

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、誤りが無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 II)

半 導 体  
技 術 資 料  
TEA-555

## 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、『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-544)と合わせてご利用ください。

なお、本資料は原理的な説明のみであり、特許等の調査は行っていませんので、回路設計に際しては、細部の検討および特許調査が必要です。

## 1. ベース(ゲート)ドライブ回路

### 1.1 パワー MOS・FET 絶縁ドライブ回路

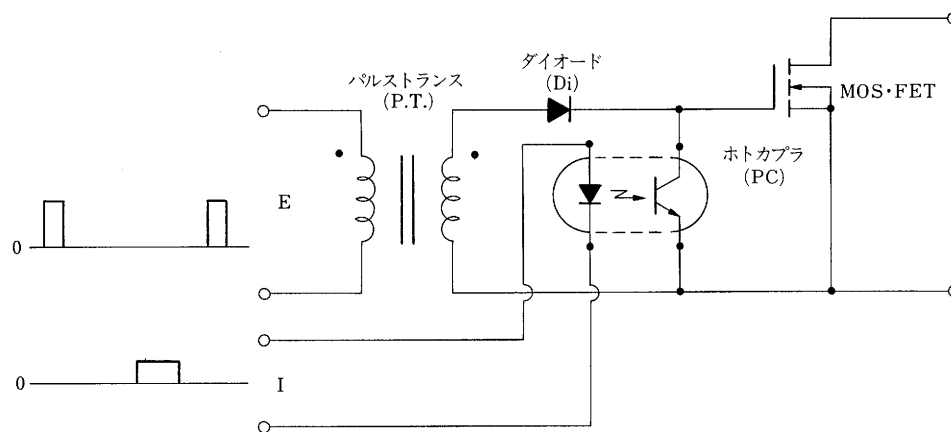


図 1

図 1 は、ブリッジ回路形のモータ制御装置などに使用されるエンハンスメント形パワー MOS・FET をコントロール IC 等と絶縁してドライブする場合に有効なゲートドライブ回路です。これは、FET をオン状態にしたい場合には、短パルス E をパルストランス (P.T.) で絶縁して FET のゲート・ソース間に充電しておき；オフ状態にしたい場合には、パルス I をホットカプラ (PC) で絶縁して充電された電荷を放電するものです。本回路のポイントは、FET のゲート・ソース間の容量  $C_{iss}$  に充電された電荷のリーク等による放電にあります。たとえば FET の  $C_{iss}$  を 1 000 pF、 $I_{GSS}$  を 100 nA とし、ダイオード (Di) およびホットカプラのリーク電流を各々 10  $\mu$ A とすると、周波数 4 kP・P・S 以上のスイッチング用途に使用可能です。なお、それ以下の周波数で使用する場合には、FET のゲート・ソース間にコンデンサ等を接続する必要があります。また、ホットカプラのオン期間とパルストランスの入力パルス E の間隔は、原理的にはいくらでも良いこととなりますが、外来ノイズ等による FET の発振あるいは誤動作防止のため、短い方が良いでしょう。

1.2 パワー MOS・FET 低電圧ドライブ回路

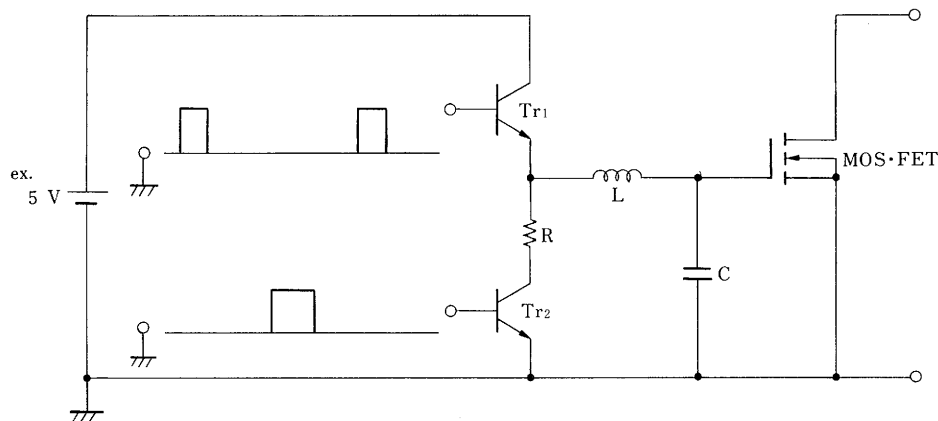


図 2

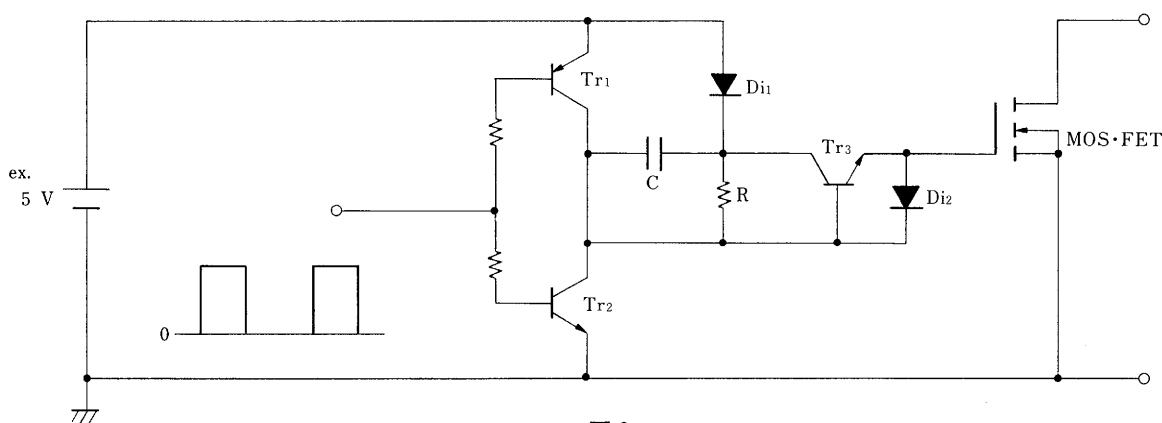


図 3

図 2 および図 3 は、制御電圧が 5 V など FET をドライブするには不十分な場合に、FET のゲート・ソース間電圧を、約 2 倍に昇圧するのに有効な回路です。

図 2 は、Tr<sub>1</sub> をオンすることにより LC 共振回路で FET のゲート・ソース間電圧を電源電圧 (5 V) の約 2 倍にするもので、昇圧の後に充電電圧を約 10 V に保つために、Tr<sub>1</sub> の E-B 間・E-C 間耐圧が 5 V 以上必要です。次に FET をオフ状態にするには Tr<sub>2</sub> をオンにしますが、この時コンデンサ C が逆方向に充電されるのを防ぐため、

$R > 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C + C_{iss}}}$  とする必要があります。また、本回路は昇圧が完了するまでに、 $\pi \cdot \sqrt{L \cdot (C + C_{iss})}$  の時間が必要ですので、あまり高速のスイッチング用途には適しません。

図 3 は、Tr<sub>2</sub> をオンすることによりダイオード Di<sub>1</sub> を介してコンデンサ C を充電し：次に Tr<sub>2</sub> をオフし Tr<sub>1</sub> をオンすることにより Tr<sub>3</sub> をオンさせ、(電源電圧 5 V) + (C 電圧約 4.5 V) - (Tr<sub>3</sub> オン電圧約 0.5 V) = 9 V 程度の電圧を FET のゲート・ソース間に印加し、オン状態とするものです。本回路は、昇圧分の電源を C にたよっており、この電源が抵抗 R により放電されるため、低速のスイッチング用途には適しません。

### 1.3 パワー MOS・FET サージ吸収回路

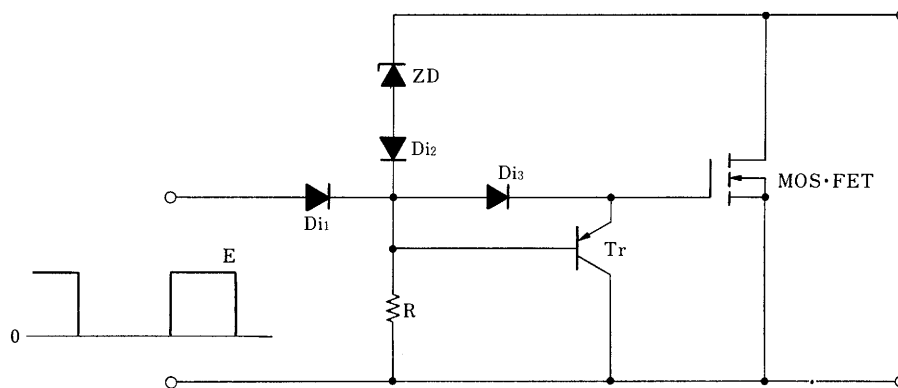


図 4

図 4 は、FET を外来サージおよびサステインサージより保護する回路を、定電圧ダイオード ZD・抵抗 R の熱的容量を小さくし、しかもドライブパルス E の応答を悪くしないように改良するものです。パルス E により FET のゲート・ソース間に充電された電荷は、パルス E が零になると (Di<sub>3</sub> がショート・Tr なしの場合には放電時定数  $C_{iss} \cdot R$  により FET のターンオフ時間が決まり、この時間を短くするために R を小さくすると、サージ吸収時に ZD および R を流れる電流が増すためそれらの熱的容量が大きくなるが；図 4 の場合には R は Tr の  $h_{FE}$  倍程度に大きくできるため、ZD や R の熱的容量は小さくできる。), Tr のベース電流として抵抗 R を流れ、さらにその  $h_{FE}$  倍が Tr を流れて放電します。

### 1.4 ダーリントン Po Tr ・パワー MOS ・FET 逆回復時間短縮化

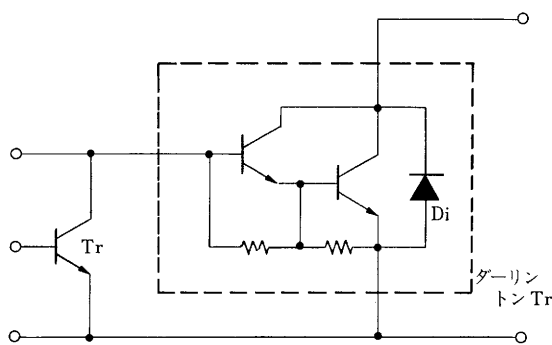


図 5

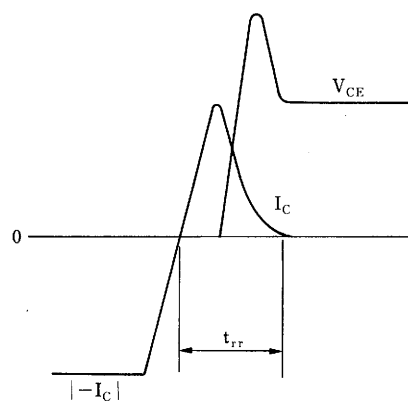


図 6

図 5 のダーリントン Tr のような構造の従来形のダーリントンパワートランジスタでは、逆回復時間  $t_{rr}$  (図 6) が、Di 通電時にトランジスタ部に流れ込むキャリアにより、長くなるため；ダーリントン Tr のベース・エミッタ間をショートしておくこと；たとえば 2SD1298 (400 V, 10 A, モールドパッケージ) では、 $| -I_C | = 5 \text{ A}$  の時、

B-E 間オープンでは、 $t_{rr} = 4.1 \mu\text{s}$

B-E 間ショートでは、 $t_{rr} = 3.3 \mu\text{s}$

となります。

同様にパワー MOS・FET のゲート・ソース間をショートした場合には、たとえば 2SK338(400 V, 5 A, モールドパッケージ)では同上の条件で、

G-S 間オープン (5.1 Ω) では、 $t_{rr}=2.4 \mu s$

G-S 間ショート ( $\sim 1.2 \Omega$ ) では、 $t_{rr}=0.3 \mu s$

となります。

## 2. パワートランジスタ回路

### 2.1 逆導通回路

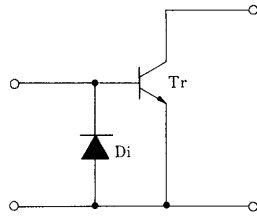


図 7

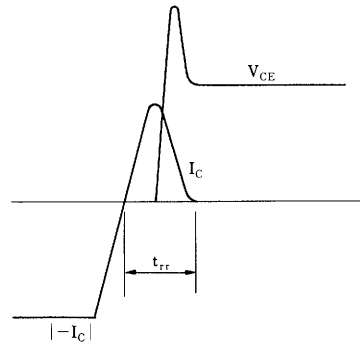


図 8

図 7 は、バイポーラ Tr のコレクタ・エミッタ間に高耐圧の高速スイッチング用ダイオードを接続する代わりに、ベース・エミッタ間に低耐圧の低速スイッチング用ダイオードを接続したもので、表 1 はその実験結果です。

Tr			2SC2751 (高速スイッチング用)		2SC3435 (超高速スイッチング用)	
	12CH4M (高速スイッチング用)	11F3SC (低速スイッチング用)	11F1SC (低速スイッチング用)	15SB03S (超高速スイッチング用)	11F1SC	15SB03S
$t_{rr}(\mu s)$	0.2	0.8	1.5	2.6	0.4	3.8

(条件:  $|-I_C|=5 A$ )

なお、2SC2751 は 400 V・15 A のモールドパッケージ品で、2SC3435 は、2SC2751 と同定格の超高速スイッチング用パワートランジスタです。

### 2.2 交流可変電圧回路 II

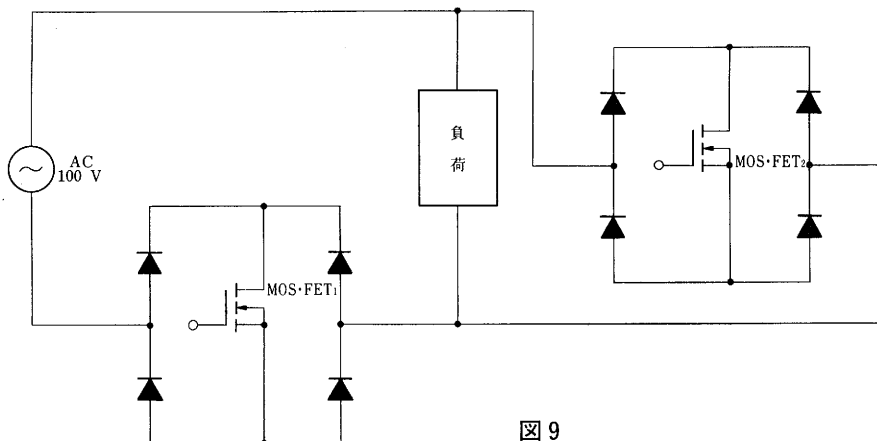


図 9

図9は交流電圧をMOS・FET<sub>1</sub>・MOS・FET<sub>2</sub>を交互にチョッピングすることにより可変し、コンデンサモータ等の制御に有効な回路で、MOS・FET<sub>1</sub>・MOS・FET<sub>2</sub>の切換え時に、電源が短絡ループをつくらないように、また負荷が開放ループをつくらないようにする必要があり、安定動作領域が広く、あまり電流の流れない素子を選定する必要があります。本回路は、『アイデア回路集(PART I)』に比べ、部品点数が多いというデメリットおよび逆回復時間を考える必要がなく、素子に加わるストレスが小さいというメリットがあります。

### 3. 必読文献一覧

- 半導体技術資料 TEB-002  
「NEC パワートランジスタの安全動作領域の規定方法について」
- 半導体技術資料 TEB-526  
「スイッチング動作時におけるトランジスタの安全動作領域について」
- 半導体技術資料 TEB-528  
「パルス電力損失時におけるトランジスタの接合部温度の算出法について」
- 半導体技術資料 TEB-543  
「スイッチング用パワートランジスタの最適ベースドライブ条件について」
- 半導体技術資料 TEB-545  
「スイッチング用パワートランジスタの最適ベースドライブ条件について PART II」
- 半導体技術資料 TEM-506  
「パワートランジスタ使用の手引き」
- 半導体技術資料 TEM-514  
「スイッチング用パワー MOS・FET ユーザーズマニュアル」

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 販 売 事 業 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
関 西 支 社 半 導 体 販 売 部	大阪市東区北浜五丁目15番地(住友ビル) 〒541 大 阪(06)220-4771
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	甲 府 支 店	甲府(0552)24-4141
東 北 支 店	仙台(0222)61-5511	沖 縄 支 店	那覇(0988)66-5611
北 山 支 店	山形(0249)23-5511	立 川 支 店	立川(0425)26-0911
東 山 支 店	仙台(0246)21-5511	千 葉 支 店	千葉(0472)27-5441
い づ み 支 店	新潟(0252)47-6101	静 岡 支 店	静岡(0542)55-2211
新 潟 支 店	新潟(0292)26-1717	浜 松 支 店	浜松(0762)23-1621
水 戸 支 店	新潟(0298)23-6161	北 山 支 店	北山(0764)31-8461
土 浦 支 店	新潟(045)662-1621	富 山 支 店	富山(082)247-4111
神 奈 川 支 店	新潟(0273)26-1255	中 国 支 店	中国(0862)25-4455
太 田 支 店	新潟(0276)46-4011	西 山 支 店	西山(0878)22-4141
宇 都 宮 支 店	長野(0286)21-2281	松 山 支 店	松山(0899)45-4111
長 野 支 店	長野(0262)35-1444	九 州 支 店	福岡(092)713-5151
松 本 支 店	長野(0263)35-1666	北 九 州 支 店	北九州(093)541-2887
上 諏 訪 支 店	長野(02665)3-5350		