

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。

μPC1100を使用した5V入力DC/DCコンバータ評価ボード

目 次

1. はじめに	2
2. 電気的特性	2
3. 基板回路図	3
4. 使用部品一覧	4
5. 標準動作特性	5
6. 各部説明	6
7. 出力コンデンサの選定方法	8
8. μPC1100ブロック図及び動作波形	9
9. μPC1100を使用したDC/DCコンバータ設計における不具合事例	10
10. 基板図面	11
11. 参考資料一覧	13

1. はじめに

スイッチングレギュレータは小型・軽量・高効率を特長としており、電池などの直流電源を使用するノート型パソコン等、携帯系の装置のDC/DCコンバータとして必要不可欠な存在であり近年急速に需要が高まっています。本評価ボードはLSIの低電圧化に対応したチョップ方式の降圧、昇圧型DC/DCコンバータです。

制御部には当社製デバイスμPC1100を使用しており、2チャンネル出力で入力5Vからそれぞれ3.3V (MAX. 3A)、12V (MAX. 150mA) を出力します。

2. 電気的特性

特に指定ない限り $V_I = 5V$, $T_A = 25$

チャンネル1：昇圧部 12V出力 チャンネル2：降圧部 3.3V出力

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
定格入力電圧	V_I		4.5		5.5	V
効率1	1	$I_o = 150\text{mA}$		85		%
効率2	2	$I_o = 3\text{A}$		80		%
出力電圧変動率		4.5V V_I 5.5V 定格負荷電流範囲 10 T_A 40	- 5.0		+ 5.0	%
負荷電流1	I_{o1}				150	mA
負荷電流2	I_{o2}			注意)	3	A
入力変動	REG _{IN}	4.5V V_I 5.5V	- 1.0		+ 1.0	%
負荷変動	REG _L	定格負荷電流範囲	- 1.0		+ 1.0	%
動作周波数	f			200		kHz
動作温度	T_A		10		40	
出力リップル電圧(ノイズ)	V_{RIP}	$V_I = 5V$, $I_o = I_{oMAX}$		± 10		%

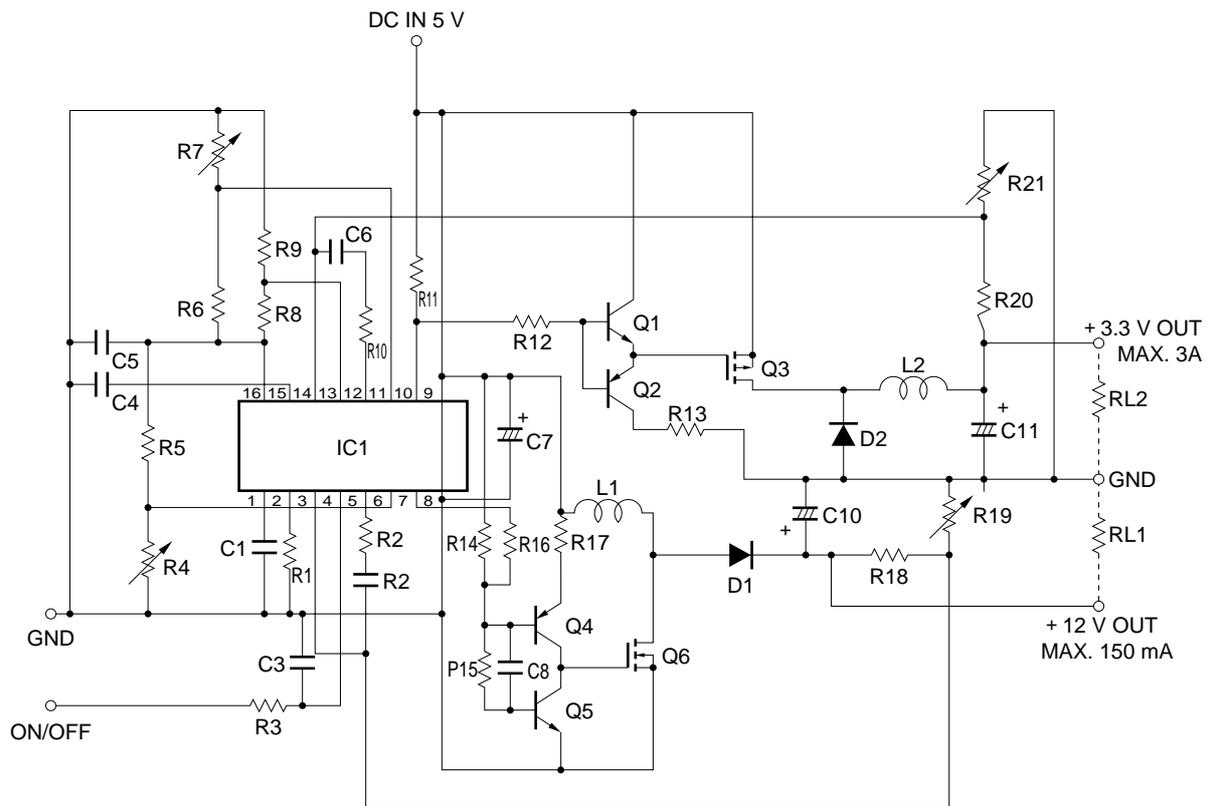
付属機能

短絡保護

リモートON/OFF

注意) 2.0A以上で使用される場合は、パワー-MOSFET 2SJ328に放熱板を使用してください。

3. 基板回路图



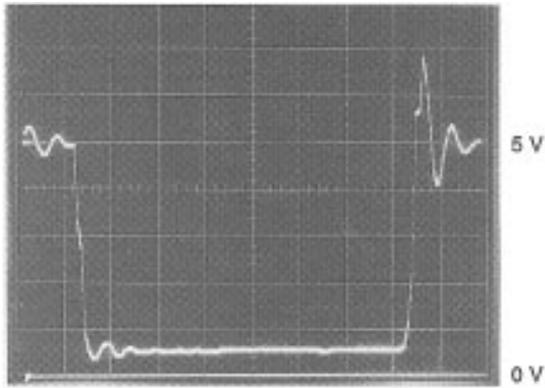
4 . 使用部品一覧

記号	定数	備考(品名その他)	記号	定数	備考(品名その他)
IC1	-	μPC1100C 16ピンDIP300 mil	C1	150 pF	タイミング容量
R1	18 k	タイミング抵抗	C2	3300 pF	
R2	4.7 k		C3	0.1 μF	
R3	18 k		C4	1 μF	短絡保護設定用
R4	50 k	可変抵抗	C5	0.1 μF	
R5	15 k		C6	3300 pF	
R6	4.7 k		C7	330 μF	ニチコンPFシリーズ10 V
R7	50 k	可変抵抗	C8	1000 pF	
R8	15 k		C9	-	未使用
R9	15 k		C10	330 μF	ニチコンPFシリーズ16 V
R10	4.7 k		C11	330 μF	ニチコンPFシリーズ10 V
R11	510		Q1	-	2SC2001 (NEC)
R12	100		Q2	-	2SA952 (NEC)
R13	5.6		Q3	-	2SJ328 (NEC)
R14	510		Q4	-	2SA952 (NEC)
R15	51 k		Q5	-	2SC2001 (NEC)
R16	1 k		Q6	-	2SK2070 (NEC)
R17	10		D1	-	D1NS4 (新電元)
R18	20 k		D2	-	SF5S4 (新電元)
R19	50 k	可変抵抗	L1	330 μH	R622LY-331K (東光)
R20	20 k		L2	10 μH	R622LY-100K (東光)
R21	50 k	可変抵抗	RL1 , 2	-	負荷抵抗

5. 標準動作特性

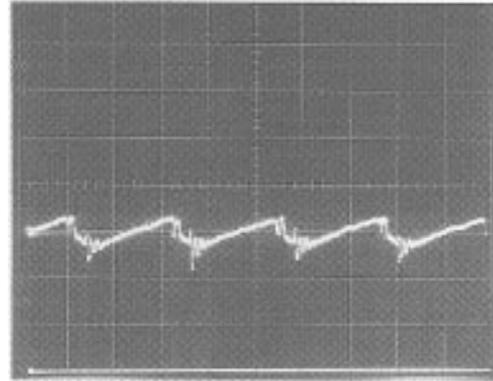
$V_i = 5\text{ V}$, $T_A = 25$

2SJ328スイッチング波形 (V_{DS})



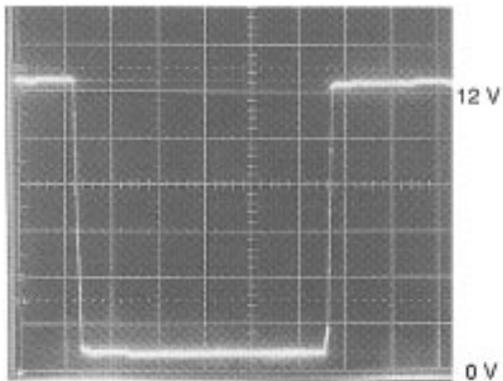
1 V/div
500 ns/div

3.3V OUT リップル電圧



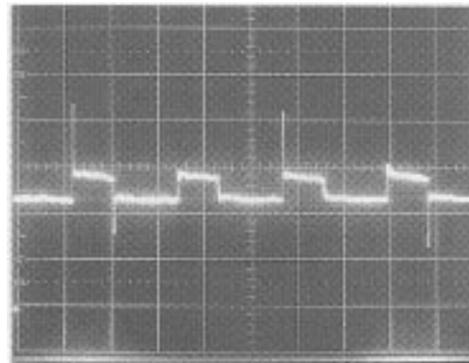
100 mV/div
2 μ s/div

2SK2070スイッチング波形 (V_{DS})



2 V/div
500 ns/div

12V OUT リップル電圧



100 mV/div
2 μ s/div

6 . 各部説明

制御部

DC/DCコンバータ制御部はPWM制御方式のデュアルスイッチングレギュレータコントロールIC μ PC1100を使用しています。ICは2.5Vの基準電圧回路，三角波発振回路，低電圧誤動作防止回路などを内蔵しています。

なお，出力段については2チャンネルあり，NPNダーリントン構成のオープンコレクタとなっています。

基準電圧回路

μ PC1100の基準電圧回路はバンドギャップリファレンス回路で構成されており，温度補償された基準電圧2.5Vを出力します。基準電圧は各内部回路へ供給され，また， V_{REF} 端子（16ピン）より外部へ取り出すことが可能です。本評価ボードではこの2.5Vから抵抗分割（可変）によりDTC電圧を設定します。

三角波発振回路

μ PC1100の C_T 端子（1ピン）， R_T 端子（2ピン）にそれぞれタイミングコンデンサ，タイミング抵抗を外付けして自励発振させ C_T 端子に対称三角波を取り出しています。この三角波は2つのPWMコンパレータの反転入力端子に接続され，DTC端子電圧とフィードバック端子電圧のどちらか低い方と比較してデューティを決定しています。

低電圧誤動作防止回路

低電圧誤動作防止回路は電源電圧投入時や遮断時に，電源電圧不足により内部回路が誤動作するのを防止する回路です。電源電圧不足時には，2つの出力トランジスタを同時に遮断します。

タイマラッチ式短絡保護回路

誤差増幅器出力（5ピン，12ピン）が2.25Vを越えると，タイマラッチ式短絡保護回路が動作し，DLY端子（15ピン）に外付けしたコンデンサに充電電流が流れ始め，DLY端子電圧が0.6Vに達した時点で出力を遮断してしまいます。この場合，電源をリセット電圧（約2.7V）以下に下げるとON/OFFコントロール端子をロウ・レベルにするまでラッチ回路はリセットされません。

出力回路

出力回路は，NPNダーリントン構成のオープンコレクタで，出力耐圧41V，出力電流25mAの能力があります。

ON/OFFコントロール端子

ON/OFFコントロール端子をロウレベルにすることで電源電圧端子からIC内部へ流れ込む電流を遮断します。ON/OFFコントロール端子を使用しないときは4ピンを電源電圧端子にプルアップしてください。

降圧部

一般に，降圧回路の基本式は連続モード時に出力コイルを流れる電流の変化量がスイッチングトランジスタのオン時間 T_{ON} とオフ時間 T_{OFF} で等しいとして導くことができます。

トランジスタがオンのときの電流変化量は

$$I_L = (V_I - V_O) \cdot T_{ON}/L$$

トランジスタがOFFのとき

$$I_L = V_O \cdot T_{OFF}/L$$

すなわち

$$(V_I - V_O) \cdot T_{ON}/L = V_O \cdot T_{OFF}/L$$

$$V_O = T_{ON} \cdot V_I / (T_{ON} + T_{OFF})$$

$$V_O = \text{DUTY} \cdot V_I \quad \dots (4-1) \text{式}$$

昇圧部

昇圧回路の基本式についても と同様のことがいえます。

トランジスタがオンのときの電流変化量は

$$I_L = V_I \cdot T_{ON}/L$$

トランジスタがOFFのとき

$$I_L = (V_O - V_I) \cdot T_{OFF}/L$$

すなわち

$$V_I \cdot T_{ON}/L = (V_O - V_I) \cdot T_{OFF}/L$$

$$V_O = V_I / (1 - \text{DUTY}) \quad \dots (4-2) \text{式}$$

しかし，(4-1)式および(4-2)式は厳密にはMOSFETのオン抵抗による電圧降下，ダイオードの V_F ，チヨークコイルによる電圧降下があるため，実際の設計ではこれらを考慮する必要があります。

図6-1 降圧型DC/DCコンバータ

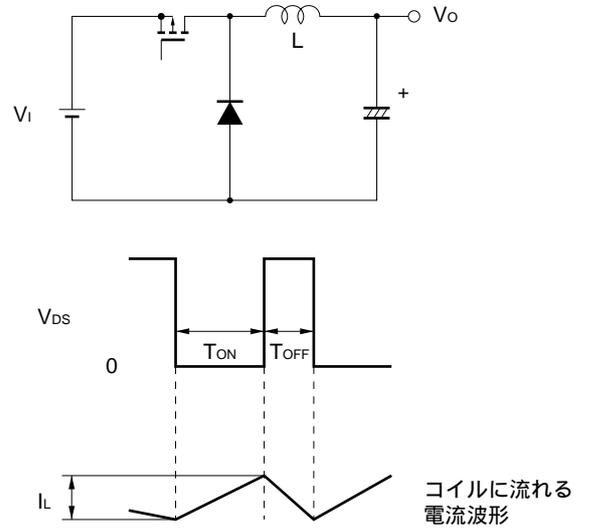
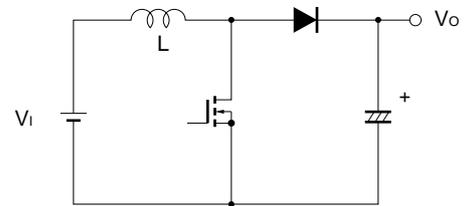


図6-2 昇圧型DC/DCコンバータ



7. 出力コンデンサの選定方法

図7 - 1 出力コイルに流れる電流波形

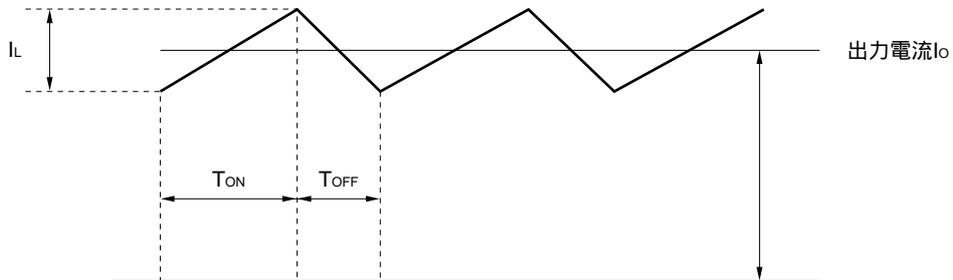


図7 - 1 は出力コイルに流れる電流波形ですが、降圧型を例に取った場合、

$$I_L = \frac{(V_i - V_o) \cdot T_{ON}}{L} \text{ となります}$$

インダクタンスの値により I_L を決定できますが、出力コンデンサとのバランスを考えながら最適なインダクタンスを選定する必要があります。

さて、出力コンデンサの選定方法ですが、まずリップル電圧 V_{RIP} を何mVにするかを決定します。

例として、 $V_{RIP} = 80 \text{ mV}$ 、 $I_L = 0.6 \text{ A}$ のときコンデンサの等価直列抵抗 ESR は

$$ESR = V_{RIP} / I_L = 0.08 / 0.6 = 133 \text{ m}$$

すなわち、

$$ESR < 133 \text{ m} \text{ のコンデンサが必要となります。}$$

さらに、

$$\text{リップル電流 } I_{rms} = I_L / 2 \sqrt{3} = 0.6 / 2 \sqrt{3} = 173 \text{ mA}_{rms}$$

この値がコンデンサの許容リップル電流以下であることを確認して実際に出力コンデンサを選定します。

8 . μ PC1100ブロック図および動作波形

図 8 - 1 ブロック図

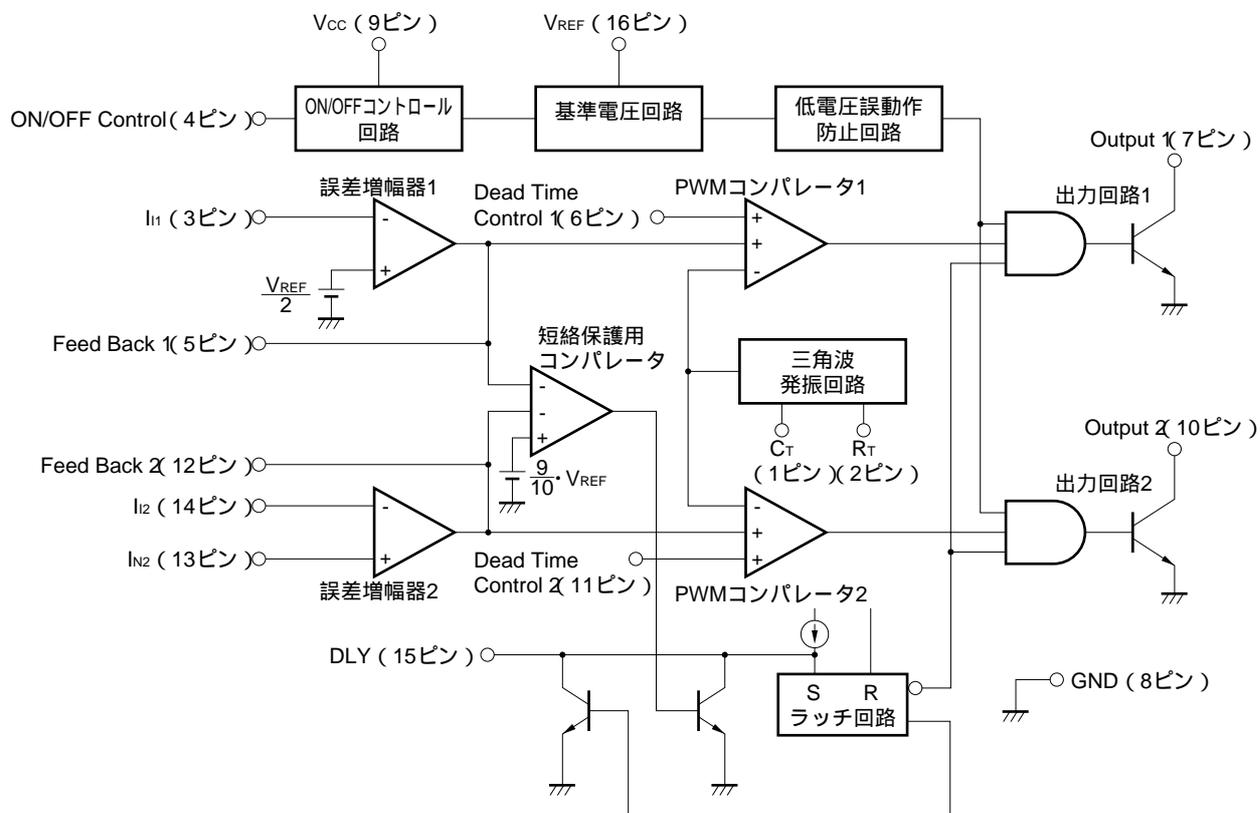
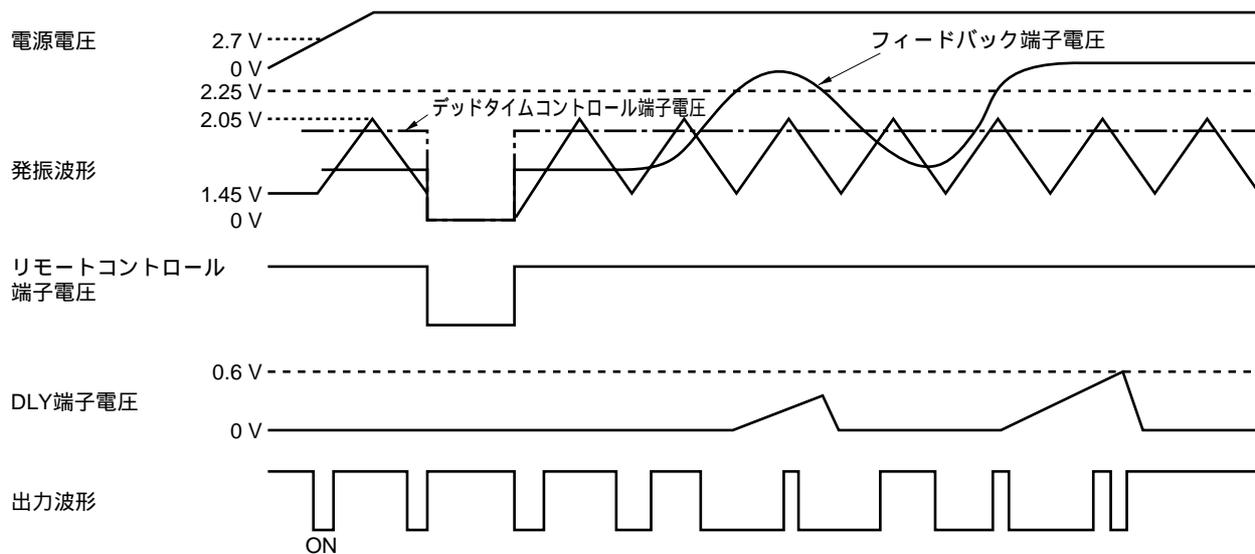


図 8 - 2 動作波形

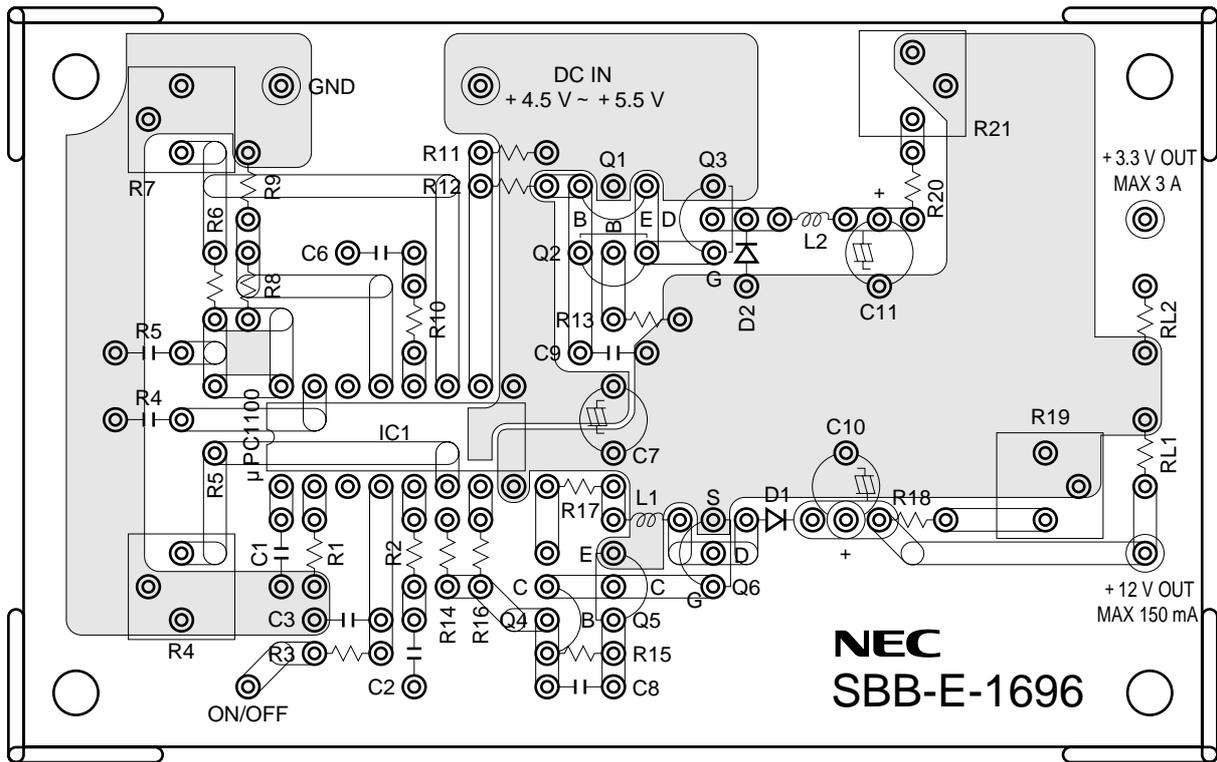


9 . μ PC1100を使用したDC/DCコンバータ設計における不具合事例

不 具 合	原 因 (対 策)
動作しない (誤動作する)	<p>配線ミスがある</p> <p>GNDを引き回して配線している 制御系とパワー系のGNDを分離してください。</p> <p>基準電圧端子にノイズがのっている 16ピン - GND間に容量を追加してください。</p> <p>15ピンのコンデンサのGND側とICのGND間の距離は極力短くしてください。</p> <p>ON/OFFコントロール端子電圧の立ち上がりがはやく出力が遮断してしまう。 4ピンからの外付けC, Rを大きくする(立ち上がり電圧が0.07 V/μsec以下になっているか確認してください)。</p>
発振してしまう	<p>誤差増幅器のゲインが高いために発振する 帰還容量を大きくする。</p> <p>共振周波数が高い 出力インダクタンスを大きくする。</p> <p>誤差増幅器に位相余裕がない 出力電圧端子 - 3ピン(14ピン)間に容量を追加する。</p>
負荷条件により出力電圧が落ちてしまう	<p>デューティ比により制御できる範囲を越えている デッドタイムコントロール電圧を上げてみる。</p>

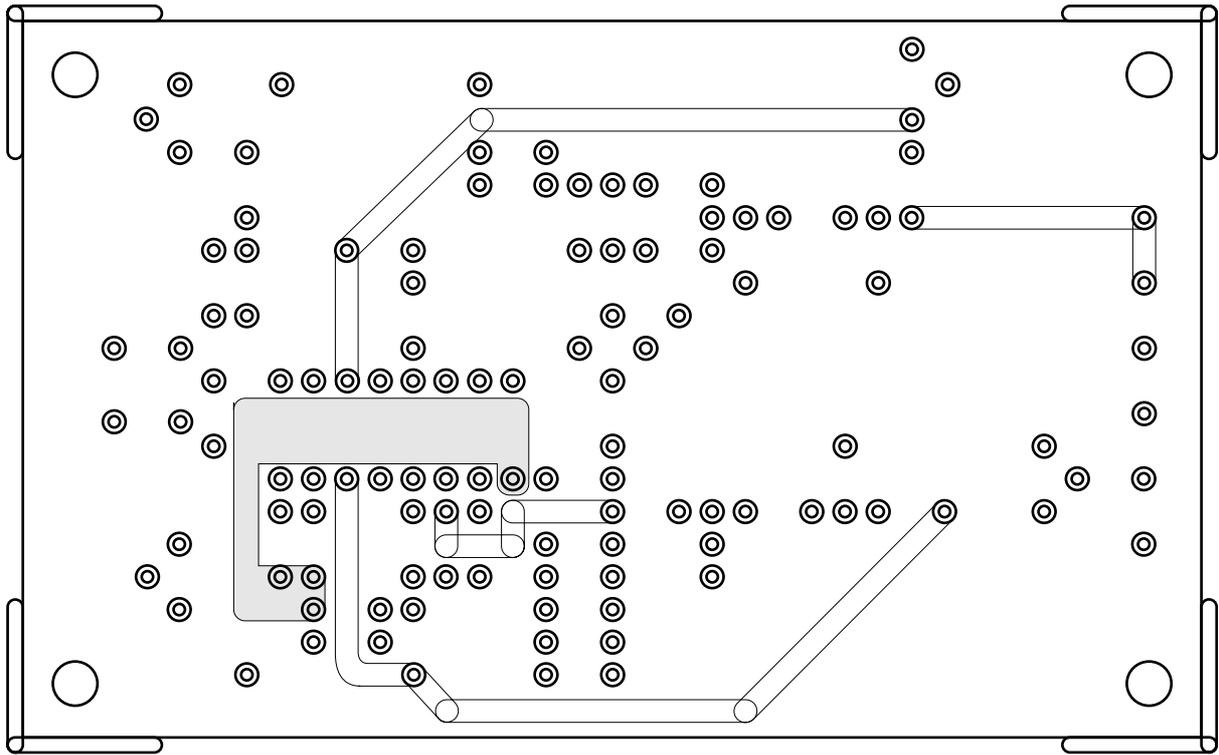
なお, 不明な点は当社の半導体ソリューション技術本部 汎用デバイス技術部までお問い合わせください。

10. 基板図面



[表 面]

注意 C9は使用しないでください。



[裏面(表面からの透視図)]

(外形寸法 90 mm × 55 mm)

11. 参考資料一覧

ユーザーズ・マニュアル「 μ PC1100, 1150の使い方」

資料番号：IEP-772A

アプリケーションノート「パワーMOSFETの安全動作領域について」

資料番号：TEA-578

インフォメーション「半導体デバイスの品質保証ガイド」

資料番号：MEI-603

インフォメーション「NEC半導体デバイスの信頼性品質管理」

資料番号：IEM-5069

インフォメーション「半導体デバイス実装マニュアル」

資料番号：IEI-616

インフォメーション「パッケージマニュアル」

資料番号：IEI-635

「電子技術'89」(日刊工業新聞社)

「スイッチング・レギュレータ設計ノウハウ」(CQ出版社)

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。

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財産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。

M4 94.11

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	〒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)	
半導体第二販売事業部					
半導体第三販売事業部					
中部支社 半導体販売部	〒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		
関西支社 半導体第一販売部	〒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	
半導体第二販売部					
半導体第三販売部					
北海道支社 札幌	(011)231-0161	宇都宮支店 宇都宮	(0286)21-2281	富山支店 富山	(0764)31-8461
東北支社 仙台	(022)261-5511	小山支店 小山	(0285)24-5011	三重支店 津	(0592)25-7341
岩手支店 盛岡	(0196)51-4344	長野支社 長野	(0262)35-1444	京都支社 京都	(075)344-7824
山形支店 山形	(0236)23-5511	松本支店 松本	(0263)35-1666	神戸支社 神戸	(078)333-3854
郡山支店 郡山	(0249)23-5511	上諏訪支店 上諏訪	(0266)53-5350	中国支社 広島	(082)242-5504
いわき支店 いわき	(0246)21-5511	甲府支店 甲府	(0552)24-4141	鳥取支店 鳥取	(0857)27-5311
長岡支店 長岡	(0258)36-2155	埼玉支社 大宮	(048)641-1411	岡山支店 岡山	(086)225-4455
土浦支店 土浦	(0298)23-6161	立川支社 立川	(0425)26-5981	四国支社 高松	(0878)36-1200
水戸支店 水戸	(0292)26-1717	千葉支社 千葉	(043)238-8116	新居浜支店 新居浜	(0897)32-5001
神奈川支社 横浜	(045)324-5511	静岡支社 静岡	(054)255-2211	松山支店 松山	(0899)45-4111
群馬支店 高崎	(0273)26-1255	北陸支社 金沢	(0762)23-1621	九州支社 福岡	(092)271-7700
太田支店 太田	(0276)46-4011	福井支店 福井	(0776)22-1866	北九州支店 北九州	(093)541-2887

【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	〒210 川崎市幸区塚越三丁目484番地	川崎	(044)548-8882	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)
汎用デバイス技術部				
半導体販売技術本部	〒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	
東日本販売技術部				
半導体販売技術本部	〒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	
中部販売技術部				
半導体販売技術本部	〒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	
西日本販売技術部				