

東北大学大学院理学研究科物理学専攻・数学専攻・天文学専攻

21世紀 COE 拠点形成プログラム

「物質階層融合科学の構築」

平成15年度リサーチ・アシスタント (RA) 研究報告書

| | |
|------|-----------------------------------|
| 氏名 | 大野 誠吾 |
| 学籍番号 | |
| 専攻 | 東北大学大学院理学研究科 物理学 専攻 |
| 学年 | 博士課程後期3年の課程 1 年 |
| 指導教官 | 齋官 清四郎 |
| 研究題目 | 超高分解能誘導ブリルアン分光法を用いたフォノン-フォノン散乱の研究 |

I. 研究発表 (学術雑誌に15年度中に発表または掲載決定したもの、および15年度中の学会等での本人の発表)

発表論文

- 著者:S.Ohno, T.Ishii, T.Sonehara, A.Koreeda and S.Saikan
題名:Correlated-fields high-resolution spectroscopy
雑誌:Journal of Luminescence, in press (2004)
- 著者:A.Koreeda, T.Sonehara, S. Ohno, Y.Okada and S.Saikan
題名:Thermal diffusivity and nonradiative relaxation rate of the $Q_1(0)+S_2(0)$ transition in solid parahydrogen measured by transient thermal lensing spectroscopy, 雑誌:Physical Review B**68**,224306(2003)
- 著者:S.Saikan, T.Ishii, S. Ohno, T.sonehara and A.Koreeda
題名:Correlated Fields Hole-Burning Spectroscopy in Tm^{3+} :YAG
雑誌:Proceeding of the 8th International Meeting on Hole Burning, Single Molecule, and Related Spectroscopies: Science and Applications,p30(2003)

学会発表

- 日本物理学会 2003年秋季大会 岡山大学
題目:ブリルアン線幅の温度依存性:Akhieser 損失から Landau-Rumer 損失へ
発表日:2003年9月22日,氏名:大野誠吾, 曾根原寿明, 是枝聡肇, 齋官清四郎
- 日本物理学会 第59回年次大会 九州大学
題目:フォノン共鳴とラムゼー共鳴
発表日:2004年3月30日,氏名:大野誠吾, 曾根原寿明, 是枝聡肇, 齋官清四郎

II. 研究活動結果の概要

本研究では従来から開発してきた高分解能誘導ブリルアン分光装置の分解能をさらに向上させ、これまで測定できなかった低温下での結晶におけるブリルアン線幅の温度依存性を明らかにすることを目的に研究を進めてきた。

従来の装置の問題点として明らかになっていたものがレーザーを試料に入射する際の角度である。ブリルアン線のシフト量（ブリルアンシフト）はその散乱角に依存する。そのため入射光をレンズを用いて絞り込むときのビーム径が太いと散乱角に分布が生じ、それがブリルアンシフトの分布となる。さらにはブリルアン線幅の広がりとなり現れていた。これが装置分解能を決定しており分解能 (HWHM) は 300kHz 程度にとどまっていた。

これらのことを改善するために本研究で以下の点を改良した。

- 入射光を試料に絞り込むのに用いるレンズの焦点距離を 2 倍にする。
- 試料にビームを広がらないように誘導する。

下図はこのような改良後に測定したブリルアンスペクトルで TeO_2 結晶の 7K における測定結果である。これを見るとスペクトルが多数本ほぼ等間隔 (230kHz) に現れていて、さらに一本あたりの線幅 (HWHM) は約 20kHz であった。このことから分解能は上の改良の結果、10 倍以上向上したといえる。

スペクトル形状についてブリルアンピークが多数本現れた理由は温度を下げたことでフォノンの平均自由行程が伸び結晶の両端でフォノンが往復することでフォノン共鳴が起こったためと考えられる。ここで重要なのはフォノンと光の相互作用長よりフォノンの平均自由行程が長くなったときに起こるはずの transit-time broadening が、フォノン共鳴が起こっているときは起こらず、試料が本来もつフォノンの減衰率を反映した線幅を持つブリルアンピークが多数本現れたということである。このことからフォノン-フォノン散乱の過程を解明するのに有用な提言として、フォノン共鳴を積極的に起こすことで transit-time broadening を逃れたブリルアン線幅の測定が可能となるといえる。今後、今回得た提言を元に結晶におけるブリルアン線幅の温度依存性をより定量的に明らかにしていきたい。

