



Title	イオン結晶のThermoluminescenceにおける不純物効果に関する研究
Author(s)	稻部, 勝幸
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32281">https://hdl.handle.net/11094/32281</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	稻 部 勝 幸
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4494 号
学位授与の日付	昭和 54 年 2 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	イオン結晶の Thermoluminescence における不純物効果に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 川西 政治
	教授 石黒 政一 教授 井本 正介 教授 三石 明善

### 論文内容の要旨

本論文は、放射線計測工学、放射線物性工学上重要かつ基本的な現象である放射線と物質との相互作用を光物性的な面からとらえ、研究対象材料として、種々の物性パラメータの相關の明瞭なイオン結晶をとりあげ、その熱発光(以下 TL と記す)現象に注目し、発光機構に対する doping element の効果を明らかにすることを目的として行った研究の成果をまとめたものである。

第 1 章の序論では、TL 現象の放射線計測への応用の現状を述べ、TL 材料は、光物性的挙動のみならず、放射線照射前の結晶中の不純物状態の把握が必要なことを述べて本研究の目的を明らかにしている。

第 2 章では、放射線照射による各種アルカリハライドの吸収エネルギーを評価している。また、TL 強度と発光スペクトルの測定法及び各種供試材料の作成方法を述べ、吸光度および誘電損失の測定によって結晶中の不純物濃度を求めている。

第 3 章では、KCl 単結晶の F 中心の生成と TL に対する不純物、熱処理条件(温度、処理時間、急冷速度等)の影響を調べ、2 価金属不純物、特にその電気陰性度が小さいものほど、F 中心の生成効率を高めること、微量に含まれる Cu<sup>+</sup> イオンが放射線照射前の熱処理に伴う TL 増感の起因をなすことを見いだしている。

第 4 章では、NaCl 単結晶の TL に対する Cu<sup>+</sup> イオンの役割を熱および光励起エミッション、光吸収、ESR スペクトル等の測定によって調べている。すなわち、室温以上における主グローピークは F<sup>-</sup> 中心の熱崩壊に伴う自由電子が放射線照射で生じた Cu<sup>2+</sup> イオンと再結合して生ずるものであること、また、F<sup>-</sup> 中心は照射による初期生成物である Cu<sup>+</sup> と F 中心との反応によって形成されること

を見いだしている。

第5章では、結晶中の2価金属不純物の集合(aggregation)，および分散状態がTL現象に与える影響を調べ、特に、Sr<sup>2+</sup>イオンを含むKCl単結晶の主グローピークの形状、ピーク温度、isothermal decay特性がSr<sup>2+</sup>イオンと正イオン空孔からなるdipole濃度に対応した変化を示すを見いだしている。また、この現象が放射線照射で生じた格子間原子の捕獲源であるSr<sup>2+</sup>イオンの集合体の変化に起因するとの仮定のもとに、主グローピークに対する新たな反応モデルを提案し、実験結果に対する現象論的説明を行っている。これより、主グローピークの発光過程にはSr<sup>2+</sup>イオンの分散状態に捕獲された正孔中心が関与すること、従ってTL機構においては、加熱中に起こるSr<sup>2+</sup>イオンの分散過程が重要な役割を果すことを明らかにしている。

第6章では、TL線量計の重要な特性である熱発光強度の吸収線量依存性を調べ、TL中心の生成に2段階過程を仮定した反応速度論的解析をおこない、その応答特性を定式化し、この式における3個のパラメータをLiFをはじめ各種アルカリハライドの実験結果より決定している。

第7章では、総論として本研究で得た成果の概要をまとめ、総括的に今後の問題点を論及している。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は積分型放射線量計の熱発光(以下TLと記す)現象を光物性面よりとらえ、母体材料としてイオン結晶を用いそのTL機構のdopingによる不純物効果の研究をまとめたものである。

はじめにKClおよびNaCl単結晶について放射線照射による点欠陥の生成とTLに対するdoping elementの効果を調べ、微量に含まれるCu<sup>+</sup>イオンがTL増感に寄与すること、および2価金属、特にアルカリ士族金属がTL増感よりもむしろ照射で自由になった荷電担体の捕獲源として安定な点欠陥の生成促進に寄与することを見いだしている。

次に、Cu<sup>+</sup>イオンを含むNaCl単結晶のTLを調べ、室温以上における主グローピークが照射で生じたCu<sup>2+</sup>イオンとF<sup>-</sup>中心(負イオン空孔に2個の電子を捕獲した)の熱崩壊に伴う自由電子との再結合によるを見いだし、Cu<sup>+</sup>イオンのTL中心としての役割を明確にすると同時にその発光機構を解明している。

続いて、KCl単結晶中のSr<sup>2+</sup>イオンをとりあげ、誘電損失の測定によってSr<sup>2+</sup>イオンと正イオン空孔から成るdipole濃度を求め、結晶中のdipole集合体の熱分解に伴うTLグロー曲線の特徴的な変化を見いだし、TL現象に対するdipoleの集合形態の影響の重要性を指摘している。また、この現象の起因をdipoleおよびその集合体に捕獲された正孔中心に求め、高温におけるTL現象に対してdipoleの分散過程を考慮した新しい反応モデルを提案し、実験結果を現象論的に解析している。

さらに、TL強度の照射線量依存性に関する増感効果および超直線的応答特性を反応速度論的に解析し、従来のこの種の定式に比べてより簡単な定式を導き、3個のパラメータによってこれらの特性を統一的に表わしている。また、この結果を各種イオン結晶を母体とするTL材料の応答特性と比較

し、モデルの妥当性を示している。

以上のように本論文は積分型放射線量計としてその利用が拡大しつつある熱ルミネッセンス線量計において、その発光現象に対する不純物効果に関する基礎的な新しい知見を提供し、放射線物性工学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。