

周波数領域及び時間領域での固体水素 Vibron の分光

電気通信大学 量子・物質工学科, CREST JST

黒田圭司、桂川眞幸、鈴木勝、Fam Le Kien、白田耕藏

Spectroscopy of Solid-Hydrogen Vibron in Frequency and Time Domain

K. Kuroda, M. Katsuragawa, M. Suzuki, Fam Le Kien, K. Hakuta

Department of Applied Physics and Chemistry, University of Electro-Communications, CREST JST

固体水素は、凝縮系にも関わらずスペクトル線幅が非常に狭く、気相と同様な高分解能分光が可能である。同時に孤立分子の量子性と凝縮系の高密度性を併せ持つ系であり、非線形光学媒質として非常に優れた特質を持つことになる。本研究では固体水素における純振動励起状態 (Vibron と呼ばれエネルギーレベルは約 4149cm^{-1}) の位相緩和を Vibron 密度が低い場合を周波数領域において、および高密度に励起された場合を時間領域において測定した。その緩和過程を Vibron-phonon 相互作用というモデルで解析した。

エネルギースキームを図 1 に示す。まず周波数領域の測定には CW のレーザーを用いたラマン損失分光法を用いた。光源には 852nm の半導体レーザー (ω) と 1319nm の Nd:YAG レーザー (Ω) を用いた。得られたスペクトルは 5K 付近においてラマン周波数が 4149.645cm^{-1} でラマン線幅は半値半幅で約 5MHz であった。我々はさらに結晶の温度を 4.2K から 13K まで変化させ、ラマン周波数とスペクトル線幅の温度変化を測定した。得られた結果を図 2 に示す。ラマンシフトとスペクトル線幅の温度依存性はそれぞれ温度の 4 乗と 7 乗で変化した。これはフォノンのエネルギーの温度依存性と同様の関数形をしており、パイブロン位相緩和過程がフォノンによる散乱によって説明される。

さらに Coherent Anti-Stokes Raman Scattering (CARS) の手法を用いて時間領域における Vibron の位相緩和の測定を行った。この測定においてはまず 738nm Ti:Sapphire レーザー (ω) と 1064nm Nd:YAG レーザー (Ω) を用いて純振動励起状態と基底状態間にコヒーレンスを準備する。そこにプローブ光として 532nm Ti:Sapphire レーザーを入射して、 435nm の Anti-stokes 光を発生させる。レーザーは全てパルスである。ポンプ光に対するプローブ光の入射時間を変えて、生成したコヒーレンスの緩和時間を測定している。生成されるラマンコヒーレンスの大きさを変化させ、緩和過程の Vibron 密度依存性を求めた。得られた結果は Vibron 密度の 2 次に比例するフォノンとの散乱過程によって説明することができた。

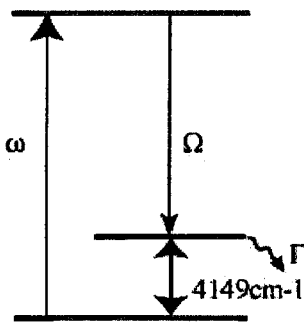


図 1

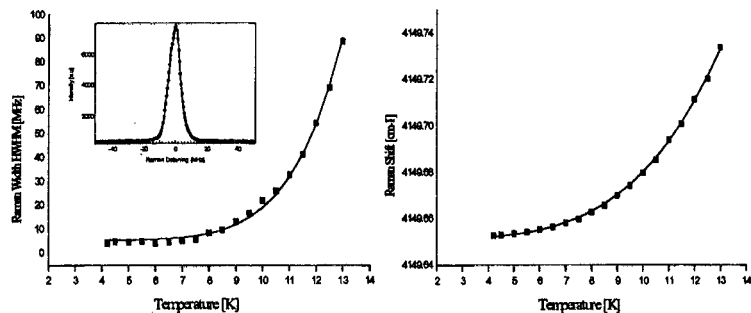


図 2