

研究報告

2013/05/30 M2 木村 洸仁

● f_{CEO} 信号位相同期

f_{CEO} 信号を直接位相同期することは難しい，そこで今回は分周器を用いて制御を行った． f_{rep} をロックしすべてのデータを取得した． $f-2f$ 干渉計によって取得した信号を図 1 に示す．RF スペアナ（RBW：300kHz）で計測した．11MHz 付近に 30dB 程度の f_{CEO} 信号が観測された．図 2 に f_{CEO} 信号の位相同期システムを示す．

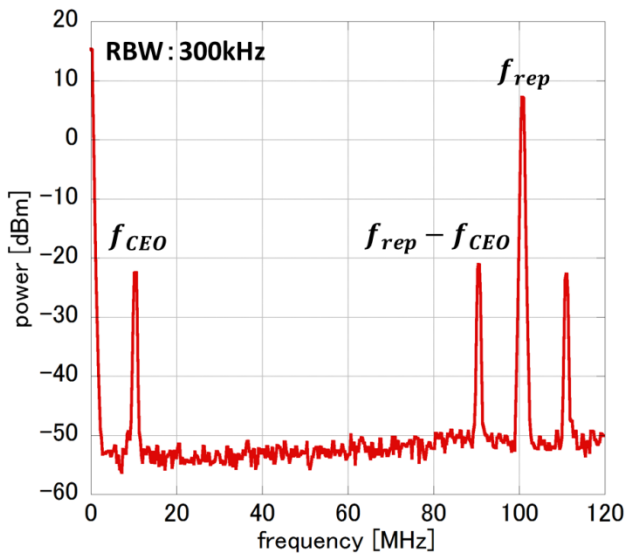


図 1 $f-2f$ 干渉計による取得信号

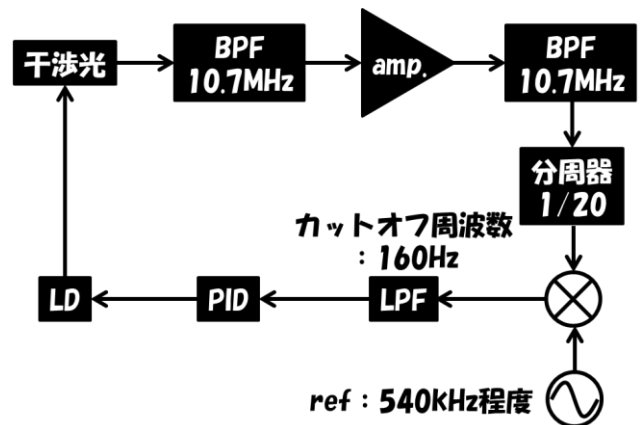


図 2 f_{CEO} 信号位相同期システム

図 1 より，BPF（Mini-Circuits 社：BBP-10.7+）を用いて f_{CEO} 信号のみを抜き出し，アンプ（NF 社：DIFFERENTIAL AMPLIFIER DC-10MHz）する．アンプ前とアンプ後の信号を図 3，4 に示す．

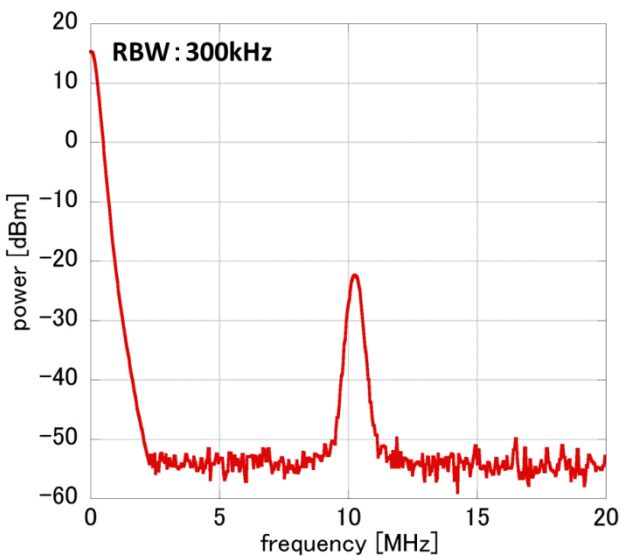


図 3 RF スペアナによる BPF 前の信号

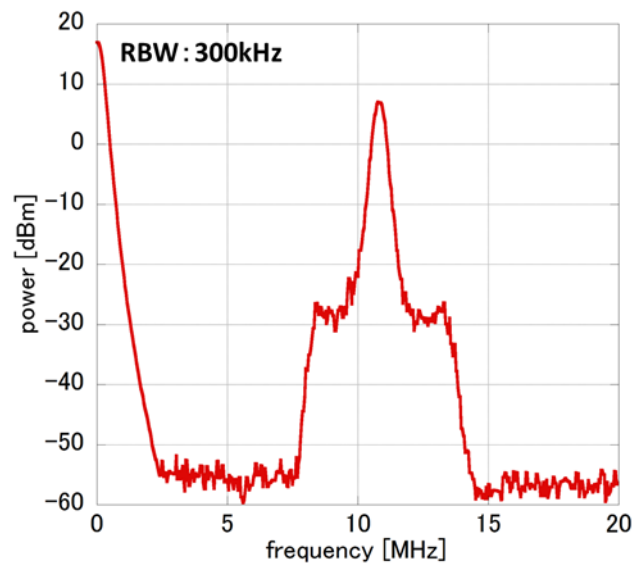


図 4 RF スペアナによる BPF 後の信号

図4の信号をオシロスコープ(500mV/div, 20ns/div)で確認し、周波数10.6MHz, 1.8Vppの信号が得られた(図5)。この信号を分周(HITACHI製:HD10551)し、500kHz程度になるよう分周比を1/20に設定した。オシロスコープ(100mV/div, 500ns/div)で得た信号を図6に示す。ミキサ(Mini-Circuits社:ZAD-6+)に入力するため、適当な強度になるようアッテネータを取り付けている。矩形波になっているが、分周回路の特性だと考えている。

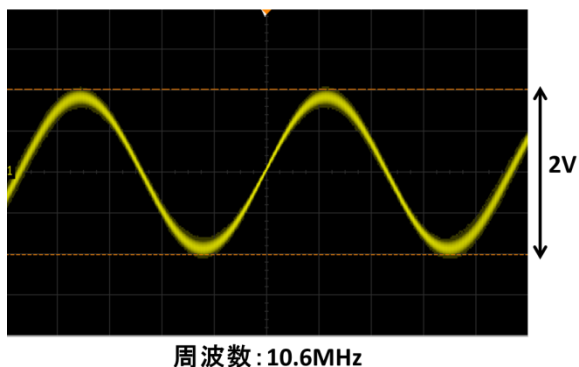


図5 オシロスコープによる分周前信号

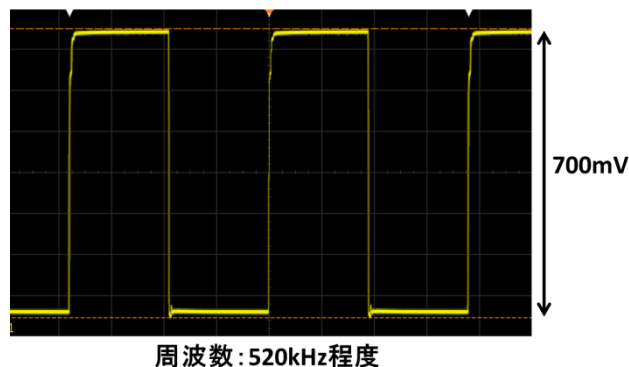


図6 オシロスコープによるミキサ前信号

最後に、ファンジェネ(Agilent社:33522A)と図6で得られた信号をミキシングし、LPF(カットオフ周波数:160Hz)を用いて取得したエラーシグナルを図7(オシロスコープ:10mV/div, 20μs/div)に示す。

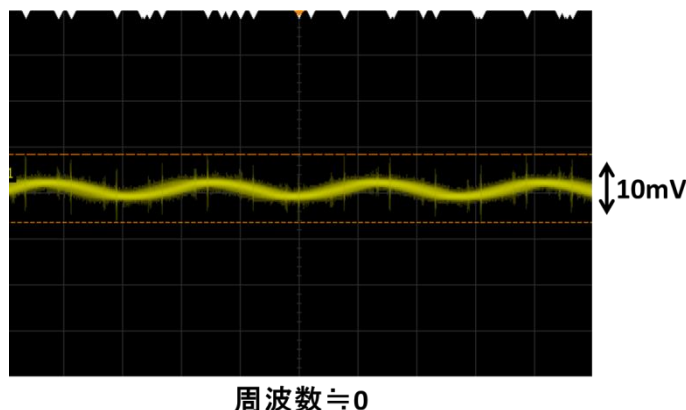


図7 オシロスコープによるエラーシグナル

PID制御(SRS社:SIM960 Analog PID Controller)を介して、エラーシグナルが0になるようオシレータのポンプLDに返している。P制御のみを行い、ref.の周波数を走査したときの変化を図8に示す。RFスペアナのRBWは100kHzである。周波数走査に対し、追従するような動きをしており制御がかかっていると考えている。そこで、上手く制御がかかっているのかを確認するため、周波数カウンタの標準偏差機能を用いて、制御なしとありでの周波数揺らぎを計測した(図9)。サンプリング数:100に設定し、ゲート時間を変えていった。LDカレントによる制御なので高速な制御が行えるはずだが、ゲート時間0.01秒からしか変化が見られなかった。制御が上手くかかっていないと考える。今後はP制御のゲインを強くし、I制御もかけて変化を見る予定である。

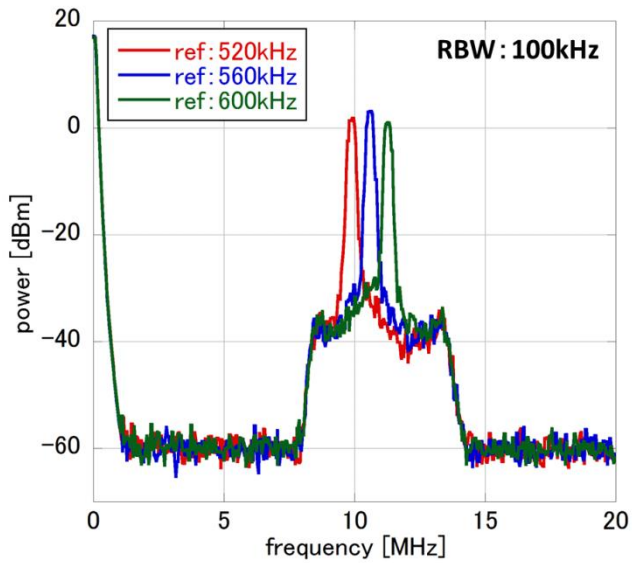


図8 ref.周波数走査に対する f_{CEO} 信号

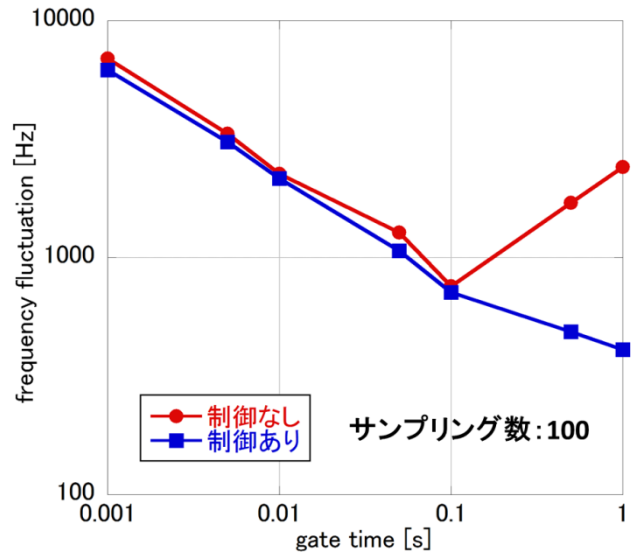


図9 制御有無の f_{CEO} 周波数揺らぎ

●気になる点

①ミキシングする f_{CEO} の分周は妥当か？

以前、分周比 1/44 を用いて 250kHz 程度で行うと説明して頂きました。

②PID 入力前の LPF は妥当か？

160Hz は低すぎでしょうか？数 kHz 程度が妥当でしょうか？

③制御がかかっているかの目安

今回は、追従、揺らぎから判断していますが、他にもっと分かりやすい判断材料があれば教えて頂きたいです。