

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2025.02.25] [Update : 2025.02.25]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22NM0060
利用課題名 Title	メタマテリアルの開発
利用した実施機関 Support Institute	物質・材料研究機構 / NIMS
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication
重要技術領域 Important Technology Area	量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions
キーワード Keywords	メタマテリアル、メタ表面、メタレンズ、大面積電子線描画

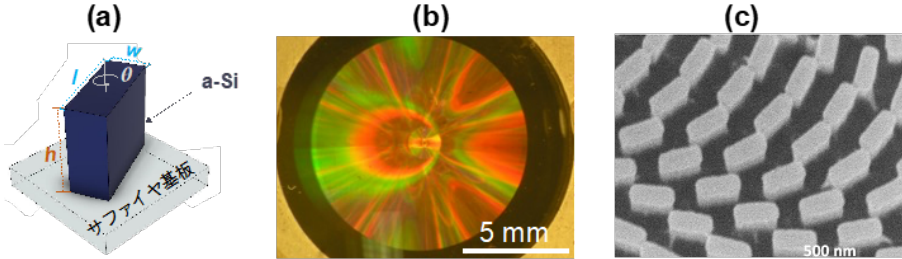
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	レハクハウントー
所属名 Affiliation	国立研究開発法人産業技術総合研究所
共同利用者氏名 Names of Collaborators in Other Institutes Than Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Collaborators in The Hub and Spoke Institutes	
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	NM-601 : 電子ビーム描画装置 [ELS-F125]
---------------------------------	-------------------------------

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>本研究では、ナノ構造体からなるメタレンズと呼ばれる、超高開口数を持つかつ薄膜状のレンズの開発を目的とする。具体的には、スパッタリング法により、サファイヤ基板上にシリコン(Si)や酸化チタン(TiO₂)の高い屈折率材料の薄膜を成膜する。その上に電子線描画法と反応性イオンエッチング法を用いることで、波長程度のSiやTiO₂のナノ構造を作製する。図1(a)はメタレンズに用いたナノロッド単位構造の概略図を示す。この構造は配置角qによって光の位相を精密に制御することができる。従って、これらの構造を適切に設計し平面上に配列すれば、自由空間における任意波面を形成することができる。特に、本研究では、円形φ10.0 mm程度の大面積試料の作製及び高精度・高分解能の実現が求められるため、電子ビーム描画装置 [ELS-F125] を用いて作製した。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>今年度では、サファイヤ基板上に作製されたアモルファスシリコン(a-Si)薄膜を用いて、加工プロセスの開発に取り組んだ。電子ビーム描画装置 [ELS-F125] を用いて、Si薄膜の上に100 nm~600 nm程度のナノロッド構造のパターンを描画した。現像した後、電子ビーム真空蒸着法で30 nm厚みのCr保護膜を成膜し、リフトオフでCrのナノ構造を得た。その後、SF₆/C₄F₈の混合ガス雰囲気中で反応性イオンエッチングによって、Crパターン以外のところのシリコン薄膜を削り取った。最後にCr等の保護膜をウェットエッチングによって除却し、狙ったサイズのシリコンナノ構造体を得られた。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>図1(b-c)にはアモルファスシリコン(a-Si)薄膜を用いて作製した円形φ10.0 mm試料の光学顕微鏡像と走査型電子顕微鏡像(SEM)を示している。描画時間が30時間程度であった。このように、ELS-F125電子ビーム描画装置の高精度・高分解能によって設計通りの寸法が得られた。また、SF₆/C₄F₈の混合ガス雰囲気でのエッチングは、所望の垂直な側壁が得られ、幅数十nmにおいてアスペクト比6~10が確保できるようになった。これにより、設計したメタレンズを作製することに成功した。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>図1(a) ナノロッド単位構造の概略図, (b)試作したメタレンズの光学顕微鏡像 と(c) 走査型電子顕微鏡像(SEM)</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) DOI (Publication and Proceedings)</p>	
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文 Oral Presentations etc.</p>	
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	0件
<p>特許登録件数 Number of Registered Patents</p>	0件