

プラズマ形成金属ナノ構造が金属樹脂間接合特性に与える影響

Effect of plasma-formed metal nano structure on bonding characteristics between metal and resins

阪大院工, °安田怜央, 中村航己, 太田雅斗, 垣内弘章, 大参宏昌

Osaka Univ., °Reo Yasuda, Koki Nakamura, 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

金属表面に形成されるナノ構造は、表面積の増大による高効率な触媒や反応性の向上による接合への適用など様々な応用が期待される。我々はこれまで圧力 100 Torr 近傍で生成される He 混合高密度水素プラズマに銀 (Ag) 表面を曝露させることで、直径が数十 nm 以下のナノファズやナノ細孔が形成されることを報告してきた[1]。今回は、この Ag 表面ナノ構造を、ポリプロピレン (PP) などの難接着樹脂との異種材接合へ適用することを試み、表面ナノ構造と接合特性の相関を調べたので、その結果を報告する。

2. 実験方法

Ag 基板には、純度 99.98 %, 厚さ 200 μm 、2 cm $\times$ 2 cm の Ag 板を用いた。Ag 基板を設置する試料台は水冷され、試料のプラズマ加熱を抑制している。プロセスガスには、He + H₂ 混合ガスを用いた。プラズマは、プロセスガス圧力 100 Torr にて、外径 1mm のパイプ型電極に周波数 150MHz の高周波電力を投入することで電極基板間のギャップ (0.7 mm) に生成した。プラズマ曝露中、パイプ型電極を介してプロセスガスを総流量 10 SLM で供給した。ナノ構造形成 Ag 基板と PP の接合は、Fig.1 に示すように配置した Ag 基板、ならびに PP を大気圧下で 170°C に加熱し、圧接時の圧力を 0、および 3 MPa として行った。接合後は、引張試験により接合部の剪断強度を測定した。

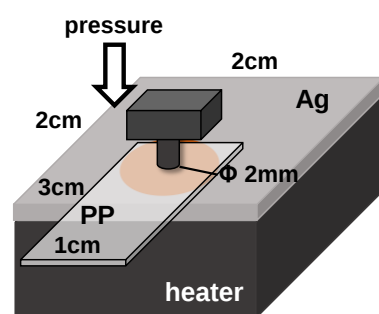


Fig.1 Schematics of bonding equipment.

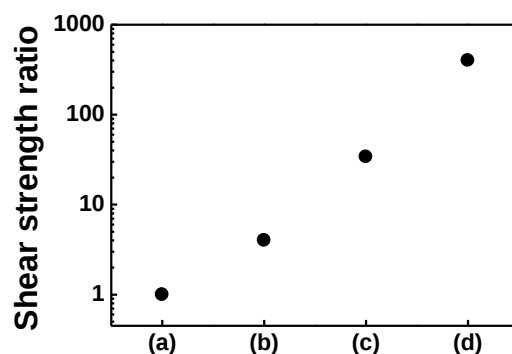


Fig.2 Comparison of the achieved shear strength of each sample. Each strength was normalized by the value for the untreated sample(a). (b) scratched, (c) nanofuzz (0 MPa), and (d) nanofuzz(3 MPa) samples.

3. 結果および考察

Fig.2 は、各種 Ag 基板と PP を接合後、各の試料で得られた剪断強度を無処理基板 (Fig.2 (a)) で得られた値で規格化した結果を示す。Fig.2 の(a) 無処理基板、(b) #7000 のやすりで傷つけ処理した基板、(c) ナノファズ銀基板の接合はいずれも無加圧 0 MPa で行った。傷つけ処理基板では、無処理基板の剪断強度の 4 倍となった一方、ナノファズ Ag 基板では 34 倍の強度を示した。さらに、3 MPa の圧力で圧接を行ったナノファズ Ag 基板 (Fig.2 (d)) では、剪断強度は無処理基板の約 400 倍に達することが分かった。以上から、He+H₂ 混合高密度プラズマ処理により得られる表面ナノファズ構造は、Ag-PP の強固な異材接合に大きく寄与することが分かった。

4. 結 言

He 混合高密度水素プラズマを用いて Ag 表面にナノファズを形成することで、PP との異種材接合において、無処理基板に比べ 34 倍の剪断強度が得られた。また、接合の際、3 MPa の圧接を行うと、約 400 倍の剪断強度となり、強固な接合が実現されることが分かった。

<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 年度 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 12p-N102-1