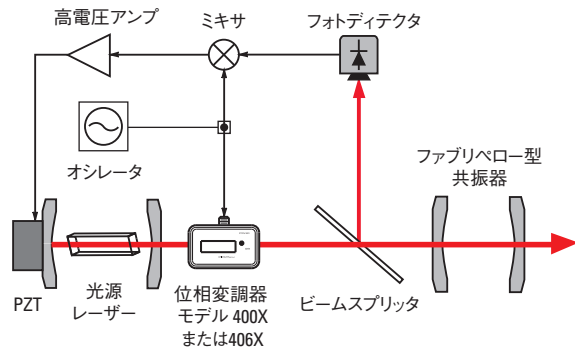


# アプリケーションノート

## 位相および振幅変調器のアプリケーション

### Phase and Amplitude Modulator Applications



Pound-Drever-Hallレーザー周波数安定化システムの略図。

### レーザー周波数安定化

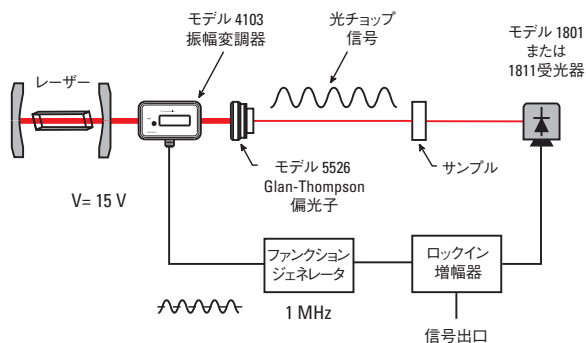
モデル 4001/3または4061/3 (米国特許 #5,189,547号) の共振型位相変調器は、Pound-Drever-Hallレーザー周波数安定化システムで使用するのに理想的なコンポーネントです。この光学FM周波数弁別技術\*は、レーザーの光周波数をロックし、ファブリペロー型リファレンス共振器を安定化するために使用されます。このシステムは、正弦波的に位相変調し、ファブリペロー型共振器の軸モードにカップリングした単一周波数のレーザービームで構成されます。安定化信号は、高電圧アンプにフィードバックされ、ピエゾ (PZT) を駆動します。共振器を通過し、周波数安定化した光は、空間的にも、スペクトル的にもクリーンになります。

(参考文献)

\* R.W.P. Drever, et al. "Laser Phase and Frequency Stabilization Using an Optical Resonator," Appl. Phys. B31, pp. 97.105 (1983).

### 高周波数光チョッピング

振幅変調器のアプリケーションのひとつが、高周波数光チョッピングです。メカニカルチョッパーはよく使用されますが、わずか数千ヘルツの周波数で光強度を変化させてしまいます。多くの場合、この高さの周波数は、検出システムの1/fノイズを避けるには不足しています。モデル 4103のような光振幅変調器は、1 MHzでビームをチョッピングするために使用できるので、ショットノイズに制限された検出を行います。



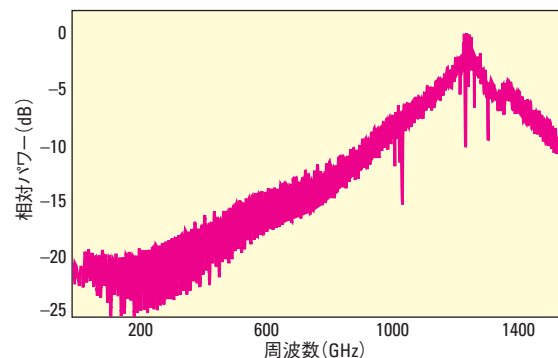
### テラヘルツ光コム発生器

JILA、コロラド大学、米国標準技術局、およびNew Focus™の研究者たちは、10.5 GHzで共振するモデル 4851の試作品を使用し、安定化した波長633-nmのHeNeレーザー光源の3-THz幅で、サイドバンドスペクトルを発生させました。\*\*(10.5-GHz間隔で、250以上のサイドバンドです) 通常、位相変調が発生させるサイドバンドはほんの少しです。(サイドバンド発生に関する説明はP56を参照) しかし、モデル 4851の効率を光共振器と組み合わせることで、下のグラフに示すスペクトルを発生させることができました。

光コム発生と呼ばれるこの技術は、均等な間隔で配置した一連のスペクトル線を、CWの光キャリア周辺の幅広い周波数領域に拡大します。光コム発生器の重要なアプリケーションのひとつが、さまざまな分子および原子の遷移の高分解能分光です。これらの研究は通常、良く知られた周波数リファレンスにロックしたレーザーを使用して行い、これがレーザー周波数近傍の研究対象の遷移に限定します。これとは対照的に、光コム発生は幅広い周波数間隔がコヒーレントにリンクされることを可能にするので、周波数安定化レーザーと光コム発生器を使用することで、レーザーの中心周波数から離れた周波数の遷移を研究できます。たとえば、安定化したHeNeレーザーと光コム発生器を使用することで、633 nm周辺の幾つかの分子のヨウ素吸収線を研究することも、633.6 nmで起こるネオン遷移を研究することもできます。

(参考文献)

\*\* J. Ye, L.-S. Ma, T. Day, and J. L. Hall, "Highly selective terahertz optical frequency comb generator," Optics Letters, 22, No. 5 (1997).

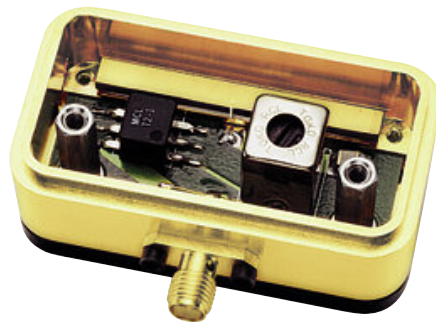


2-THzのフリースペクトル領域のあるファブリペロー型共振器を使用して計測した、コム発生器の出力スペクトル

## 微細構造定数の探求

スタンフォード大学の研究者たちが、弊社の初期モデルのひとつであるモデル 4851 9.2-GHz変調器を使用して原子干渉計実験を行いました。ノーベル賞受賞者であるSteven Chuの指導の下、微細構造定数 ( $a$ ) の精密な判断を目標としました。彼らのとった手法は、プランク定数に対するセシウム原子の質量の割合を計測し、次にその結果を他の物理量の精密計測結果と結びつけます。(微細構造定数とは、耐電粒子と光子の間の相互作用の強さを規定する、無次元結合定数です。) 微細構造定数は電子の $h$ および $g$ 要素を伴う量子電気力学計算から決定できますが、この新しい手法では、よりシンプルに微細構造定数を決定できます。

この実験で使用される原子干渉計には、セシウムの9.2-GHz基底状態の超微細分裂で分割した2つのレーザー周波数が必要でした。Ti:sapphireレーザーのキャリア周波数および位相変調器により生成された一次サイドバンドの一つを使用することで、一つのレーザーを両方の光源として使用しました。これにより、別の独立したレーザーを追加する必要がなくなりました。



モデル 4001共振位相変調器の内部構造  
米国特許 #5,189,547号