

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

2001 年 12 月

大阪市立大学大学院
工学研究科

たけうち ひでお
竹内 日出雄

目次

目次	i
第 1 章 序論	1
1-1 本研究の背景	1
1-1-1 半導体超格子におけるミニバンド構造とフォノン	1
1-1-2 コヒーレントフォノン	4
1-2 本研究の目的と本論文の構成	7
第 2 章 超高速分光法および解析手法	10
2-1 コヒーレントフォノンの超高速分光	10
2-2 反射型ポンプ・プローブ分光法によるコヒーレントフォノンの測定	11
2-2-1 反射型ポンプ・プローブ分光法	11
2-2-2 時間遅延変調法による時間分解反射率変化の時間微分信号測定	15
2-2-3 ファースト・スキャン法による時間分解反射率変化の測定	17
2-3 時間分解反射率変化の解析	19
2-3-1 時間分割フーリエ変換	19
2-3-2 Cole-Cole プロットを用いたコヒーレントフォノンの初期位相 に対する解析	21
第 3 章 GaAs/AlAs 超格子のコヒーレント折返し縦音響フォノンに対する有限 サイズ効果	23
3-1 はじめに	23
3-2 GaAs/AlAs 超格子における折返し縦音響フォノン	24

3-2-1	折返し縦音響フォノンとそのラマン散乱特性	24
3-2-2	コヒーレント折返し縦音響フォノン	26
3-3	周期数の限られた GaAs/AlAs 超格子におけるコヒーレント折返し縦音響フォノン	26
3-3-1	有限サイズ効果によって誘起されたモードの対称性と波数選択則の破れ	26
3-3-2	ゾーンセンターモードの自由誘導減衰過程	34
3-4	反射型2色ポンプ・プローブ法によるコヒーレント折返し縦音響フォノンの測定	40
3-5	まとめ	44
第4章	GaSb/AlSb 超格子におけるコヒーレント縦光学フォノンの生成機構	45
4-1	はじめに	45
4-2	コヒーレントフォノンの生成機構	46
4-2-1	瞬間誘導ラマン散乱(Impulsive stimulated Raman scattering, ISRS)機構	46
4-2-2	変位励起(Displacive excitation of coherent phonon, DECP)機構	47
4-2-3	表面電界遮蔽(Instantaneous screening of surface potential bending, ISSPB)機構	49
4-3	GaSb/AlSb 超格子におけるコヒーレント縦光学フォノン	51
4-3-1	GaSb/AlSb 超格子における縦光学フォノンと電子包絡波動関数	51
4-3-2	コヒーレント GaSb 型縦光学フォノンと AlSb 型縦光学フォノンの同時観測	52
4-3-3	コヒーレント GaSb 型縦光学フォノンおよび AlSb 型縦光学フォノンの初期位相と生成機構	56
4-4	GaAs 単結晶に対し透明なレーザーパルス光を照射した場合のコヒーレント縦光学フォノン	62
4-5	まとめ	64

第 5 章 InAs/GaAs 歪超格子におけるコヒーレント縦光学フォノン・プラズモン結合モード	65
5-1 はじめに	65
5-2 バルク結晶におけるコヒーレント縦光学フォノン・プラズモン結合モード	66
5-3 InAs/GaAs 歪超格子におけるコヒーレント縦光学フォノン・プラズモン結合モード	67
5-3-1 InAs/GaAs 歪超格子中の縦光学フォノンと電子包絡波動関数	67
5-3-2 GaAs 型縦光学フォノン・プラズモン結合モードのポンプ光強度およびエネルギー依存性	68
5-3-3 GaAs 型縦光学フォノン・プラズモン結合モードのスペクトル分解反射型ポンプ・プローブ測定	75
5-4 まとめ	81
第 6 章 総括	82
謝辞	84
参考文献	85