

第6章 電源回路の部屋

バーチャル・スタジオ 26

もったいない! 使い古しの乾電池でもLEDを明るく点灯する回路

付録CD-ROM 関連記事 No.1-032

● キーパーツ「コイル」の作り方

図1に示すのは、発振しながら入力電圧を昇圧する電源回路です。使い古しの電池でもLEDがパッと明るく点灯します。宝石泥棒(jewel thief)のJewel(ジュエル)とjoule(ジュール)を掛けて、**ジュール・シーフ回路**と呼ばれています。

キーパーツはトランスです。私はリング状のトロイダル・コアにエナメル線を手巻きして作りました(写真1)。トロイダル・コアを使うと、磁束の漏れの少ない特性の良いトランスを作れます。インダクタンス L [H] は次式で求められます。

$$L = \frac{N^2}{2\pi} \mu t \ln \frac{r_2}{r_1} \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 r_1 : コアの内径 [m], r_2 : コアの外径 [m], t : コアの厚さ [m], μ : コアの透磁率, N : コイルの巻き数 [回]

巻き数を $1/\sqrt{2}$ にすると、インダクタンスが半分になります。

● バーチャル実験! 発振のようすを見てみる

LTspiceで図1の回路を動かしてみましょう。

シンボル・ライブラリでdiodeを選んで回路図に置きます。このダイオードを右クリックして、[Pick New Diode] - [NSPW500BS] を選びます。

コイルはシンボル・ライブラリからind2を選びます。丸印がついているので巻き線の向きはわかります。 L_1 と L_2 をトランスとして動かすには、結合係数 K を定義する必要があります。SPICE Directiveで「k1 L1 L2 0.999」と入力してから配置してください。

シミュレータ上の発振回路は、きっかけを与えないと起動しないことが多いので、電源(V_{CC})に信号源モデルのPWLを使って、1 μ s後に1.2Vに変化するようにしました。内部抵抗は1 Ω です。

図2に実験結果を示します。回路はバッチリ発振しています。LED両端に3.6V以上の電圧が加わっていて電流が流れています。図2(c)から、回路は約700kHzで発振しています。

● 図1の回路のふるまい

図3に示すのは、図1の回路の時間範囲を2 μ s ~ 6 μ sに狭めて再表示したものです。

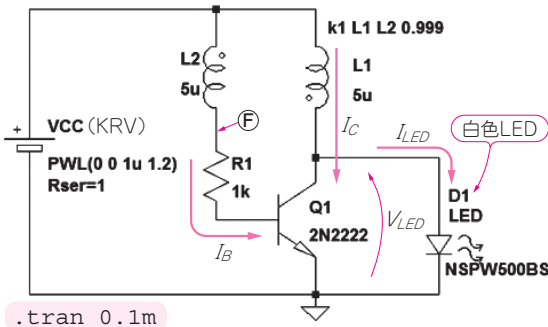


図1 勝手に発振してLEDを点灯し続ける昇圧電源
電源が0.6Vまで低下しても動作し続ける

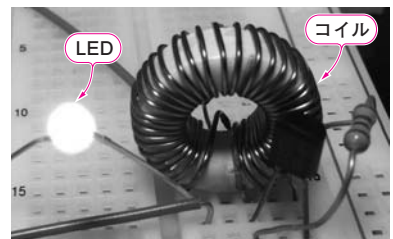


写真1 トロイダル・コアに線材を巻いて手作りしたトランス

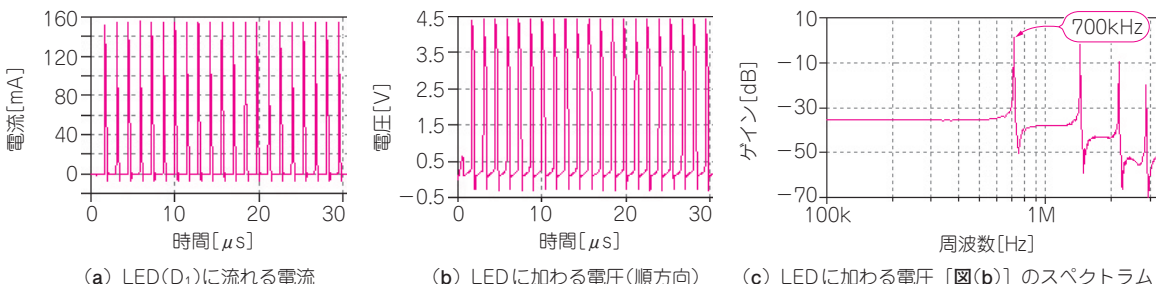


図2 図1のLEDに流れる電流、電圧の波形とスペクトラム
(c)のスペクトラムから発振周波数は約700kHzとわかる