

氏名	胡 亜菲
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第5351号
学位授与の日付	平成28年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	ポリカーボネート基板上金薄膜ストリップの変形に伴う破壊挙動に関する検討
論文審査委員	教授 多田直哉 教授 岡田 晃 教授 岡安光博 准教授 上森 武

### 学位論文内容の要旨

近年、フレキシブル・エレクトロニクス分野において製品の小型・軽量化が強く求められている。この要求を満たすため、先端研究においては、製品構成部材の形状や配置を最適化することを中心に、より柔軟で高強度なデバイスを製造する方法が検討されてきた。しかしながら、このような検討では、製品の更なる小型・軽量化の実現には限界があり、薄膜材料の変形や破壊、基板に接合された場合の強度特性を評価する方向からの根本的な解決方法の確立が強く求められていた。

そこで本論文では、まず、金属薄膜とポリマー基板で構成される部品に生じるき裂、はく離等の種々の破壊現象と発生要因を整理した上で、耐熱性を有するポリカーボネート基板上に金の微小薄膜（ストリップ）を蒸着した金属薄膜／ポリマー基板接合試験片を作製して引張試験を行い、ストリップ上に発生したき裂やはく離の成長について実験および解析で検討した。まず実験では、様々な厚さや形状の金薄膜ストリップを形成したポリカーボネート試験片に対して荷重を漸増させながら引張変形を与え、ストリップ上に発生したき裂を観察した。その結果から、き裂がストリップ上に存在する微小な欠陥から発生すること、き裂発生がストリップ厚さに依存すること等を明らかにした。また、予め刃物によりストリップに初期スリットを与えた試験片に対して繰返し引張試験を実施し、き裂とはく離が関連しながら成長する様子やストリップ内の残留応力を評価する方法等について検討した。さらには、ストリップ内に多数き裂が発生した場合や温度変動によって熱ひずみが生じた場合に関して2次元有限要素解析を実施し、き裂による応力緩和や温度変化とストリップ内の応力について力学的に検証した。

以上のように本論文では、フレキシブル・エレクトロニクス製品の信頼性確保に重要なき裂とはく離という変形によって生じる破壊現象について種々の重要な知見を得た。また、得られた結果について有限要素解析を実施し、力学的に検証した。

## 論文審査結果の要旨

本論文では、近年の情報端末等に多く用いられているフレキシブル・エレクトロニクス製品の信頼性向上に有用な実験および解析を実施している。具体的には、耐熱性を有するポリカーボネート基板上に金の微小薄膜（ストリップ）を蒸着した金薄膜／ポリマー基板試験片を作製して引張試験を行い、ストリップ上に微小なき裂が発生、成長する様子を観察している。その結果、微小なき裂の発生がストリップ上に存在する直径 $1\mu\text{m}$ 程度の欠陥に起因することや、欠陥の分布が微小なき裂の発生に影響を与え、き裂発生ストリップ厚さ依存性の一因になっていること等を明らかにしている。さらに、人工欠陥を導入したストリップに対して引張試験を実施することで、き裂とはく離の相互関係について検討したり、き裂や熱ひずみに関して有限要素解析を実施することで得られた実験結果を力学的に検証している。

以上のように、本論文では、ポリマー基板上に生成した微小金属薄膜の破壊挙動を解明する重要な知見が得られており、その主な結果は2編の学術論文に掲載されている。また、得られた結果は、今後の需要が見込まれる各種フレキシブル・エレクトロニクス製品の設計や開発に重要であると考えられ、工学的貢献も大きいと判断できる。

以上より、最終試験の結果を「合」と判断する。