

12. 大出力遠赤外レーザーを用いた高速時間分解 分光システムの開発とその半導体研究への応用

野 阪 雅 弘

遠赤外領域における時間分解分光は、これまでその分解能が $1\mu\text{sec}$ 程度までであった。そこで、大出力ショートパルス遠赤外レーザーと時間分解能 10 nsec のデジタル・メモリを使用して、高速時間分解分光システムを開発した。これにより、 InSb のランダウ電子のスピン緩和など、遠赤外波長域で、数 10 nsec ~ 数 μsec 程度の時間変化をもつ現象を直接に観測することが可能となった。

まず、遠赤外レーザーは、TEA炭酸ガスレーザーで光励起され、パルス幅数 10 nsec ~ 数 μsec で発振する。過渡現象のひとつの観測方法として、試料を CO_2 レーザー光で光励起し、遠赤外光で試料のレベル間変化をモニターする。このとき、 CO_2 レーザーパルスのもつ数 μsec のテールが邪魔になる。そこで、プラズマ・シャッターを用い、パルス幅数 10 nsec 、立ち下がりも数 10 nsec におさまるテールカットされたパルスを得ることができた。

遠赤外パルスは、半導体光伝導ディテクタにより高速検知され、信号はデジタル・メモリに取り込まれる。データの保存と測定器の制御には、マイコン (C15E) を用いた。信号処理にあたって、レーザーパルスの安定度が問題となるが、マイコンの使用により、大量のデータの積算平均が可能となり、パルスの不安定性による信号強度のばらつきを収束させることができた。2秒に1回のサンプリングでは、デジタル・メモリの 20 word の時間情報が得られた。

このシステムの動作をテストする目的も兼ねて、 P-InSb の遠赤外磁気吸収を測定した。プラズマ・シャッターによりテールカットされた CO_2 9 R (16) (波長: $9.2\mu\text{m}$) パルスの直後に別光路の幅数 μsec の遠赤外 (NH_3 $90.6\mu\text{m}$) パルスが続くようにレーザーを調整し、その $9.2\mu\text{m}$ の2光子励起によって P-InSb (4.2 K) の伝導帯に電子を励起して、その後の遠赤外透過スペクトルを測定した。 50 nsec の時間分解能で、キャリア励起後 $1\mu\text{sec}$ にわたっての時間分解スペクトルを得ることができ、このシステムの意図された動作が確認された。マイコンの積算平均の効果により、50%ほどのデータのちらばりを、約10%以内に収束させることができた。