フォノンのアンダーソン局在にモード変換が及ぼす効果

Mode conversion effects on Anderson localization of phonons

北大工 [1]，富士フイルム先端コア技術研究所 [2]　○(D) 吉弘 達矢 [1,2]，西口 規彦 [1]
Hokkaido Univ. [1], FUJIFILM Corp. Frontier Core-Technology Lab. [2]
°Tatsuya Yoshihiro[1,2] and Norihiko Nishiguchi[1]
E-mail: tatsuya.yoshihiro@fujifilm.com

【背景】近年、ランダムに異種物質層を積層したランダム超格子の熱伝導特性が議論されている。ランダム超格子に垂直入射する弾性波の伝播特性は解析的にも良く理解されており[1]、アンダーソン局在が生じ、その結果広い周波数領域で透過率が著しく低下することが知られている。一方、界面に斜入射する弾性波は、界面におけるモード変換のために縦波と横波が結合した混合モードとなる。干渉条件の異なる波が結合した混合モードがアンダーソン局在に与える効果は明らかになっていない。今回、モード変換がアンダーソン局在に及ぼす効果について転送行列法を用いて明らかにした。

【検討手法】ランダム超格子の模式図を Fig.1 に示す。ある層厚の GaAs と AlAs の 2 種類の層を 1/2 の確率でランダムに積層した系を想定し、x-y 面内に変位を持つ縦波 L と横波 T を考える。界面における連続条件から混合モードの転送行列を作成し、縦波 L と横波 T に対する透過率を求める。異なるランダム超格子に対する透過率の平均値と揺らぎから、アンダーソン局在に関する伝播特性を得る。解析を明確にするため、GaAs と AlAs は等方弾性体とした。

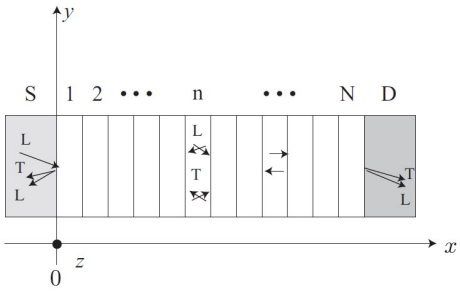

Fig. 1 A schematic representation of the random superlattice

【結果】各層厚 34Å、計 500 層の GaAs と AlAs からなるランダム超格子 200 種に対する透過率の平均値を Fig. 2 に示す。Fig. 2a は垂直入射、Fig. 2b は縦波 30°、横波 16.87°の斜入射に対する値である。垂直入射時は縦波と横波は単一モードとして伝播し、アンダーソン局在による透過率の低下を示す。透過率のピークは GaAs 層と AlAs 層におけるフォノンの共鳴透過で生じ、ピーク周波数は縦波と横波それぞれの共鳴透過条件に対応する。これに対し、斜入射時はモードの結合のため、縦波と横波の透過率の差異は小さくなる。透過率のピーク周波数は縦波と横波いずれの共鳴透過条件とも異なり、混合モードに特有の透過条件を示すことが分かった。また、透過率の揺らぎは透過率の平均値に依存するが、斜入射時は垂直入射時よりも揺らぎが抑制されていることが見出された。詳細は当日の講演で述べる。

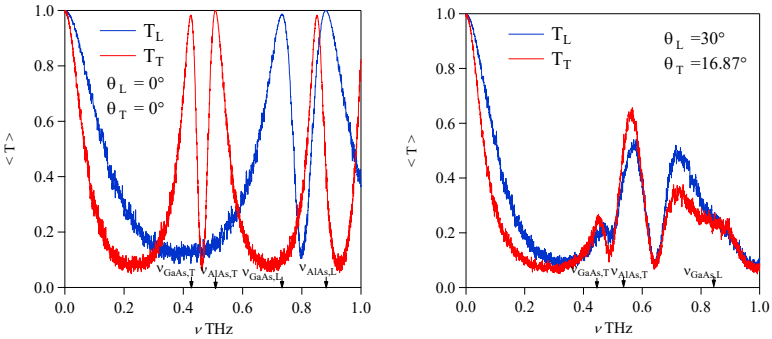

Fig. 2 Phonon transmittance spectra of longitudinal wave (T_L) and transverse wave (T_T). (a) Normal incidence (b) 30° (L) and 16.87° (T) oblique incidence.

[1] N. Nishiguchi, F. Nori and S. Tamura, *Phys. Rev. B* **48**, 2515 (1993)

© 2019年 応用物理学会