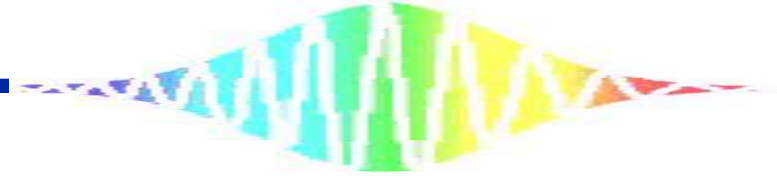


Injection-locking of terahertz quantum cascade lasers

H25年度 後期雑誌会 宿題

M1 林 建太



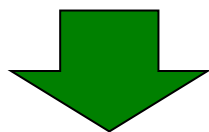
宿題

- インジェクションロックの説明
- サイドバンドについて
- OMOの構造

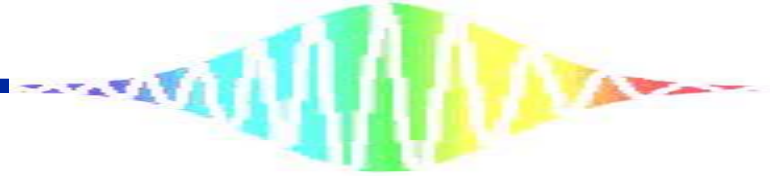
インジェクションロック (光注入同期法)

多モード発振の高出力レーザー (スレーブレーザー) に非常に安定したレーザー (マスターレーザー) 光を注入すること。

半導体レーザーの自走状態では一般に広い波長帯で発振している。ここに周波数 ω_0 の狭い線幅のレーザーを入射することによって周波数 ω_0 の光に対応する誘導遷移確率が圧倒的に大きくなる。



⇒周波数がマスターレーザーに同期される
(周波数揺らぎや線幅は注入信号に依存)

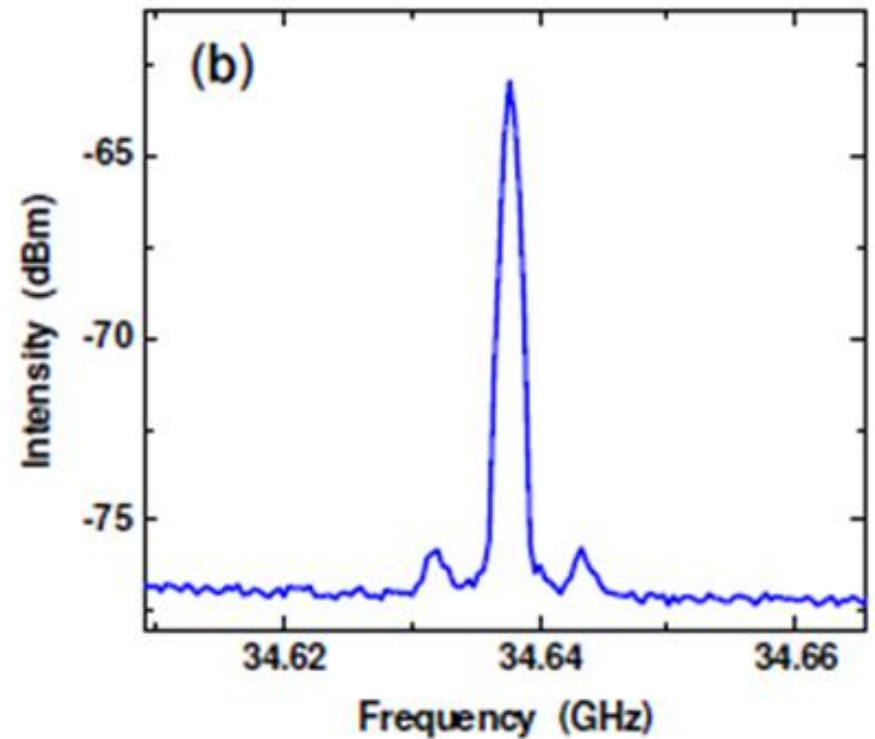
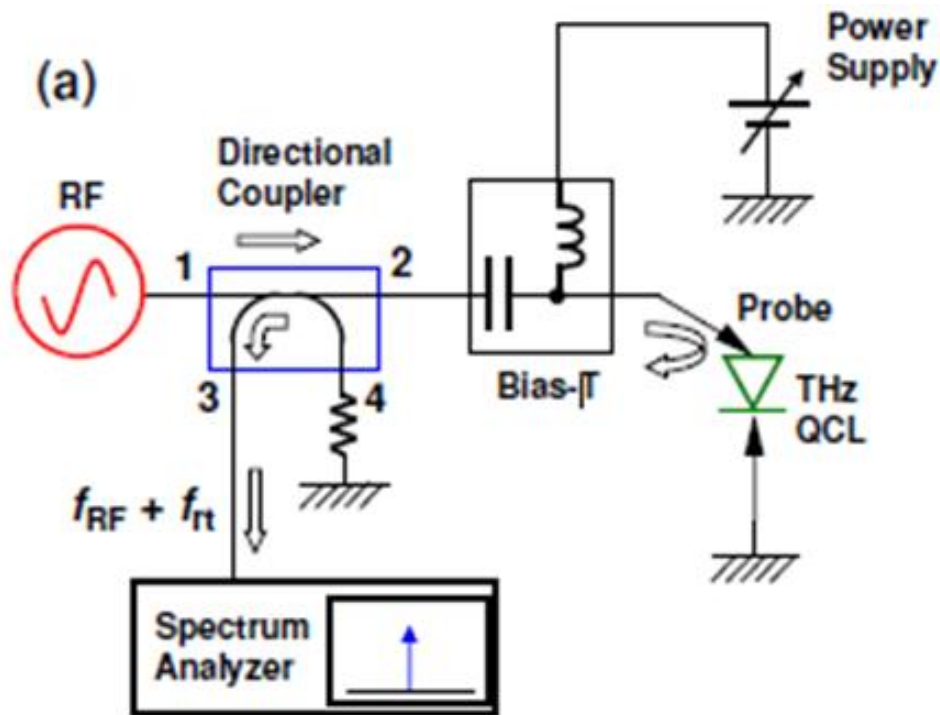


- 計算によってインジェクションロック範囲を算出すると，FSRと注入する信号パワーと注入される信号パワーの比によって決まる

$$\Delta f = 2T * FSR * \sqrt{P_{inj}/P}$$

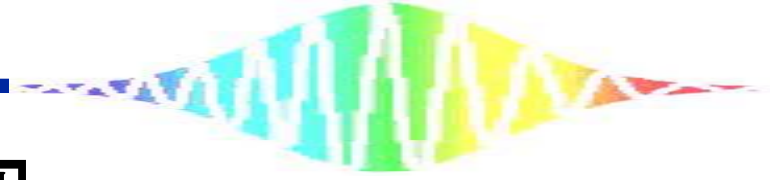
- 上記の範囲内にRF信号を設定することによって，スレーブレーザーの発振周波数がマスターレーザーの周波数 (位相) に一致する

実験装置 (金属導波管型)



金属導波路を用いたTHz-QCL

中心周波数2.2THzにおいてマルチモードで放射する

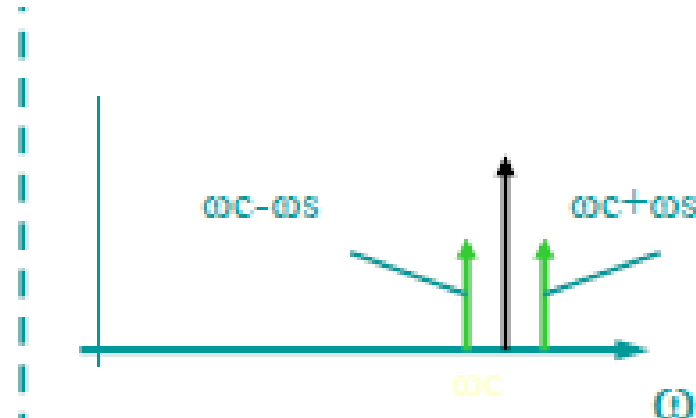
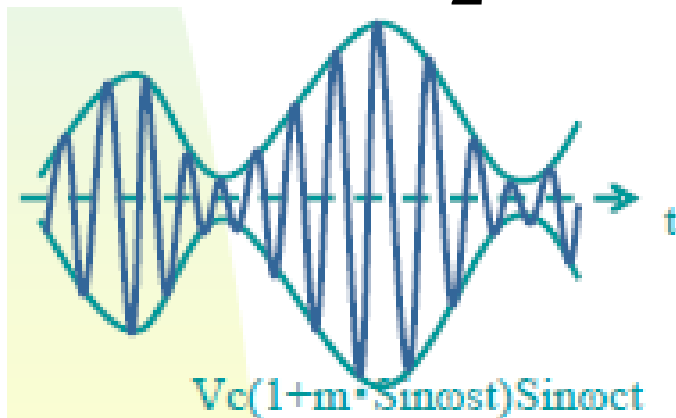


振幅変調

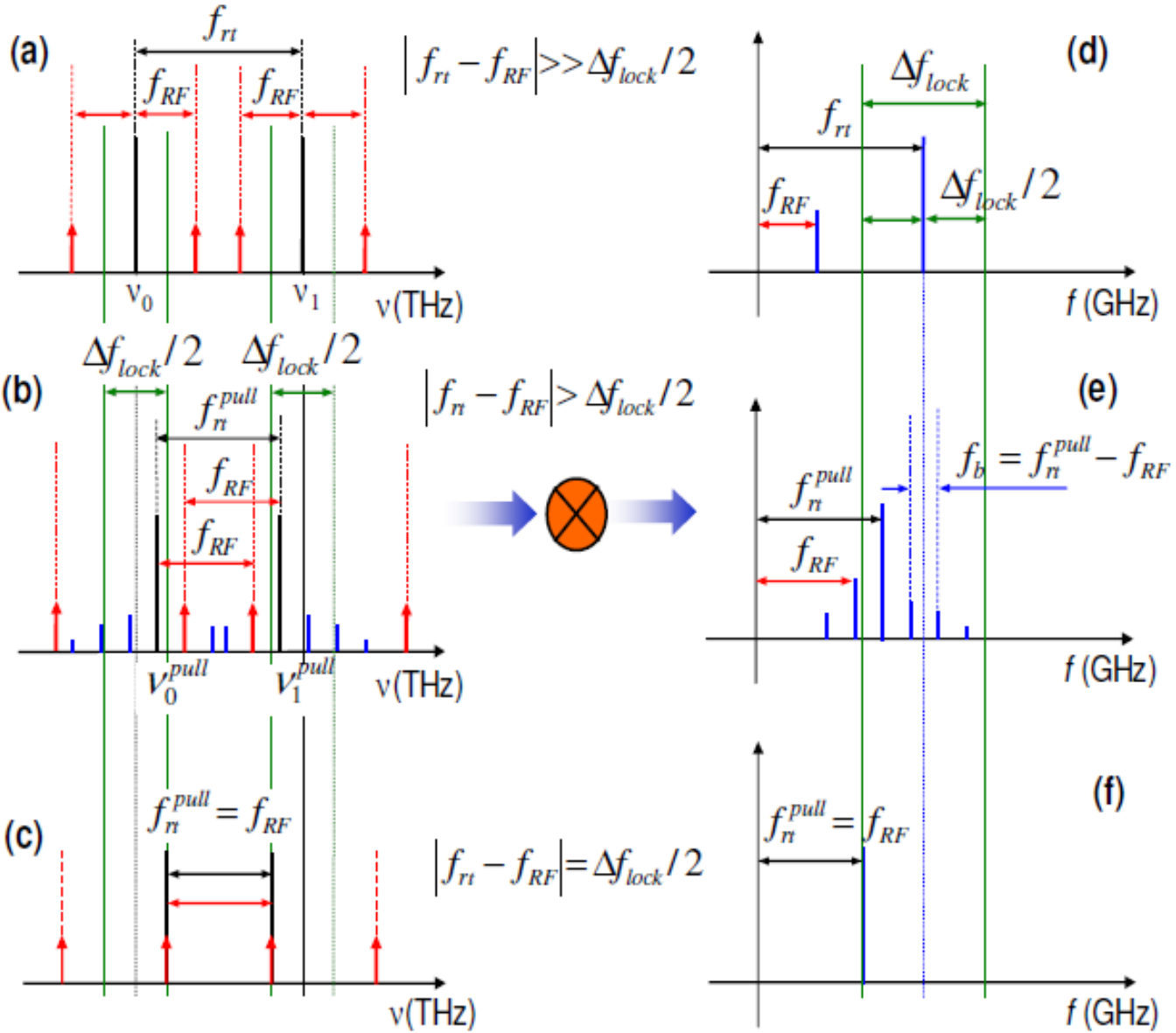
搬送波 $V_c = V_{cm} \sin 2\pi f_c t$

信号波 $V_s = V_{sm} \cos 2\pi f_s t$

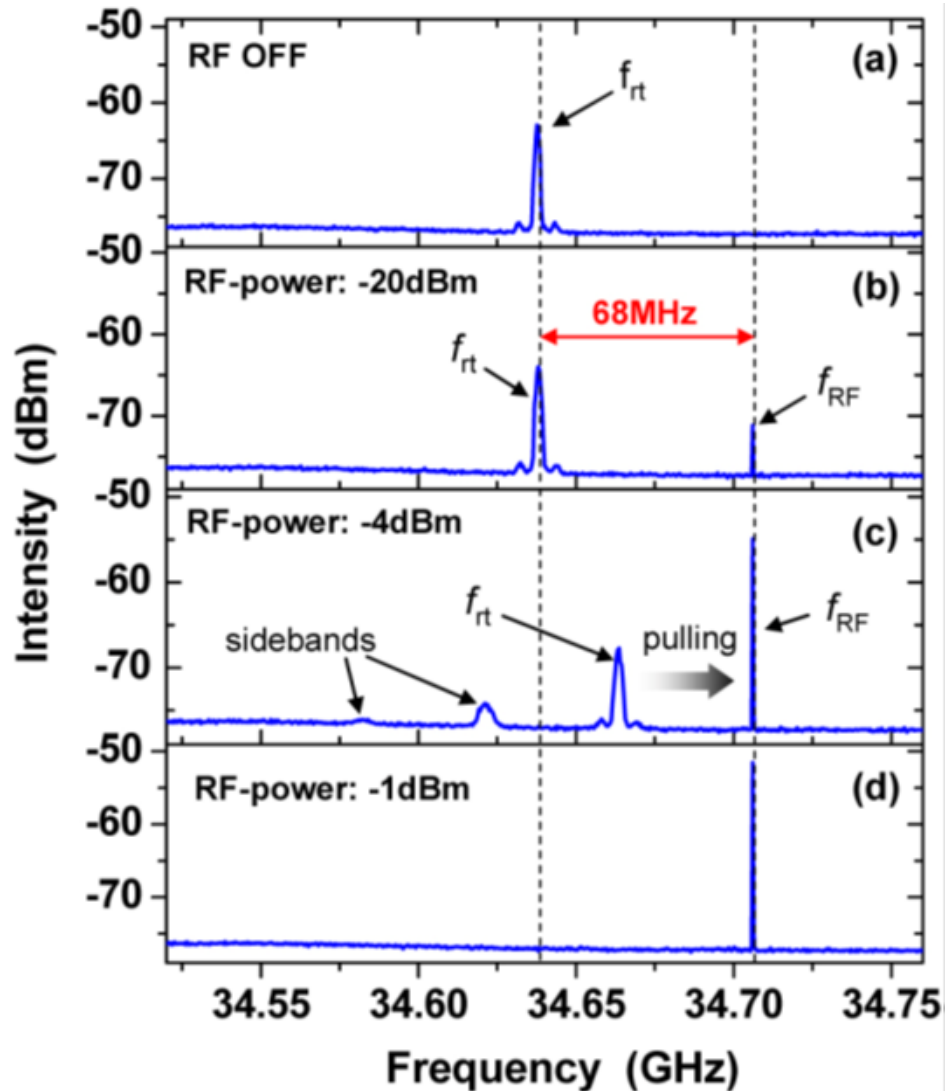
$$\begin{aligned} V_{am} &= (V_{sm} \cos 2\pi f_s t + V_{cm}) \sin 2\pi f_c t \\ &= V_{cm} \sin 2\pi f_c t + \frac{V_{sm}}{2} \sin 2\pi(f_c - f_s)t \\ &\quad + \frac{V_{sm}}{2} \sin 2\pi(f_c + f_s)t \end{aligned}$$



インジェクションロックの過程



実験結果



- RF信号は34.706GHz
- RFパワーを上昇
→ f_{rt} 信号がRF信号に
引き寄せられ、
-1dBmでロックが確認

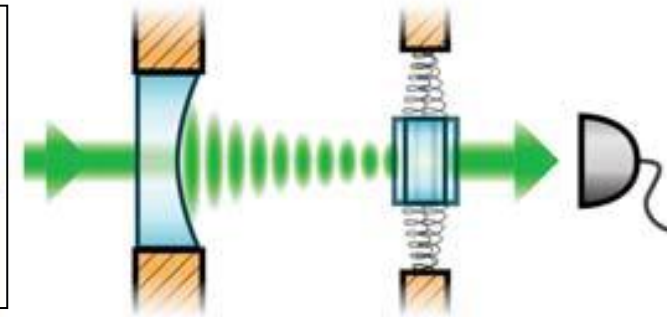
動画(インジェクションロック)



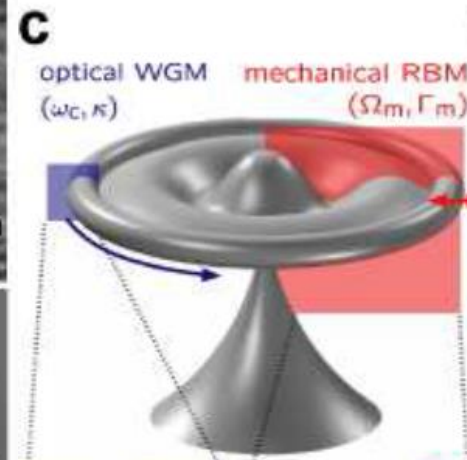
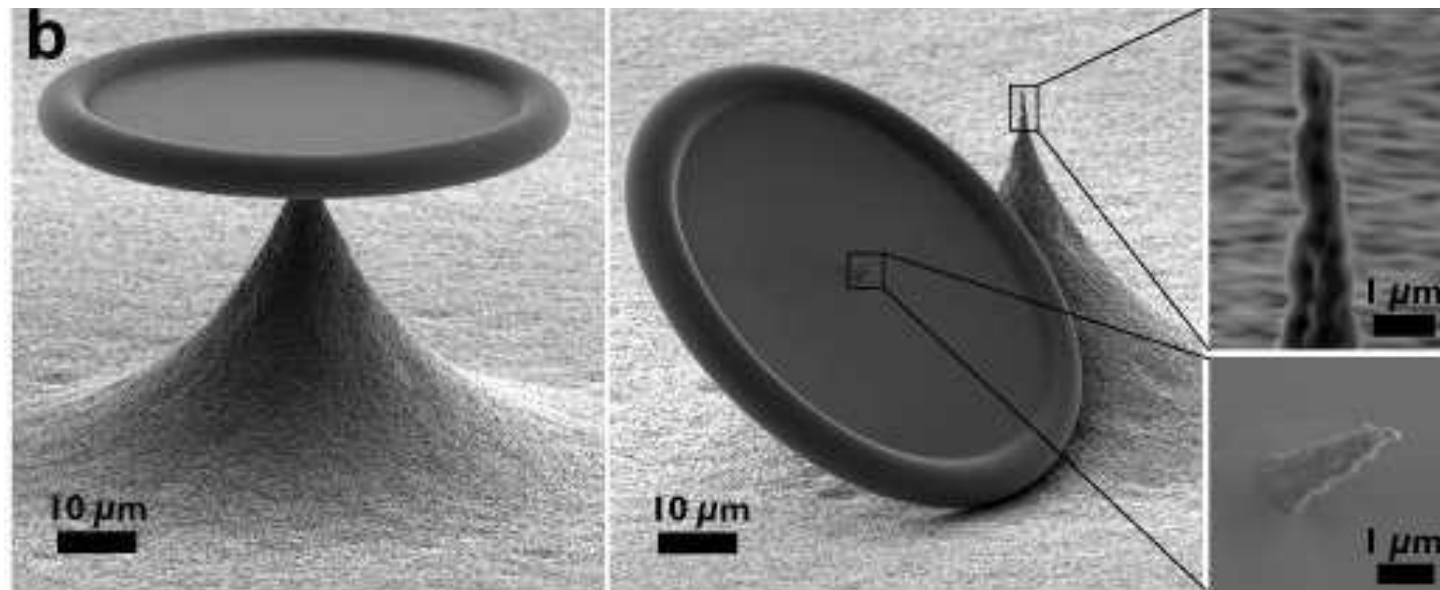
OMOについて

OMO (opto-mechanical oscillator)

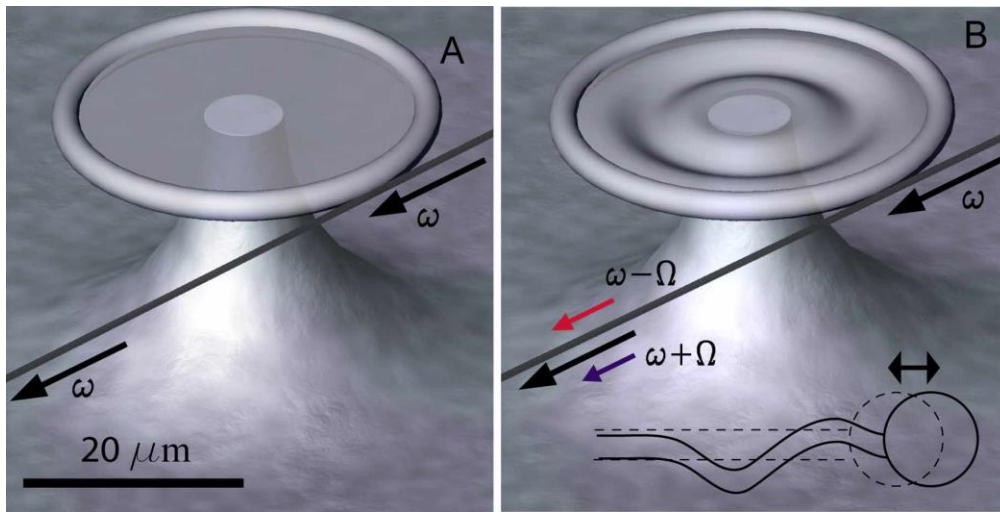
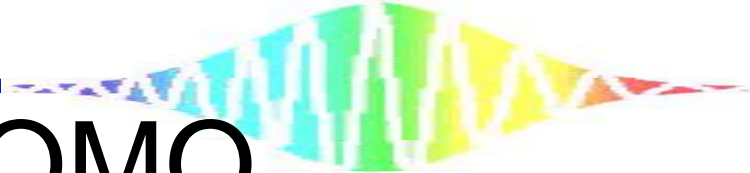
共振器の片側にバネがあり，その機械的振動数によって変調される



microtoroid OMO

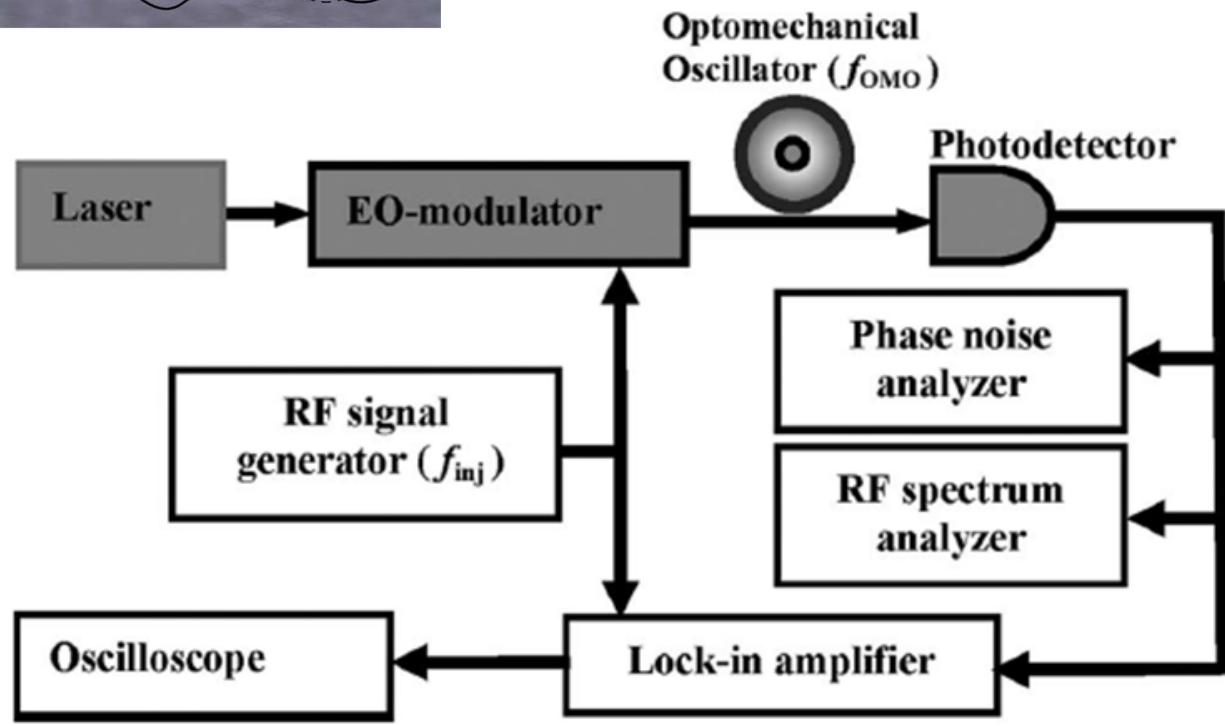


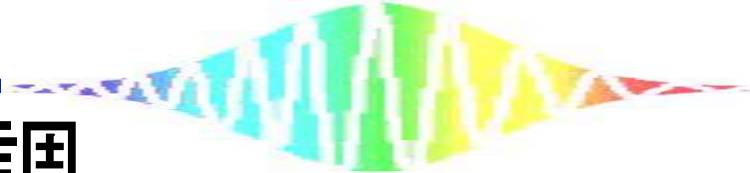
microtoroid OMO



- 注入信号 f_{inj} の振幅が十分大きい
- 発振周波数 f_{OMO} に近い

→ インジェクションロックされる





周波数変調

- FM変調は、変調信号の振幅に応じて搬送波の周波数を変化させる
- 被変調波が f_c を中心とした周波数間隔 f_s の無数の側帯波からなる

