

## <記事>量子精製研究分野 (1999.1-1999.12) (研究活動報告)

著者	溝口 庄三, 中島 敬治, 佐藤 俊一, 羅 海文, 木村 世意, ルクレスク カタリン, 鍋嶋 良径, 深谷 勇次
雑誌名	東北大学素材工学研究所彙報 = Bulletin of the Institute for Advanced Materials Processing, Tohoku University
巻	55
号	1/2
ページ	116-117
発行年	2000-03-10
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/34281">http://hdl.handle.net/10097/34281</a>

**【研究活動報告】 量子精製研究分野 (1999. 1~1999. 12)**

教授: 溝口庄三  
助 教 授: 中島敬治  
助 教 授: 佐藤俊一  
講 師: 罗 海 文 (研究機関研究員)  
受託研究員: 木村世意  
研究留学生: カタリン ルクレスク  
大 学 院 生: 鍋嶋良径, 深谷勇次

本研究分野では、レーザー光を用いた新しい超高純度素材精製プロセスの基礎研究を主たる研究テーマとしている。この他、レーザー光による新素材創製プロセスや素材評価の手法の開発も行っている。本年度の主な研究成果は以下の通りである。

**1. レーザークーリングに基づく新しい精製プロセスの基礎研究**

素材の高純度化は高度技術の開発には必須の要素であり、将来的にはテンナイン程度の超高純度化が求められようとしている。しかしながら、従来の手法ではこのような純度を得ることは極めて難しいものと考えられている。従って、全く新しい原理に基づく精製プロセス開発の研究が急務とされており、本研究分野ではレーザーを用いた新しい超高純度素材精製プロセスの開発研究を行っている。その一つとして、本研究者らはレーザー光と原子の相互作用に基づく新しい精製プロセスを提案し、現在その実現のために必要な技術の確立を試みている。

昨年度は回折格子の機械的振動に起因するレーザー変調周波数ノイズ成分の除去のためにレーザー装置の改良を行って実験を行い、速度分布の狭い原子ビームを得ることが可能になった。本年度は、精製プロセスの第二段階である原子回折の実験を試みているところである。また、同時に安定化レーザー周波数変調法の開発を行い、簡便で高効率な原子制御法の確立を目指している。

**2. II-VI属半導体結晶の光学的評価**

ZnSe は直接遷移のワイドバンドギャップ半導体であり、レーザーおよび光デバイスとしての応用が期待されている。現在のところ、いくつかの研究グループがレーザー発振に成功しているが、実用化のためには半導体の結晶性の向上がキーポイントの一つと考えられている。本研究では、ZnSe が光学的に極めて良質の結晶であり、またバンドギャップが大きいことを利用して、その結晶性を非線形光学現象に基づいた手法で評価することを試みている。

本年度は、波長 400nm の光による室温付近までの発光観測を中心に行った。その結果、低温では 2 光子吸収に起因すると見られる励起子分子からの発光が観測された。この非線形な発光は、温度の上昇とともに発光強度が弱くなるものの、室温においても十分な強度で観測された。その起源を明らかにするため、強度や偏光依存性などを測定している。

本研究は本研究所物理精製研究分野との共同研究である。

**3. 高強度フェムト秒レーザー光によるアブレーション**

近年のレーザー技術の進歩によって、ごく最近ペタワットという極めて高強度のレーザー光が得られるように

なり、レーザー加速、電子-陽電子対生成、X線レーザー、ガンマ線レーザーなどへの応用が期待されている。この中でも、レーザーアブレーションの研究においては、高いプラズマ温度の実現や高エネルギーイオンビームの生成が予想され、薄膜上の新しい物質精製の手法として大いに期待されている。本研究分野においては、高強度フェムト秒レーザーシステムを用いたレーザーアブレーションの研究を開始しており、超硬薄膜と期待される窒化ボロン(BN)薄膜の作製とプルーフの分光学的測定を行った。

得られた窒化ボロン薄膜を XPS で解析したところ、ボロンと窒素の割合が化学量論的組成からずれていることがわかった。また、作製した膜の構造はヘキサゴナルに近いことも判明した。基板温度などの条件を変えることによってキュービックな構造の膜作製を目指している。

分光学的な測定については、超短パルスと比較的長いパルスによる差異を中心に調べた。その結果、カーボンと窒化ボロンターゲットにおいて、異なる結果が見出され、ターゲットの吸収特性およびレーザー光強度との関連性から議論を行った。

#### 4. 光誘導ドリフトによるリチウムの同位体分離

レーザー光の波長が短く、より実用的であると思われるリチウム原子の同位体分離を試みている。レーザー波長は 671nm であり、リング型色素レーザーおよび半導体レーザーを用いた。リチウムは他のアルカリ金属よりもドリフトが観測しにくいいため、レーザー光の強度に対する発光強度の観測を通じて現象の発現を確認する作業を行っている。リチウム蒸気の不安定性やバッファガスとの反応などの問題点を把握しつつ、リチウム蒸気からの発光測定によって、予備的ながらドリフト現象が見出されつつある。さらに実験条件の最適化に努め、ルビジウム程度の強い効果を実現する予定である。

#### 5. フェムト秒レーザー光による薄膜熱物性計測

薄膜の熱物性を測定するために、時間幅の短いフェムト秒のレーザー光を用いて、ポンププローブ法に基づく試料の温度変化測定を行っている。

本年度はアルミニウムやモリブデンなどの比較的信号強度が強く得られる試料を用いて実験を行った。フェムト秒レーザーの特徴を生かして、数 10 ピコ秒の短い時間領域での温度の変化を捉えることができた。また、信号の解析によって、非フーリエ的な現象が生じていることが示唆された。これは従来法では観測不可能であり、本方法が材料のよりマイクロな特性を考慮した解析が必要であることを意味していると考えられる。今後はこの新しい知見をもとに、薄膜の新しい熱物性評価法の確立を目指した研究を行う予定である。

本研究は本研究所組成評価研究分野との共同研究である。

#### 6. 単一モード高出力半導体レーザーの開発

本研究室で用いられることの多い単一モードレーザーを簡便に得るために、高出力半導体レーザーの単一波長化の研究を進めている。

波長 670nm の半導体レーザーについて単一波長化を試みている。より安定な出力を得るために、インジェクションロッキング法を取り入れた。2 つの半導体レーザーの温度および電流制御を行った後、光アイソレーターなどの光学系を構成して、インジェクションロッキングを実現した。マスターレーザーとスレーブレーザーの光強度比として、10 程度の値が得られており、高効率であることが見出された。現在、マスターレーザーの出力不足を補うため、数 100mW クラスの出力を得るための新たな光学系の設計を行っている。