ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

POWER BY LINEAR™

Design Note

23mm × 16.5mm のパッケージに収容された 170W 電圧ダブラ

Ya Liu、Jian Li、Jeff Zhang、Brian Lin

はじめに

入力 / 出力電圧が高いアプリケーションでは、インダクタ不要のスイッチト・キャパシタ・コンバータ（チャージポンプ）を使用すると、従来のインダクタ・ベースの降圧または昇圧構成と比較して、効率が大幅に向上し、ソリューション・サイズが縮小します。インダクタの代わりにチャージポンプを使用することにより、「フライング・コンデンサ」を使用して入力からエネルギーを蓄積し、出力に伝達します。コンデンサのエネルギー密度はインダクタよりはるかに高いので、チャージポンプを使用すると電力密度が 10 倍向上します。ただし、チャージポンプは、起動、保護、ゲート駆動、およびレギュレーションに課題があるため、従来は低消費電力アプリケーションに制限されてきました。

LTC®7820 は、これらの問題を克服しており、高電力密度で高効率（最大 99%）のソリューションが可能です。この固定比の高電圧、大電力スイッチト・キャパシタ・コントローラは、4 つの N チャネル MOSFET ゲート・ドライバを内蔵しており、外付けのパワー MOSFET と組み合わせて、分圧器、電圧ダブラ、またはインバータを形成します。特に、最大 72V の入力電圧からの 2:1 の降圧、最大 36V の入力電圧からの 1:2 の昇圧、または最大 36V の入力電圧からの 1:1 のインバータです。各パワー MOSFET は、事前に設定された一定のスイッチング周波数のとき、50% のデューティ・サイクルでスイッチングします。

LTC7820 を特長とする 170W 出力電圧ダブラ回路を図 1 に示します。入力電圧は 12V、出力電圧は 24V（最大負荷電流 7A）で、スイッチング周波数は 500kHz です。16 個の 10µF セラミック・コンデンサ（X7R、1210 サイズ）は、フライング・コンデンサとして機能し出力電力を供給します。ソリューション・サイズの概算値は、図 2 に示すように 23mm × 16.5mm × 5mm であり、電力密度は 1500W/in^3 に達します。

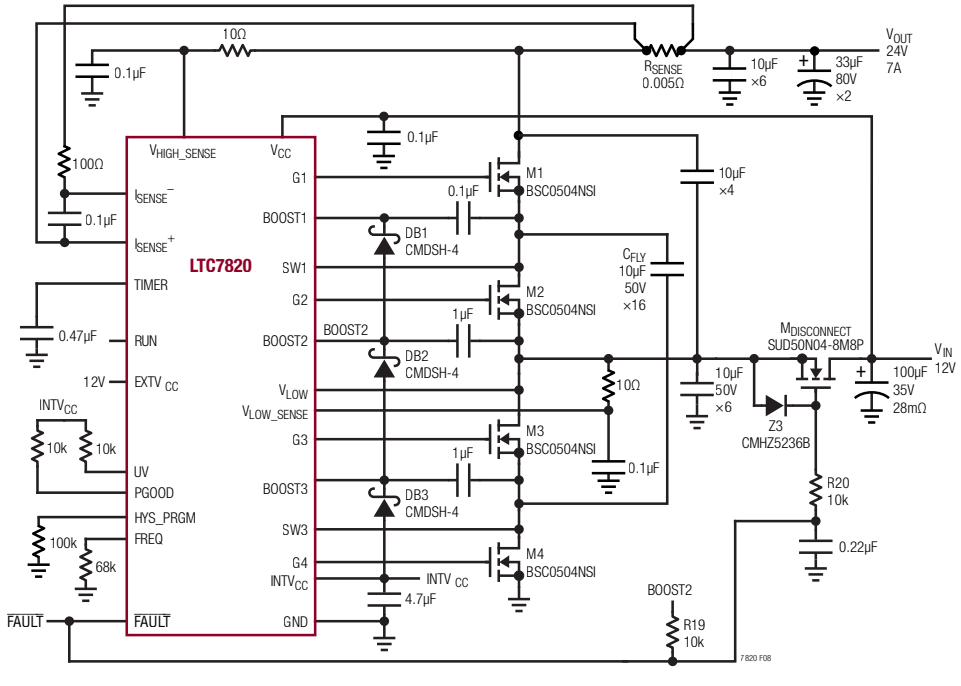

図 1. LTC7820 を使用する高効率、高電力密度の 12V 入力、24V/7A 出力の電圧ダブラ

全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

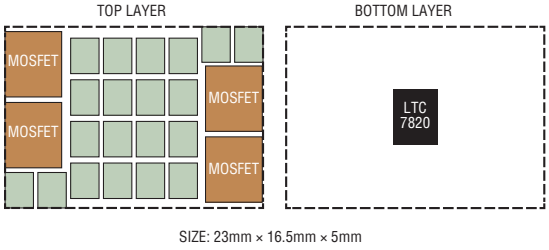

図 2.　概算のソリューション・サイズ

高効率

回路にインダクタを使用していないので、4 つ全ての MOSFET に対してソフト・スイッチングが行われ、スイッチング関連の損失が大幅に減少します。その上、スイッチト・キャパシタ電圧ダブラでは、電圧定格の低い MOSFET を使用することができるので、導通損失が大幅に減少します。図 3 に示すように、コンバータは最大負荷時に 98.8% のピーク効率および 98% の効率を達成することができます。優れたレイアウトでは、電力損失のバランスが 4 つのスイッチ間で保たれ、熱が放散されて、発熱を抑えるのが簡単になります。図 4 のサーモグラフが示すホット・スポットの温度上昇は、周囲温度が 23°Cで自由空気流の場合、わずか 35°Cです。

高精度の負荷レギュレーション

LTC7820 ベースの電圧ダブラは開ループのコンバータですが、図 3 に示すように、LTC7820 は効率が高いので、高精度のレギュレーションを維持します。出力電圧の降下は最大負荷時にわずか 0.43V（1.8%）です。

起動

電圧ダブラ・アプリケーションでは、入力電圧がゼロから緩やかに上昇する場合、LTC7820 はコンデンサの突入充電電流を発生させずに起動できます。入力電圧が緩やかに（数ミリ秒で）上昇する限り、出力電圧は入力電圧に追随し、コンデンサ間の電圧差が小さいままなので、大量の突入電流が流れることはありません。

入力のスルーレート制御は、LTC7820 データシートの「標準的応用例」のセクションに示すように、入力に切断 FET を使用するか、ホットスワップ・コントローラを使用して実現できます。図 1 では、入力に切断 FET を使用しています。分圧器ソリューションとは異なり、電圧ダブラは毎回 0V の入力電圧から起動する必要がありますが、負荷が重い場合にも直接起動することができます。図 5 は 7A 負荷での起動を示します。

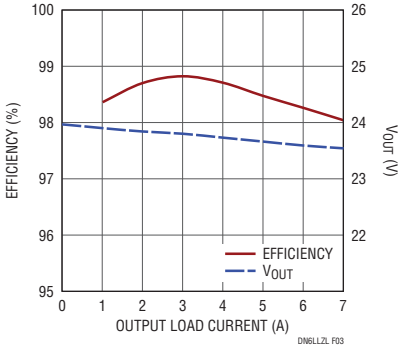

図 3.　12V 入力、24V/7A 出力の電圧ダブラの効率および負荷レギュレーション（f_{SW}：500kHz）

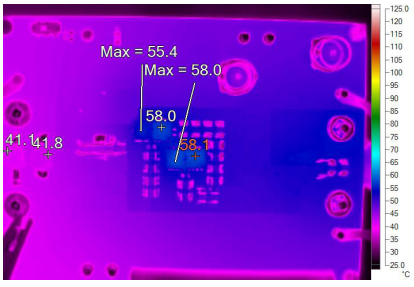

図 4.　V_{IN} = 12V、V_{OUT} = 24V、7A 負荷、T_A = 23°C、自由空気流での熱試験

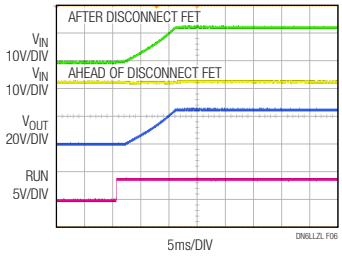

図 5.　7A 負荷での起動波形

まとめ

LTC7820 は固定比のスイッチト・キャパシタ・コントローラで、内蔵のゲート・ドライバによって外付け MOSFET を駆動し、非常に高い効率（最大 99%）と高い電力密度を実現します。堅牢な保護機能により、LTC7820 スイッチト・キャパシタ・コンバータは、バス・コンバータ、大電力の分散電源システム、通信システム、産業用アプリケーションなどの高電圧、大電力アプリケーションに適合することができます。

データーシートのダウンロード
www.linear-tech.co.jp/LTC7820

For applications help, call (408) 432-1900

DN571 LT/AP 0318 • PRINTED IN THE JAPAN
© ANALOG DEVICES, INC.2018

ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™
POWER BY LINEAR™