



車載、産業、民生機器の小型化・低損失化に 貢献するロームのSBDラインアップ°

1. はじめに

近年、自動車の電動化や産業機器、民生機器における IoT 化が進む中で、アプリケーション 1 台に搭載される半導体は増加している。中でも、中耐圧のダイオードは回路の整流や保護を目的に、スマートフォンから EV のパワートレインまで、あらゆる回路や分野で使われており、ロームはこの分野で高い実績を誇る。（図 1）

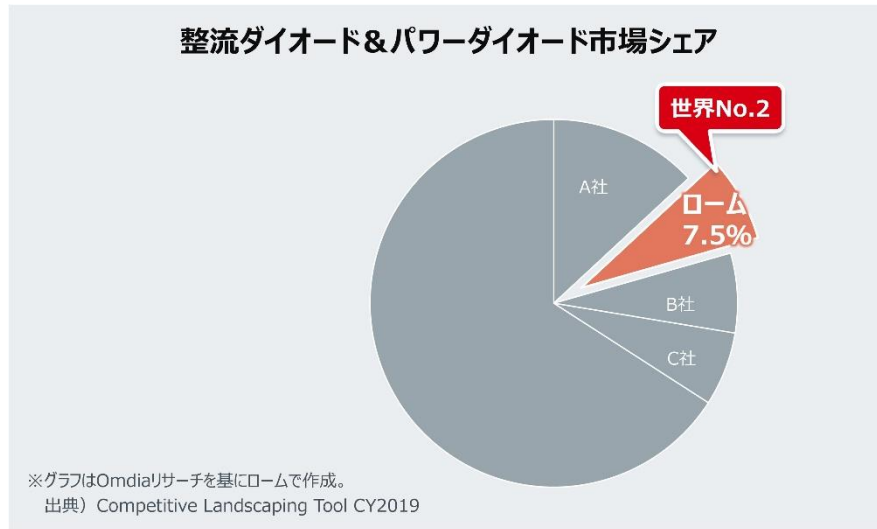


図 1. 整流ダイオード&パワーダイオードにおけるロームの市場シェア

ダイオードにおける重要な性能指標としては、 V_F （順方向電圧）と I_R （逆方向電流）があり、それぞれ順方向印加時における電力損失と逆方向印加時における電力損失に繋がる。「理想のダイオード」は、 V_F と I_R が 0、つまり電力損失が全くなく、整流やスイッチングを行うことができるダイオードであるが、電子移動の伴う半導体において、この理想を実現することはできない。また、 V_F と I_R は、一般的にトレードオフの関係にあるため、どちらも改善することは難しい。さらに、実際のダイオードにおいては、スイッチング時にダイオードをオフ状態にする際にも、多少の電力損失が発生する（ t_{rr} の時間分、逆方向に電流が流れてしまうため）。

ショットキーバリアダイオード（以下、SBD） は、 V_F や t_{rr} が他の種類のダイオードに比べて低いため、整流回路やスイッチング回路において、低損失を実現できる一方、 I_R が大きいため、発熱が放熱を上回り、最終的に破壊に至る熱暴走のリスクが懸念される。（図 2）



こうした中で、ロームは各種アプリケーションに応じて、 V_F と I_R のどちらを重視するかで製品選択が可能な、幅広い SBD シリーズラインアップを展開。さらに、背反する V_F と I_R の両特性を改善し、 t_{rr} も SBD の業界最高クラスを実現した、より「理想のダイオード」に近い新シリーズも開発している。この原稿では、ロームの SBD に関する取り組みと各シリーズの特長について概要を説明する。

(SBD に関連した詳細な技術稿は下記ご参照)

[車載向けショットキーバリアダイオード\(SBD\)における小型・高放熱パッケージ「PMDE」の優位性](#)
[車載向け小型・高効率ショットキーバリアダイオード「YQ シリーズ」の優位性](#)

2. SBD に求められる性能、トレンド

SBD を取り巻く市況の一例として、自動車 1 台あたりの ECU 搭載数量を図 3 に示す。ADAS（先進運転支援システム）や自動運転の技術進化に伴い、自動車 1 台に搭載される ECU は、増加傾向にあり、そこに搭載されているダイオードも引き続き増加していく見込みである。自動車においては、バッテリーやオルタネータ（発電機）の能力以上には電力を供給できないため、メーカーからは、低損失（低 V_F ）のダイオードが求められており、 V_F と t_{rr} 特性に優れる SBD の採用は加速している。一方、ガソリン車におけるエンジン周辺回路や、xEV におけるバッテリー及びモーター周辺回路は、高温環境となるため、 I_R が高い SBD の熱暴走リスクは、信頼性に直結する大きな問題となる。そのため、SBD の選定においては、背反関係にある V_F と I_R 両者のバランスを見極めることが重要である。

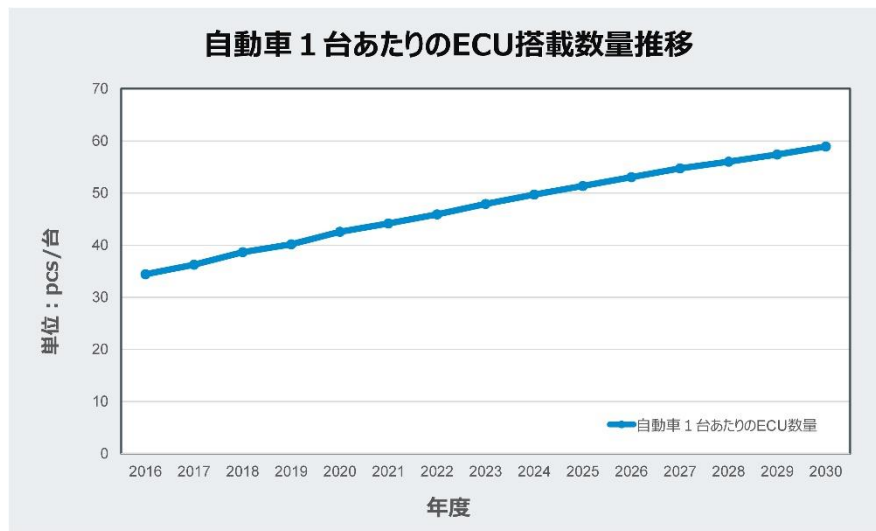


図 3. 自動車 1 台あたりの ECU 搭載数量推移（ローム調べ）

民生機器においては、アプリケーションの多機能化により、車載機器以上に基板の高密度化が進んでいることから、小型かつ超低損失（超低 V_F ）な SBD が求められている。また、産業機器においては、車載機器同様に高信頼性が求められるとともに、アプリケーションのモデルライフが長いことから、長期安定供給も重視されている。このように、SBD は汎用部品でありながら、分野やアプリケーションによってトレンドが大きく異なり、メーカーは製品開発の中で、低損失化と高信頼性化、小型化と大電流化など、いくつかの背反要素を成立させていく必要がある。これらの幅広いニーズに対応するために、ロームは開発を続けており、垂直統合体制を中心とした長期安定供給できる体制も整えている。次項では、具体的なロームの SBD ラインアップを紹介する。

3. ローム SBD のシリーズラインアップ

ロームの最新 SBD ラインアップは 5 シリーズあり、 V_F と I_R をそれぞれの程度重視するかで、幅広いラインアップから製品選択が可能である。（図 4）また、各シリーズとも性能に応じて小型パッケージを選択できる豊富なパッケージラインアップを展開している。（図 5）次ページからは、それぞれの製品の特長を紹介する。



図 4. シリーズラインアップ



図 5. パッケージラインアップ

3-1. RBS シリーズ 超低 V_F (耐圧 : 20V)

最も V_F が低いため、主に順方向で使用される回路において、大幅な低損失化を実現可能なシリーズ。スマートフォンなど、バッテリーを使用し低電圧駆動を行うモバイル機器における整流用途などに最適である。

対象アプリケーション：ノート PC、モバイル機器 など

3-2. RBR シリーズ 低 V_F (耐圧 : 30V / 40V / 60V)

同サイズのローム従来品と比較して V_F 特性を約 25% 低減した汎用シリーズ。車載向けでは最も順方向での損失が少ないため、高効率化が求められるカーインフォテインメントや車載 LED ランプなどにおいて、保護用ダイオードとして高い実績を誇る。2021 年 8 月には、車載向けでは最も小型の PMDE パッケージをラインアップに追加しており、市場のパッケージ小型化要求にも対応可能である。

対象アプリケーション：カーインフォテインメント、車載 LED ランプ、車載 ECU、ノート PC など

3-3. RBQ シリーズ 低 I_R (耐圧 : 45V / 65V / 100V)

独自の障壁形成技術により、バランスの良い V_F 特性と I_R 特性を実現したシリーズ。ローム従来品と比較して、逆電力損失を 60% 低減しているため、熱暴走リスクを低減することが可能であり、高温環境での動作が求められるエンジン ECU の整流用途や高出力 LED ヘッドランプの保護用途、大電流が流れる産業機器向け電源などに最適である。

対象アプリケーション：xEV、エンジン ECU、高出力 LED ヘッドランプ、産業機器向け電源 など

3-4. RBxx8 シリーズ 超低 I_R (耐圧：30V／40V／60V／100V／150V／200V)

超低 I_R 特性により、熱暴走リスクを低減することが可能であり、高温環境での動作が求められる xEV のバッテリー及びモーター周辺 ECU 及び ガソリン車のエンジン ECU、トランスミッション ECU の整流用途に最適なシリーズ。200V までラインアップしており、通常この耐圧帯で使用されている整流ダイオードやファストリカバリーダイオードからの置き換えが可能になるため、大幅な低 V_F 化 (FRD 比約 11%低減) を実現。上記車載アプリケーションの低消費化に貢献可能である。

対象アプリケーション：xEV のバッテリーマネジメントシステム、エンジン ECU、産業機器インバータ など

4. 新製品：YQ シリーズ

新技術及び独自のトレンチ MOS 構造の採用により、プレーナ構造の従来品から V_F と I_R 両方の低減を実現したのが、YQ シリーズである。両シリーズは、一般的なトレンチ MOS 構造では構造上悪化してしまう trr も改善しており、プレーナ構造の従来品と同等クラス (業界最高クラス) を実現。熱暴走が起こりにくく、スイッチング損失も低減できるため、発熱しやすい車載 LED ヘッドランプの駆動回路や xEV 用 DC/DC コンバータなど、高速スイッチングを行うアプリケーションに最適です。

対象アプリケーション：車載 LED ヘッドランプ、xEV DC-DC コンバータ、産業機器電源、照明 など

4-1.従来品に比べて V_F と I_R の両方を改善

YQ シリーズは、独自のトレンチ MOS 構造により、同耐圧・同耐電流の従来品と比べて約 15% V_F を削減しており、整流用途などの順方向で使う際の電力損失を削減できる。また、 I_R もプレーナ構造の従来品に比べて約 60%削減しており、SBD で最も懸念される熱暴走リスクを大幅に低減できるため、温度条件等の厳しい車載アプリケーションにも搭載可能である (図 6)。

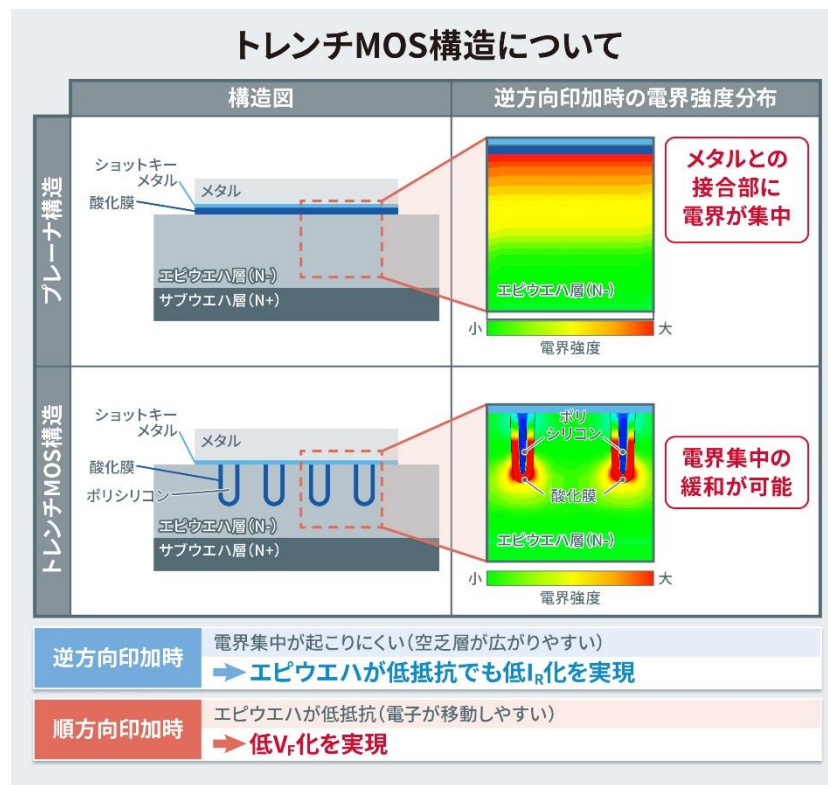
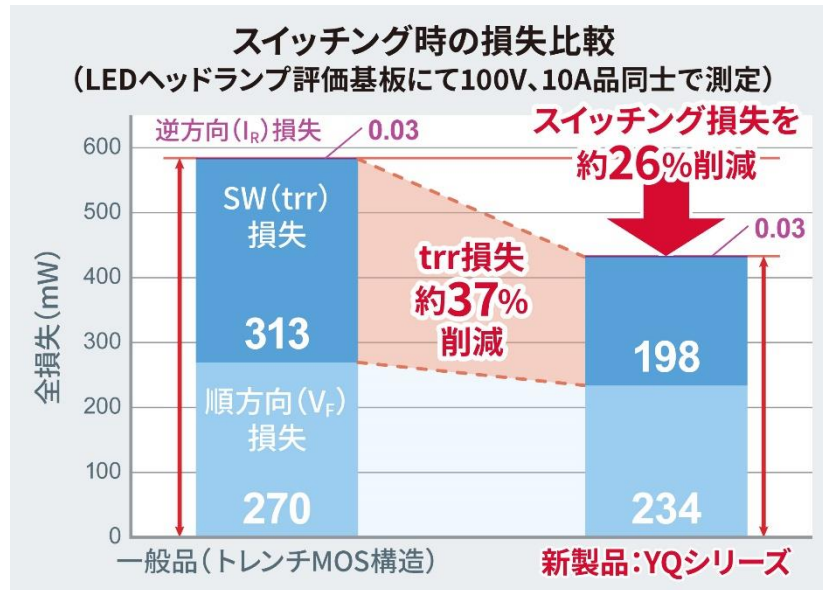


図 6.SBD のトレンチ MOS 構造について

4-2. 業界最高クラスの trr を実現

一般的なトレンチ MOS 構造では、寄生容量（デバイス中の抵抗成分）が大きくなるため、プレーナ構造に比べて trr が悪化する。これに対して YQ シリーズは、 V_F と I_R の低減だけでなく、独自の技術及び材料の最適化により、プレーナ構造と同等クラスの trr を実現している。例として、LED ヘッドランプ評価基板にて実機評価を行った際のスイッチング時の損失比較を図 7 に示す。スイッチング時においては、 V_F と trr による損失割合が高いが、YQ シリーズは、trr 単体の損失を約 37% も削減しており、 V_F も低減しているため、スイッチング損失全体で約 26% もの削減が可能である。これにより、車載 LED ヘッドランプの駆動回路や xEV 用 DC-DC コンバータなど、高速スイッチングを行うアプリケーションの低消費化に貢献する。

図 7. 実機でのスイッチング時の損失比較



5. 今後の展開

民生機器においては家電の多機能化、車載機器においては自動運転を実現するための各種センサモジュールなど、各分野のアプリケーションの進化により、アプリケーション 1 つあたりのダイオード搭載数量は今後も増え続けることが予想される。加えて、産業機器や車載機器の xEV においては、モーターの高性能化などが進むため、回路の電流も増えることが予想され、大電流ラインアップの充実も必要である。ロームは、小型化と大電流化、低損失化と高性能化など、両立の難しい需要に応えていくために、需要を先取りして開発を進めている。例えば、小型で大電流化が可能なパッケージとして、今後需要が高まると予測される TO-277 パッケージ（6.5mm×4.6mm サイズ）のラインアップ強化を計画、すでに一部量産を開始している。また、xEV の車載インバータやオンボードチャージャーなどで需要が急増と思われる 200V 耐圧の製品に関しても新製品を開発中であり、2022 年度中の市場投入を目指している。今後もロームは、幅広い市場要求に対応できるようにラインアップ強化を継続し、進化する次世代車載アプリケーションの高機能化、低消費化等にご貢献していく。

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。ロームは、本資料に記載された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。本資料に記載された応用回路例などの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。ロームは、本資料に記載された情報及び諸データについて、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。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際には、「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。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致します。本資料の記載内容は2023年10月現在のものであり、予告なく変更することがあります。

R2043A

