

塗布樹脂を用いた簡便な モスアイ構造の作製

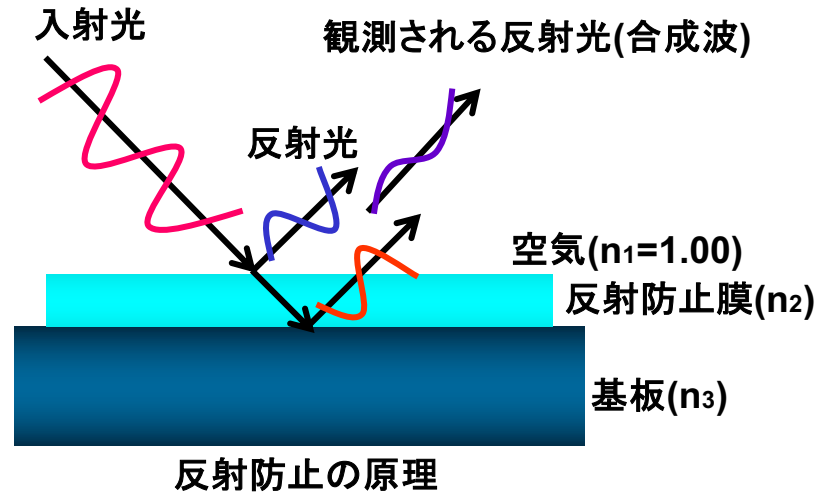
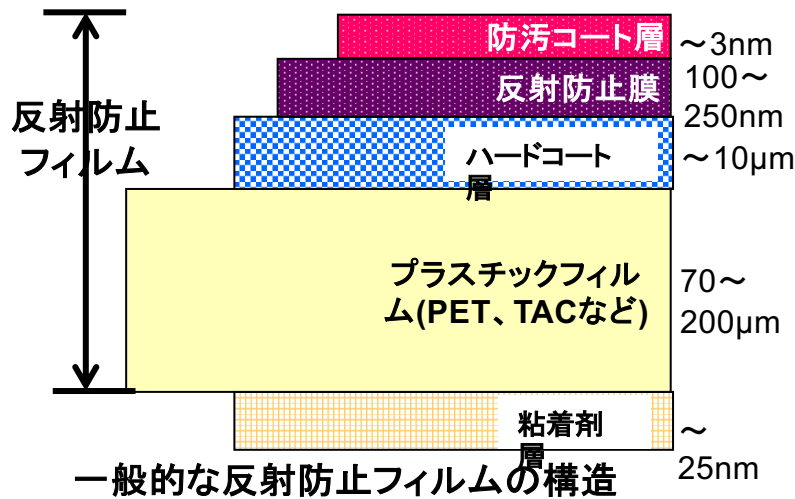
東京理科大学 先進工学部 電子システム工学科
教授 谷口 淳

2023年11月9日

発表の流れ

1. 研究背景と従来技術内容
2. 従来技術とその問題点
3. 新技術の内容
4. 新技術の特徴・従来技術との比較
5. 想定される用途
6. 実用化に向けた課題
7. 企業への期待
8. 本技術に関する知的財産権等

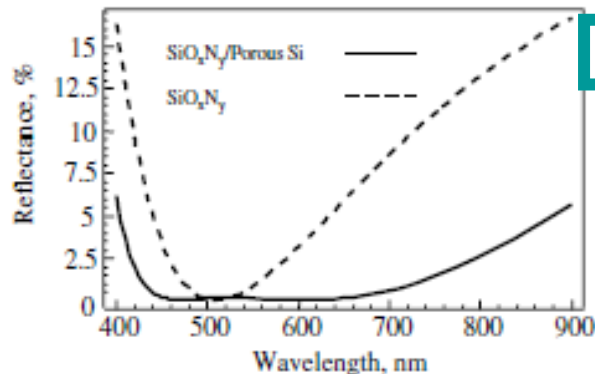
研究背景と従来技術内容



問題点

製造面→3層以上の多層膜が必要であり、工程数が多い

機能面→反射を抑えられる波長に制限がある、斜めからの入射光に対応できない



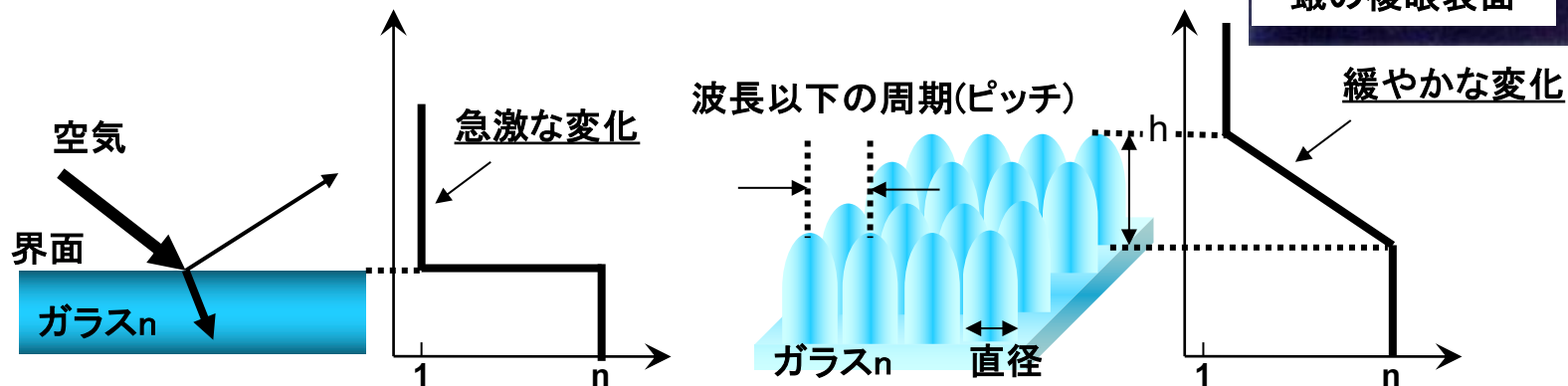
幅広い波長域と入射光に対して反射を抑えることが必要

反射防止構造

J.Phys.D:Appl.Phys.39(2006)1623-1625

研究背景と従来技術内容

数百nm周期の凹凸構造 モスアイ構造

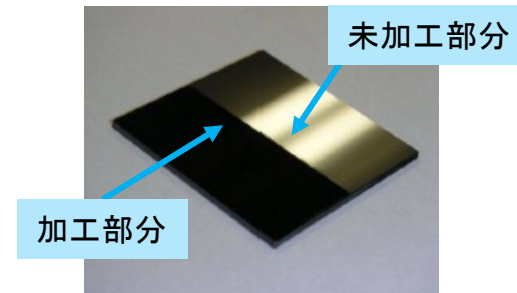
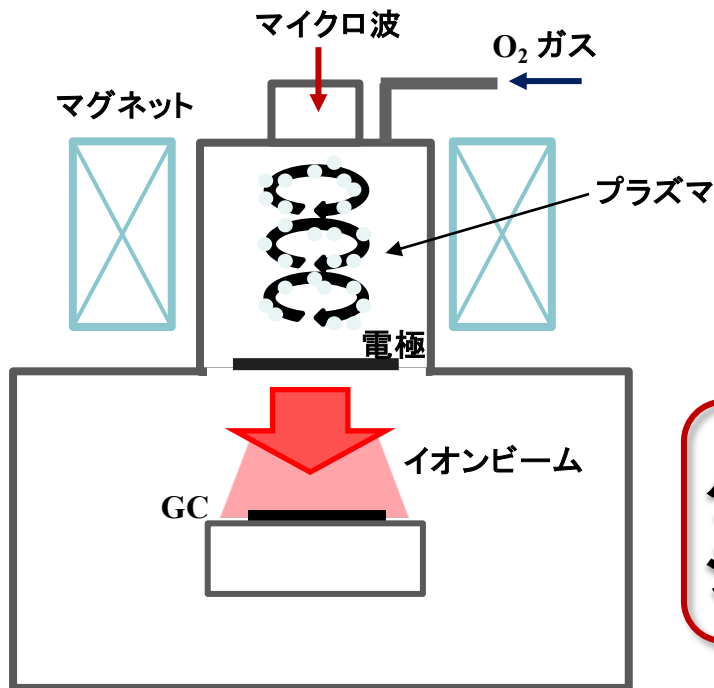


滑らかな屈折率分布の形成により、反射防止が可能

周期(ピッチ): 150nm未満、高さ: 数百nm
→高密度で高アスペクト比構造が必要

研究背景と従来技術内容

電子サイクロトロン共鳴(ECR)型イオンシャワー加工装置



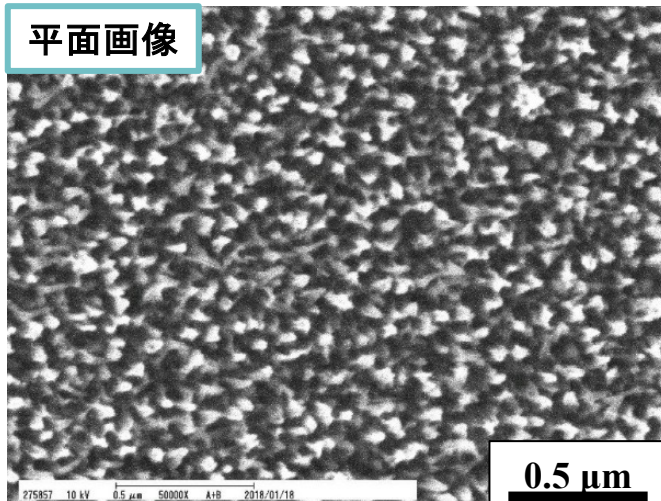
グラスシーカーボン(GC)上にO₂イオンシャワーを当ててモスアイ構造作製

→薬品などを使わないため作製方法がシンプル

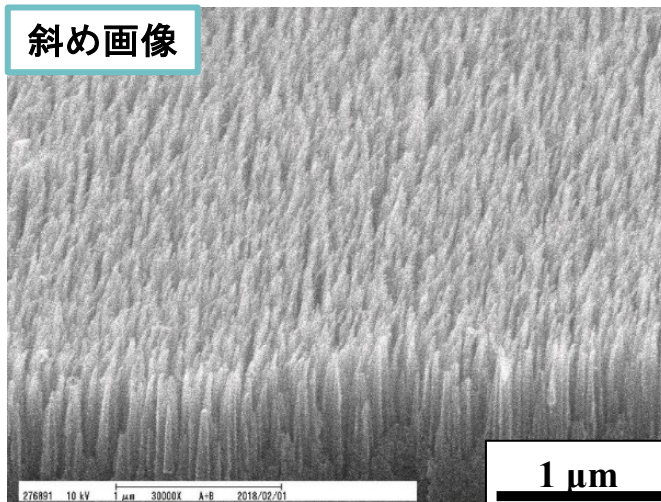
J.Taniguchi, and Y. Nemoto, and Y. Sugiyama,
J.Nanosci. Nanotechnol., 9 (2009)445.

研究背景と従来技術内容

平面画像



斜め画像



▼加工条件

加速電圧: 700 V

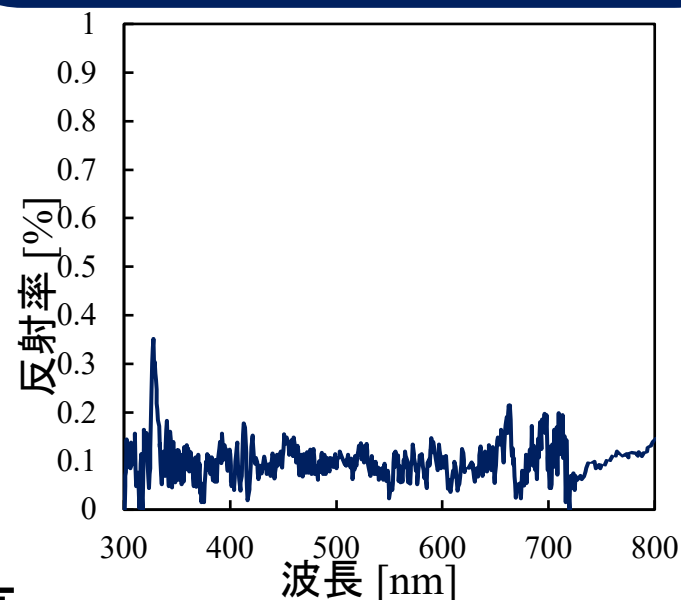
加工時間: 50 min

▼モールドの形状

径 : 41 nm

ピッチ: 95 nm

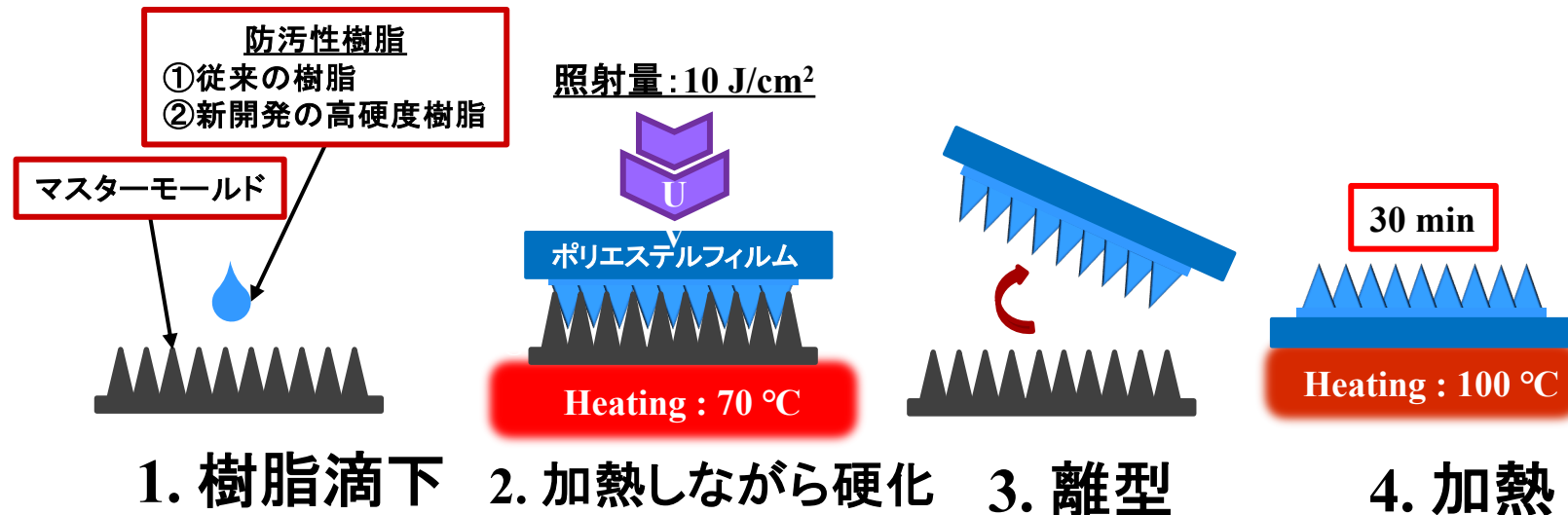
高さ : 590 nm



モスアイモールドのSEM写真

研究背景と従来技術内容

モスアイフィルムの作製方法



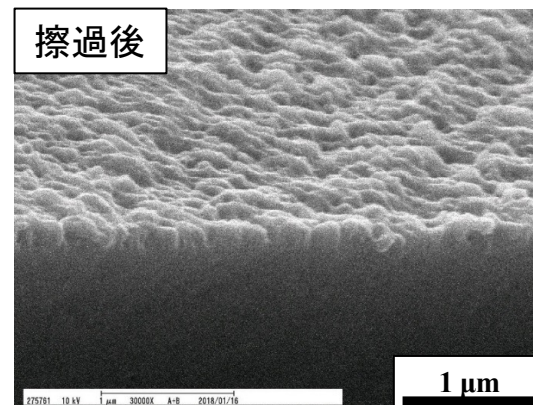
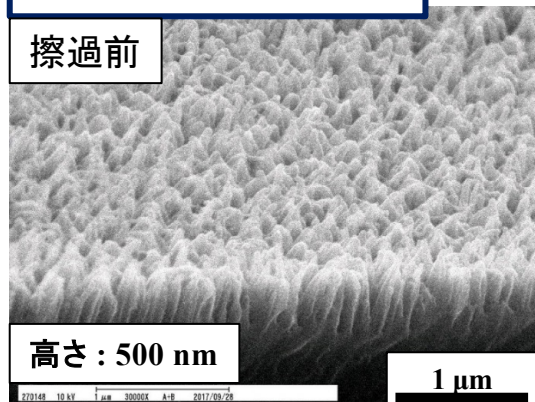
	JST-FD-52-4K-33	高硬度樹脂
鉛筆硬度	5-6 H	9 H
粘度	60-75 cps	60-150 cps

H. Eto, S. Hiwasa, J. Taniguchi, J. Photopolym. Sci. Technol. 30.5 (2017) 533-538.

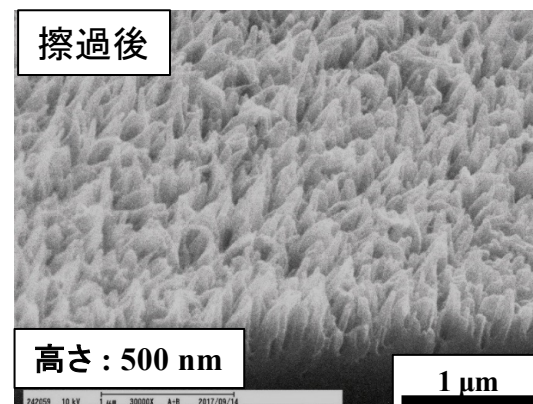
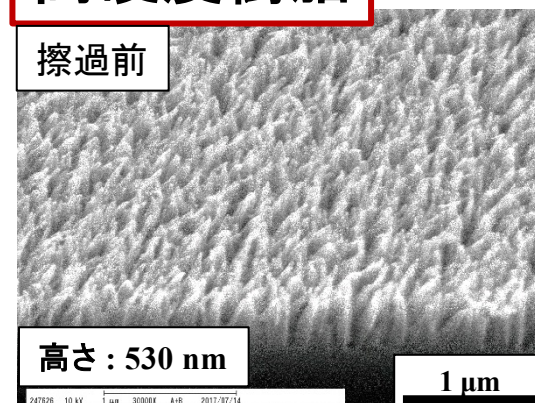
研究背景と従来技術内容

擦過試験前後のSEM画像

JST-52-4K-33



高硬度樹脂

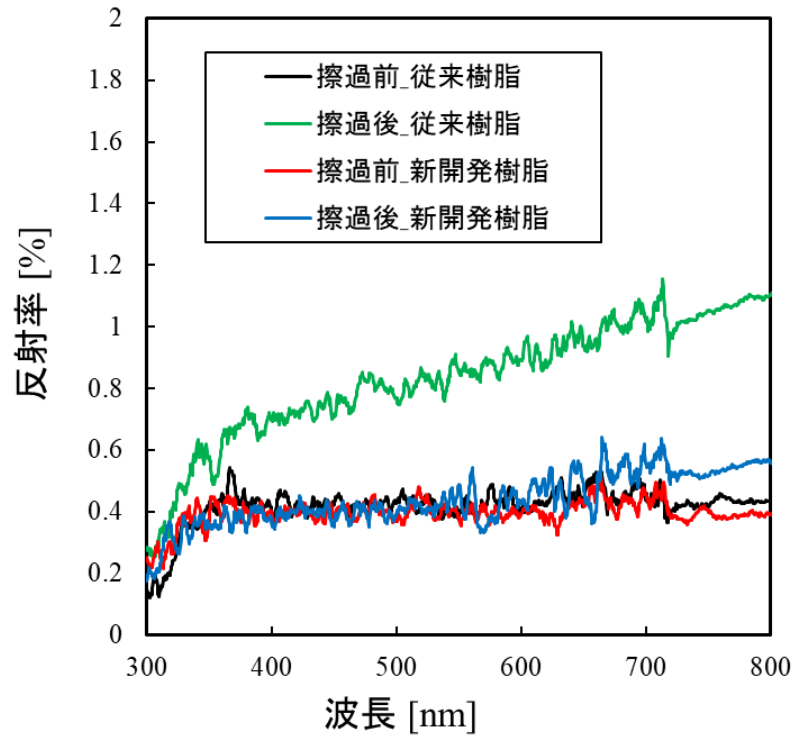


▲従来樹脂は構造が削られたが、高硬度樹脂は形状が保たれた

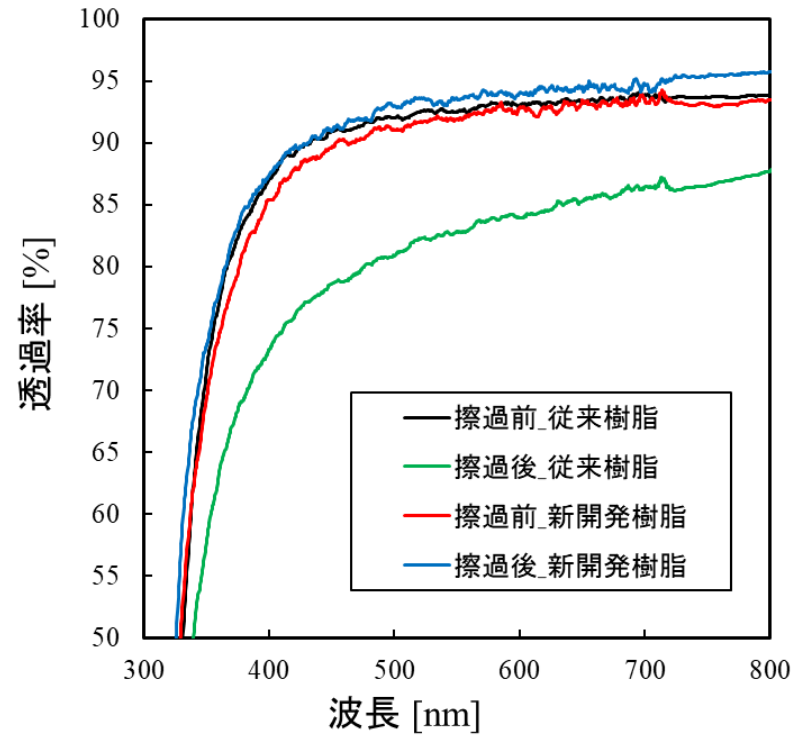
研究背景と従来技術内容

擦過前後の光学特性

▼反射率



▼透過率



▲高硬度樹脂は擦過前後で光学特性に変化は見られなかった

研究背景と従来技術内容

- ☆ スパッタ薄膜のGC
- ☆ プラズマ加工

GCモスアイロールモールドの作製方法

アルミロール:

Φ300mm

長さ1560mm

Cr:スパッタデポ

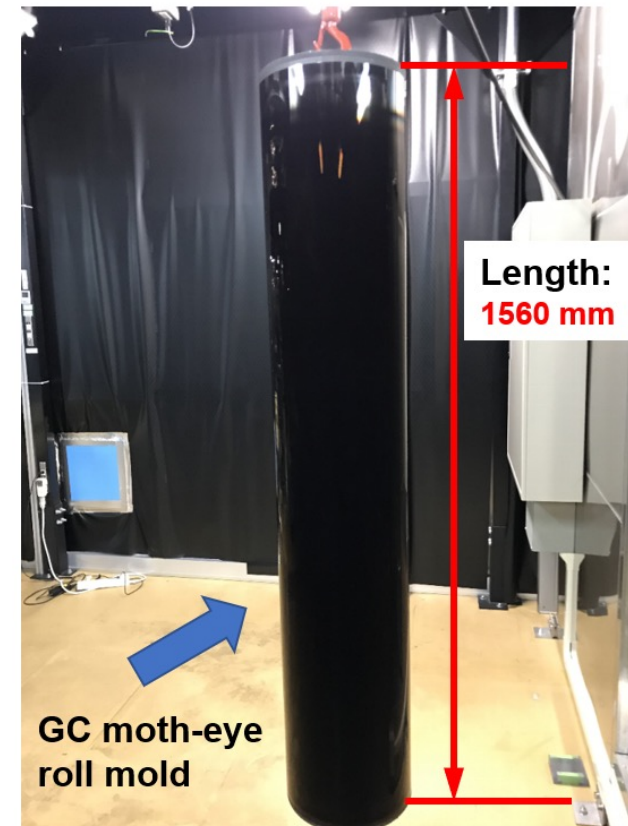
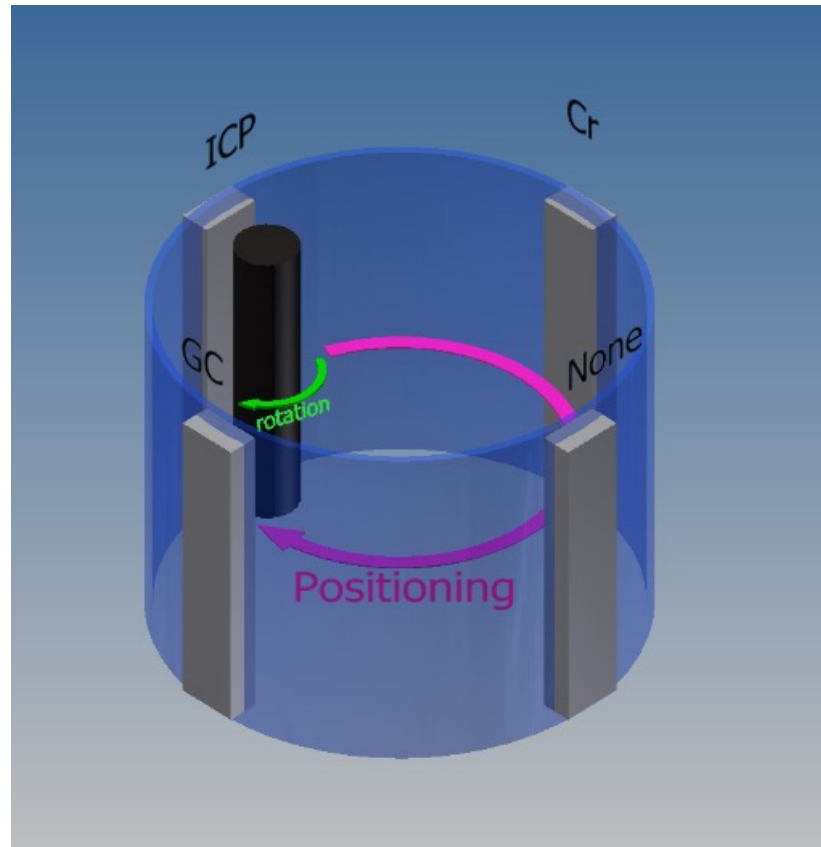
500nm

GC:スパッタデポ

2000nm

ICP:酸素プラズマ
エッチング

チャンバー内の
加工時間:55分

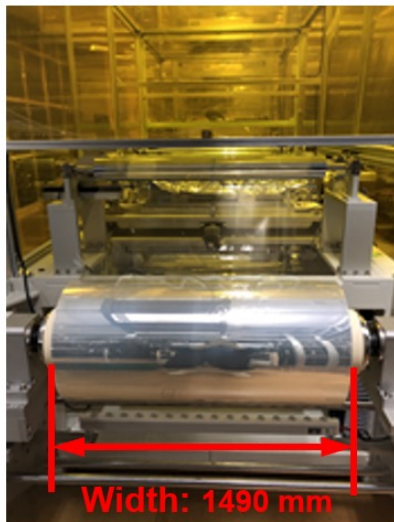


”Large-Scale Moth-Eye-Structured Roll Mold Fabrication Using Sputtered Glassy Carbon Layer and Transferred Moth-Eye Film Characterization”, Kazuhiro Kato, Hiroyuki Sugawara and Jun Taniguchi, *Nanomaterials* 2023, 13 (10), 1591; <https://doi.org/10.3390/nano13101591>

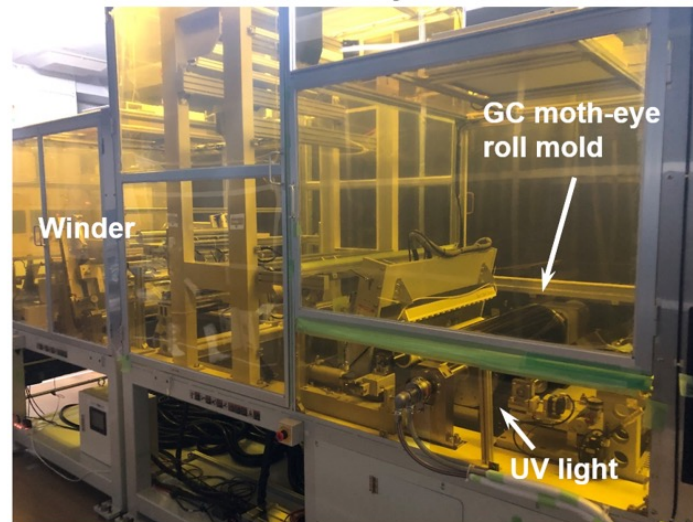
研究背景と従来技術内容

RTR UV-NIL装置

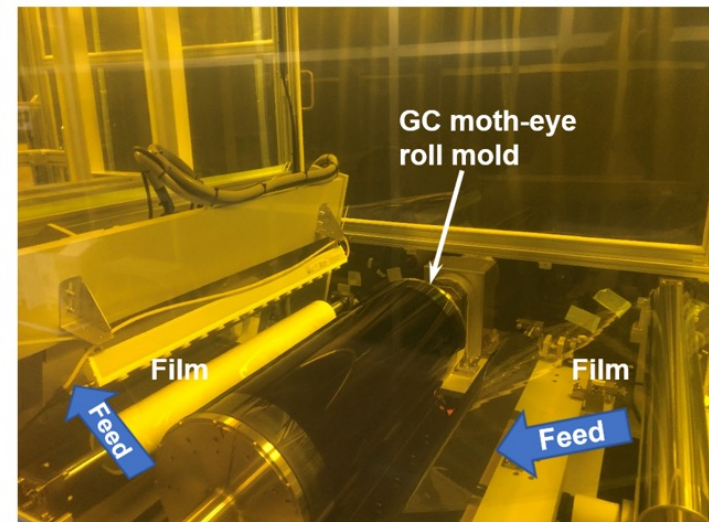
Roll up moth-eye film



RTR UV-NIL system



Enlargement of roll mold transfer area



RT-800U2PL (芝浦機械製)、フィルムTAC (富士フィルム製)

転写速度: 5m/min、UV照射量: 800mJ/cm²、

UV TP TAC Clear OR006-5 UV-curable paint (オリジン電気製)

離型剤: Optool UD-509 (ダイキン工業製)、400倍Galden希釈 (Solvay製)

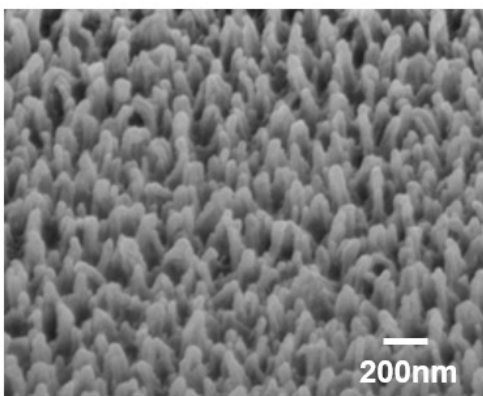
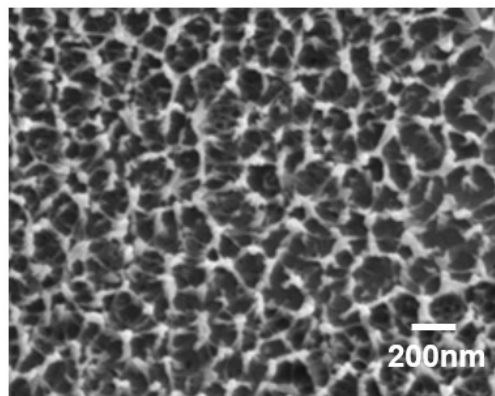
研究背景と従来技術内容

上面

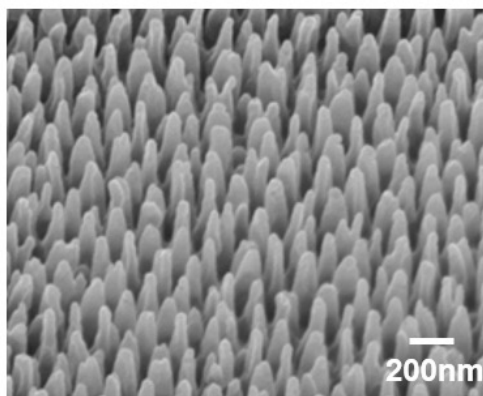
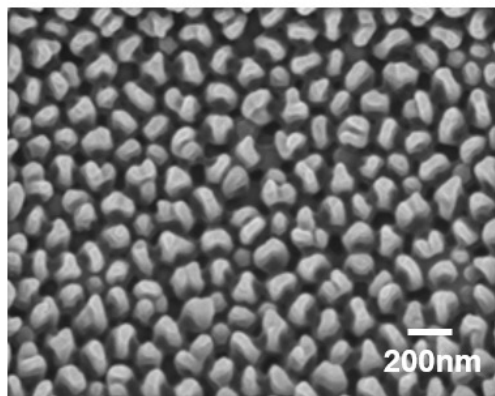
断面

直径: 65.5nm、ピッチ126.8nm、高さ337.5nm

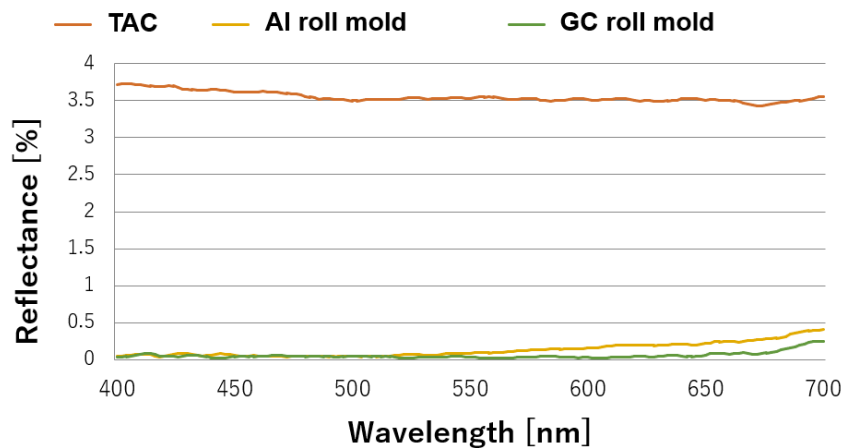
GC



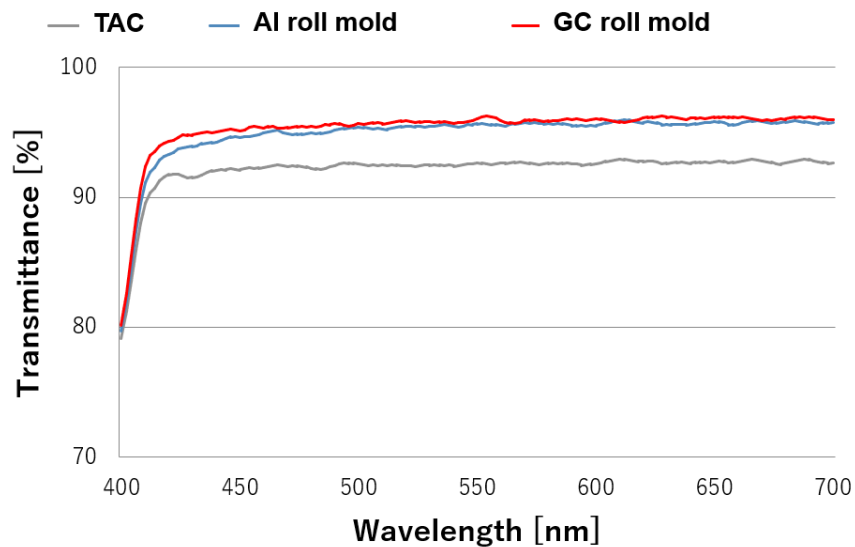
アル
ミナ



直径: 100 nm、ピッチ151.6 nm、高さ425.6nm



反射率: 可視光で0.1%



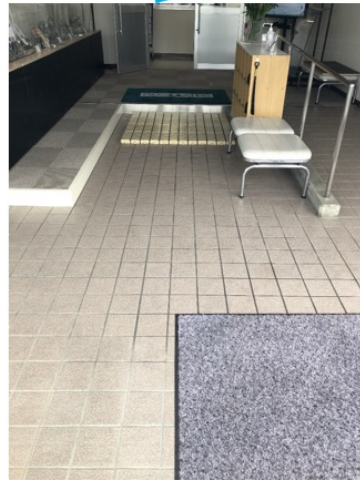
透過率: 可視光で93%

研究背景と従来技術内容

モスアイ構造フィルムの
応用例
反射防止と撥水性



With moth
eye film



Without moth
eye film



従来技術とその問題点

グラッシーカーボン（GC）基板を用いてモスアイ構造の作製およびナノインプリントによる転写により反射防止構造フィルムを実用化してきたが、

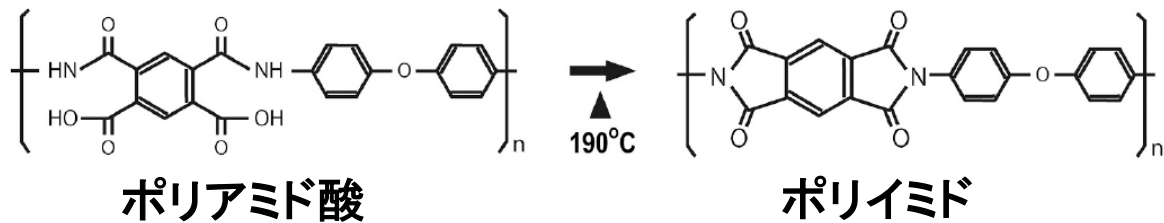
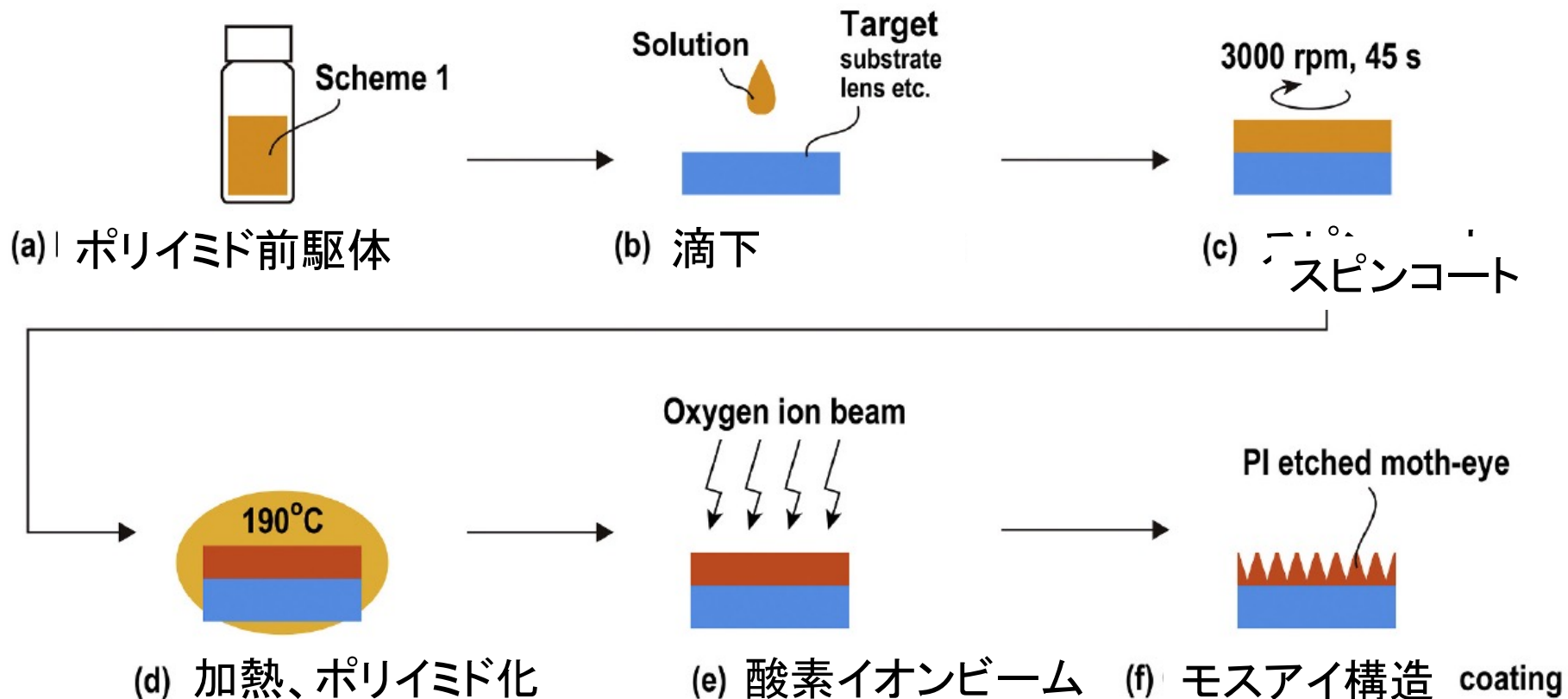
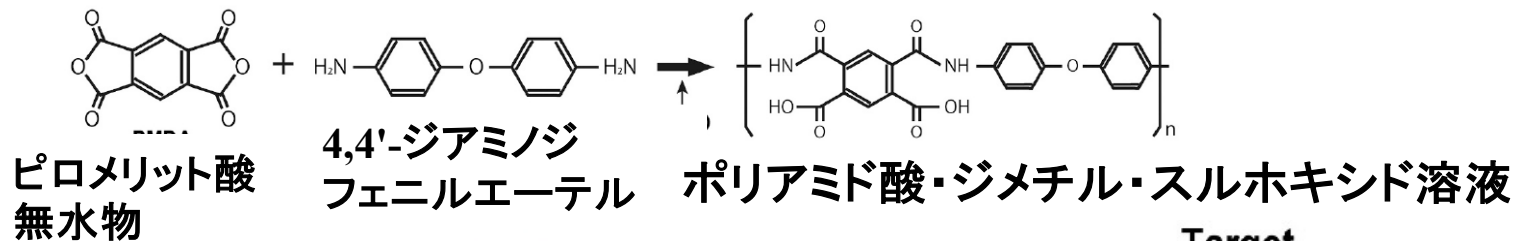
GCは高価であり、また、形状の自由度が低いといった問題点がある。

新技術の内容

金型材料が安価かつ形状自由度が高くなれば、
低コストで高付加価値の製品が作製できる。

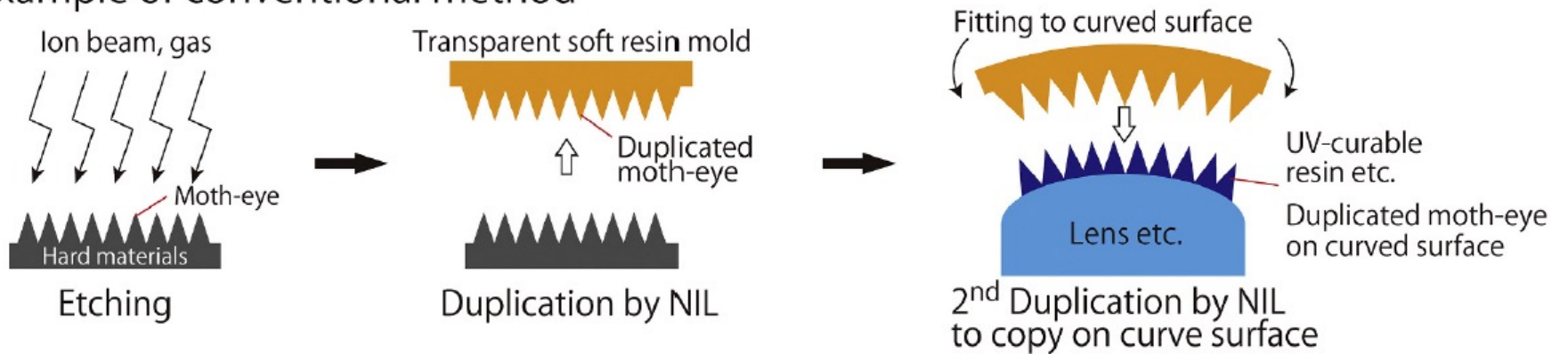
ポリイミド塗布膜に酸素イオンビームを照射
することによりモスアイ構造が作製できた。

新技術の内容

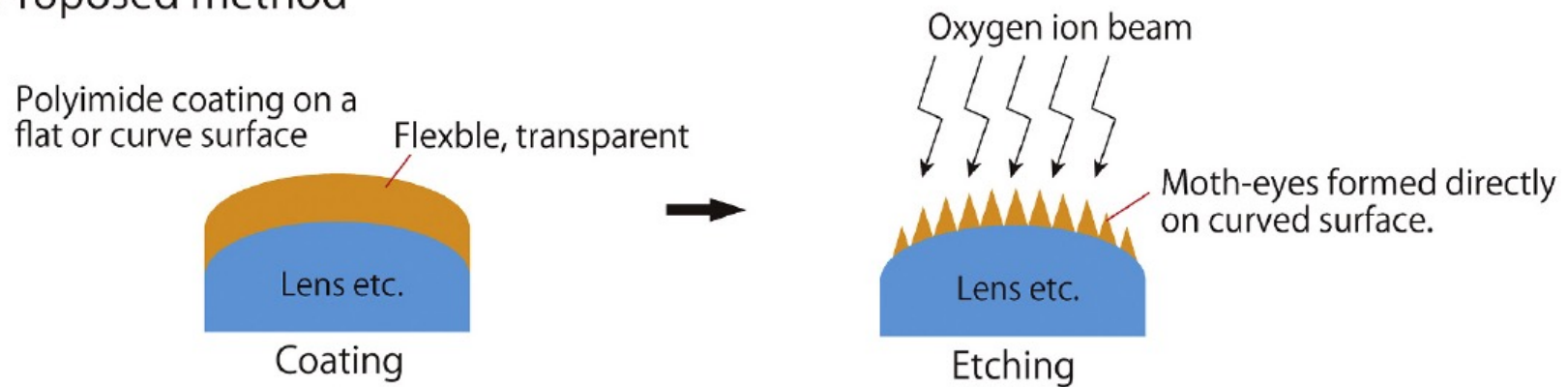


新技術の内容

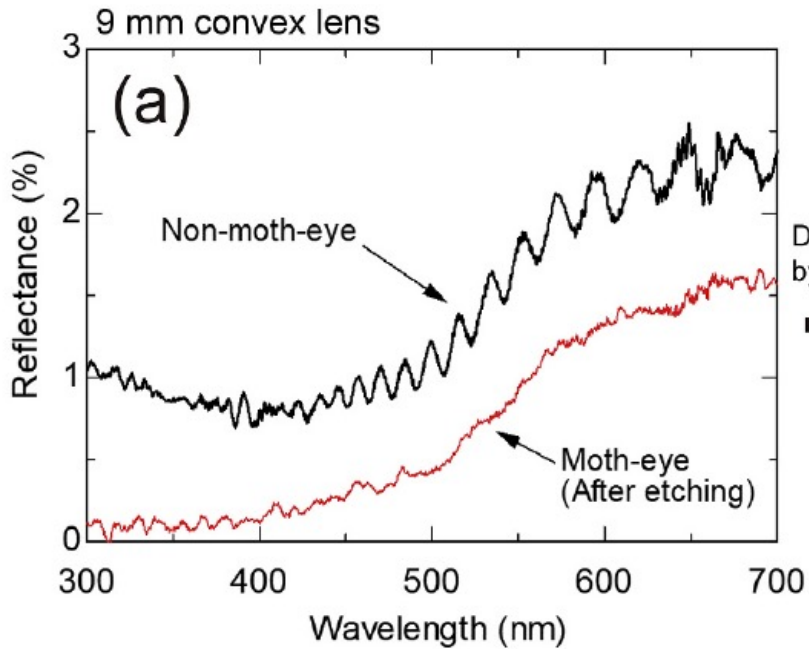
(a) Example of conventional method



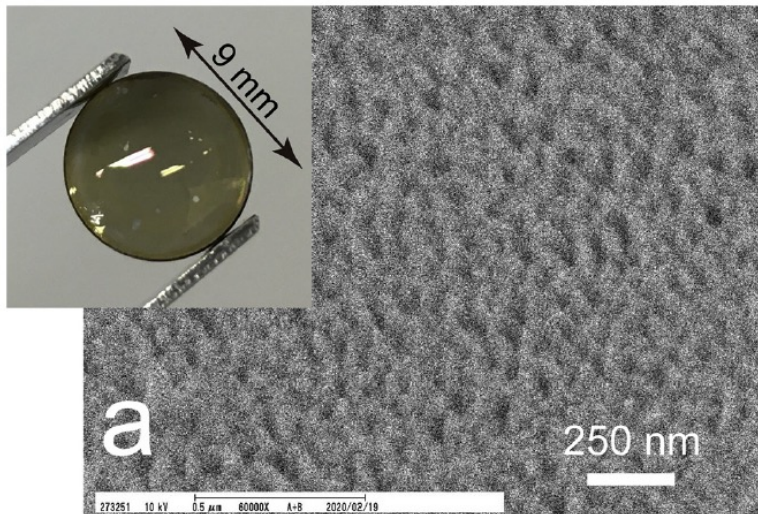
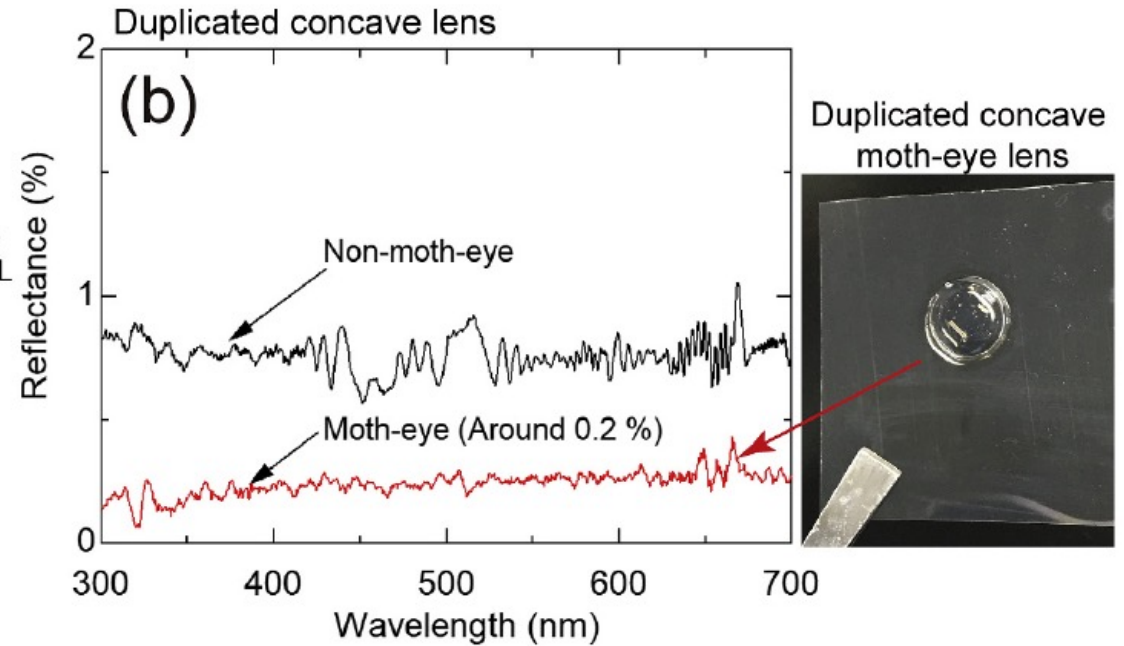
(b) Proposed method



新技術の内容



Duplicate
by UV-NIL



☆凸レンズ状にポリイミドを塗布して、モスアイ構造を作製することができた

☆モスアイ構造付き凸レンズを金型としてモスアイ構造付き凹レンズをUV-NILで作製できた

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、モスアイ金型のコストを1/100程度まで低減することに成功した。
- 原材料は液体で塗布による成膜が可能のため、曲面への塗工や大面積化も容易となった。
- 本技術の適用により、曲面、ロール状、大面積といった任意形状へのモスアイ構造付与による製品化が期待できる。

想定される用途

- 曲面（レンズやロール状）へのモスアイ構造作製が可能。
- 大面積へ均一に塗工できれば、ショーウィンドウ等大型ガラスへのモスアイ構造作製も可能。
- モスアイ構造は、殺菌性のあるセミの羽の構造とも似ているので、殺菌フィルム等への利用も可能。

実用化に向けた課題

- 曲面上に均一に塗布する技術などの開発が必要。
- 現在用いているポリイミドの粘度が高いため、粘度の低い材料の開発が必要。
- 大面積に酸素イオンビームが照射できるような装置開発が必要。ある程度の大きさならRIE等プラズマ装置で対応可能。

企業への期待

- ハンドリングのよいポリイミド材料の開発を行える企業との共同研究を希望。
- レンズ、曲面へのモスアイ構造付与により高付加価値（反射防止、防汚性、親水性）を付与できるので、本手法は有効である。
- ポリイミド上のモスアイ構造も金型としてつかえるので、モスアイ構造付き金型自体を取り扱うこともできる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：モスアイ構造付き物品の製造方法、モスアイ構造付き物品、酸素イオンビーム加工用モスアイ構造形成組成物、及び突起群付き物品の製造方法
- 出願番号：特願2020-179237
- 公開番号：特開2021-099476
- 出願人：学校法人東京理科大学
- 発明者：谷口 淳、岡部 貴雄

お問い合わせ先

東京理科大学
産学連携機構

TEL 03-5228-7440

FAX 03-5228-7442

e-mail ura@admin.tus.ac.jp