

お客様各位

---

## カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

---

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている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。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の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、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社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、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。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、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、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、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社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。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

## ダイオード

### 整流用ショットキーバリアダイオード

#### 1. 整流用ショットキーバリアダイオードの特性

##### 1.1 ショットキーバリアとは

金属と半導体を接触させると、整流作用すなわちダイオード特性を示します。この現象を 1938 年に理論としてまとめあげたのがショットキーで、金属半導体接合で生じる障壁をショットキーバリアと呼びます。ショットキーバリアの高さ $\phi_B$  は金属の仕事関数 $\phi_m$  と半導体の電子親和力 $\chi$ の差であり

$$\phi_B = \phi_m - \chi$$

と表されます。これより、金属を適切に選ぶことにより仕事関数を変えることが可能となり、ショットキーバリアの特性をその用途に応じて変えることが可能になります。ショットキーバリア用の金属として用いられるものには種々ありますが、W (タングステン)、Ti (チタン)、Mo (モリブデン)、Cr (クロム)等が一般的に用いられています。

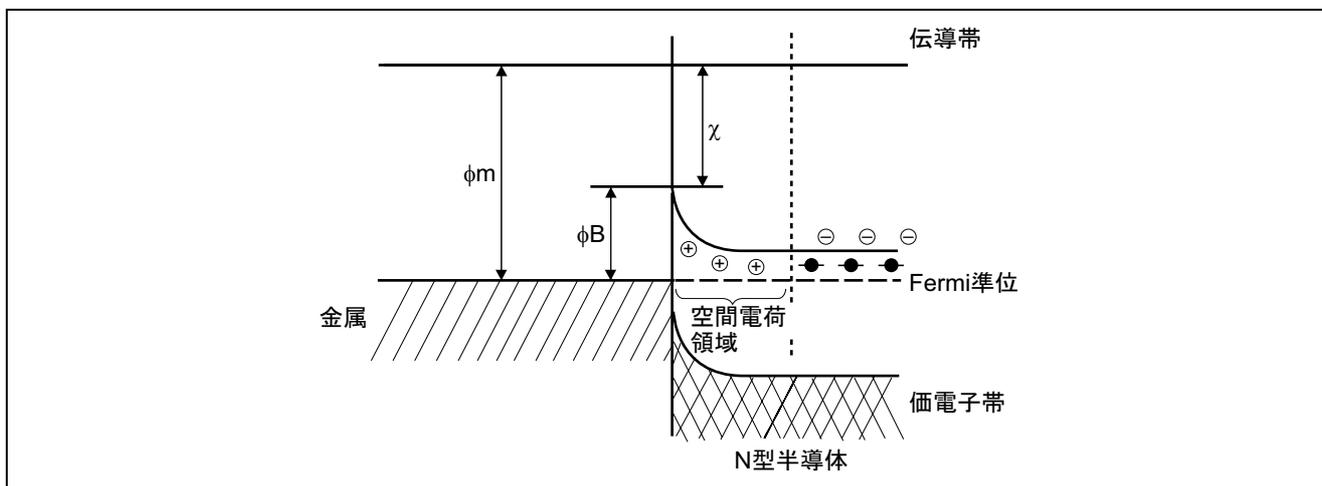


図 1.1 ショットキーバリアのエネルギーバンド構造

## 1.2 ショットキーバリアダイオードの特性

ショットキーバリアを用いたダイオードをショットキーバリアダイオード (Schottky Barrier Diode 以下 SBD) と呼び、その特長を活かしさまざまな用途で使用されています。SBD には一般の PN 接合ダイオードと比べ、表 1.1 に示す特長があります。

表 1.1 SBD と PN 接合ダイオードの比較

項目	SBD	PN 接合ダイオード
順電圧 $V_F$	金属を適当に選択することで $\phi_B$ を低くでき、 $V_F$ を小さくできる	Si のバンドギャップにより決まるため $V_F$ は大きい
逆回復時間	多数キャリア素子であり、少数キャリアの蓄積効果がないため、高速動作が可能	少数キャリアの蓄積効果のため、SBD に比べるとスイッチング速度が遅い
スイッチングノイズ	一般的に小さい	一般的に大きい
リーク電流 $I_R$	大きい	小さい
逆耐圧	高耐圧化が難しい	高耐圧化は容易
破壊耐量	一般的に小さい	一般的に SBD より大きい

以上の特長から、SBD は周波数が高い、低電圧が必要である、という用途に用いた場合、その能力を発揮します。

### 1.3 SBD の損失について

ダイオードの損失  $P_D$  は、順方向損失  $P_F$ 、逆方向損失  $P_R$ 、および逆回復損失  $P_{rr}$  からなります。

図 1.2 にダイオードの動作波形を示しますが、この図において  $P_F$ 、 $P_R$ 、および  $P_{rr}$  はそれぞれ次のように表されます。

$$P_F = V_F \times I_F \times \frac{t_{on}}{t}$$

$$P_R = V_R \times I_R \times \frac{t_{off}}{t}$$

$$P_{rr} \approx \frac{V_R \times I_{rr} \times t_{rr} \times f}{2}$$

なおここで、 $f$  は動作周波数です。

したがって、

$$P_D = P_F + P_R + P_{rr}$$

となり、この合計値  $P_D$  がダイオードの許容損失以内になるようにしなければなりません。特に  $P_R$  については SBD の接合温度上昇にともない急激に増大しますので、次に述べる放熱については十分考慮してください。なお、 $P_{rr}$  は、通常の SBD の場合、多数キャリア素子であるため  $t_{rr}$  が短く、他の損失に比べると十分小さな値となり、ほとんど無視できます。

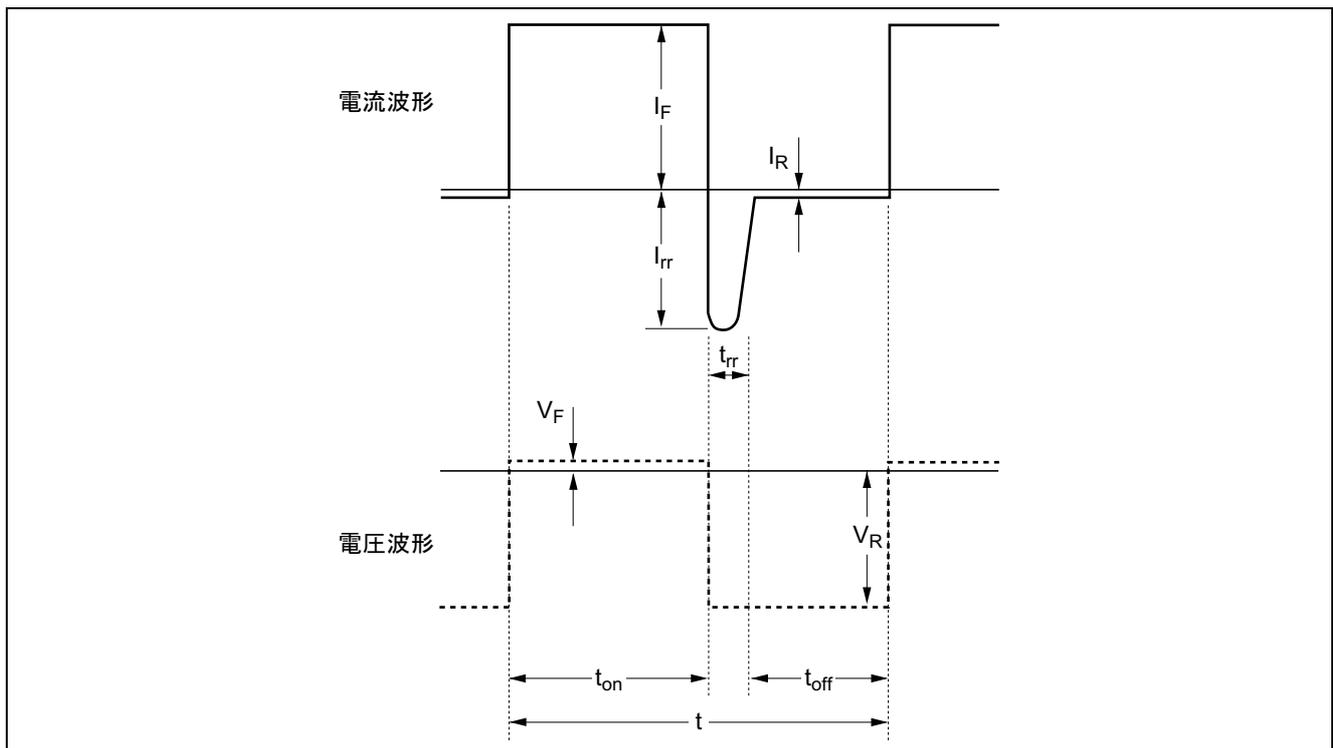


図 1.2 ダイオード動作波形

### 1.4 放熱設計

SBD を動作させると、前述の  $P_D$  に応じた電力損失がダイオードで発生しますが、ダイオードの接合温度は最大許容温度  $T_{j\max}$  以内に抑えなければなりません。そのため素子からの放熱特性について考える必要があります。

図 1.3 にダイオード接合部から見た外部までの全熱抵抗の等価回路を示します。

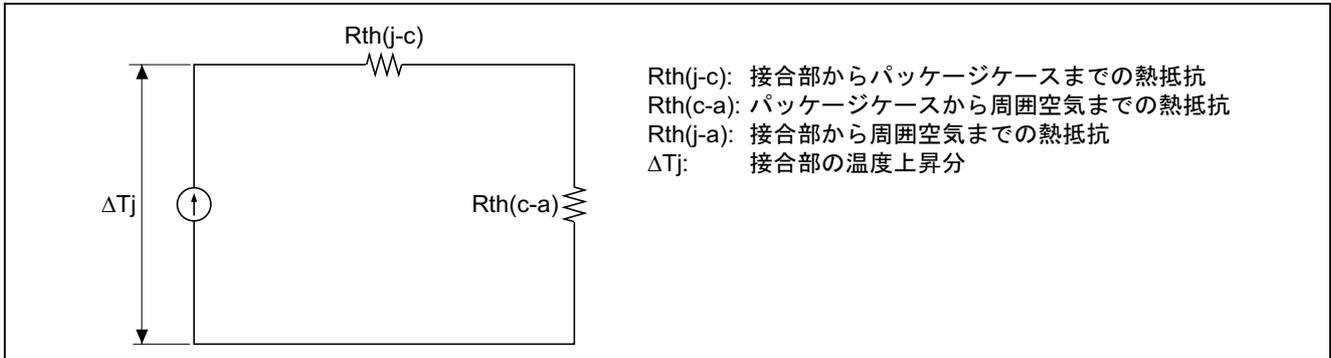


図 1.3 熱抵抗等価回路

ダイオードの接合温度は、直接測定できないため、一般的に、前述の熱抵抗およびダイオード損失から求めます。

- (1) ダイオードのケース温度が分かっている場合

$$T_j = T_c + P_D \times R_{th(j-c)}$$

$T_c$ : ケース温度

- (2) ダイオードのケース温度が分かっていない場合

$$T_j = T_a + P_D \times (R_{th(j-c)} + R_{th(c-a)})$$

$$= T_a + P_D \times R_{th(j-a)}$$

$T_a$ : 周囲温度

$R_{th(j-c)}$  または  $R_{th(j-a)}$  は個別データシートの中に記載されています。

ここで、実際の  $T_j$  を次の条件で求めてみます。

対象製品： HRW0502A (MPAK 外形, 0.5A/20V SBD)

動作条件：  $I_F = 0.6A$  (ピーク),  $V_R = 6.6V$ , デューティ = 1/2

$t_{rr}$  が短いので逆回復損失は無視し得るものとして省略します。

放熱条件： プリント基板実装, 自然空冷,  $R_{th(j-a)} \approx 340^\circ C/W$

周囲温度：  $T_a = 75^\circ C$

上記の条件のもと、個別データシートから、0.6A の時の  $V_F$  を読むと約 0.33V であり、その値を代入した結果、 $P_F$  および  $P_R$  はそれぞれ次のようになります。

$$\begin{aligned} P_F &= V_F \times I_F \times t_{on}/t \\ &= 0.33 \times 0.6 \times 0.5 \\ &= 0.099W \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_R &= V_R \times I_R \times t_{\text{off}}/t \\ &= 6.6 \times 550 \times 10^{-6} \times 0.5 \\ &\approx 0.002\text{W} \end{aligned}$$

これらより，

$$\begin{aligned} P_D &= P_F + P_R \\ &= 0.099 + 0.002 \\ &= \underline{0.101\text{W}} \end{aligned}$$

したがって，ジャンクション温度  $T_j$  として，

$$\begin{aligned} T_j &= T_a + P_D \times R_{\text{th}}(j-a) \\ &= 75 + 0.101 \times 340 \\ &\approx \underline{109^\circ\text{C}} \end{aligned}$$

が得られます。

以上をまとめると，消費電力と周囲温度から  $T_j$  は容易に求めることができます。 $T_j$  は最大定格内でご使用ください。

## 1.5 ASO 動作試験について

### 1.5.1 ASO 概要

ASO は Area of Safety Operation の略で安全動作領域のことを示します。整流動作を行なった場合に熱暴走\*<sup>1</sup>等により破壊しない順電流・逆電圧・周囲温度の範囲を規定しています。ASO は順方向と逆方向の電力と熱抵抗\*<sup>2</sup>から算出しています。

- 【注】
1. 素子の温度上昇は印加電力損失 (順電力損失, 逆電力損失), 周囲温度, および熱抵抗に関して生じます。温度上昇によって素子の逆電流は増加するという特性があります。素子の発熱量よりも放熱量が小さい場合には, さらなる温度上昇を招きます。熱暴走とは, 温度上昇→逆電流の増加→逆電力損失の増加→温度上昇を繰り返す, 素子の温度が上昇し続けた結果, 素子が破壊されてしまう現象を言います。
  2. 熱抵抗はデバイスの接合から外気までの熱の抵抗です。Rth(j-a)で記述されます。

### 1.5.2 ASO 範囲の見方について

ASO は図 1.4(a)の  $I_o$ — $T_a$  特性 (平均整流電流—周囲温度特性) で確認できます。 $I_o$ — $T_a$  特性は入力波形 (DC, sin,  $D = 1/2, 1/3, 1/6$ ) ごとに描いていますが, 例えば sin 入力の場合は図 1.4(b)の順電流 ( $I_o = 100\text{mA}$ )・逆電圧 ( $V_R = 15\text{V}$ )・周囲温度 ( $T_a = 75^\circ\text{C}$ ) の範囲内 (網掛けの範囲) であれば動作できることになります。

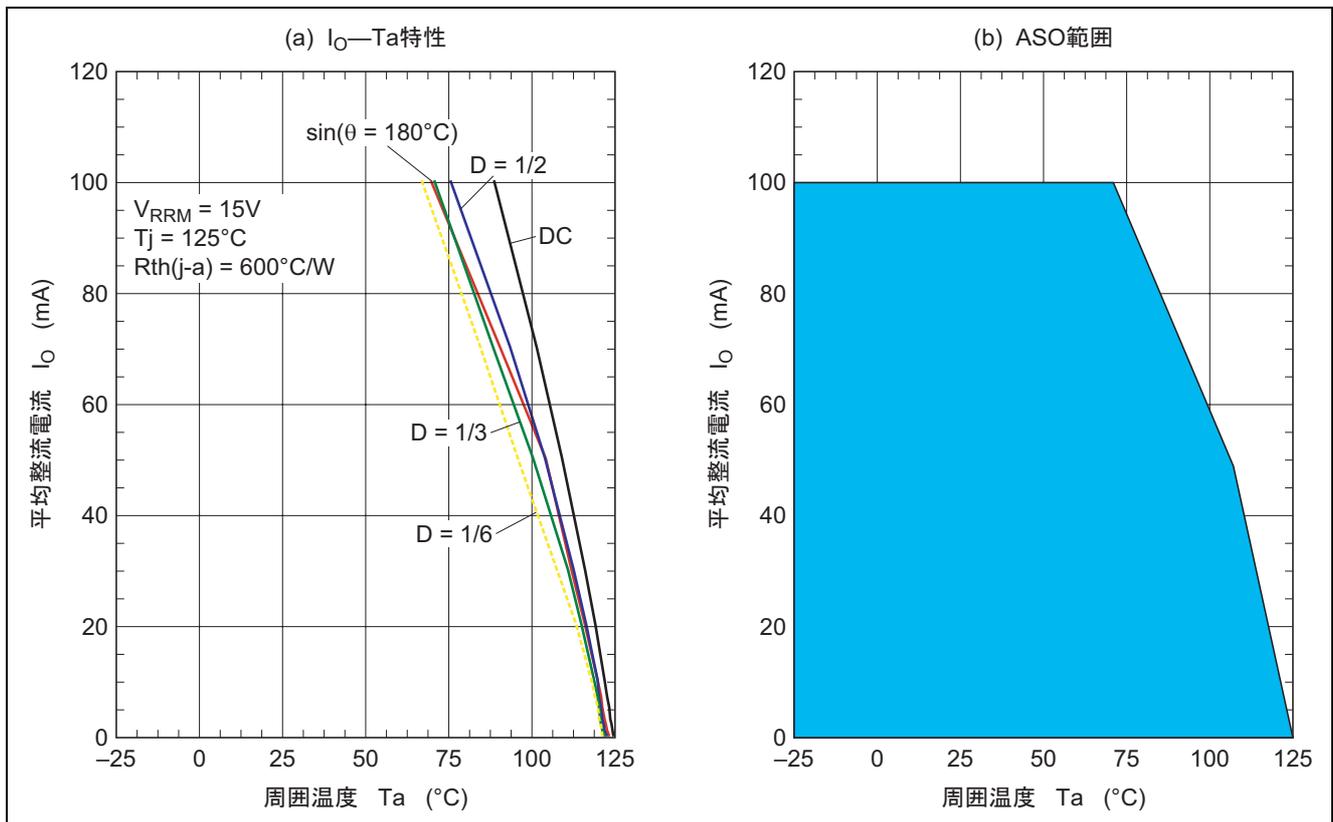


図 1.4

1.5.3 ASO 試験について

ASO 試験については図 1.5 の入力波形にてデバイスを整流動作させています。ひとつの例として、試験条件は  $I_O = 100\text{mA}$ ,  $V_R = 15\text{V}$ ,  $T_a = 80^\circ\text{C}$  で行ない、実際に ASO 範囲が正しいかどうかを本試験にて確認を行なっています。

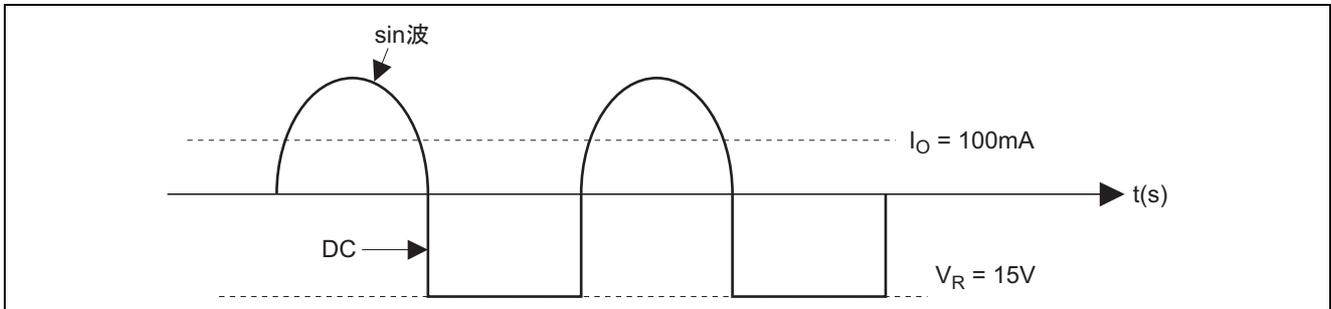


図 1.5 入力波形

## 2. 整流用ショットキーバリアダイオードの応用例

### 2.1 DC/DC コンバータ回路例

DC/DC コンバータには図 2.1 に示すように、主に 3 種類の回路があります。これらダイオードは整流や電源切換えに使用されています。2 次側の電圧は $\pm 30\text{V}$  程度までです。特に携帯電子機器では、小さなバッテリーでも長時間使用したいため、効率の良い DC/DC コンバータが必要です。図 2.1 の各ダイオードは、 $V_F$  の小さいショットキー型が使用されます。

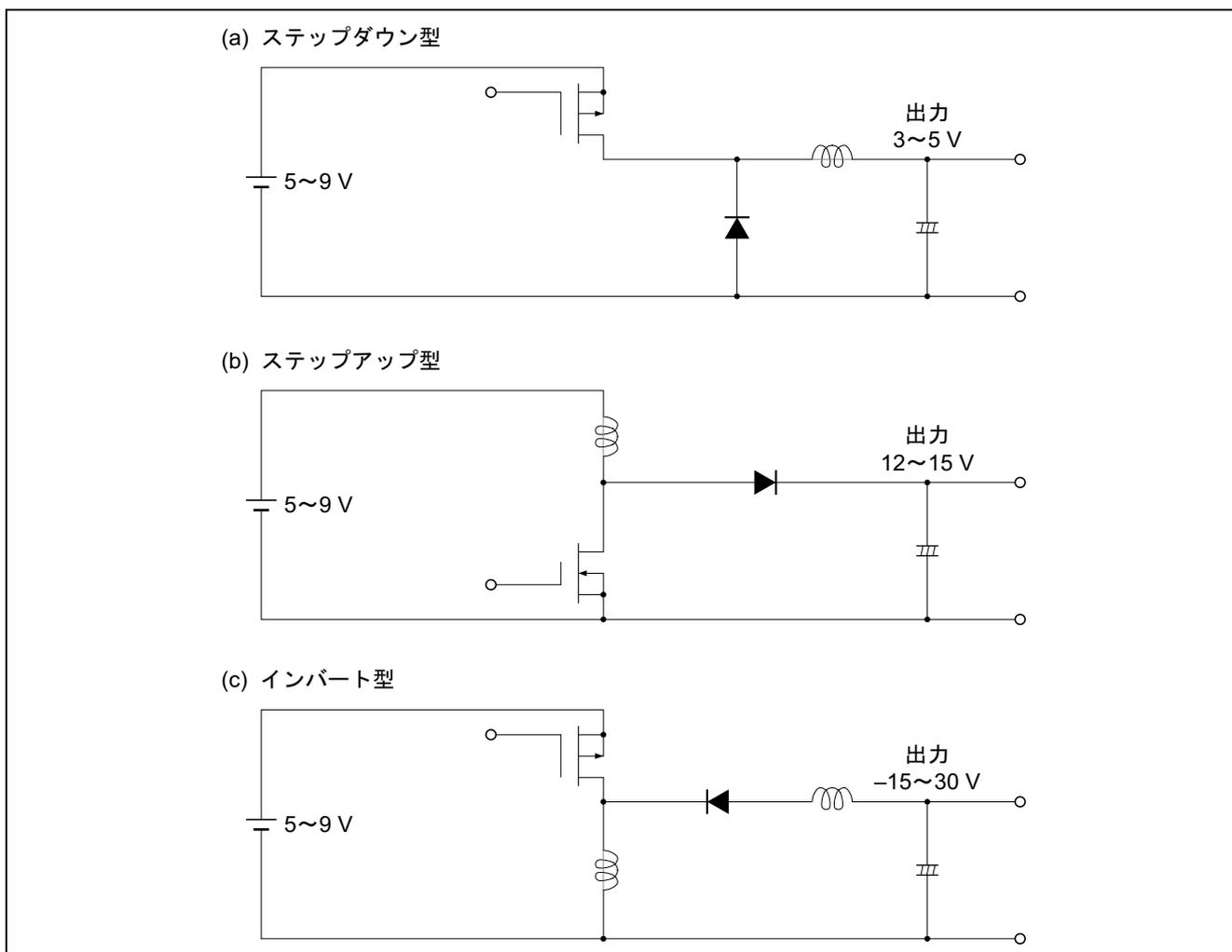


図 2.1 DC/DC コンバータの構成

2.2 同期整流方式 DC/DC コンバータ回路例

低電圧・大電流出力の電源では、効率の面からはパワーMOS FET を整流器として使用する同期整流方式が有利となる場合があります。同期整流回路例と動作タイミングを図 2.1 に示します。

この方式では、同期整流用パワーMOS FET に平行接続した低  $V_F$  ショットキーバリアダイオードが必要となります。これは、メインスイッチ用パワーMOS FET (Q1) と、同期整流用パワーMOS FET (Q2) が同時オンしないように Q1, Q2 がオフしている期間 (デッドバンド時間: DT) を設けるため、この期間に Q1, Q2 を流れていたメイン電流は、平行接続したショットキーバリアダイオード (Q3) を流れます。このため、この損失も小さく抑えるには、低  $V_F$  品を使用する必要があります。

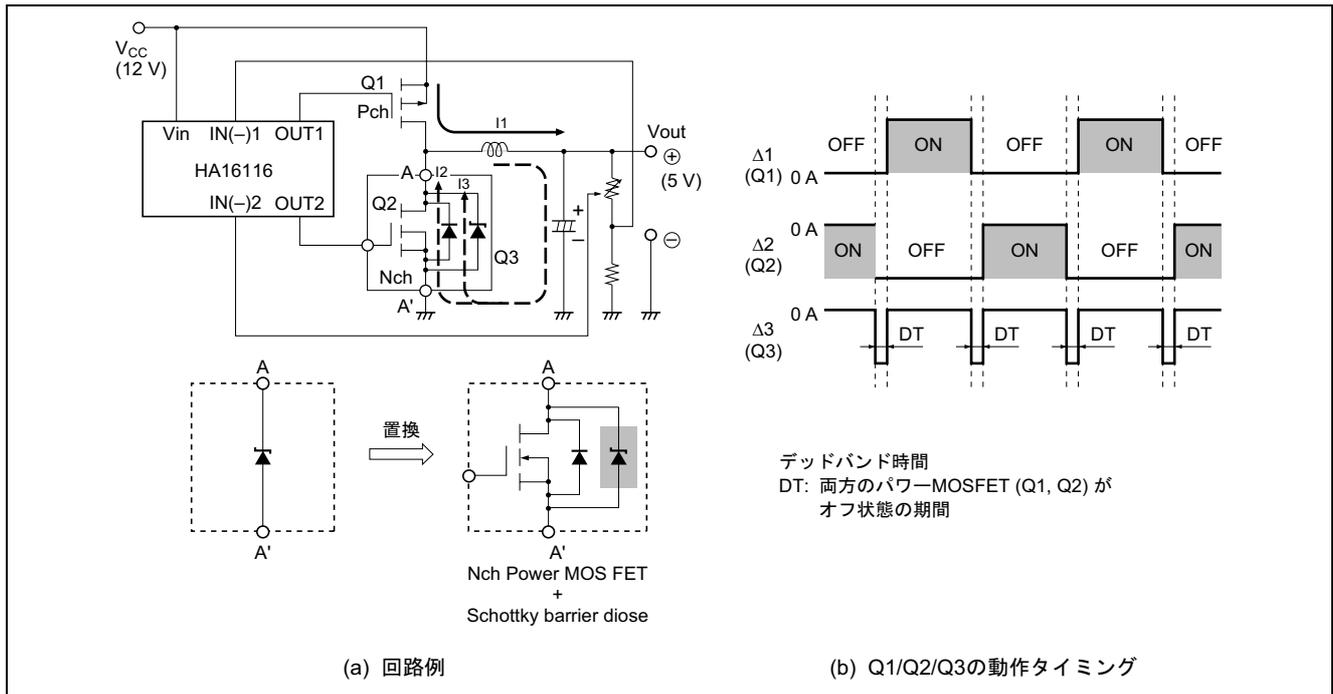


図 2.2 同期整流回路例と動作タイミング

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2005.12.14	—	初版発行

### 安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご留意ください。

### 本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりますは、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したのですが万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、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。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。