

TPS54620の並列動作

John Tucker, Arvind Raj

TPS54620は、ハイサイドFETおよびローサイドFETを内蔵した同期降圧型DC/DCコンバータです。定格連続出力電流は6Aです。出力電流能力を高めるために、2つのTPS54620回路を並列に動作させることが可能です。それぞれのTPS54620コンバータで出力電流が等しくシェアされるよう

にするには、そのための設計手法が必要となります。このアプリケーションレポートでは、TPS54620 DC/DCコンバータを並列で使用する場合の設計、動作、および性能について詳述します。

内 容

1. はじめに.....	2
2. 制御の種類.....	2
3. 並列動作.....	4
4. 設計手順.....	5
5. 性能.....	8
6. 結論.....	11

説明図

図 1. 電圧モード制御のブロック図.....	2
図 2. 電圧モード制御波形.....	3
図 3. ピーク電流モード制御のブロック図.....	3
図 4. ピーク電流モード制御波形.....	4
図 5. TPS54620の設計例.....	5
図 6. TPS54620並列回路の電流シェア.....	8
図 7. TPS54620並列回路の効率.....	8
図 8. TPS54620並列回路の出力電圧リップル.....	9
図 9. TPS54620並列回路の入力電圧リップル.....	9
図 10. スイッチング・ノードおよびインダクタ電流の波形.....	10
図 11. 閉ループ応答.....	10
図 12. 過渡応答.....	11

説明表

表 1. 設計要件.....	5
----------------	---

1. はじめに

TPS54620は、FETを内蔵した17V入力、6A出力の同期降圧型スイッチャ(SWIFT™コンバータ)です。出力電流を定格の6A以上に高めるために、2つのTPS54620コンバータを並列接続することが可能です。この構成では、両方のICが出力電流を等しくシェアし、最大出力電流が $6A + 6A = 12A$ となります。ただし、そのような2つの電源を並列に接続したときには、実際上の問題によって電流が等しくシェアされない場合があります。適切に設計を行えば、それらの問題に対処して、機能的に安定した回路を実現できます。

2. 制御の種類

並列コンバータを設計する場合、通常は電流モード制御が必要です。電流モード制御がなぜ重要であるかを知るには、まず電流モード制御と電圧モード制御の基本的な違いを理解する必要があります。このアプリケーション・レポートでは、図5の回路図に示すTPS54620のピン名表記を使用しています。

2.1 電圧モード制御

図1に、電圧モード制御の概略ブロック図を示します。電圧モード制御では、制御回路内に1つの帰還ループだけが存在します。Z1とZ2の分圧回路によって出力電圧の一部が誤差増幅器に帰還され(V_{SNS})、電圧リファレンスと比較さ

れます。誤差増幅器の出力(COMP)は、PWMランプ電圧波形と比較されます。図2に、電圧モード制御の波形を示します。PWMランプ電圧が誤差増幅器の出力より低い間は、ハイサイド・スイッチ素子がオンとなり、スイッチング・ノード(PH)でのコンバータの出力は V_{IN} にほぼ等しくなります。PWMランプ電圧が誤差増幅器の出力を上回ると、ハイサイド・スイッチ素子がオフになり、スイッチング・ノードの出力電圧が約0Vとなります。スイッチング・ノードの出力波形は、 V_{IN} からグラウンドへとデューティ・サイクルDで切り替わるパルス列です。出力インダクタおよびコンデンサは、パルス列のDC成分を通過させる2次フィルタを構成します。これにより、出力電圧はスイッチング・ノード電圧の平均値にレギュレーションされます($V_{OUT} = D \times V_{IN}$ 、ここでDはコンバータのデューティ・サイクル)。出力電流は直接制御できません。負荷電流が変化すると、出力電圧もそれに応じて変化します。例の波形では、負荷のステップ変化によって出力電圧が低下しています。誤差増幅器の出力電圧はそれに応じて上昇し、その結果、PWMデューティ・サイクルが一時的に増加して、インダクタ電流が新しい必要な負荷電流まで上昇します。目的の負荷電流に達すると、制御ループが反応して誤差増幅器の出力電圧が以前のレベルに戻り、PWMデューティ・サイクルは適切な電圧レギュレーションに必要な値へと戻ります。スイッチ電流を直接制御できないため、電圧モード制御では電流シェアの実装が困難です。

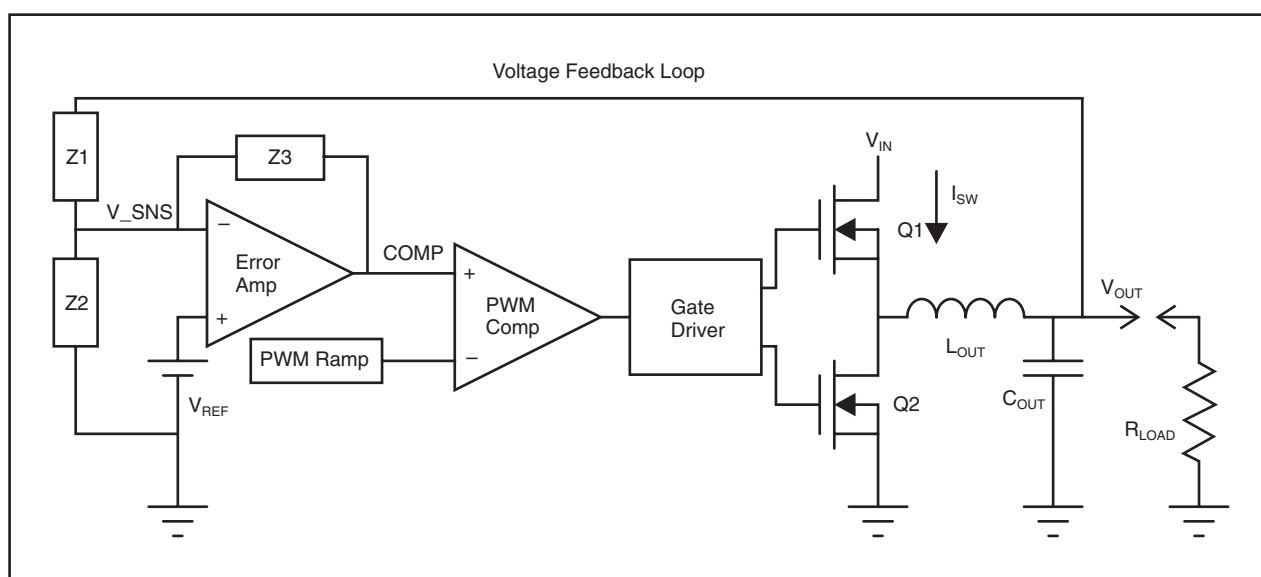


図 1. 電圧モード制御のブロック図

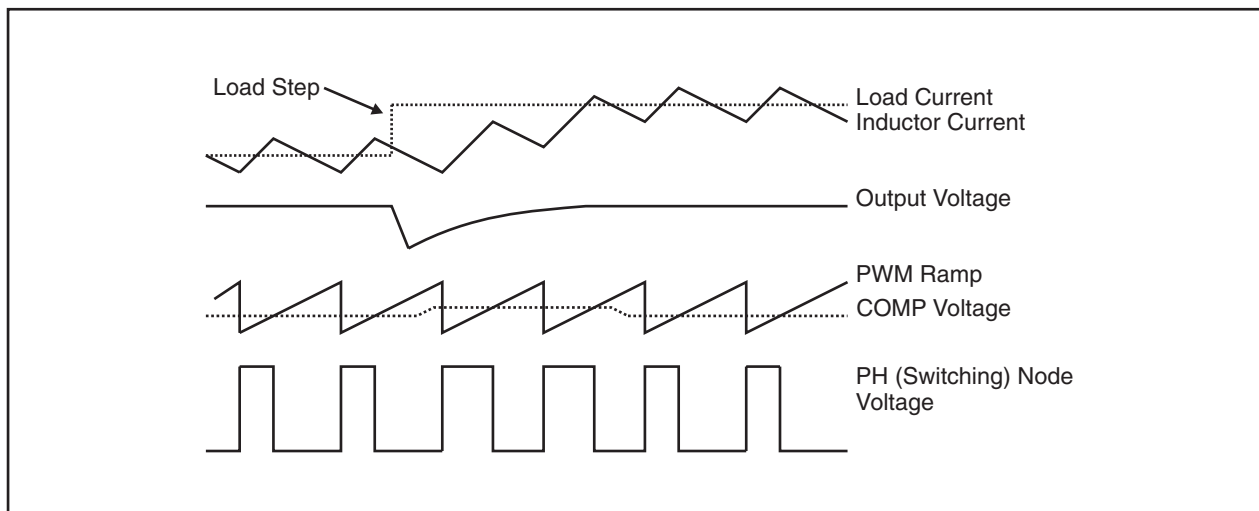


図 2. 電圧モード制御波形

2.2 ピーク電流モード制御

図3に、ピーク電流モード制御の概略ブロック図を示します。ピーク電流モード制御では、2つの帰還ループを使用します。内部の電流センスループと、外部の電圧センスループです。電圧モード制御と同様に、Z1とZ2の分圧回路によって出力電圧の一部が誤差増幅器に帰還され、内部リファレンスと比較されます。それ以外は、制御方式が大きく異なります。図4に、ピーク電流モード制御の波形を示します。COMPピンでの誤差増幅器の出力は、必要なピーク・スイッチ電流に比例した電圧です。COMPピン電圧に対するピーク・スイッチ電流の特性は、パワー段のトランスコンダクタンス gm_{COMP} によって規定されます。このトランスコンダクタンスは、COMP電圧をリファレンス電流に変換します。内部の電流制御ループでは、このリファレンス電流とスイッチ電流を比較します。スイッチ電流は、出力負荷電流にACインダクタ電流が重畳された値です。このACインダクタ電流は、ランプ形の特徴を持ち、電圧モード制

御のPWMランプと等価な働きをします。任意のサイクルで、ピーク・スイッチ電流がリファレンス電流と等しくなると、ハイサイド・スイッチがオフになります。それによって、コンバータのデューティ・サイクルが設定されます。出力電流の変化が必要になると、 V_{SNS} の帰還電圧が変化します。より大きな電流が必要な場合にはCOMPピンの電圧が上昇し、より小さな電流が必要な場合にはCOMPピンの電圧が低下します。例の波形では、負荷のステップ変化によって出力電圧が低下しています。それに応じてCOMPピンの電圧は上昇し、後続のスイッチング・サイクルでピーク・スイッチ電流が増加します。連続したスイッチング・サイクルでピーク電流が増加すると、PWMデューティ・サイクルも増加します。その結果のデューティ・サイクルの変化により、インダクタ電流が必要に応じて上昇または下降し、新しい定常状態負荷電流が設定されます。COMPピンの電圧は、出力電流を直接制御するため、新しいレベルに保持されます。

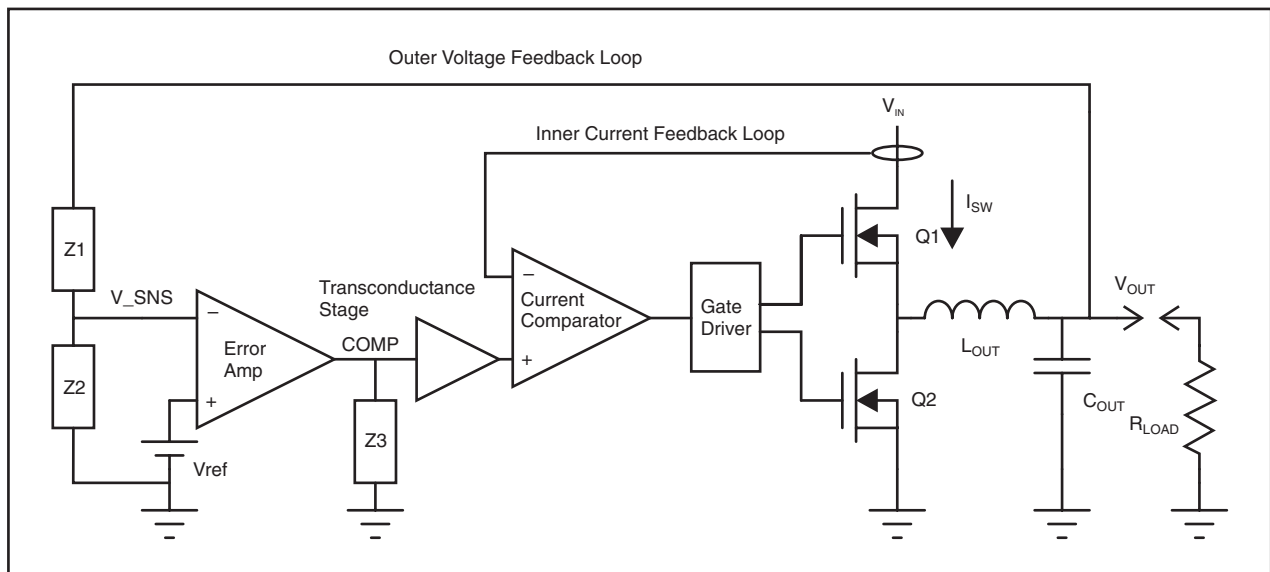


図 3. ピーク電流モード制御のブロック図

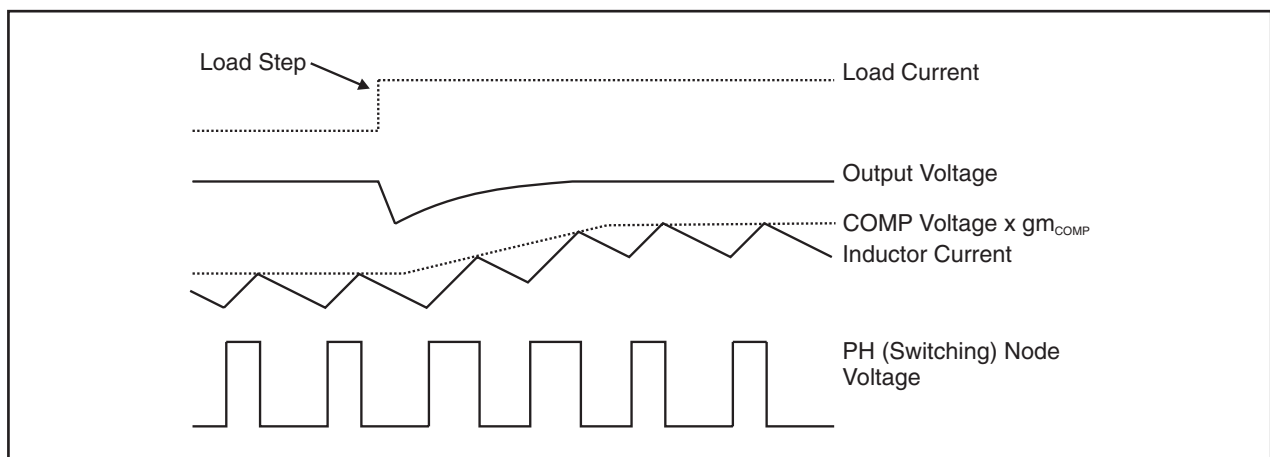


図 4. ピーク電流モード制御波形

したがって、ピーク電流モード制御では、出力電流が COMPピン電圧に比例します。これは、電流シェアのために有用です。2つの並列コンバータのCOMPピン電圧が互いに接続され、それぞれのパワー段トランスコンダクタンスが緊密にマッチングされている場合、2つの並列コンバータによる負荷電流への寄与はそれぞれ等しくなります。

3. 並列動作

TPS54620コンバータを並列に動作させるには、いくつかの点を考慮する必要があります。前述したとおり、両方のデバイスのCOMPピン電圧を共通にする必要があります。そのために最も簡単な方法は、2つのCOMPピンを互いに接続することです。単一のレギュレーション出力が求められ

るため、V_SNSでの出力の帰還量は、両方のデバイスに対して同じにする必要があります。それを実現するため、単一電圧の設定点分圧回路を使用して、V_SNSピンを互いに接続します。各デバイスは同期クロックを使用して共通の周波数で動作する必要があります。外部クロック・ソースを使用してRT/SYNCピンを駆動することを推奨します。2つのデバイスをそれぞれ位相をずらして駆動すると、入力電圧のリップルを低減できるため、インバータを使用して、外部クロック・ソースから位相差クロックを生成しています。両方のデバイスは、同時にスタートアップする必要があります。そのため、両方のデバイスのSS/TRピンを互いに接続します。また、両方のデバイスで誤差電圧を同じに保つために、V_SNSピンを互いに接続します。

4. 設計手順

並列動作の場合も、一般的なTPS54620の設計手順に従います。図5の回路図に設計例を示します。重要な設計手順について、以下で詳しく説明します。

4.1 設計要件

この例の設計要件を表1に示します。

パラメータ	値
出力電圧	1.8 V
出力電流	12 A
入力電圧	12 V +/-10%
過渡応答、6Aの負荷ステップ	50 mV
スイッチング周波数	480 kHz

表 1. 設計要件

4.2 動作周波数

最初の手順は、レギュレータのスイッチング周波数を選択することです。高いスイッチング周波数と低いスイッチング周波数の間でトレードオフを考慮する必要があります。

高いスイッチング周波数では、低周波数でスイッチングする電源と比較して、低い値のインダクタと小さな出力コンデンサを使用した小サイズのソリューションを実現できます。ただし、スイッチング周波数が高いと、スイッチング損失が増加し、コンバータの効率および熱特性に悪影響を与えます。この設計では、小サイズのソリューションと高効率動作を両立するために、400kHzという中程度のスイッチング周波数を選択しています。TPS54620を並列で動作させる場合には、2つのコンバータの同期を保つことが重要です。2つのTPS54620デバイスは、外部供給クロックを使用して動作します。この外部クロックを使用して、U1コンバータのRT/CLKピンを直接駆動します。インバータを使用して、外部クロックと180°位相のずれた別のクロック信号を生成します。この反転クロックを使用してU2コンバータを駆動します。2つのコンバータを位相をずらして動作させることで、入力電圧リップルが低減します。各コンバータのRT/CLKピンは、公称400kHzの動作周波数に設定されたRTタイミング抵抗によって終端されます。必要な抵抗値は、式(1)で計算できます。

$$R_{rt}(k\Omega) = 4800 \cdot F_{sw}(kHz)^{-0.997} - 2 \quad (1)$$

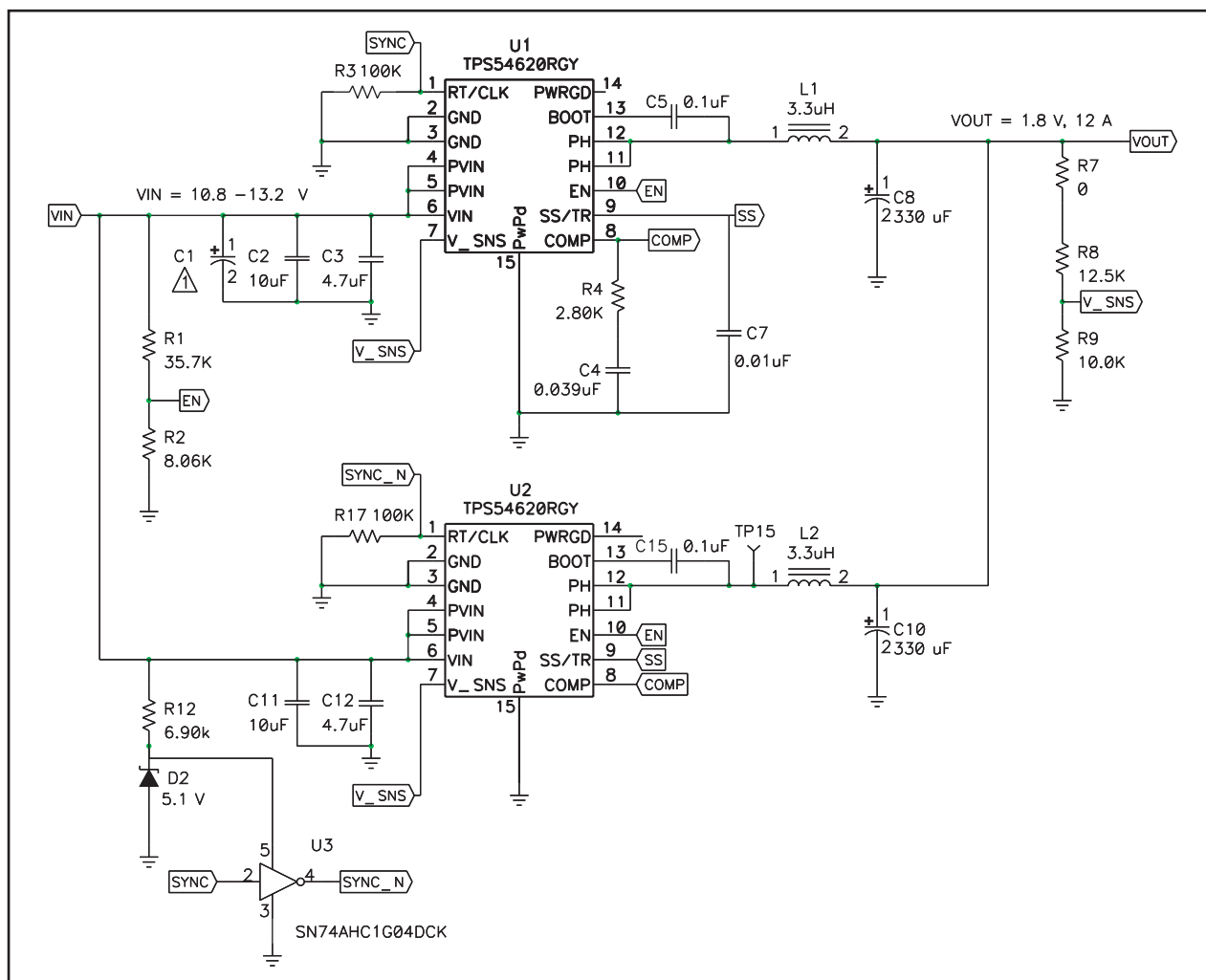


図 5. TPS54620の設計例

4.3 出力電圧設定点

抵抗分圧回路R8およびR9は、出力電圧の設定に使用されます。この設計例では、R9に10kΩが選択されています。式(2)を使用して、R8は12.5kΩと計算されます。

$$R8 = \frac{R9 \cdot (V_{out} - V_{ref})}{V_{ref}} \quad (2)$$

4.4 出力インダクタの選択

この並列設計では、2つの出力インダクタL1およびL2を使用します。各インダクタは、合計出力電流の1/2を処理できるように選択する必要があります。したがって、選択基準は、単一出力設計の場合と同じです。出力インダクタの値を計算するには、式(3)を使用します。KINDは、最大出力電流を基準としたインダクタ・リップル電流の大きさを表す係数です。インダクタ・リップル電流は、出力コンデンサによってフィルタリングされます。したがって、大きなインダクタ・リップル電流を選択すると、それ以上のリップル電流定格を持つ出力コンデンサが必要となるため、出力コンデンサの選択に影響が及びます。一般に、インダクタ・リップル値は設計者の裁量で決定しますが、ほとんどのアプリケーションでは、KINDは通常0.1~0.3です。

$$L1 = \frac{V_{in\ max} - V_{out}}{I_o \cdot Kind} \cdot \frac{V_{out}}{V_{in\ max} \cdot f_{sw}} \quad (3)$$

この設計例では、KIND = 0.2を使用し、インダクタ値は3.18μHと計算されます。この設計では、最も近い標準値として3.3μHが選択されています。出力フィルタ・インダクタについては、RMS電流および飽和電流の定格を超えないことが重要です。RMSおよびピーク・インダクタ電流は、式(5)および式(6)で求めることができます。

$$I_{ripple} = \frac{V_{in\ max} - V_{out}}{L1} \cdot \frac{V_{out}}{V_{in\ max} \cdot f_{sw}} \quad (4)$$

$$I_{Lrms} = \sqrt{I_o^2 + \frac{1}{12} \cdot \left(\frac{V_o \cdot (V_{inmax} - V_o)}{V_{inmax} \cdot L1 \cdot f_{sw}} \right)^2} \quad (5)$$

$$I_{Lpeak} = I_{out} + \frac{I_{ripple}}{2} \quad (6)$$

この設計では、RMSインダクタ電流は6.02A、ピーク・インダクタ電流は6.84Aです。選択したインダクタは、Coilcraft製のMSS1048シリーズ3.3μHです。このインダクタの飽和電流定格は7.38A、RMS電流定格は7.22Aです。

インダクタを流れる電流は、インダクタ・リップル電流+出力電流です。パワーアップ時、障害発生時、または負荷過渡状態中は、インダクタ電流が上記の式で計算されたピーク・インダクタ電流レベルを超えて増加する場合があります。過渡状態では、インダクタ電流がデバイスのスイッチ電流制限まで増加する場合があります。この理由により、最も保守的なアプローチは、ピーク・インダクタ電流ではなく、スイッチ電流制限以上の飽和電流定格を持つインダクタを指定することです。

4.5 入力コンデンサの選択

TPS54620は、PVIN入力電圧ピンに4.7μF以上、VIN入力電圧ピンに4.7μF以上の実効容量を持つ高品質のセラミック(タイプX5RまたはX7R)入力デカップリング・コンデンサを必要とします。アプリケーションによっては、PVIN入力に追加のバルク容量も必要となる場合があります。実効容量には、DCバイアスの影響も含まれます。入力コンデンサの電圧定格は、最大入力電圧よりも高い必要があります。この設計では、共通の入力電圧を使用するため、PVINピンとVINピンが互いに接続されています。U1およびU2入力は、並列に接続された10μFと4.7μFのコンデンサによってバイパスされます。

4.6 出力コンデンサの選択

出力電流能力が12Aの場合、大きな負荷過渡ステップが生じることが予想されます。初期電流ステップの発生時には、制御ループが応答してコンバータの出力を増加させるまでの間、出力コンデンサによってエネルギーが供給される必要があります。6Aの負荷過渡ステップに対して、出力電圧が50mV以上低下してはなりません。この要件を満たす最小の出力容量を式(7)で計算します。

$$C_{OUT} > \frac{2 \cdot \Delta I_{OUT}}{F_{SW} \cdot \Delta V_{OUT}} \quad (7)$$

必要な最小容量は500μFです。この要件を満たすため、各出力に330μFのSanyo POSCAPコンデンサを使用し、合計容量を660μFとしています。

4.7 スロー・スタート・コンデンサの選択

スロー・スタート・コンデンサは、パワーアップ中に出力電圧がその公称設定値に達するまでにかかる最小の時間を決定します。これは、負荷に対して制御された電圧スルー・レートが必要である場合に有用です。また、出力容量が大きく、コンデンサを出力電圧レベルまですばやく充電するのに大きな電流を必要とするような場合にも、利用されます。コンデンサの充電に必要な大きな電流によってTPS54620が電流制限に達したり、入力電源からの過剰な電流によって入力電圧レールが低下したりする場合があります。出力電圧のスルー・レートを制限することで、その両方の問題を解決できます。このソフト・スタート・コンデンサの値は式(8)を使って計算できます。この回路では、両方のコンバータが同時にスタートアップする必要があります。そのため、SSピンを互いに接続し、1つのスロー・スタート・コンデンサを使用します。スロー・スタート充電電流 I_{SS} は2倍になり、 $2 \times 2.3\mu A = 4.6\mu A$ 、そして V_{REF} は0.8Vとなります。この回路ではスロー・スタート時間が任意値の1.75msに設定され、10nFのコンデンサが必要となります。

$$C7(nF) = \frac{T_{SS}(ms) \cdot I_{SS}(\mu A)}{V_{REF}(V)} \quad (8)$$

4.8 ブート・コンデンサの選択

適切な動作のためには、BOOTピンとPHピンの間に0.1 μF のセラミック・コンデンサを接続する必要があります。X5R以上の誘電体を持つセラミック・コンデンサの使用を推奨します。コンデンサの電圧定格は10V以上である必要があります。

4.9 補償設計

補償設計は、安定性と負荷過渡応答との間のトレードオフです。位相マージンが小さいと、過渡応答が向上しますがシステムの安定性が低下します。位相マージンが大きいと、過渡応答の性能が低下する一方、安定性は向上します。通常、制御ループは60°の位相マージンに対して設計されます。これにより、負荷過渡応答と安定性の間に望ましいトレードオフが得られます。この設計では、適切な閉ループ・クロスオーバー周波数として25kHzが指定されています。2つのデバイスのCOMPピンが互いに接続されるため、補償回

路も共通にする必要があります。COMPピンを互いに接続する際には、2つの要素を考慮する必要があります。まず、COMPピンが両方のトランスコンダクタンス・アンプによって駆動されるため、 $g_{m_{ea}}$ の項が2倍になります。また、パワー段のトランスコンダクタンスも実質的に2倍になります。この設計では、Type 2B補償を使用し、COMPとグラウンドの間に1個の抵抗とコンデンサを直列に接続します。

必要な補償抵抗 $R4$ は次の式で与えられます。

$$R4 = \frac{2 \cdot \pi \cdot F_{CO} \cdot V_{OUT} \cdot C_{OUT}}{2 \cdot g_{m_{EA}} \cdot V_{REF} \cdot 2 \cdot g_{m_{PS}}} \quad (9)$$

補償容量は次の式で与えられます。

$$C4 = \frac{R_O \cdot C_{OUT}}{R4} \quad (10)$$

ここで

- F_{CO} = 閉ループ・クロスオーバー周波数
- V_{OUT} = 出力電圧
- C_{OUT} = 出力容量
- $G_{m_{EA}}$ = 誤差増幅器のトランスコンダクタンス
- V_{REF} = リファレンス電圧
- $G_{m_{PS}}$ = パワー段のトランスコンダクタンス

選択した閉ループ・クロスオーバー周波数25kHzに対して、式(9)および式(10)から次の値が得られます。

$$R4 = 2803\Omega$$

$$C4 = 0.035\mu F$$

標準値を使用して、 $R4$ は2.80k Ω 、 $C4$ は0.039 μF となります。

5. 性能

図5のTPS54620並列回路の性能を以下に示します。すべてのデータについて、入力電圧は12V、出力電圧は1.8V、周囲温度は25°Cです。

5.1 電流シェア

並列設計の重要な設計基準の1つが、2つのコンバータU1およびU2の間で電流を等しくシェアする能力です。電流シェア特性を図6に示します。

5.2 効率

TPS54620並列回路の効率を図7に示します。

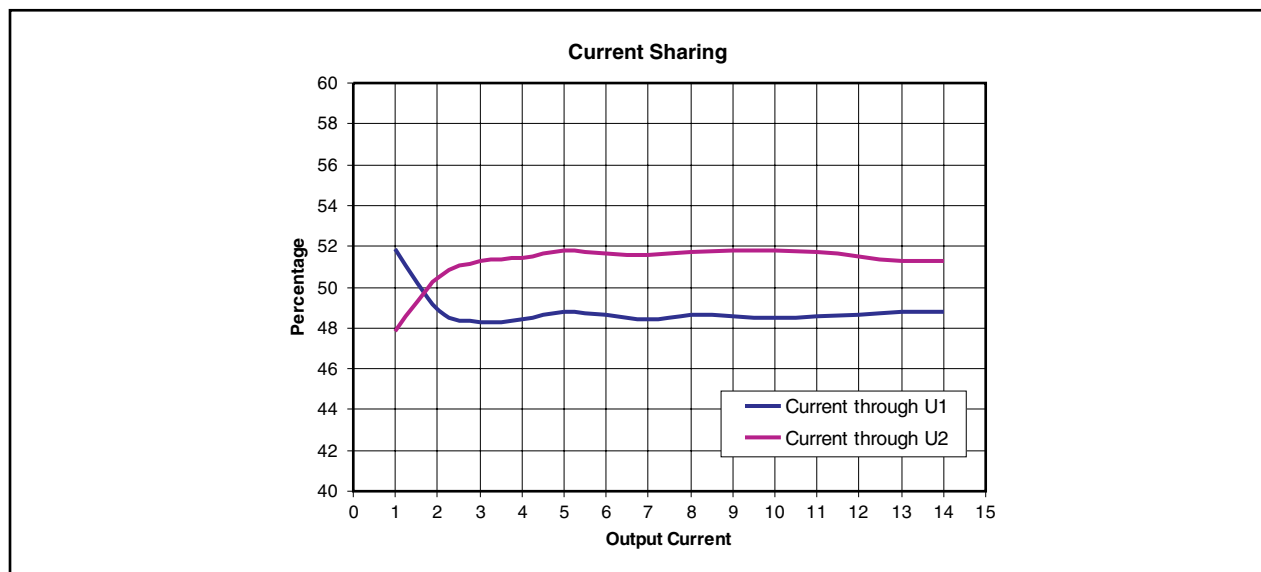


図 6. TPS54620並列回路の電流シェア

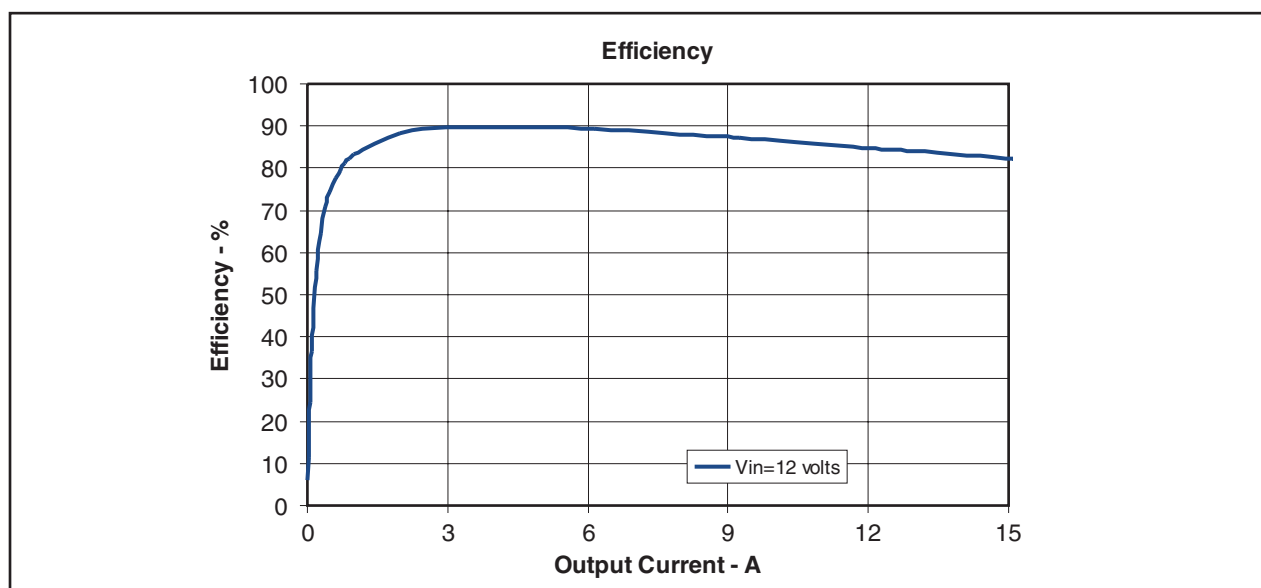


図 7. TPS54620並列回路の効率

5.3 出力電圧リップル

TPS54620並列回路の出力電圧リップルを図8に示します。
出力電流は12Aです。

5.4 入力電圧リップル

TPS54620並列回路の入力電圧リップルを図9に示します。
出力電流は12Aです。

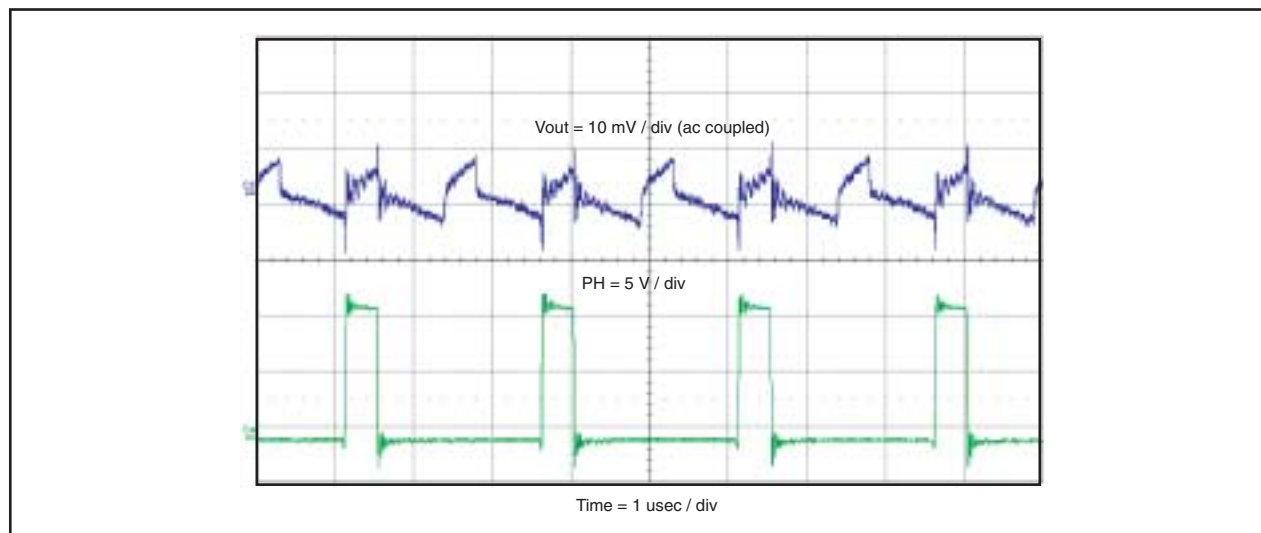


図 8. TPS54620並列回路の出力電圧リップル

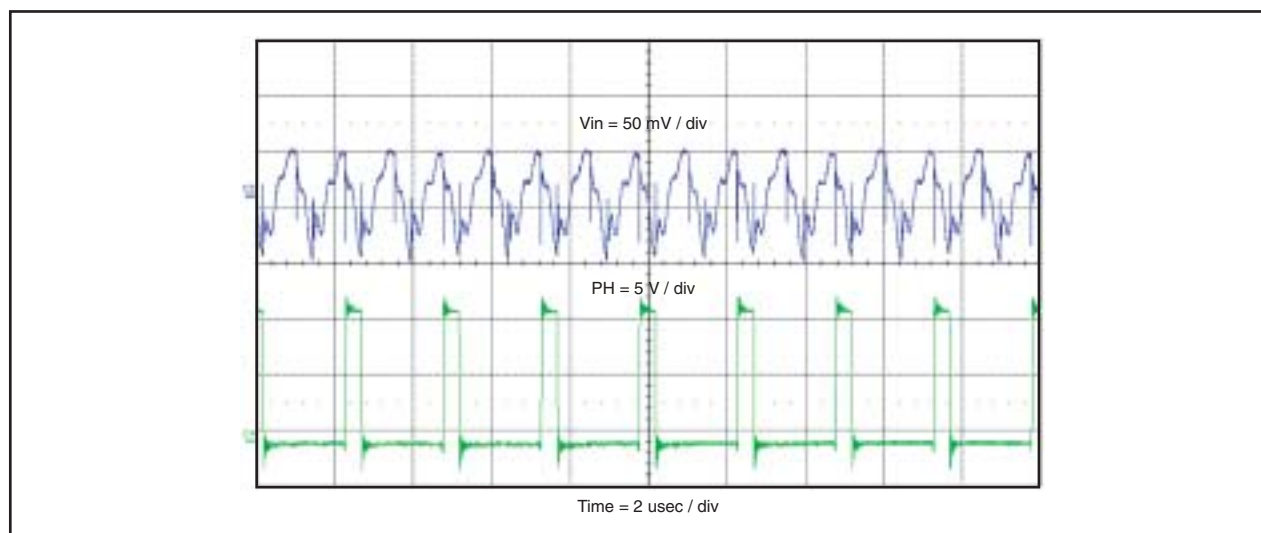


図 9. TPS54620並列回路の入力電圧リップル

5.5 スイッチング・ノードおよびインダクタ電流の波形

図10に、スイッチング・ノード (PH) およびインダクタ電流の波形を示します。出力電流は12Aです。U1およびU2コンバータに供給される外部クロック信号は位相がずれているため、スイッチング・ノードの波形およびACインダクタ電流も位相がずれています。これにより、入力および出力電圧リップルが低減されます。

5.6 閉ループ応答

並列TPS54620回路の閉ループ応答を図11に示します。測定された閉ループ・クロスオーバー周波数は26kHzであり、目的の閉ループ周波数である25kHzに近い値となっています。位相マージンの測定値は90°です。

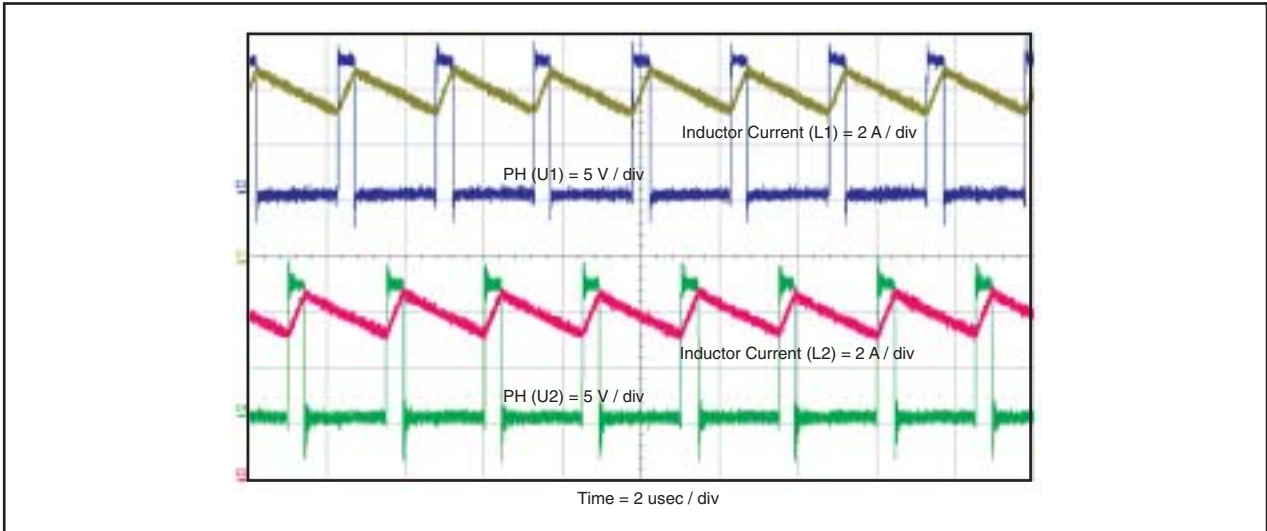


図 10. スイッチング・ノードおよびインダクタ電流の波形

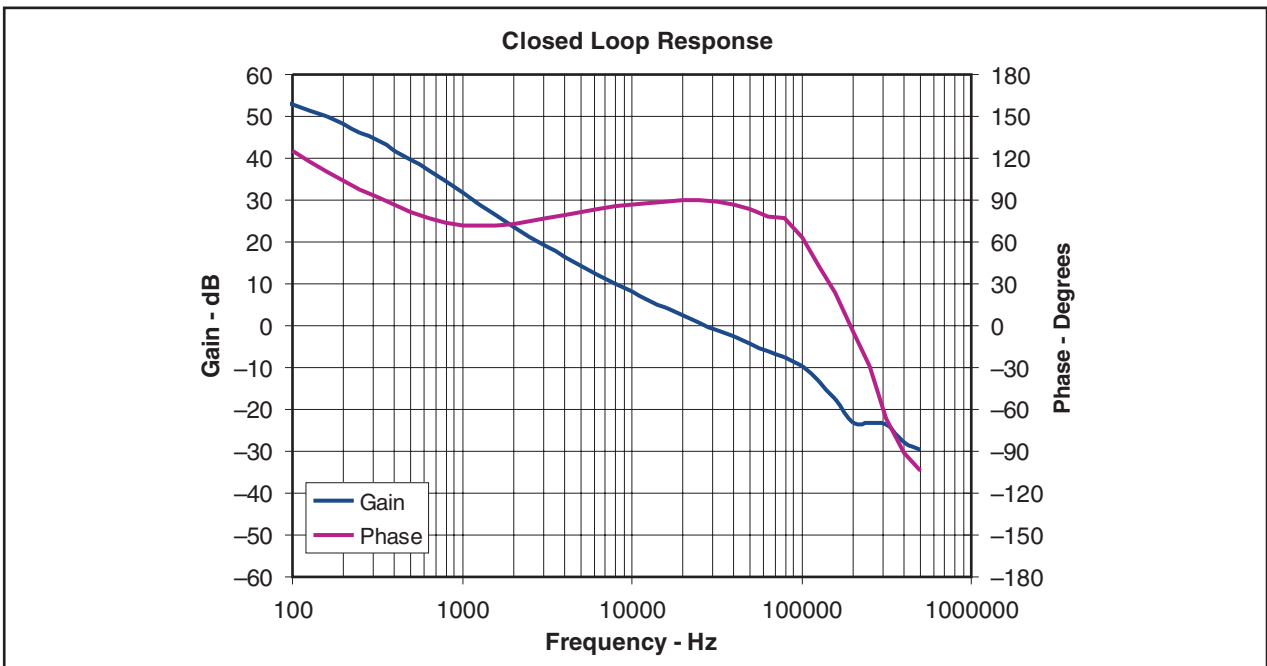


図 11. 閉ループ応答

5.7 過渡応答

この並列回路は、優れた過渡応答が得られるように設計されています。スイッチング・ノード波形のジッタを低減するため、閉ループ・クロスオーバー周波数は25kHzに制限されています。負荷過渡ステップ中に低電圧のオーバーシュートおよびアンダーシュートを考慮に入れるために、回路は330 μ Fの特別なポリマー出力コンデンサを2個使用して設計されています。図12に示される3Aから9Aの負荷ステップに対して、過渡電圧変化は50mV未満に制限されます。

6. 結論

TPS54620を使用した並列回路は、意図した設計仕様に近い性能で動作します。キーとなる設計パラメータは、補償部品の計算です。COMPピンを互いに接続したとき、誤差増幅器およびパワー段の実効トランスコンダクタンスは2倍にする必要があります。スイッチング・ノードのジッタを許容レベルに保持するには、閉ループ・クロスオーバー周波数を25kHz以下に制限する必要があります。この低い閉ループ帯域幅では、負荷過渡ステップによる電圧のオーバーシュートおよびアンダーシュートを低く保持するために、大きな出力容量が必要となる場合があります。これらの定数により、TPS54620の定格出力電流の2倍を供給する安定した並列回路の設計が可能になります。

このアプリケーション・レポートに示した回路は、PR975として提供されています。詳細については、TIのWebサイトでTPS54620製品フォルダをご覧ください。

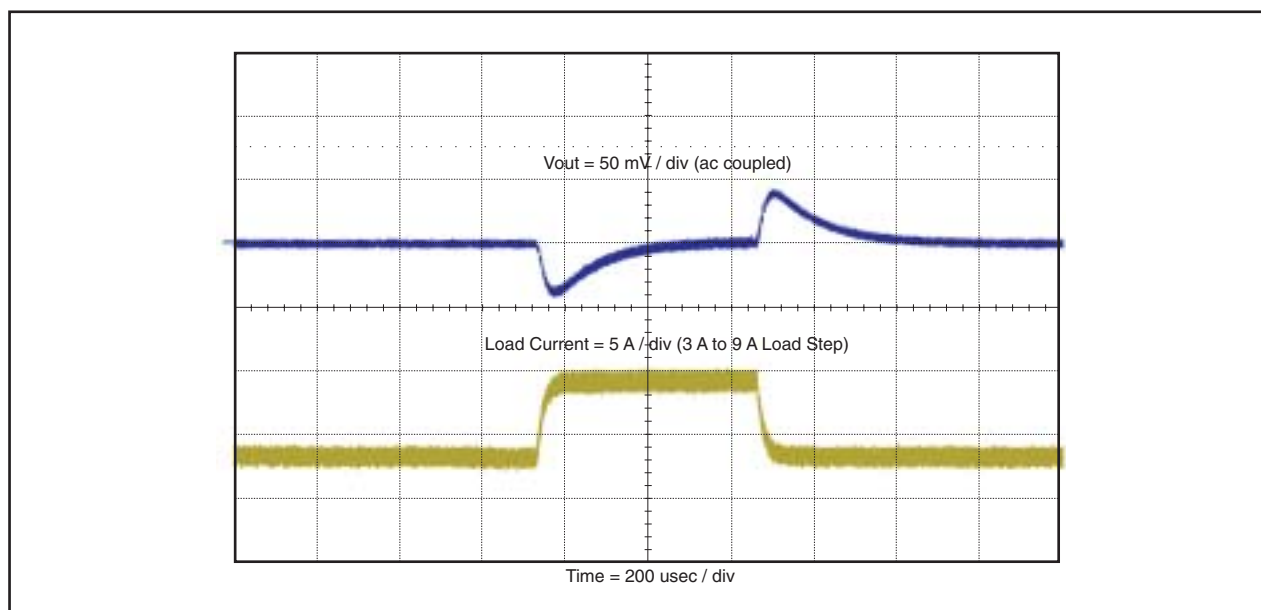


図 12. 過渡応答

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといひます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従ひまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従ひ販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従ひ合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認をすることを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。

前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

温度: 0~40、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従ひ基板実装すること。

4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上