

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。

RENESAS

アプリケーション・ノート

μ PC1099CX,1099GS

500 kHz 対応スイッチング電源用 IC

資料番号 G13006JJ4V0AN00 (第4版)

(旧資料番号 IEA-647)

発行年月 October 1997 M

© NEC Corporation 1989

(× ㄷ)

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。

- 本資料の内容は、後日変更する場合があります。
 - 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。

本版で改訂された主な箇所

箇所	内容
P. 16	5. 制御回路設定方法 (7)出力電圧制御回路の ④ R_{16} , R_{17} , R_{18} , R_{19} および R_{20} の選定方法の式(15)を修正

本文欄外の★は、本版で改訂された主な箇所を示しています。

巻末にアンケート・コーナーを設けております。このドキュメントに対するご意見をお気軽にお寄せください。

1. はじめに

スイッチング電源は、小形・軽量化およびコスト低減のために高周波化されています。また各種の保護機能を備え、より多機能となっています。

このような状況の中で、当社では 500 kHz の動作周波数に対応し、各種の保護機能を内蔵した多機能形スイッチング電源用 IC、『 μ PC1099CX/GS』を製品化しました。

本稿では、 μ PC1099CX/GS の特徴・規格概要・動作概要・制御回路設定方法などについて説明します。

2. μ PC1099CX/GS の特徴

μ PC1099CX/GS は、パルス幅制御 (PWM) 方式のスイッチング電源用 IC です。500 kHz のプライマリ方式スイッチング電源に対応すべく、次の特徴を有しております。

- 出力段にピーク出力電流 1.2 A のトータムポール回路を採用



スイッチングデバイスとなるパワー MOS FET を直接高速制御可能!

- 低消費電流： $I_{CC(SB)} = 200 \mu A$ MAX.



補助電源および起動回路の簡素化可能!

その他スイッチング電源の高機能化をより簡単に、より安く実現するために各種機能を内蔵しています。

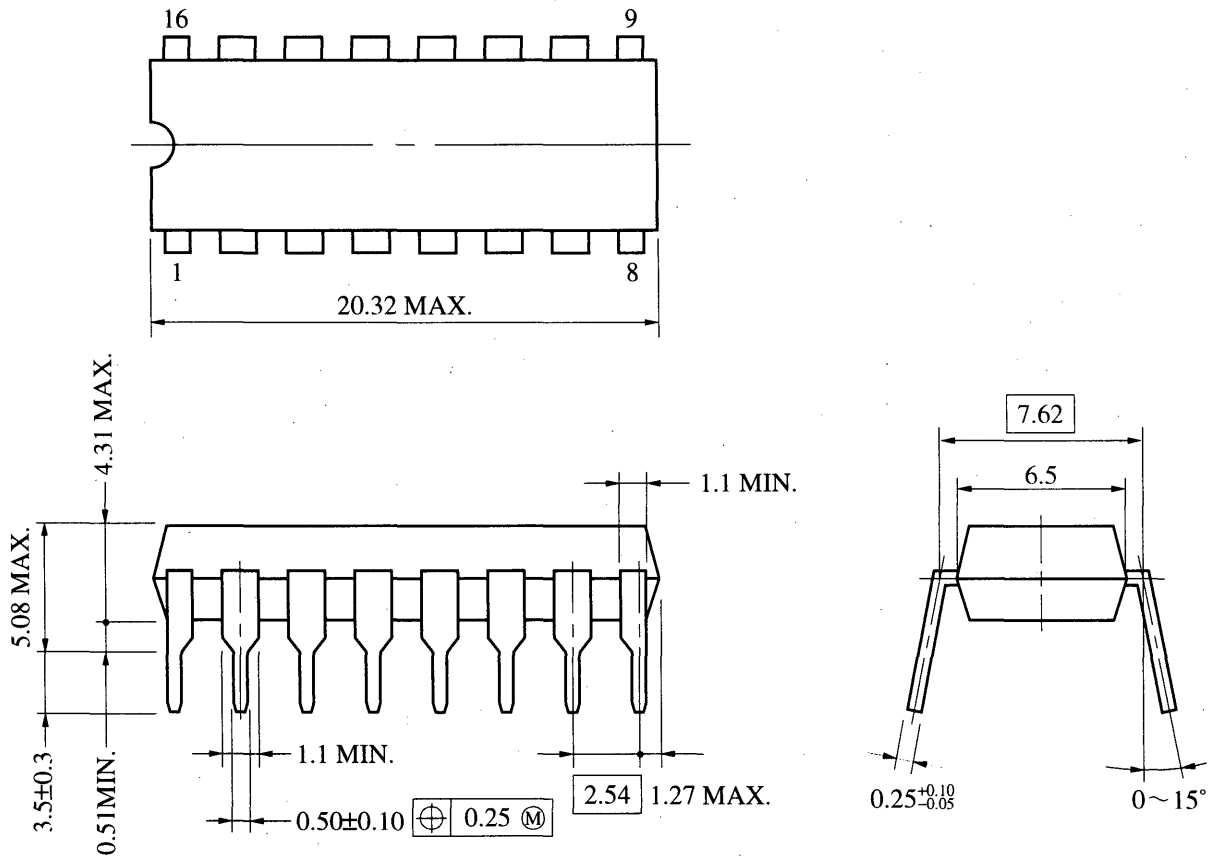
- 過電流ラッチ保護回路内蔵
- 過電圧ラッチ保護回路内蔵
- 低電圧誤動作防止回路内蔵
- リモートコントロール回路内蔵

3. μ PC1099CX/GSの外形図, ブロック図, 端子接続図および規格について

μ PC1099CXのパッケージは16ピン・プラスチックDIP, μ PC1099GSのパッケージは16ピン・プラスチックSOPです。図3-1にそれぞれの外形図を示します。

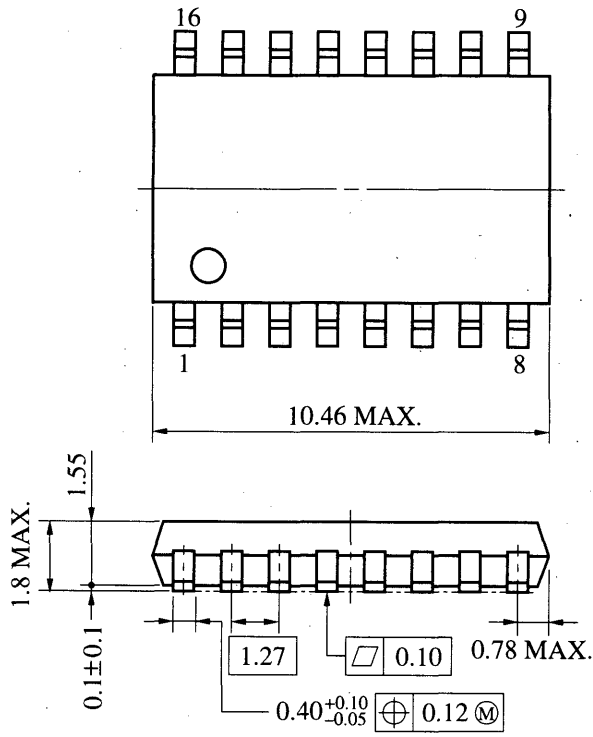
図3-1 μ PC1099CX/GSの外形図

16ピン・プラスチック DIP (300 mil) 外形図 (単位: mm)

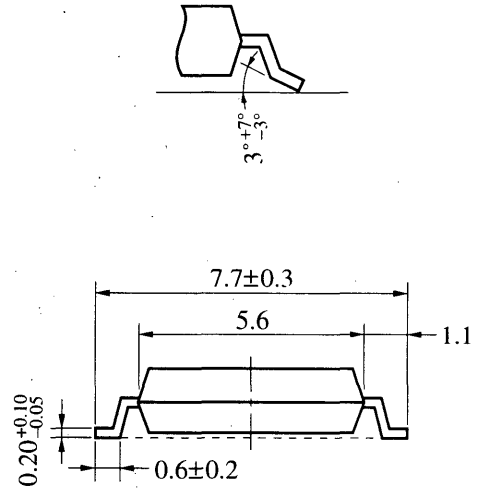


P16C-100-300B-1

16ピン・プラスチック SOP (300 mil) 外形図 (単位: mm)



端子先端形状詳細図



P16GM-50-300B-4

図3-2に、 μ PC1099CX/GSの端子接続(ブロック図)を示します。また表3-1および表3-2に規格概要を示します。

図3-2 端子接続図(ブロック図)

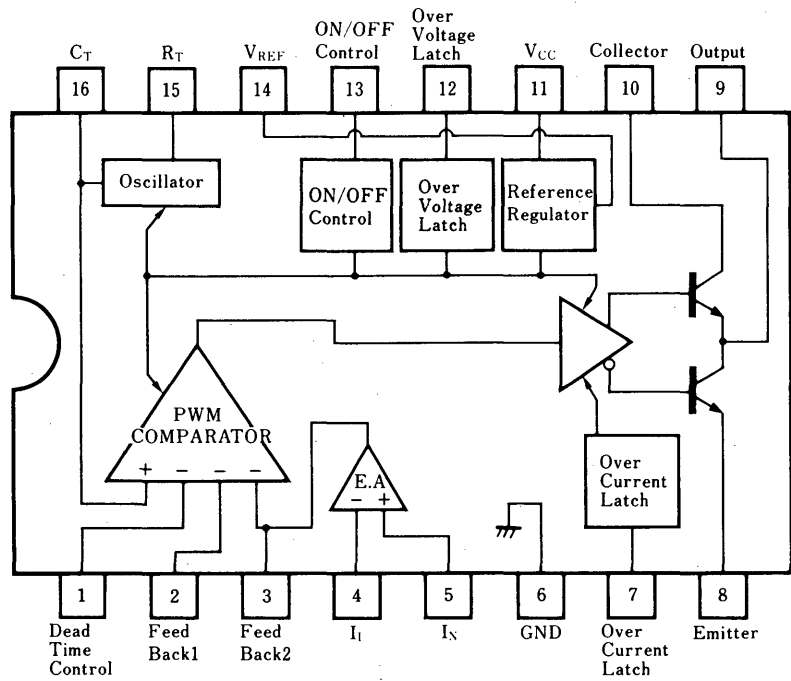


表 3-1 絶対最大定格 ($T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$)

項 目	略 号	定 格	単 位	
電 源 電 圧	V_{CC}	26	V	
出 力 電 圧	V_C	26	V	
出 力 電 流	$I_{C(DC)}$	100	mA	
ピーク出力電流	$I_{C(peak)}$	1.2	A	
全損失	$\mu\text{PC1099CX}$	P_T	1000	mW
	$\mu\text{PC1099GS}$	P_T	694	mW
動作周囲温度	T_A	-20~+85	$^\circ\text{C}$	
保 存 温 度	T_{stg}	-55~+150	$^\circ\text{C}$	

注意 各項目のうち1項目でも、また一瞬でも絶対最大定格を越えると、製品の品質を損なう恐れがあります。つまり絶対最大定格とは、製品に物理的な損傷を与えかねない定格値です。必ずこの定格値を越えない状態で、製品をご使用ください。

表 3-2 推奨動作条件

項 目	略 号	MIN.	TYP.	MAX.	単 位
電 源 電 圧	V_{CC}	11.5	15	24	V
発 振 周 波 数	f_{osc}	50	200	500	kHz
出力部負荷容量	C_L	-	2200	3000	pF

4. 各ブロックの動作説明

4.1 過電流ラッチ回路

図4-1に μ PC1099CX/GSの過電流ラッチ回路を示します。⑦ピン(Over Current Latch端子)に約200 mVの正負いずれかの電圧が入力されるとコンパレータ1あるいはコンパレータ2により、フリップフロップの出力がLowにラッチされます。一方コンパレータ3のスレッシュホールド電圧は2Vに設定されており、⑩ピン(C_T 端子)電圧が、2Vを下回るとフリップフロップのリセット入力RがHighとなって、ラッチがリセットされます。つまり1周期ごとにパルス幅の制限ができます(パルス・バイ・パルス電流制限)。図4-2に過電流ラッチ回路の応用例, 図4-3に動作波形を示します。図4-2の小さな時定数のCRは、MOS FET オン時のサージ電流で過電流ラッチ回路が動作しないようにするためのフィルタです。⑦ピンは約250 μ Aのはき出し入力ですので、フィルタ用の抵抗は最大100 Ω 程度とする必要があります。

図4-1 μ PC1099CX/GSの過電流ラッチ回路

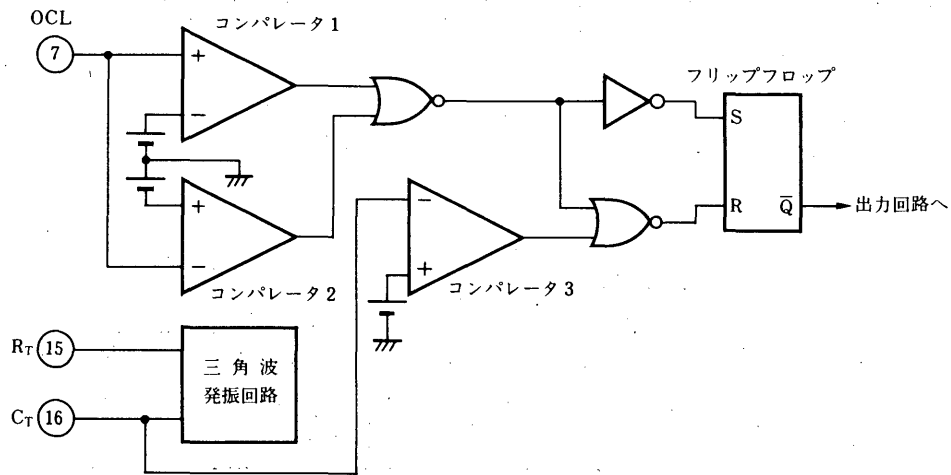


図4-2 過電流ラッチ回路の応用例

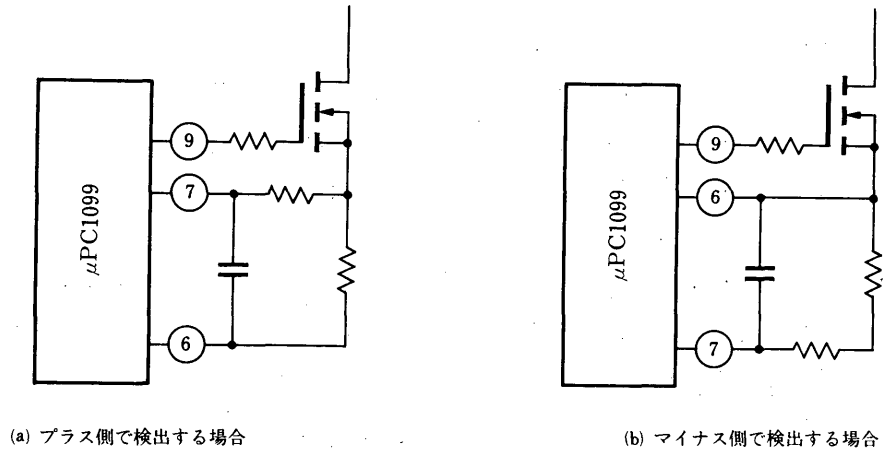
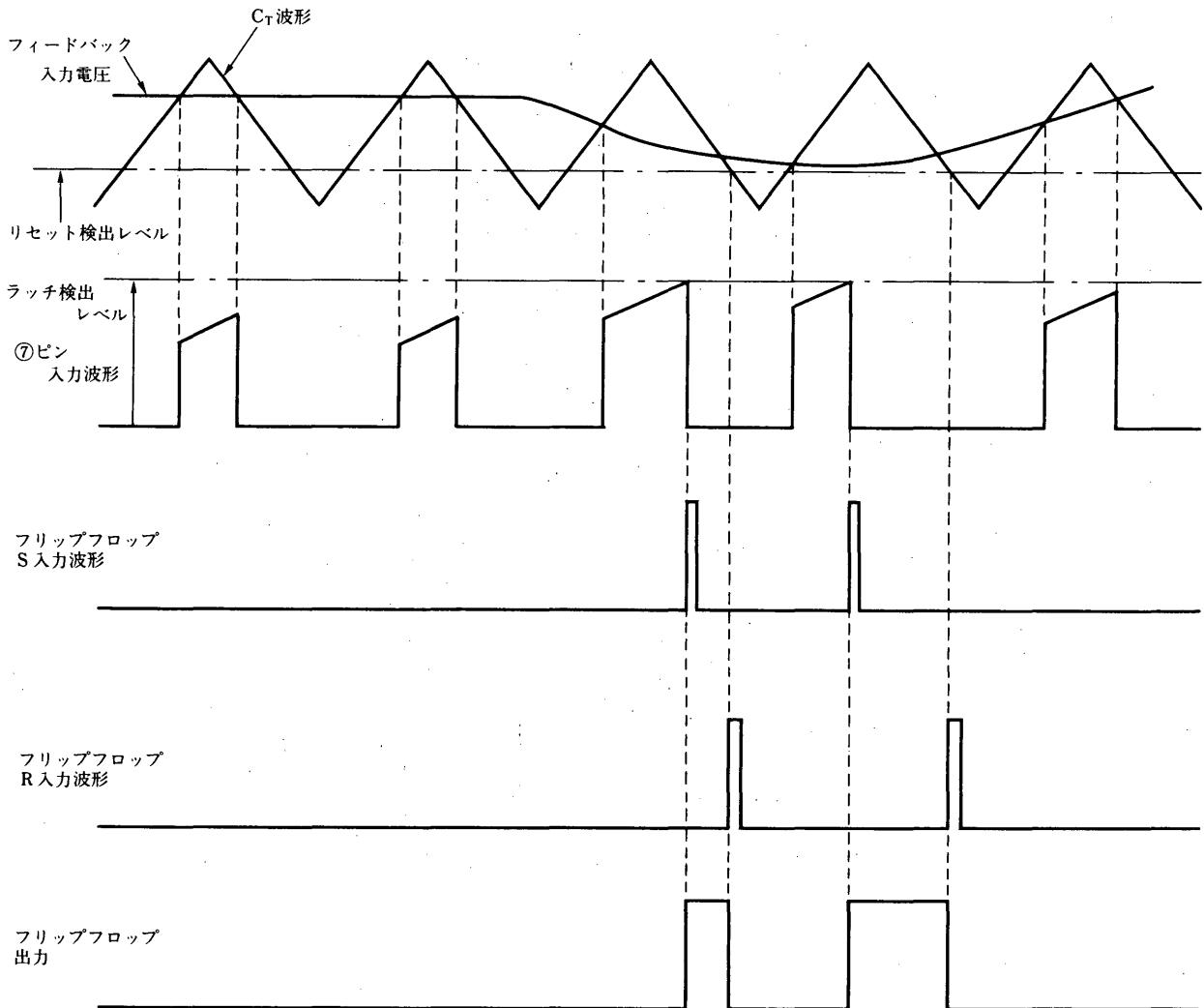


図4-3 過電流ラッチ回路の動作波形



4.2 過電圧ラッチ回路

過電圧ラッチ回路は、スイッチング電源の出力が何らかの原因で異常に上昇したときに、負荷を壊さないように電源の動作を停止させる保護回路です。図4-4は、過電圧ラッチ回路の詳細です。

コンパレータに接続されたスレッシュホールド電圧は、2.0 V~2.8 V (2.4 V TYP.) です。⑫ピン (Over Voltage Latch端子) の入力が高スレッシュホールド電圧を越えると、フリップフロップがセットされ出力回路をロウにラッチします。ラッチ状態をリセットするにはV_{CC}を2 V程度以下まで下げます。図4-5に過電圧ラッチ回路の応用例を示します。

2次側出力電圧の過電圧状態を定電圧ダイオードで検出し、フォトカプラで1次側に過電圧信号を送ります。フォトカプラの受光側(電源の1次側)は、エミッタ・フォロワで受け、検出感度をフォトカプラのCTRと⑫ピン-⑥ピン間の抵抗値で調整します。

⑫ピン-⑥ピン間に並列に接続したコンデンサは、ノイズで過電圧ラッチ回路が誤動作しないようにするためのもので1000 pF以上の周波数特性の良いコンデンサが必要です。また、⑫ピンは最大4 μAの電流はき出し形の入力ですので、⑫ピン-⑥ピン間に接続する抵抗は最大でも100 kΩ程度にする必要があります。

図4-4 過電圧ラッチ回路

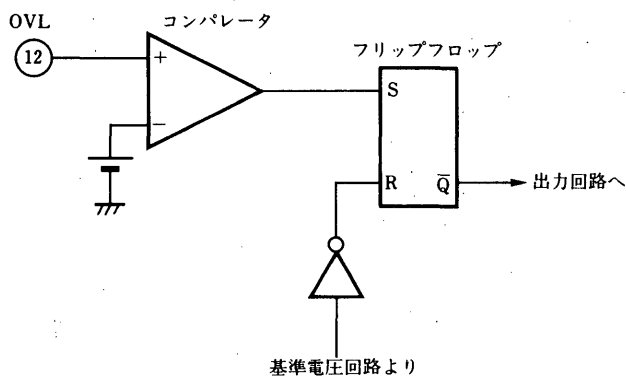
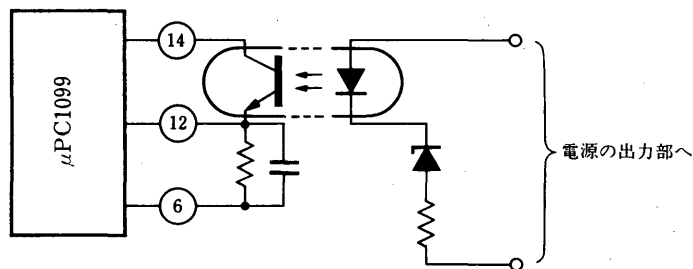


図4-5 過電圧ラッチ回路の応用例



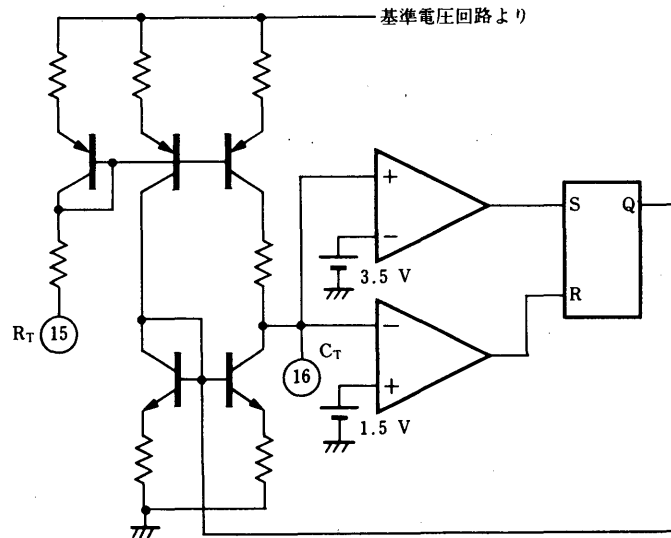
4.3 発振部

タイミング抵抗 R_T を外付けすることによりタイミングコンデンサ C_T の充放電電流が決定されます。図 4-6 に発振部の回路を示します。発振波形は 1.5 V~3.5 V の振幅の対称三角波になります。発振周波数は、おおよそ次式で計算できます。

$$f_{osc} \doteq \frac{1}{R_T(k\Omega) \times (C_T(pF) + 30)} \times 10^6 \text{ [kHz]}$$

発振部でつくられた三角波は、次に述べる PWM コンパレータの入力となるとともに前述の過電流ラッチ回路のリセットにも使われます。

図 4-6 発振部回路



4.4 PWM コンパレータ部

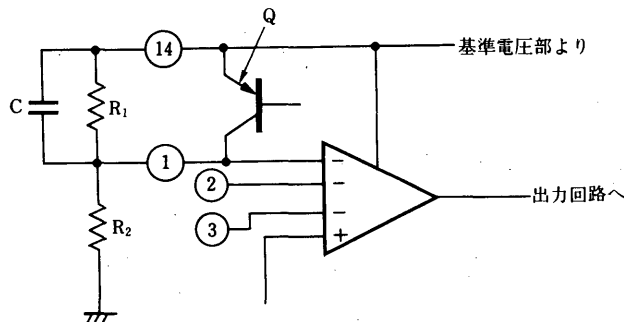
PWM コンパレータの入力は 4 本あり、そのうち非反転入力端子は IC の内部で⑩ピン (C_T 端子) に接続されています。反転入力端子は外部端子として出ており、①ピンはデッドタイム設定用、②ピン、③ピンはフィードバック用の端子です。特にデッドタイム設定用の①ピンは、ソフトスタートに使用することも考慮しています。

図 4-7 は、ソフトスタートをかける時の応用例です。 R_1 、 R_2 は、デッドタイムを設定する抵抗です。PWM コンパレータの入力のはき出し電流は最大 10 μA ですから R_2 としては最大でも 50 k Ω 程度にするのが良いでしょう。電源投入時は、①ピン-⑭ピン間に接続したコンデンサにより①ピンの電圧は基準電圧程度になります。このコンデンサが充電されるにしたがい、①ピンの電圧は R_1 と R_2 で決まるデッドタイム電圧に近づいていきます。一方、電源シャ断時は、低電圧誤動作防止回路からの信号でトランジスタ Q をオンさせ①ピン-⑭ピンに接続したコンデンサの電荷を急速に放電します。したがって、電源シャ断後すぐに電源の再投入をしても確実にソフトスタートがかけられます。

フィードバック入力端子のうち 1 本 (③ピン) は、誤差増幅器の出力に接続されています。したがって③ピンは誤差増幅器を使用する場合は位相補償用端子として使えます。

PWM コンパレータの電源は内部基準電圧 V_{REF} (約 5 V) を使用していますので、 V_{REF} 以上の入力電圧を加えないようにしてください。

図 4-7 ソフトスタートをかける場合の応用例



4.5 誤差増幅器

フライバック電源で補助電源の電圧を制御する場合などに使用します。

応用例を図 4-8 に示します。トランスの 2 次巻線 L_2 の巻数を N_2 、補助巻線 L_3 の巻数を N_3 とすると、

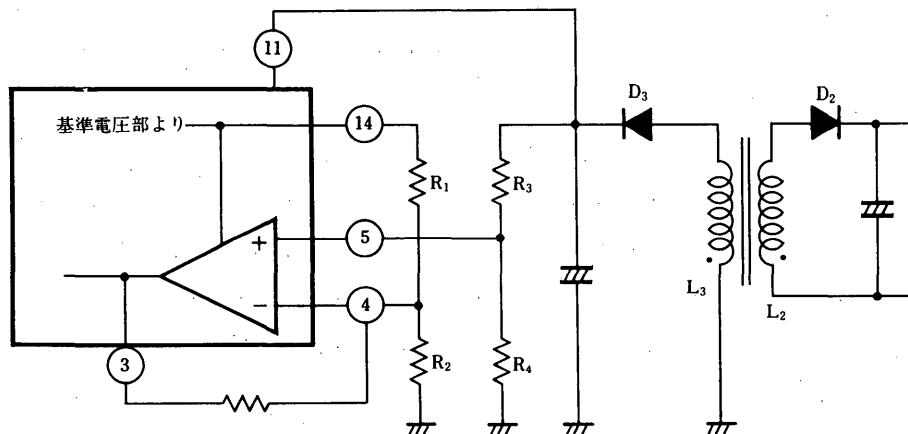
$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{REF} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot V_{CC}$$

$$V_O + V_{D2} = \frac{N_2}{N_3} (V_{CC} + V_{D3})$$

$$\text{よって、} V_O = \frac{N_2}{N_3} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_4} V_{REF} + V_{D3} \right) - V_{D2}$$

と計算できます。

図 4-8 フライバック電圧を利用して出力電圧を安定化する応用例

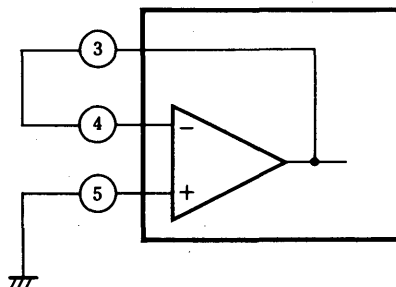


誤差増幅器は PNP トランジスタ入力となっていますが、電源は内部基準電圧 V_{REF} ですので、入力電圧の範囲に注意します。

(同相入力電圧範囲 $-0.3 \text{ V} \sim 3 \text{ V}$)

誤差増幅器を使用しない場合は、反転入力端子④ピンを③ピンへ、非反転入力端子⑤ピンを GND へ接続すると、出力はロウ・レベルになり、オン・デューティに影響しないようになります (図 4-9)。

図4-9 誤差増幅器を使用しない場合の接続法



4.6 出力部

ピーク出力電流定格 $\pm 1.2\text{ A}$ のトータムポール形出力回路です。パワーMOS FETを直接駆動できますが、ピーク電流定格を越えないようにパワーMOS FETのゲートに直列に抵抗を挿入するなどしてください。

出力部はICが起動する前（スタンバイ状態）であっても、パワーMOS FETのゲートをロウ・レベルに保持するよう動作します。トータムポールの下側のトランジスタのベースは、⑪ピン（ V_{CC} 端子）と高抵抗を介して内部で接続されています。⑪ピンの電圧が 0.7 V 程度以下の場合、このトランジスタはオフしているため、出力がハイ・インピーダンスになります。これを避けるため、パワーMOS FETのゲートを $1\text{ k}\Omega\sim 10\text{ k}\Omega$ の抵抗でシャントしておく必要があります。

4.7 低電圧誤動作防止回路

スタンバイ状態から動作状態に切り替わる電圧 $V_{CC(L\to H)}$ が 11 V 、その逆に動作状態からスタンバイ状態に切り替わる電圧 $V_{CC(H\to L)}$ が 8 V となっています。

電源しゃ断時にパワーMOS FETのゲートに蓄積された電荷が充分放電されず、立ち下がりの波形がなまることがあります。これは、 V_{CC} が $V_{CC(H\to L)}$ 以下になると、内部の定電流回路をすべてしゃ断してしまうため、出力部の駆動能力が弱くなるためです。この場合⑭ピンとGND間に $0.47\text{ }\mu\text{F}$ 以上のコンデンサを接続することで、パワーMOS FETのゲートに蓄積された電荷を引き抜くのに充分な時間、出力部の駆動能力を補うことができます。

4.8 リモート・コントロール部

⑬ピン（リモート・コントロール端子）をロウ・レベルにすることで出力のしゃ断、タイミング・コンデンサとソフトスタート用コンデンサの放電を行います。オン・オフのスレッシュホールド電圧は 0.2 V ヒステリシスをもたせていますので、ゆっくりオン・オフをした場合でもチャタリングは発生しにくくなっています。

5. 制御回路設定方法

μ PC1099CX/GS を用いて、スイッチング・レギュレータの制御回路を構成する手法を述べます。

図 5-1 に制御回路の基本構成を、また表 5-1 には、図 5-1 中の調整素子を、構成回路・機能およびその目的ごとの一覧表にして示します。

図 5-1 スイッチング・レギュレータ制御回路の基本構成

(フィードバックにフォトカプラを使用、内蔵誤差増幅器を使用しない場合)

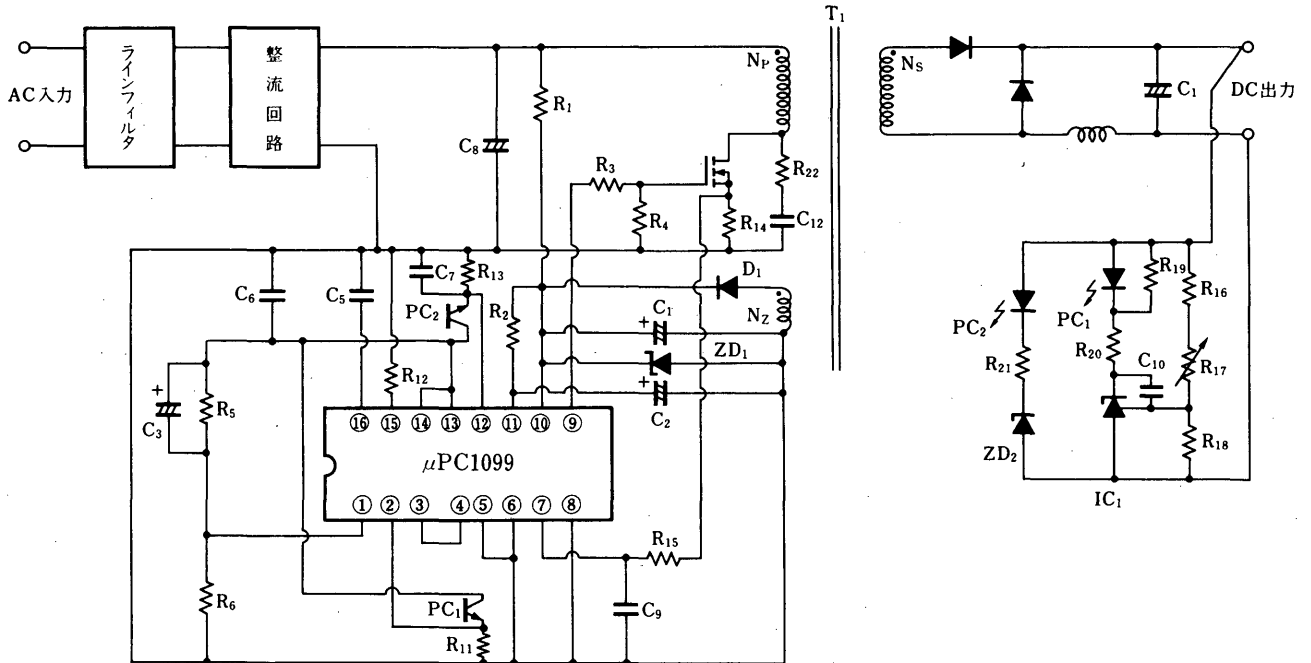


表 5-1 目的別調整素子一覧表

調整素子 (素子番号)	構成回路・機能	目的
R_1, C_1, ZD_1	起 動 回 路	パワー MOS FET が ON し、スイッチング・レギュレータが動作を開始するまで μ PC1099CX/GS へ電力を供給
T_1 (補助巻線 N_2), D_1	補 助 巻 線	スイッチング・レギュレータが動作開始後 μ PC1099CX/GS へ電力を供給
R_2, C_2	電源ラインフィルタ	V_{CC} 端子への高周波ノイズの飛び込みを低減
R_3	ゲート電流制限	パワー MOS FET のゲートへの充放電電流の設定
R_{12}, C_5	タイミング定数	スイッチング・レギュレータの動作周波数決定
R_5, R_6	デッド・タイム調整	トランス磁束飽和の防止
C_3	ソフトスタート	スタートアップ時の突入電流軽減 出力立ち上がり時のオーバ・シュート防止
$R_{11}, R_{16}, R_{17}, R_{18}, R_{19}, PC_1, IC_1$	出力電圧制御回路	出力電圧制御ループの設定
R_{20}, C_{10}		不安定動作とならないための位相余裕確保
R_{14}	過電流保護回路	過負荷時の電流制限特性決定
R_{15}, C_9		高周波ノイズフィルタ
$R_{13}, R_{21}, ZD_2, PC_2$	過電圧保護回路	過電圧時の出力停止特性決定

(1) 起動回路

① R₁の選定方法

R₁は、一次側入力電圧(DC)が最小で、かつμPC1099CX/GSのスタンバイ電流I_{CC(SB)}立ち上がり時動作開始電圧V_{CC(L to H)}が最大の場合でも正常に起動するよう設定します。

$$R_1 \leq \frac{V_{IN(DC)MIN.} - V_{CC(L to H)MAX.}}{I_{CC(SB)MAX.} + I_{REF}} \quad (1)$$

(AC-DCコンバータの場合は、入力電圧(DC)のリプル電圧も考慮してください。)

しかし逆に小さ過ぎると起動後パワーロス(P_L)となりますので

$$P_{L(MAX.)} = \frac{\left[\left(1 - \frac{N_z}{N_p}\right) \cdot V_{IN(DC)MAX.} + V_{F(D1)} \right]^2}{R_1} \quad (2)$$

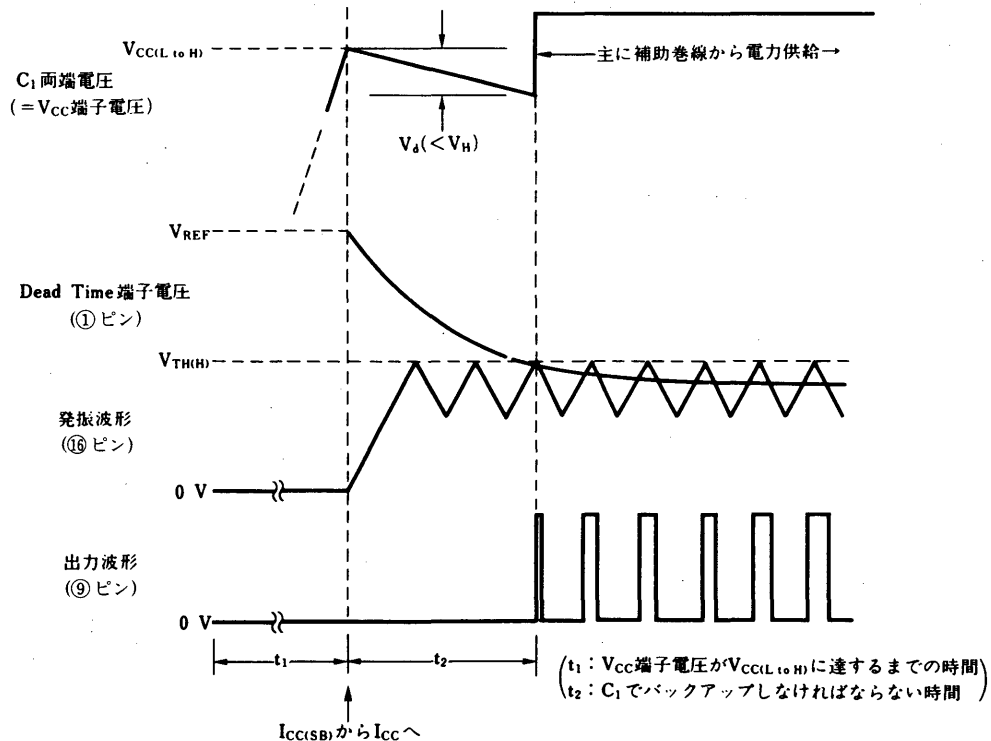
式(1)、(2)より最適値を選定してください。

② C₁の選定方法

R₁を通して得られるV_{CC}端子電圧が立ち上がり時動作開始電圧V_{CC(L to H)}を越えるとμPC1099CX/GSに必要な電流は、スタンバイ電流I_{CC(SB)}から回路電流I_{CC}へと変わります。ソフトスタートをかけている場合、この瞬間から、パワーMOSFETがONし起動するまで時間(t₂)がかかりますが、この間R₁およびC₁から回路電流I_{CC}を供給します。

図5-2は、ソフトスタート時の各部の動作波形を示したものです。

図5-2 ソフトスタート時の各部動作波形



このようにパワー MOS FET が ON するまでの間 (t_2) に C_1 の両端電圧 (V_{CC} 端子電圧) は低下していきますので、この低下電圧 (図 5-2 中の V_d) を $\mu\text{PC1099CX/GS}$ の動作電圧ヒステリシス幅 V_H 以下になるよう C_1 を選定します。

$$C_1 \geq \frac{(I_{CC} + I_{REF} - I_{CC(R1)}) \cdot t_2}{V_d} \quad (3)$$

ここで

$$I_{CC(R1)} \doteq \frac{V_{IN(DC)} - V_{CC(L\&H)}}{R_1} \quad (4)$$

$$t_2 = -\frac{C_3 R_5 R_6}{R_5 + R_6} \cdot \ln \left\{ 1 - \frac{R_5 + R_6}{R_5} \left(1 - \frac{V_{TH(H)}}{V_{REF}} \right) \right\} \quad (5)$$

ただし、 C_1 が大きすぎると V_{CC} 端子電圧が $V_{CC(L\&H)}$ に達するまでの時間 (t_1) が長くなり、電源の起動開始が遅くなりますので注意してください。

(2) 補助巻線

出力トランスのターン数比 ($N_p : N_s$) により発生する電圧を、 D_1 、 C_1 を用い平滑することで $\mu\text{PC1099CX/GS}$ へ電源電圧 (V_{CC}) を得ています。起動開始すれば V_{CC} は動作停止電圧まで動作します。

したがって、入力電圧 (DC) の最小値・最大値に渡って、

$$11.5 \text{ V} \leq V_{CC} \leq 24 \text{ V (推奨動作条件)} \quad (6)$$

となるようターン数比を選定します。

式(6)の電圧範囲を越えてしまう場合は、 D_1 のカソード側にレギュレータを入れるなどの工夫が必要です。

(3) 電源ラインフィルタ

$\mu\text{PC1099CX/GS}$ の 10 ピン・8 ピンラインは、パワー MOS FET のゲート・ドライブ電流 (I_G) がサージ状で流れているため、ラインを共用する場合ノイズの飛び込みに対し十分考慮する必要があり、 $R_2 \cdot C_2$ のロウ・パスフィルタにより高周波ノイズ低減を計っています。

また V_{CC} 端子へ高周波ノイズが飛び込むと基準電圧も影響され、場合によっては発振周波数が変動してしまいますので、 V_{REF} 端子近くにマイラコンデンサ等高周波特性のよいコンデンサを付けてください (C_6)。

(4) パワー MOS FET のドライブ回路

パワー MOS FET のスイッチング速度は、ゲートの充放電電流で決まりますが $\mu\text{PC1099CX/GS}$ のピーク出力電流は最大 1.2 A ですからこの電流以下としてください。また、充放電電流による $\mu\text{PC1099CX/GS}$ の発熱はパワー MOS FET のゲート電荷量で決定され、スイッチング速度とは無関係です。2SK1495 のゲート電荷量のグラフより次の条件の時の $\mu\text{PC1099CX/GS}$ の損失 P_d は

ゲートドライブ電圧 : 15 V

発振周波数 : 200 kHz

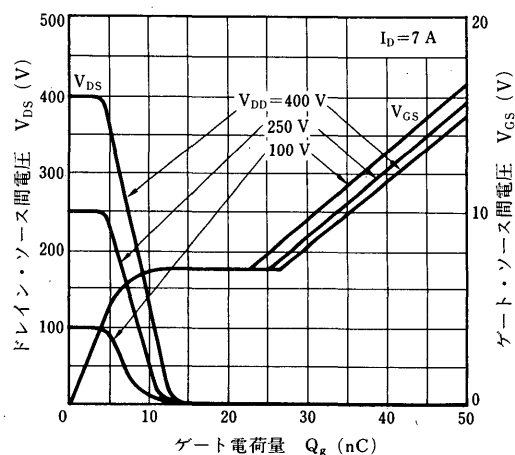
$$P_d = Q_G \cdot V_{GS} \cdot f_{osc}$$

$$= 50 \text{ nC} \times 15 \text{ V} \times 200 \text{ kHz}$$

$$= 0.15 \text{ W}$$

となります。

図 5-3 2SK1495 ゲート電荷量特性



また、 $\mu\text{PC1099CX/GS}$ とパワー MOS FET の実装した場合の距離が離れている場合などは、配線のインダクタンスにより⑨ピン(出力)の電圧が⑥ピン(GND)より下がる場合があります。この状態は、 $\mu\text{PC1099CX/GS}$ の誤動作を引き起こすことがありますので⑨ピン-⑥ピン間にショットキバリアダイオードを接続するなどして⑨ピン電圧が⑥ピン電圧より下がらないようにしてください。

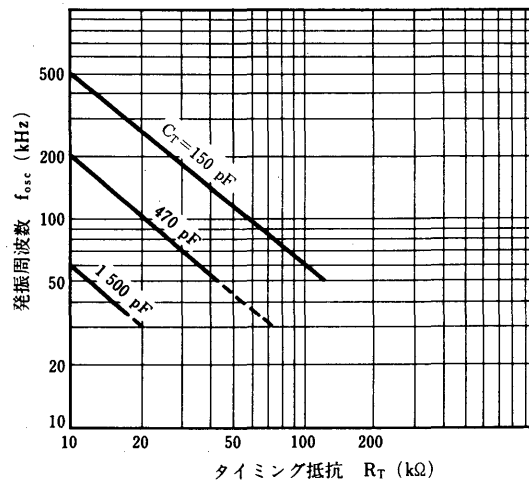
(5) タイミング定数

図5-4にスイッチング周波数 (f_{osc}) - タイミング定数 (C_T , R_T) 特性を示します。これより C_T , R_T を選定します。また、 f_{osc} は近似的に(7)式で計算できます。(ただし $f_{osc} \leq 500 \text{ kHz}$)

$$f_{osc} \approx \frac{10^6}{R_T \cdot (C_T + 30)} \quad [\text{kHz}] \quad (7)$$

R_T [k Ω], C_T [pF]

図5-4 f_{osc} - R_T , C_T 特性



(6) デッド・タイム調整/ソフトスタート

R_5 , R_6 の和で起動時の I_{REF} が決まります。この I_{REF} を抑えるために R_5 と R_6 の和は 50 k Ω 程度が適当です。また R_6 は前述のように C_3 とともにソフトスタートの時定数を決定します。

(7) 出力電圧制御回路

二次側出力電圧の誤差検出にはシャント式レギュレータ (μPC1093) を用い得られた検出信号をフォトカプラで絶縁後 $\mu\text{PC1099CX/GS}$ の PWM コンパレータの反転入力端子へフィードバックする回路構成をとります。

① μPC1093 の製品概要

μPC1093 は、高精度可変シャント式レギュレータであり、誤差増幅器と基準電圧器の機能を合わせ持っており、特徴としては

- ・高精度・低温度ドリフト

$$V_{REF} = 2.495 \text{ V} \pm 2 \%, \quad \Delta V_{REF} / \Delta T \leq 100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$$

- ・外付け抵抗 2 本により出力電圧を可変できる

$$V_{REF} \leq V_O \leq 36 \text{ V}$$

- ・出力の動作抵抗が小さい。

$$|Z_{KA}| = 0.1 \Omega \text{ TYP.}$$

が挙げられます。

端子接続・規格等につきましては、 μPC1093 個別データ・シートを参照してください。

② 出力電圧制御回路の動作原理

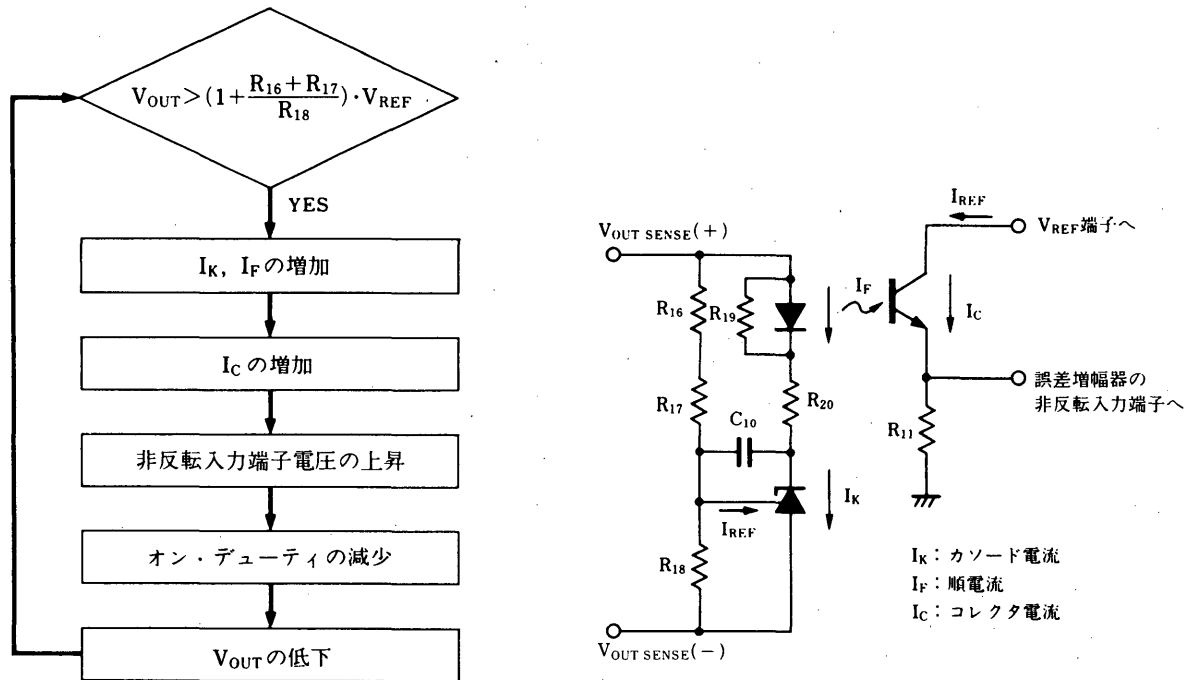
抵抗 R_{16} , R_{17} および R_{18} により出力電圧 (V_{OUT}) を設定でき

$$V_{\text{OUT}} \doteq \left(1 + \frac{R_{16} + R_{17}}{R_{18}}\right) \cdot V_{\text{REF}} \quad (V_{\text{REF}} = 2.495 \text{ V} \pm 2 \%) \quad (8)$$

となります。

図 5-5 は、 V_{OUT} が式(8)の設定電圧を越えた場合の負帰還動作を示したもので、また逆に V_{OUT} が設定電圧より下がった場合も同様に負帰還がかかります。

図 5-5 V_{OUT} が設定電圧を越えた場合の負帰還動作



③ R_{16} , R_{17} および R_{18} の選定方法

まず、スイッチング電源の出力を決定します。

$$V_{\text{OUT}} = V_{\text{OUT SENSE (+)}} - V_{\text{OUT SENSE (-)}} \quad (9)$$

このとき、 μPC1093 の I_{REF} 電流は、 $1 \mu\text{A}$ 程度流れますので、この I_{REF} 電流が無視できる程度に R_{16} , R_{17} および R_{18} を選定します。

$$I_{\text{REF}} \cdot (R_{16} + R_{17}) \leq V_{\text{REF}} \times 0.1 \% \quad (10)$$

なお、 V_{OUT} と R_{16} , R_{17} および R_{18} の関係は(8)式によります。

④ R₁₆, R₁₇, R₁₈, R₁₉ および R₂₀ の選定方法

まず、各種デバイスの規格より

① μPC1093 の電流規格 (I_K) より

$$1 \text{ mA} \leq I_K \leq 100 \text{ mA} \quad (11)$$

② PC1 (フォトカプラ) の定数より (ex PS2501)

$$\left. \begin{array}{l} V_F = 1.4 \text{ V (MAX.)}, \text{CTR} = 80 \% \text{ (MIN.)} \\ V_{CE(sat)} = 0.3 \text{ V (MAX.)} \end{array} \right\} \quad (12)$$

③ μPC1099 の負荷安定度の関係から

$$I_{REF'} \leq 3 \text{ mA} \quad (13)$$

さらに Feed Back 端子電圧 (V_{FB}) は

$$V_{DT} \leq V_{FB} \leq V_{TH(H)} \quad (14)$$

でなくてはなりません。

R₁₁ の求め方

R₁₁ は(13)式, (14)式より

$$\left. \begin{array}{l} I_{REF'} \leq 3 \text{ mA} \cdots \cdots I_{REF'} = 1 \sim 2 \text{ mA} \\ V_{DT} \leq V_{FB} = I_{REF'} \times R_{11} \leq V_{TH(H)} \end{array} \right\} \quad (15)$$

★

となるよう設定してください。

R₁₉ の求め方

(11)式より $1 \text{ mA} \leq I_K$ でなくてはなりません。

したがって、PC1のダイオードに電流が流れない時でも(11)式が成立するようにR₁₉を設定します。

$$1 \text{ mA} \leq V_F / R_{19} \quad (16)$$

(ただし V_F は(12)式によります。)

R₂₀ の求め方

(11)式より $I_K \leq 100 \text{ mA}$ でなくてはなりません。

$$\text{したがって } I_K = (V_{OUT} - V_F) / R_{20} \leq 100 \text{ mA} \quad (17)$$

(V_{OUT} は, (8)式, V_F は(12)式によります。)

(15)式より, I_{REF'} = 1~2 mA としましたので, I_{REF'} = 1 mA 時の R₂₀ の最大値を求めます。

$$I_{REF'} = 1 \text{ mA} \leq \{ (V_{OUT} - V_F) / R_{20} - V_F / R_{19} \} \cdot \text{CTR} \quad (18)$$

(V_F, CTR は(12)によります。)

(17), (18)式が成立するように R₂₀ を設定してください。

また, C₁₀ は, R₂₀ とともに μPC1093 の周波数特性を下げ, 系の安定度を保つ働きをします。

(8) 過電流保護回路

○過電流検出ポイント設定

パワー MOS FET のドレイン電流を抵抗 R_{14} で電圧に変換し、 $\mu\text{PC1099CX/GS}$ の⑦ピン (Over Current Latch) に入力します。⑦ピンのスレッシュホールド電圧は正側で 220 mV ですので二次側の過電流検出ポイントは次式のようにになります。

$$I_1 \cdot N_P = I_2 \cdot N_S$$

$$V_{th(OCP)} = I_1 \cdot R_{14}$$

$$\therefore I_2 = \frac{N_P}{N_S} \cdot \frac{V_{th(OCL)}}{R_{14}} \quad (19)$$

○フィルタの設計

過電流検出抵抗 R_{14} には、二次側ダイオードの逆回復特性による短絡電流あるいはスナバ回路によるサージ電流がパワー MOS FET ターンオン時に流れます。このサージ電流で過電流ラッチがかからないように、⑦ピンにフィルタを付けます。フィルタの定数は前述のサージ電流の流れる期間を目安にします。また、4.1項に示したとおり、⑦ピンの流出電流がありますのでフィルタの抵抗値 R_{15} は 100 Ω 程度を限度にしてください。

○垂下特性

フォワードタイプの電源の場合は、前述の方法でほぼ定電流垂下特性が得られます。しかし入力電圧が高い場合や、スイッチング周波数が高い場合は、過電流ラッチ回路の遅延、フィルタ回路による遅延、パワー MOS FET のターンオフ時間などにより出力パルスを絞りにきれないことがあります。すると、図 5-6 のように垂下特性にダレを生じ、二次側ダイオードの破壊を招くことがあります。対策として図 5-7 のように⑫ピン (過電圧ラッチ端子) を使用して、一次側のパワー MOS FET のピーク電流値が過大な値になった時に電源の動作を停止させます。

図 5-7 の R_A と R_B の比により遮断電流が決定できます。また、過電流状態になっても出力を遮断したくない場合は、図 5-8 のように⑬ピン (リモートコントロール) を使用します。出力が過電流状態で低下すると補助電源の電圧も低下します。すると、 Q_2 がオフ、 Q_3 がオンするため⑬ピンは一時的にロウになります。⑬ピンがロウになると $\mu\text{PC1099CX/GS}$ の出力は停止しますが、起動抵抗 R_1 により再スタートがかかります。このような動作を繰り返すことで間欠的な動作となるため実効的な二次側の出力電流が減少し、垂下特性のダレを改善できます。

図 5-6 垂下特性のダレ

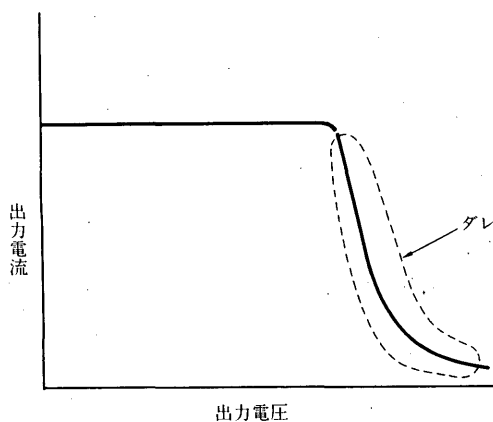


図 5-7 ⑫ピンを使用して垂下特性を改善する方法

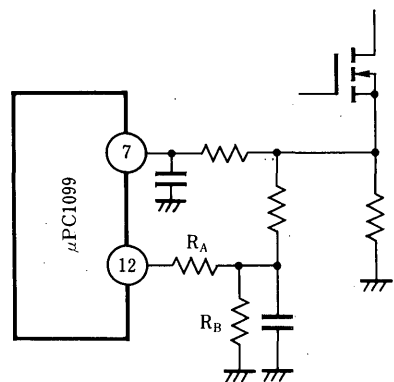
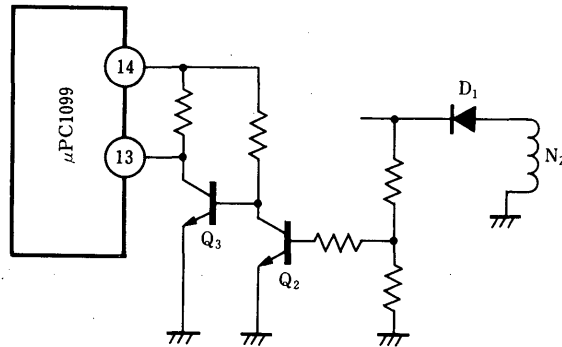


図 5-8 ⑬ピンを使用して垂下特性を改善する方法

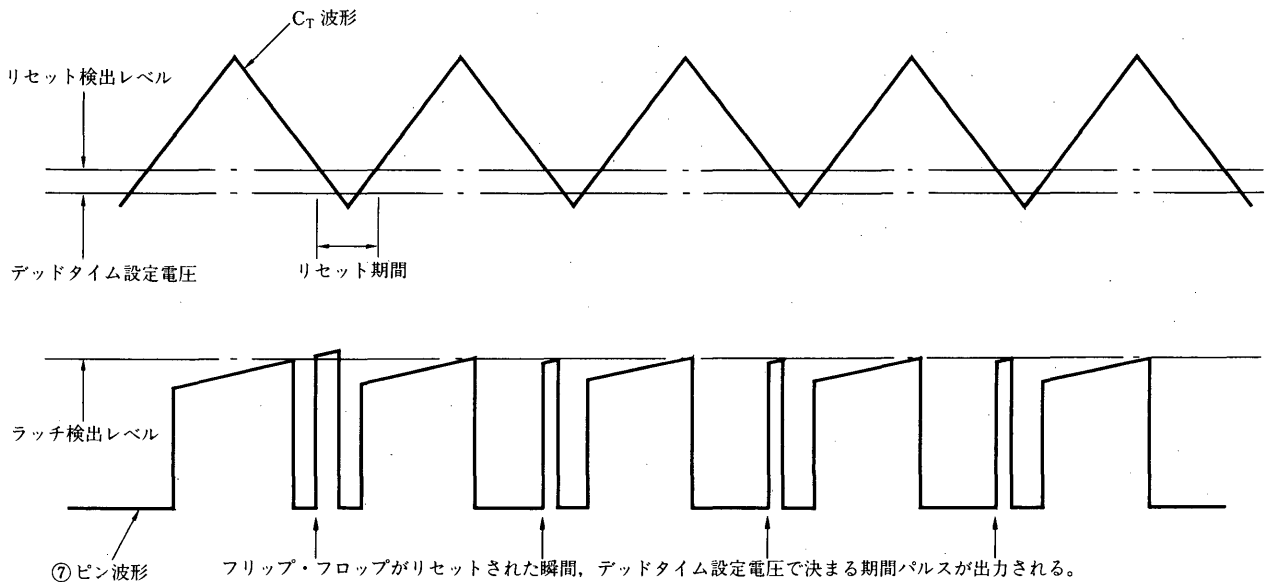


○最大デューティの制限

4.1項で述べましたとおり、ラッチ回路のリセットは三角波のレベルで行っています。リセットレベルは2V、すなわちオン・デューティで75%に設定しており、発振周波数やバラツキを考慮して最大デューティは60%以下にするようにしてください。オン・デューティをこれ以上に設定し、⑦ピンで電流制限をかけると図5-9のようにリセットレベル以降でパルスが出力されてしまいます。

⑦ピンを使用せずに過電流保護を行う場合は、最大デューティの制限はありません。

図 5-9 オン・デューティがリセットレベル以下に設定されている場合の動作波形



(9) 過電圧保護回路

○動作開始電圧設定

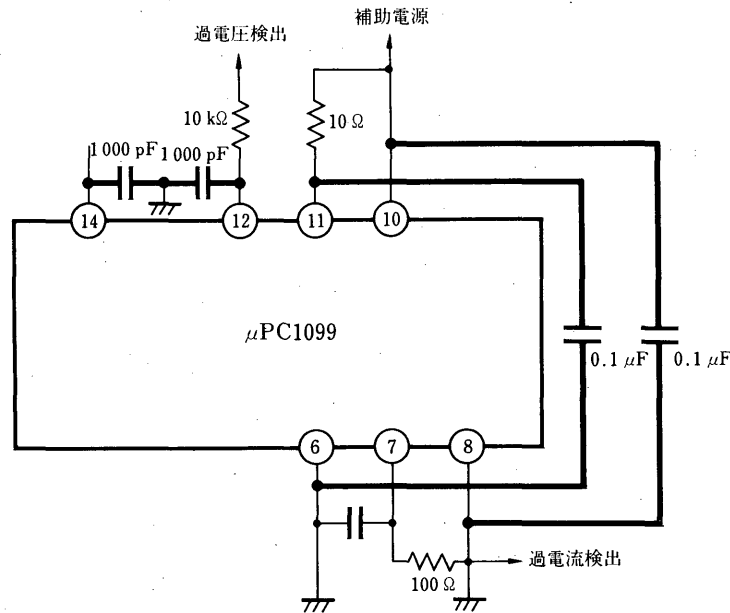
4.2項で述べましたとおり、フォトカプラやトランジスタのエミッタフォロワで受けて⑫ピンに入力します。フォトカプラを使用する場合、 R_{13} はフォトカプラの CTR によって次のようにもとまります。

$$R_{13} = \frac{V_{th(OVL)}}{I_F \cdot CTR}$$

○誤動作防止対策

外来ノイズやスイッチングノイズが⑫ピンに入力されると過電圧ラッチ回路が働き電源の動作が停止してしまいます。このような不要な電源の停止を避けるため、⑫ピンには1000 pF以上の周波数特性のよいコンデンサを接続します。さらに確実にするため図5-10のように⑫ピンをフィルタ構成とし、⑪ピン-⑥ピン間と⑩ピン-⑧ピン間に0.1 μF以上のセラミックコンデンサを接続してください。

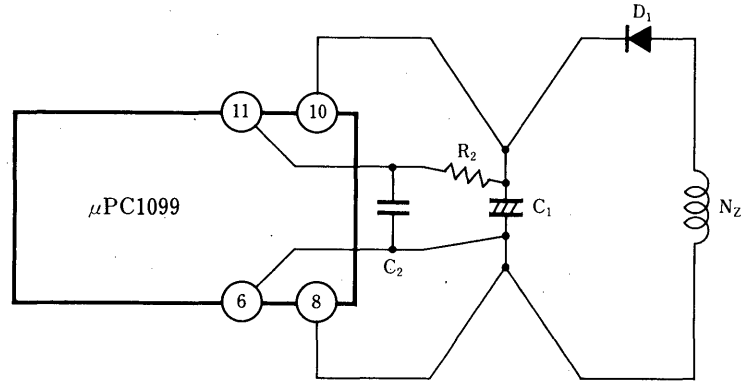
図5-10 過電圧ラッチ回路誤動作防止対策
(太い線は短く配線する)



6. 使用上の注意点

実際にパターン配線を行う場合は、信号系のグラウンド (⑥ピン) とパワー系のグラウンド (⑧ピン) を必ず分離してください。また、共通インピーダンスとならないようにしてください。(図6-1)

図6-1 実際のパターン例



7. 応用回路例

図7-1に μPC1099CX/GS を使用したフォワード方式のスイッチング電源の例を示します。

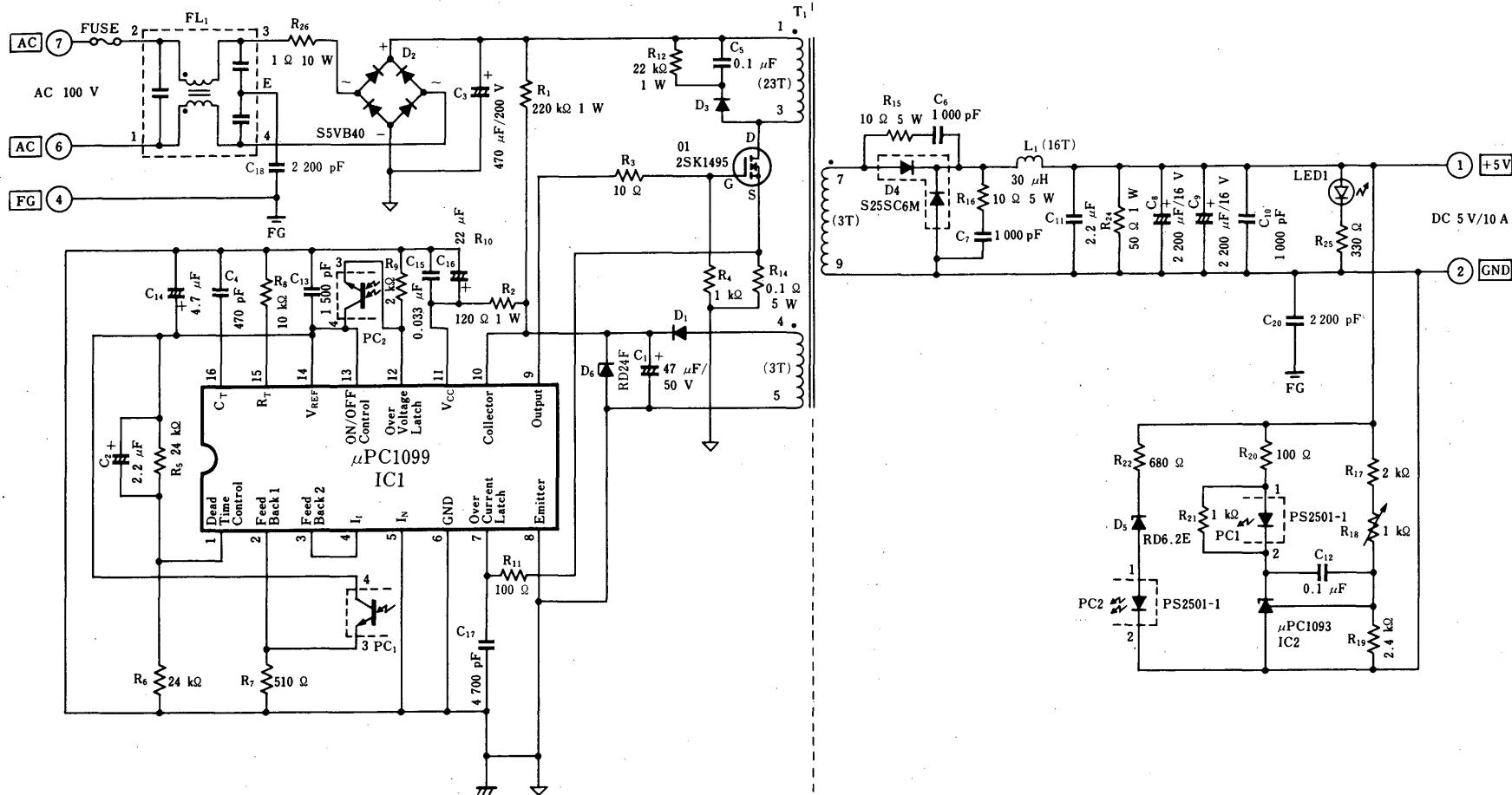


図 7-1 50 W トランス型コンバータ

- T₁ : EEC28, PC40(TDK)
- L₁ : トロイダル形アモルファスコア(TDK)
- FL₁ : ZJG2202M-P(TDK)

(× ㄷ)

(x E)



(X E)

— お問い合わせは、最寄りのNECへ —

【営業関係お問い合わせ先】

半導体第一販売事業部 半導体第二販売事業部 半導体第三販売事業部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号 (NEC本社ビル)	東京 (03)3454-1111 (大代表)	
中部支社 半導体第一販売部 半導体第二販売部	〒460 名古屋市中区錦一丁目17番1号 (NEC中部ビル)	名古屋 (052)222-2170 名古屋 (052)222-2190	
関西支社 半導体第一販売部 半導体第二販売部 半導体第三販売部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号 (NEC関西ビル)	大阪 (06) 945-3178 大阪 (06) 945-3200 大阪 (06) 945-3208	
北海道支社 東北支社 岩手支社 郡山支社 いわき支社 長岡支社 土浦支社 水戸支社 神奈川支社 群馬支社	札幌 (011)251-5599 仙台 (022)267-8740 盛岡 (019)651-4344 盛岡山支店 (0249)23-5511 いわき支店 (0246)21-5511 長岡支店 (0258)36-2155 土浦支店 (0298)23-6161 水戸支店 (029)226-1717 横濱 (045)682-4524 高崎 (0273)26-1255	太田支店 (0276)46-4011 宇都宮支店 (028)621-2281 小山支店 (0285)24-5011 長野支店 (0263)35-1662 甲府支店 (0552)24-4141 埼玉支店 (048)649-1415 立川支店 (0425)26-5981 千葉支店 (043)238-8116 静岡支店 (054)254-4794 北陸支店 (076)232-7303	福井支店 (0776)22-1866 富山支店 (0764)31-8461 三重支店 (0592)25-7341 京都支店 (075)344-7824 神戸支店 (078)333-3854 中国支店 (082)242-5504 鳥取支店 (0857)27-5311 岡山支店 (086)225-4455 山松支店 (089)945-4149 九州支店 (092)261-2806

【本資料に関する技術お問い合わせ先】

半導体ソリューション技術本部 システムマイクロ技術部	〒210 川崎市幸区塚越三丁目484番地	川崎 (044)548-8856	半導体 インフォメーションセンター FAX(044)548-7900 (FAXにてお願い致します)
半導体販売技術本部 東日本販売技術部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号 (NEC本社ビル)	東京 (03)3798-9619	
半導体販売技術本部 中部販売技術部	〒460 名古屋市中区錦一丁目17番1号 (NEC中部ビル)	名古屋 (052)222-2125	
半導体販売技術本部 西日本販売技術部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号 (NEC関西ビル)	大阪 (06) 945-3383	

アンケート記入のお願い

お手数ですが、このドキュメントに対するご意見をお寄せください。今後のドキュメント作成の参考にさせていただきます。

[ドキュメント名] μPC1099CX,1099GSアプリケーション・ノート

(G13006JJ4V0AN00 (第4版))

[お名前など] (さしつかえのない範囲で)

御社名 (学校名, その他) ()
ご住所 ()
お電話番号 ()
お仕事の内容 ()
お名前 ()

1. ご評価 (各欄に○をご記入ください)

項 目	大変良い	良 い	普 通	悪 い	大変悪い
全体の構成					
説明内容					
用語解説					
調べやすさ					
デザイン, 字の大きさなど					
その他 ()					
()					

2. わかりやすい所 (第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他)

理由 []

3. わかりにくい所 (第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他)

理由 []

4. ご意見, ご要望

5. このドキュメントをお届けしたのは

NEC販売員, 特約店販売員, NEC半導体ソリューション技術本部員,
その他 ()

ご協力ありがとうございました。

下記あてにFAXで送信いただくか, 最寄りの販売員にコピーをお渡してください。

NEC半導体インフォメーションセンター

FAX: (044) 548-7900

キ
リ
ト
リ