



国立大学法人

東京農工大学

Tokyo University of Agriculture and Technology

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

可変メタサーフェスを利用した 光位相変調素子

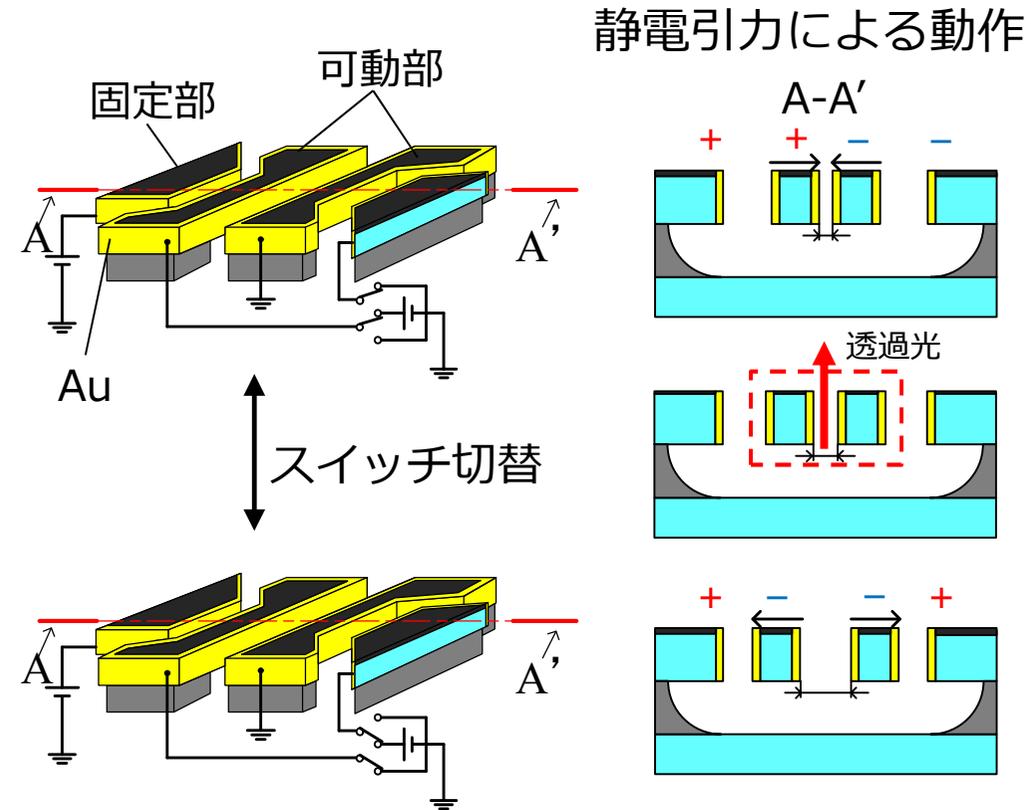
大学院工学研究院

先端機械システム部門

准教授 岩見 健太郎

新技術の概要

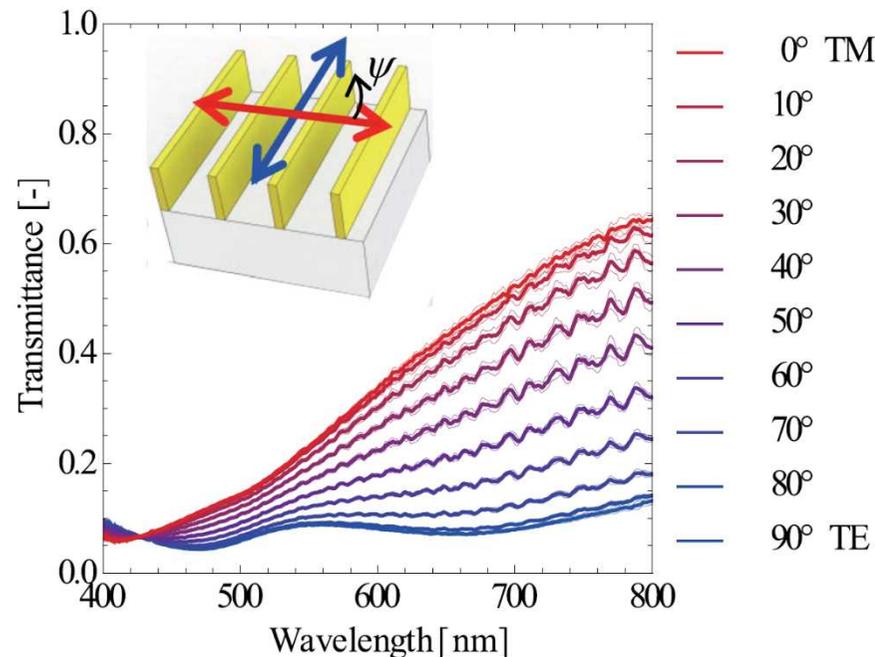
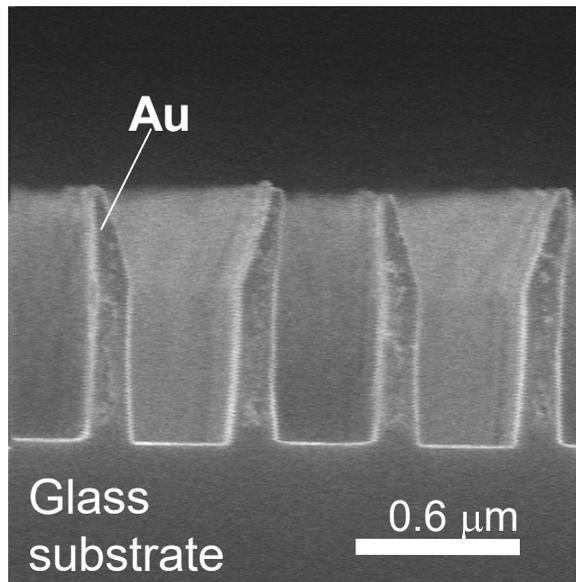
- 従来は不可能であった、**可視光で位相変調を行う**可変メタサーフェスを実現した。
- 液晶等で行われていた可視光の位相変調・偏光変調を、メタサーフェスに置き換えることができる。
- メタサーフェスの特徴である微細な画素サイズを生かし、ホログラフィ等への応用が期待される。



はじめに：メタサーフェスとは

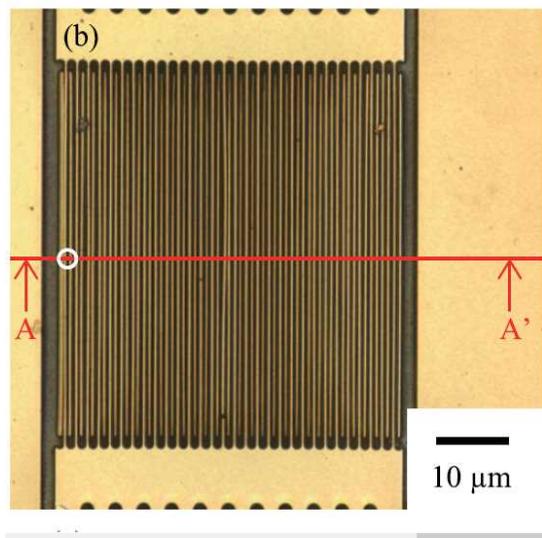
波長未満の大きさの金属構造体により光の透過率・位相・偏光・波面を制御する技術

極薄の光学素子（レンズ、波長板など）に利用
一度作ってしまおうと、光学特性は固定される

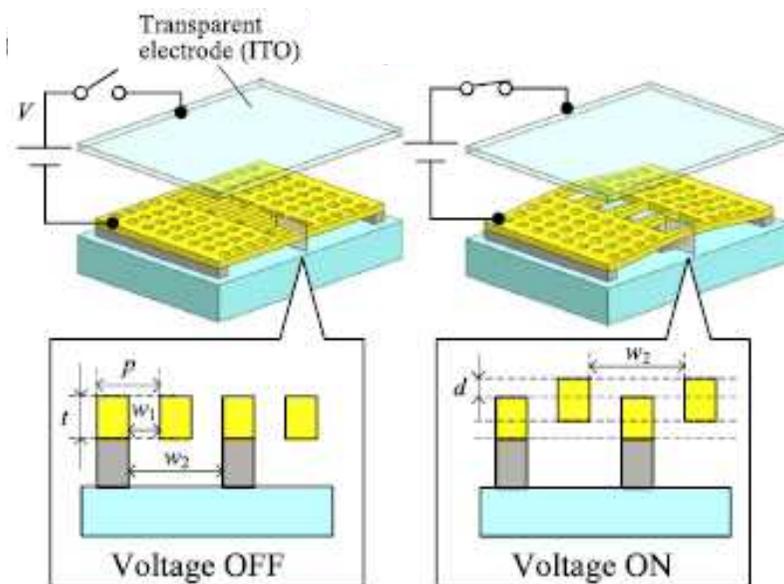


可変メタサーフェスとは

メタサーフェスに機械的な変形機構を加えて、
光学特性を制御できるようにしたもの
従来は、赤外波長の研究が中心
今回、可視光における位相変調を達成

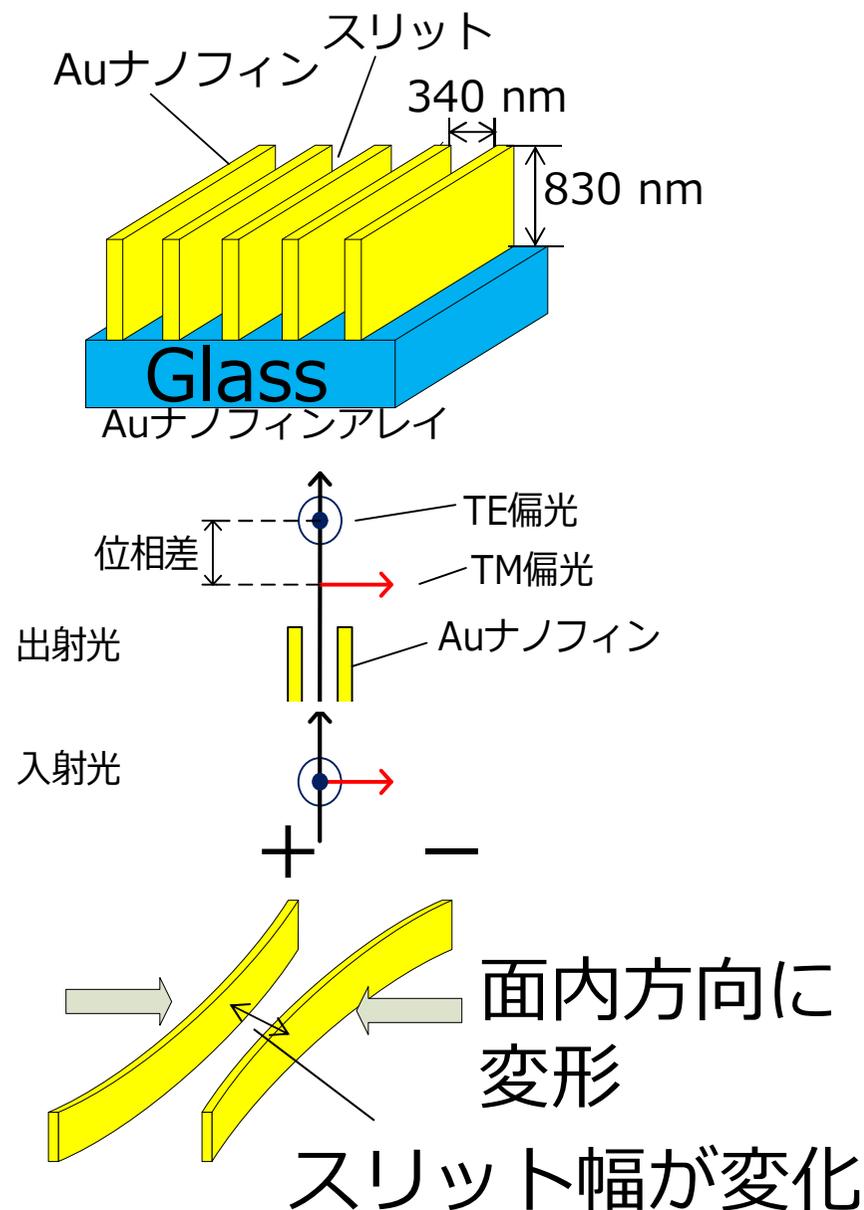


面外駆動型Auナノグレーティング

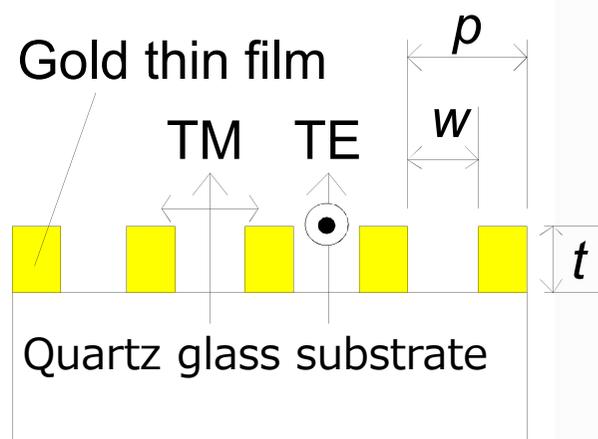


T. Shimura et al., Appl. Phys. Lett., (2018)

- 金属ナノフィン間を光が透過する際に大きな位相差が生じる
- フィンに変形機能を持たせることで、透過率の大きさを制御することができる
- フィンとアクチュエータの集積化が課題



- 透過光のシミュレーション

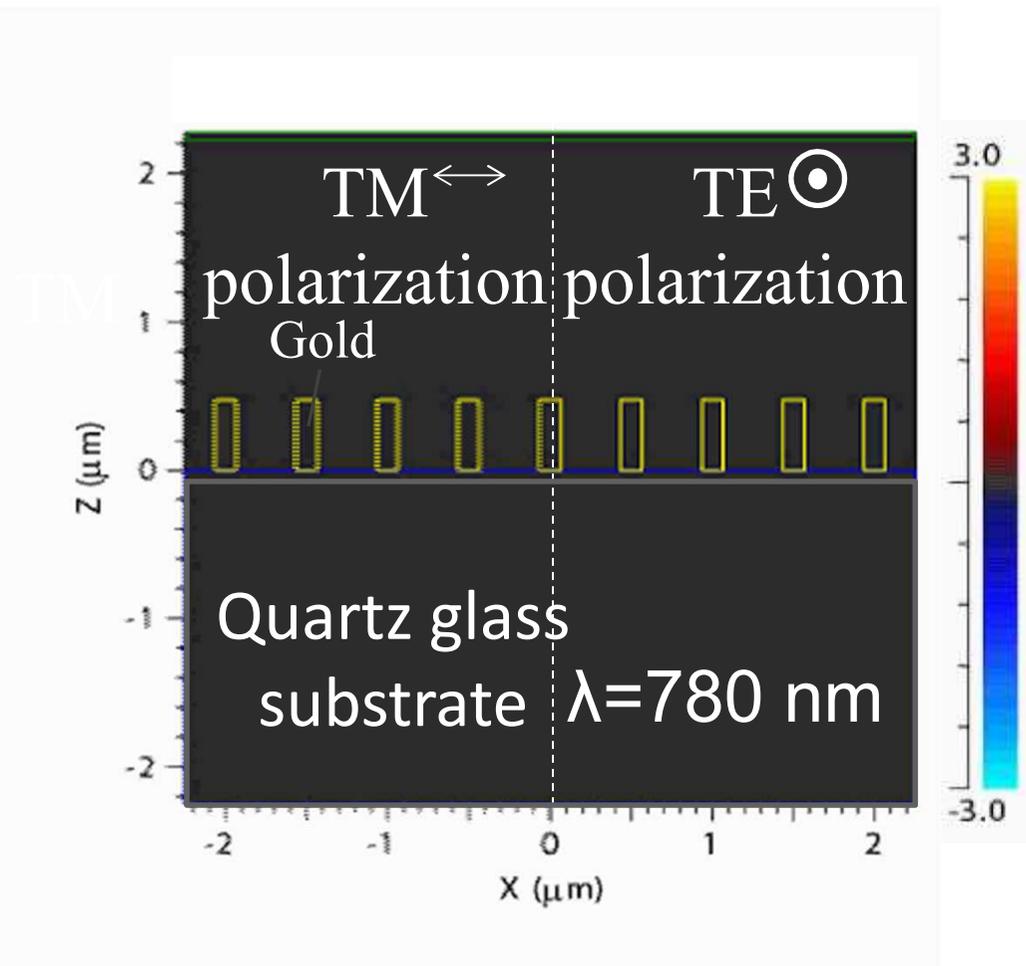


- ✓ Parameters

Slit pitch p

Slit width w

Gold thickness t

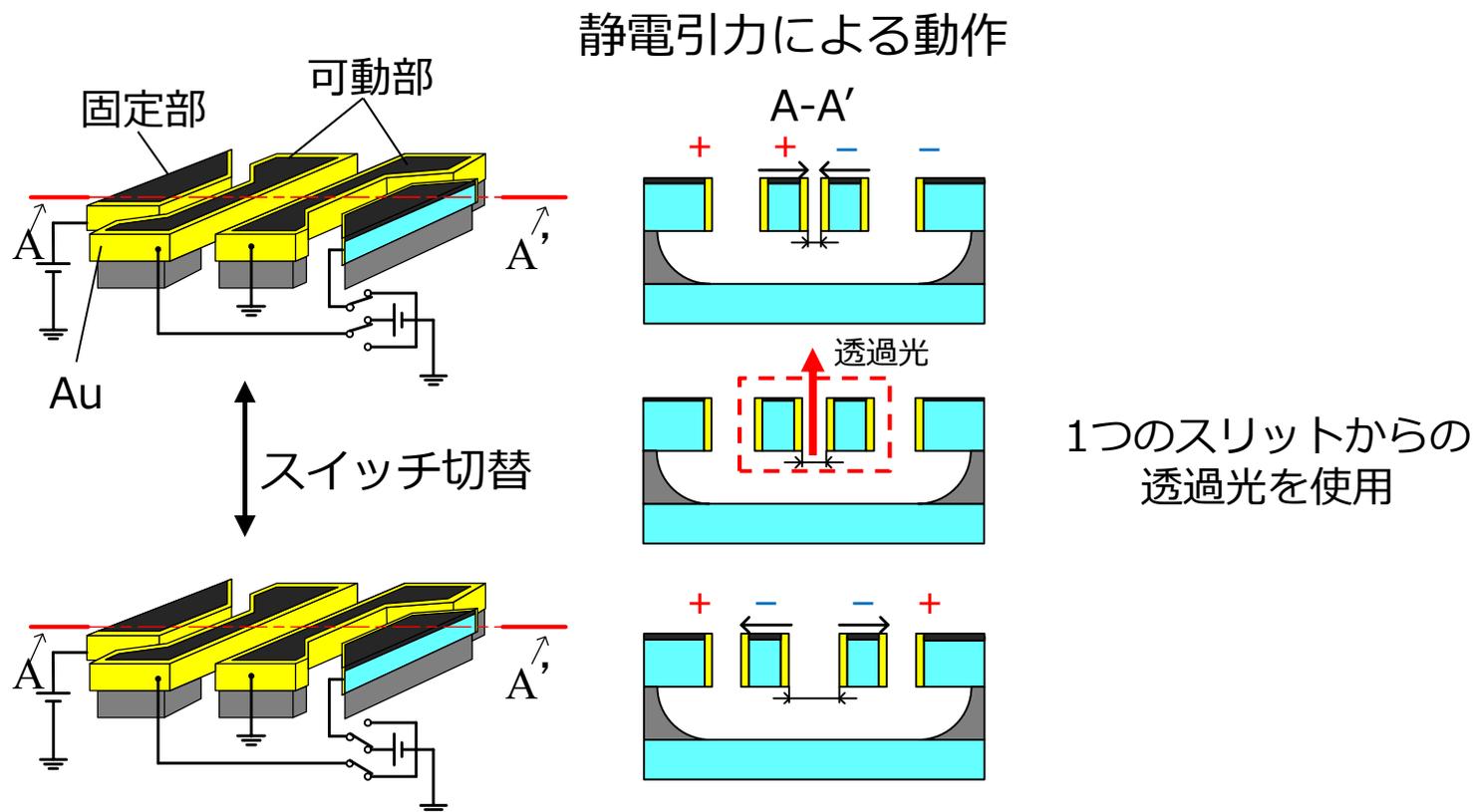


提案する素子の動作原理

- 2本の両持ち梁(可動部)と固定部で構成
- 可動部・固定部側壁にAu膜(側壁Au構造) 静電アクチュエータとしても動作
- 位相差は側壁Au間隔に強く依存



広狭両方向の動作で
大きな位相差変調量に期待

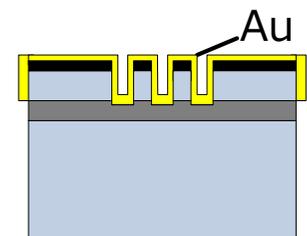


提案する素子の製作方法

製作プロセス



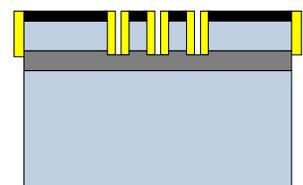
(a)スパッタ



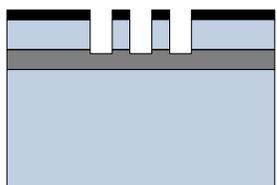
(d) Auスパッタ



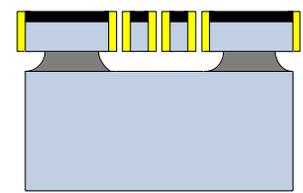
(b) 電子線描画



(e) Auエッチング
(垂直異方性)

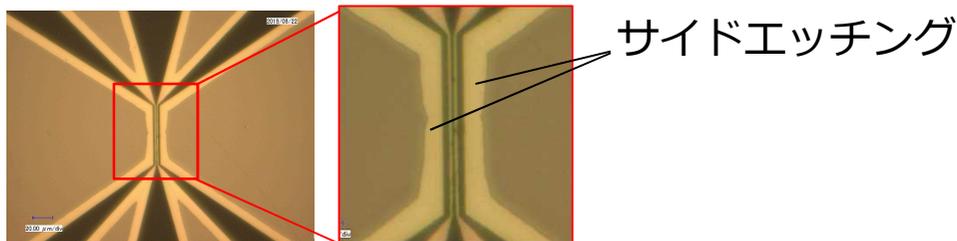


(c) エッチング



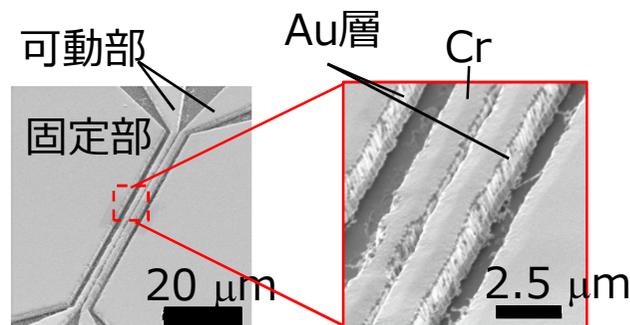
(f) Siエッチング
(等方性)

素子を裏面から光学顕微鏡観察



サイドエッチングの進行を観察
→梁状構造のリリースを確認

素子のSEM観察

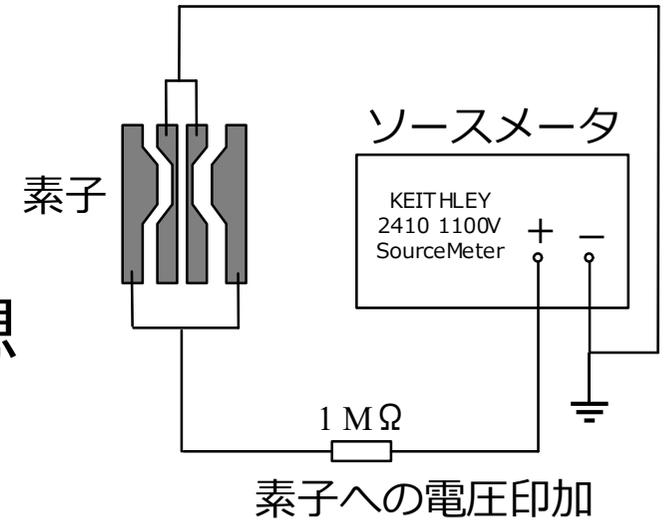
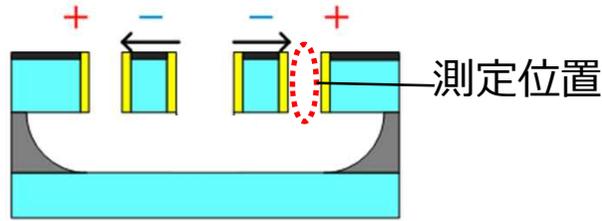


側壁にAu層の成膜を確認

位相変調試験の結果

- 電圧を印加(0~80 V)し位相差の変調量を測定

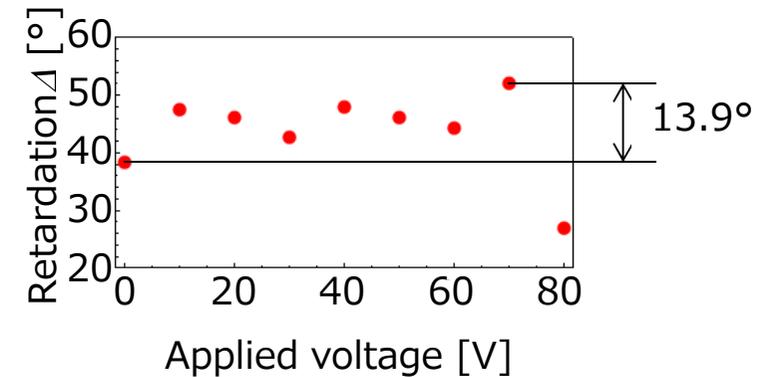
測定したスリットが狭まる方向に電圧印加



印加電圧に比例して位相差が増加すると予想

測定方法

回転検光子法で各印加電圧の位相差を測定
印加電圧 - 位相差のグラフから位相差の変調量を算出



結果

70 V印加で13.9° 位相差変調
(80 V時点では素子の短絡のため位相差が減少)

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術では不可能であった、メタサーフェスに機械的な変形を加えて透過光の位相を変調させることに成功した。
- 従来は加工精度の問題から赤外線に利用が限られていたが、本技術の適用により、可視光において位相変調を達成できた。
- 理論上は、360度の位相変調範囲が期待される。
- 液晶位相変調器に比べ、幅方向の素子サイズを小型化できる可能性がある。

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、将来の3次元ホログラフィディスプレイ用光変調器などが考えられる。
- また、達成された位相変調特性に着目すると、超薄型の可変焦点レンズといった分野や用途に展開することも可能と思われる。

実用化に向けた課題

- 現在、可視光において位相変調が可能のところまで開発済み。しかし、理論的に予測される位相変調範囲の達成が未解決である。
- 今後、サンプルの加工精度向上により実験データを取得し、広い位相変調範囲の実証を行っていく。

企業への期待

- 未解決の位相変調範囲の実証については、学外の加工設備の利用により克服できると考えている。
- より具体的なアプリケーションに向けて、本学の有する可変メタサーフェス技術を展開したい。
- 位相変調のみならず、メタサーフェスを利用した新規光学技術に興味を持つ企業との共同研究を希望。

- 発明の名称 : 光位相変調器
- 出願番号 : 出願済み 未公開
- 出願人 : 国立大学法人東京農工大学
- 発明者 : 岩見健太郎、城光寺佑樹

東京農工大学 先端産学連携研究推進センター

T E L 042 – 388 – 7550

F A X 042 – 388 – 7553

e-mail suishin@ml.tuat.ac.jp



MORE
SENSE

Tokyo University of
Agriculture and Technology

