

ダイオード中小型編

素子の特徴

3. 素子の特徴

3.1 高速化・小型化が進んだ電源用ダイオードの活用技術

ダイオードが点接触ゲルマニウムタイプで登場して以来、シリコンへの移行、拡散接合型など種々の改良が行われてきました。電源用ダイオードは、当初、電力用として主に使用されていましたが、現在ではあらゆる電子機器に使われています。

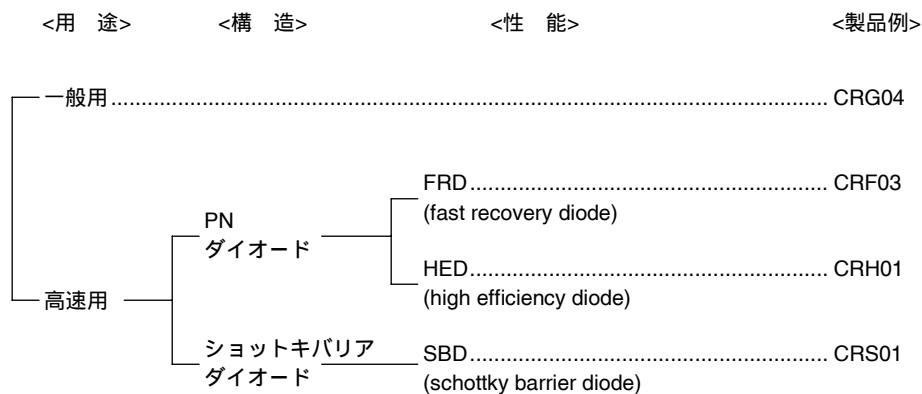
また、各種電子機器が小型化されるにつれ、電源部のスイッチング化や高速化が進み、製品開発の力点も高速タイプに置かれています。

ここでは、この電源用ダイオード（整流ダイオード）の動向、特徴などについて説明します。

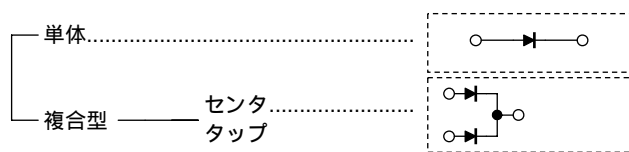
(1) 現状と動向

整流ダイオードは、その用途に応じて種々の製品が開発されており、これらを大別すると図 3.1 のように表わすことができます。

まず性能を主体とした分類でみると、商用電源の整流を目的とした一般用と高速スイッチングに適した高速用があります。さらに高速用は逆回復性能を中心として、FRD、HED (LLD; low loss diode)、SBD などに分類されています。



(a) 性能を主体とした分類



(b) 接続による分類

図 3.1 整流ダイオードの分類

高速整流ダイオードは、特殊な製品を除くと現在図 3.2 に示す領域で製品化されています。この図から SBD は低耐圧、HED は中耐圧、FRD は高耐圧領域をカバーしていることがわかります。

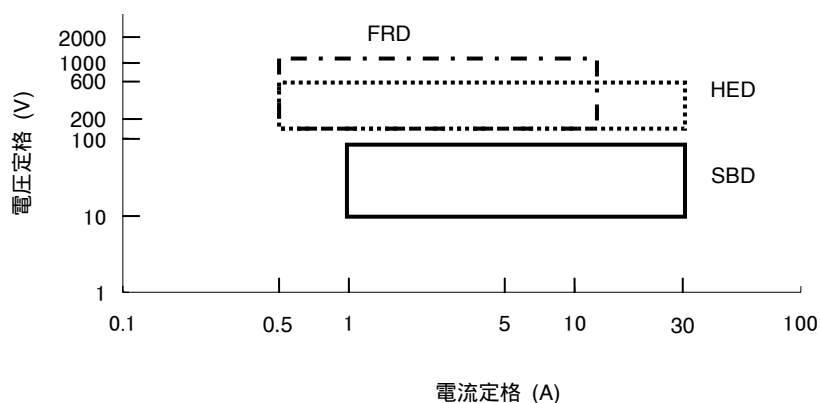


図 3.2 高速整流ダイオードの電圧/電流範囲

整流ダイオードの機能は交流から直流へ変換する整流作用にあり、主に電子機器の電源に使用されています。この電源は、機器の小型・軽量化が進行するに伴い高速スイッチング化される傾向にあります。従って、整流ダイオードはスイッチング性能、とりわけ逆回復特性の向上が必要となっています。

逆回復特性の優れた素子としては現在 HED、SBD に代表される高速整流ダイオードがあります。

(2) 特徴と用途

一般用と FRD

各種整流ダイオードの特徴および用途を表 3.1 に示します。一般用ダイオードは使用周波数が 1 kHz 程度以下であり、商用電源の整流に適しています。

高速用ダイオードは 30 kHz 以下領域のスイッチングに適しており、簡易なスイッチング回路、例えばストロボや小型テレビなどに多く使用されています。

HED、SBD

次に、HED および SBD についてみると、これらは OA、FA 機器用などの電源として使用されているスイッチング電源のキーコンポーネンツであり、その市場背景からスイッチング損失や順方向損失で決定される整流効率の点で優れた性能が要求されます。

表 3.1 各種整流ダイオードの特徴および用途

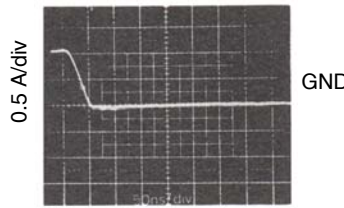
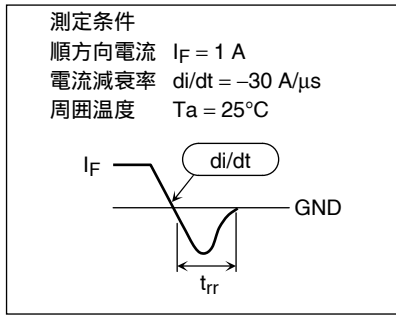
	標準的な性能			価 格	主 たる 用 途
	耐 圧	順電圧降下	t_{rr} (注 3)		
一般用	~800 V	≈ 1.0 V	数十~100 μs	安価	交流電源の整流、家電機器、車載及びその他。
FRD	~1000 V	≈ 2.0 V	~100 ns		~200 kHz のスイッチング、ストロボ他。
HED	~600 V	≈ 2.0 V	~50 ns		24 V 系電源の出力整流、プリンタ、フラットパネル他。
SBD	~120 V	≈ 0.55 V	(注 4)	高価	5 V 系電源の出力整流、パソコン他。

注 3: 逆回復時間 (ターンオフ時に少数キャリアが消滅するまでの時間)

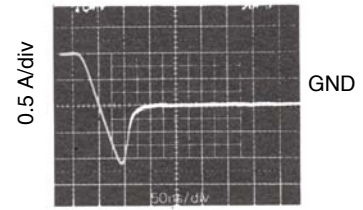
注 4: 多数キャリア素子のため基本的に t_{rr} はない。

表 3.2 実験に使用したダイオードの定格・特性

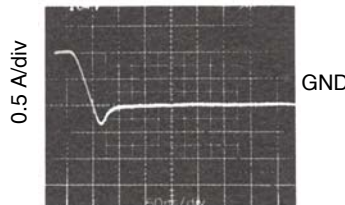
項 目	記 号	単 位	CRS04 (SBD)	CRH01 (HED)	CMF02 (FRD)	
平 均 順 電 流	I_F (AV)	A	1.0	1.0	1.0	
ピ ー ク 繰 り 返 し 逆 電 圧	V_{RRM}	V	40	200	600	
ピ ー ク 順 電 圧	V_{FM}	V	0.49	0.98	2.0	
	測定条件	I_{FM}	A	0.7	1.0	1.0
逆 回 復 時 間	t_{rr}	ns	—	35	100	
	測定条件	I_F	A	—	1.0	1.0
		di/dt	A/μs	—	-30	-30



(a) SBD [CRS04]
(定格 1 A、40 V)



(c) FRD [CMF02]
(定格 1 A、600 V)



(b) HED [CRH01]
(定格 1 A、200 V)

図 3.3 各種高速整流ダイオードの逆回復時間 (t_{rr}) 波形

まず、スイッチング損失は、その大部分が逆回復時間領域で発生するため、素子の逆回復時間 t_{rr} を速くする必要があります。各種高速用ダイオードの t_{rr} 波形を図 3.3 に示します。なお、表 3.2 は、この実験に使用したダイオードの定格・特性です。この例からも判るように t_{rr} は、

$$\text{SBD} < \text{HED} < \text{FRD}$$

の順に分布しており、SBD や HED が優れたスイッチング素子であることが理解できると思います。

とりわけ SBD は、ほとんどス

イッチング損失が発生しないため、1 MHz のスイッチング領域ですでに使用されています。

次に、順方向損失は素子の順電圧降下 V_F によって左右されるため、損失を抑えるには V_F を小さくする必要があります。この点でも、図 3.4 の特性例に示すとおり SBD が抜群の性能を持っています。同一電流定格の製品であれば V_F は、

$$\text{SBD} < \text{HED} < \text{FRD}$$

の順に分布しており、 t_{rr} と同様に SBD や HED が順方向損失を小さく抑えることができます。

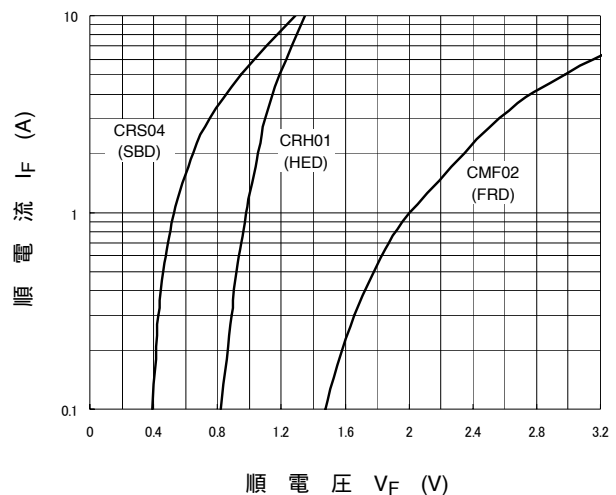


図 3.4 各種高速ダイオードの順電流降下特性

以上のように、SBD や HED は整流効率の点で非常に優れていますが、素子の構造上、高耐圧化が難しく、一般的に SBD で 20~120 V、HED で 200~600 V が製品化されています。従って、双方とも主としてスイッチング電源回路の 2 次整流用に使われており、SBD は出力電圧 5 V の CPU やメモリ用電源として、HED は 24 V のアクチュエータ用を中心とした用途になっています。

他方 FRD は整流効率の点で劣るものの、高耐圧が要求される交流ライン側の 1 次スイッチングに主として使用され、スイッチング電源、テレビ、モニタなどに適しています。

センタタップ型

以上は素子の性能面からの観点ですが、次にこれらの素子を複合したセンタタップ型について説明します。

センタタップ型は各種機器の特定された応用に適した接続をもった製品であり、具体的には図 3.5 に示すような使用法となります。センタタップ型はスイッチング電源の 2 次整流用に主として使用されており、SBD や HED が主体的に系列化されています。

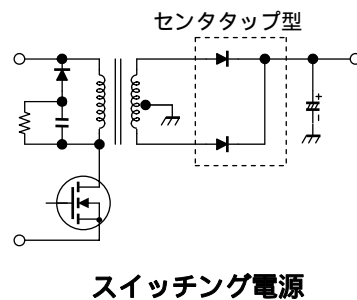


図 3.5 複合ダイオードの具体的使用例

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。