

高密度水素プラズマを用いた金属固相接合法の開発

Development of Solid-Phase Bonding Method of Metals using High-Density Hydrogen Plasma

阪大院工, °安田怜央, 太田雅斗, 垣内弘章, 大参宏昌

Osaka Univ., °Reo Yasuda, Masato Ota, Hiroaki Kakiuchi, Hiromasa Ohmi

E-mail: yasuda@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 緒 言

現在の電子デバイスでは、三次元集積化のため TSV (Through Silicon Via) 配線に用いられる Cu や Ag 等の直接接合技術が必要とされており、デバイスにダメージを与えない低温、低接合圧下での強固な接合の実現が目標となる。我々は、圧力 100 Torr 近傍で生成される狭ギャップ高密度水素プラズマに Ag 表面を曝露することで、直径数十 nm 程度のナノ細孔が多数形成され、比較的低いアニール温度で表面形態が変化することを報告してきた[1]。本研究では、高密度プラズマ中で形成されるナノ細孔表面の易動性に着目し、これを利用した金属の低温固相接合技術を提案する。今回は、Cu および Ag 金属棒を試料に用い、水素プラズマ処理が直接固相接合に及ぼす影響を調べたので報告する。

2. 実験方法

金属試料には、直径 5 mm の Cu 棒および Ag 棒を用い、Fig.1(a)のように設置した。金属棒を設置する試料台にはバネが設置され、自然長からの変形量によって試料間に発生する接合圧の制御を行った。プラズマは、プロセスガスに H₂ ガスを用い、圧力 100 Torr にて、周波数 150 MHz の高周波電力を投入することで金属棒間のギャップ (0.7 mm) に生成し、所定時間処理を行った。また、金属棒の接合は、プラズマ消滅直後に同一チャンバー内にて Fig.1(b)に示すようにステージを上昇させ、接合圧 (20 MPa) を印加して行った。接合後は、引張試験による接合試料の引張強度の測定、ならびに走査型電子顕微鏡 (SEM) による破断後試料の表面の観察により評価した。

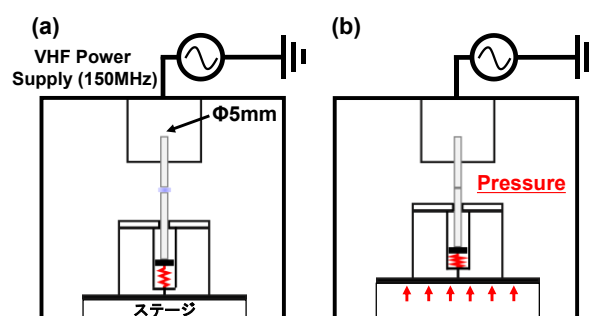


Fig.1 Schematics of experiment equipment. (a) Plasma treatment, (b) Bonding experiment.

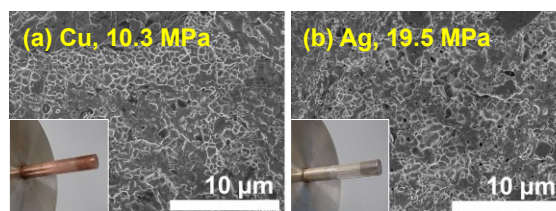


Fig.2 Photographs of the bonded (a) Cu and (b) Ag rod samples and SEM images of the fracture surface of (a) Cu and (b) Ag ; the tensile strengths are shown in each SEM image.

3. 結果および考察

Fig.2(a)と(b)挿絵には、Cu および Ag 棒の接合後試料の外観写真を示す。先の接合法により、いずれの金属棒においても固相接合の達成を確認した。また、接合後試料の引張試験で得た最大引張荷重から引張強度を算出したところ、Cu において 10.3 MPa、Ag 試料において 19.5 MPa であった。さらに、Fig.2(a)および(b)に示す表面 SEM 像より、接合破断面の表面には、塑性変形による破壊を示すとされるディンプル構造が観察された。一方、水素プラズマ処理を実施しない試料では、同様な圧接処理を行っても接合することはなかった。このことから、接合前の水素プラズマ処理は、金属間の直接固相接合の実現に大きく寄与したと言える。

4. 結 言

本研究では、廉価かつ低環境負荷な水素を使用した高密度プラズマにより金属表面を処理することで、金属の直接固相接合に成功した。また、TSV 配線に向け、Si 基板状の金属薄膜を用いた接合における検証も行っており、本結果に関しては当日報告する。

<謝辞>

本研究の一部は、公益財団法人 天田財団からの助成 (AF-2021014-B2) により行われました。ここに謝意を表します。

参考文献

[1] 関戸他、2021 年第 68 回応用物理学会春季学術講演会予稿集 18a-Z17-8.