

多層膜構造における表面フォノンポラリトンの伝播モード解析

Investigation on the propagation of surface phonon-polaritons in multilayer systems

○立川 冴子^{1,2}, ホセ オルドネス-ミランダ³, ユンファイ ウー¹, ロラン ジャラペール^{1,3},

ロマン アヌフリエフ¹, セバスチャン ヴォルツ^{1,3}, 野村 政宏^{1,2}

IIS¹, RCAST², Univ. of Tokyo, LIMMS/CNRS-IIS, Univ. of Tokyo³,

○S. Tachikawa^{1,2}, J. Ordonez-Miranda², Y. Wu¹, L. Jalabert^{1,3}, R. Anufriev¹, S. Volz^{1,3}, M. Nomura^{1,2}

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

表面フォノンポラリトン (SPhP) とは、吸収のある誘電体や化合物半導体の界面において、電磁波と光学フォノンのカップリングにより連成される表面波である。界面に局在して面内方向に伝搬し、特にナノスケール厚さの薄膜においてその伝搬長は数百 μm を超えることが知られている^[1]。そのため、誘電体の単一薄膜における SPhP 伝播について、理論・実験の双方から研究が活発化してきている^[2-4]。

本研究では、誘電体の単一薄膜ではなく、吸収のない材料を用いた多層膜構造における SPhP の伝播を調べた。具体的には 10 μm 厚さの Si を、誘電体である SiO₂ 薄膜で挟んだ 3 層構造を検討した。特定の境界条件のもとマクスウェル方程式を解くことで、3 層構造の分散関係を得ることができた。SiO₂ 薄膜の厚さを 200 nm とし、分散関係から波数ベクトルを解くことで 3 層構造内面内方向のポインティングベクトルを計算すると、SiO₂ 薄膜で励起された SPhP は複数のモードを示し、主に、吸収のない Si 層を伝播することが分かった (図 1a)。3 層構造における SPhP の分散を、Si の単一層における導波モードと比べることで、SPhP が Si 層の導波モードとカップリングしていることが示された (図 1b)。誘電体表面に局在すると考えられていた SPhP だが、3 層構造においては、吸収のない Si が SPhP の導波路の役割を果たすことが分かった。

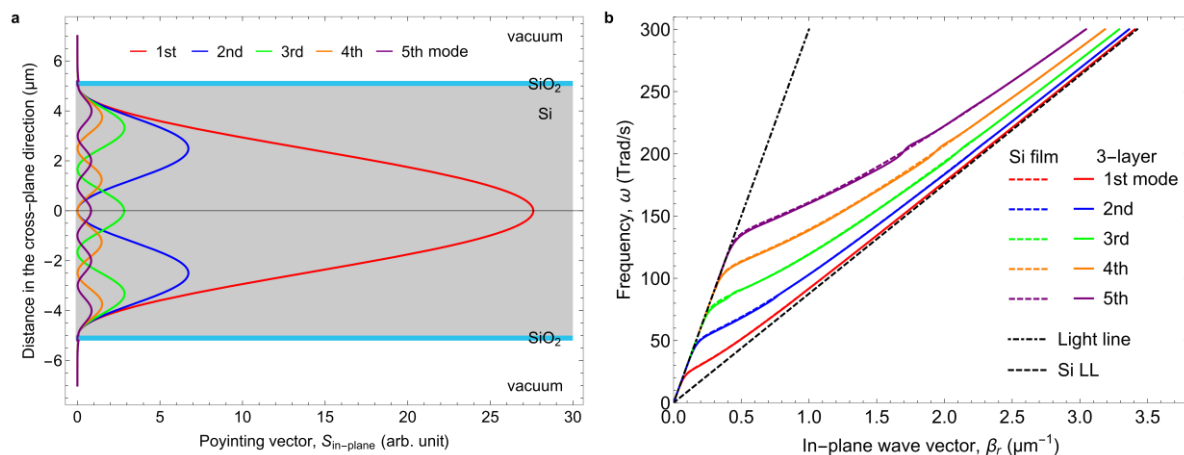


図 1. 3 層構造における SPhP の a.エネルギー分布と b. 分散関係。分散は、Si 層の導波モードと重なっていることが分かる。

[1] Chen D.Z.A., *et al.*, Phys. Rev. B 72, 155435 (2005). [2] J. Ordonez-Miranda, *et al.*, J. Appl. Phys., 113, 084311 (2013).

[3] L. Tranchant, *et al.*, Nano letters 19, 6924–6930 (2019). [4] Y. Wu, *et al.* Sci. Adv. 6, eabb4461 (2020).