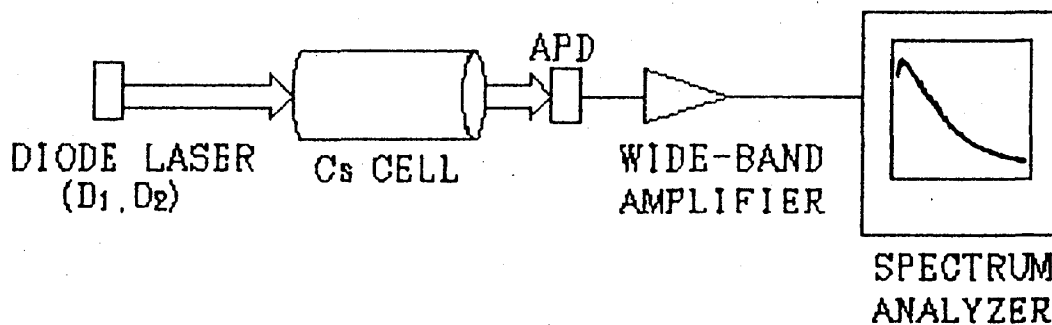


7. 半導体レーザーの自己ランダム変調による新しい RF 分光

田 中 歌 子

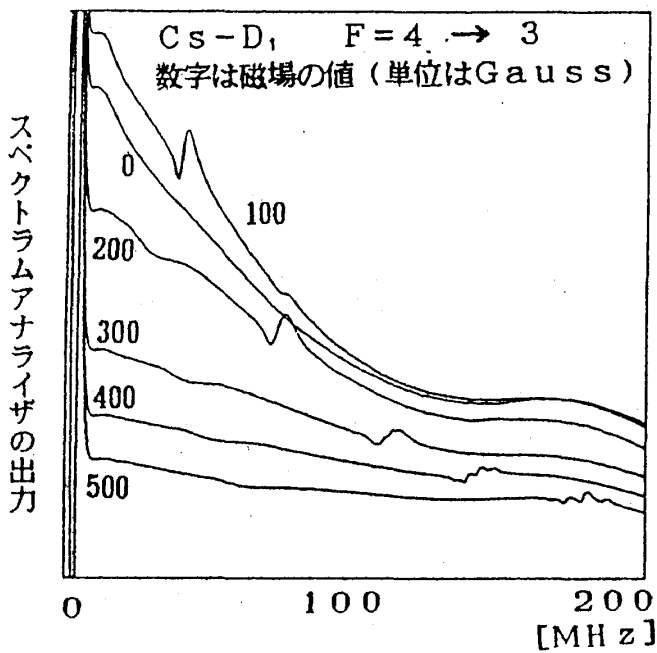
本研究は半導体レーザーの周波数雑音に起因する新しい現象と、その現象を利用した分光法に関するものである。

図1のように半導体レーザー光をガラスセルに封入した気体原子に照射し、透過光を光検出器で観測する。レーザー周波数を原子の共鳴周波数あるいはその付近に同調すると、透過光強度の雑音は著しく増加する。(以下、単に雑音といえは透過光の振幅雑音のこととする) 我々は試料としてCs及びRbを用い、レーザー周波数は D_1 、 D_2 線に同調した。



【図1】

この現象は我々のグループ及び米国のNBSのグループが独立に見いだした。半導体レーザーはわずかな戻り光(外部から反射されてレーザーに戻る光)でも不安定になりやすく、NBSのグループは雑音増加の原因は戻り光にあると推測している。しかし我々は今回、戻り光の影響の無視できる状況でも雑音が増加すること、この雑音は半導体レーザーのスペクトル幅と密接に関係していることを実験により確認し、この現象が半導体レーザーの発振周波数が時間的にランダムにゆらいでいること(これをレーザーの周波数雑音という)によるものであるという結論に達した。



【図2】

さらに透過光の振幅雑音はどのような周波数分布を持つかを調べるため、光検出器の出力をスペクトラムアナライザで解析した。その結果この雑音スペクトルには原子のいろいろな情報が含まれていることを発見した。図2にその一例を示す。レーザー光を円偏光にし、Cs原子に光の進行方向と垂直に磁場を加え、磁場の値を変えてそれぞれの雑音のスペクトルを測定したものである。基底状態のゼーマン副準位間隔に相当する周波数に鋭い共鳴信号があらわれている。同時に励起状態のゼーマン副準位間隔にあたるころ（基底状態の1/3の周波数）にもわずかながら信号が認められる。

図2は 200 [MHz] までのスペクトルだが、雑音のスペクトルは数GHzまで広がっており、D線の励起状態の超微細構造 (Cs D₁ 1168 [MHz] D₂ 152、202、256 [MHz]) の観測も可能であることがわかった。

以上に述べたことから、この現象は分光法として利用できる。この新しい分光法の利点として、1) 半導体レーザー周波数を外部から掃引したり、変調をかけたりする必要がないこと 2) 半導体レーザーは電流制御によりレーザー自身の振幅雑音を非常に小さくできること 3) 異なる周波数の共鳴信号を同時に観測できること 4) 0~数GHzの広い範囲にわたる分光が可能であること 5) あらかじめエネルギー構造の予備知識がなくてもよいことなどがあげられる。

これらの性質を活かした分光や、半導体レーザーの周波数雑音の詳しい研究を今後の課題としていきたいと考えている。