

低コストで実現できる白色LED駆動回路

Eddy Wells 米Texas Instruments社

新たに登場した白色発光ダイオード(LED)*が、携帯型電子機器用液晶パネルのバックライト市場で、冷陰極蛍光管*を置き換えつつある。すでにPDA(パーソナル・デジタル・アシスタント)やデジタル・カメラ、携帯電話機などで搭載が始まっている。白色LEDの冷陰極蛍光管に対するメリットは、寿命が長く、効率が高く、動作電圧が大幅に低いこと。順方向電圧は約3Vと低い。さらに供給電流を調整することで、明るさを簡単に制御できる。

図1は、白色LEDを直列に接続したLEDストリングに、供給電流を効率よく制御する回路である。採用したPWM制御IC「TL5001」は旧型品で、業界で標準的に使われている安価なチップである。回路のトポロジーは昇圧型。1セル、もしくは2セルのリチウム・イオン2次電池で駆動できる。LEDストリングに印加する最大電圧は、 Q_3 と SD_1 に加え、PWM制御ICの最大許容デューティ比で決まる。最大許容デューティ比はDTC端子で設定する。なおこの回路は V_{CC} 端子に対して5V電源を入力する必要がある。

インダクター L_1 は、トレードオフの関係にある外形寸法と直流抵抗、インダクタンス値を考慮して選択しなければならない。たとえば直流抵抗が200m Ω で、インダクタンス値が82 μ Hのインダクターを選択した場合、LEDへの供給電流が比較的大きいケースではインダクター電流は連続的に流れるが、供給電流が小さくなると不連続になってしまう。発振周波数はRTピンを使って約200kHzに設定した。

TL5001は、駆動能力が20mAと比較的小さいオープン・コレクター型の出力ドライバーしか備えていない。すなわちバック型*の回路を駆動することを想定して設計されている。そこで図1の回路では、 Q_3 を効率的に駆動するために、 Q_1 と Q_2 から成る低コストのインバーター段を導入した。 R_6 は、 Q_3 のターンオン時間を制御し、さらにターンオフ時間を短縮する役割を果たす。 SD_1 は、逆方向降伏電圧が C_2 でフィルタリングされた V_{OUT} よりも大きい素子を選択する必要がある。 R_7 は、LEDストリングを流れる電流を検出する。この結果

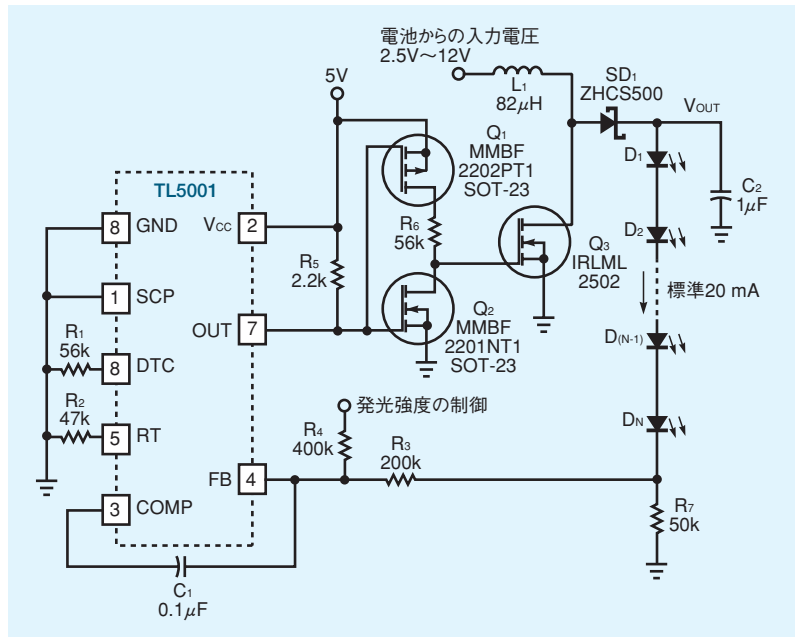


図1 白色LEDを使えば理想的な小型液晶パネル用バックライトを実現できる

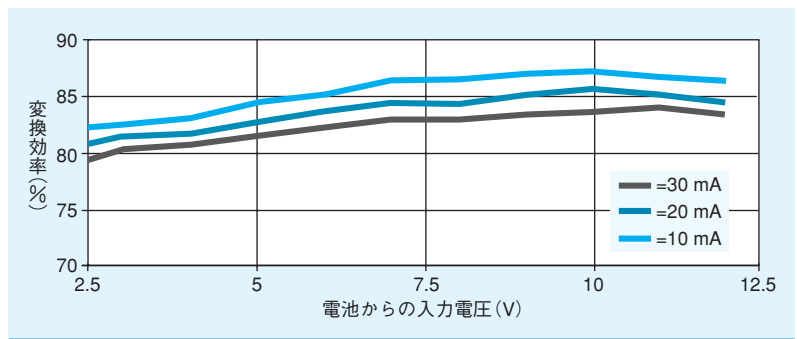


図2 変換効率は80%を超える

をPWM制御ICのFBピンに入力し、1Vになるようにフィードバック制御をかける。

図2に4個の素子を直列に接続したLEDストリングの変換効率を示す。 R_7 と R_3 の間に利得5のオペアンプを付加して、 R_7 の両端での電圧降下を低減すれば変換効率は約2%向上するだろう。ただし、コストは上昇する。

ノート・パソコンのように大きな発光出力が必要な用途には、 V_{OUT} にLEDストリングを追加することで対応できる。ただしこの場合には、各LEDストリングの発光強度を均一にするために、 R_7 と同じ値のダミー抵抗をLEDストリングに接続しなければならない。 □

【白色LED】

light emitting diode
窒化ガリウム (GaN) 系青色LEDのパッケージにYAG (イットリウム・アルミニウム・ガーネット) 系蛍光体を塗布したLED。

【冷陰極蛍光管】

CCFL: cold cathode fluorescent lamps
高電圧を電極間に印加して電子を引き抜き、この電子を蛍光体に衝突させることで発光させる真空管。

【バック型】

電源回路のトポロジーの一種。

単側波帯復調器で高周波帯域に対応

Israel Schleicher 米カリフォルニア州在住

図1は位相ネットワークを使った変調器で、低周波の音声信号を同相成分と直交成分に分割する。この回路の位相誤差はわずか0.15度。さらに、使用する電子部品の誤差に対する感度が低い。これらの特徴は、ほかの位相検出回路に対するメリットと言える¹⁾。

位相ネットワークでの信号の流れを逆にする、すなわち出力に直交信号を与えて入力にタップを設けると、この回路は検波器として機能する。変調器における位相ネットワークには電気的に浮遊状態にある差動出力が2つ存在する。このためこの2つの差動出力を処理する必要がある。これを実現する最も簡単な方法は、トランスを使うことである。今回使用したT₁とT₂は、耐圧が600V、巻数比が1対1のトランスである。中心タップが付いたバイファイラ*1次巻線を有する。この回路に使用するトランスは、1次巻線と2次巻線

の間の結合容量を低減する必要がある。

Q₁~Q₄とQ₅~Q₈は、それぞれ平衡ミキサとして機能する。これらの回路はダイレクト・コンバージョン方式の受信器の一部で、ダイナミック・レンジを広げる役割を果たす。IC_{1A}とIC_{1B}は、直交位相の局部発振(LO*)信号を供給する。なお、これらのICの駆動には、搬送周波数の4倍の信号を必要とする。IC₂では、高周波側の側波帯、もしくは低周波側の側波帯を選択する。試作した回路では、1kHzの変調搬送波に対して37dBの不要側波帯除去比を実現した。3kHzで変調した場合は32dBだった。なお、これらの特性を得るには、この回路の後段に遮断周波数が3kHzの低域通過フィルタを接続する必要がある。

〈参考文献〉

- 1)Zavrell, Robert, J. "New low-power single sideband circuit," Phillips Semiconductor, AN1981.

【バイファイラ】

トランスに巻く金属線の巻き方の一種。

【単側波帯復調器】

single-sideband demodulator
搬送波の上側、もしくは下側の帯域に存在する波(側波帯)のいずれか一方のみを使って復調する方式。

【LO】

local oscillator
局部発振器

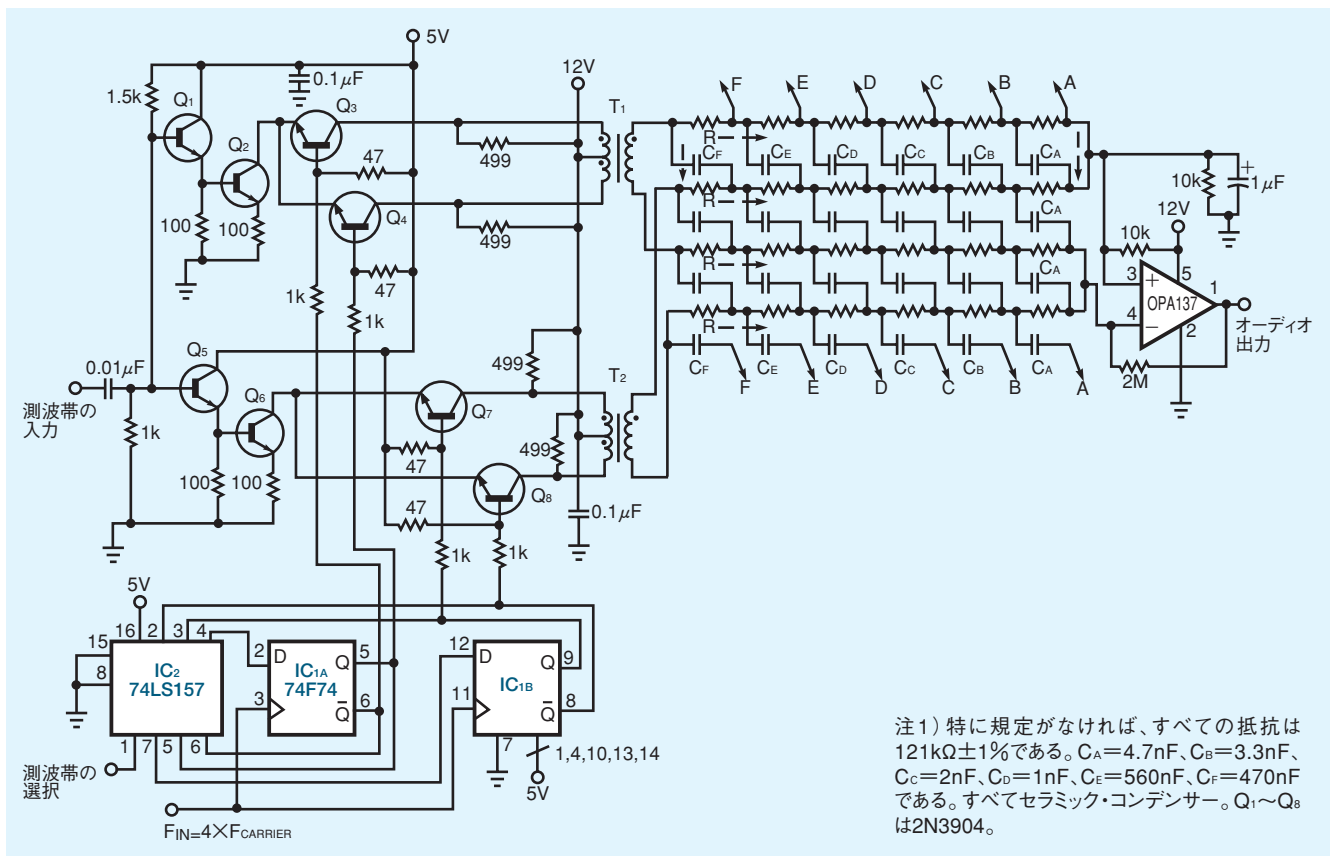


図1 2つのトランスを使って電気的に浮遊している差動出力を処理した単側波帯復調器*

レギュレーターの出力電流を12倍に高める回路

Wayne Rewinkel 米National Semiconductor社

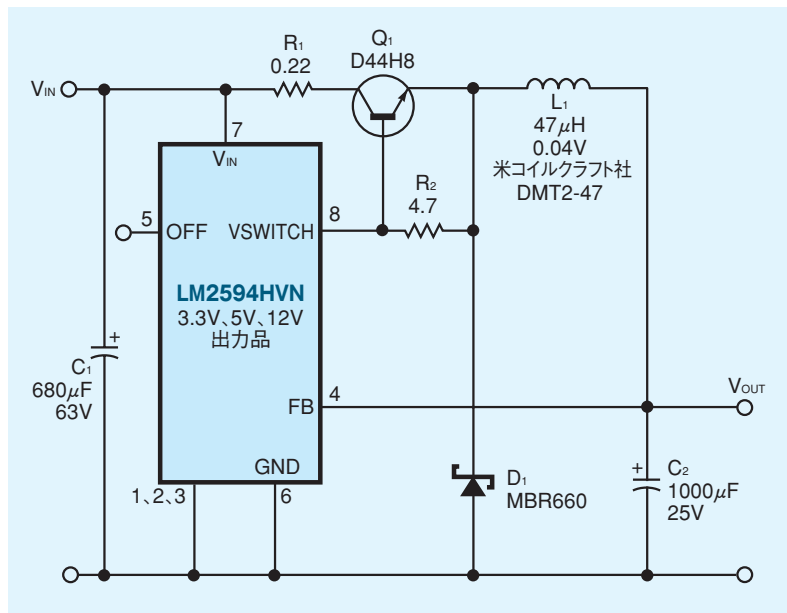


図1 出力電流を12倍に高める回路

産業機器用のDC-DCコンバーターよりも安価に実現できる上に、高い入力電圧、大きな出力電流にも対応できる。

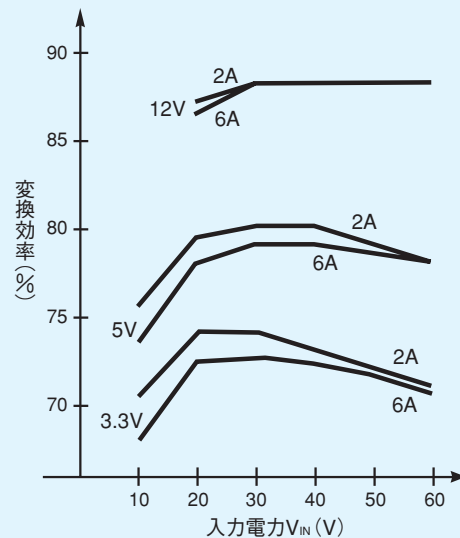


図2 変換効率

15～60V入力の範囲で、比較的高い変換効率を実現できる。

*1) トランジスタの直流電流増幅率。

[ESR] equivalent series resistance 等価直列抵抗

*2) ホームページは <http://www.nichicon.co.jp/>。同社のPLシリーズは、スイッチング電源用のアルミ電解コンデンサーである。低ESRが特徴。

図1は、最小の外付け部品で降圧型スイッチング・レギュレーターICの出力電流を12倍以上に高められる回路である。例えば0.5A出力を12A以上の出力に高めることができる。この回路はICの選択によるが、入力電圧は15～60V、出力電圧は3.3Vと5V、12Vに対応する。図2は入力電圧を60Vとし、出力電圧が12V、5V、3.3Vの場合の変換効率を示したものである。高い入力電圧や大電流出力が必要な用途に向ける。使用したICは「LM2594HVN」で、0.5A出力が可能なスイッチング素子を内蔵した降圧型レギュレーターである。スイッチング周波数は150kHz。Q₁のベースとバイアス抵抗R₂に電力を供給するには、0.5Aの出力電流があれば十分である。

R₂の役割は、6Aでβ^{*1)}が10以上になる高速のnpnトランジスタQ₁を素早くオフにすることにある。R₁の役割は、レギュレーターICの内部動作を分からないと理解しづらい。実際にR₁は、Q₁が飽和し始めるようにするために、ピーク電流で十分な電圧降下を得られるような抵抗値に設定している。飽和が起るとQ₁のβが減少し、トランジスタのベース電

流が0.5A以上に上がる。レギュレーターICは過負荷状態になると、「保護モード」に入り、クロック周波数を減少させる。

この設計例は挿入実装部品を使用している。挿入実装品の方が、ESR^{*}が低いコンデンサーやインダクターが安価で、さらに入手しやすいからだ。この回路は、電源/負荷条件が最悪の場合、Q₁とD₁で3Wずつ消費する。そのため、温度上昇が許容値に収まるようヒート・シンクを使う必要がある。定格の熱抵抗値が6～7℃/Wのヒート・シンクを使えば、最大動作温度85℃で両方の素子を動作させられる。コンデンサーは、ニチコン^{*2)}のPLシリーズの低ESR型を使った。R₂の消費電力は0.25W以下だが、R₁は最大負荷時にV_{IN}が高いときに1W、V_{IN}が低いときに5W以上と大きい。このためR₁は、発熱の影響を最小にするためにレギュレーターICから離して実装する。1～3と6番端子は、温度上昇によるシャットダウンを避けるために、面積が2(平方インチ)以上の接地面にハンダ付けする。ICのオン/オフ機能が不要ならば、5番端子も接地面にハンダ付けした方がよい。 □

カスケード接続したフィルターで高Qを得る

Trong Huynh, John Ambrose 米Mixed Signal Integration社

【スイッチド・キャパシター】
スイッチング動作させたトランジスタとキャパシターを組み合わせた回路。スイッチング周波数を変えることで抵抗値を変えたように見える。

【バターワース】
Butterworth
通過帯域内は平坦だが、しゃ断特性が比較的緩やかな特性を有するアクティブ・フィルター。

【ベッセル】
Bessel
通過帯域内で、平坦な遅延特性を実現できるアクティブ・フィルター。ただししゃ断特性はバターワースよりも緩やかになる。

【楕円】
ellipse
鋭いしゃ断特性を実現できるアクティブ・フィルター。ただし、通過帯域と遮断帯域の両方で等リップルが発生する。

あらかじめ帯域幅が設定されたスイッチド・キャパシター・フィルターIC*なら簡単に手に入る。しかしこうしたICでは、要求する帯域幅やQに対して、満足な性能を得られないといった事態がしばしば起こる。

当社が提供しているスイッチド・キャパシター・フィルターIC「MSFS1」を使えば、高いQのフィルターを実現できる。このICを2つ使い、それぞれのフィルターに供給するクロックの位相を反転させることで実現する(図1)。このICは、周波数応答を選択できる7次の低域通過/帯域通過フィルターICである。FSELピンを使うことで、低域通過と帯域通過のどちらかを選択できる。さらに、FSELが低レベルの状態ではTYPEピンを使えば、バターワース*やベッセル*、楕円*などの中から希望する周波数応答を選択できる。FSELが高レベルのときは、フル、3次、6次などの

オクターブの帯域通過特性を選択することが可能だ。図1に示した回路は2つのICともに、6次のオクターブに設定してある。

MSFS1は、クロック周波数とコーナー周波数の比を50対1に設定してある。クロック周波数を変えると、それと同じ量だけ中心周波数やコーナー周波数が移動する。たとえば、クロック周波数が1MHzであれば、コーナー周波数は20kHz。クロック周波数を500kHzに下げれば、コーナー周波数も10kHzに下がる。

2つのICに供給するクロック信号の位相を逆にするすることで、10次のオクターブを有するフィルターを得られる。クロック信号の位相を反転しないで、単にカスケード接続しただけだと、2番目のフィルターにクロック信号の周期と等しい遅延が発生する。結果として通過帯域のリップルが増加し、さらにフィルターのQは変わらない。

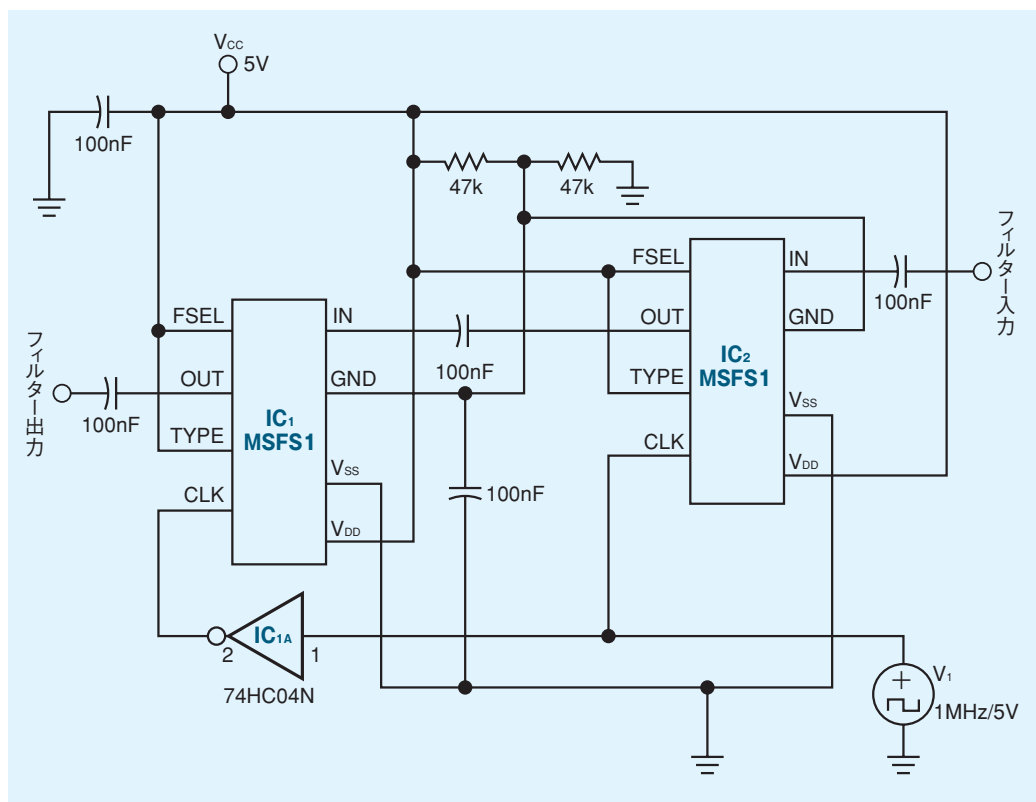


図1 2つのスイッチド・キャパシター・フィルターICをカスケード接続する
一方のスイッチド・キャパシター・フィルターICに供給するクロック信号の位相を反転させる。こうして高いQの帯域通過フィルターを実現した。