



Title	低誘電率絶縁膜デバイスの超微細ピッチ接合法における接合部および下部配線層の応力低減に関する研究
Author(s)	久田, 隆史
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34464
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (久 田 隆 史)

論文題名

低誘電率絶縁膜デバイスの超微細ピッチ接合法における接合部および下部配線層の応力低減に関する研究

論文内容の要旨

低誘電率絶縁膜デバイスに超微細ピッチのワイヤボンディング、フリップチップボンディングを行うとパッド下部配線層にダメージが発生する技術課題がある。ダメージを低減するために、チップ接合時に接合部とパッド下部配線層に生じる応力を低減する手法の研究に取り組んだ。ワイヤボンディングのパッド下部配線構造、フリップチップ接合部の機械的特性、貫通電極を有するインターポーザを用いたパッケージにおけるパッケージ構造、インターポーザの機械的特性、インターポーザとチップの厚み、チップ/インターポーザ/有機基板の接続順序などを因子として取り上げパッド下部配線層と接合部に生じる応力への影響を解明し、パッド下部配線層と接合部の応力低減のための設計指針を得た。

ワイヤボンディングのパッド下部配線層の構造による応力場への影響を解析し、パッド下部のULK配線層において、配線構造はビアスタック構造よりもサーペンタイン構造のほうが応力が小さい、配線密度が高いほうが応力が小さい、Alパッドの厚みが厚いほうが応力が小さいとの指針を得た。またパッド剥がれの発生率とパッド下部配線構造体の複合弾性率との間の相関を求め、配線構造体の複合弾性率を指標として配線構造の最適化を行うことが有用であることを明らかにした。

フリップチップボンディングでのパッド下部配線層の応力を低減する手法としてSn-58BiとIn-3Agの2種類の低融点はんだによる接合を取り上げた。微細試験片の引張試験から、0.2%耐力、弾性率、ノートン則の応力指数と係数を求めた。この結果を用いてパッド下部配線層の熱機械的応力の解析を行い、Sn-58Biではここで研究した条件では最大でも20%程度の応力低減効果でしかないが、In-3Agを用いると約60%以上の応力低減の効果があることを明らかにした。またCuピラーバンプとSAC305のプレソルダーを用いる組み合わせの場合、SAC305のはんだバンプとSAC305のプレソルダーの場合に比べて20%以上応力が増加することも明らかにした。

インターポーザ上に複数チップを平面配置するパッケージの解析からはパッケージの全体挙動を検討するとシリコンよりも熱膨張係数の大きなガラスインターポーザの機械的特性が望ましいことを解明し、接続順序の違いにより求められる工程の要件を明らかにした。インターポーザ上に複数チップを平面配置するパッケージでは機械的特性と接合材料が接合部応力に与える影響を解析し、インターポーザとその上に接合されるチップとの接合部に最大の応力が生じること、チップの厚みを揃えてチップと接合部の積層構造の均一性を高めることが上部の接合部の応力低減に有効であることを明らかにした。また接合部の機械的特性の影響はチップの反りには顕著に現れない。一方で、接合部の応力はIMC接合のほうがはんだ接合よりも大きくなることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (久 田 隆 史)			
論文審査担当者		(職)	氏 名
	主 査	教授	藤本 公三
	副 査	教授	廣瀬 明夫
	副 査	准教授	福本 信次
	副 査	准教授	岩田 剛治

論文審査の結果の要旨

低誘電率絶縁膜デバイスに超微細ピッチのワイヤボンディング、フリップチップボンディングを行うとパッド下部配線層にダメージが発生する技術課題がある。本論文ではそのダメージを低減するために、チップ接合時に接合部とパッド下部配線層に生じる応力を低減する手法の研究に取り組んでいる。ワイヤボンディングのパッド下部配線構造、フリップチップ接合部の機械的特性、貫通電極を有するインターポーザを用いたパッケージにおけるパッケージ構造、インターポーザの機械的特性、インターポーザとチップの厚み、チップ/インターポーザ/有機基板の接続順序などを因子として取り上げ、パッド下部配線層と接合部に生じる応力への影響を解明し、パッド下部配線層と接合部の応力低減のための設計指針を示した内容となっている。

またワイヤボンディングのパッド下部配線層の構造による応力場への影響を解析している。パッド下部のULK配線層において、配線構造はビアスタック構造よりもサーベント構造のほうが応力が小さい、配線密度が高いほうが応力が小さく、Alパッドの厚みが厚いほうが応力が小さいとの指針を示している。またパッド剥がれの発生率とパッド下部配線構造体の複合弾性率との間の相関を求め、配線構造体の複合弾性率を指標として配線構造の最適化を行うことが有用であることを明らかにしている。

フリップチップボンディングにおいては、パッド下部配線層の応力を低減する手法としてSn-58BiとIn-3Agの2種類の低融点はんだによる接合を取り上げている。微細試験片の引張試験から、0.2%耐力、弾性率、ノートン則の応力指数と係数を求めている。その結果を用いてパッド下部配線層の熱機械的応力の解析を行った場合、Sn-58Biでは最大でも20%程度の応力低減効果でしかないが、In-3Agを用いることにより約60%以上の応力低減の効果があることを明らかにしている。またCuピラーバンプとSAC305のプレソルダーを用いる組み合わせの場合、SAC305のはんだバンプとSAC305のプレソルダーの場合に比べて20%以上応力が増加することも明らかにしている。

インターポーザ上に複数チップを平面配置するパッケージの解析においては、パッケージの全体挙動を検討するとシリコンよりも熱膨張係数の大きなガラスインターポーザの機械的特性が望ましいことを解明し、接続順序の違いにより求められる工程の要件を明らかにしている。またインターポーザ上に複数チップを平面配置するパッケージでは、機械的特性と接合材料が接合部応力に与える影響を解析し、インターポーザとその上に接合されるチップとの接合部に最大の応力が生じること、チップの厚みを揃えてチップと接合部の積層構造の均一性を高めることが上部の接合部の応力低減に有効であることを明らかにしている。また接合部の機械的特性の影響はチップの反りには顕著に現れない。一方で、接合部の応力はIMC接合の方がはんだ接合よりも大きくなることを明かにしている。

以上のように、本論文は低誘電率絶縁膜デバイスの超微細ピッチ接合法において問題となる接合部および下部配線層の応力低減方法に関して詳細に考察し、いくつかの有効な提案をしている。本論文の内容は、学術的および工学的に非常にすぐれた内容となっており、産業界への寄与も大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。