

# 開放スタブを用いた電圧制御発振器の高調波成分の抑圧に関する研究

A Study of Harmonic Suppression of Voltage-Controlled Oscillator by Using Open-Circuited Stubs

高橋 一輝<sup>†</sup> 菅井 太良<sup>††</sup> 谷井 宏成<sup>††</sup> 大野 貴信<sup>††</sup>

Kazuki TAKAHASHI<sup>†</sup> Taira SUGAI<sup>††</sup> Kosei TANII<sup>††</sup> Takanobu OHNO<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 木更津工業高等専門学校 機械・電子システム工学専攻 <sup>††</sup> 木更津工業高等専門学校 電気電子工学科

<sup>†</sup> Advanced Mechanical and Electrical Engineering Course, National Institute of Technology, Kisarazu College

<sup>††</sup> Electrical and Electronic Engineering, National Institute of Technology, Kisarazu College

## 1. まえがき

電圧制御発振器(VCO:Voltage-Controlled Oscillator)とは、印加する直流電圧によって発振周波数を変化させることができる発振器である。低周波数帯の発振器では主に LC 共振回路が用いられるが、周波数が高くなるほど電磁界による影響が無視できなくなるため伝送線を組み込んだ VCO の研究が行われている[1][2]。しかしながら伝送線を共振器に用いると、そのインピーダンスの周期性から基本発振周波数の整数倍に現れる高調波により歪み率が悪化することが懸念される。そこで本研究では、VCO に減衰極の実現が可能な開放スタブを適用し、高調波成分の抑圧を行った。

## 2. 開放スタブを適用した VCO

図 1 に開放スタブを適用した VCO の回路図を示す。共振器は、マイクロストリップ線路構造(FR-4:基板厚  $h=0.635$  mm, 比誘電率  $\epsilon_r=4.7$ , 誘電体損失  $\tan\delta=0.015$ , 銅箔厚  $t=35$   $\mu\text{m}$ )を適用した伝送線路とバラクタダイオード(BB156: NXP Semiconductors 社, 可変容量  $C_d:4.8\sim 16$  pF, 内部抵抗  $R_s=0.4$   $\Omega$ )を直列に接続して構成されている。増幅回路部はバイポーラトランジスタ(2SC3356)を使用したベース接地増幅回路で構成した。また、本研究では第二次高調波と第三次高調波それぞれを抑圧するために 2 本の開放スタブをそれぞれ出力側に接続した。図 2 に回路シミュレータによるこれら開放スタブの伝送特性を示す。図 2 に示した結果より、2 本の開放スタブを用いることで VCO の高調波成分である 2 GHz, 3 GHz 付近に減衰極が実現できていることが確認できる。また、スタブ間に伝送線を設けることで、2 本の開放スタブを VCO に接続することによって変化した基本発振周波数(1 GHz)付近のインピーダンスを補正し発振への影響を低減させた。

図 3 に VCO の出力電力スペクトルを示す。図 3 に示した結果より、基本発振周波数をほとんど変化させずに第二次高調波が  $-22.65$  dBm から  $-53.34$  dBm に、第三次高調波が  $-25.37$  dBm から  $-57.83$  dBm に抑圧できていることが確認できる。また、図 2 の結果から分かるように 4 GHz, 5 GHz 付近にも約 10 dB の減衰量を持つため、第四次, 第五次高調波成分においても抑圧が確認できた。結果として回路全体の歪み率は 5.88% から 0.23% まで低減できた。

## 3. まとめ

本研究では、VCO に開放スタブを適用することで高調波成分の抑圧を行い、回路全体の歪み率を改善した。

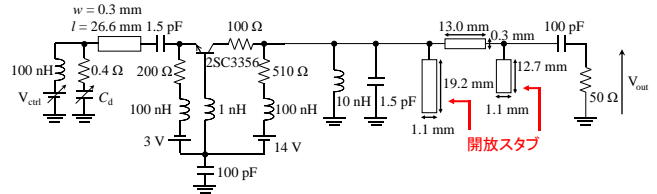


図 1. VCO の回路図

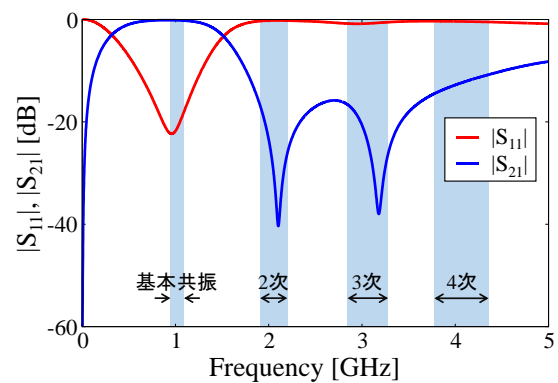


図 2. 適用した開放スタブの伝送特性

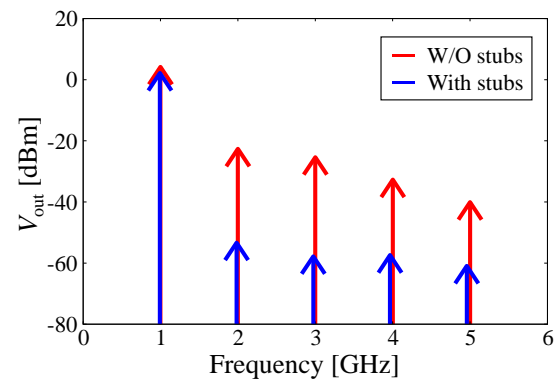


図 3. VCO の出力電力スペクトル

今後は適用した開放スタブに線路の折り曲げや空きスペースを活用した組み込みを行うことで回路全体の小型化や、ベース接地増幅回路の利点を活用した更なる高周波帯での VCO の設計を行う。

## 参考文献

- [1] 石田他, 2004 年電子情報通信学会エレクトロニクスサイエティ大会講演論文集, pp. 33, 2004 年 9 月.
- [2] Q. Liu et al. , 2009 IEEE 20th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, pp. 1592-1595, 2009.