

個別部品で組み立てて動作原理から設計法までを理解する

PLL 周波数シンセサイザの設計法徹底解説

第15回 動作中に分周比を設定できる分周器の作り方

基準信号分周器とプログラマブル分周器の製作

小宮 浩
Hiroshi Comiya

今回は、分周数 N を動作中に可変できるプログラマブル分周器の作り方を解説します。

まず、分周器の簡単な例として、比較周波数を作る基準信号分周器の作り方を解説します。カウンタ IC を使えば簡単です。

次に、プログラマブル分周器の作り方を解説します。プリセット入力を持つカウンタ回路を使うことで、プログラマブル分周器が可能になります。IC1 個では可変範囲が足りないので、2 個組み合わせることで満足できる可変範囲を実現します。

設計したプログラマブル分周器の動作を検討すると、高周波 PLL シンセサイザの三つ目の分周器、プリスケアラの役割がわかります。

〈編集部〉

$$f_{out} = \frac{NP}{R} f_X$$

$$= NPf_R \dots\dots\dots (15-1)$$

f_R は、PLL 周波数シンセサイザの比較周波数となります。出力周波数の可変幅(ステップ・サイズ)を決めることにもなります。

● 基準信号分周器が必要な理由

f_R は通常、水晶発振器の出力信号 f_X を固定分周して作り、数 kHz から数 MHz が一般的です。

水晶振動子は大きさ、性能、作りやすさ、そしてコストの面から数 MHz ~ 数十 MHz が一般的です。よって、水晶発振器の周波数も一般に数 MHz ~ 数十 MHz です。

細かなステップ・サイズが必要な場合、水晶発振器の数 MHz を固定分周器で $1/R$ 分周して f_R とします。

今回の PLL 周波数シンセサイザでは、 f_R を作る分周器は固定分周器の組み合わせとします。

▶ IC ではプログラマブル分周器が一般的

PLL IC の中に備えられている基準信号分周器では、さまざまな仕様に合わせられるようにプログラマブル

分周比固定の分周器

● 適切な比較周波数 f_R を得るための周波数

基準信号分周器 $1/R$ は PLL の比較周波数 f_R を決めます。図 15-1 の PLL 周波数シンセサイザの出力周波数 f_{out} は、(15-1) 式で表されました。

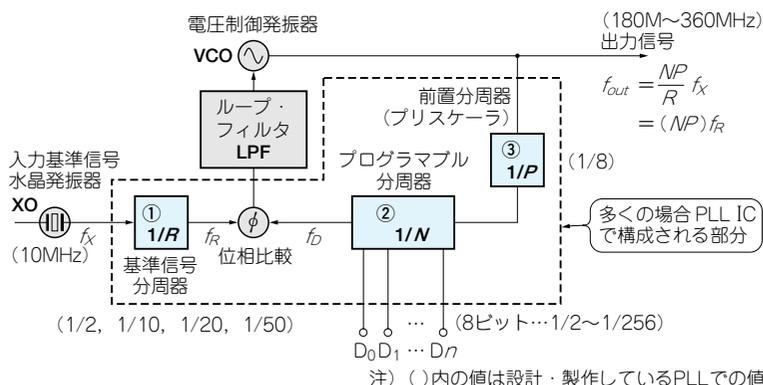


図 15-1 高周波 PLL 周波数シンセサイザのブロック図
カウンタ回路で構成される分周器が 3 種類ある

Keywords

PLL 周波数シンセサイザ, 分周器, 基準信号分周器, 比較周波数, ステップ・サイズ, プログラマブル分周器, 可変分周器, 74HC390, 74HC00, 74AC163

化された可変分周器が一般的です。ただし、周波数の可変には使わず、固定して使います。

● 実験用に複数の基準周波数を得られるよう構成

図15-2に、製作する基準信号分周器のブロック図を示します。ステップ・サイズを変えて動作させてみたいので、複数の f_R を得られるように構成しました。

連載第3回で、PLL周波数シンセサイザの入力基準信号源として、10 MHzの水晶発振器をVCXOとして製作しました。これを分周してPLLの比較周波数 f_R にします。4種類のステップ・サイズをもつ周波数シンセサイザが構成できます。

● 入手しやすい汎用ロジックICを使う

水晶発振器の周波数は10 MHzです。この程度の周波数ならば、汎用のTTLやCMOSロジックICが問題なく動作します。

74HCシリーズ/74ACシリーズにも多段の非同期カウンタ(リプル・カウンタとも呼ばれる)がいくつかあります。そこで、この74xxシリーズで固定分周器を作り、それらを組み合わせることにします。

▶ 2種類のカウンタが内蔵されたICを使用

図15-3(a)に74xx390の内部構成を示します。2進と5進のカウンタが内蔵されています。この2種類の

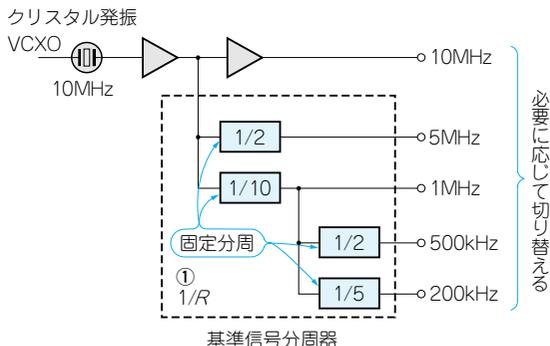


図15-2 基準信号分周器のブロック図
基準信号周波数を変えて実験したいのでこのような構成になった

カウンタを縦列接続すると、簡単に非同期10進カウンタを作れて、1/10分周を得ることができます。

74xx390は2進-5進カウンタが2回路入っています。図15-3(b)に示すように、1/10分周出力にもう一つの2進-5進カウンタ回路を接続すれば、1/2, 1/10, 1/20, 1/40の四つの分周器を構成できます。

▶ 分周の動作を確認してみよう

図15-3(c)に、10 MHzをクロックに入力したときの各分周出力のタイムチャートのシミュレーションを示します。シミュレータには、B²SPICE A/D 2000を用いています。

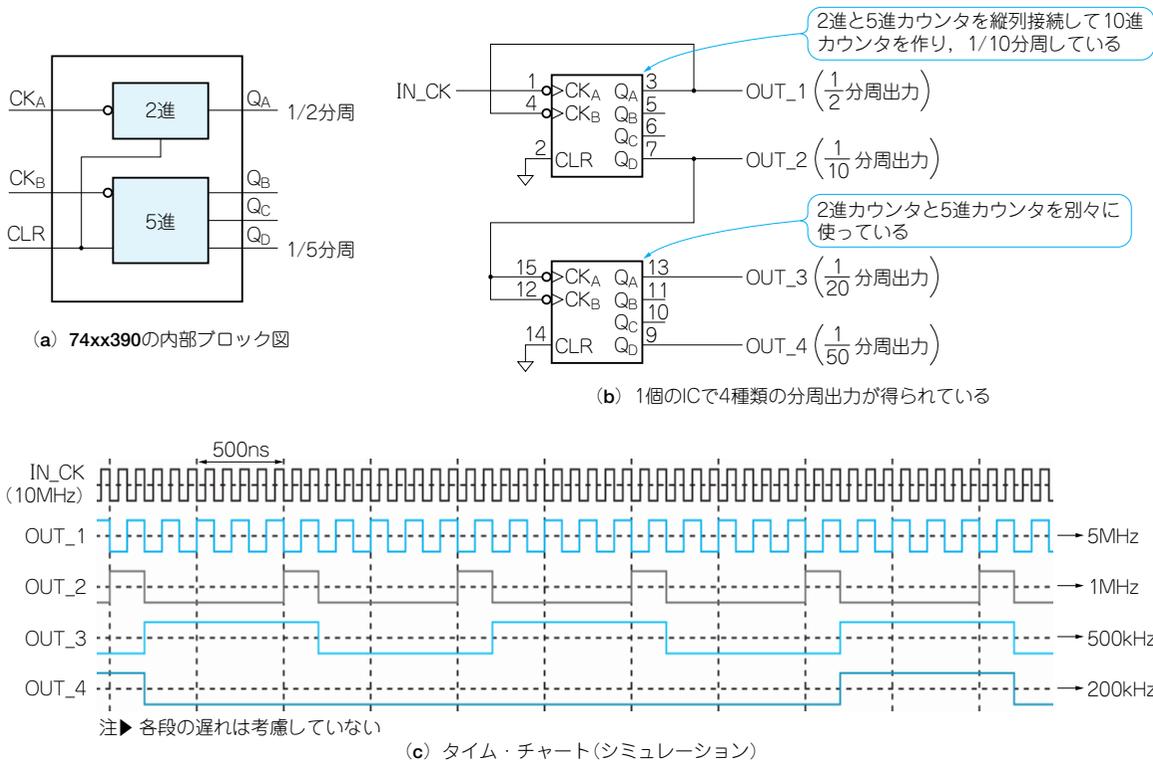


図15-3 基準信号分周器に使ったリプル・カウンタ
74xx390(74HC390, 74AC390など)を使っている