

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。

スイッチング用パワートランジスタを用いた アイデア回路集 (PART I)

半 導 体
技 術 資 料
TEA-544B

概 要

本資料はスイッチング用パワートランジスタを用いた各種回路の改善・簡略化等のひとつのヒントとしてのアイデアを示すものです。

したがって原理的な説明のみとなっておりますので、回路設計に際しては細部の検討が必要です。

I. ベースドライブ回路

I-1. 過負荷保護回路

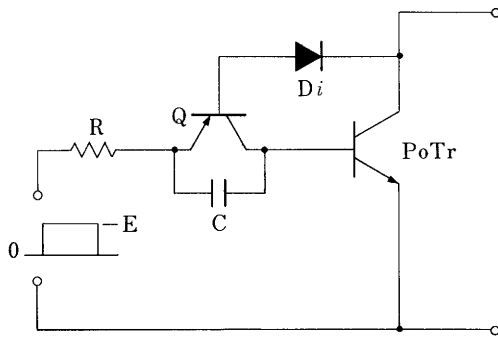


図 1

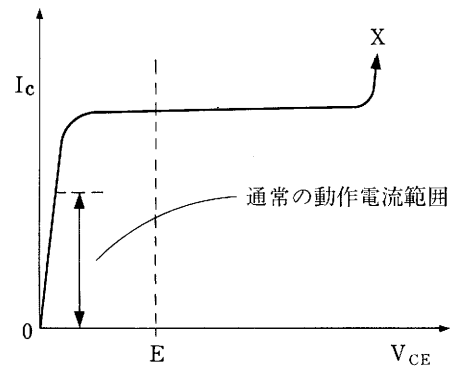


図 2

図 1 は、過負荷保護回路の基本的な構成で；これはパワートランジスタのコレクタ電流 I_c - コレクタ・エミッタ間電圧 V_{CE} の特性が一般的に図 2 のようになること、またパワートランジスタが過負荷(安全動作領域・順SOA)で破壊する場合には、図 2 の X 印の状態破壊することを利用したものです。すなわち、図 1 で、スイッチング用パワートランジスタ PoTr が通常の動作状態では、電源 E から抵抗 R・トランジスタ Q のベース・ダイオード Di を通して PoTr のコレクタ・エミッタより E に至るため、PoTr のベース電流が Q のコレクタより流れている。この時、モータロック・負荷変動等で PoTr に過電流が流れると、図 2 のように PoTr の V_{CE} が上昇する。 $V_{CE} > E$ まで上昇すると、Q のベースが逆バイアスされ、Q はオフとなり、PoTr のベース電流が遮断されることにより PoTr が保護されます。尚、コンデンサ C は、PoTr をオフからオン状態にする時に、PoTr にベース電流を供給するものです。

図 3 は、負荷短絡等の急激な電流の立上りに応答可能なように、スピードアップ用のダイオード D_{i-3} を設け、また通常のオン・オフのスイッチングタイムを短くするために、コンデンサ C を利用したものです。

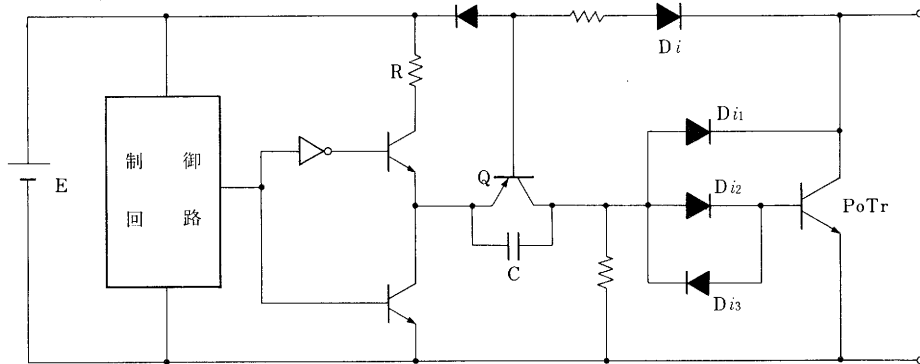


図 3

I-2. サステイン耐量改善回路

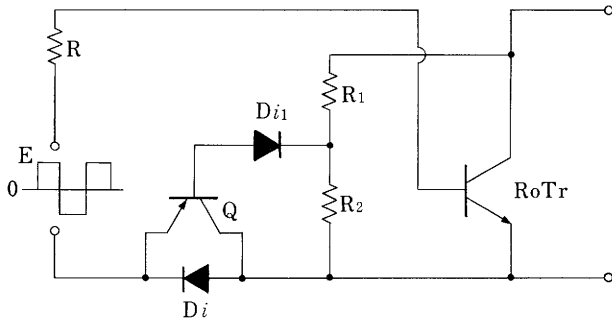


図 4

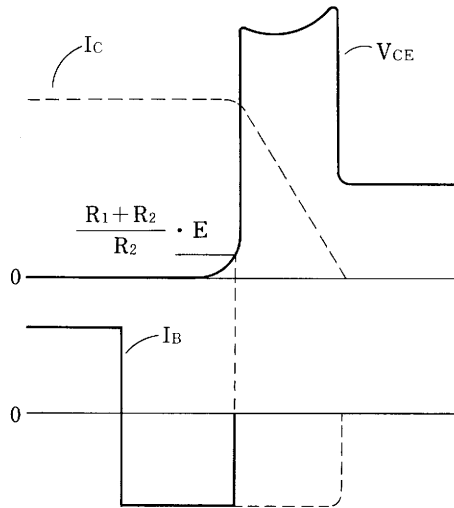


図 5

図 4 の動作は、PoTr の導通時は電源 E ・ 抵抗 R ・ PoTr のベース ・ エミッタおよびダイオード Di をベース電流が流れる。PoTr をオフにする時は、 E ・ Q のベース ・ Di_1 ・ R_2 ・ PoTr のエミッタ ・ ベースより E にもどるため、PoTr のベース逆電流が Q のコレクタより流れる。次に PoTr のコレクタ ・ エミッタ間が耐圧を回復し始めると、 V_{CE} が上昇し、 $V_{CE} \doteq \frac{R_1+R_2}{R_2} \cdot E$ となると Q がオフとなるため、PoTr のベース ・ エミッタ間逆バイアスはなくなります。

図 4 は、サステイン耐量 ($E_{CEX(SUS)}$) の増加を計る改善回路の基本的構成で、スイッチングスピードを低下させないで、 $E_{CEX(SUS)}$ を大きくするものです。すなわち、一般にサステイン耐量は

$E_{CEO(SUS)} > E_{CER(SUS)} > E_{CES(SUS)} > E_{CEX(SUS)}$ であるが、図 5 のベース電流波形の実線のように、PoTr の耐圧回復時に PoTr のベース ・ エミッタ間に逆バイアスを加えなければ、 $E_{CEX(SUS)}$ が大きくなることを利用している。たとえば、 $50 \text{ A} \cdot 800 \text{ V}$ ダーリントンパワートランジスタの試作結果によると、

$E_{CEO(SUS)} \doteq 3 \text{ J}$, $E_{CEX(SUS)} \doteq 0.1 \text{ J}$ のものが、図 4 の回路では $E_{CEX(SUS)} \doteq 1.5 \text{ J}$ となった。

($E = \pm 5 \text{ V}$, $R = 1.4 \Omega$, $Q \cdot Di = 2SB963$,
 $Di_1 = 1S954$, $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$)

I-3. 転流特性改善回路

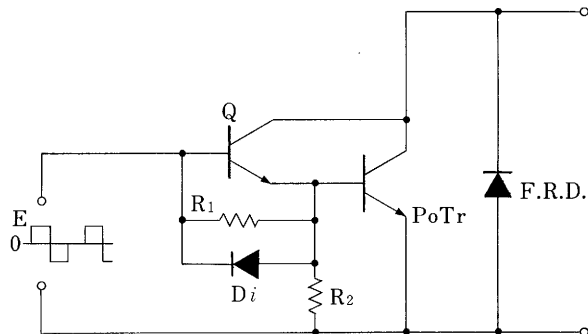


図 6

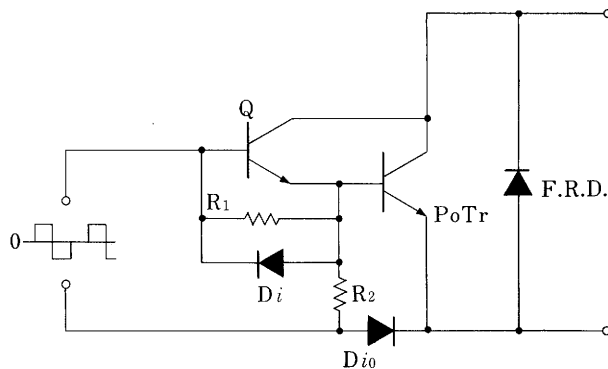


図 7

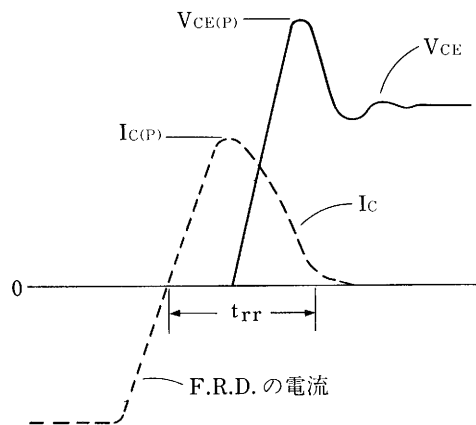


図 8

図 6 は、一般によく行なわれているダーリントン接続であるが、この回路で、ファーストリカバリダイオード F. R. D. に電流が流れ、次に F. R. D. に逆電圧が印加される図 8 の場合には；その転流特性が F. R. D. の逆回復特性と、F. R. D. のアノード・ R_2 ・PoTr のベース・コレクタおよび F. R. D. のアノード・電源 E・Q のベース・コレクタにより PoTr と Q とに注入されるキャリアの回復特性と、の両特性によるものとなります。

このため、 $V_{CE(P)}$ および $I_{C(P)}$ が大きくなり破壊に至る場合があります。図 7 は D_{i0} 接続することにより、PoTr および Q へのキャリアの注入をなくすもので、例えば前述の 50 A・800 V ダーリントンパワー transistor では、 $t_{rr}(D_{i0} \text{ 無}) \approx 7 \mu\text{s}$ $t_{rr}(D_{i0} \text{ 有}) \approx 1 \mu\text{s}$ となります。

II. パワートランジスタ回路

II-1. バイポーラ・MOSFET 並列回路

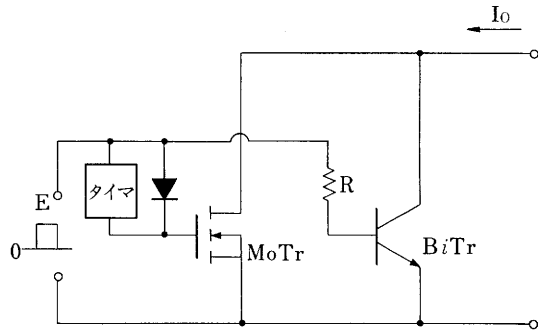


図 9

	パワーバイポーラTr	パワーMOS・FET
	2SC2335	2SK854
耐 圧	400 V	450 V
電 流	5~7 A	
チップサイズ	3~4 mm ²	
オン電圧 ⁽¹⁾	TYP.0.3 V	TYP.5 V
ターンオン時間	TYP.0.5 μs	TYP.21 ns
ターンオフ時間	TYP.2.5 μs	TYP.37 ns

注(1)条件 3 A

図10

図 9 はパワーバイポーラトランジスタ BiTr とパワー MOS・FET MoTr との並列接続回路で、これは図10に示すようにバイポーラトランジスタはオン電圧は低いがスイッチング時間が長く、MOS・FET はその逆であることを利用したもので、図11のようにターンオンおよびターンオフ時は MoTr で通電し、定常の導通時は BiTr で通電します。本回路は精密制御および損失の低減に有効です。

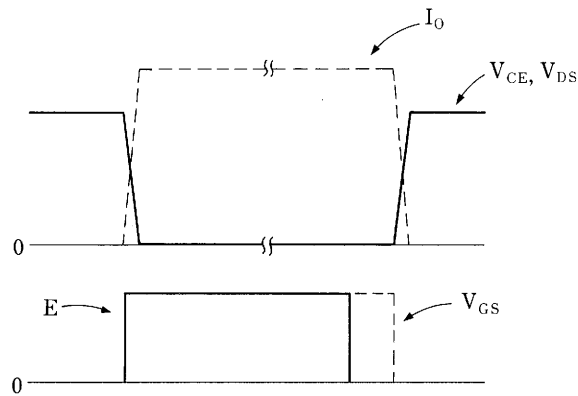


図11

II-2. コンデンサモータのコンデンサレス制御回路

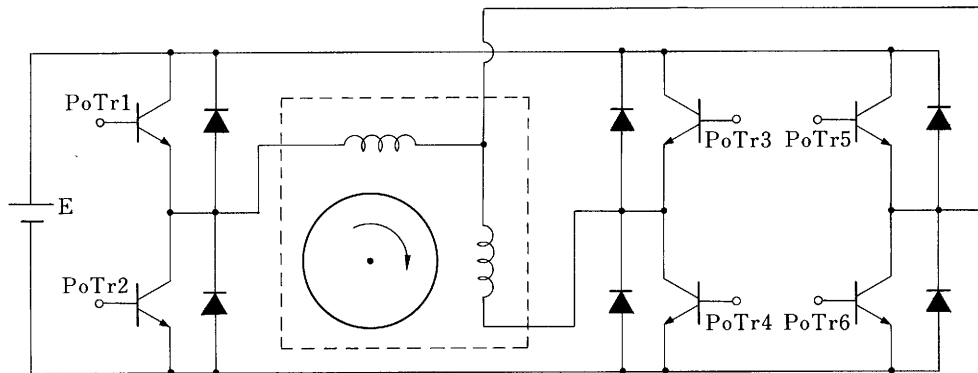


図12

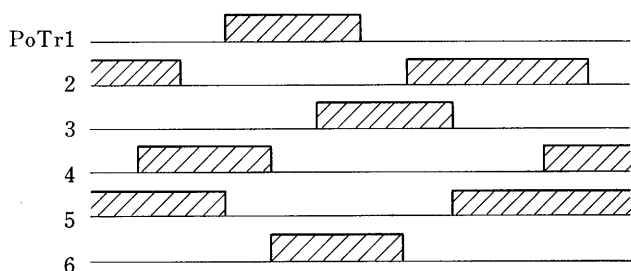


図13

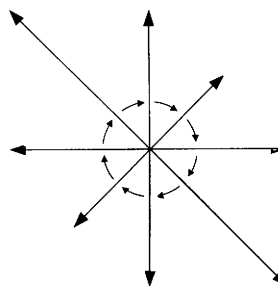


図14

図12は、コンデンサモータのコンデンサを取りはずし、固定子巻線に与える電流により回転子に回転磁界を加えるものです。図13は各 PoTr を導通させるタイミングを示すもので、磁界の強さが図14のようにアンバランスとなるため、負荷の種類等によっては各 PoTr 導通期間中にチョッピング制御を行なう必要があります。

II-3. 交流可変電圧回路

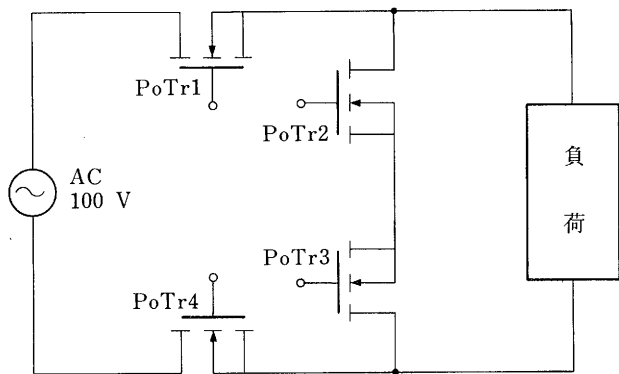


図15

図15は交流電圧を PoTr のチョッピングにより可変し、コンデンサモータ等の負荷に印加するもので、パワー MOS・FET 等のスイッチング時間の短い PoTr が適しています。図15の動作は、PoTr1・PoTr4 と PoTr2・PoTr3 とを交互にオン・オフさせるもので、図16のように動作します。

尚、本回路の問題点は、PoTr1・4 と PoTr2・3 との切換え時に、電源が短絡ループをつくらないようにし、かつ負荷電源が開放ループをつくらなくようにすることにあります。

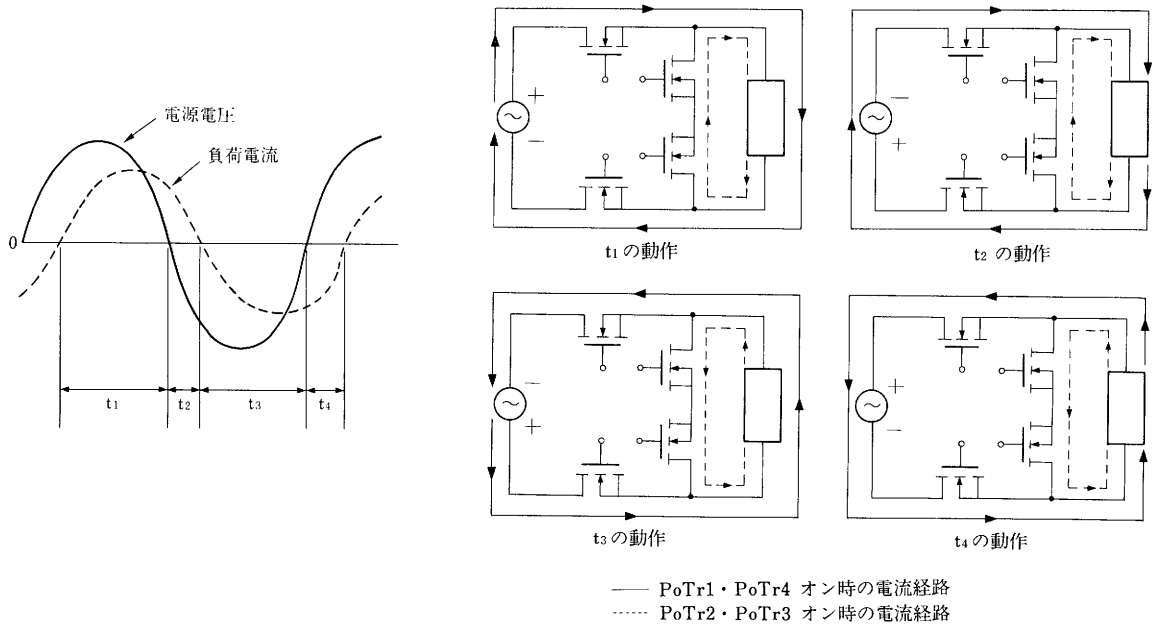


図16

II-4. 整流回路

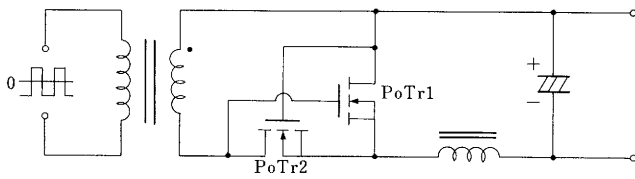


図17

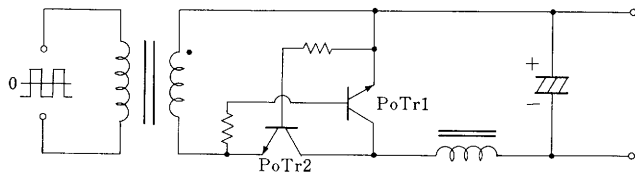


図18

図17・図18は、スイッチングレギュレータの整流部に PoTr を用いるもので、出力電圧が2 V・5 V等の低電圧時に損失の大部分をしめる整流用ダイオード(ショットキバリアダイオード S. B. D. 等)のオン電圧を小さくするため、図19のように PoTr の抵抗特性を利用するものです。

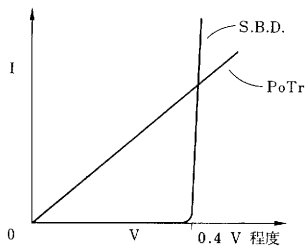


図19

尚、高周波電流の整流にはパワー MOS・FET が適していますが、低周波電流の場合でも超高速パワーバイポーラトランジスタが必要です。

本製品が外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等(または役務)に該当する場合には、日本国外に輸出する際に日本国政府の輸出許可が必要です。

NEC 日本電気株式会社

本 社	東京都港区芝五丁目33番1号(日本電気本社ビル) 〒108 東 京(03)454-1111
半 導 体 第 一、第 二 販 売 業 務 部	東京都港区芝五丁目29番11号(日本電気住生ビル) 〒108 東 京(03)456-6111
關 西 支 社 半 導 体 販 売 部	大阪市北区堂島浜一丁目2番6号(新大阪ビル) 〒530 大 阪(06)348-1461 大 阪(06)348-1466
中 部 支 社 電 子 デ バ イ ス 販 売 部	名古屋市中区栄四丁目15番32号(日建住生ビル) 〒460 名 古 屋(052)262-3611

北 海 道 支 社	札幌(011)231-0161	沖 縄 支 社	那覇(0988)66-5611
東 北 支 社	仙台(022)261-5511	繩 川 支 社	那覇(0425)26-0911
北 山 支 店	山形(0249)23-5511	立 川 支 社	立川(0472)27-5441
東 山 支 店	秋田(0246)21-5511	川 崎 支 社	川崎(0542)55-2211
北 上 支 店	岩手(025)247-6101	静 岡 支 社	静岡(0534)52-2711
東 上 支 店	宮城(0292)26-1717	北 海 支 社	札幌(0762)23-1621
北 上 支 店	福島(0298)23-6161	陸 奥 支 社	仙台(0764)31-8461
東 上 支 店	茨城(045)324-5511	山 形 支 社	山形(075)221-8511
北 上 支 店	栃木(0273)26-1255	都 府 支 社	京都(078)332-3311
東 上 支 店	群馬(0276)46-4011	神 戸 支 社	神戸(082)247-4111
北 上 支 店	埼玉(0286)21-2281	京 都 支 社	京都(0862)25-4455
東 上 支 店	千葉(0262)35-1444	神 戸 支 社	神戸(0878)22-4141
北 上 支 店	茨城(0263)35-1666	山 形 支 社	山形(0899)45-4111
東 上 支 店	栃木(0266)53-5350	都 府 支 社	京都(092)271-7700
北 上 支 店	群馬(0552)24-4141	北 九 州 支 社	北九州(093)541-2887

(技術お問い合わせ先)

半導体応用技術本部	川崎市幸区塚越三丁目484番地(川崎技術センター)	〒210 川 崎(044)533-1111
半導体市場開発本部第一応用技術部	東京都港区芝五丁目29番11号(日本電気住生ビル)	〒108 東 京(03)456-6111
半導体市場開発本部第二応用技術部	大阪市北区堂島浜一丁目2番6号(新大阪ビル)	〒530 大 阪(06)348-1477