

ポテンシャル表現を用いた分散性媒質の電磁波散乱解析 Electromagnetic Scattering Analysis of Dispersive Media Using Potential Expression

○東貴範¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²*Takanori Higashi¹, Seiya Kishimoto², Shinichiro Ohnuki²

Abstract: In order to treat the interaction between electromagnetic fields and dispersive media in a simple manner, we investigate a method for electromagnetic field analysis using the vector potential and scalar potential by sequential calculations. In this report, electromagnetic scattering problems of dispersive media are solved in terms of a potential expression. Media are modeled by the classical equation of motion and solutions are verified in comparison to those of the conventional ADE-FDTD method.

近年、ナノデバイスの開発^[1-2]が進み、電子デバイスのサイズは光の波長に比べて非常に小さいナノメートルオーダーとなっている。このような小型化により、電子デバイス設計では荷電粒子の量子性がより顕著に表れるため、量子力学的な Schrödinger 方程式と Maxwell 方程式を結合する等の操作を行い解析する必要がある。しかし、従来の電界及び磁界の時間発展を逐次計算により求める (FDTD : Finite-Difference Time-Domain) 法では、すべての時間においてポテンシャルを算出する必要があり、簡素に取り扱いづらい。

そこで本報告では、その基礎検討として、ベクトルポテンシャルとスカラーポテンシャルを直接逐次計算により求める電磁界解析^[3]に、補助方程式 (ADE : Auxiliary Differential Equation) を組み込むことで、古典的な運動方程式でモデル化した分散性媒質の電磁波散乱問題を求める。Fig. 1, 2 に本手法と従来法のフローチャートを示す。本手法で求めたポテンシャルを電磁界に換算し、従来法である電界及び磁界の時間発展を逐次計算により求める ADE-FDTD 法^[4]と比較し、その解の妥当性を検証する。

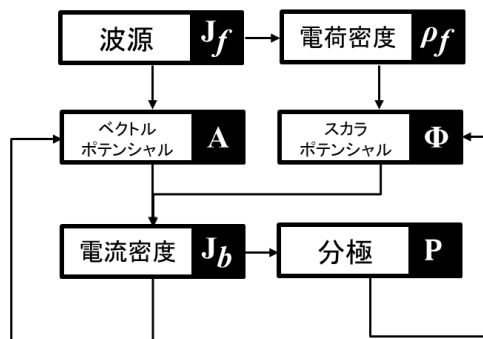


Figure 1. 本手法のフローチャート

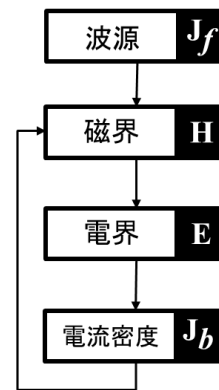


Figure 2. 従来法のフローチャート

参考文献

- [1] S. Ohnuki, T. Kato, Y. Takano, Y. Ashizawa, and K. Nakagawa: "Design and Numerical Verification of Plasmonic Cross Antennas to Generate Localized Circularly Polarized Light for All-Optical Magnetic Recording", Radio Sci., vol. 50, pp. 29-40, 2015.
- [2] K. Nakagawa, Y. Ashizawa, S. Ohnuki, A. Itoh and A. Tsukamoto: "Confined Circularly Polarized Light Generated by Nano-Size Aperture for High Density All-Optical Magnetic Recording", J. Appl. Phys., Vol.109, No.7, 07B735, 2011.
- [3] 東貴範, 岸本誠也, 大貫進一郎, 「ポテンシャルを用いた電磁界時間応答解析—分散性媒質を考慮した場合—」, 2020年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-15, 2020年9月.
- [4] Takashi Yamaguchi, Takashi Hinata: "Optical near-field analysis of spherical metals: application of the FDTD method combined with the ADE method", Opt. Express, vol. 15, No. 18, pp.11481-11491, 2007.

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気