

論文内容の要旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	竹内 日出雄
博士論文名	半導体超格子におけるコヒーレントフォノンの超高速分光		
<p>近年の超高速分光技術の発展により、フェムト秒パルスレーザー光を物質に照射することで位相の揃ったフォノン（コヒーレントフォノン）を生成し、それを時間領域信号として検出できるようになってきた。これまで、半導体や半金属のバルク結晶を主対象にコヒーレントフォノンの研究が盛んに行われており、コヒーレントフォノンの特性が光生成キャリアと密接に関係していることが知られている。最近、異なる種類の半導体を周期的に積層した人工結晶である半導体超格子においてもコヒーレントフォノンが観測され注目を集めているが、その生成と検出の機構に関する詳細は明らかになっていない。本論文は、GaAs/AlAs、GaSb/AlSb、およびInAs/GaAs 超格子を対象として、超格子全体に展開する折返し縦音響(FLA)フォノン、各層に局在した縦光学(LO)フォノン、および LO フォノン・プラズモン結合モードに着目し、コヒーレントフォノンの超高速分光に関する研究成果をまとめたものである。</p> <p>第1章では、本研究の背景、目的、および本論文の構成について述べた。</p> <p>第2章では、本研究において構築したフェムト秒パルスレーザー光(パルス幅約 70 fs)をベースとした反射型ポンプ・プローブ分光システムと、コヒーレントフォノンの時間領域信号に対する解析方法について述べた。</p> <p>第3章では、GaAs/AlAs 超格子のコヒーレント FLA フォノンに対する有限サイズ効果について述べた。周期数の限られた GaAs/AlAs 超格子では、フォノンの対称性と波数選択則の破れが有限サイズ効果によって誘起されることを明らかにした。さらに、超格子層全体を光励起するか表面層のみを光励起するかによって、コヒーレントフォノンの伝播過程の違いを反映し、観測されるフォノンモードの特性が異なることを見出した。</p> <p>第4章では、GaSb/AlSb 超格子におけるコヒーレント LO フォノンの生成機構について述べた。キャリアが生成される井戸層に局在した GaSb 型 LO フォノンとキャリアが生成されない障壁層中に局在した AlSb 型 LO フォノンの同時観測に成功し、検出された LO フォノンの位相を解析することにより、それぞれの LO フォノンの生成機構が異なっていることを明らかにした。</p> <p>第5章では、InAs/GaAs 超格子におけるコヒーレント LO フォノン・プラズモン結合モードについて述べた。InAs/GaAs 超格子の基礎遷移エネルギー近傍にレーザー光のエネルギーを合わせることで、障壁層である GaAs 層の LO フォノンと結合したプラズモンが観測できることを示した。この LO フォノン・プラズモン結合モードの検出エネルギー依存性の測定結果から、検出過程において、超格子特有のミニバンド構造に起因する共鳴効果が顕著に現れることを明らかにした。</p> <p>最後に、第6章では、本研究で得られた成果を総括し、結論とした。</p>			

論文目録

報告番号	甲 第 号	氏 名	竹内 日出雄
博士論文名	半導体超格子におけるコヒーレントフォノンの超高速分光		
公表論文			
(1) H. Takeuchi, K. Mizoguchi, M. Nakayama, H. Nishimura, K. Kuroyanagi, and T. Aida: "Coherent longitudinal optical phonons in GaSb/AlSb superlattices", Proceedings of the Third SANKEN International Symposium, "Advanced Nano-electronics: Devices, Materials, and Computing", pp. 292-293 (2000). [第 4 章]			
(2) H. Takeuchi, K. Mizoguchi, M. Nakayama, K. Kuroyanagi, and T. Aida: "Phase difference between coherent GaSb-like and AlSb-like LO phonons in GaSb/AlSb superlattices", Proceedings of the 25th International Conference on the Physics of Semiconductors, pp. 451- 452 (2001). [第 4 章]			
(3) H. Takeuchi, K. Mizoguchi, M. Nakayama, K. Kuroyanagi, T. Aida, M. Nakajima, and H. Harima: "Simultaneous observation of coherent GaSb-like and AlSb-like longitudinal optical phonons in GaSb/AlSb superlattices", Journal of the Physical Society of Japan, 70 , pp. 2598-2602 (2001). [第 2 章、第 4 章]			
(4) H. Takeuchi, K. Mizoguchi, and M. Nakayama: "Coherent phonon-plasmon coupled modes in $(\text{InAs})_1/(\text{GaAs})_m$ strained-layer superlattices", Proceedings of the 10th International Conference on Narrow Gap Semiconductors and Related Small Energy Phenomena pp.207-209 (2001). [第 5 章]			
公表予定論文			
(1) H. Takeuchi, K. Mizoguchi, T. Hino, and M. Nakayama: "Coherent folded acoustic phonons in GaAs/AlAs superlattices with limited periodicity", Physica B (2002), in press. [第 3 章]			
(3) H. Takeuchi, K. Mizoguchi, T. Aida, and M. Nakayama: "Effects of a miniband structure on coherent LO phonon-plasmon coupled modes in an $(\text{InAs})_1/(\text{GaAs})_{30}$ strained-layer superlattice", Physica B (2002), in press. [第 5 章]			