

ALD による超薄膜 Pt 中間層を用いた Cu-Cu 低温疑似直接接合

Low temperature Quasi-direct Bonding of Cu-Cu with Ultrathin Platinum Intermediate

Layer Deposited by Atomic Layer Deposition

早稲田大学¹、ALD ジャパン株式会社²

○(DC) 桑江博之¹、山田紘右¹、上林拓海¹、百瀬渉²、庄子習一¹、水野潤¹

Waseda Univ.¹, ALD Japan, Inc.²

°(DC)H. Kuwae¹, K. Yamada¹, T. Kamibayashi¹, W. Momose, S. Shoji¹, J. Mizuno¹

E-mail: kuwae@shoji.comm.waseda.ac.jp

【緒言】IoT 技術の発展に伴い、縦方向にチップを積層する 3D/2.5D パッケージング技術が、消費電力の低下や応答遅延の減少の観点から注目を集めている。縦方向の電気的な接続には、電気特性に優れた Cu がバンプや配線材料として広く用いられている。チップ間の接続では Cu 同士の高信頼性接合が求められており、原子拡散を利用した接合が必要である。一方で、Cu-Cu の直接接合は自然酸化膜等の介在により従来高い温度が必要とされ、素子への熱ダメージが懸念されていた。これを解決する為、金属中間層を用いた低温接合手法がこれまでに提案されてきた。しかし、従来の中間層の存在は Kirkendall voids や電気特性変化による素子特性の低下を引き起こすという課題点があった。そこで本研究では、原子層堆積法 (Atomic layer deposition; ALD) により成膜した超薄膜 Pt 中間層を用いる、Cu-Cu 低温接合手法を提案する。Pt 中間層を 5-20 Å の超薄膜することで、接合後に Pt は Cu 中に低濃度で分散し、疑似直接接合が達成される。加えて、ALD の成長選択性を用いることで、マスクレスで Cu 上のみに Pt を成膜することが可能となる。

【実験結果】Fig. 1 に Pt 中間層を 270 °C で ALD により成膜した結果を示す。Cu の表面には Pt が成膜されている一方で、Si 基板の上には Pt の存在が認められなかった。このことから、Pt が接合部となる Cu 上へのみマスクレスで選択的に成膜されたことが確認された。その後、サンプルを 300 °C、15 分で接合した (Fig. 2)。この際、表面処理等は行わずに接合した。Pt 中間層無しのサンプルでは接合強度が 1.9 MPa であるのに対して、Pt 中間層を成膜したサンプルでは 9.5 MPa と 5 倍以上大きな接合強度を得た。この結果より、超薄膜 Pt 中間層を設けることで、Cu-Cu 間の原子拡散が促進され、低温直接接合が達成されたことが確認された。以上より、提案する ALD を用いた低温疑似直接接合手法は、3D/2.5D パッケージングの重要な要素技術となると考えられる。

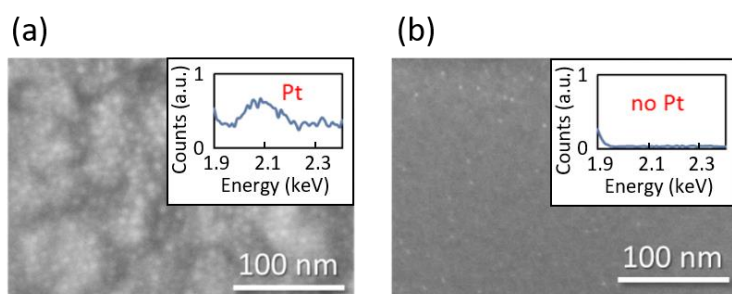


Fig. 1 SEM images of (a) Cu and (b) Si surface after ALD. Inset: EDX spectrum.

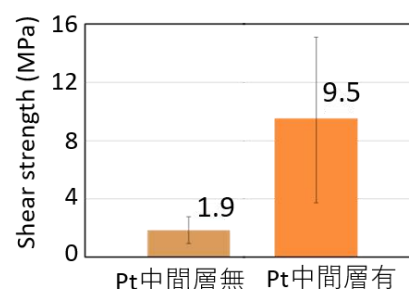


Fig. 2 Shear strength of bonded sample.