

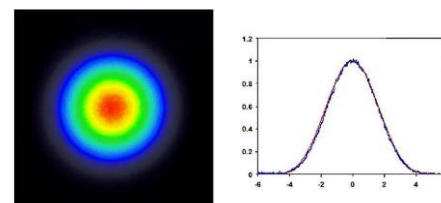
トップハットビーム整形メタサーフェスの開発

Development of top hat shaping metasurface for visible light

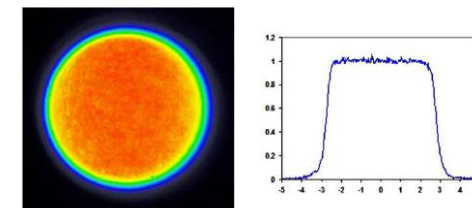
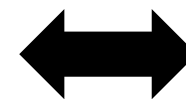
東京農工大学大学院 岩見研究室 山田 遼太

□ トップハット ビーム

- ✓ 強度が均一な照射光
- ✓ 光センサやレーザ加工、イメージングの性能向上に有効



ガウシアンビーム

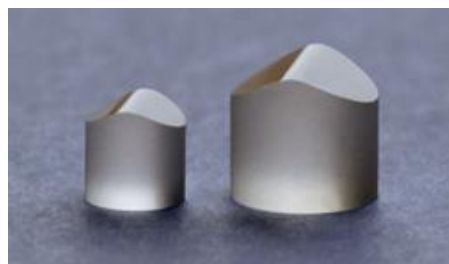


トップハットビーム

Alexander Laskin et al., SPE (2013)

□ トップハット ビーム整形手法

- ✓ 屈折型光学素子

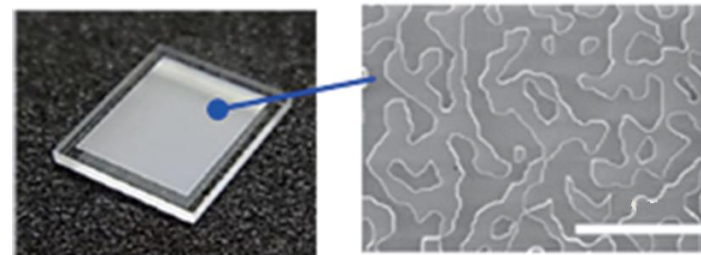


https://www.luminex.co.jp/maker_laserline/



課題
薄型化・小型化
に限界あり

- ✓ 回折光学素子 (DOE)



https://www.agc.com/products/electronic/detail/doe_and_diffuser.html

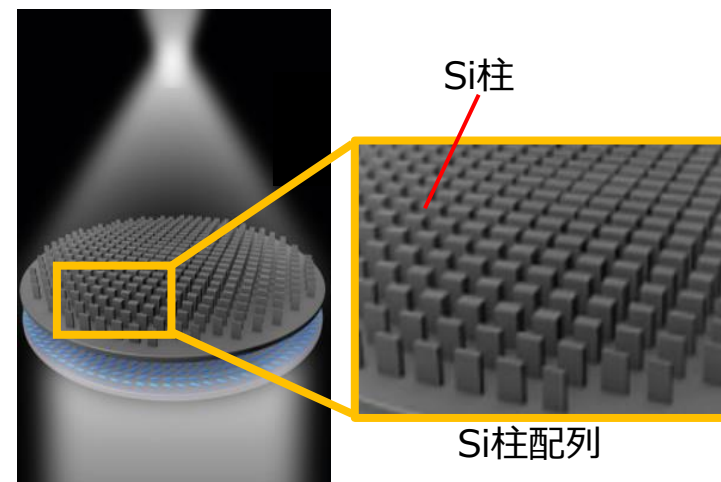


課題
加工難度が高い

薄型化・低難度加工の両方を実現したビーム整形素子が求められている。

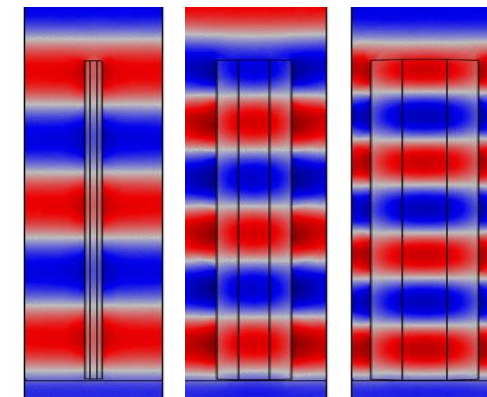
□メタサーフェス

- 誘電体の柱状構造の配列からなる
- 柱で光の進み(位相)を自在に制御
- あらゆる光学機能を実現可能
- **超薄型かつ加工が容易**



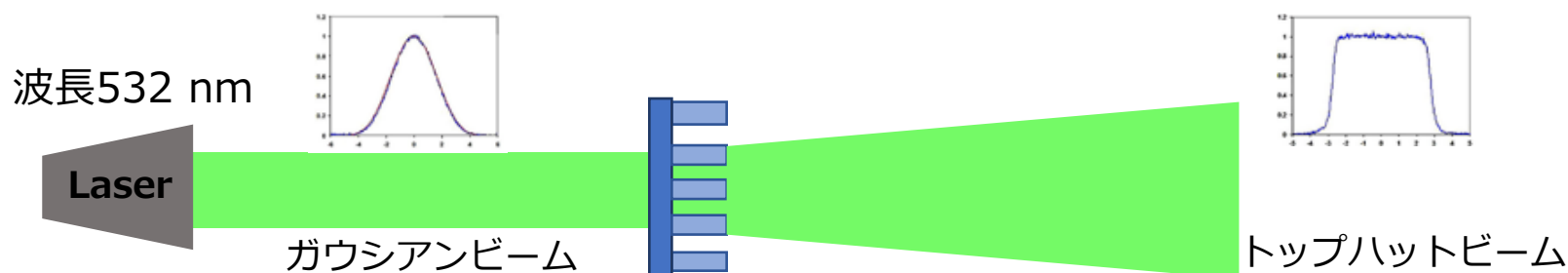
メタレンズのイメージ図

Shen Z, et al., ADVANCED PHOTONICS, (2020)



柱内部の位相遅延
(研究室内資料)

□トップハットビーム整形メタサーフェス

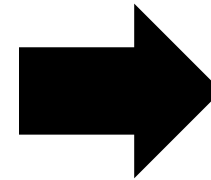
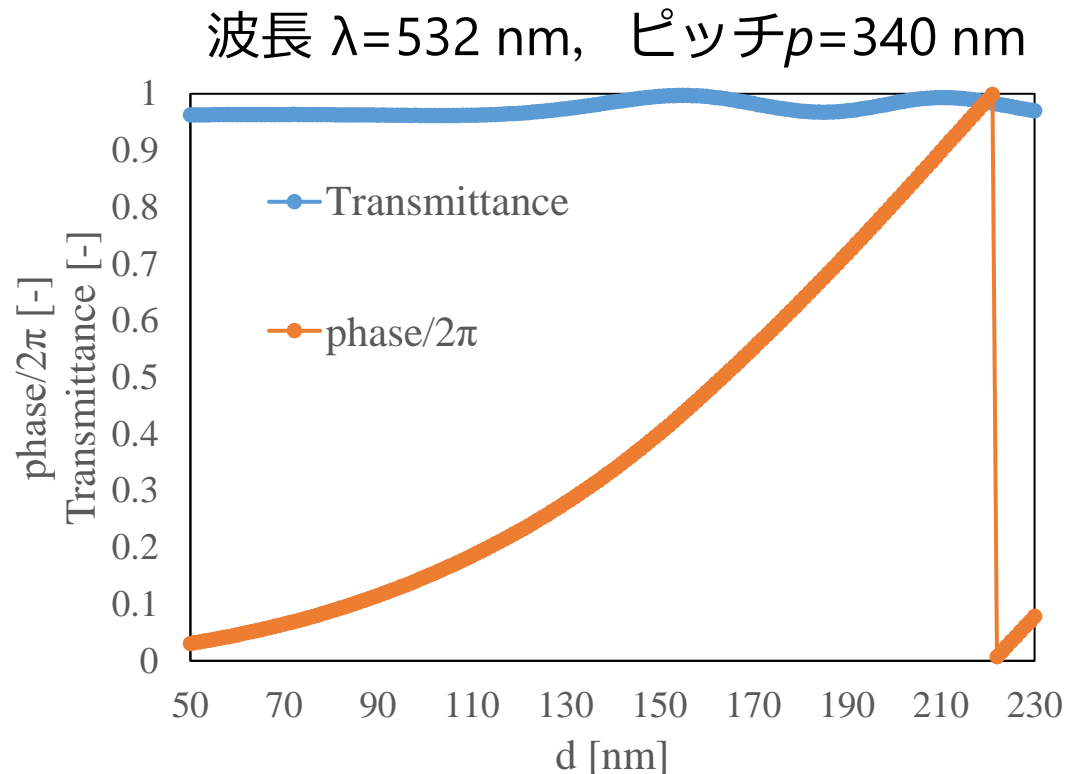
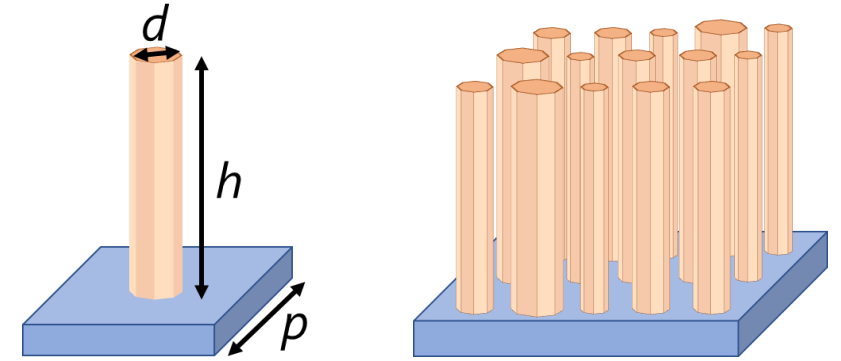


目的：トップハットビーム整形メタサーフェスの開発

□ 柱の寸法決定

- 材料：窒化シリコン(Si_3N_4)
- 有限要素法を用いた位相遅延量と透過率の計算

高さ h を1500 nmとして柱の幅 d を変化

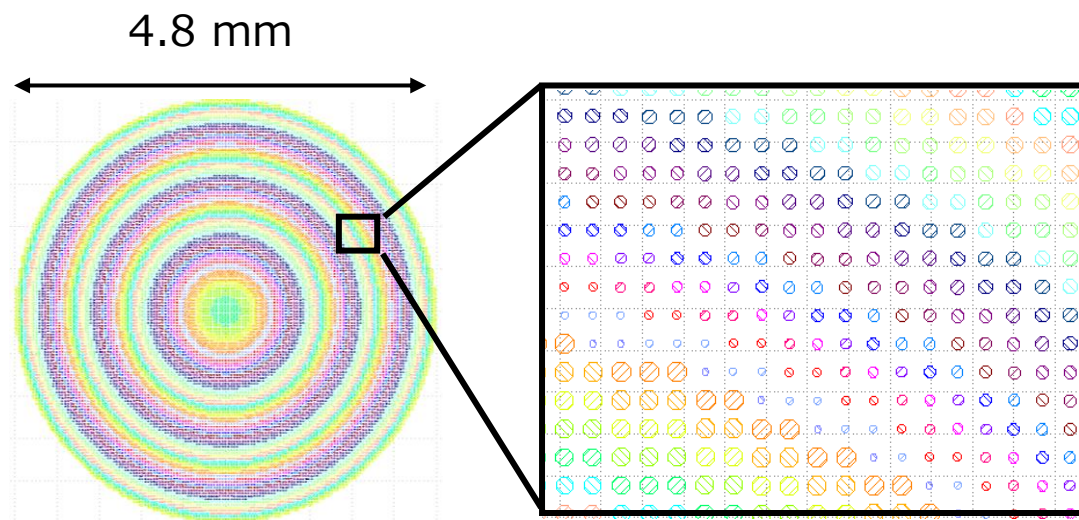


計算結果から柱の寸法を決定

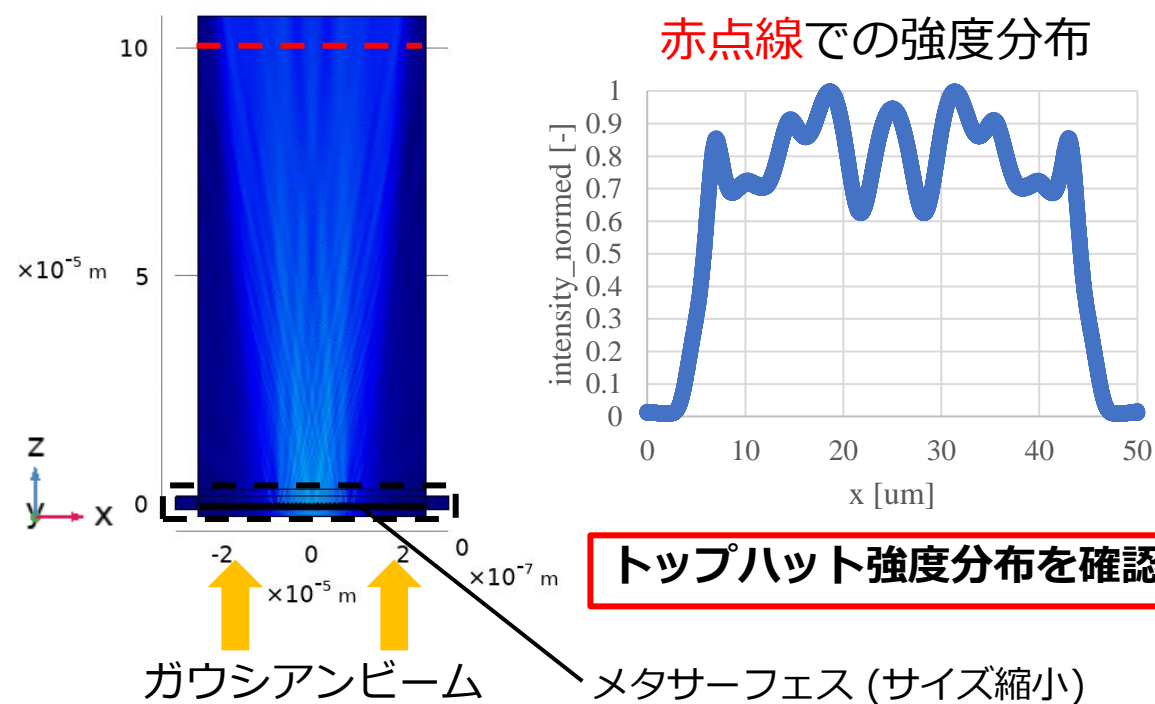
- ✓ 高さ h : 1500 nm
- ✓ ピッチ p : 340 nm
- ✓ 幅 d : 80 ~ 225 nm

□ メタサーフェスの設計

メタサーフェスのCADデータを作成



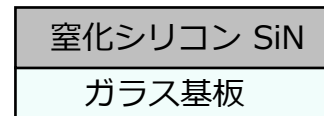
設計したメタサーフェスの電磁場解析



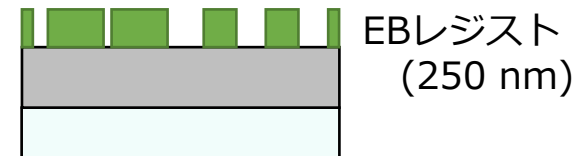
ビーム整形機能を持ったメタサーフェスの設計に成功

□ 製作手順

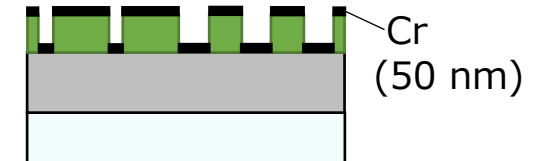
(a) SiNを製膜したガラス基板



(b) 電子線描画



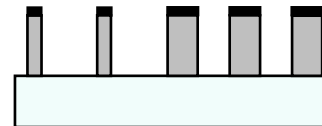
(c) クロム蒸着



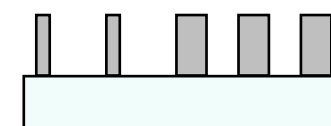
(d) レジスト除去



(e) SiNエッチング



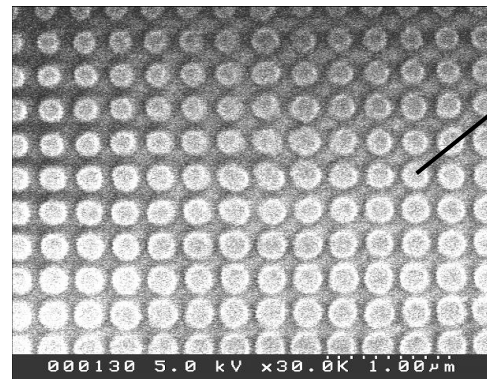
(f) Cr エッチング



□ 製作結果



完成したメタサーフェス



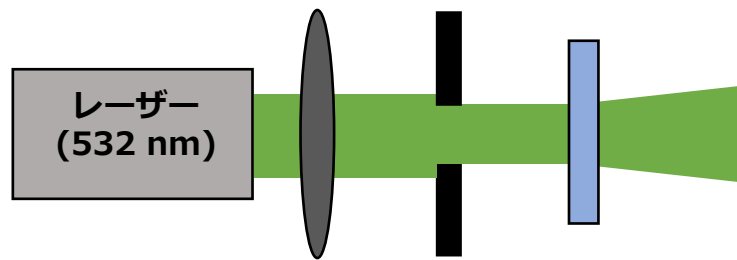
電子顕微鏡画像

メタサーフェスの製作に成功

□ メタサーフェスの評価

✓ 光学系

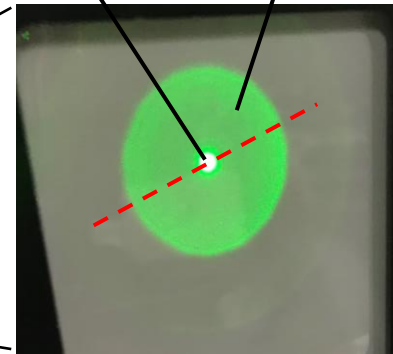
ND フィルタ 絞り メタサーフェス



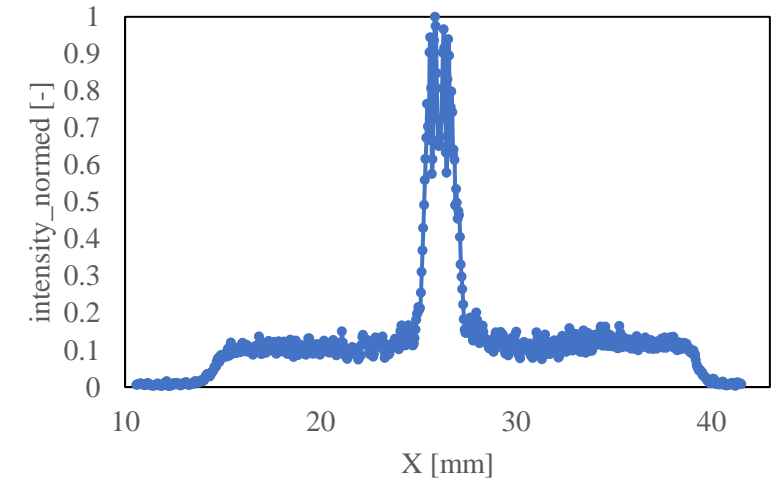
ビームプロファイラ

課題：0次光

成果：均一強度照射



メタサーフェスの
透過光パターン



赤点線での光強度分布

□ 成果

- トップハットビーム整形メタサーフェスの製作
- メタサーフェスによる均一強度な透過光パターンを確認

□ 今後の展望

- 0次光の低減に向けた微細構造の最適化を行う。