（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	アブドゥル　マナフ，アフマド　ロスリ　ビン

論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学）	閻　紀旺
	副査	慶應義塾大学教授	博士（工学）	大宮正毅
		慶應義塾大学教授	博士（工学）	三木則尚
		慶應義塾大学准教授	博士（工学）	田邉孝純

（論文審査の要旨）

学士（工学），修士（工学）ABDUL MANAF, Ahmad Rosli bin（アブドゥル　マナフ，　アフマド　ロスリ　ビン）君提出の学位請求論文は「Development of Silicon-polymer Hybrid Lenses for Infrared Optical Systems（赤外線光学システム用シリコン・ポリマ複合レンズの開発）」と題し，6 章から構成されている．

近年，高性能かつ低コストの赤外線光学レンズに対する需要が急増している．これまでに赤外線レンズ材料として単結晶ゲルマニウムが主に用いられているが，非常に高価であり，レンズの軽量化も困難である．Ge より軽くて安価な単結晶シリコンも赤外線レンズ材料として使用されているが，硬脆材料であるため，非球面レンズやフレネルレンズのような複雑形状の機械加工が極めて困難である．一方で高密度ポリエチレン(High density polyethylene : HDPE)を代表とする赤外線透過ポリマが開発され，低コストで赤外線レンズを量産できる可能性が高まっている．しかし，HDPE は赤外線透過率が低いため，レンズを非常に薄くしなければならない．その結果，レンズの剛性が低下し，変形しやすい問題がある．本論文の著者は，新たな赤外線光学レンズとして，厚さ数十μm の HDPE 層をシラン架橋結合によって Si ウエハ表面に付着させた Si-HDPE 複合レンズを提案し，圧力と温度の精密制御によって複合レンズの高精度成形を試みている．レンズの表面性状や形状精度そして Si-HDPE の界面現象における成形条件の影響を解明し，暗視画像と熱画像の両面から複合レンズの赤外線光学性能を検証している．以上の結果に基づいて，剛性，軽量性，成形性および光学性能などすべての面で優れた赤外線レンズを製造できる可能性を示している．

第 1 章は序論であり，本研究の背景，目的，本論文の構成などについて述べている．

第 2 章では，先行研究におけるレンズ成形技術，赤外線レンズに使用される光学材料，複合レンズの成形法などを紹介するとともに，それらの問題点を指摘している．

第 3 章では，本研究で提案した Si-HDPE 複合レンズのプレス成形法の概要を述べている．成形圧力と温度を変化させ，Si と HDPE の結合機構や界面現象などについて調査し，複合レンズ基板の赤外線透過率などの光学的特性の評価を行っている．

第 4 章では，複合レンズ上の HDPE 層へのマイクロ構造の高精度成形について述べている．成形プロセスのリアルタイム観察により，プレス条件がレンズの表面性状，形状精度および金型の離型膜の形態変化に与える影響について調査している．

第 5 章では，成形後の複合レンズの赤外線光学性能評価について述べている．評価システムを構築し，暗視画像と熱画像の両面から，複合レンズを用いた赤外線イメージング試験によって，本研究で開発した Si-HDPE 複合レンズの有効性を検証している．

第 6 章は結論であり，本研究で得られた主な成果をまとめるとともに，今後の展望について述べている．

以上要するに，本論文では Si-HDPE 複合レンズのプレス成形に対して重要な基礎データを実験的に取得している．そして，赤外線光学システム用薄型複合レンズの構造設計を行い，それを製造するための高精度成形技術を開発している．さらに，製作した複合レンズの赤外線光学特性を暗視画像と熱画像の両面から評価し，その有効性を明らかにしている．これらの知見は，生産加工学および応用光学の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（マルチディシプリナリ・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．