

## 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10回 電圧制御発振器 VCO の設計/製作 その6

##### VCO の位相雑音測定

小宮 浩  
Hiroshi Comiya

この連載では、180 M ~ 360 MHz の PLL 周波数シンセサイザの低位相雑音化を目指した設計法を解説しています。

図 10-1 に、PLL 周波数シンセサイザの基本構成を示します。

入力基準信号源については、連載の第3回と第4回で解説しました。

今回は、第5回から続けてきた VCO の設計/評価法に対する解説の最終回です。次回からは位相比較器の解説に移る予定です。

▶ 帯域を狭めた 180 M ~ 220 MHz VCO で設計法を解説してきた

180 M ~ 360 MHz VCO の設計は、試行錯誤のくりかえしです。設計法を理論に従ってわかりやすく解説することができません。そこで、設計のしやすい 180 M ~ 220 MHz VCO を例示して、設計法を解説してきました。

前回(第9回, 2006年11月号)で 180 M ~ 220 MHz VCO の最終的な設計を行いました。さらに実際に製作して、制御電圧に対する周波数特性を感度と出力レベルの観点から評価しました。

▶ 最終目標の PLL 周波数シンセサイザに使う 180 M ~ 360 MHz VCO の紹介

前述のように設計法については解説できませんが、180 M ~ 360 MHz VCO の回路図と外観を紹介します。これも、180 M ~ 220 MHz VCO と同様に、感度や出力レベルの特性を評価してみます。

▶ 二つの VCO の位相雑音特性を見てみる

前回製作した 180 M ~ 220 MHz VCO と、今回紹介する 180 M ~ 360 MHz VCO、この二つの VCO の位相雑音特性を測ってみましょう。

VCO の位相雑音特性を測るには、ちょっとした工夫が必要です。その工夫について解説します。

▶ コイル以外を使った共振器の VCO を紹介

180 M ~ 360 MHz VCO の LC 共振回路には、セミリジッド・ケーブルをコイル/トランスとして使っています。

周波数帯域が高くなると、共振回路を構成する L には、単純なコイルを使うことが少なくなります。それらの VCO の代表例も紹介します。 <編集部>

#### 試作した 180 M ~ 360 MHz が発振できる VCO の特性

最終目的の「出力周波数 180 M ~ 360 MHz 広帯域 PLL 周波数シンセサイザ」に用いる 180 M ~ 360 MHz VCO です。

● 共振回路にセミリジッド・ケーブルを使っている

図 10-2 に、180 M ~ 360 MHz VCO の基本回路図を示します。また、写真 10-1 に外観を示します。

この VCO の特徴は、同軸線(セミリジッド・ケーブル)の芯線を共振回路のインダクタとして用いているところと、そのセミリジッド・ケーブルを2線式パ

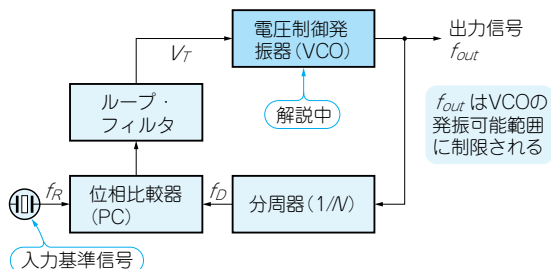


図 10-1 PLL 周波数シンセサイザの基本構成  
VCO は制御電圧  $V_T$  に応じて  $f_{out}$  を作り出す

### Keywords

PLL, VCO, SSB 位相雑音, YIG 同調発振器, 2SC3356, ISV269,  $\mu$ PC1675G, 2SC2712

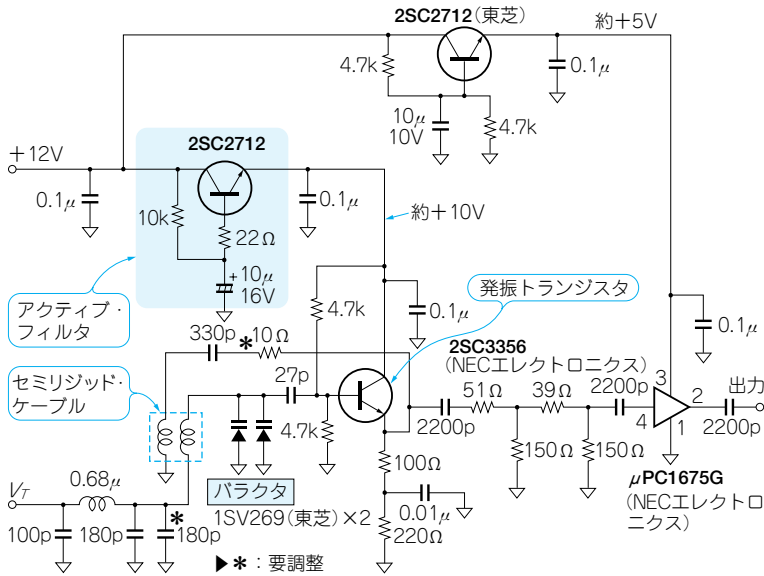


図10-2 180 M~360 MHzVCOの基本回路  
共振回路のLにセミリジッド・ケーブルを使っている

ランとしても利用して、帰還をかけているところです。

● 設計の基礎になるのは前回までの180M~220 MHzVCOでの考え方

この180 M~360 MHzオクターブ発振可能なVCOの設計方法を順を追って記すことができればよいのですが、理論立てて文章で説明するには限界があります。

そのため、VCOの設計法は帯域を狭めた180 M~220 MHzVCOで行ってきました。

180 M~360 MHzVCOでも、基本となる設計法はこれまでの連載、第5回から10回までの間に、180 M

~220 MHzVCOを題材にして解説したことと同じです。

VCOの広帯域化と低位相雑音化はトレード・オフの関係にあり、その中で最良の設計をしていかなければいけません。

シミュレータによる仮想実験と実際の回路による実験を繰り返して、設計をしていく必要があります。

● 制御電圧-出力周波数特性

図10-3には、製作した180 M~360 MHzVCOの制御電圧-出力周波数特性を示します。

制御電圧  $V_T \approx 1.5$  Vで約180 MHzを発振し、 $V_T \approx 10.3$  Vで約360 MHzを発振しています。

PLLを形成するには、感度が周波数によらず一定であることが理想です。しかし、発振周波数が高くなるにしたがって感度が落ちてしまうのが一般的な傾向

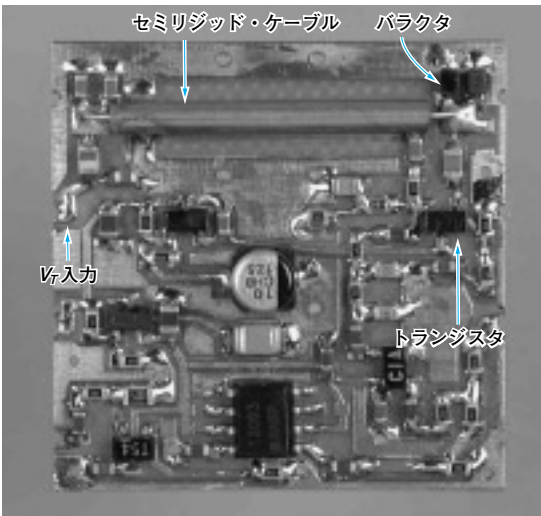


写真10-1 製作した180 M~360 MHzVCO基板

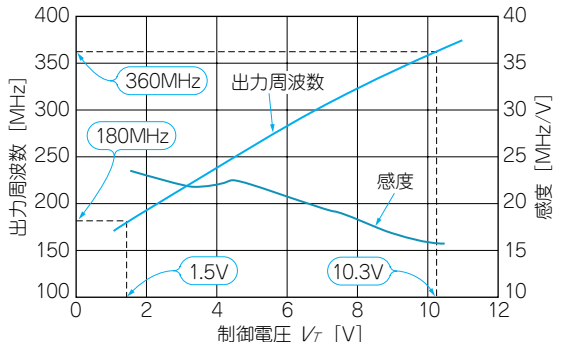


図10-3 180 M~360 MHzVCOの制御電圧-周波数特性  
出力周波数が180 M~360 MHzの  $V_T$ は1.5~10.3 V、感度は20 MHz/V程度