

2つの異方性媒質からなるフォノン結晶界面における界面弾性波 Interfacial elastic waves in the interface between two phononic crystals composed of anisotropic materials

北大院工¹ ○田中之博¹, 大柏宣栄¹

Hokkaido Univ.¹ ○Yukihiro Tanaka¹, Nobuharu Okashiwa¹

E-mail: yuki@eng.hokudai.ac.jp

界面弾性波 (interfacial elastic wave, 以下、IEW と記す) とは、二つの異なる物質の界面近傍にそのエネルギーを集中させながら界面に沿って伝播する波であり、そのエネルギーは固体内部に漏れることがない。よって、その性質は固体表面における表面弾性波 (SAW) とほぼ同じであり、SAW デバイスのような音響デバイスの可能性が期待される。しかし、界面弾性波はどんな物質でも存在するわけではなく、構成物質の組み合わせが限られてしまうため、応用上不利であり、これまでそれほど盛んに研究されていない。

近年、2種類以上の物質を周期的に配列することによって作製される複合物質、すなわち、フォノン結晶の研究が盛んに行われている。フォノン結晶における弾性波は、その周期性によってバンド構造を有し、構成物質の選択によっては、波数ベクトルのすべての方向に対し、弾性波の伝播を禁止する周波数帯 (完全バンドギャップ) が存在したり、弾性波の伝播速度の制御が可能となる。また、フォノン結晶は、周期的に埋め込まれた物質の量 (充填率) を調整することによって、有効的な物質パラメータ (質量密度や弾性定数) を変化させることができる。

ここでは、このフォノン結晶の特徴を利用することによって、界面弾性波を制御するデバイスを提案する。モデルとしては、図 1(a) に示すような 2 つの異なる 2 次元フォノン結晶 (PC1 と PC2) を結合させたものを考える。計算は、フォノン結晶の研究で良く用いられている平面波展開法を使用した。

結果の一例として、タンタル (Ta) とパラジウム (Pd) からなるフォノン結晶 1(PC1) と InSb と InAs からなるフォノン結晶 2(PC2) を結合させた場合を示す。図 1(b) は、この系における界面弾性波の等周波数曲線である。構成物質の弾性的異方性によってバルク波の等周波数曲線は円から大きくゆがみ、界面弾性波は x 軸方向および y 軸方向のみに現れている。

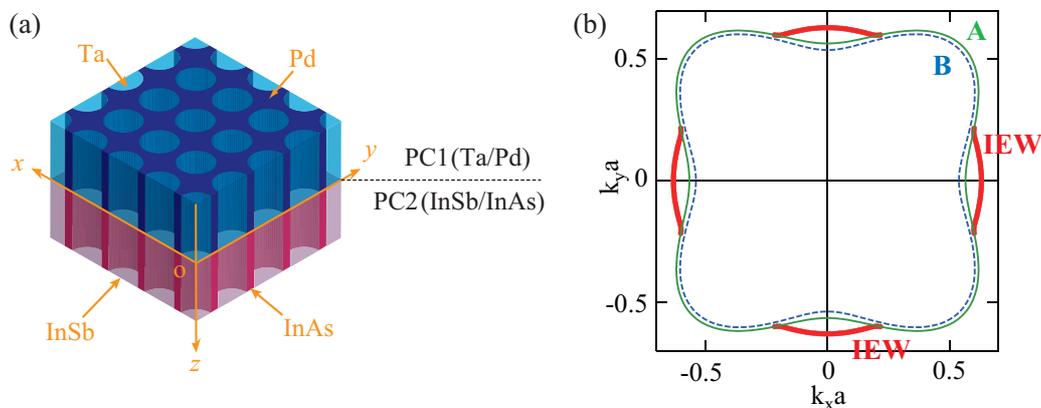


図 1: (a) 2 つの異なるフォノン結晶 (PC1 と PC2) を結合させた系。 $z = 0$ の面が境界面である。(b) Ta/Pd-InSb/InAs 系の界面弾性波 (IEW) およびバルク波 ([A] Ta/Pd PC と [B] InSb/InAs PC) の等周波数曲線。