

# スイッチング電源の レイアウト・ガイドライン

National Semiconductor  
Application Note 1149  
Clinton Jensen  
1999年10月



## はじめに

高周波スイッチング・レギュレータ電源の設計において基板レイアウトはきわめて重要です。適切なレイアウトの採用によって電源に関連するさまざまな問題が解決されます。レイアウトが不適切だと電流レベルが大きい場合に問題が発生することがあり、とくに入力と出力の電圧差が大きいときに顕著となります。発生し得る主な問題は、大出力電流の場合か入力と出力の電圧差が大きい場合、またはその両方の場合に発生するレギュレーションの悪化、出力とスイッチ信号に重畳されるノイズ量の増加、安定性の欠如などです。以下に説明する簡単なガイドラインを順守してこうした問題の発生を抑えてください。

## インダクタ

コアにフェライトを使用した閉磁路構造の低EMIインダクタの使用に努めてください。トロイダル・コアや密閉型E字コアがその一例です。開磁路構造のインダクタを使用する場合は、EMI特性のよいものを選び、また小信号パターンや部品から離して実装してください。開磁路コアを使う場合は、電極をプリント基板に対して垂直に実装する方法を検討してください。棒状コアは好ましくないノイズを放出します。

## 帰還

帰還信号はインダクタやノイズを出力する大電力パターンから可能な限り離して配線するように心がけてください。また、配線長をできるだけ短くするとともに、銅箔を厚くします。上記が設計上のトレードオフとなった場合は、インダクタやノイズ源から離すほうを優先してください。グラウンド層を挟んだインダクタとは反対の基板面に帰還信号を配線する方法も検討してください。

## フィルタ・コンデンサ

入力フィルタに使用する小容量のセラミック・コンデンサはICの $V_{IN}$ 端子に可能なかぎり近く配置してください。このような配置を採用すると、パターン・インダクタンスの影響を最小限に抑えられ、とくにIC内部の電源レールにクリーンな電圧を供給できます。一部の回路では、主に安定性を維持する目的で、出力から帰還端子に接続するフィードフォワード・コンデンサを必要とします。この場合も同様に、コンデンサをICのできるだけ近くに配置してください。表面実装タイプのコンデンサを使用するとリード線長を短くでき、またリード線がアンテナとなるスルーホール部品とは違ってノイズの重畳する可能性が低くなります。

## 補償

安定性を高めるために外付けの補償部品を使用する場合、同様にICの近くに配置してください。フィルタ・コンデンサの項で述べたように表面実装タイプの部品を推奨します。合わせて、補償部品はインダクタの近くには配置しないでください。

## パターンとグラウンド層

すべての大電力（大電流）パターンは、可能な限り短く直線的に配線し、かつ厚い銅箔を採用してください。標準のプリント基板では、最小銅箔厚を1Aあたり15mil (0.381mm)として設計することが適切です。インダクタ、出力コンデンサ、出力ダイオードはそれぞれを近接して配置してください。大きなスイッチング電流が流れるこれら電力部品のパターン長を短くして、EMI放射を抑えなければなりません。合わせて、リード線に起因するインダクタンス分と抵抗分が小さくなるため、結果としてノイズ・スパイク、リングング、電圧低下の原因となる抵抗性損失が抑えられます。IC、入力コンデンサ、出力コンデンサ、出力ダイオード（使用している場合）の各グラウンドは、それぞれに近い位置に集めてグラウンド層に直接接続してください。また、プリント基板両面にグラウンド層を設けることも検討してください。この場合、ノイズの低減に加えて、インダクタが発するEMIをより吸収できるためグラウンド・ループで生じる電位差を抑えられます。2層以上を持つ多層基板では、グラウンド層によって電源層（電力配線と電力部品の実装面）と信号層（帰還用と補償用の部品と配線の実装面）を分離すると性能の改善が図れます。多層基板では層間をわたる配線接続のためにビアが必要です。ある層から他の層に大電流信号をわたす場合、電流200mAあたり1個のビアが適切です。

スイッチング電流のループが同じ方向に回るように部品を配置してください。スイッチング・レギュレータの動作では2つの電源ステートが存在します。1つはスイッチオンで、もう1つがスイッチオフです。それぞれのステートでは、導通される電力部品によって電流ループが形成されます。2つのいずれのステートも形成される電流ループが同じ向きになるように部品を配置してください。配線で生じる磁場が2つのサイクル間で反転することを防ぎ、合わせてEMI放射を抑制します。

## 放熱

表面実装タイプの電力ICや外付け電力スイッチを使用する場合に、プリント基板をヒートシンクとして代用することが広く行われています。単純にプリント基板の銅箔領域を使ってデバイスの熱を基板へと拡散させます。プリント基板をヒートシンクとして使用する方法は各デバイスのデータシートを参照してください。外付けヒートシンクを省略できる場合もあります。

以上のガイドラインはインダクタンスを使用したすべてのスイッチング電源を対象としています。降圧（バック）、昇圧（ブースト）、フライバック、反転昇降圧（バック/ブースト）、SEPICなどの各回路トポロジーが該当します。また、このガイドラインは、スイッチング・レギュレータやスイッチト・キャパシタ・コンバータと併用される、帰還制御を備えたリア・レギュレータにも有用です。図に実際のレイアウト例を示します。Figure 1はレイアウト例の対象とした昇圧スイッチング・レギュレータの回路です。Figure 2は上に述べた指針を守らなかった不適切なレイアウトの例です。Figure 3、4は指針を考慮した適切なレイアウトの例です。

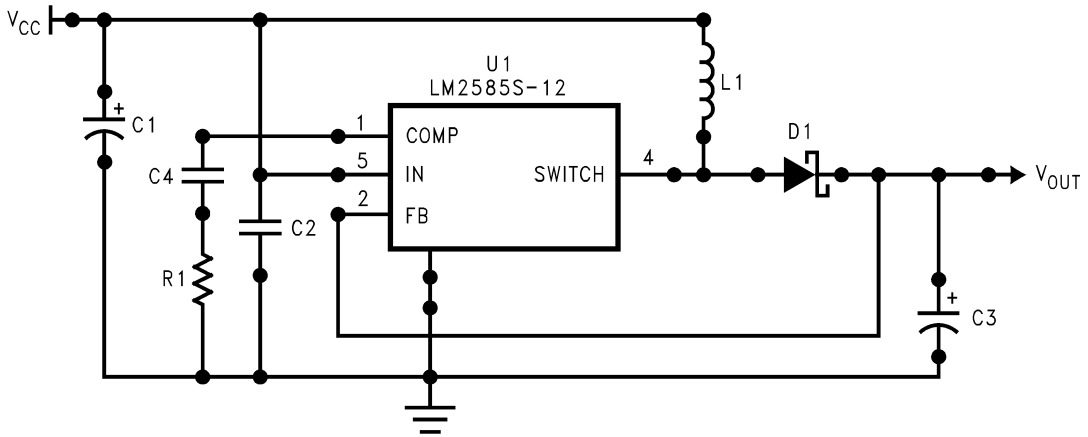


FIGURE 1. Step-up Switching Regulator Schematic

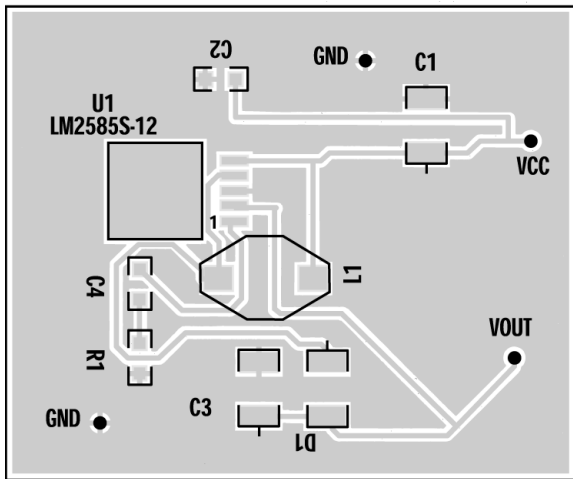


FIGURE 2. Bad Layout Example

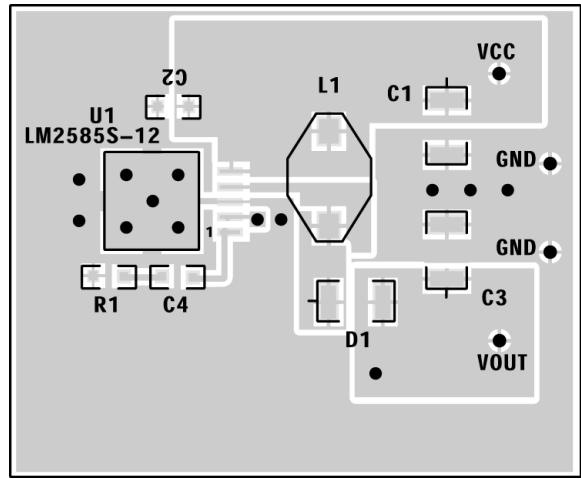


FIGURE 3. Good Layout Example, Top Layer

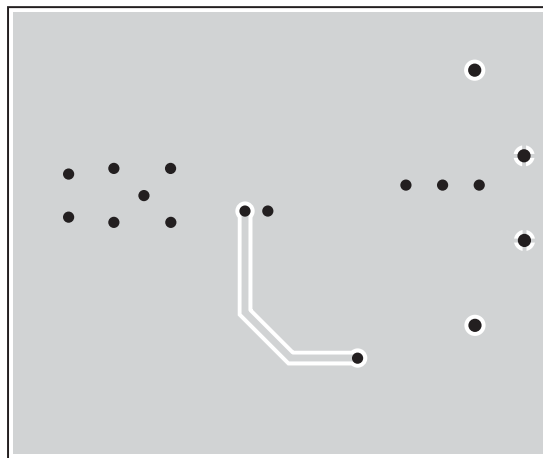


FIGURE 4. Good Layout Example, Bottom Layer

### 生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

### ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料（日本語 / 英語）はホームページより入手可能です。

[www.national.com/jpn/](http://www.national.com/jpn/)

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。



0120-666-116