

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	エポキシ樹脂硬化物の構造と接着特性に関する研究
Title(English)	Studies on Structure and Adhesion Property of Epoxy Thermosetting Resin Composite
著者(和文)	市川功
Author(English)	Isao Ichikawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9963号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:浅井 茂雄,扇澤 敏明,安藤 慎治,佐藤 満,塩谷 正俊
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9963号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	市川 功	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	浅井 茂雄	准教授	塩谷 正俊	准教授
	審査員	扇澤 敏明	教授		
		安藤 慎治	教授		
佐藤 満		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Studies on Structure and Adhesion Property of Epoxy Thermosetting Resin Composite」(エポキシ樹脂硬化物の構造と接着特性に関する研究)と題し、6章より成っている。

第1章「General Introduction」(序論)では、高分子材料製品開発における設計および解析技術動向と課題を説明するとともに、本論文の目的及び意義について述べている。

第2章「Structure and mechanical properties of epoxy resin composite introducing mesogenic framework」(メソゲン骨格を有するエポキシ樹脂の構造と力学特性)では、メソゲンの一つであるビフェニル骨格をエポキシ樹脂のマトリックスに導入した時の力学特性について検討している。修飾基を持たないビフェノール分子を組成物として用いることで、ゴム領域での弾性率が低く、且つ線膨張の小さい硬化物が得られることを見出し、さらにこれを応用し、優れた接着性を発現する半導体封止材料を設計するに至っている。平面構造を有し、液晶性を発現するビフェニル骨格の構造に起因し、熱膨張係数が小さくなり金属材料との接着界面で発生する熱応力の抑制につながっていると考察している。

第3章「Phase Structure and adhesive property of epoxy resin composite introducing mesogenic framework」(メソゲン骨格を有するエポキシ樹脂の相構造と接着特性)では、第2章において得られた高い接着特性を示すエポキシ硬化材料の相構造について検討している。本材料系が、ビフェノール分子の含有量の異なる二相のドメインが分布するポリドメイン構造をとり、混練条件を変えることによりドメインの大きさが変化することを明らかにしている。さらに、ドメインの小さい構造を形成するものは線膨張が小さく、金属被着体に対してさらに高い接着性を示すことを見出している。ビフェノール分子含有量が高く線膨張の小さいドメインが隣接するドメインの膨張を抑制するため、ドメインの比表面積が大きいき、バルクの線膨張が小さくなると考察している。

第4章「Quantitative analysis of phase-separated structure and mechanical properties of acrylic copolymer/epoxy thermosetting resin composite」(アクリル共重合体/エポキシ混合系材料の相分離構造の定量的評価と力学特性)では、エポキシ材料とアクリル共重合体の混合物が示す相分離構造を画像解析法により評価し、構造及び機械的強度の発現機構を検討している。エポキシ成分リッチな島相の粒径分布解析により、構造形成過程が微細に分離したドメインを基にこれらが集積して成長する比例効果則により説明できると述べている。また、設計値から期待される値を大きく下回る島相の面積割合が、海相に残存するエポキシ成分の存在を示し、これが硬化物の破壊過程に影響を与えることを明らかにしている。すなわち、島相の面積割合の小さなものは、両相の物性的差異が小さいため、引張強度測定において破壊が相境界を貫き、より大きな外力を必要とするため、高い強度を示す結果が得られたと考察している。

第5章「Phase-separated structure and adhesion properties of acrylic copolymer/epoxy thermosetting resin composite」(アクリル共重合体/エポキシ混合系材料の相分離構造と接着特性)では、4章で検討した混合材料を基本組成とした半導体用接着フィルムについて、相分離形態を分類することを提案するとともに構造の大きさを定量化し、破壊モードの異なる2種の測定での強度及び破断面形状との関係を検討している。破壊じん性測定では、相関長が長いほど破断面粗度が大きいものの、強度は相関長に依存しないことを明らかにしている。せん断強度試験では、破断面粗度及び強度は相分離形態に大きく依存し、「共連続構造」、「境界の曖昧な海島構造」、「明瞭な海島構造」の順に高い値を示し、分類した相形態の中で相関長に依存する傾向を示すことを明らかにしている。さらにこれを応用し、共連続構造を示し、且つ相関長の大きい構造を有することにより、半導体内部の接着界面において主に発生するせん断方向の応力に対して高い耐性を示す優れた半導体用接着フィルムを設計するに至っている。

第6章「Conclusion」(結論)では、本研究で得られた結果を総括している。

以上を要するに、本論文は、メソゲン骨格を有するエポキシ樹脂、及びアクリル共重合体/エポキシ混合系材料の相構造と力学特性、接着特性との関係を明らかにし、接着特性に優れた半導体封止材料及び半導体用接着フィルムの開発に結びつけたもので、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分に価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。