

ダイオード中小型編

電気的特性

4. 電気的特性

表 4.1 に示す整流ダイオードの最大定格と電気的特性を例にとって、基本的な用語の意味を説明します。

4.1 図式記号

ダイオード

表 4.1 整流ダイオード (HED) 定格/特性例 [10DL2CZ47A]

種類	図式記号	種類	図式記号
ダイオード(一般)	A \longrightarrow \blacktriangleright K	定電圧ダイオード(双方向)	A \longrightarrow $\blacktriangleleft\blacktriangleright$ K
定電圧ダイオード (単方向)	A \longrightarrow \blacktriangleright K	—	—

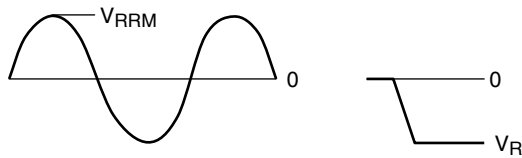
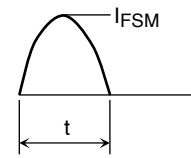
最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返し逆電圧	V_{RRM}	200	V
平均整流電流	I_O	10	A
ピーク1サイクル・サージ電流	I_{FSM}	50 (50 Hz)	A
		55 (60 Hz)	
接合温度	T_j	-40~150	°C
保存温度	T_{stg}	-40~150	°C

電気的特性

項目	記号	測定条件 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)	規格最大値	単位
ピーク順電圧	V_{FM}	$I_{FM} = 5 \text{ A}$	0.98	V
ピーク繰り返し逆電流	I_{RRM}	$V_{RRM} = 200 \text{ V}$	50	μA
逆回復時間	t_{rr}	$I_F = 2 \text{ A}$, $di/dt = -20 \text{ A}/\mu\text{s}$	35	ns
順回復時間	t_{fr}	$I_F = 1 \text{ A}$	100	ns
熱抵抗 (接合・ケース間)	$R_{th(j-c)}$	DC Total	3.6	°C/W

V_{RRM} (ピーク繰り返し逆電圧): 電圧定格を表し、素子の両端 (アノード・カソード間) に繰り返し印加できる逆電圧の最大許容瞬時値です。一般的に V_{RRM} は波高値、 V_R は直流レベルを表しています (図 4.1)。

(a) V_{RRM} (b) V_R 図 4.1 V_{RRM} と V_R の表す意味

$$t = 10 \text{ ms (50 Hz)}$$

$$t = 8.3 \text{ ms (60 Hz)}$$

図 4.2 I_{FSM} の表示

I_O (出力整流電流): 電流定格を表し、指定条件下で商用周波数 (50 Hz、60 Hz) の正弦波を全波整流したときに流し得る最大出力電流です。また $I_F (AV)$ という表現は単体のダイオードで規定される「平均順電流定格」で、通常、正弦半波もしくは矩形波で規定されます。なお、 I_O はセンタタップ型のような複合素子で使用されています。

I_{FSM} (ピーク 1 サイクルサージ電流): 商用周波数の正弦半波 1 サイクルを順方向に流すことができる非繰り返し最大の許容ピーク電流値です。つまり、図 4.2 に示すように、50 Hz のときは $t = 10 \text{ ms}$ 、60 Hz のときは $t = 8.3 \text{ ms}$ の正弦波の値を表しており、次の関係があります。

$$I_{FSM} (50 \text{ Hz}) \times 1.1 = I_{FSM} (60 \text{ Hz})$$

V_{FM} (ピーク順電圧): 指定された電流値での順方向電圧降下値です。

I_{RRM} (ピーク繰り返し逆電流): 指定された逆電圧値での逆方向漏れ電流値です。 I_{RRM} と I_R (逆電流) の関係は、 V_{RRM} と V_R の関係と同じです。なお、各デバイスの間では、

$$SBD > HED、FRD > \text{一般用}$$

の順で I_{RRM} と I_R は小さくなります。また、SBD は、これらの中でその値が極端に大きく (ほかの製品に比べ 10^2 倍程度以上) なっています。

t_{fr} (順回復時間): 順方向に電圧を印加したとき、通電電流が素子の全面に広がるまでの時間、換言すれば、ダイオードのターンオン時間のことです。高耐圧品ほど大きくなります。

$R_{th} (j-c)$ (熱抵抗): 指定された場所間の熱抵抗です。通常 1 W 当たりの温度差で表わされ、(j-a) は接合と周囲間を表します。

素子を選定する場合には、これらの項目を考慮する必要があり、以下にその手順を参考として記述します。

4.2 電気的試験法

4.2.1 逆回復時間

(1) 逆回復時間拡大

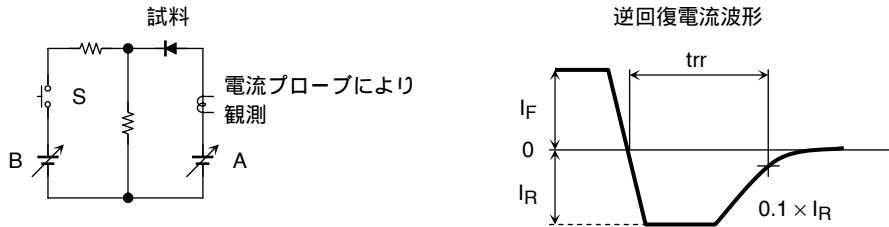


図 4.3

電源 A により試料に指定の順電流 I_F を通電し、スイッチを ON にすると、電源 B より逆回復電流 I_R が流れます。

電流プローブにより波形を観測し、規定のポイントにて t_{rr} を測定します。

(2) 実装逆回復時間測定法

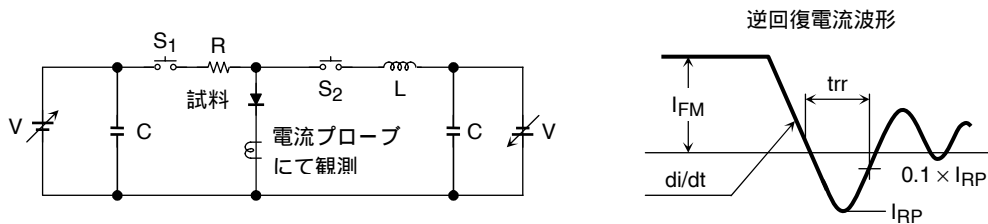


図 4.4

回路は、 S_1 を ON とし試料に順電流を通電し、 S_1 が ON 状態のまま S_2 を ON とすると試料に逆バイアスが印加し、図 4.4 の逆電流が瞬時流れます。

電流プローブにより波形を観測し、規定のポイントにて t_{rr} を測定します。

測定中、接合温度が上昇しないよう順電流の繰り返しデューティは 1%以下で通電する必要があります。

4.3 順回復時間

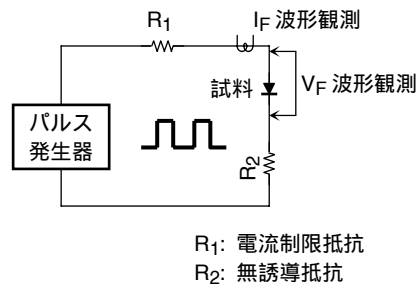


図 4.5

パルス発生器で方形波パルスが発生させ、試料に指定の順電流 (I_F) を流しオシロスコープにより順回復時間 (t_{fr}) を測定する。

測定時の接合部の温度上昇を小さくするため繰り返しのデューティは 1%以下が望ましい。

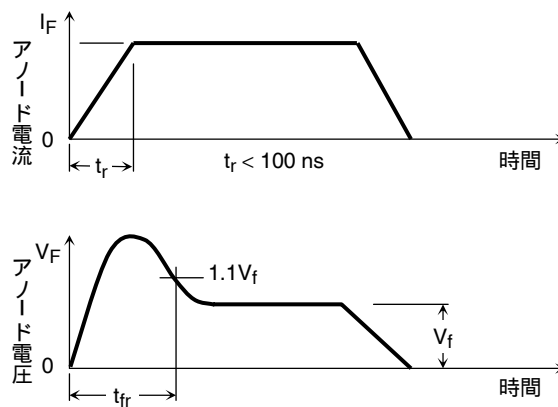
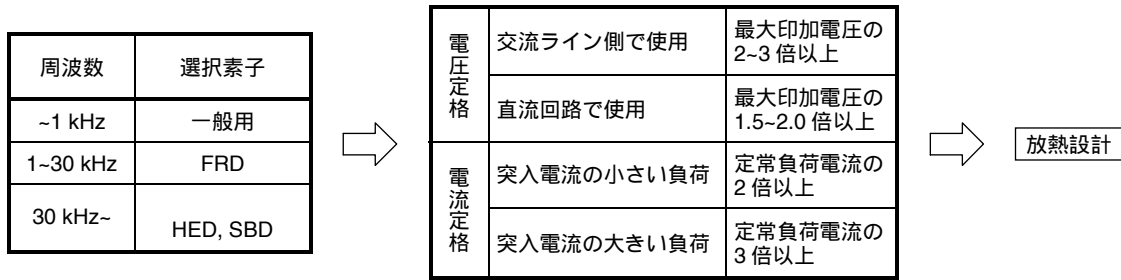


図 4.6

表 4.2 素子選定の手順



(a) スイッチング周波数(参考)

(b) 定格の選定(参考)

整流ダイオードの選定と放熱設計

使用するスイッチング周波数で整流ダイオードの種類を選定 (表 4.2 (a) 参照) する。

素子に印加される電圧および通電電流 (負荷電流) から、電圧・電流定格を選択 (表 4.2 (b) 参照) する。

、 の概略の素子選定後、実負荷に対する放熱設計を行う。

放熱設計は、負荷条件に対し素子の接合温度 T_j が規格最大値を超えないようにする必要があります。目安として以下の関係式が用いられます。

$$T_{j \max} - \alpha = T_{a \max} + PF (AV) \times \{R_{th (j-c)} + R_{th (c-f)} + R_{th (f-a)}\} \dots\dots\dots (1)$$

または、

$$T_{c \max} - \alpha = T_{a \max} + PF (AV) \times \{R_{th (c-f)} + R_{th (f-a)}\} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $T_{j \max}$: 最大接合温度 (通常 125~150°C)

α : 温度の余裕度

$T_{a \max}$: セットの最大周囲温度

$PF (AV)$: 通電電流に対する素子の平均損失 (個別資料の値)

$R_{th (c-f)}$: 素子と放熱フィンの接触熱抵抗

$R_{th (f-a)}$: 放熱フィンの熱抵抗

$T_{c \max}$: 通電電流時の素子最高許容ケース温度 (個別資料の値)

(2) 式は (1) 式の変形で、 $T_{c \max}$ が個別資料に発表される場合に適用できます。 $R_{th (c-f)}$ は素子の外形などにより変わりますが、TO-220 クラスで 0.5°C/W 程度です。(1) 式と (2) 式から $R_{th (f-a)}$ 、すなわち放熱フィンを決めます。

以上は定常時の熱の流れを考慮したのですが、突入電流などで過渡時の熱の流れを考慮する場合は、別途設計が必要となります。

また、特に交流ライン側で整流ダイオードを使用する場合、図 4.7 に示すようなスナバ回路やバリスタを過電圧保護用として挿入する必要があります。

以上のとおり、整流ダイオードを使用する場合、放熱設計が重要な要素となります。

このほか、最近の高速スイッチングの増大と高周波化に伴ない、素子自身が発生するスイッチングノイズが問題になってきています。

このノイズを抑えるために素子にフェライトやアモルファスビーズを挿入して

いますが、発生ノイズを素子側で低く抑える観点から、さらにスイッチング性能を改善することが求められています。

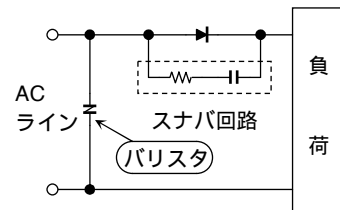


図 4.7 整流ダイオードの過電圧保護

製品取り扱い上のお願い

- 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（以下、本製品という）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、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。当社は、適用可否に対する責任を負いません。
- 本製品は、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）または本資料に個別に記載されている用途に使用されることが意図されています。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、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、電力機器、金融関連機器などが含まれます。本資料に個別に記載されている場合を除き、本製品を特定用途に使用しないでください。
- 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、規則及び命令により、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及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。）をせず、また当社は、本製品および技術情報に関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。
- 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、「外国為替及び外国貿易法」、「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きを行ってください。
- 本製品には、外国為替及び外国貿易法により、輸出または海外への提供が規制されているものがあります。
- 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弊社営業窓口までお問合せください。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。