

分光・偏光・RGB同時撮影のための フォトニックナノ構造体の開発

Development of Photonic Nanostructures for Simultaneous Spectroscopic, Polarization, and RGB Imaging

ユーザー氏名： 篠田 一馬 / Shinoda, Kazuma
(宇都宮大学 / Utsunomiya University)

実施機関担当者： 大里 啓孝 / Oosato, Hirotaka
(物質・材料研究機構 / National Institute for Materials Science)

▶ KEY WORDS Photonic crystal, multispectrum, polarization, imaging, compressed sensing

概要 | Overview

遠隔診断やスマート農業、自動運転におけるマシンビジョンにおいては、RGBに限らず光の様々な波長および偏光成分を撮影する技術が不可欠であるが、単一カメラで同時同一視点にそれらの成分を撮影することは困難な状況にある。本研究では、誘電体多層膜のナノ構造を微小領域ごとに変えたフォトニック結晶によるフィルタを開発し、モノクロセンサに搭載することで、単一カメラによる分光・偏光・RGBの同時撮影を実現する。

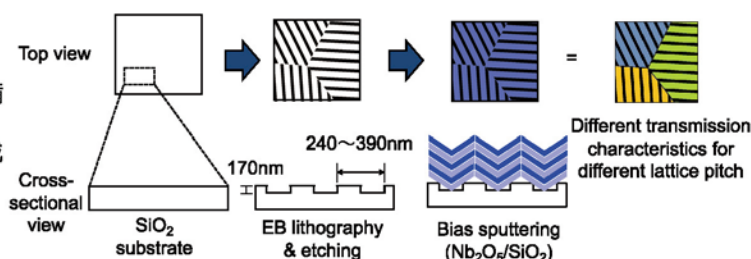
In machine vision for remote diagnosis, smart agriculture, and automated driving, it is essential to have the technology to capture various wavelengths and polarization components of light, not only RGB, but it is difficult to capture these components simultaneously from the same viewpoint with a single camera. In this study, we developed a filter made of photonic crystals with different nanostructures of dielectric multilayers in each micro region, and mounted it on a monochrome sensor to realize simultaneous capture of spectral, polarization, and RGB components with a single camera.

誘電体多層膜によるフォトニック結晶の開発

Development of Photonic Crystals with Dielectric Multilayers

- 石英基板に微細格子構造を形成し、酸化物多層膜を積層
 - 格子の間隔と角度によって、透過特性を制御可能
 - 製造手順
1. 局所ごとに異なる間隔・角度となる格子構造データを準備
 2. 石英基板に電子線描画で格子パターンを描画
 3. 反応性イオンエッチングで石英基板に微細格子構造を形成
 4. バイアスパッタリングで $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$ 多層膜を成膜

局所ごとに分光偏光透過特性が異なるフィルタを
全面同じ材料かつ同じ加工プロセスで一括に製造可能



フォトニック結晶型フィルタアレイによる分光・偏光・RGB同時撮影

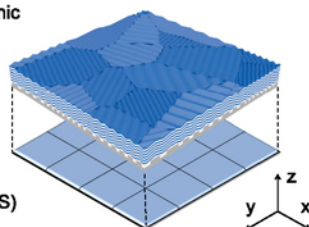
Multispectral, polarization, and RGB imaging using a photonic crystal filter array

- 格子構造をセンサ画素サイズごとに変えたフィルタアレイを製造 (右図a)
 - 市販のモノクロセンサに搭載し、画素ごとに異なる光成分を撮影
 - 画像処理技術と併用することで、多波長・偏光・RGB画像を復元
 - クロストークが生じるようなランダムパターンでも画像復元可能 (右図b)
- ✓ 多波長・多偏光・RGB画像を単一カメラでリアルタイムに同時に可視化する技術は世界的にもほとんど前例がない
 - ✓ 同時撮影を実現するための機材コストは、モノクロセンサに1枚のフィルタを搭載するのみ
 - ✓ 開発したフォトニック結晶によるフィルタは、同じ材料かつ同じ製造プロセスで様々な透過特性を実現可能

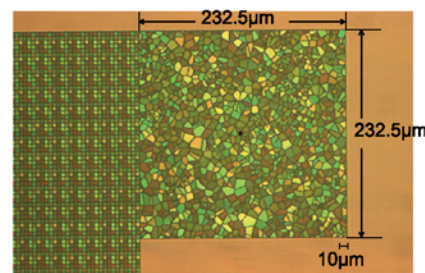
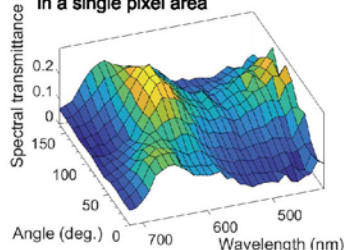
ナノテクノロジープラットフォーム事業の支援により、
画期的な多機能性・製造容易性・低コスト性を持つカメラを実現

Voronoi-like random photonic crystal filter

Monochrome sensor (CCD or CMOS)



Spectral-polarization transmittance in a single pixel area



(a) Filter array pattern matched to sensor pixel size
(b) Random pattern



CONTACT

篠田 一馬 宇都宮大学 / Shinoda, Kazuma Utsunomiya University
実施機関：物質・材料研究機構 / National Institute for Materials Science

NanotechJapan
Nanotechnology Platform