

振幅・位相・偏光を独立に変調可能な誘電体メタサーフェス

Dielectric metasurfaces for complete and independent control of the optical amplitude, phase, and polarization.

東大生研¹, JST さきがけ², 〇新原 寛太¹, 田中 嘉人^{1,2}, 志村 努¹

IIS, The Univ. of Tokyo¹, JST PRESTO², 〇Kanta Niihara¹, Yoshito Tanaka^{1,2}, Tsutomu Shimura¹

E-mail: nkanta@iis.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】メタサーフェスは波長より小さい散乱体で構成された表面構造で、光を空間的に変調できる。これまでに誘電体メタサーフェスにより振幅と位相を独立に変調できることが示されている [1]。今発表では、2つの異なるメタ原子を用いる Double Phase (DP) メタサーフェスによって、偏光・振幅・位相を独立に変調可能であることを示す。

【シミュレーション】Fig. 1 はシミュレーションに用いたメタサーフェスの概略図である。図に示す単位胞を周期的に並べた構造とし、2つのナノロッドの幅、(w_{x1} , w_{y1})と(w_{x2} , w_{y2})を変えて透過光を計算した。入射光はz軸正方向から基盤表面に垂直に入射する x 直線偏光の無限平面波とした。

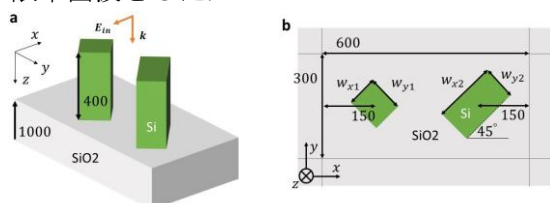


Fig. 1 Schematic illustration of the metasurface.

【結果】結果を Fig. 2 に示す。I はメタ原子が 1 種類 ($w_{x1} = w_{x2}$, $w_{y1} = w_{y2}$) の場合、II は 2 種類 (DP メタサーフェス) の場合の結果である。また、a-d は順番に、x 直線偏光、y 直線偏光、左円偏光、右円偏光となった透過光の複素振幅を複素平面にプロットしたものである。いずれの場合も偏光と位相は自由に制御できている。しかし、メタ原子が 1 種類の場合

(I), x 直線偏光を除き振幅を制御することができない。2 種類のサイズの異なるメタ原子を用いることで (II), 初めて振幅も含めて自由に制御できることが分かる。

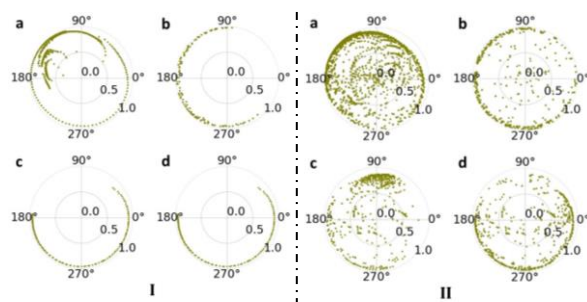


Fig. 2 Complex amplitudes of a) x-linearly, b) y-linearly, c) left circularly, and d) right circularly polarized transmitted light using I) one or II) two kinds of metaatoms.

【考察】この結果を理解するために、単位胞内に 1 個のメタ原子がある場合の散乱光を E_{sca} とする。また簡単のため多重散乱は考えない。入射光を E_{in} とすると、透過光、 E_{out} はそれぞれの場合、

$$\text{I } E_{out}^I = 2E_{sca} + e^{ikz} E_{in}$$

$$\text{II } E_{out}^{II} = E_{sca,1} + E_{sca,2} + e^{ikz} E_{in} \\ = (E_{out,1}^I + E_{out,2}^I)/2$$

とあらわされる。 $E_{out,1(2)}^I = 2E_{sca,1(2)} + e^{ikz} E_{in}$ とした。II の表式より、DP メタサーフェスでは 2 つの位相の異なる透過光 $E_{out,1}^I$ と $E_{out,2}^I$ とを干渉させることにより、振幅の変調も可能になると理解できる。

[1] Gun-Yeal Lee et al., *Nanoscale* **10**, 4237 (2018)