



TOSHIBA

初心者必見！

電源回路の整流、回路保護に使用される ショットキーバリアダイオードの基礎

東芝デバイス&ストレージ株式会社

半導体応用技術センター モバイル・マルチマーケット応用技術部

Contents

- 01 ショットキーバリアダイオードとは
- 02 ショットキーバリアダイオードの特長
- 03 具体的な使用方法、選定方法と
設計にあたってのポイント
- 04 当社 ショットキーバリアダイオードのご紹介
- 05 本日のまとめ

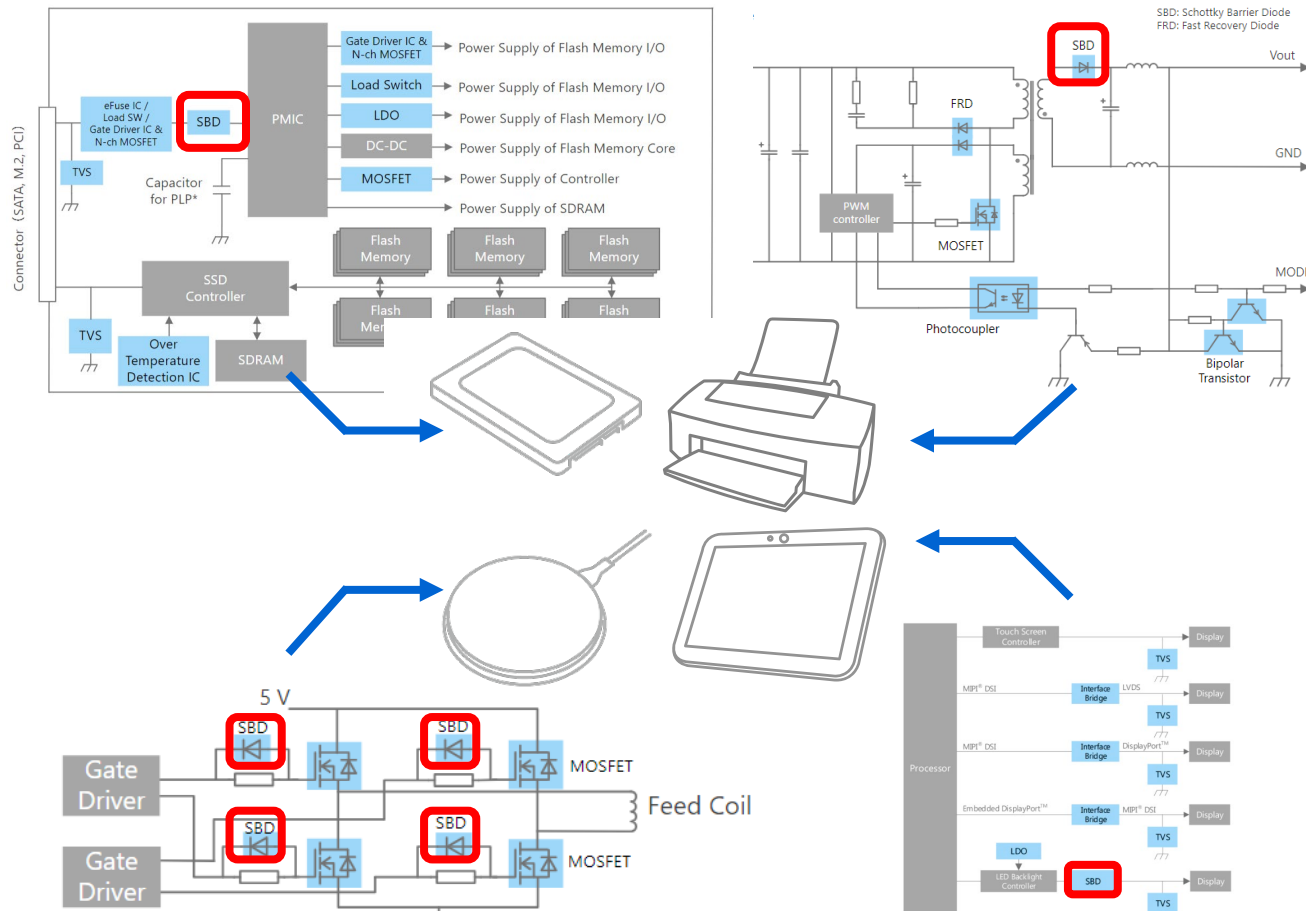
はじめに

近年の電子機器を取り巻く課題

- ・基板の小型化 / 狭い部品間隔
- ・高性能、高効率、等

それぞれを実現するため
様々なデバイスが存在します。

様々な用途に使用されているダイオードも
性質を理解し部品選定する事で
システムの最適化につながります。



**基礎的な素子：ダイオードを正しく理解、選定する事は
システムの効率化、最適化につながります。**

01

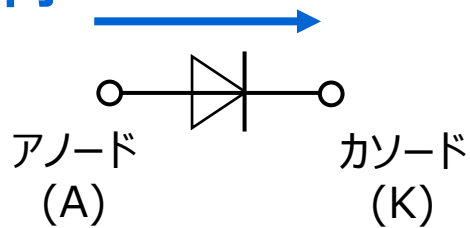
ショットキーバリアダイオードとは

- ・ダイオードの紹介とその分類
- ・ショットキーバリアダイオードと整流ダイオードの違い

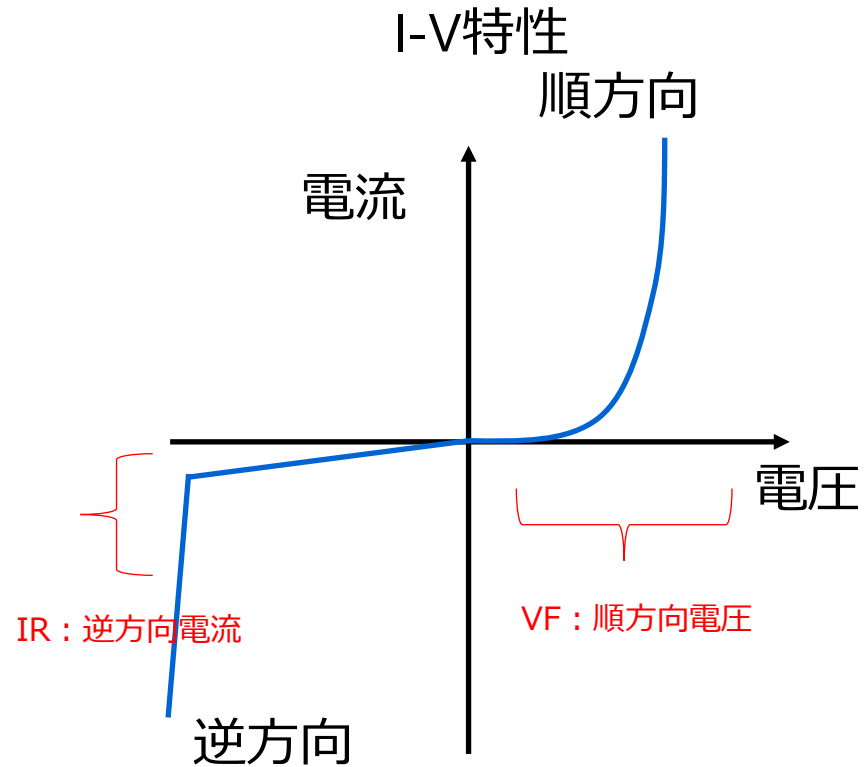
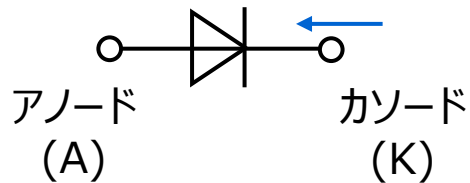
ダイオードとは

半導体を利用した電流を一方通行に流すデバイスです。

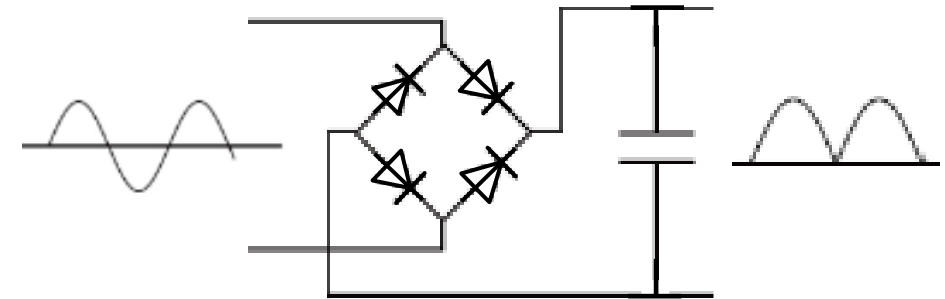
順方向



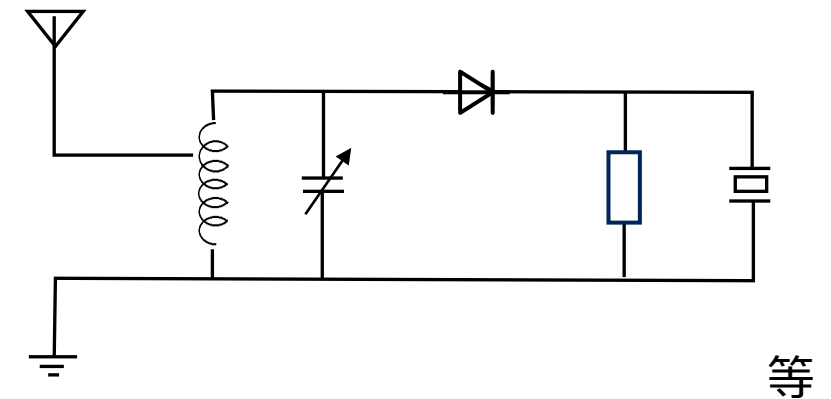
逆方向



■ 整流用途

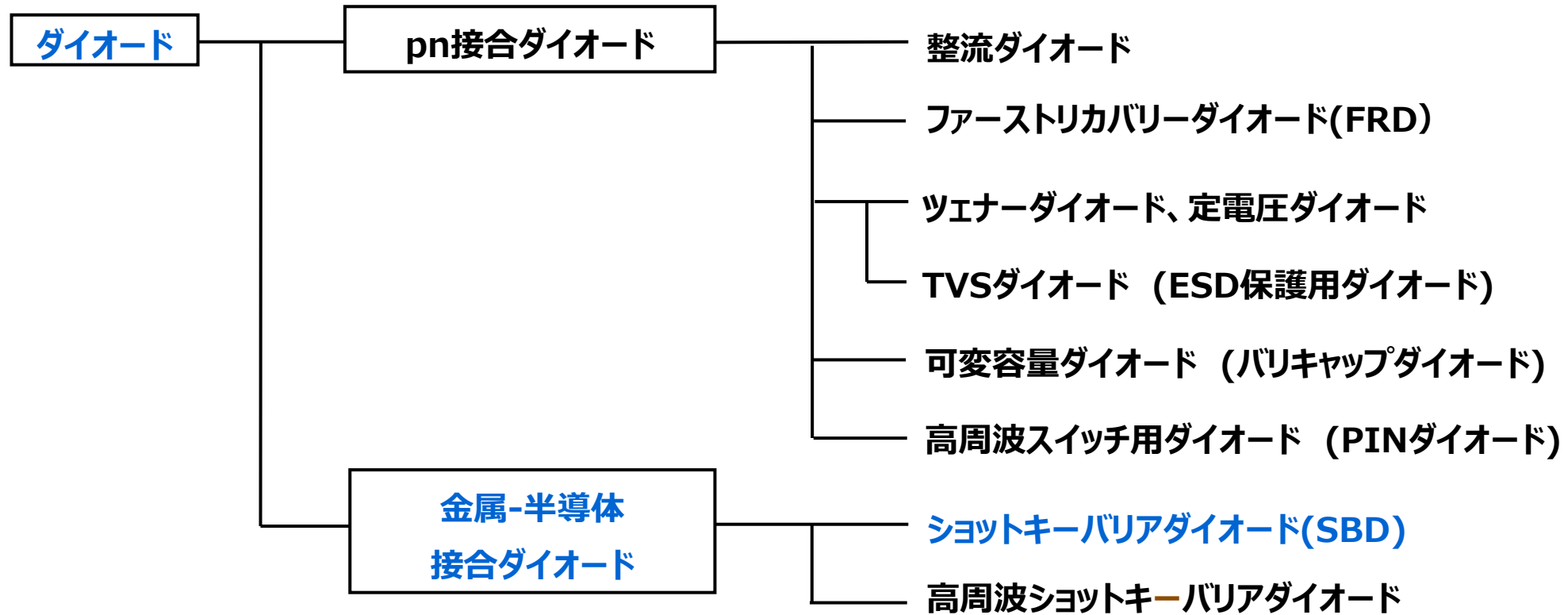


■ 検波用途



一方通行に電流を流す性質を生かし様々な用途に使用されます。

ダイオードの種類とショットキーバリアダイオード

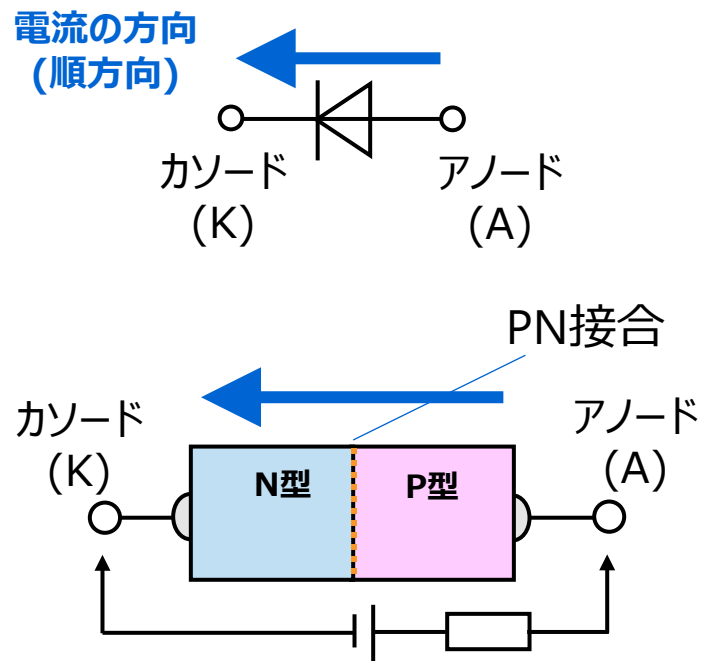


関連ページ：[東芝ダイオードのご紹介](#)

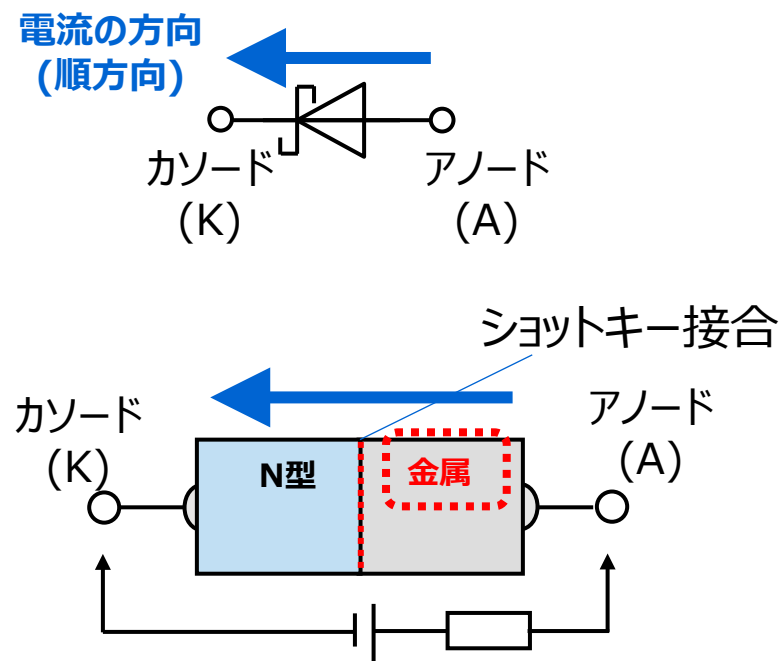
**ショットキーバリアダイオードは
金属-半導体の接合を利用したダイオードになります。**

ショットキーバリアダイオードの構造と整流ダイオードの違い

整流ダイオード(PN接合ダイオード)



ショットキーバリアダイオード



機能面は同じく、電流を一方通行させるもの。ただし、P型/N型半導体と金属/半導体という構造の違いで特性面に特徴あり。次章からその特徴を紹介します！

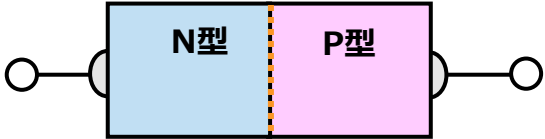
02

ショットキーバリアダイオードの特徴

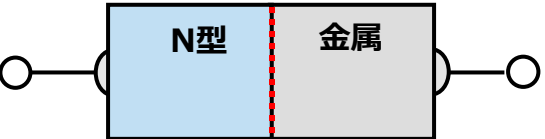
- ・ショットキーバリアダイオードの構造と特徴
- ・順方向特性
- ・逆方向特性
- ・スイッチング特性
- ・まとめ

ショットキーバリアダイオードの構造と特徴

整流ダイオード



ショットキーバリアダイオード



この中で何が起きているのでしょうか・・・

ダイオード内部のエネルギー移動のイメージ

	整流ダイオード	ショットキーバリアダイオード
順方向		
逆方向		

エネルギー移動のしやすさが異なり、順方向・逆方向特性にも差異が生じます。

ショットキーバリアダイオード 順方向特性

順方向特性のポイント

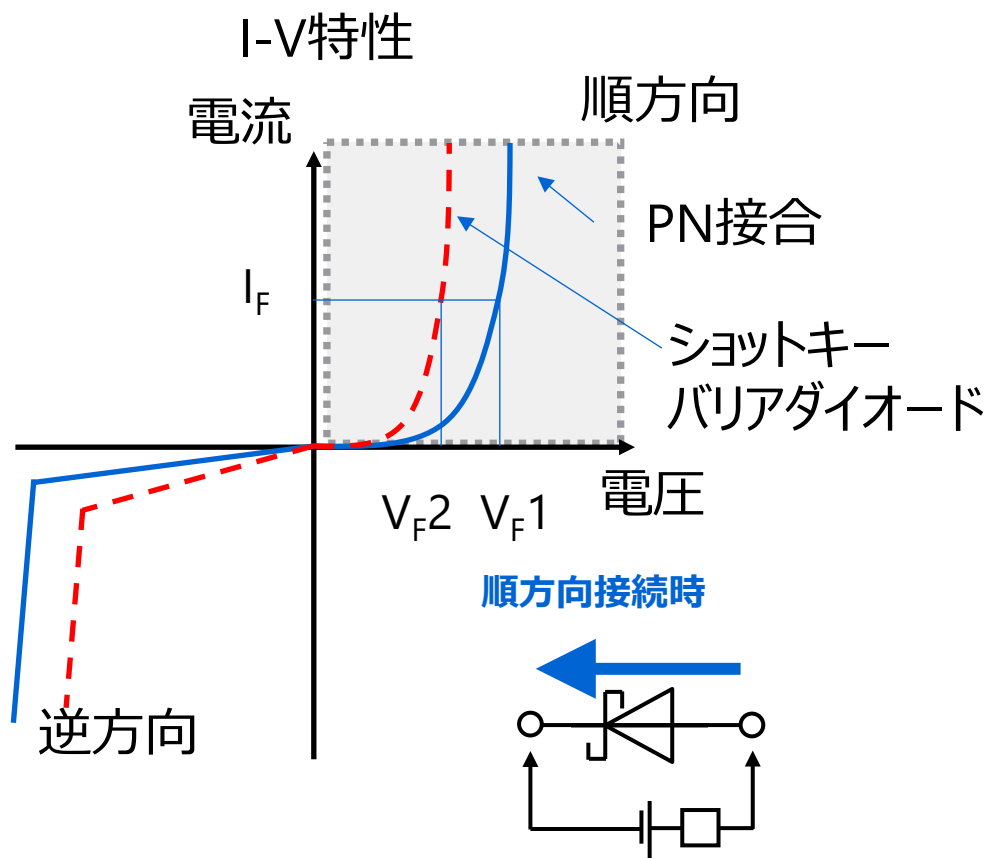
順方向に電流を流す接続をした場合、順方向電圧と電流による電力(損失)が発生します。

$$\text{電力}(P) = I_F \times V_F$$

仮に同じ電流値(I_F)の場合、順方向電圧が低いものほど電力(損失)は低くなります。

ショットキーバリアダイオードを使用するメリット

順方向電圧(V_F)が低いため通電時の電力損失を低減できます！



ショットキーバリアダイオード 逆方向特性

逆方向特性のポイント

順方向通電時と同様、逆方向電圧、電流により電力損失が発生します。

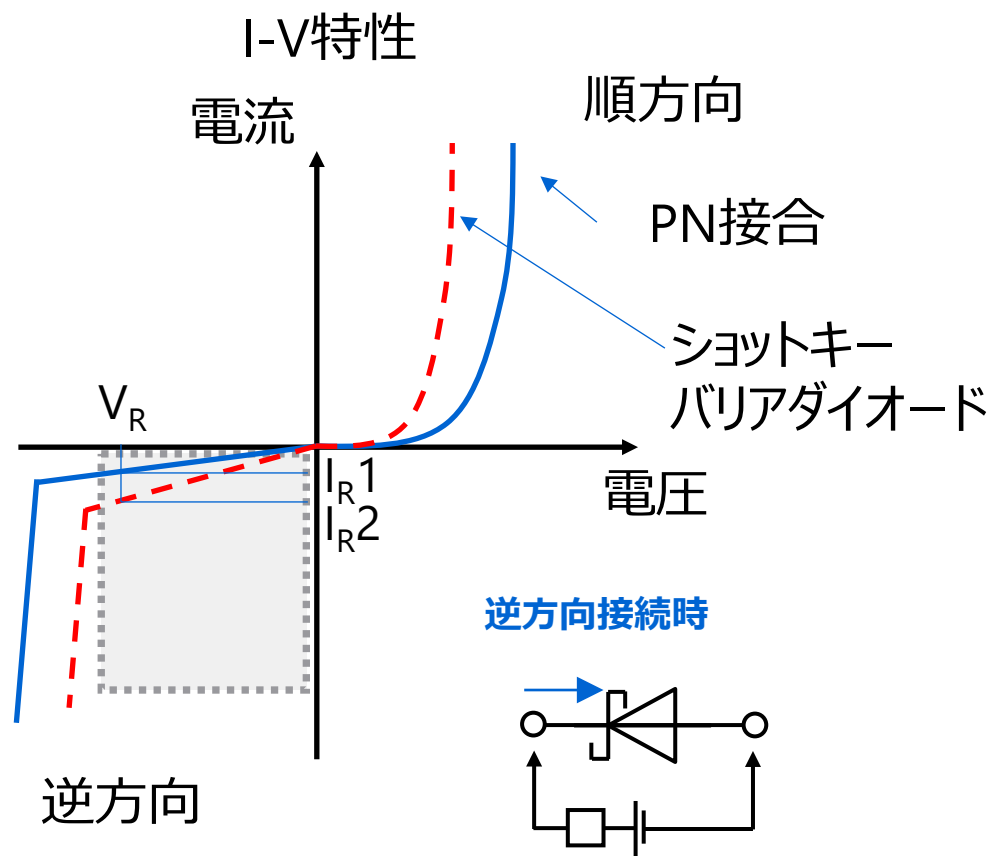
$$\text{電力}(P) = I_R \times V_R$$

仮に同じ電圧値(V_R)の場合、逆方向電流が低いものほど損失は低くなります。

加えて想定される電圧によってはダイオードの発熱も考慮の上、放熱設計にご注意ください。

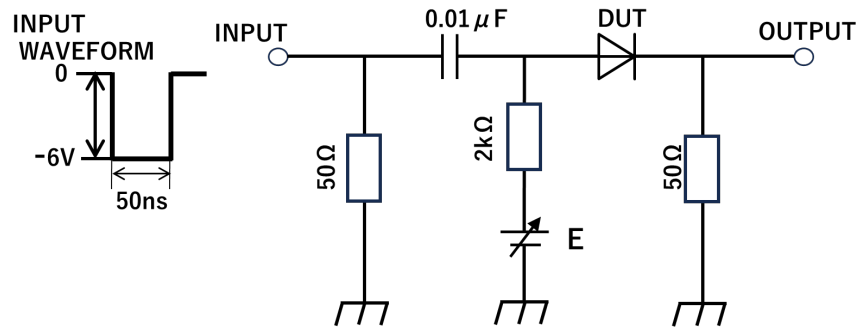
ショットキーバリアダイオードを使用する注意点

逆方向側の損失が
システム上問題ないかご確認ください。

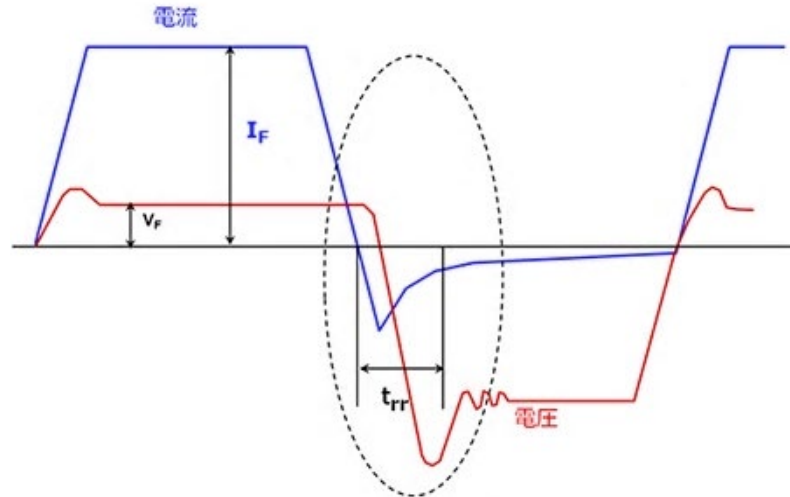


ショットキーバリアダイオード スイッチング特性 (1)

測定回路



観測波形



スイッチング特性のポイント

印加電圧を順方向から逆方向にスイッチさせた時にすぐにOFF状態に遷移せずOFF状態になるまでにデバイス毎に固有の時間が必要になります。
この時間を逆回復時間(t_{rr})と呼びます。

切り替わる時間が短いほど、スイッチング損失が抑えられます。

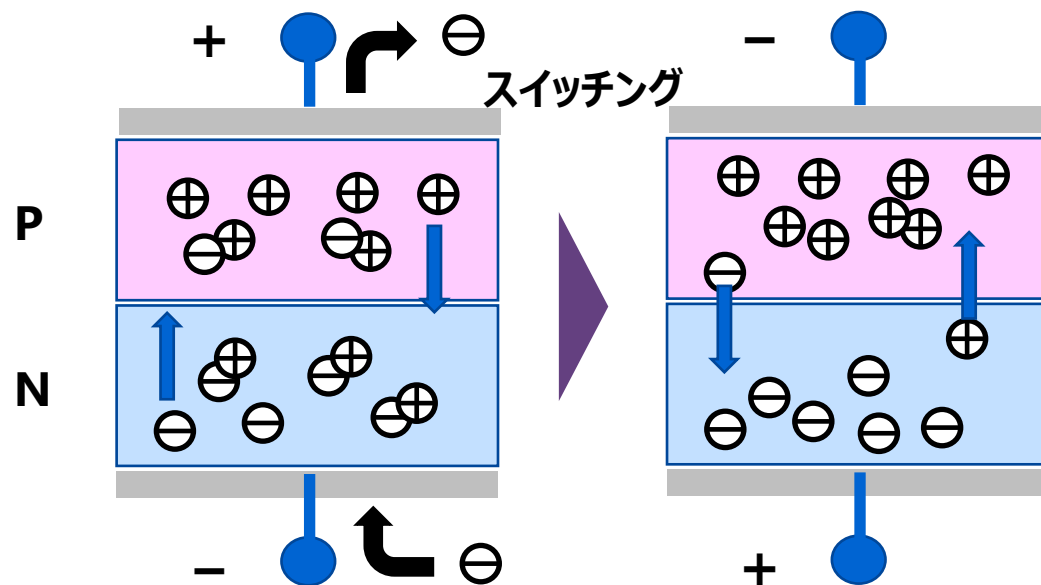
ショットキーバリアダイオードを使用するメリット

デバイスの構造上、
逆回復時間(t_{rr})が短くなります！

・・・原理は次ページにて紹介

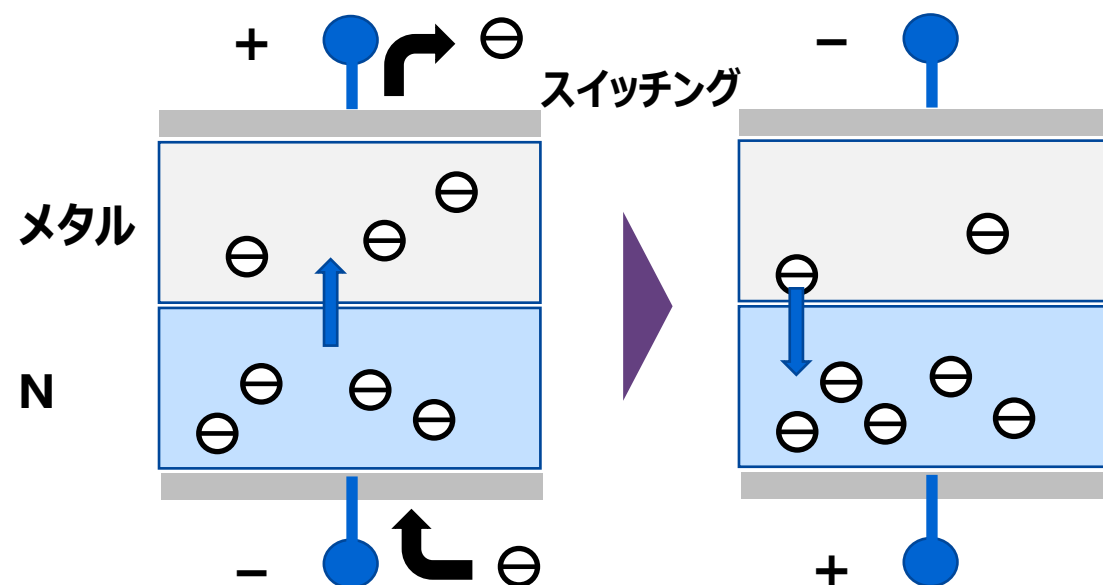
ショットキーバリアダイオード スwitchング特性 (2)

PN接合形ダイオード



- 電流の担い手：電子と正孔 …… バイポーラ動作
- 順方向→逆方向にすることで担い手の遷移時間がかかる
→逆回復時間が長くなる

ショットキーダイオード



- 電流の担い手：電子 …… ユニポーラ動作
- 順方向→逆方向にすることで担い手の遷移時間がかからない
→逆回復時間が原理的にはゼロ

ショットキーバリアダイオードはtrrが小さく、SW時の損失を小さくすることができます。

PN接合ダイオードとの特性比較

	整流ダイオード (PN接合ダイオード)	ショットキー バリアダイオード
順方向電圧 V_F	大	小
逆方向電流 I_R	小	大
逆回復時間 t_{rr}	遅い	速い

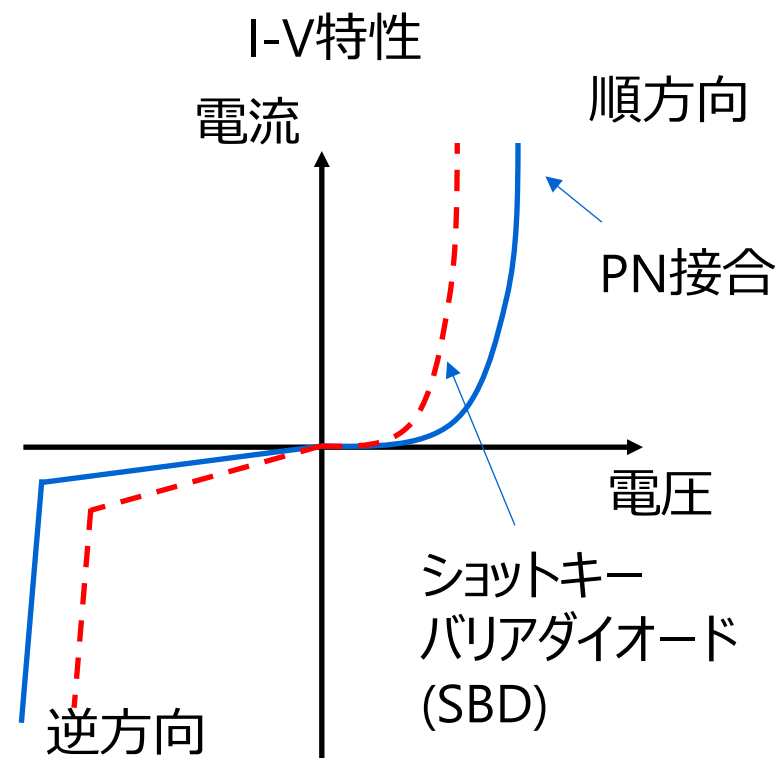
ショットキーバリアダイオードを使いこなすことで高効率なシステム設計ができます。

03

使用方法例と選定方法や 設計にあたってのポイント

- ・信号または電源の整流用途
- ・逆接続防止用途
- ・DCDCコンバータ用途
- ・保護回路用途

特長のおさらい



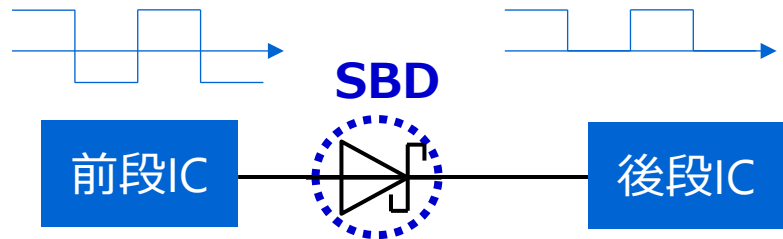
	整流ダイオード (PN接合ダイオード)	ショットキーバリア ダイオード(SBD)
順方向電圧VF	大	小
逆方向電流IR	小	大
逆回復時間trr	遅い	速い

使用方法例と選定方法、設計時のポイントを紹介させていただきます。

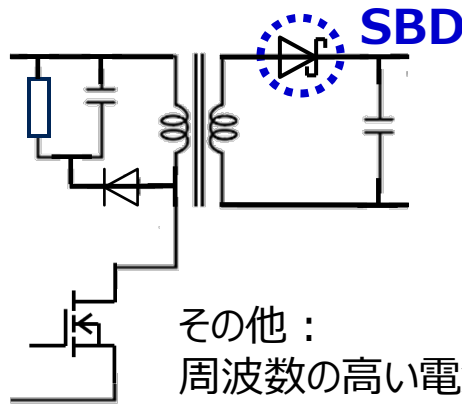
使用方法例：信号または電源の整流用途

使用回路例

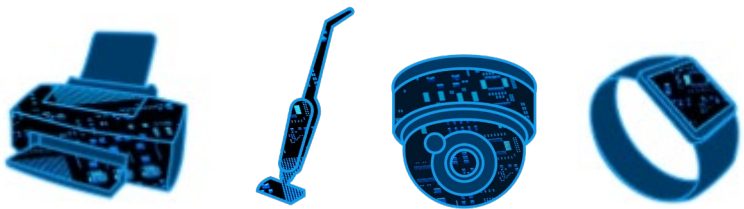
信号ラインのスイッチング用途例



電源における整流用途例



アプリ例



ポイント

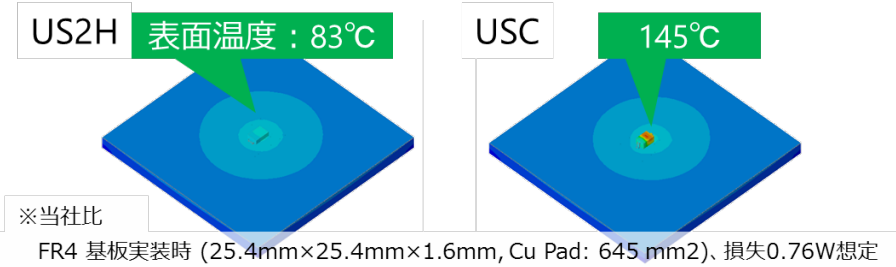
信号ラインのスイッチング用途例

重要特性	低VF
ポイント	信号に対して十分低いVFの製品をご利用ください。

電源における整流回路用途例

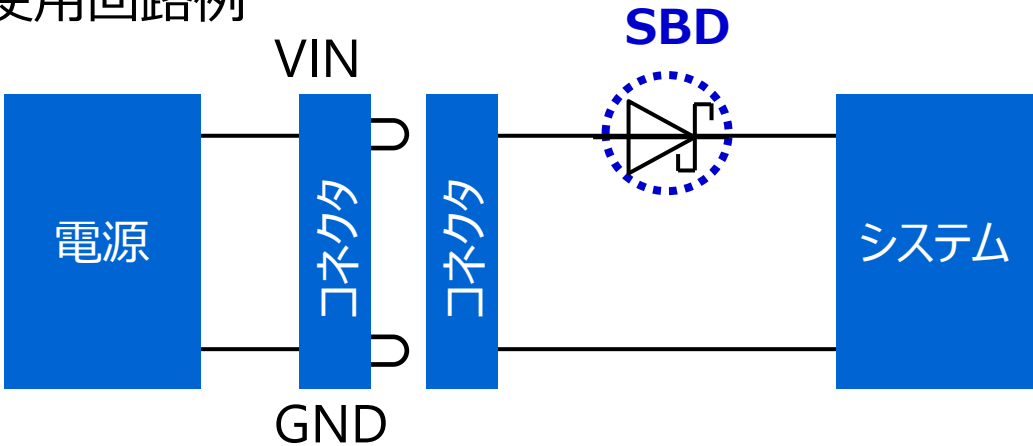
重要特性	低VF、放熱性確認
ポイント	通電時の損失低減のために低VF製品をご利用ください。 高電圧高電流が印加される可能性がある場合、熱損失と製品の放熱性をご確認ください。

放熱性確認の例

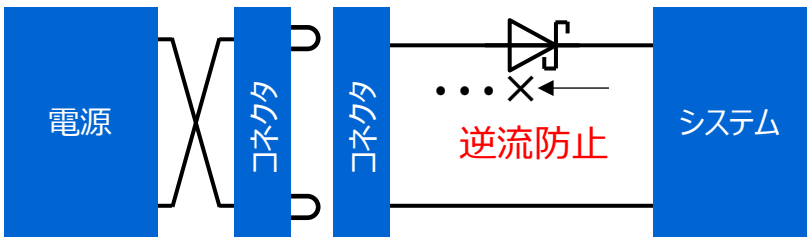


使用方法例：逆接続防止用途

使用回路例



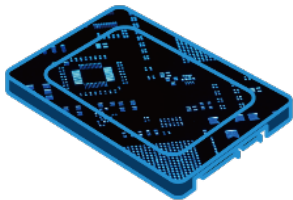
(逆接続の例)



ポイント

重要特性	低VF
ポイント	基本的には順方向の通電のみであるためVF性能が重要です。 逆接続の場合のIR特性によりSBDが発熱する事があるため、放熱設計にはご注意ください。

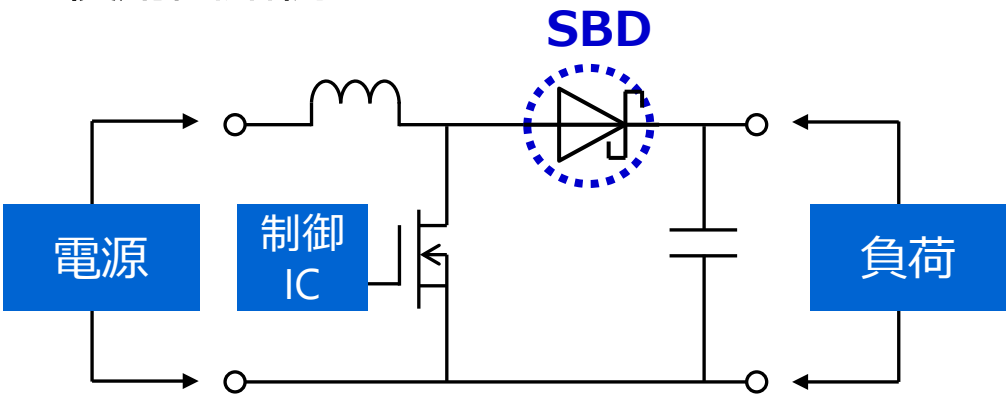
アプリ例



通電ロスを最小化できるデバイスをご検討ください。

使用方法例：DCDCコンバータ用途

使用回路例

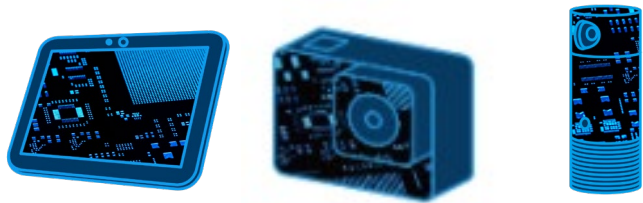


(昇圧回路用回路用途での参考回路)

ポイント

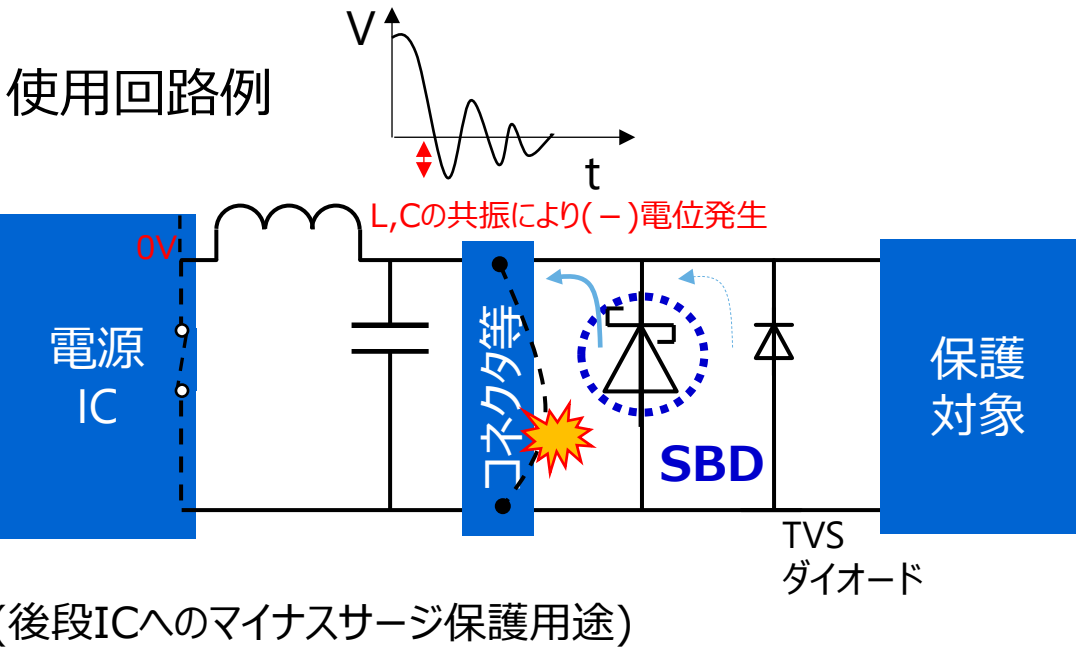
重要特性	低VF、低IR
ポイント	基本的には低VF、低IRなSBDであるほど効率は良くなりますが使用条件によって重視する項目は変わります。 周波数の高い電源回路である程、スイッチング時の損失の低くなる低SBDを利用することは有効です。

アプリ例



様々な条件が想定されるため最適なデバイスをご検討ください。

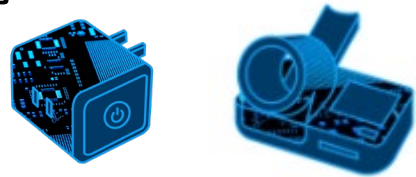
使用方法例：保護回路用途



ポイント

重要特性	低IR、(低VF)
ポイント	(-)電位から対象を保護する回路。 コネクタの短絡、容量、インダクタンスの共振により(-)電位が発生する恐れがあります。 十分保護のできる低VF性能であれば通常時SBDは通電しないことから低IRな事が重要です。

アプリ例



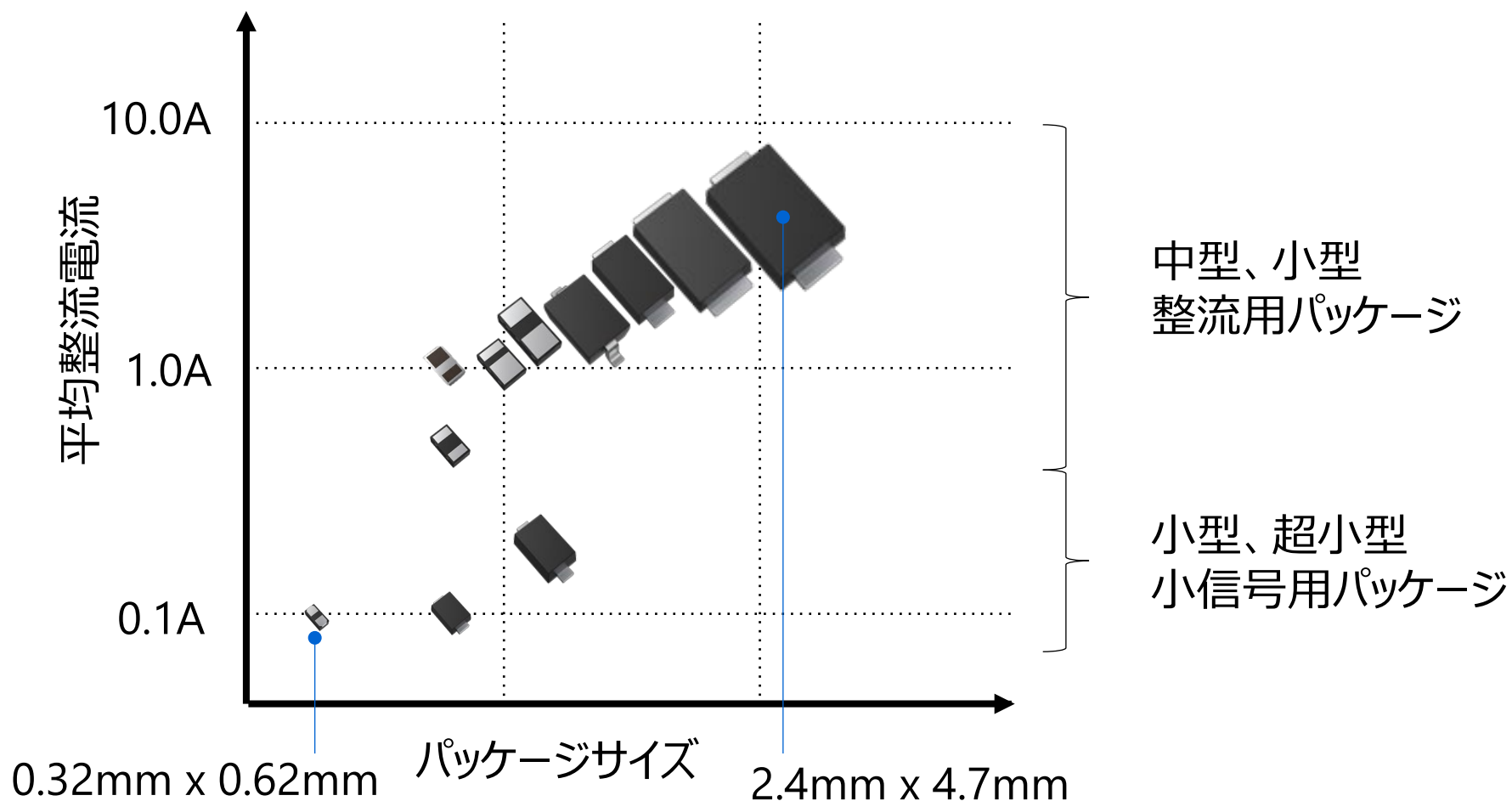
通常動作時はIRが低い事が優先されますが、
保護対象の(-)電位耐量よりもVF特性が低いデバイスが有効です。

04

東芝デバイス&ストレージ社 ショットキーバリアダイオードの製品紹介

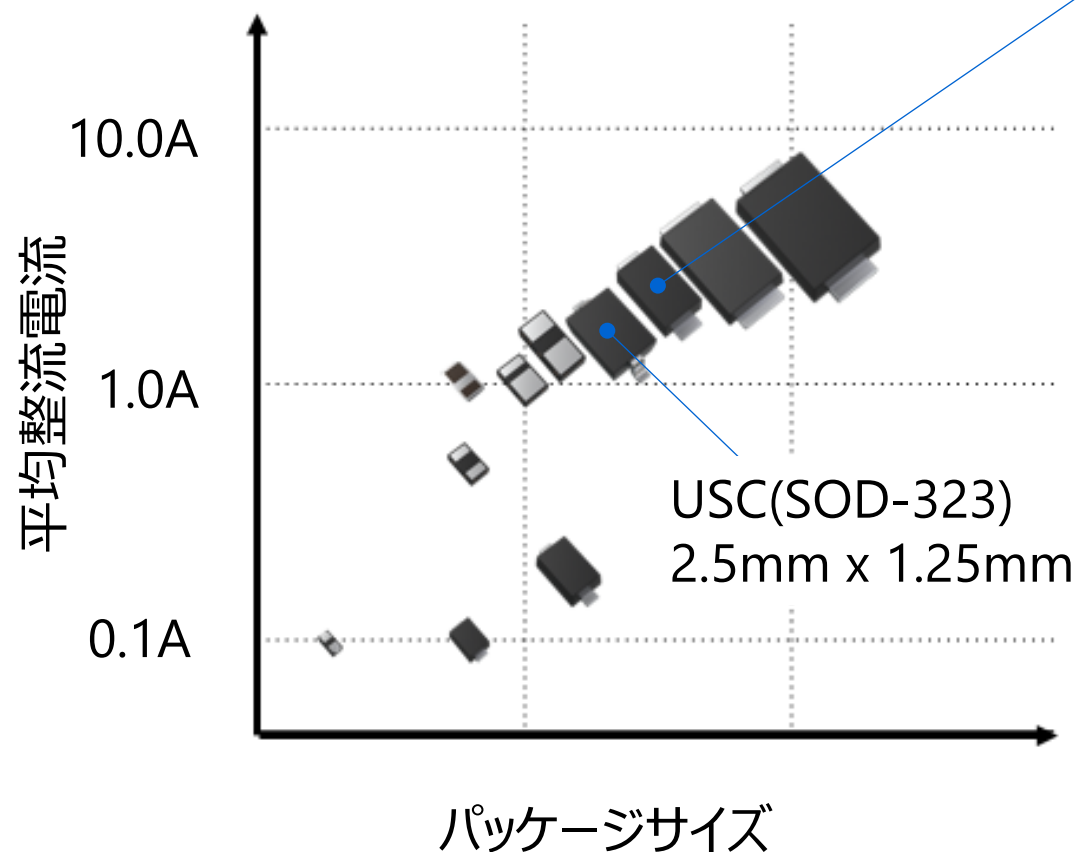
- パッケージラインアップ、及び拡充パッケージ
- 開発ロードマップ
- その他技術紹介：JBS構造について
- 代表製品紹介：小信号用、電源回路用

東芝ショットキーバリアダイオード パッケージラインアップ

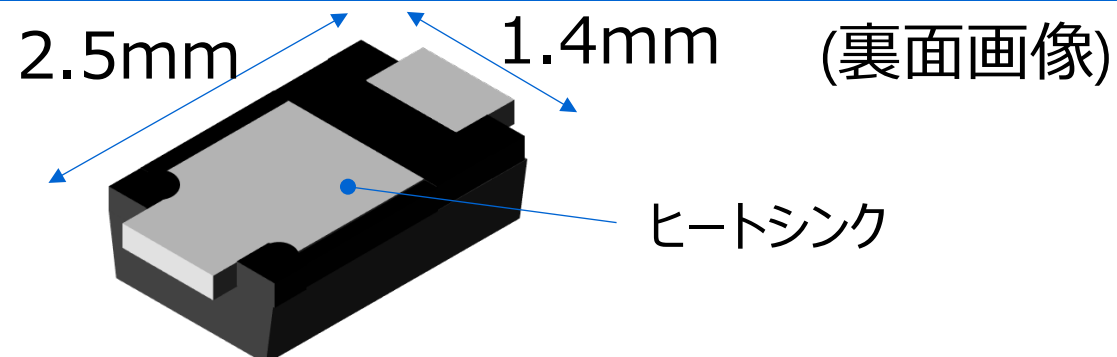


超小型から中型まで様々なパッケージをラインアップしております

東芝拡充パッケージのご紹介



US2H パッケージ(SOD-323HE) :
Ultra Super-mini 2pin Heat sink package



同等サイズパッケージとの熱シミュレーション比較

US2H 表面温度 : 83°C

USC 145°C

※当社比

FR4 基板実装時 (25.4mm×25.4mm×1.6mm, Cu Pad: 645 mm²)、損失0.76W想定

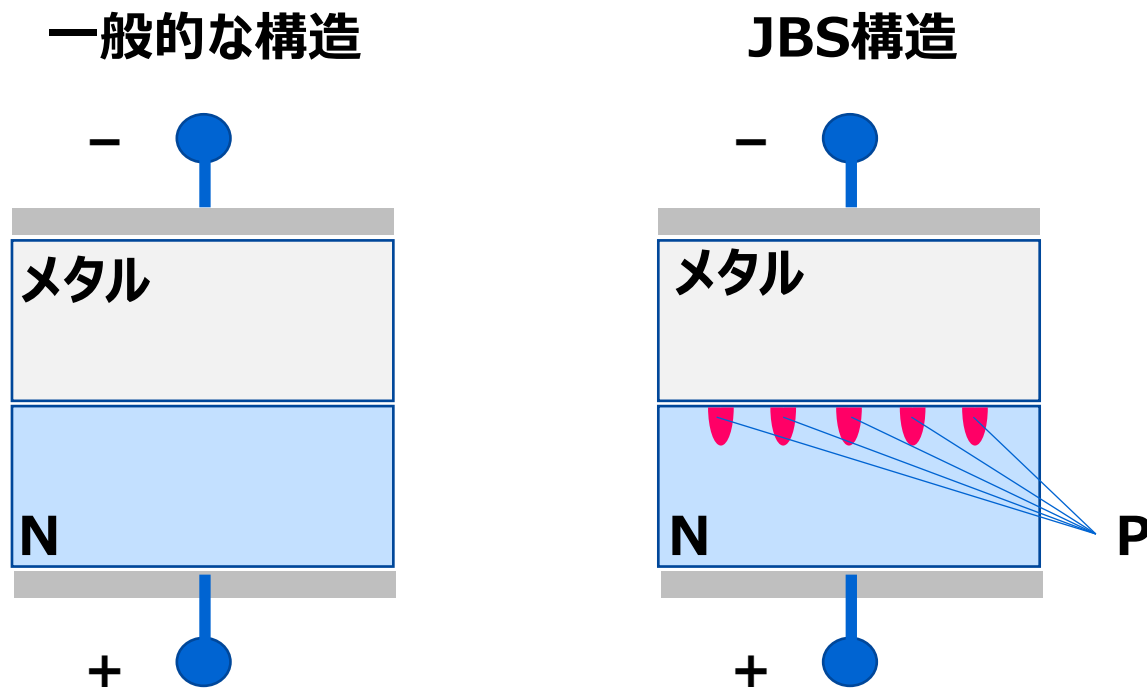
電源回路向けに最適な高放熱小型パッケージにて製品拡充しております。

ショットキバリアダイオード 開発ロードマップ



整流用用途にラインアップを拡充
今後もセツのニーズに合った小型製品を開発してまいります

東芝ショットキーバリアダイオード技術紹介：JBS構造について









JBS構造はPN接合を形成することにより逆方向電流IRをコントロールする構造です。
詳しくは関連ページご参照ください。


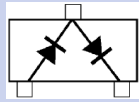

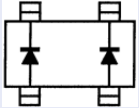
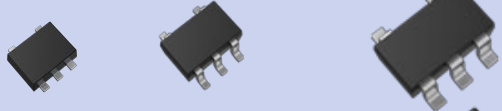
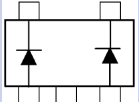

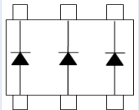
弊社はJBS構造技術も利用し幅広い特性の製品をラインアップしております。

代表製品紹介(小信号用途向け)

2pin代表品種










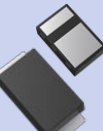



IO VR	0.1A (0.05A)	0.2A
40V	CES388 CUS357 	-
30V	DSF01S30SL DSR01S30SL 	CTS520 CTS521 
20V	1SS413 (0.05A) 1SS413CT (0.05A) 	1SS424 
10V	1SS389 1SS367 	-

その他

	多Pinパッケージ	回路例
3Pin		
4Pin		
5Pin		
6Pin		

2pinパッケージだけではなく、多Pinパッケージにもラインアップ。
お客様の回路に合わせてご検討いただけます。

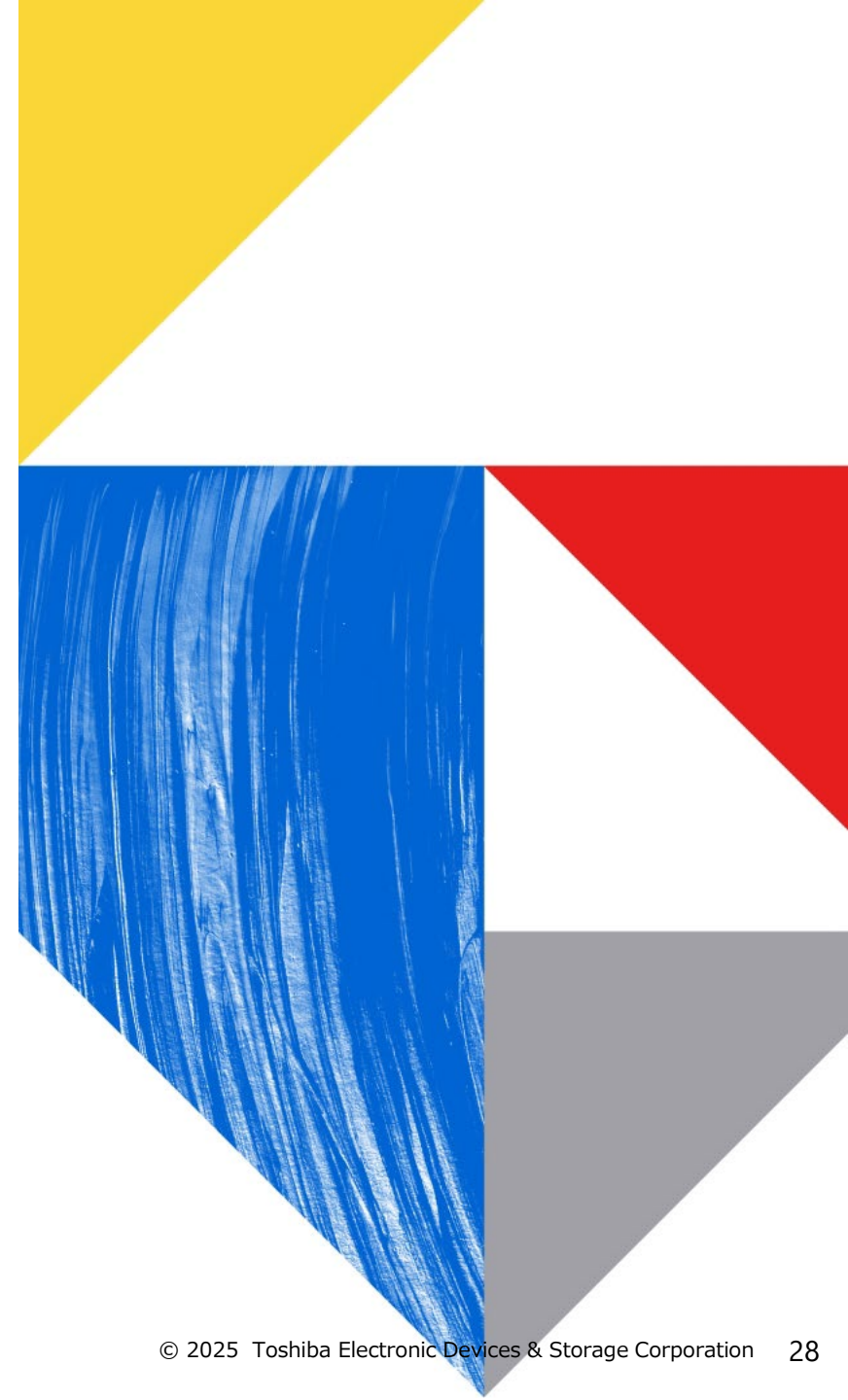
代表品種紹介(電源回路向け)

IO or IF(AV) VR or VRRM	0.5A	1.0 A	1.5A	2.0A	3.0A	5.0A
60V	-	CUHS10F60 CRS13 	CUHS15F60 CUHS15S60 	CUHS20F60 CMS14 	CMS15 	-
40V	CTS05F40 CUS05F40 	CLS10F40 CRS10I40A 	CUHS15F40 CRS15I40A 	CUHS20F40 CRS20I40A 	CRS30I40A CMS30I40A 	-
30V	CBS05F30 CTS05S30 	CBS10S30 CRS10I30A 	CUHS15F30 CRS15I30A 	CUHS20F30 CRS20I30A 	CRS30I30A CMS30I30A 	CMS04 CMS05 
20V	-	CRS06 	-	-	-	-

電流定格に合わせ、小型から中型サイズの製品を幅広くラインアップ。
お客様の回路に最適な製品をご提供させていただきます。

05

本日のまとめ



まとめ

ダイオード重要特性へのご要求に対し、東芝ダイオードは新技術・製品開発を進めています

ショットキーバリアダイオードの特長

- ✓ 低い順方向電圧(低VF)
- ✓ 逆方向電流が高い(高IR)
- ✓ 高速スイッチ(高速trr)

	整流ダイオード (PN接合ダイオード)	ショットキーバリア ダイオード(SBD)
順方向電圧VF	大	小
逆方向電流IR	小	大
逆回復時間trr	遅い	速い

ショットキーバリアダイオード使用時のポイント

- ✓ 様々な使用方法に対し
重要な特性を考慮の上設計ください。

弊社ラインアップ

- ✓ 幅広いパッケージ、特性の製品をラインアップ
- ✓ パッケージ技術、チップ技術を利用し
より使いやすい製品を開発していきます。

使用方法：信号または電源の整流用途

使用回路例：信号ラインのスイッチング用途例

ポイント：信号ラインのスイッチング用途例

使用回路例：電源の整流用途例

ポイント：電源の整流用途例

使用回路例：逆接続防止用途

ポイント：逆接続防止用途

電圧ロスを最小化できるデバイスをご検討ください。

使用方法：DCDCコンバータ用途

使用回路例：DCDCコンバータ用途

ポイント：DCDCコンバータ用途

使用回路例：保護回路用途

ポイント：保護回路用途

通常動作時はIRが低い事が優先されますが、保護対象の(-)電位耐量よりもVF特性が低いデバイスが有効です。

東芝拡充パッケージのご紹介

US2H パッケージ(SOD-323HE) : Ultra Super-mini 2pin Heat sink package

2.5mm 1.4mm (裏面画像)

ヒートシンク

同等サイズパッケージとの熱シミュレーション比較

US2H 表面温度: 83°C USC 145°C

電源回路向けに最適な高放熱小型パッケージにて製品拡充しております。

東芝ショットキーバリアダイオード技術紹介：JBS構造について

一般的な構造

JBS構造

JBS構造はPN接合を形成することにより逆方向電流IRをコントロールする構造です。詳しくは関連ページで参照ください。

弊社はJBS構造技術も利用し幅広い特性の製品をラインアップしております。

ご清聴ありがとうございました

* 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。