

論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 大沼 隼志

(1,500字程度とし、1行43文字で記入)

本論文の題目は、「偏光高速度イメージセンサを用いた複屈折計測法」である。本論文では、物質に力が加わることによって発生する応力や延伸することによって生じる配向を光学的特性である複屈折として高速に捉えようと試みるものである。現在まで、多くの高速度カメラ撮影法が提案されているが、顕微鏡観察手法、光増倍観察手法や分光温度計測手法に適用されるものが主であり、偏光計測できるものはなかった。本論文では、フォトニック結晶によってつくられたマイクロ偏光素子アレイと高速度イメージセンサの並列読出しにより、1秒あたり130万枚の複屈折撮影速度を実現可能とした。さらに、複屈折計測装置化においては、位相シフト計算処理や2波長計測法を提案し、複屈折の大きさの計測レンジを 3π radまで、その精度を波長の1/1080、主軸方位の精度を 0.29° を達成させている。

本論文は、6章で構成されており、第1章では、研究背景および目的、第2章では、本研究の基礎となる偏光高速度イメージセンサの提案、第3章では、高速複屈折計測法における位相シフト計算処理の提案と検証、第4章では、高速高次位相差計測法における2波長計測法の提案と検証、第5章では提案した複屈折計測装置を用いた応用として材料開発における高速現象計測の提案と検証、第6章では、研究で得られた成果を総括し、今後の展望をまとめている。

本研究で得られた主な成果は以下のように要約される。

1) 偏光高速度イメージセンサを提案し高速複屈折計測を可能としたこと。フォトニック結晶のマイクロ偏光素子アレイと高速度イメージセンサの並列画素読出しにより1秒間に130万枚までのイメージング可能な偏光高速度カメラを実現した。高速複屈折計測は、サンプルに円偏光を入射し、透過光を偏光高速度カメラで検出し、得られた隣接4画素毎の光強度を用いて位相シフト計算することで、サンプルの位相差および主軸方位を得ることができることを理論的および実験的に示した。

2) 520nmと540nmの2波長から得た複屈折位相差を用いて位相差計測レンジを 3π まで拡大を試みたこと。コーシーの分散式を用い、あらかじめ次数のしきい値を2波長それぞれから位相差の差分理論値を求めた上で、2波長変調LED照明装置を実際に構築することによって理論的および実験的に示した。

本論文については、2014年2月14日、宇都宮大学オプティクス教育研究センター4階コラボレーションルームにて審査委員および関連分野の学内外の研究者が出席して公聴会が開催された。論文発表の後、質疑応答が交わされたが、特に問題はないことが確認された。公聴会終了後ただちに

学位審査委員会を開催し、本論文の内容について詳細に検討した。その結果、工業計測において重要な課題である高速複屈折現象に関して、新規な計測方法を提案し、検証している点で光計測分野に大きな貢献を期待できると共に、研究内容の学術的水準と独創性においてもきわめて優れていると判断した。

よって、本論文は、博士（工学）の学位論文に値するもの認める。