

Laser-excitation effect on optical absorption band due to metal-clusters in ionic crystal after electron irradiation

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-01-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Inabe, Katsuyuki メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00056690

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



KAKEN
1992
18

電子線照射したイオン結晶における 金属超微粒子の選択的強励起効果

(研究課題番号 03650008)

平成4年度科学研究費補助金
(一般研究C) 研究成果報告書

平成5年3月

研究代表者 稲部 勝幸
(金沢大学工学部・助教授)



8000-24304-0

金沢大学附属図書館

- I -

はしがき

本報告は代表的なイオン結晶であるNaCl中におけるNa超微粒子による光吸収帯の成長過程を詳細に追究してその形成機構を探ることおよびその光吸収帯をレーザー光励起することによって粒径に関する実験的な情報を得ることを目的として行った研究の成果を述べたもので、本研究の遂行に当たって平成3、4年度の科学研究補助金（一般研究C）の援助を受けた。

研究組織

研究代表者： 稲部 勝幸 （金沢大学・工学部・助教授）
研究分担者： 竹内 望 （金沢大学・工学部・教授）
 黒堀 利夫 （金沢大学・教育学部・助教授）
 中村 昭一 （金沢大学・工学部・助手）

研究経費

平成3年度	1,300千円
平成4年度	400千円
計	1,700千円

研究発表

- (1) 口頭発表（稲部勝幸、他、高密度電子線照射したNaClにおけるNa超微粒子の形成機構、応用物理学会、平成4年3月）
- (2) 口頭発表（稲部勝幸、他、Initial Stage of C-Band Formation in NaCl after Intense Electron Pulse Irradiation、第7回絶縁性固体照射効果国際会議、平成5年9月、発表予定）
- (3) 口頭発表（稲部勝幸、他、高密度電子線照射によって形成したNa超微粒子による光吸収帯の選択的強励起効果、応用物理学会、平成5年9月、発表予定）

研究成果の概要

代表的なイオン結晶であるNaClに室温で電子線を照射すると、結晶中には格子間原子の複合中心 (Cl_3^-)、F中心 (Cl^- イオンの空格子点に電子の局在した状態) およびその複合中心が形成される。多数のF中心が集合した状態は結果として Na^+ イオンの過剰な領域を結晶内に形成し、集合体の大きさがあるしきい値を越すとNaの金属相 (その初期の状態はメタルクラスターと考えられる) が形成される。このNa超微粒子は2.10eV付近にピークをもつ特徴的な光吸収帯を示す。一般にこのピークはいろいろな粒径の微粒子からの寄与を含んでいる。従って、この光吸収帯を小さいエネルギー幅で強く励起するならば特定の粒径による吸収ピークのみを選択的に励起することが可能となり、いわゆる、ホールバーニングに類似した効果が期待される。本研究はこれを追究することを目的として以下の研究計画に従って遂行されたものである。

(1) NaCl単結晶に電子線を照射した後、熱処理によってNa金属相を形成する。

(2) 局在電子中心からNa金属相の形成にいたる過程を熱処理による光吸収スペクトルの変化を詳細に調べることによって追究する。

(3) パルスレーザー励起による測光システムを構築する。

(4) 強励起による光吸収スペクトルの変化を追究する。

項目1)、2)については電子線照射 (大阪大学・産業科学研究所のリニアックによるパルス電子線を利用) 後の試料を適当な温度 (350-520K) において熱処理したのち、低温 (約100K) において光吸収スペクトルを測定した。得られたスペクトルはFおよびその複合中心による吸収帯を含む複雑なものであるが、これを各成分に分離解析した結果、F中心の複合体の中で4個のF中心が(111)面内に集合した(F_4)₁中心がNa超微粒子形成の核となっている可能性が高いこと、Na超微粒子による光吸収帯 (C帯と呼ばれる) は従来1つのピークとされていたが、その形成の初期においては2つのピークが存在することが実験的に明かとなった。これらの結果は第39回応用物理学関係連合講演会 (日大習志野、1992) において発表した。

項目3)については本研究期間の終盤になってようやくその測定系の構築が実現できた。当初計画した N_2 レーザー励起色素レーザーによる測定系は出力パルスの不安定性に問題があり、有意のデータが得られていなかったところ、その後当研究室に設置されたYAGレーザー励起色素レーザーが利用可能となり、本格的なデータが得られるようになった。

項目4)については最初の計画に従って、まず強励起光 ($562.000 \pm 0.001\text{nm}$) とプローブ光を同時に (PINフォトダイオードとストレージスコープによって両者の時間差は1 ns以下に調整) 照射したときと、プローブ光のみのときとで光吸収スペクトルの比較を行った。光吸収スペクトルはモノクロメータ (日本分光 CT-25) とCCDリニアイメージセンサによる信号を高速A/D変換器によって直接コンピュータに取り込みスペクトルの比較を行った。実験は励起光強度を $3.2\text{kW}/\text{m}^2$ から試料が破壊する直前の $48\text{kW}/\text{m}^2$ まで変えた場合、さらに励起光に対してプローブ光を遅らせた場合 (約1-10nsの範囲) などについて行ったが、いずれの場合においても強励起による光吸収強度の変化 (非線形効果) は観測されなかった。これよりNaCl中に形成されたNa超微粒子による光吸収帯については強励起による効果は得られないという結論に達した。この原因はまだ不明であり、今後の課題となった。

本研究においてはさらに、熱処理をしないNaCl (電子線照射のままのNaClはF中心やその複

合中心を含む)についても同様の実験を試みた。その結果、この場合は強励起による吸収係数の減少(非線形効果)が観測されている。

以上のように本研究が目指したホールバーニング類似の効果はNa超微粒子の光吸収帯については得られなかった。しかし、電子線照射によって形成される色中心の光吸収帯については強励起による非線形効果による変化が観測されている。これは光吸収帯が自由電子のプラズマ共鳴によって生ずる場合(2.1eV帯はそのように考えられている)と局在電子中心のエネルギー遷移による場合とでその強励起効果が異なるものであることを示唆しており、本研究によって明らかにされた重要な成果の一つであると考えられる。