

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

|  |  |          |           |         |               |
|--|--|----------|-----------|---------|---------------|
| 研究テーマ<br>(和文) AB   | 高品質微小結晶における光・励起分極波動間強結合がもたらす可能性の探求   |          |           |         |               |
| 研究テーマ<br>(欧文) AZ   | Investigation on potentiality of strong interaction between light and excited polarized wave in high-quality microcrystals |          |           |         |               |
| 研究氏<br>代表名<br>者  | カタカナ CC  | 姓)イチミヤ   | 名)マサヨシ    | 研究期間 B  | 2011 ~ 2013 年 |
|  | 漢字 CB  | 一宮       | 正義        | 報告年度 YR | 2013 年        |
|  | ローマ字 CZ  | Ichimiya | Masayoshi | 研究機関名   | 大阪歯科大学        |
| 研究代表者 CD<br>所属機関・職名  | 大阪歯科大学歯学部物理学教室・講師  |          |           |         |               |
| 概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)  |  |          |           |         |               |
| <p>本研究では、ナノからバルクに差し掛かるサイズ領域にある高品質単結晶特有の光-励起子長距離結合効果を追求して励起子輻射緩和速度・光学非線形性の双方を高めることを目標とし、CuCl 薄膜作製法の改良及び各種非線形光学実験を行ってきた。</p> <p>分子線エピタキシー法をベースとした成膜法では、膜厚制御精度低下の要因であった再蒸発を抑えるための基板温度の見直し、さらに私の独自技術である電子線照射における加速電圧の制御によって更なる高品質化に成功した。作製した試料に対する光学測定においては、典型的な非線形過程である縮退四光波混合 (DFWM) の測定において 100 fs 級の超高速応答を確認する共に励起パルスの入射角・偏光を制御した測定も試みた。その結果、入射角が増すにつれて内部反射率が上昇する s 偏光配置においては光-励起子結合の更なる増強に成功し、100 fs を下回る超高速輻射緩和を観測することに成功した。本研究では、光学非線形の定量的評価に優れ、光スイッチ等で広く利用されている光カー効果の測定系も立ち上げ、スペクトル及び応答速度の測定を行った。得られたスペクトルは複数の鋭いピークを持ち、各ピークの光子エネルギーが光-励起子長距離結合効果による輻射シフトを含めた励起子固有エネルギーと一致する DFWM スペクトルと同様の特異な形状を示すことが明らかになった。また、輻射緩和時間も輻射幅を反映した値を示すことも明らかになり、光との整合性が高い励起子モード (<math>n = 2</math>) においては数 100 fs 以下とバルク結晶における励起子の輻射寿命を3桁上回る超高速光カーゲートの観測に成功した。</p> |  |          |           |         |               |
| キーワード FA   | 超高速  | 励起子      | 非線形光学     |         |               |

(以下は記入しないでください。)

|            |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 助成財団コード TA |  |  |  |  | 研究課題番号 AA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 研究機関番号 AC  |  |  |  |  | シート番号     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| 発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。） |                    |   |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|-----------------------------------|--------------------|---|-------------------|---------------------------|---|---|---|--------------------|-----|
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> | Growth of high-quality CuCl thin films by a technique involving electron-beam irradiation |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  | Masayoshi Ichimiya<br><i>et al.</i>   | 雑誌名 <sup>GC</sup> | Journal of Crystal Growth |   |   |   |                    |     |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | 372~375   | 発行年 <sup>GE</sup> | 2                         | 0 | 1 | 3 | 巻号 <sup>GD</sup>   | 378 |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> | CuCl CuCl 薄膜における斜入射条件下での励起子輻射緩和の高速化   |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  | 神菌建太、一宮正義 他   | 雑誌名 <sup>GC</sup> | 光物性研究会論文集                 |   |   |   |                    |     |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | 349~352   | 発行年 <sup>GE</sup> | 2                         | 0 | 1 | 2 | 巻号 <sup>GD</sup>   | 23  |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ~   | 発行年 <sup>GE</sup> |                           |   |   |   | 巻号 <sup>GD</sup>   |     |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |                           |   |   |   | 総ページ <sup>HE</sup> |     |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |                           |   |   |   |                    |     |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |                           |   |   |   | 総ページ <sup>HE</sup> |     |

欧文概要 EZ

I this study, I have improved the growth method of CuCl thin film and measured the nonlinear optical processes in order to investigate and to improve both exciton radiative decay efficiency and optical nonlinearity.

As for the growth method base on the molecular beam epitaxy, I have reconsidered the substrate temperature, which may cause the decline in the control accuracy of film thickness, and adjusted the accelerating voltage of electron beam used by my original method. As the result, the quality of CuCl thin films has been improved. In optical measurements using grown films, I have observed ultrafast decay in the order of 100 fs in the degenerate four-wave mixing (DFWM), which is typical nonlinear process, and measured the dependences on incident angle and polarization of excitation pulses. I have succeeded in observing ultrafast radiative decay below 100 fs due to the enhancement of light-exciton coupling in the configuration of s polarization where the internal reflectivity increases with incident angle of light. I have established the system for measuring the optical Kerr effect, which is suitable for the estimation of optical nonlinearity and often used as the optical switching device, and measured the spectra and response speeds. Measured spectra show several peaks similar to those of DFWM, which are in good agreement with the calculated eigenenergies including the radiative shift in the light-exciton coupling system. Furthermore, the decay time reflects the calculated radiative width, I have succeeded in demonstrating the ultrafast Kerr gate below a few 100 fs, which is three orders of magnitude faster than that of bulk crystal, for the excitonic state with large radiative width.