

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。

最近、パワーMOS FETがバイポーラトランジスタに変わりスイッチング用パワーデバイスとして注目されています。

その理由として、

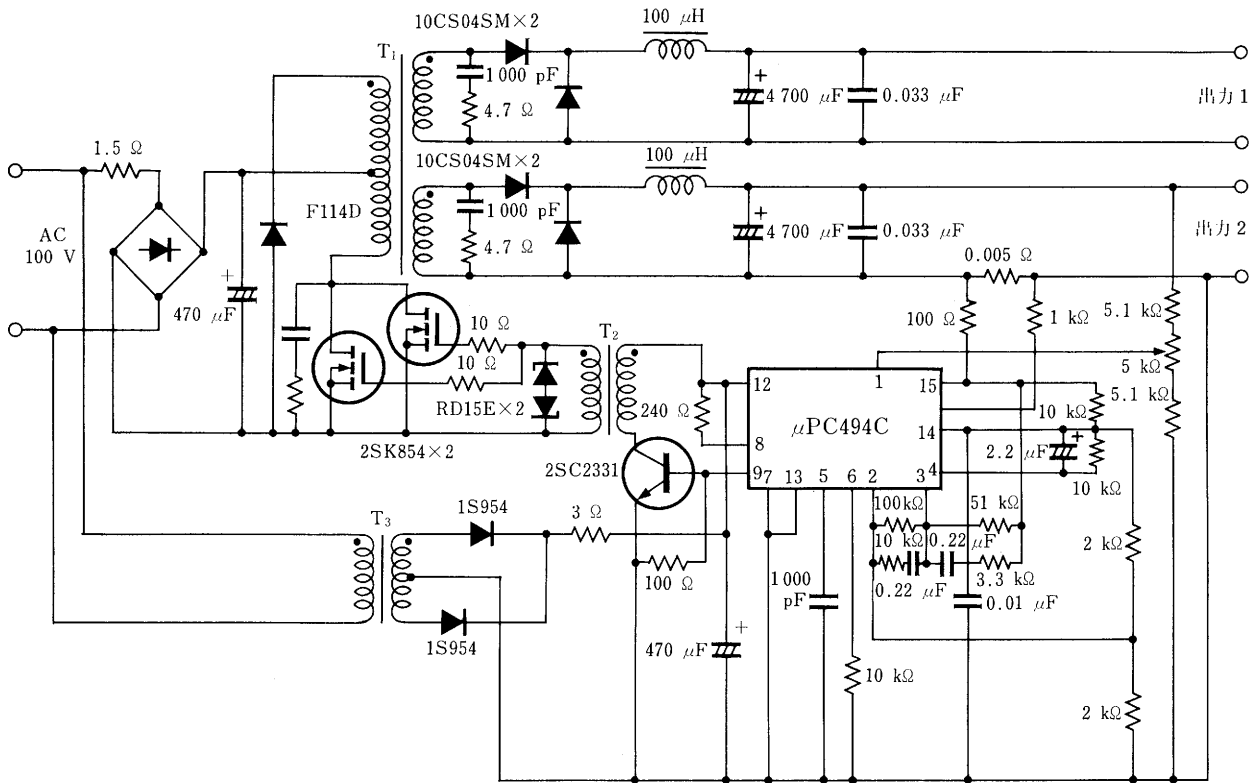
- (1) 電圧制御形デバイスであるため、駆動電力が小さく抑えられる。
- (2) 多数キャリアデバイスであるため、スイッチング速度がバイポーラトランジスタと比べ1桁以上速い。
- (3) バイポーラトランジスタのように高電圧領域で生じる2次降伏現象がなく安全動作領域が広い。

など従来のバイポーラトランジスタに比べ数々の優れた特徴を持っており、スイッチング電源をはじめ、OA機器、自動車電装などあらゆる分野に急速に応用が拡大しています。

本資料では、パワーMOS FETを用いたいくつかの応用回路について紹介します。

1. スイッチング電源 I

図1 2SK854 を用いたセカンダリ方式の電源



(2SK854×2をバイポーラトランジスタ(2SC2751)に置き換えた場合)

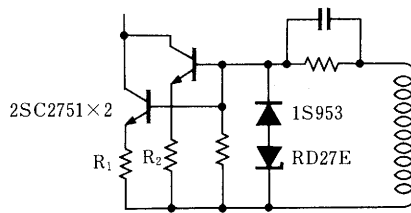


図1は、パワー MOS FET 2SK854 を用いたセカンダリ方式の電源回路で、出力容量 100 W、スイッチング周波数 80 kHz を得ております。

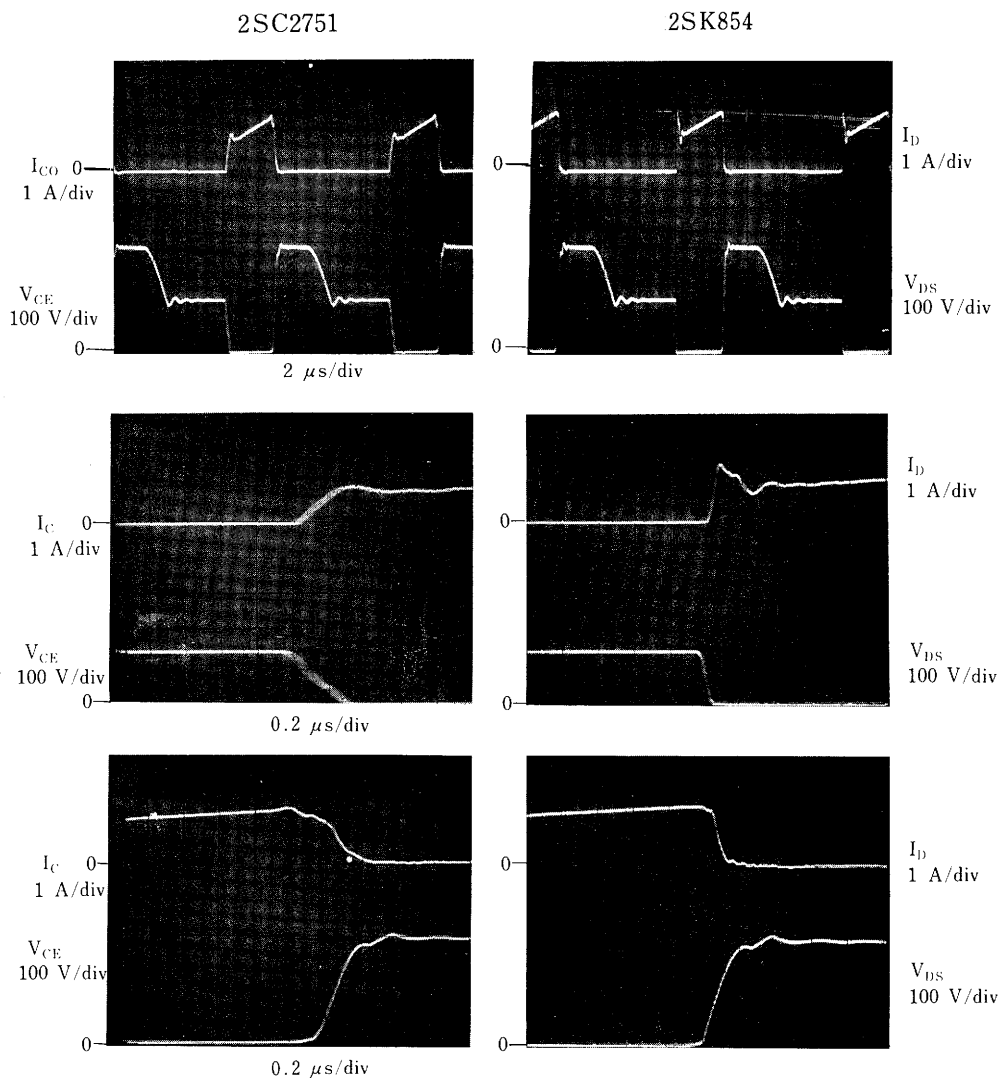
図1のスイッチング電源回路において、パワー MOS FET 2SK854 (450 V/5 A, MP-25) を用いた場合と、電流定格で1ランク上のバイポーラトランジスタ 2SC2751 (400 V/10 A, MP-80) に置き換えた場合の動作波形、素子の温度上昇を比較したものを写真1、および表1に示します。表1からわかるようにパワー MOS FETは、バイポーラトランジスタと比べスイッチングスピードが1桁程度速いため、スイッチング損失が減少し全体の電力損失が低減できます。また、バイポーラトランジスタを図1のように並列接続で使用した場合は、エミッタにバラスト抵抗 ( $R_1$ ,  $R_2$ ) を接続し電流バランスをとりますが、パワー MOS FETでは、オン抵抗が正の温度特性を有するため、電流抑制作用が起これば電流バランスを保つので、バラスト抵抗が不要となり並列接続が容易にできます。

以上の特徴より、回路の高周波化、簡略化および小形化が可能となります。

表1 80kHzスイッチングレギュレータにおけるスイッチングタイムとケース温度上昇比較

品 名		2SC2751 (バイポーラトランジスタ)	2SK854 (パワーMOS FET)
パ ッ ケ ー ジ		MP-80	TO-220
ス イ ッ チ ン グ タ イ ム	$t_r$	0.26 $\mu s$	0.05 $\mu s$
	$t_f$	0.30 $\mu s$	0.08 $\mu s$
ケ ー ス 温 度 上 昇 $\Delta T_C$		56 $^{\circ}C$	21 $^{\circ}C$

写真1



## 2. スイッチング電源II

図2 2SK821を用いたプライマリ方式の電源

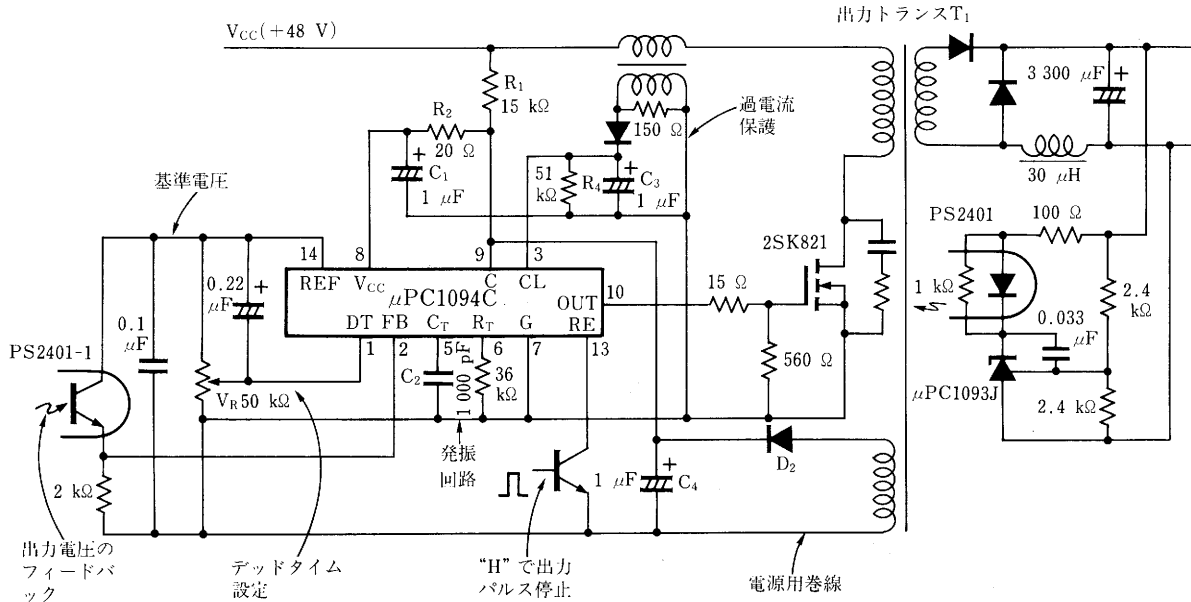


図2は、2SK821を用いたプライマリ方式の電源回路で、出力容量100 W、スイッチング周波数は200 kHzを得ております。スイッチングレギュレータの小形化、ローコスト化の動向を進展させるためにスイッチング周波数の向上は不可欠であり、今後は図2に示すような方式が主流になるものと思われます。その中でメインスイッチング素子は高速スイッチング動作が可能なパワーMOS FETが以下に示すような特徴を発揮し使用されるものと思われます。

- ① 電圧制御形素子であり、図2の方式のようにコントロールICから直接駆動ができ、駆動回路の簡素化が図れ駆動電力が少なく済みます。
- ② 多数キャリアデバイスであり、バイポーラトランジスタのように蓄積効果がなく、高速スイッチングが可能です。
- ③ オン抵抗が正の温度係数を有しており、2次降伏現象がなく、並列接続が容易にできます。

特に図2に示す電源のようにスイッチング周波数が100 kHzを超えるものは、パワーMOS FETの独壇場といえます。

### 3. 低損失整流回路

図3 低損失整流回路

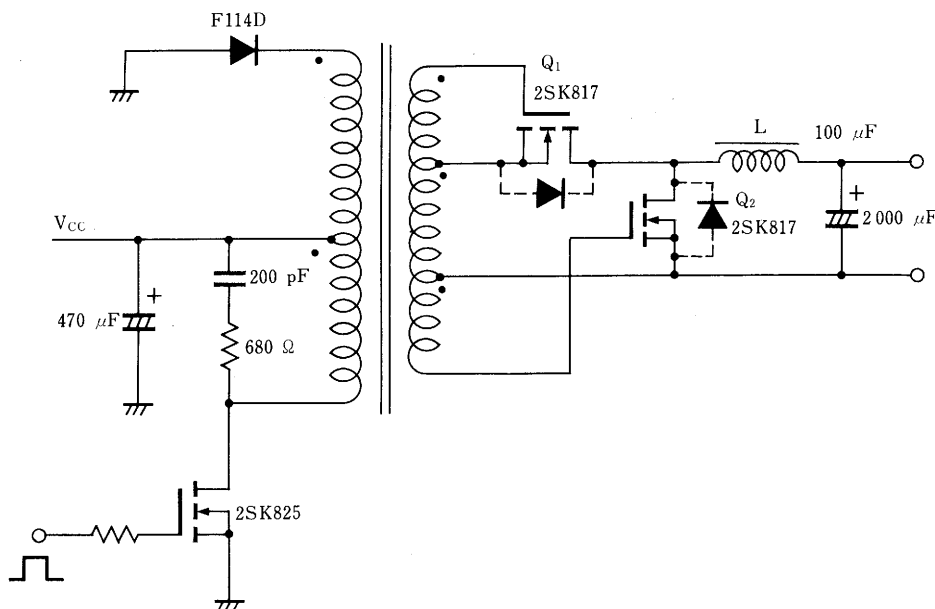


図3は、パワー MOS FET を2次側の整流素子として用いた整流回路の一実施例です。

2次側の整流素子は一般的には、ショットキ・バリア・ダイオードまたは、ファースト・リカバリ・ダイオード等の低順電圧降下、逆回復時間に優れたダイオードが使用されていますが、ここではパワー MOS FET の特徴である低オン抵抗とドレイン・ソース間に存在する寄生ダイオードを利用しています。

ゲート・ソース間に順バイアスを印加した時のオン抵抗による電圧降下は、寄生ダイオードより十分小さいため、寄生ダイオードは働かずドレイン・ソース間に流れます。

次に図3の動作原理を説明します。

2SK825でトランスの1次側を駆動し、2次側の整流を  $Q_1$  (2SK817) で行い、チョークコイル  $L$  の回生を  $Q_2$  (2SK817) の寄生ダイオードを通して行っています。図において各巻線の上側が正のサイクルの時  $Q_1$  (2SK817) のゲートが順バイアスされ、 $Q_1$  (2SK817) のソース・ドレイン間は、低オン抵抗となります。この時、コンデンサへの充電電流は、トランス→ $Q_1$  (2SK817) →チョークコイル→コンデンサのルートで流れます。

次に各巻線の下側が正の時は、 $Q_1$  (2SK817) のゲート・ソース間は逆バイアスされオフします。また、チョークコイルに生じたフライバックエネルギーはゲートが順バイアスされたパワー MOS FET  $Q_2$  (2SK817) →ドレイン→チョークコイルというルートで流れ、コンデンサ充電電流として回生されます。

#### 4. ステッピング・モータ駆動回路

図 4 ステッピングモータ駆動回路

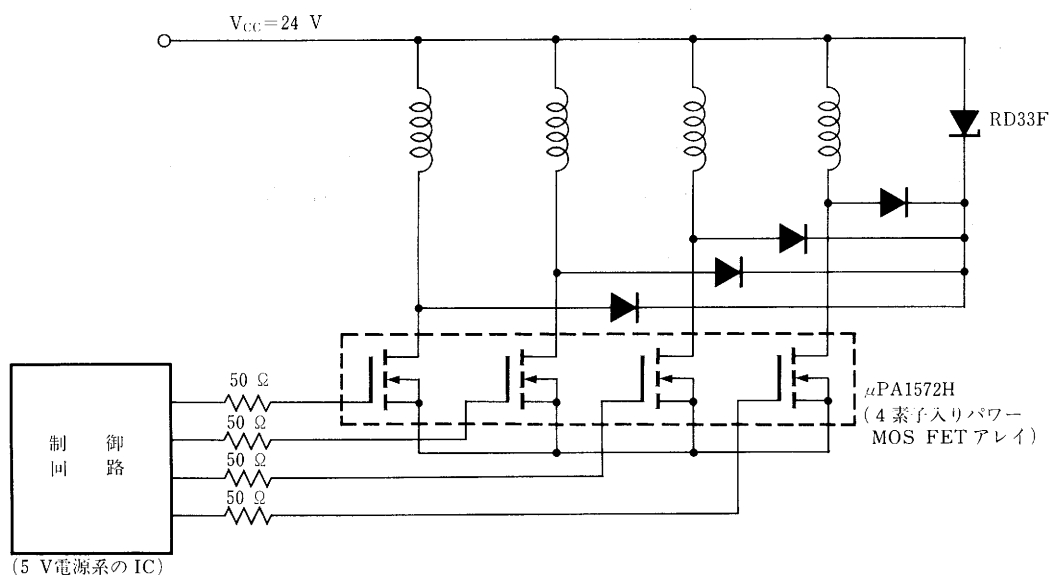


図 4 は、ステッピング・モータの駆動にパワー MOS FET アレイ  $\mu\text{PA1572H}$  を使用した回路例です。このような応用は駆動回路が主に 5 V 電源系の IC で制御するため、IC の出力電流によってはダーリントトランジスタでも直流電流増幅率 ( $h_{FE}$ ) が不足することがあり、もう一段トランジスタで増幅する必要があります。これに対し、図 4 に示すように 4 V 駆動低オン抵抗パワー MOS FET を使用すれば、ゲート入力抵抗各 1 個で制御 IC より直接駆動することが可能で、省スペース、駆動回路、主回路の低損失化を図ることができます。



## 5. パルス幅変調 (PWM) モータ制御回路

図5 PWMモータ制御回路

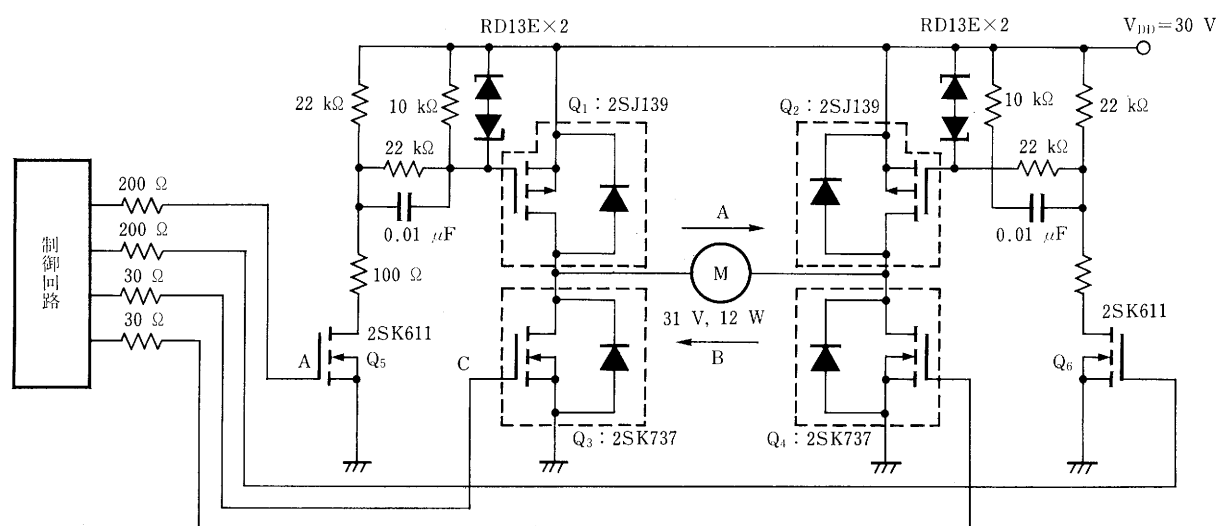


図5は、パワーMOSFETを4個使用して、これをHブリッジ形に接続し、モータ(M)を正・逆運転、制御する場合に用いられる例です。

図においてPWM制御するのは、下側のQ3とQ4のパワーMOSFETです。Q1、Q2は高電位に接続されているので、Q5、Q6、定電圧ダイオード等から成るドライブ回路を用いています。

モータの正転をA方向、逆転をB方向への通電とすると、正転の場合はQ1、Q4に電流を流しますが、パルス幅を変えるにはQ1をオン状態として、Q4を高周波でオン、オフさせます。このときQ4がオフ状態になるとQ2の寄生ダイオードを介して回生電流が流れます。逆転させる場合には同様にしてQ2とQ3をオン・オフ制御して、Q1の寄生ダイオードを介して回生電流を流します。

## 6. アナログ信号スイッチ回路

図6 アナログ信号スイッチ回路

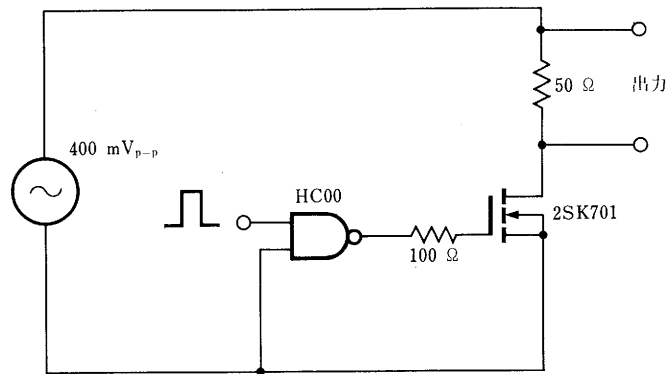


図6は、交流信号のON/OFFに用いた回路の一例です。ドレイン・ソース間が印加電圧の正負にかかわらずゲート順バイアスにより抵抗特性に変化することを積極的に利用しています。

ゲート・バイアスが0の時には、ドレイン・ソース間の順方向はOFF、ソース・ドレイン間の逆方向は通常のシリコン・ダイオードの順電圧降下特性となっています。したがって信号電圧がダイオードの立ち上がり電圧以下の場合にはソース・ドレイン間が高インピーダンス状態にあります。

ゲートに順バイアスが与えられると、ドレイン・ソース間は順方向、逆方向とも低抵抗となり、スイッチON状態となります。このようにしてスイッチをON/OFFできます。

## 7. 交流電力制御 I

図7 交流電力制御 I

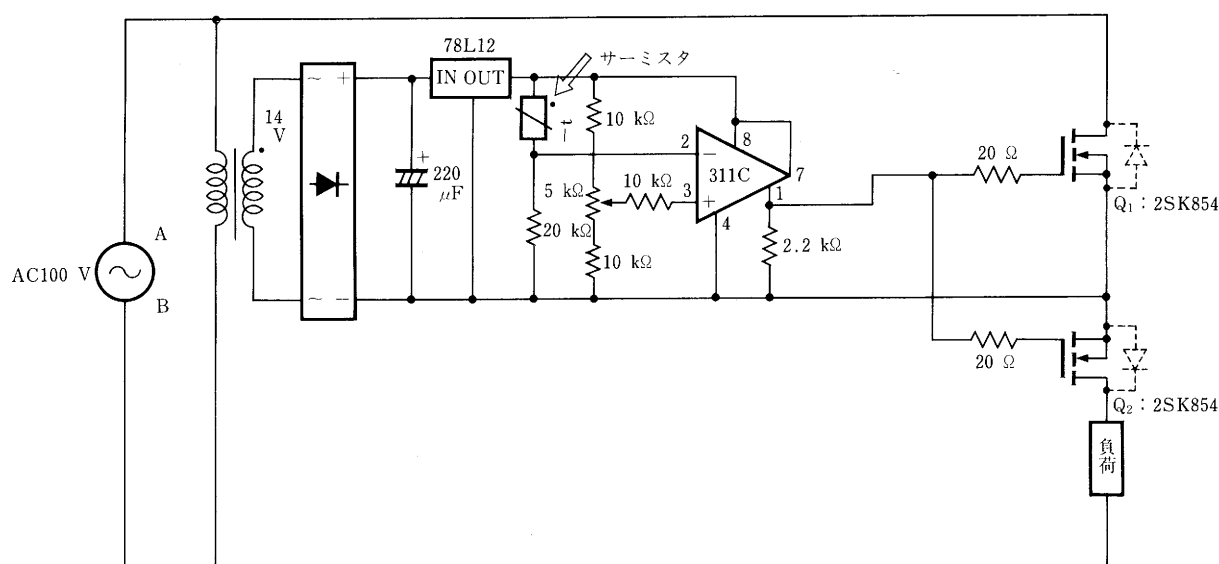


図7は、サーミスタを用いた温度制御回路の一例です。従来このような交流電力制御回路にはトライアックが使用されていますが、パワーMOSFETは順逆双方向に電流が流せる特性や駆動電力をきわめて小さくできる特性を用いて応用した例です。この回路で（サーミスタの）温度が設定温度より低い時は、コンパレータの出力が“H”で、パワーMOSFET  $Q_1$  (2SK854) と  $Q_2$  (2SK854) にゲート・バイアスが与えられます。ゲート・バイアスの印加により交流電源のA側が正、B側が負のサイクルでは負荷電流は交流電源→ $Q_1$  (2SK854) のドレイン→ソース→ $Q_2$  のソース（寄生ダイオード）→ドレイン→負荷という経路で流れます。B側が正、A側が負のサイクルではこの逆の経路で流れます。

サーミスタの温度が設定温度に達すると、コンパレータの出力は“L”となり  $Q_1$  (2SK854) と  $Q_2$  (2SK854) ともOFFします。このようにして温度の一定制御を行います。

8. 交流電力制御II

図8 位相制御による温度制御回路

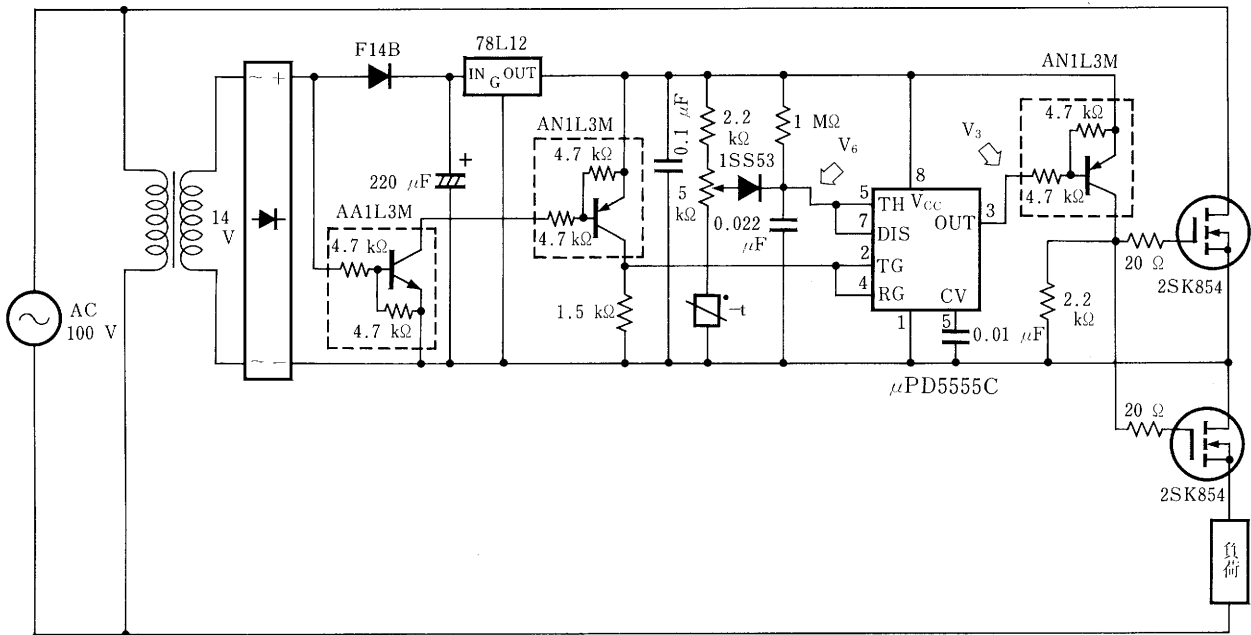


図8は、交流電力制御特有の位相制御による温度制御回路です。交流の各サイクルごとの通電位相を変えることにより温度制御を行います。

商用のAC100Vラインの電力制御に使う場合は、400VクラスのパワーMOSFETを使用します。このクラスになりますとパワーMOSFETのオン抵抗が大きくなりますので、負荷が比較的軽い場合に有効な回路となります。

## 9. PWM電力制御回路

図9 パワーMOSFETを用いたPWM電力制御回路

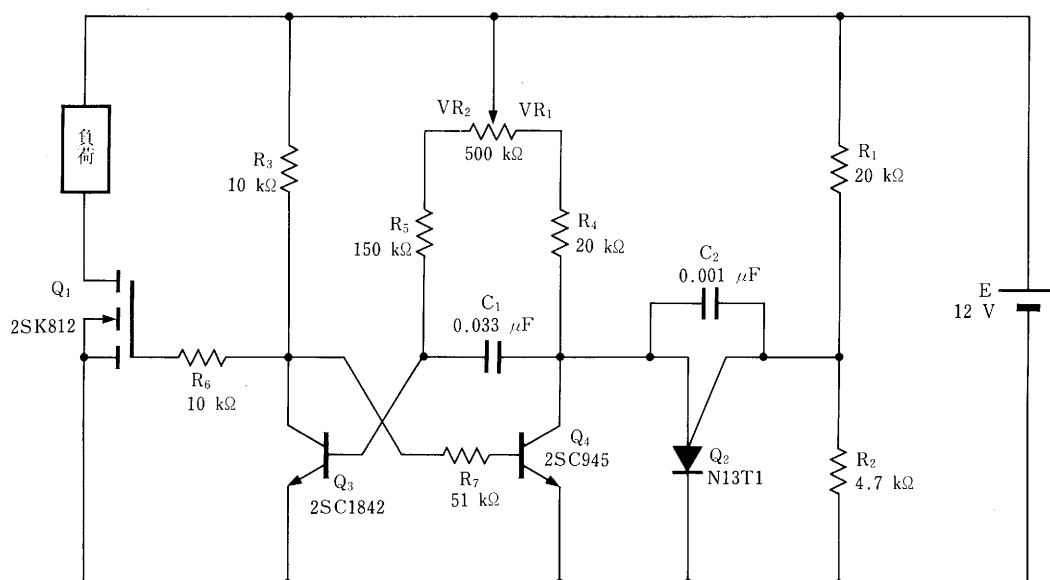


図9は、パワーMOSFETを用いたPWM電力制御回路の一例です。この回路は可変抵抗VRを調整して、パワーMOSFET Q<sub>1</sub>のデューティサイクルを可変させ、負荷ランプの明るさを調節できるデューティ制御回路です。デューティサイクルはCRの充電時定数を利用しているもので、1%~99%程度までの調節が可能です。

図9の動作原理について説明します。まず、抵抗VR<sub>1</sub>、R<sub>4</sub>を通じてコンデンサC<sub>1</sub>が充電され、この充電電流はトランジスタQ<sub>3</sub>のベースからエミッタにも流れQ<sub>3</sub>はオンします。Q<sub>3</sub>がオンするとQ<sub>3</sub>のコレクタ・エミッタ間は飽和電圧となり、したがってQ<sub>1</sub>はオフです。PUT (Q<sub>2</sub>)のゲートには、抵抗R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>で直流電源を分割した電圧が印加されます。C<sub>1</sub>の電圧がQ<sub>2</sub>のゲート電圧+PUTのオフセット電圧V<sub>T</sub>より高くなるとQ<sub>2</sub>がオンし、CはC<sub>1</sub>→Q<sub>2</sub>→E→VR<sub>2</sub>→R<sub>5</sub>→C<sub>1</sub>の閉回路で放電します。この時Q<sub>3</sub>のベース・エミッタ間は逆バイアスされQ<sub>3</sub>はオフし、Q<sub>3</sub>のコレクタ・エミッタ間電圧は上昇し、Q<sub>4</sub>のベースに電流が供給されQ<sub>4</sub>はただちにオンし、Q<sub>2</sub>はオフします。その結果放電電流はC<sub>1</sub>→Q<sub>4</sub>→E→VR<sub>2</sub>→R<sub>5</sub>→C<sub>1</sub>の閉回路に流れます。また、Q<sub>3</sub>はオフしているためQ<sub>1</sub>はオンして負荷ランプに電流が流れます。C<sub>1</sub>の電荷が放電し、Q<sub>3</sub>のベースが再び順バイアスされるとQ<sub>3</sub>オン、Q<sub>1</sub>オフとなってR<sub>1</sub>も高電位に接続されてQ<sub>2</sub>もオフしてCの充電が開始され、同様の動作を繰り返します。

R<sub>6</sub>はパワーMOSFET Q<sub>1</sub>のターンオフ時間を遅くする(ノイズの低減用)ためのものです。図10はPチャンネルのパワーMOSFETを用いたPWM電力制御回路の一例です。動作原理は図9の場合と同様ですが、極性が逆ですので、パワーMOSFETのオン、オフも反転します。

図10 パワーMOS FETを用いたPWM電力制御回路

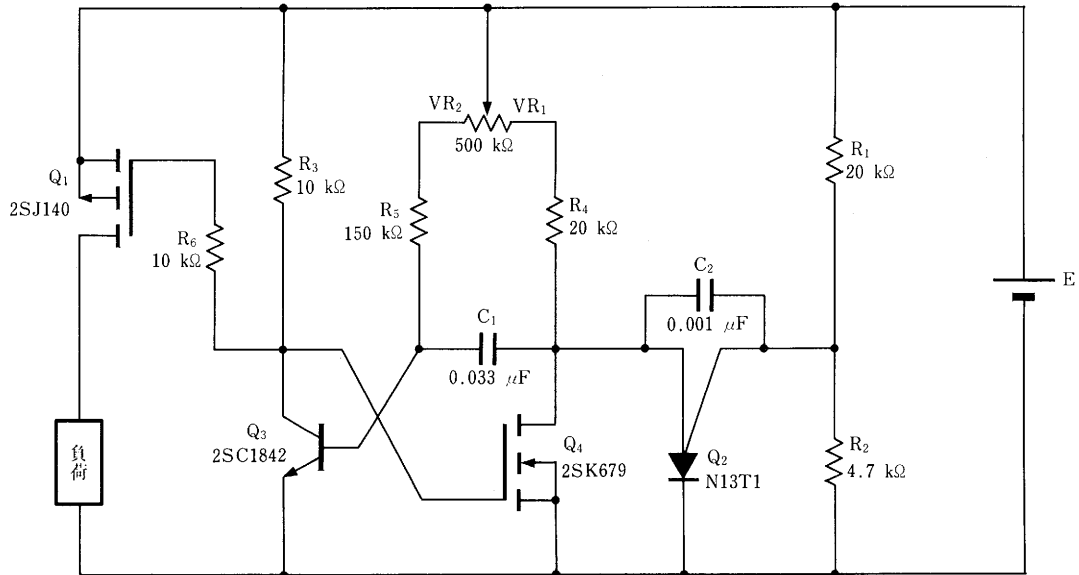


写真2 Duty Cycle ≒ 20 % (暗) 時の  
パワーMOS FET  
Q<sub>1</sub>のドレイン・ケース間電圧波形

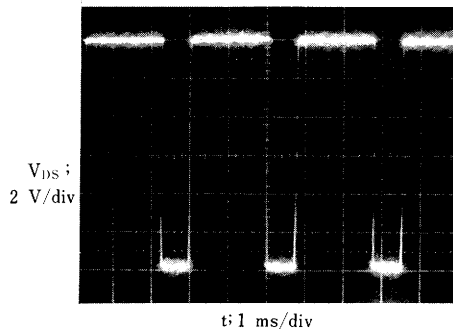
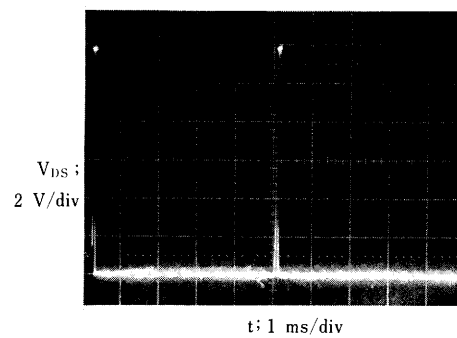


写真3 Duty Cycle ≒ 98 % (明) 時の  
パワーMOS FET  
Q<sub>1</sub>のドレイン・ケース間電圧波形





- 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
- 本資料に記載された製品の使用もしくは本資料に記載の情報の使用に際して、当社は当社もしくは第三者の知的所有権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。上記使用に起因する第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責を負うものではありませんのでご了承ください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意願います。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定して頂く「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の上ご使用願います。  
 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  
 特別水準：輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通用信号機器、防災／防犯装置、各種安全装置、生命維持を直接の目的としない医療機器  
 特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海底中継器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器、生命維持のための装置またはシステム等  
 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。当社製品を上記の「標準水準」の用途以外でご使用をお考えのお客様は、必ず事前に当社販売窓口までご相談頂きますようお願い致します。
- この製品は耐放射線設計をしておりません。

M4 94.11

本資料に掲載の応用回路および回路定数は、例示的に示したものであり、量産設計を対象とするものではありません。

- 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
- この製品を使用したことにより、第三者の工業所有権等にかかわる問題が発生した場合、当社製品の構造製法に直接かかわるもの以外につきましては、当社はその責を負いませんのでご了承ください。
- 当社は、航空宇宙機器、海底中継器、原子力制御システム、生命維持のための医療用機器など極めて高い信頼性が要求される『特定』用途に推奨できる製品を標準的には用意しておりません。当社製品を『特定』用途にご使用をお考えのお客様、および、『標準』品質水準品を当社が意図した用途以外にご使用をお考えのお客様は、事前に販売窓口までご連絡頂きますようお願い致します。

当社推奨の用途例

標準：電算機、事務器、通信機器(端末、移動体)、計測機器、AV機器、家電、産業用ロボット等

特別：自動車電装、列車制御、通信機器（幹線）、交通信号制御、燃焼制御、防災・防犯装置等

- この製品は耐放射線設計をしておりません。

# NEC 日本電気株式会社

本 社	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号(日本電気本社ビル)	
半 導 体 第 一、第 二 販 売 事 業 部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号(日本電気本社ビル)	(03)3454-1111
関 西 支 社 半 導 体 販 売 部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号(日本電気関西ビル)	(06)945-3178 (06)945-3200
中 部 支 社 半 導 体 販 売 部	〒460 名古屋市中区栄四丁目14番5号(松下中日ビル) 名古屋	(052)242-2755

北 海 道 支 社	札幌(011)231-0161	立 川 支 社	立川(0425)26-0911
東 北 支 社	仙台(022)261-5511	千 葉 支 社	千葉(0472)27-5441
東 山 支 社	盛岡(0196)51-4344	静 岡 支 社	静岡(054)255-2211
山 形 支 社	山形(0236)23-5511	津 松 支 社	津松(0559)63-4455
郡 山 支 社	郡山(0249)23-5511	浜 松 支 社	浜松(053)452-2711
い わ き 支 社	いわき(0246)21-5511	福 岡 支 社	福岡(0762)23-1621
長 岡 支 社	長岡(0258)36-2155	富 山 支 社	富山(0764)31-8461
水 戸 支 社	水戸(0292)26-1717	京 都 支 社	京都(075)221-8511
神 奈 川 支 社	横浜(045)324-5511	神 戸 支 社	神戸(078)332-3311
群 馬 支 社	高崎(0273)26-1255	京 都 支 社	京都(075)221-8511
大 田 支 社	太田(0276)46-4011	神 戸 支 社	神戸(078)332-3311
宇 都 宮 支 社	宇都宮(0286)21-2281	京 都 支 社	京都(075)221-8511
小 山 支 社	小山(0285)24-5011	京 都 支 社	京都(075)221-8511
長 野 支 社	長野(0262)35-1444	京 都 支 社	京都(075)221-8511
松 本 支 社	松本(0263)35-1666	京 都 支 社	京都(075)221-8511
上 諏 訪 支 社	諏訪(0266)53-5350	京 都 支 社	京都(075)221-8511
甲 府 支 社	甲府(0552)24-4141	京 都 支 社	京都(075)221-8511
埼 玉 支 社	大宮(048)641-1411	京 都 支 社	京都(075)221-8511
		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 第一応用システム技術部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号(日本電気本社ビル)	東 京 (03)3798-6105
半導体応用技術本部 第二応用システム技術部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号(日本電気関西ビル)	大 阪 (06)945-3383
半導体応用技術本部 第三応用システム技術部	〒460 名古屋市中区栄四丁目14番5号(松下中日ビル)	名 古 屋 (052)242-2762
半導体応用技術本部 メモリ・汎用デバイス技術部	〒210 川崎市幸区塚越三丁目484番地	川 崎 (044)548-8882

インフォメーションセンター  
FAX(044)548-7900