

17. 多成分励起子のフォノン散乱

山根 正雄

Brenig らにより提唱された励起子ポラリトンの共鳴ブリルアン散乱は分散関係の直接測定法として最近大いに発展している。

最近, この共鳴ブリルアン散乱の方法により, 単純な一成分ポラリトンだけでなく, 内部自由度のある多成分ポラリトン (例えば, 閃亜鉛鉱構造の CuBr) について分散曲線を求める。実験が行なわれている CuBr の 1S (Z_{12}) 励起子は 8 成分 ($\Gamma_6 \times \Gamma_8$) から成り, この励起子より作られるポラリトンの分枝間遷移として検出し得る散乱ピークの個数は分枝の組合せの個数より少ないため分枝間遷移とピークとの対応が推定の域を脱し得ない。

ポラリトンの共鳴ブリルアン散乱はポラリトンの励起子成分の音響フォノンによる散乱を通して起こるものであるため, この多成分励起子の分枝間遷移の相対強度比がわかれば, 励起子成分を多く含むエネルギー領域でのポラリトンの散乱ピークと分枝の組合せの関係を明確にすることが可能である。

そこで, 任意の波数ベクトルに対して, 多成分励起子のエネルギー行列を対角化するようなユニタリー変換を導き出し, 励起子の固有状態 (k の 2 次項以外に, k 線型項, 電子-正孔交換相互作用を考慮した状態) を作り, 各分枝の間でのフォノン散乱 (変形ポテンシャル, 圧電ポテンシャル) 過程の相対強度比を求める理論的定式化を行なった。

例として, CuBr について, 散乱の相対強度比を各分枝ごとに計算した。

18. 大出力遠赤外レーザーの製作と半導体の非線形分光への応用

油谷 直毅

半導体の遠赤外領域での非線形分光用光源として TEA (transversely excited atmospheric pressure) CO₂ レーザー励起による NH₃, D₂O の遠赤外レーザーを製作した。

遠赤外光は半値幅 200nsec 繰り返し 0.5 Hz のパルス発振で二十数本の遠赤外発振線が確認された。主な強い発振線は NH₃ レーザーでは 90.6 μm , 151.8 μm の発振線 (それぞれ 10 kW, 2 kW)。D₂O レーザーでは 66 μm の発振線 (4 kW) である。

この大出力の遠赤外光を用いることにより, 半導体の不純物準位等の準位間でラマン散乱, 4 光子ミキシング, 多光子吸収などの多光子過程が観測される可能性がある。また, これらの準位間の光学遷移による光吸収や光電導の飽和現象から電子の励起状態の緩和時間が計算でき

る。

Ge の As, Sb 不純物についてドナーの水素様電子準位の基底状態から励起状態 ($2P_{\pm 1}$, 伝導帯) への光学遷移に伴う吸収を観測した。吸収は光強度の増大とともに小さくなった。この飽和現象から電子の励起状態からの緩和時間を求めた。緩和時間はドナー濃度や遷移した励起状態の違いによる差は見られず ~ 10 nsec であった。Beleznay, Pataki らの Ge ドナーの準位間の遷移確率の理論計算と比較すると、光学的に励起状態に遷移した電子はすぐにフォノンにより $2S$ 状態に緩和し $2S \rightarrow 1S$ の緩和時間が観測されていると考えられる。 n -GaAs のドナー準位については光電導の飽和現象から同様に緩和時間を求めた。

19. 形状記憶効果を示す Cu Zn Al 合金の疲労特性

吉田典生

形状記憶効果は、熱弾性型マルテンサイト変態を示す合金に一般にみられる性質で、マルテンサイト状態で変形したのち温度を上げて母相状態にすると変形前の形にもどるというものである。この現象は、学問的にも実用的にも非常に興味深いもので、発見されて以来約 30 年を経た今日では、その機構も明らかになり、実用化も進みつつある。この実用化の際には、機械的性質を知ることは重要であるし、またそれ以上に、この合金がマルテンサイト状態では通常の金属のような転位のすべりによる変形とはまったく違う機構（マルテンサイトの再配列、マルテンサイト中の双晶界面の移動）で変形するということから、その機械的性質に興味もたれる。特に疲労については、通常の金属のような転位の堆積による疲労破壊の現象は発生しないと考えられ興味深い。その研究は始まったばかりでまだ混沌とした状況である。本研究では、TiNi と共に実用化されつつある CuZnAl 合金の多結晶試料を用いて引張試験、疲労試験を行い、疲労組織を電子顕微鏡で調べ、疲労挙動を明らかにしようとした。疲労試験の結果は次のようになった。くり返し変形を加えると、疲労硬化がおこり、硬化の程度は最初急激であるが、その後は飽和してほとんど硬化しなくなる。硬化が飽和した状態での歪みと疲労寿命との関係を調べると、同じ歪みでの疲労寿命はマルテンサイト変態開始点 (0°C) から 40°C までは大差ないが、マルテンサイト状態では試験温度が低下するにしたがって疲労寿命がのびる。マルテンサイト状態での疲労組織を観察すると、転位密度が増加し、特徴的な転位構造もみられ、さらに転位どうしの相互作用あるいは、マルテンサイトと転位との相互作用が観察されるが、通常の金属にみられるセル構造のような割れの核になる転位の堆積した組織は形成されておらず、結局、破壊は一般に粒界からはじまっていた。