

ダイオード

ダイオードの種類と用途

整流ダイオードやスイッチングダイオードなど、様々なダイオードが様々なアプリケーションに向けて製品化されています。このアプリケーションノートではダイオードの種類とその用途について概要を説明しています。

ダイオードの種類

ダイオードの種類は製造プロセスや特性、内部回路、形状によって分類することができます。

主なダイオードの製造プロセスと特性による分類を Figure 1 に示します。種類の中でグレーの部分は ROHM で製品化していないダイオードを示します。

まず、ダイオードは製造プロセスにより大きく 2 つに分類されます。1 つ目は p 型と n 型半導体を接合した pn 接合ダイオードです。pn 接合ダイオードはその特性により、整流ダイオード、スイッチングダイオード、ファストリカバリーダイオード、ツェナーダイオード、高周波向けのスイッチ用ダイオードなどに分類されます。ツェナーダイオードの中には回路の保護に特化したものや、より高性能な保護素子である TVS (Transient Voltage Suppressor) があります。pn 接合ダイオードにはこれらの他に光半導体があります。その特性により、発光素子として LED と半導体レーザーが、受光素子としてフォトダイオードがあります。

2 つ目は n 型または p 型半導体と金属を接合したユニポーラ型ダイオードです。ユニポーラ型はその特性によりショットキーバリアダイオードがあります。さらにハイパワー向けには半導体部分に SiC (シリコンカーバイド) を使用したものや、高周波検波用に低容量なデバイスがあります。

その他として定電流ダイオードがありますが、これは内部素子が接合型 FET で、ソースとゲートをショートした側をカソード、ドレイン側をアノードとした構造になっています。

次に内部回路による分類を Figure 2 に示します。1 つのパッケージに 1 つの素子を封入した単体タイプと、複数のダイオードを集積した複合タイプがあります。複合タイプは内部回路の接続方法により、アノードコモン、カソードコモン、シリーズ、パラレルタイプがあります。複合タイプはアプリケーション回路に適合すると実装を小型化することができます。電力損失が大きなアプリケーションでは 1 素子に発熱が集中するため熱設計を考慮する必要があります。

Figure 3 は形状による分類を示します。PCB への実装方法や放熱性能によって、パッケージのリードを PCB の穴へ挿すスルーホールタイプとパッケージを PCB の表面に実装する面実装タイプがあります。

アキシアルタイプは PCB への面実装が多いため製品数は減少しています。面実装タイプは小信号用の小型パッケージやパワー用に FIN や下面電極が付いているパッケージがあります。面実装用のパワーパッケージは PCB へ放熱するため電力損失が数 W 程度までのデバイスに限定されます。それ以上の電力損失が必要なデバイスは TO 系のスルーホールタイプで放熱板を装着する設計になります。また、面実装タイプでも上面電極が付いており放熱板を装着できるパッケージもあります。

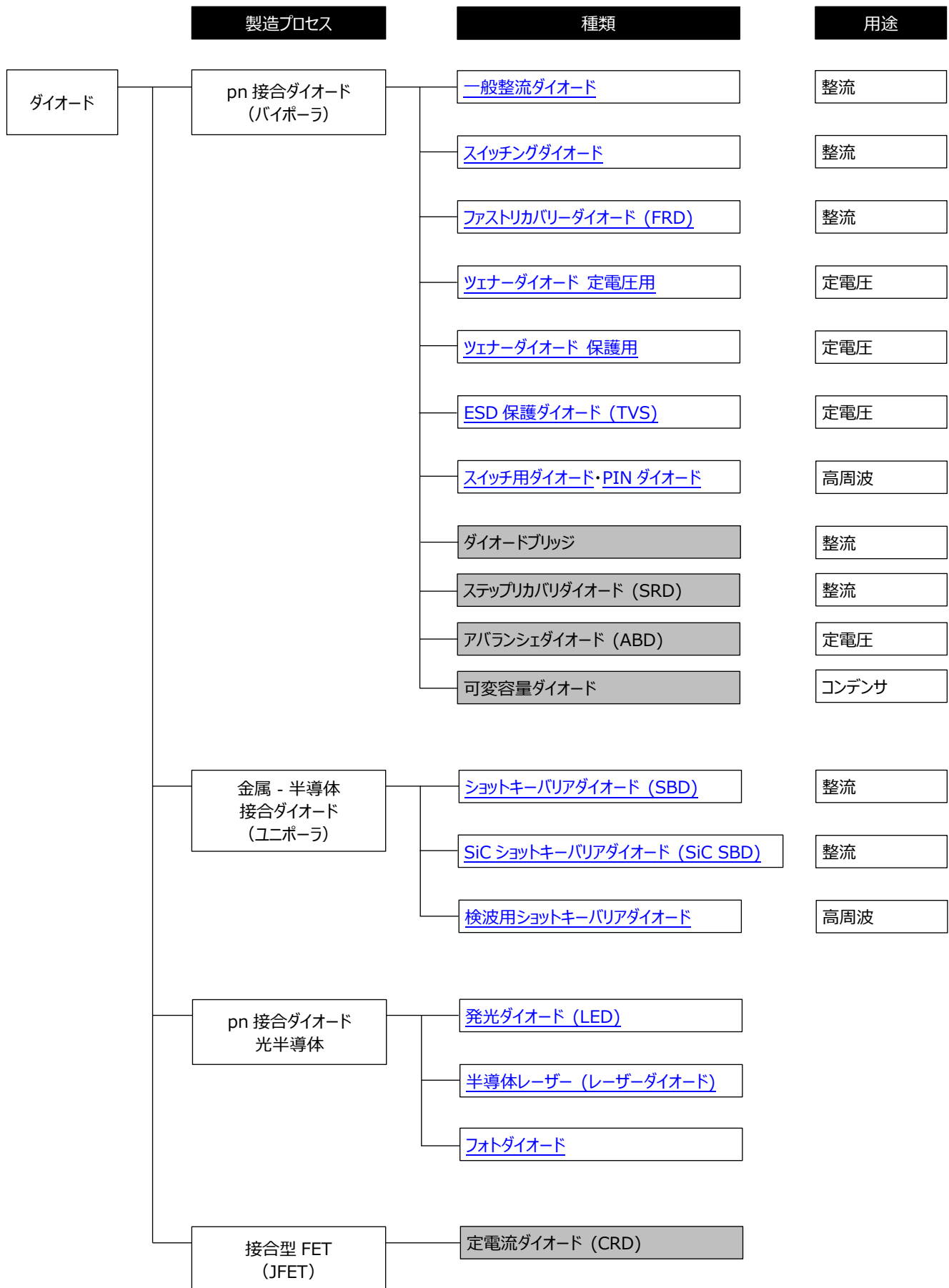


Figure 1. 主なダイオードの製造プロセスと特性による分類
種類の列でグレーの部分は ROHM で製品化していないダイオードを示す。

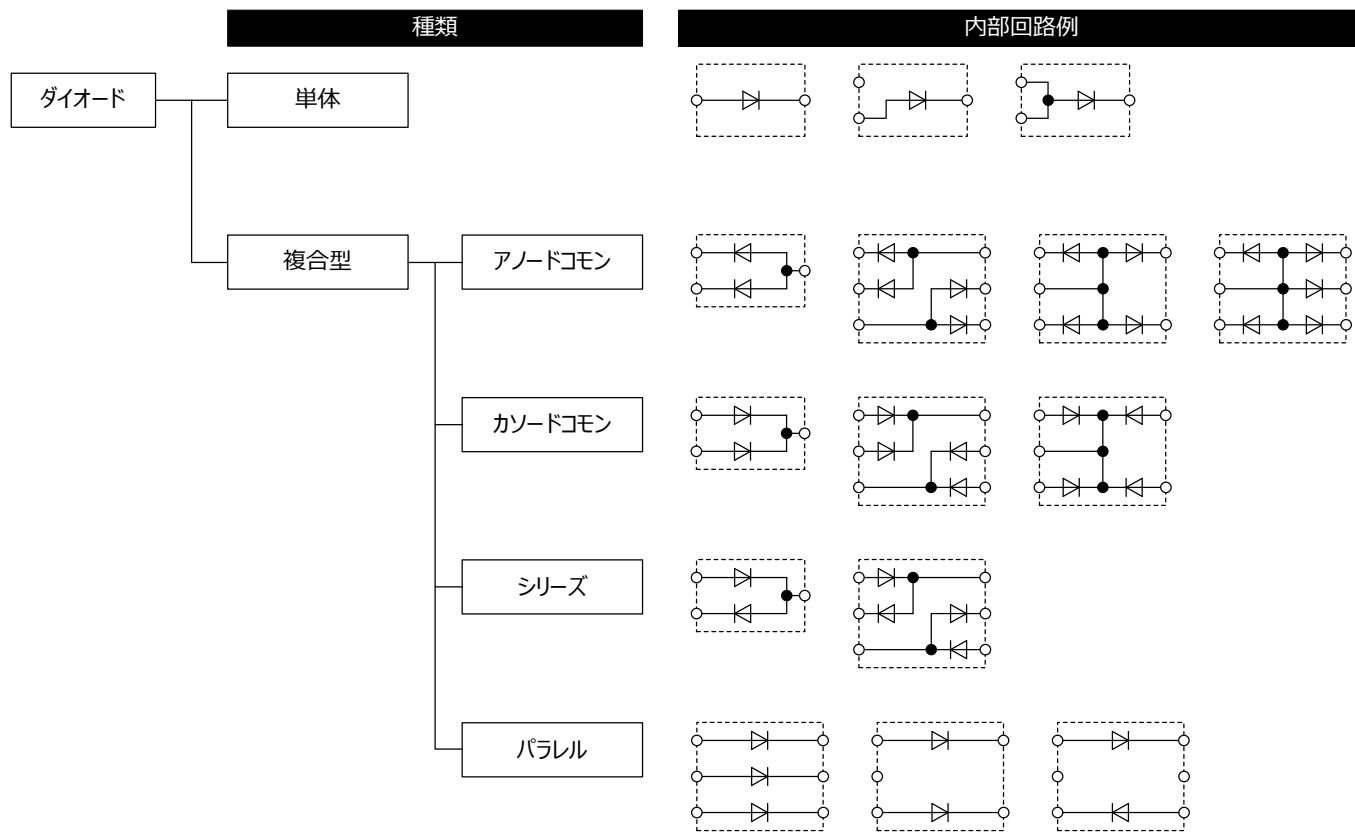


Figure 2. 内部回路による分類

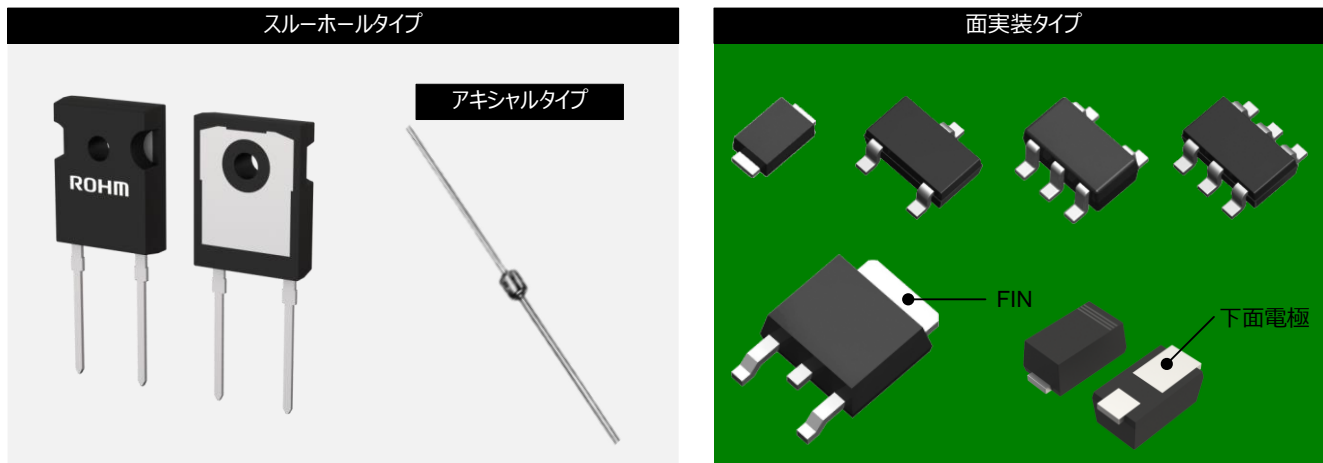


Figure 3. 形状による分類

ここから各ダイオードの概要を説明します。

一般整流ダイオード

整流ダイオードは、その名前の通り商用電源の交流周波数（50Hz, 60Hz）を整流して直流に変換することを目的としています。400Vや600Vの高耐圧、1A以上の高電流といった特性が容易に得られる特徴があります。

Figure 4 に商用電源を全波整流して DC に変換する回路と電圧波形を示します。入力の正弦波をダイオードで一方向の電圧に変換し、コンデンサで平滑することにより DC を得ています。

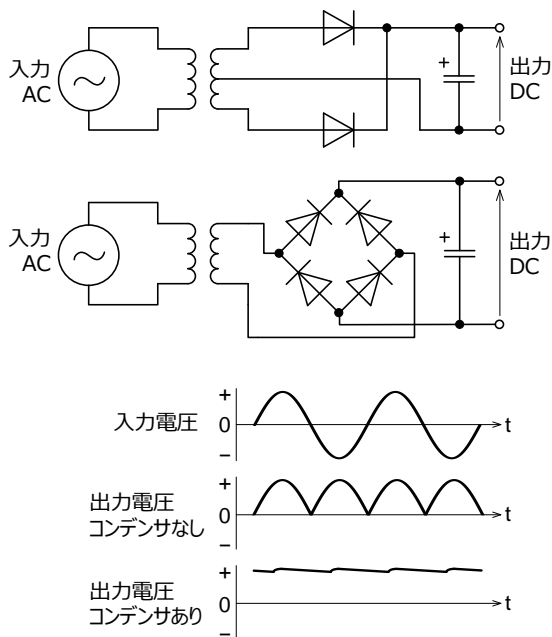


Figure 4. 商用電源の全波整流回路と電圧波形

Figure 5 にデバイス構造を示します。整流ダイオードはメサ型を採用しています。メサとは地理用語で「周囲が急斜面で頂上が平らな台地」という意味です（語源はスペイン語）。まさにその様な形状になっています。

製造工程は、n 型シリコン基板の下側に不純物濃度が高い n 型半導体を形成し、上側には p 型半導体を形成することで pn 接合を形成しています。両端の傾斜部はエッチングすることでメサを形成しています。傾斜部には保護膜を、上下に電極を形成して整流ダイオードチップが完成します。

メサ型にすることで pn 接合界面に対して斜めの切り口で端面を形成する構造となり、端面での電界強度を弱めて、高耐圧特性を容易に得ることができます。

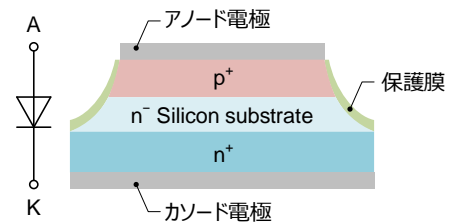


Figure 5. 整流ダイオードのデバイス構造

ファストリカバリーダイオード (FRD)

商用周波数より高い周波数の電源アプリケーションで一般整流ダイオードを使用すると変換効率が悪化するため、逆回復時間 t_{rr} が速い FRD を使用します。

一般的な整流ダイオードは、順バイアスから逆バイアスに切り替わったとき、n 領域にあった正孔（ホール）が p 領域に戻ろうとしますが、戻るスピードが遅いため、その間に逆方向へ電流が流れてしまい、これが損失になります。

FRD は t_{rr} が速いが、順方向電圧 V_F と耐圧が高いという特徴があります。そのためアプリケーションとしては高電圧のスイッチング電源に向いています。

アプリケーション例を示すと、Figure 6 は昇圧コンバータで構成される最もシンプルな PFC 回路です。整流用に FRD を使用します。

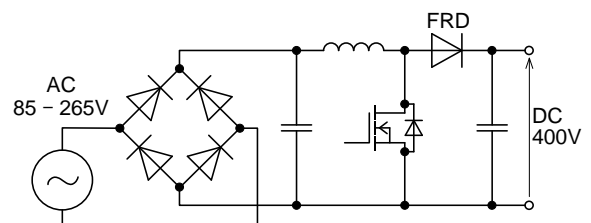


Figure 6. 昇圧 PFC 回路

Figure 7 はフルブリッジ LLC コンバータで、数 kW の電力で 48V 以上の電圧で使われる回路です。2 次側のダイオードブリッジに FRD を使用します。

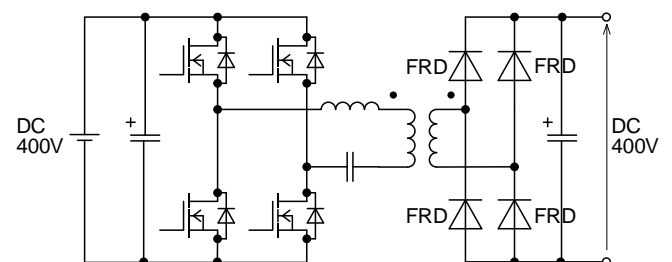


Figure 7. LLC コンバータ回路

Figure 8 は三相フルブリッジインバータで、誘導性負荷からの還流電流を流す経路に FRD を使用します。

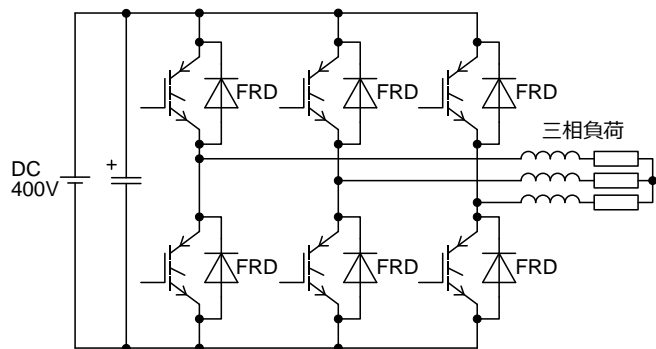


Figure 8. 三相フルブリッジインバータ回路

Figure 9 はハーフブリッジ回路に非放電型 RCD スナバ回路を実装した例です。スナバ回路に FRD を使用します。

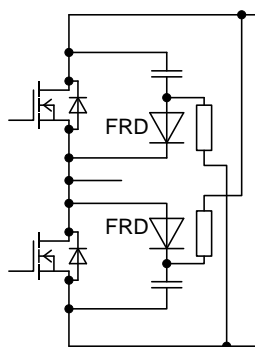


Figure 9. 非放電型 RCD スナバ回路

Figure 10 にデバイス構造を示します。前述の一般整流ダイオード以外はプレーナ型（平ら型）を採用しています。

製造工程は、n 型シリコン基板の上に不純物濃度が薄い n 型半導体を形成します。この n 層を厚くすることで pn 接合界面の電界強度の傾斜を緩やかにできるため高耐圧化が可能になります。次に n 層の上から p 型半導体を形成することで pn 接合を形成します。

FRD は t_{rr} を速くするため、n 層に特定金属の不純物を拡散してキャリアトラップを設けています。順バイアスから逆バイアスに切り替わったとき、n 領域から p 領域へゆっくり戻ろうとする正孔（ホール）をキャリアトラップが捕まえて t_{rr} を速くしています。不純物濃度により t_{rr} を調整することができますが、背反として順方向電圧 V_F が高くなります。 t_{rr} と V_F はトレードオフの関係にあります。

最後に上部に保護膜と、上下に電極を形成して FRD が完成します。

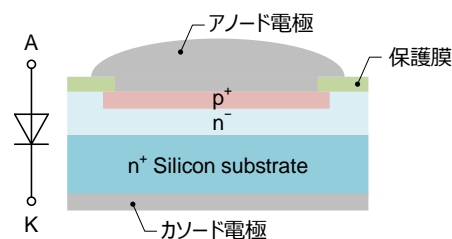


Figure 10. ファストリカバリーダイオードのデバイス構造

スイッチングダイオード

スイッチングダイオードは小信号回路で幅広いアプリケーションに使用されます。現在では順方向電圧が低いショットキーバリアダイオードや保護用ダイオード、高周波用ダイオードなど、ある特性に特化したダイオードが多数存在します。そのためスイッチングダイオードは単純なスイッチ（ロジック）動作、制御回路の逆流防止、トランジスタアンプのバイアス、簡易な電圧制御回路などに使用されています。

Figure 11 は、簡単な制御回路でよく使う OR 接続です。逆流防止の機能も兼ねています。

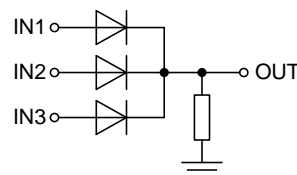


Figure 11. ダイオードによる OR 接続

Figure 12 は SEPP (Single Ended Push-Pull) アンプで、トランジスタのバイアス用にダイオードを挿入することで AB 級アンプとして動作します。出力電力が小さなアンプにスイッチングダイオードを使用できます。

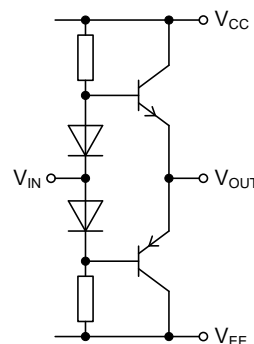


Figure 12. AB 級 SEPP アンプ回路

Figure 13 は IC などの電子デバイスを静電気から保護するための簡易的な電圧制限回路です。これで保護できない場合は、TVS (Transient Voltage Suppressor) ダイオードを使用します。

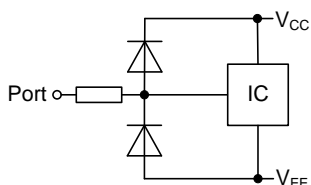


Figure 13. 簡易的な静電破壊保護回路

Figure 14 がデバイス構造ですが、一般的なプレーナ型を採用しています。製造工程は、n 型シリコン基板の上に不純物濃度が薄い n 型半導体を形成します。次に n 層の上から p 型半導体を形成することで pn 接合を形成します。最後に上部に保護膜と、上下に電極を形成してスイッチングダイオードが完成します。工程の基本的なところは FRD と同じです。

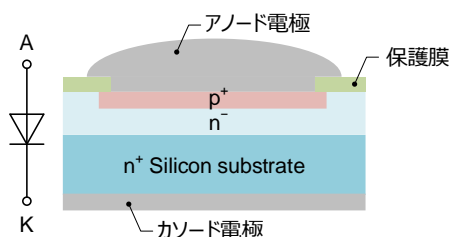


Figure 14. スwitchングダイオードのデバイス構造

ツェナーダイオード

ツェナーダイオードは電流が変化しても電圧がおおよそ一定であるという特徴を利用して定電圧回路に使用したり、サージ電流や静電気から電子デバイスを守る保護素子として使用したりします。

一般的なダイオードは順方向の特性を使用するのに対して、ツェナーダイオードは Figure 15 のように逆方向の特性を使用します。

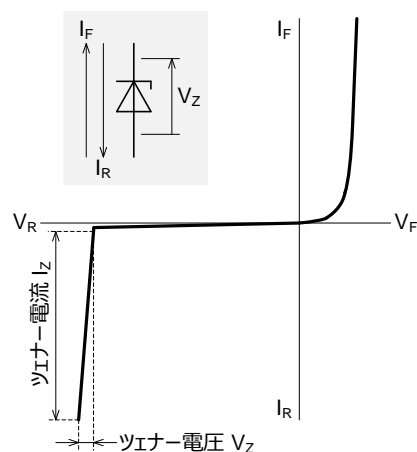


Figure 15. ツェナーダイオードの電圧 - 電流特性
ツェナーダイオードは逆方向の特性を使用する

Figure 16 はオペアンプで構成した基準電圧発生回路です。オペアンプ非反転入力に基準電圧にツェナーダイオードを使用します。ツェナーダイオードはノイズが大きいという特徴があるのでノイズに敏感な回路には使用できません。さらにツェナー電圧が目安として 5V 以上のデバイスはアバランシェ降伏領域に入るので、低電圧品に比べて桁違いのノイズが発生するため注意が必要です。また、この領域ではダイオードの電源インピーダンスが低くなるためコンデンサを並列に接続してもノイズは改善できません。

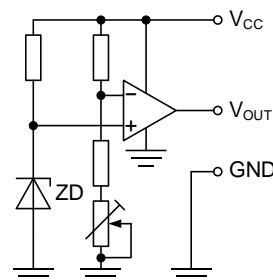


Figure 16. 基準電圧発生回路

Figure 17 は電子デバイスをサージから守る保護素子として使用した例です。サージ電圧はツェナー電圧でクランプされます。サージパルスが短い波形や、大電力のサージはツェナーダイオードでは保護できないので TVS ダイオードを使用します。

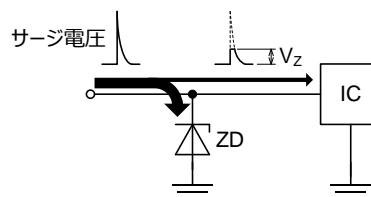


Figure 17. 電子デバイスのサージ保護

Figure 18 がデバイス構造ですが、基本的な構造はスイッチングダイオードと同じです。製造工程は、n 型シリコン基板の上に不純物濃度が薄い n⁻ 型半導体を形成します。次に n⁻ 層の上から p 型半導体を形成することで pn 接合を形成します。p 層にはサージ耐圧を向上するためにガードリング層を形成しています。この n⁻ 層と p⁺ 層の厚みと不純物濃度をコントロールすることによって様々なツェナー電圧を作ることができます。最後に上部に保護膜と、上下に電極を形成してツェナーダイオードが完成します。

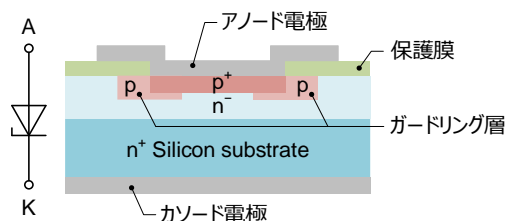


Figure 18. ツェナーダイオードのデバイス構造

TVS ダイオード

TVS (Transient Voltage Suppressor) ダイオードは、静電気や想定外のサージ電圧から電子デバイスを保護するためのダイオードです。動作原理は前述のツェナーダイオードと同じですが、ESD (Electro-Static Discharge) 耐量保証、高い電流定格、低端子間容量など、保護に特化した特性になっています。

Figure 19 のように TVS ダイオードを保護したい電子デバイスに並列に配置します。回路が通常動作をしているときは、ダイオードは OFF 状態にあります。サージなどの過電圧が印加された場合は ON 状態となり、パルス電流を TVS に消費させることで過電圧をクランプして後段を保護します。

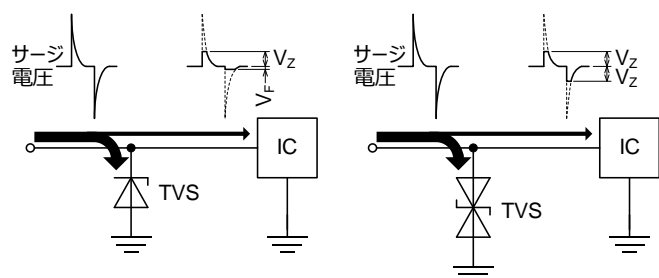


Figure 19. TVS ダイオードによる電子デバイス保護

TVS ダイオードには単方向タイプと双方向タイプがあります。信号の極性によって配置する TVS の種類を選択する必要があります。直流電源のようにプラス極性（またはマイナス極性）しかないラインや、デジタル信号のように Low と High のプラス極しかない信号の場合は、単方向タイプ、双方向タイプどちらでも使用可能です。また、バイアスされていないアナログ信号や CAN (Controller Area Network) 通信な

ど、信号がプラスとマイナスの両極を持つ場合は双方向タイプを使用します。

Figure 20 は各種通信ラインに TVS を配置した例です。TVS は端子間に容量を持っているため、この容量が大きいと波形に影響をあたえて通信品質が低下します。このため、通信ラインの周波数に適切な容量の素子を選択する必要があります。

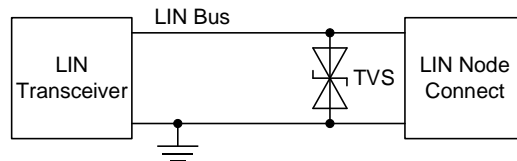
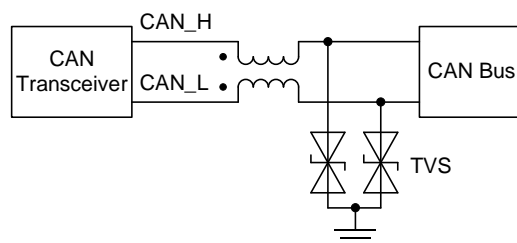
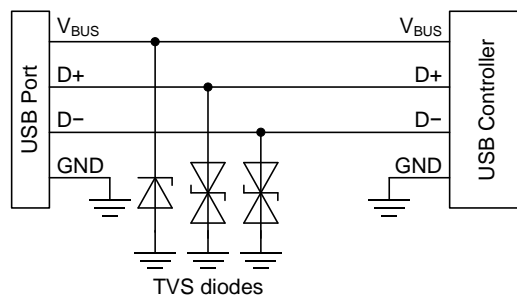


Figure 20. 通信ラインの保護

PIN ダイオード

PIN ダイオードは順方向時の導通抵抗が小さく、抵抗値は電流によって可変抵抗のように働き、逆方向では低容量コンデンサの振る舞いをします。その端子間容量が小さいことから高周波回路に使用されています。

Figure 21 は π 型アッテネータ回路です。ダイオード電流を変更することで抵抗値が変化し減衰量を可変します。

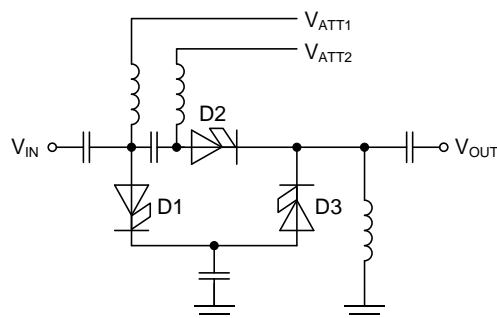


Figure 21. π 型アッテネータ回路

Figure 22 はコルピッツ発振器の回路です。発振周波数を切り替えるためのスイッチとして PIN ダイオードを使用しています。

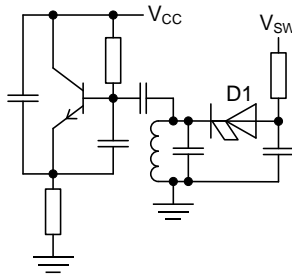


Figure 22. コルピッツ発振器回路

Figure 23 はデバイス構造です。基本的な構造はスイッチングダイオードと同じですが、 n^- 層が厚い特徴があります。製造工程は、 n^- 型シリコン基板の上に不純物濃度が薄い n^- 型半導体を形成します。 n^- 層は真性半導体 (Intrinsic semiconductor) に近い不純物濃度であることから i 層と呼ばれ、 $p-i-n$ の構造から PIN ダイオードと呼ばれています。

次に n^- 層の上から p^+ 型半導体を形成することで pn 接合を形成します。最後に上部に保護膜と、上下に電極を形成して PIN ダイオードが完成します。

順方向電流の増加に伴って n^- 層に電子(キャリア)が増加し n^- 層は低抵抗になります。これは伝導度変調という現象により起こっています。この現象により、PIN ダイオードは電流値によって可変抵抗のような働きをしています。

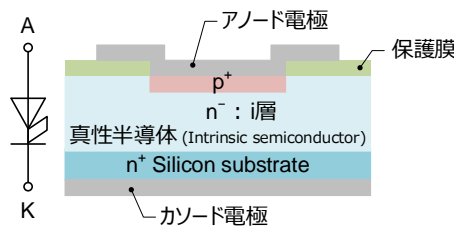


Figure 23. PIN ダイオードのデバイス構造

ショットキーバリアダイオード (SBD)

一般的なダイオードは pn 接合でダイオード特性を得るのに対して、SBD は金属と半導体の接合によって生じるショットキー障壁(バリア)を利用しています。

一般的に pn 接合ダイオードと比較して順方向電圧 V_F が低く、逆回復時間 t_{rr} が速い特徴があります。一方で逆方向電流 I_R が大きく、条件によっては熱暴走を起こすことがあるので注意が必要です。

SBD は低 V_F なので高効率求められる DC-DC コンバータや AC-DC コンバータでの使用や、IC の端子保護が代表的なアプリケーションといえます。ただし FRD よりも耐圧が低いため二次側での使用が主になります。

SBD の特性は金属(バリアメタル)の種類によって異なります。Table 1 に金属ごとの特徴と適するアプリケーションを示します。

金属 A を用いた SBD は V_F が非常に低いことが特徴ですが、 I_R が他に比べて大きくなります。そのため、発熱が大きく周囲が高温になると熱暴走を起こしやすい傾向になるため、このような環境には向いていません。アプリケーションとしては、 V_F が低いことから導通損失が少なく電圧降下が小さいので、バッテリー電源機器に適しています。

金属 B は V_F と I_R 特性のバランスがとれたデバイスです。DC-DC コンバータなどのスイッチング回路によく使われます。

金属 C は I_R が非常に小さく発熱も少ないので高温下での使用に向いています。

pn 接合の一般整流ダイオードは I_R が小さく、ほとんどの場合は無視できる値です。それに対して SBD は無視できない I_R が存在します。これは SBD を使う上で重要なポイントです。

Table 1. 金属(バリアメタル)の種類ごとの特徴と適するアプリケーション

金属	特徴	特性				適するアプリケーション
		V_F	I_R	t_{rr}	高温	
A	超低 V_F	★★★★	★	★★★	★	バッテリー電源機器
B	低 V_F 低 I_R バランス型	★★★	★★	★★★	★★	DC-DC コンバータ AC-DC コンバータ
C	超低 I_R	★★	★★★★	★★★	★★★	高温環境
一般整流ダイオード		★	★★★★	★	★★★★	汎用

V_F : 順方向電圧、 I_R : 逆方向電流、 t_{rr} : 逆回復時間

★は定性的な指標で、数が多いほど良いことを示す。

Figure 24 はバッテリーを電源とした昇圧 DC-DC コンバータ回路です。非同期方式のフリーホイールダイオードに SBD を使用します。

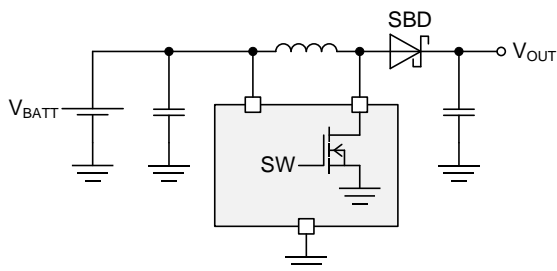


Figure 24. バッテリー電源の昇圧 DC-DC コンバータ回路

Figure 25 は非同期方式の降圧 DC-DC コンバータで、フリーホイールダイオードに SBD を使用します。

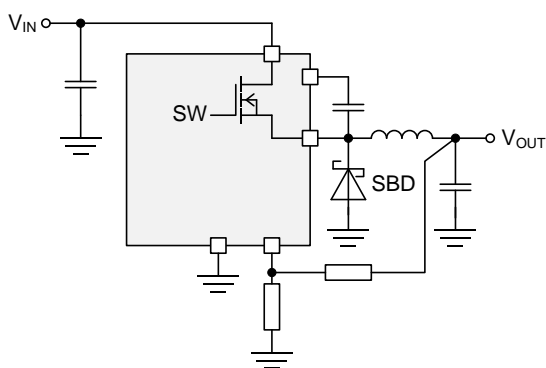


Figure 25. 非同期方式 降圧 DC-DC コンバータ回路

Figure 26 はフライバック方式の AC-DC コンバータです。二次側の整流ダイオードに SBD を使用します。

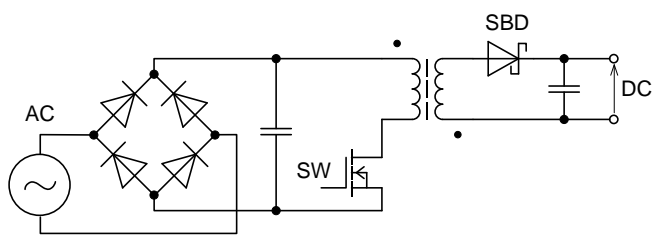


Figure 26. フライバック方式 AC-DC コンバータ回路

Figure 27 は SBD のデバイス構造です。n 型シリコン基板の上に不純物濃度が薄い n⁻ 型半導体を形成します。次に n⁻ 層の上からバリアメタルを蒸着し、n 型半導体と金属との間にショットキー接合が構成されます。最後に上部に保護膜と、上下に電極を形成して SBD が完成します。

このバリアメタルに使用する金属の種類によって Table 1 のように I_R が大きくなる製品があります。I_R が大きな SBD では逆電圧と逆電流のかけ算で電力損失が発生し、接合部温度が上昇します。I_R は正の温

度係数を持っているため、接合部の温度上昇に伴って I_R が増加します。そのため、I_R 増加→接合部温度上昇→I_R 増加→接合部温度上昇といった正帰還がかかり、最終的に熱破壊する可能性があります。これを熱暴走といいます。周囲温度が高いと熱暴走が発生しやすくなるため、I_R が大きな製品を使用するときは熱設計に注意する必要があります。

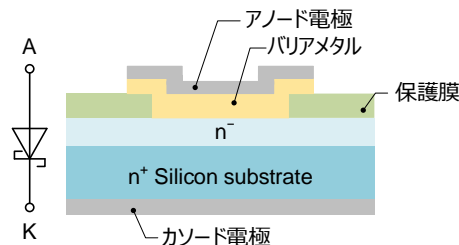


Figure 27. ショットキーバリアダイオードのデバイス構造

検波用ショットキーバリアダイオード

高周波で微弱な信号を検波するには、端子間の低容量化と順方向電圧 V_F の低減が必要になります。端子間容量を小さくするにはダイサイズを小さくする必要があります。一方で V_F を低減するにはダイサイズを大きくする必要があり、両者はトレードオフの関係にあります。これらの条件を最適化して検波用 SBD が製品化されています。

一般的な SBD の端子間容量は 10pF 以上あるのに対して検波用は概ね 1pF 以下を明記しています。そして V_F は検波用なので順方向電流を 1mA など小さな値で規定しており、最大電流も 10mA 程度と小さな値です。また低 V_F のトレードオフで逆方向電流 I_R が大きい特徴があります。

Figure 28 は高周波検波回路です。SBD と後段の RC でピーク検波を行っています。

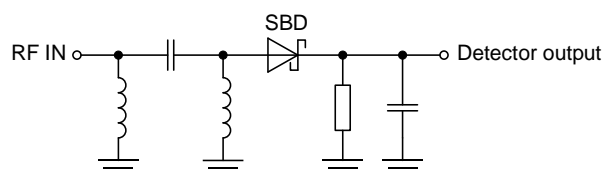


Figure 28. 高周波検波回路

SiC ショットキーバリアダイオード (SiC SBD)

高速なデバイス構造である SBD で、従来の Si SBD が 200V 程度の耐圧であるのに対して、SiC SBD は 1200V の高耐圧ダイオードを実現しています。現在は高速で高耐圧なダイオードは pn 接合構造のファストリカバリーダイオード(FRD)が主流ですが、SiC SBD に置き換えることでスイッチング動作時のリカバリー損失を大幅に削減できます。

SiC SBD の順方向電圧 V_F は Si FRD と同等で 1V 弱です。 V_F はショットキー障壁のバリアハイトにより決まり、通常バリアハイトを低く設計すると V_F は低くできますが、一方で逆バイアス時のリーク電流が増加してしまうというトレードオフの関係にあります。ロームの第二世代 SiC SBD ではプロセスを工夫することにより、リーク電流やリカバリー性能を従来品と同等に保ちながら V_F を約 0.15V 低減することに成功しました。また、第三世代 SiC SBD では、JBS (Junction Barrier Schottky) 構造と第二世代の低 V_F プロセスを組み合わせることによって更なる低 V_F と低リーク電流を実現しました。特に高温時における V_F 増加は大幅に低減されています。温度依存性は Si FRD と異なり、高温ほど動作抵抗の増加によって V_F が増加しますので熱暴走しにくい傾向になります。

Figure 29 は昇圧コンバータで構成される最もシンプルな PFC 回路です。整流用に SiC SBD を使用します。

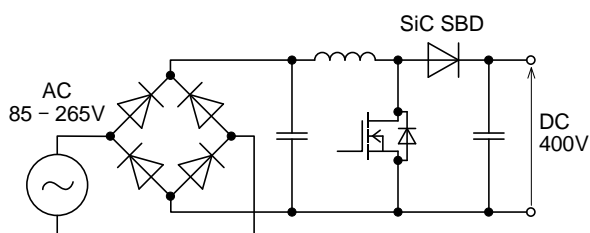


Figure 29. 昇圧 PFC 回路

Figure 30 は THD (total harmonic distortion) が低い 3 相 Vienna (ウィーン) PFC 回路です。整流用に SiC SBD を使用します。

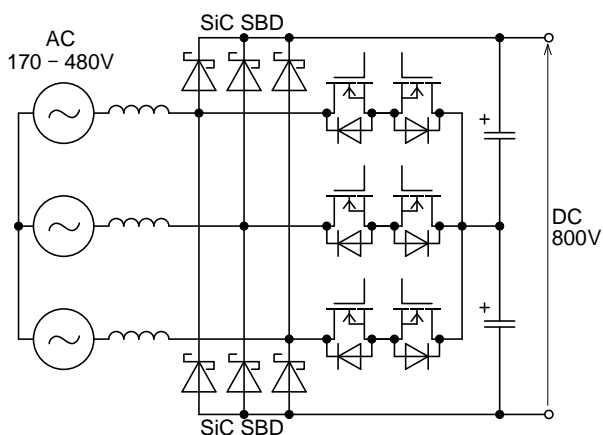


Figure 30. 3 相 Vienna PFC 回路

Figure31 は第三世代 SiC SBD のデバイス構造です。n 型 SiC 基板の上に不純物濃度が薄い n 型 SiC を形成します。次に n 層の一部に p⁺ を埋め込み、バリアメタルを蒸着します。これは JBS 構造といい、ショットキー界面に微細な pn 接合ダイオードを作ることで、大電流時には pn 接合を介して正孔 (ホール) が注入され、ドリフト層 (電流を流す層) の抵抗増加を抑え、突入電流に対して高い耐性を得ることができます。

また、結晶欠陥などが多いショットキー界面に高い電界が印加されるとリーク電流が増えるため、p⁺ 層を埋め込み p⁺ 層直下に高い電界を移動することでショットキー界面での電界強度が下がり、低リーク電流を実現しています。

最後に上部に保護膜と、上下に電極を形成して SiC SBD が完成します。

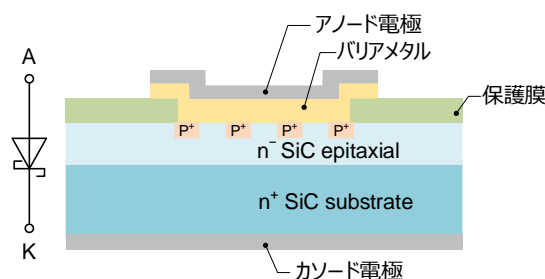


Figure 31. 第三世代 SiC SBD のデバイス構造
JBS (Junction Barrier Schottky) 構造

発光ダイオード (LED)

LED (Light Emitting Diode) は電流を流すと発光する光半導体です。電気エネルギーを直接光エネルギーに変えるため、効率よく光が得られる特徴があります。化合物半導体の組み合わせによって多彩な発光を作ることができるため、多くのアプリケーションに使用されています。

Figure 32 は LED 駆動回路です。左は抵抗で電流を決める最も簡単な回路で、右は定電流駆動回路です。

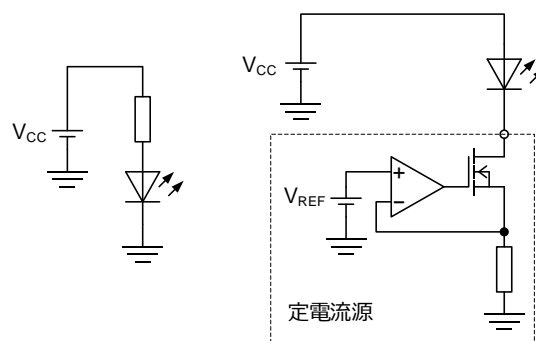


Figure 32. LED 駆動回路

Figure 33 は LED の調光方式を示します。調光方式にはアナログ調光 (DC 調光やリア調光とも呼ぶ) と PWM 調光があります。

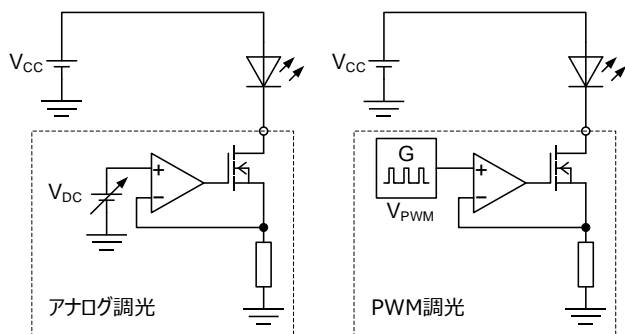


Figure 33. LED の調光方式

Figure 34 に一般的な赤色標準輝度タイプ LED のデバイス構造を示します。他の高輝度タイプや青・緑色 LED などでは構造が異なります。

一般ダイオード同様に pn 接合を形成しています。一般ダイオードでは材料に長周期型周期表 14 族 (短周期型では IV 族) の Si などの単元素を材料にしている半導体を使用しており、電子と正孔が再結合するときに光エネルギーが発生しにくいです。それに対して LED では 13 と 15 族 (短周期型では III と V 族) の複数の元素を材料にしている化合物半導体を使用することで再結合時に光エネルギーを発生します。材料の組み合わせとして、GaAsP, AlGaAs, GaP, InGaP, InGaAlP などがあります。これらを基板 (Substrate) 上にエピタキシャル成長させることで発光素子の機能を得ることができます。

上面電極は発光効率を向上するため透明電極を採用しています。

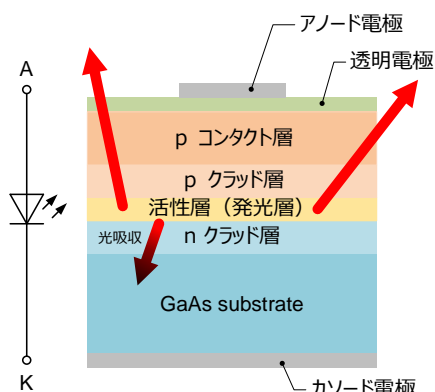


Figure 34. LED のデバイス構造
赤色標準輝度タイプ LED の場合

半導体レーザー (レーザーダイオード)

半導体レーザーはレーザーダイオードとも呼ばれる光半導体です。LASER は “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (日本語：誘導放出による光増幅放射)” の頭文字をとったもので、電流を流すことで発光した光が誘導放出の原理を利用して、位相が整った強い光を生み出すことができるデバイスです。同じ発光素子の LED に比べて、波長スペクトルの幅が狭く、位相がそろった指向性が非常に高い光であるといった特徴があります。

アプリケーションとしては、自動運転やロボット掃除機に搭載される LiDAR (Light Detection And Ranging)、レーザープリンター、モーションセンサー、3D スキャナー、CD/DVD プレーヤー、バーコードリーダー、PM2.5 検出センサーなど、様々な分野で使用されています。

Figure 35 は電流共振型の駆動回路です。この回路は LiDAR 用に短パルスで高出力化しやすい特徴があります。

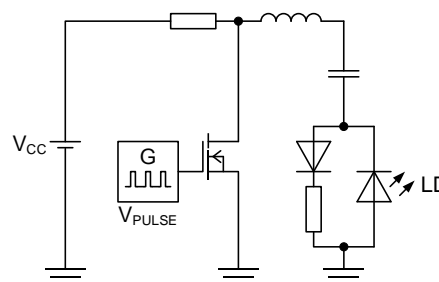


Figure 35. 電流共振型レーザーダイオード駆動回路

Figure 36 は電流を一定に保つ ACC (Automatic Current Control) 型の駆動回路です。

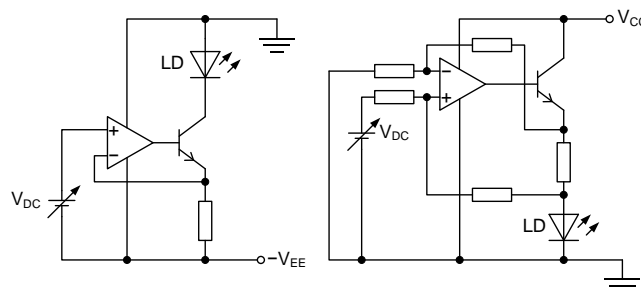


Figure 36. ACC 型レーザーダイオード駆動回路

Figure 37 は光出力を一定に保つ APC (Automatic Power Control) 型の駆動回路です。

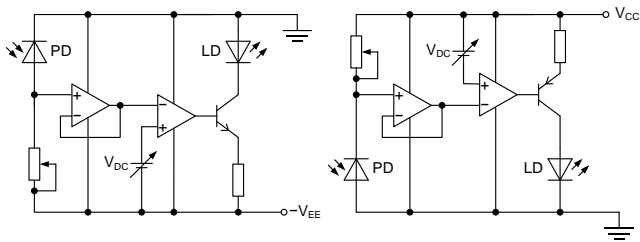


Figure 37. APC 型レーザーダイオード駆動回路

Figure 38 にレーザーダイオードのデバイス構造を示します。これはファブリ・ペロー型で、もっともシンプルなレーザーダイオードの構造です。n 型基板上に、活性層（発光層）を n 型と p 型のクラッド層で挟んだ構造が作られています。電流を流すと活性層内で電子と正孔が再結合するときに光エネルギーが発生し発光します。クラッド層は活性層よりも屈折率が低い材料でも作られているため光は活性層に閉じ込めてしまいます。活性層の端面は光が反射する構造になっているため、光は活性層内で往復しながら増幅され誘導放出されます。活性層の端面の一部はハーフミラー構造になっているため、ここからレーザー光線が放出されます。

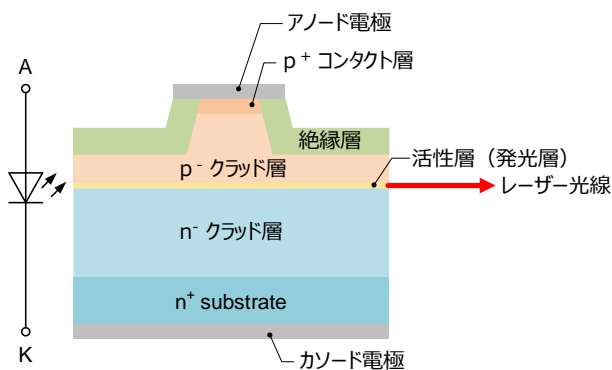


Figure 38. レーザーダイオードのデバイス構造

これまで各ダイオードの特徴と代表的なアプリケーションを説明しました。各ダイオードの特徴を理解した上で、アプリケーションに最適なデバイスを選択するようにしてください。

ご 注 意

- 1) 本資料に記載されている内容は、ロームグループ(以下「ローム」という)製品のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新のデータシートもしくは仕様書を必ずご確認ください。
- 2) ローム製品は、一般的な電子機器(AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等)もしくはデータシートに明示した用途への使用を意図して設計・製造されています。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、またはその他の重大な損害の発生に関わるような機器または装置(医療機器、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリーを含む車載機器、各種安全装置等)(以下「特定用途」という)にローム製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願いいたします。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途にローム製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 3) 半導体を含む電子部品は、一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、人の生命、身体、財産への危険または損害が生じないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計など安全対策をお願いいたします。
- 4) 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、ローム製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を明示的にも黙示的にも保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 5) ローム製品及び本資料に記載の技術を輸出または国外へ提供するには、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続きを行ってください。
- 6) 本資料に記載された応用回路例などの技術情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。また、ロームは、本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有または管理している知的財産権その他の権利の実施、使用または利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。
- 7) 本資料の全部または一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
- 8) 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。ローム製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
- 9) ロームは本資料に記載されている情報に誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様または第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどをご用意しておりますので、お問い合わせください。

ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.co.jp/contactus>