

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Correlation between triboluminescence and mechanical deformation of ZnS:Mn dispersed in polymeric material
著者(和文)	リレーシャウスイリチャイ
Author(English)	Sirichai Leelachao
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10028号, 授与年月日:2015年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中村 吉男,村石 信二,史 蹟,三宮 工,高橋 邦夫
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10028号, Conferred date:2015/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Sirichai LEELACHAO		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	中村吉男	教授	審査員	高橋邦夫	教授
	審査員	村石信二	准教授			
		史 蹟	教授			
		三宮 工	講師			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Correlation between triboluminescence and mechanical deformation of ZnS:Mn dispersed in polymeric material (高分子中に分散した ZnS:Mn の機械的変形と摩擦発光の関係)」と題し、英文で 8 章からなっている。

Chapter 1: Introduction では、ZnS に代表される蛍光体が力学的変形を受けた際に誘起される力学発光現象とそのメカニズムについて概観するとともに、既往の研究では種々の荷重条件下での応力評価に問題があることを指摘し、負荷荷重と発光強度を正確に測定可能とする試験機を開発し、次に摩擦や衝撃の分布荷重による応力と発光強度の関係および発光の減衰時定数を実験的に検証し、これら実験結果を説明可能とする新しい力学発光メカニズムを構築するという本研究の目的と意義について述べている。

Chapter 2: Construction of triboluminescence acquisition instrument では、本研究の目的に合致する定量的な摩擦発光強度測定装置の構築について述べている。本装置は、荷重印加部、試料回転部、発光計測部から構成されており、接触摩擦面での発光をシリカガラスによる透明な荷重ピンを介して光電子倍增管または分光器に導き、定量的に摩擦発光を収集することができたと述べている。

Chapter 3: Estimation of mechanical behavior of phosphor-embedded composite では、Hosford によって提案されたレンガ塀モデルを適用することにより、ポリスチレン樹脂に埋め込まれた ZnS 蛍光体粒子-樹脂複合体の弾性定数を決定し、すべり接触弾性解から分散粒子にかかる応力を算出することで、荷重ではなく蛍光体にかかる応力と摩擦発光強度の関係が定量的に求められるようになったと述べている。

Chapter 4: Influence of applied loads on triboluminescence behavior of the particulate luminescent composite では、スライドピンにかかる荷重、蛍光体の体積比、試料回転速度を変化させたときの摩擦発光を計測している。既往の報告通り摩擦発光強度は垂直荷重に比例したが、蛍光体の体積分率変化に伴い複合体の弾性定数は大きく変化し、摩擦発光強度に大きな影響を与えたと述べている。異なるスライドピン荷重、蛍光体体積比、試料回転速度における発光強度は

相当応力で整理され、発光強度と蛍光体に負荷された相当応力の二乗の間には直線関係が成立することを発見している。

Chapter 5: Mechanoluminescence and its correlation to impact energy and contact geometry では、衝撃による瞬間的な力学変位と発光強度の関係を計測している。発光は負荷と除荷に対応する 2 つのピークからなり、減衰の時定数は衝撃エネルギーの大きさによらず一定であることを発見している。一度の衝撃で発する全発光エネルギーは衝撃エネルギーと比例関係にあったが、過度の衝撃により破壊発光が生じると両者の間の直線性が失われると述べている。

Chapter 6: Mechanism and its mathematical expressions of stress-induced luminescence of ZnS:Mn phosphors では、計測された摩擦発光強度ならびに熱力学的考察より、新しい摩擦発光のメカニズムを提案している。すなわち機械的変形に伴い圧電性結晶の浅い準位にトラップされた電子は伝導帯に励起され自由電子となり再び浅い準位に戻るが、この際その一部は発光中心である Mn^{2+} を励起し、続いて Mn^{2+} の欠陥準位にある電子-空孔再結合により発光が起こるとしている。この考えに基づく理論的な発光強度は応力 σ と実験環境および蛍光体の結晶に由来する定数 A, B を用いて $A \cdot [\exp(B \sigma^2) - 1]$ で定式化されるが、光電子倍增管を用いた現実的な実験環境ではこの式は $A \cdot B \sigma^2$ となり、Chapter 4 の結論と一致すると述べている。

Chapter 7: Applicability of proposed mechanism and discussions では、提案した摩擦発光メカニズムに基づき、発光中心である Mn^{2+} 発光効率を検証している。提案モデルに基づき計算した発光効率は 24% であり、過去報告されている Mn^{2+} の量子発光効率 18% と比較しうるものであると述べ、定式化したモデルが妥当なものであると結論している。

Chapter 8: Conclusions では、本論文で得られた結果を総括している。

以上を要するに、本研究は機械的変形に伴う圧電結晶体の発光現象について、力学発光強度と粒子にかかる相当応力との関係を初めて実験的に検証し、計測結果と矛盾のない力学発光メカニズムを提案したものであって、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。