（様式甲 10）

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲　第　　号	氏　名	磯　由樹

論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学）　磯部　徹彦
	副査	慶應義塾大学教授	博士（工学）　藤本　啓二
		慶應義塾大学教授	博士（理学）　近藤　寛
		慶應義塾大学教授	博士（工学）　藤原　忍

(論文審査の要旨)

学士（工学），修士（工学）磯由樹君提出の学位請求論文は「近紫外→赤色変換 $YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ ナノ粒子を分散したコンポジットの作製・評価と単結晶シリコン太陽電池への応用」と題し，8 章から構成されている．

$YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ は近紫外光を赤色光に変換する蛍光体である．可視光の波長より小さな $YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ ナノ粒子は，光散乱強度が低く高い透光性を有している．この蛍光ナノ粒子が透明なマトリクスに分散したコンポジットは，近紫外光に対して分光感度の低い単結晶シリコン太陽電池の光電変換効率を向上させることが期待できる．この応用には可視域で高い透光性が求められるため，透明なマトリクス中にナノ粒子を凝集しないように分散させる必要がある．取り扱うナノ粒子の表面は，吸着したクエン酸イオンにより負に帯電している．そこで本研究では，静電的な反発を利用してナノ粒子をマトリクス中に良好に分散させることで，透光性の高いコンポジットの作製を検討している．

第 1 章では，従来の研究を概説しながら本研究の背景と目的を述べている．

第 2 章では，本研究で用いた特性評価法を述べている．

第 3 章では，液相法でクエン酸前駆体から合成した YVO_4，$YVO_4:Bi^{3+}$ および $YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ ナノ粒子の光学特性を比較している．また，これらのナノ粒子と親水性ポリウレタン樹脂とのコンポジット膜をガラス基板上に作製し，可視域で 80%以上の透過率を有することを示している．

第 4 章では，$YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ ナノ粒子とシリカとの複合化を検討している．ケイ酸テトラメチルアンモニウム水溶液にナノ粒子を分散させ，ゾルーゲル法で板状コンポジットを作製している．この試料は可視域で 75%以上の透過率を有し，励起波長での光学密度に対して蛍光強度が比例することから，ナノ粒子の光散乱強度が無視できるほど低いことを示している．

第 5 章では，電気泳動堆積法で $YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ ナノ粒子とシリコーン変性アクリル樹脂ナノ粒子が複合化した膜を透明導電性基板上に作製することを検討している．膜厚 3 μm の試料は可視域で 80%以上の透過率を示すが，膜厚が増大すると樹脂ナノ粒子による可視光の散乱が増大することを明らかにしている．

第 6 章では，$YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ ナノ粒子波長変換膜の太陽電池への応用を検討している．第 3 章で作製した膜試料を単結晶シリコン太陽電池に接着して測定を行うことで，波長変換膜が太陽電池の光電変換効率に与える影響を考察している．

第 7 章では，焼成した $YVO_4:Bi^{3+},Eu^{3+}$ ナノ粒子の蛍光特性を評価している．300 ℃ の焼成で，蛍光量子効率と光安定性が改善することを明らかにしている．前者は励起状態にある Eu^{3+} を失活させる吸着水の除去，後者は光還元能を有するクエン酸イオンの熱分解に起因すると考察している．一方，400 ℃ 以上の焼成では蛍光強度が低下したが，これは，副生成物の生成や表面修飾剤の熱分解による表面欠陥の増大に起因すると考察している．

第 8 章では，結論として本研究を総括し，今後の展望を示している．

以上要するに，本論文の著者は，静電的な反発を利用して蛍光ナノ粒子が分散した透光性の高いコンポジットを作製する方法を確立し，そのコンポジットを太陽電池用途の波長変換層として応用するための指針を示しており，これらの成果は，蛍光体材料分野において，工学上，工業上寄与するところが少なくない．よって，本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める．

学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第２（機能デザイン科学専修）科目担当者で試問を行い，当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した． また，語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した．