ異なり、ネジ締めによる取り付け、はんだ付けによる取り付けおよび圧接があります。ネジ締めおよび圧接は、推奨トルクによる締め付けが必要であり、片締めにならないようにしてください。

また、はんだ付けにも製品への熱ストレスに留意が必要です。製品の信頼性を損なわないためにも、推奨範囲内での取り付けが必要です。詳細は個別技術資料を参照してください。

4.3 専用 IC、汎用リア IC

4.3.1 設計

 注意	
 指示	過電流の発生や IC の故障の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。IC は絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、IC に大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。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、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置など適切に設定してください。
 指示	モータの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON 時の突入電流や OFF 時の逆起電力による負極性の電流に起因する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してください。保護回路として用いる電流制限抵抗や逆起電力吸収用ダイオードなどの接続は、IC の個別技術資料を参照してください。IC が破壊した場合、傷害を負う、発煙・発火に至ることがあります。
 指示	保護機能が内蔵されている IC には、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、IC が破壊することがあります。IC の破壊により、傷害を負う、発煙・発火に至ることがあります。
 指示	パワーアンプおよびレギュレータなどの外部部品(入力および負帰還コンデンサなど)や負荷部品(スピーカなど)の選定は十分に考慮してください。 入力および負帰還コンデンサなどのリーク電流が大きい場合には、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すると、過電流の発生や IC の故障によりスピーカの発煙・発火に至ることがあります(IC 自体も発煙・発火する場合があります)。特に出力 DC 電圧を直接スピーカに入力する BTL(Bridge Tied Load)接続方式の IC を用いる際は留意が必要です。

(1) 過電流保護回路

過電流制限回路(通称: カレントリミット回路)はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況によって、過電流制限回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。

また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などのため破壊することがあります。

(2) 熱遮断回路

熱遮断回路(通称: サーマルシャットダウン回路)は、どのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに発熱状態を解除するようお願いします。絶対最大定格を超えて使用した場合など、ご使用法や状況によって、熱遮断回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。

(3) 放熱設計

パワーアンプ、レギュレータ、ドライバなどの大電流が流出入する IC を使用する時は、適切な放熱を行い、規定接合温度(T_j)以下になるように設計してください。これらの IC は通常使用時も自己発熱をします。IC 放熱設計が不十分な場合、IC の寿命の低下・特性劣化・破壊が発生することがあります。また、IC の発熱に伴い、周辺に使用されている部品への影響も考慮して設計してください。

4.3.2 実装

(1) 放熱板の取り付け

パワー IC に放熱板を取り付ける時は、過度の機械的ストレスが IC に加わらないようにしてください。過度の機械的なストレスが加わった場合、パッケージのクラックによる信頼性低下や内部 IC チップの破壊などが起こります。

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確認してください。パワー IC の放熱設計や放熱板の取り付けに関しては、個別技術資料を参照してください。

4.4 マイクロコンピュータ

4.4.1 設計

(1) 推奨以外の発振子の使用

マイクロコンピュータ製品の発振回路に使用する発振子などの部品は、個別技術資料・データブックに推奨する部品名、条件を記載していますので、これらを使用してください。推奨していない部品・条件で利用する場合は、個別技術資料に記載しています当社技術担当あるいは発振子メーカーまで問い合わせてください。

(2) 未定義機能

マイクロコンピュータ製品では、各製品個々に定義されていない命令(未定義命令)があります。同様に、定義されていない機能(例えばレジスタ中で機能の割り当てられていないビットなど)もあります。各製品の個別技術資料を参照して頂き、未定義命令および未定義の機能については使用しないでください。

4.5 ASIC

4.5.1 設計

(1) 消費電力検証

設計検証を行うには消費電力などによる半導体製品自身の発熱も考慮する必要があり(自己発熱による温度上昇分)、実機動作環境を想定した情報を基に消費電力を見積もることが必要です。詳細は事前に相談してください。

(2) 故障検出率

当社は、お客様が承認したテストデータを出荷試験に使用します。確実な出荷試験を行うには、故障検出率の高いテストデータが必要となります。理論的には故障検出率 100%が必要ですが、実現できない場合は、事前に相談してください。

4.6 CCD イメージセンサ

4.6.1 保管




包装箱から取り出した半導体製品同士を直接積み重ねないでください。

4.6.2 実装




- (1) ウィンドウガラスの表面にゴミや汚れが付着すると、画像に黒傷として現れますので、使用する時はウィンドウガラス表面を清掃してください。(例えば、アルコールなどの有機溶液を少量含ませた柔らかい布または紙などでゴミ、汚れをふき取ってください。)
- (2) プリント基板に取り付ける時は、リードフォーミングを行わないでください。IC インサータなどの使用を推奨します。







4.7 製品群固有のご注意

4.7.1 光半導体



 警告	
 禁止	LED デバイスは絶対最大定格を越えた電圧、電流を通電しないでください。 特に樹脂パッケージ LED デバイスの場合は、パッケージ樹脂が破裂・飛散して傷害を負うことがあります。
 指示	フォトカプラの絶縁耐圧の評価・試験に際しては、100 μ A を超えるリーク電流が検出された際に、供給電圧を遮断できる装置を用いてください。 短絡による大電流が流れ続けて破裂・燃焼を起こし、火災の原因となることや傷害を負うことがあります。

4.7.2 電力素子


 危険	
 禁止	電源投入中、および遮断後で電荷が放電するまでは、身体を触れないでください。 感電による死亡、重傷を負うことがあります。
 指示	デバイスの評価・検査・試験時には、電極やプローブなどの接続後に電源を投入してください。また、終了時には電荷の放電をしてください。 電源投入中の接続操作は感電による死亡、重傷を負うことがあります。

 警告	
 禁止	絶対最大定格(電流、電圧、安全動作領域、温度など)を超えて使用しないでください。デバイスが破壊し短絡電流などにより、破裂・燃焼を起こし火災の原因となることや傷害を負うことがあります。
 指示	短絡電流を検出できる装置を用い、短絡発生時は供給電源全線を遮断してください。 電源を遮断しないと短絡による大電流が流れ続け、破裂・燃焼を起こし火災の原因となることや傷害を負うことがあります。
 指示	筐体は破裂・燃焼による飛散防止などを考慮した設計をしてください。 飛散物による傷害を負うことがあります。
 指示	製品の電極、端子以外の金属部は接地して使用する設計にしてください。 デバイスの電極と金属ケース部が絶縁されている製品でも、静電容量によりケース部の電位が上がることがあります。絶縁の劣化、破壊によってケース部が高電圧になり、接触すると感電による死亡、重傷を負うことがあります。
 指示	ショットキーバリアダイオードおよび高速整流素子は、順方向、逆方向損失を考慮した放熱設計、安全設計をしてください。 一般の整流素子に比べ逆電流が大きくなり、使用環境(高温、高電圧など)が厳しい場合には逆方向損失の増加によりデバイスが破壊し短絡電流などにより破裂・燃焼を起こし火災の原因となることや傷害を負うことがあります。






⚠ 警告

 指示	<p>デバイスの主回路の動作時を除き、制御回路への通電時は、主回路を確実に非動作にする設計をしてください。</p> <p>デバイスが誤動作すると、重大な事故の発生や傷害を負うことがあります。</p>
 指示	<p>評価・検査・試験時にはデバイスにカバーなどの安全保護具を使用してください。</p> <p>デバイスは、破壊時のオーバーストレスあるいは電極と接地電位間のアーク放電により破裂・燃焼を起こし火災の原因になることや傷害を負うことがあります。</p>

⚠ 注意

 禁止	<p>評価・検査・試験時には、デバイスの取り扱いは、冷却後または保護手袋を使用して行ってください。</p> <p>デバイスは動作することにより高温になり、供給電源を切っても余熱により火傷を負うことがあります。</p>
--	--

4.7.3 専用 IC、汎用リア IC

 注意	
 指示	過電流の発生や IC の故障の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。IC は絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、IC に大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。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、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置など適切に設定してください。
 指示	モータの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON 時の突入電流や OFF 時の逆起電力による負極性の電流に起因する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してください。保護回路として用いる電流制限抵抗や逆起電力吸収用ダイオードなどの接続は、IC の個別技術資料を参照してください。IC が破壊した場合、傷害を負う、発煙・発火に至ることがあります。
 指示	保護機能が内蔵されている IC には、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、IC が破壊することがあります。IC の破壊により、傷害を負う、発煙・発火に至ることがあります。
 指示	パワーアンプおよびレギュレータなどの外部部品(入力および負帰還コンデンサなど)や負荷部品(スピーカなど)の選定は十分に考慮してください。入力および負帰還コンデンサなどのリーク電流が大きい場合には、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すると、過電流の発生や IC の故障によりスピーカの発煙・発火に至ることがあります。(IC 自体も発煙・発火する場合があります。)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 IC を用いる際は留意が必要です。

付録

1 デイレーティングの考え方と方法

1.1 デイレーティングの考え方

絶対最大定格や動作範囲内でもデイレーティングの程度により、信頼度が大きく変化します。特にパワーデバイスなどのディスクリート半導体の場合、その使用条件が機器の設計者に委ねられており、機器のMTBF(平均故障間隔)や耐用寿命を左右することになりますので、機器の設計者は半導体デバイスの信頼性特性を十分認識して、デイレーティングを考慮する必要があります。特に温度や電力などについては、環境条件とのモデル化も必要となります。

下記にデイレーティングの一例を示します。なお、サージを含めた最悪時の条件を含めています。

温度: $T_j = T_j \text{ MAX}$ の 80%以下

* 間欠使用(1日3時間程度)で約10年間の使用を想定

$T_j = T_j \text{ MAX}$ の 50%以下

* 高信頼性用途、昼夜稼動で約10年間の使用を想定

※ T_j 規定以外の製品は個別技術資料の内容(T_a 、 T_{ch} 等)に置き換えてください。

電圧: 絶対最大定格の 80%以下(IC製品は動作範囲に従うこと)

電流: 平均電流絶対最大定格の 80%以下(整流素子は絶対最大定格の 50%以下)

せん頭電流: 絶対最大定格の 80%以下

電力: 許容最大損失の 50%以下

より高い信頼度を求める場合には、さらなるデイレーティングを考慮した設計をする必要があります。実施にあたっては、個別製品の技術資料および信頼性データを基に決定してください。さらに安全動作領域(SOA)など製品により守らなければならない条件がありますので個別製品規格を遵守してください。

機器の信頼性はその部品の信頼性にかかっていると言っても過言ではありません。設計においては、半導体デバイスの信頼性特性を十分把握した上で、適切なデイレーティングをお願いします。

1.2 デイレーティングの方法

半導体デバイスの故障率を推定する手法としては MIL 規格の MIL-HDBK-217 などが有名で、これらは過去の市場データからまとめられた故障率予測モデルで使用条件に対する半導体デバイスの故障率を知ることができます。図 1.2.1 には MIL 規格によるトランジスタ(低周波、バイポーラ)のデイレーティング曲線の一例を示します。

ただし、これらの予測方法は用途別に半導体デバイスを大分類して求める方法であり、実際のデバイスはそれぞれ使用している技術水準やプロセス安定度が異なっており、MIL の予測方法でこれらが反映されない問題点があります。これを補う方法としては各半導体メーカーが独自に、MIL 規格の方法ほど詳細ではないにしろ社内の加速試験の結果や、独自に蓄積した市場データから同様な故障率デイレーティング曲線を持っており、これを利用する方法があります。図 1.2.2 には当社で取得した加速試験や市場実績をもとにしたトランジスタのデイレーティング曲線を示します。

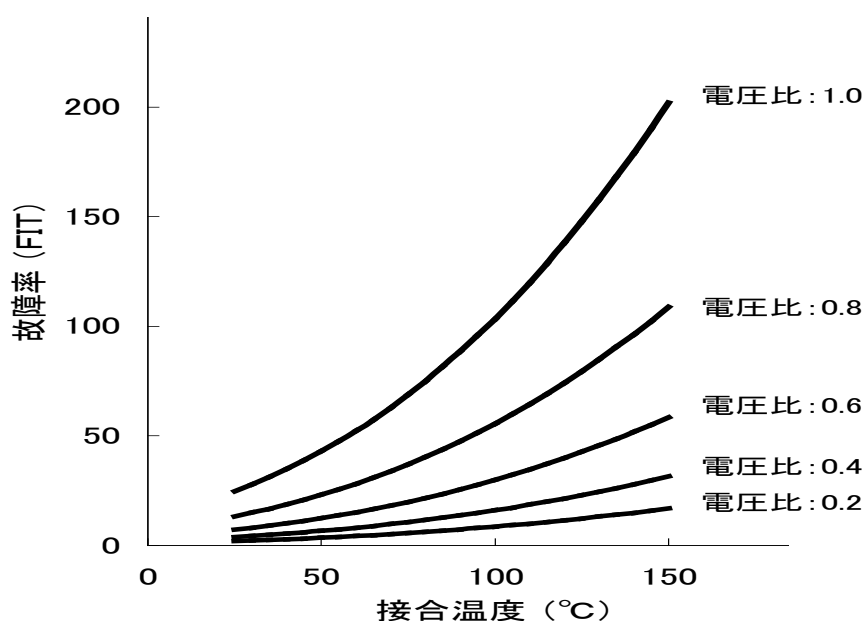


図 1.2.1 MIL-HDBK-217 によるデイレーティング

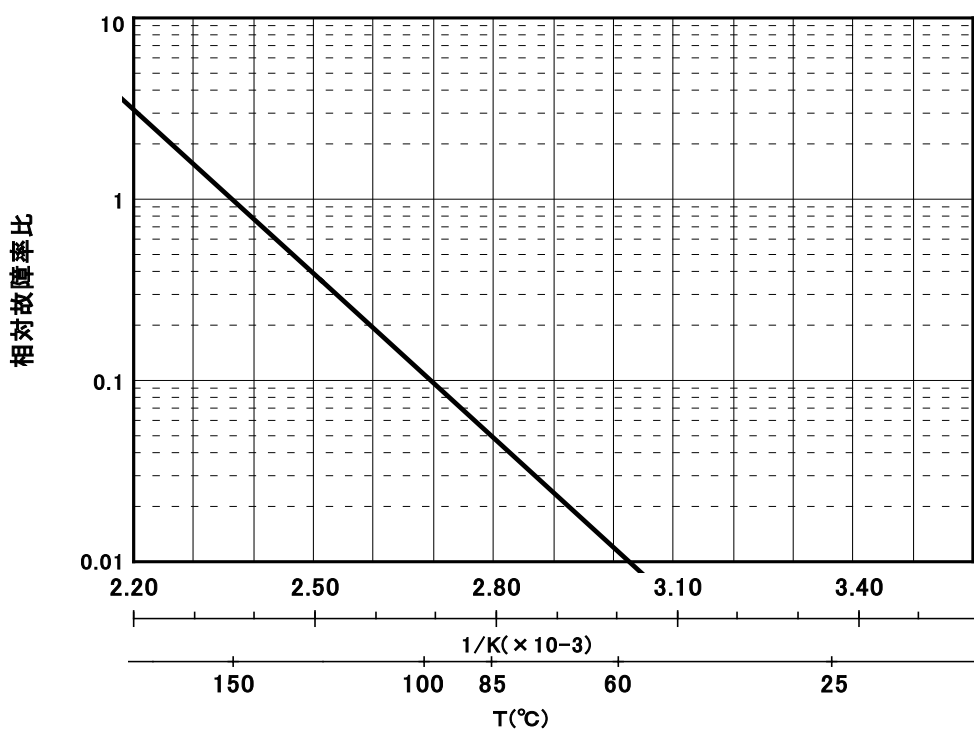


図 1.2.2 トランジスタのデレーティング曲線

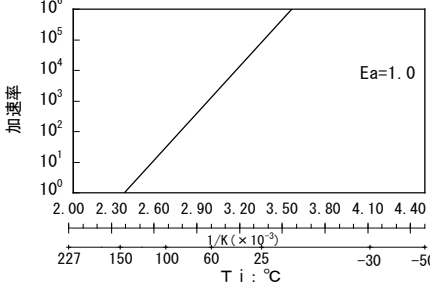
また弊社信頼性試験内では磨耗故障期に至らないことを確認されております。機器設計時には、想定使用条件(実使用条件)で、故障モードごとに磨耗故障期に至らないよう(信頼性試験時間範囲内)、デレーティングする必要があります。

以下に信頼性試験結果を基にした代表的故障モードに対する換算方法例を示します。

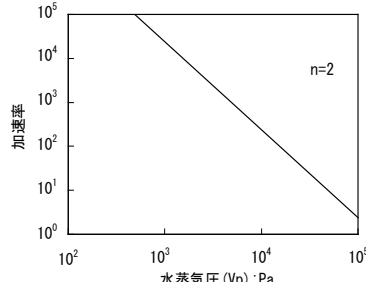
(1) 特性変動(Vth、hFE 等)

<p>加速モデル</p>	<p>アレニウスモデル $\alpha \propto \exp(-E_a/k \cdot 1/T)$ E_a : 活性化エネルギー(0.8eV を使用) k : ボルツマン定数 T : 絶対温度</p>	
<p>信頼性試験条件</p>	<p>高温動作試験 or 高温バイアス試験 例) $T_j = 150^\circ\text{C}$、1000h</p>	
<p>想定条件例</p>	<p>ON 時間のみ想定</p> <p>$T_j = 120^\circ\text{C}$、10h …(a)</p> <p>$T_j = 90^\circ\text{C}$、2000h …(b)</p> <p>$T_j = 60^\circ\text{C}$、48000h …(c)</p>	
<p>換算方法</p>	<p>想定条件を信頼性試験条件 (例: $T_j = 150^\circ\text{C}$) に換算</p> <p>(a): $\exp\{-0.8/8.617 \times 10^{-5} \cdot (1/393 - 1/423)\} \times 10\text{h} = 1.9\text{h}$</p> <p>(b): $\exp\{-0.8/8.617 \times 10^{-5} \cdot (1/363 - 1/423)\} \times 2000\text{h} = 53.2\text{h}$</p> <p>(c): $\exp\{-0.8/8.617 \times 10^{-5} \cdot (1/333 - 1/423)\} \times 48000\text{h} = 127.6\text{h}$</p> <p>(a) + (b) + (c) = 182.7h</p>	

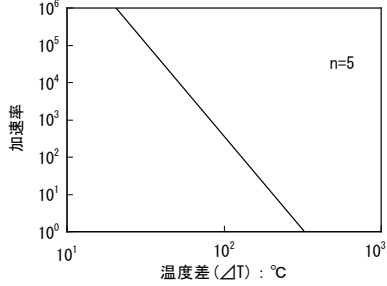
(2) メタル配線故障(Au-Al の合金成長によるボンディングボール剥離)

<p>加速モデル</p>	<p>アレニウスモデル $\alpha \propto \exp(-E_a/k \cdot 1/T)$ E_a : 活性化エネルギー(1.0eV を使用) k : ボルツマン定数 T : 絶対温度</p>	
<p>信頼性試験条件</p>	<p>高温放置試験 例) $T_j = 150^\circ\text{C}$、1000h</p>	
<p>想定条件例</p>	<p>ON/OFF 時間を想定</p> <p>$T_j = 120^\circ\text{C}$、100h …(a)</p> <p>$T_j = 90^\circ\text{C}$、7000h …(b)</p> <p>$T_j = 60^\circ\text{C}$、80000h …(c)</p>	
<p>換算方法</p>	<p>想定条件を信頼性試験条件(例: $T_j = 150^\circ\text{C}$)に換算</p> <p>(a): $\exp\{-1.0/8.617 \times 10^{-5} \cdot (1/393 - 1/423)\} \times 100\text{h} = 12.3\text{h}$</p> <p>(b): $\exp\{-1.0/8.617 \times 10^{-5} \cdot (1/363 - 1/423)\} \times 7000\text{h} = 75.2\text{h}$</p> <p>(c): $\exp\{-1.0/8.617 \times 10^{-5} \cdot (1/333 - 1/423)\} \times 80000\text{h} = 48.3\text{h}$</p> <p>(a) + (b) + (c) = 135.9h</p>	

(3) メタル配線故障(AI の腐食)

<p>加速モデル</p>	<p>絶対水蒸気圧モデル $\alpha \propto Vp^{-n}$ Vp : 絶対水蒸気圧 n : 加速係数($n = 2$ を使用)</p> 
<p>信頼性試験条件</p>	<p>高温高湿放置試験 or 高温高湿バイアス試験 例) $Ta = 85^{\circ}C$、$RH = 85\%$、1000h</p>
<p>想定条件例</p>	<p>ON/OFF 時間を想定 $Ta = 30^{\circ}C/RH = 85\%$ (水蒸気圧: 3608.2Pa)、18000h... (a) $Ta = 20^{\circ}C/RH = 70\%$ (水蒸気圧: 1636.7Pa)、55000h... (b) $Ta = 10^{\circ}C/RH = 65\%$ (水蒸気圧: 797.8Pa)、18000h ... (c) *ON 時に装置等の発熱で温度上昇しますとそれに伴い、相対湿度は低下しますが、水蒸気圧自体の変化はないと仮定します。 *水蒸気圧は理科年表から抜粋しています。</p>
<p>換算方法</p>	<p>想定条件を信頼性試験条件 (例: $Ta = 85^{\circ}C/RH = 85\%$(水蒸気圧: 49146.2Pa))に換算 (a): $(49146.2/3608.2)^{-2} \times 18000h = 97.0h$ (b): $(49146.2/1636.7)^{-2} \times 55000h = 61.1h$ (c): $(49146.2/797.8)^{-2} \times 18000h = 4.7h$ (a) + (b) + (c) = 162.7h</p>

(4) 繰り返し熱応力による故障(パッケージクラック、ボンディング/ダイマウント接合劣化)

<p>加速モデル</p>	<p>アイリングモデル $\alpha \propto \Delta T^{-n}$ ΔT : 温度差 n : 加速係数($n = 5$を使用)</p> 
<p>信頼性試験条件</p>	<p>温度サイクル試験 例) $T_a = -55 \sim 150^\circ\text{C}$、100 サイクル</p>
<p>想定条件例</p>	<p>$\Delta T = 60^\circ\text{C}$、7950 サイクル …(a) (装置 OFF → ON 時の素子自身および周辺温度変化 $20^\circ\text{C} \rightarrow 80^\circ\text{C}$) $\Delta T = 15^\circ\text{C}$、2650000 サイクル …(b) (装置 ON 時の周辺温度変化 $80^\circ\text{C} \rightarrow 95^\circ\text{C}$)</p>
<p>換算方法</p>	<p>想定条件を信頼性試験条件(例: $\Delta T = 205^\circ\text{C}$)に換算 (a): $(205/60)^{-5} \times 7950$ サイクル = 17.1 サイクル (b): $(205/15)^{-5} \times 2650000$ サイクル = 5.6 サイクル (a) + (b) = 22.7 サイクル</p>

[参考文献]

- 1) MIL-HDBK-217
- 2) JEITA 規格 EDR-4704 半導体デバイスの加速寿命試験運用ガイドライン

ご注意

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、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。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本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、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。

- 本製品を、国内外の法令、規則および命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 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。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証(機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない)をしておりません。
- 本製品には GaAs(ガリウムヒ素)が使われているものがあります。その粉末や蒸気等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ください。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替および外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

■ 社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

発行元 **東芝デバイス&ストレージ株式会社**

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>