

# 論文内容の要旨

## 博士論文題目

Design and fabrication of a multi-spectral near-infrared fundus camera with a patterned interference filter for light scattering detection

(光散乱検出用パターン付き干渉フィルタ搭載マルチスペクトル近赤外眼底カメラに関する研究)

氏名 Wang Ze

### (論文内容の要旨)

本研究は、光散乱検出用のパターン付き干渉フィルタを用いたマルチスペクトル近赤外眼底カメラに関するものである。提案した眼底カメラでは、眼底画像の他に眼底の散乱情報を得ることができる。この散乱情報には、眼底の組織や血管内の成分が反映されており、生活習慣病の診断や病気の予防に利用することができる。提案した眼底カメラの製作と試作機を用いた散乱実験を行い本提案の実証を行った。

第1章では、本研究の背景と目的、および論文の構成について記述し、第2章では、眼底観察用の NIR (Near Infrared) 眼底カメラの設計と製作について述べ、数値光学シミュレーションについても述べている。

第3章では、眼底にパターンを投影するためのパターンニングされたメタルマスクを備えた近赤外眼底カメラについて述べている。数値光学シミュレーションの結果にもとづき投影マスクのレイアウトを設計した。このレイアウトに基づいて製作されたパターン形成メタルマスクを、眼底へのパターン投影と散乱検出のために眼底カメラに追加した。さらに、散乱検出のための人工血液についても述べている。眼底へのパターン投影と散乱線検出の詳細と結果についても述べている。

第4章では、パターン形成干渉フィルタの設計、製作、評価について述べている。マスクレイアウトの最適化と、マスク内の各領域の透過率スペクトルのシミュレーションを行った。次に、主な製作プロセスについて述べている。製作過程での評価は、作製途中の干渉フィルタの透過スペクトルを測定し、シミュレーション結果と比較して行った。評価では、製作したパターン形成干渉フィルタの評価を、測定結果をシミュレーションと比較することで行った。

第5章では、眼底へのパターン投影と、製作したパターン化干渉フィルタを用いた散乱検出について述べている。散乱結果から、パターン形成干渉フィルタを用いたマルチスペクトル NIR 眼底カメラによる脂質濃度測定の実現性が実証された。パターン投影と散乱の結果の詳細が示されている。

第6章では、本研究の成果と今後の展望について述べている。

## (論文審査結果の要旨)

本研究は、光散乱検出用のパターン形成干渉フィルターを用いたマルチスペクトル近赤外眼底カメラに関するものである。提案した眼底カメラでは、眼底画像の他に眼底の散乱情報を得ることができる。この散乱情報には、眼底の組織や血管内の成分が反映されており、生活習慣病の診断や病気の予防に利用することができる。提案した眼底カメラの製作と試作機を用いた散乱実験を行い本提案の実証を行った。

光散乱検出用の眼底カメラは、プロジェクションマスクと眼底カメラを組み合わせたものである。眼球固定と眼底へのパターン投影を容易にするために、プロジェクションマスクのレイアウトは、眼球固定用ターゲット、直線パターン照明用ライン、眼底照明用エリアの3つのエリアで構成されている。このレイアウトに沿って製作されたパターンを形成したメタルマスクを用いた散乱検出実験を実施した。脂質の散乱係数を模擬するために、ヒトの血液を人工血液に置き換えた。散乱情報と実効散乱係数の間に正の関係があり、散乱検出による脂質濃度測定が実現可能であることを示した。

プロジェクションマスクのレイアウトは、隣接するパターン間の干渉を抑制し、また眼球の固定を容易にするように最適化を行った。散乱検出用メタルマスクの代わりに誘電体多層膜干渉フィルターを用いた。その結果、誘電体多層膜干渉フィルターを備えた眼底カメラを用いて、血中脂質濃度を測定できることを理論的に明らかにした。

以上の結果、パターン形成干渉フィルターを用いた提案したマルチスペクトル近赤外眼底カメラは、上述の散乱実験と直線的な縞模様の眼底観察の結果から、脂質濃度の測定や眼底へのパターン投影に使用できることが実証された。これらの研究成果は、パターン形成干渉フィルターを搭載したマルチスペクトル近赤外眼底カメラを用いることで、単独で病気の診断や健康チェックを行うことも可能となり、パーソナルヘルスケアへの展開が期待できる。その成果は、学術的に新しい知見を見出していると判断され、審査委員一同は、本論文が博士(工学)の学位論文として価値あるものと認めた。