

波数空間における電磁界の成分分離に向けた基礎検証

A Fundamental Study of Electromagnetic Field Decomposition in Wavenumber Space

○柴垣裕紀¹, 岸本誠也², 芦澤好人³, 中川活二³, 佐甲徳栄⁴, 大貫進一郎²* Shibagaki Hironori¹, Seiya Kishimoto², Yoshito Ashizawa³, Katsuji Nakagawa³, Tokuei Sako⁴, Shinichiro Ohnuki²

Abstract: For electromagnetic wave problems such as Kretschmann configuration, there exist incident wave, reflected wave, and surface wave. In this report, we decompose these electromagnetic waves into transverse and longitudinal components. Some specific problems are investigated and distribution of transverse and longitudinal components are discussed in wavenumber and real spaces.

一般的に、電磁波の伝搬方向と振動方向は垂直で横波の関係にある。プラズマ振動では、電子密度による疎密波の伝搬方向と振動方向が平行な縦波の関係にある。一方、電磁波入射により表面プラズモンを励振する問題では、励振源である電磁波、粗密波として伝搬する表面プラズモン、境界面からの反射波などが存在し、解析空間に横波と縦波が混在する。

本報告では、波数空間中の電磁界を横波と縦波に成分分離し、実空間に逆変換することで、それぞれの電磁界分布を算出する^[1-2]。Figure 1 に波数空間での電界と波数ベクトルとの関係を示す。波数空間における電磁界の算出には、電磁界解析手法である FDFD (Finite-Difference Frequency- Domain) 法^[3-4]とフーリエ変換を用いる。提案する電磁界分離法の信頼性を検証するため、自由空間中を伝搬する平面電磁波、電荷密度が一律の無限平面から生じる電界に対して、横波及び縦波の分離を行う。また、Figure 2 に示す二酸化ケイ素、銀薄膜、真空から成る 2 次元近似したクレッチマン配置の解析モデルに対し分離法を適用し、成分分離の観点から表面プラズモンを検証する。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K17753 及び、日本大学理工学部研究助成金の援助を受けて行われた。

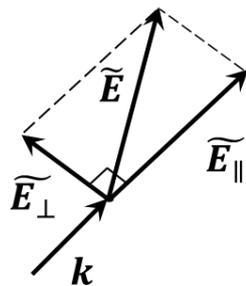


Figure 1. 波数ベクトル k に対する縦波 \vec{E}_{\parallel} と横波 \vec{E}_{\perp}

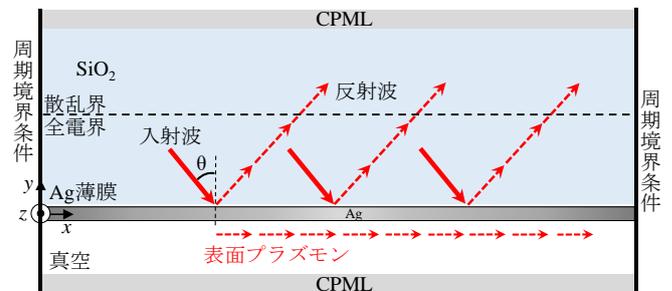


Figure 2. クレッチマン配置の解析モデル

参考文献

- [1] Tokuei Sako : “Dimensionality in the feedback effect from electron to light: A coupled Maxwell-Schroedinger approach”, CCAM2019, 2019.
- [2] 柴垣裕紀, 岸本誠也, 芦澤好人, 佐甲徳栄, 中川活二, 大貫進一郎 : 「表面プラズモン共鳴における電磁波の縦波と横波の分離」, 2021 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-1-9, 2021.
- [3] D. Wu, R. Ohnishi, R. Uemura, T. Yamaguchi, and S. Ohnuki : “Finite-Difference Complex Frequency Domain Method for Optical and Plasmonic Analysis”, IEEE Photonics Technology Letters, vol.30, no.11, pp.1024-1027, 2018.
- [4] 田丸幸寛, 柴垣裕紀, 呉迪, 岸本誠也, 芦澤好人, 中川活二, 大貫進一郎 : 「混合薄膜構造の磁気表面プラズモン応答解析」, 電子情報通信学会論文誌 C, vol.J104-C, no.5, pp.129-136, 2021.

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気 3 : 日大理工・教員・電子 4 : 日大理工・教員・一般物理