

氏 名	儲 涛
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博甲第275号
学位授与の日付	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規程第3条第3項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学位論文題目	A study on strain-induced birefringence and optical anisotropy in semiconductor crystals (主査)
審査委員	教授 山田 正良 教授 西野 茂弘 教授 尾江 邦重

### 論文内容の要旨

申請論文は、半導体チップをパッケージに半田付けする時に生じるプロセス誘起歪みを評価するための反射型赤外光弹性法を独自に考案し、実際に反射型赤外光弹性装置を試作して、携帯電話等に使われる高周波 GaAs デバイスチップをパッケージに半田付けした時のプロセス誘起歪みを定量的に評価するとともに、半導体結晶を基板に切断加工する前、すなわち、結晶塊のままの状態で、その中に三次元的に分布する残留歪みを高感度に測定する赤外光弹性法を考案し、実際に走査型赤外光弹性装置を試作して、現在、高周波電子デバイスやフォトニックデバイスの基板に用いられている化合物半導体 GaAs 単結晶塊や無転位シリコン単結晶塊での残留歪みの高感度に評価した結果をまとめたものである。

論文は英文で書かれ、以下の五章から構成されている。

第一章では、化合物半導体やシリコン単結晶の工業的製造方法やデバイス作製方法を述べるとともに、半導体結晶の光弹性評価に関する研究の歴史と現状について述べて、本研究の背景を明らかにして、研究目的を述べている。

第二章では、半導体結晶を基板に切断加工する前、すなわち、結晶塊のままの状態で、その中に三次元的に分布する残留歪みを高感度に測定する方法について述べている。また、試作した走査型赤外光弹性装置について述べ、現在、高周波電子デバイスやフォトニックデバイスの基板に用いられている化合物半導体 GaAs 単結晶塊での疑似三次元的に光弹性評価した結果、無転位シリコン単結晶の疑似三次元的に光弹性評価した結果と解析等について述べている。

第三章では、半導体チップをパッケージに半田付けする時に生じるプロセス誘起歪みを評価するための反射型赤外光弹性法について述べている。また、試作した反射型赤外光弹性装置の構成、測定方法について述べ、現在、携帯電話等に使われる高周波 GaAs デバイスチップをパッケージに半田付けした時のプロセス誘起歪みを定量的に評価した結果について述べている。

第四章では、古典光学で光学的に等方的であると言われている立方晶においても、光の伝播方向によって光学異方性が生じることを説明するとともに、無転位シリコン単結晶を用いてこの光伝播方向依存光学異方性を実験的に初めて測定した結果について述べている。

第五章では、本研究で得られた成果についてまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、半導体チップをパッケージに半田付けする時に生じるプロセス誘起歪みを評価するための反射型赤外光弾性法を独自に考案し、実際に反射型赤外光弾性装置を試作して、携帯電話等に使われる高周波 GaAs デバイスチップをパッケージに半田付けした時のプロセス誘起歪みを定量的に評価して、その有用性を示した。また、半導体結晶を基板に切断加工する前、すなわち、結晶塊のままの状態で、その中に三次元的に分布する残留歪みを高感度に測定する赤外光弾性法を考案し、実際に走査型赤外光弾性装置を試作して、現在、高周波電子デバイスやフォトニックデバイスの基板に用いられている化合物半導体 GaAs 単結晶塊や無転位シリコン単結晶塊での残留歪みの高感度に評価できることを示した。さらに、古典光学で光学的に等方的であると言われている立方晶結晶であるシリコン単結晶において、光の伝播方向に依存して光学的な異方性が生じることを明らかにした。これらの研究成果は、以下の学術論文として公表されており、本論文の新規性と独創性が認められる。

- [1] T. Chu and M. Yamada, "First observation of GaAs chip bonded on heatsink plate with reflection type of infrared polariscope", IOP Conf. Ser. No. 160, 129-132 (1997).
- [2] T. Chu and M. Yamada, "Photoelastic measurement of strain induced by die-bonding of GaAs chip on a heatsink plate", Jpn. J. Appl. Phys. 38, 1153-1155 (1999).
- [3] T. Chu, M. Yamada, J. Donecker, M. Rossberg, V. Alex and H. Riemann, "Optical anisotropy and strain-induced birefringence in dislocation-free silicon single crystals", Materials Science and Engineering B, in press .
- [4] M. Yamada and T. Chu, "Pseudo-three-dimensional photoelastic characterization of LEC-GaAs single crystallingot", IOP Conf. Ser., in press .