

超薄型高分子薄膜上の金配線の直接導電接合

Direct conductive bonding method for the gold electrode on ultra-thin polymer film

早大創造理工¹, 理研², 東大工³ ○(D)高桑 聖仁¹, 福田 憲二郎², 横田 知之³, 井ノ上 大嗣²,
橋爪 大輔², 梅津 信二郎¹, 染谷 隆夫^{2,3}

Waseda Univ.¹, RIKEN², Univ. of Tokyo³ Masahito Takakuwa, Kenjiro Fukuda, Tomoyuki Yokota,
Daishi Inoue, Daisuke Hashizume, Shinjiro Umezumi, Takao Someya

E-mail: tsuyukusa.masa@asagi.waseda.jp

研究概要

数 μm 厚の高分子ポリマー上に作製した柔軟で軽いセンサーや太陽電池等の超薄型電子素子を用いて、装着感ゼロで長期的装着可能な次世代ウェアラブルエレクトロニクスの実現が期待されている¹。実用化に向けて、センサー・電源・制御回路等の超薄型電子素子を柔軟に集積化させる事が重要である。しかし現在、異なる基板上的超薄型電子素子の電極同士の導電接合には導電性接着剤が使用され、接着剤自体の厚みにより接合部の柔軟性を損失する課題がある。柔軟性の損失は、皮膚との密着性の低下を引き起こし、ノイズ増加や装着違和感を引き起こす。本研究では、水蒸気プラズマを用いた接合面の表面活性化技術(SAB)^{2,3}を用いる事で、薄膜上の金電極を接着剤不要・加熱圧不要かつ大気中で導電接合が可能な新たな接合技術を開発したので報告する。

実験及び結果

接合実験を行うための薄膜サンプルは、剥離剤(Novec, 3M)を塗布した支持ガラス上にパリレン(dix-SR, daisan kasei)をCVDで $2\mu\text{m}$ 厚で成膜、その上に電極として真空蒸着を用いてクロムと金を成膜し、支持ガラスを除去する事で作製した。原子間力顕微鏡を用いて、パリレン上の金の表面状態を確認した。その結果、接合面である金の表面粗さRMSは、 6.3nm であった。

水蒸気プラズマ(AQ-300, SAMCO)を用いて金表面をプラズマ処理し、大気中で処理後の金表面同士を接触させ、大気中で加熱圧せずに放置した。その結果、金薄膜同士が直接接合を発現した。Fig.1(a)に走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察された接合後の断面構造を示す。多くの界面で境界線が消失し、上下別々であった金薄膜が一体化(接合)した事が確認された。界面の一部に観察できた空隙は、接合面の凹凸のうち谷と谷の部分が接合界面となったためであると考えられる。次に接合部の柔軟性の評価を行った。従来の超薄型電子素子の接合に使用する異方導電性両面テープ(ACF)と水蒸気プラズマを用いた本手法を用いて薄膜サンプルをそれぞれ接合し、曲率半径 0.5mm の突起がある台上に静置させた。その結果、ACF接合は突起に追従して変形不可であったのに対し、本手法は優れた柔軟性を発揮し追従変形可能であった。

水蒸気プラズマを使用した新たな導電接合手法により、薄膜上の金電極を接着剤無しで柔軟に導電接合させる事に成功した。今後、他の金属材料の接合を検討する事により、超薄型電子素子の集積化等に利用可能な汎用性の高い接合技術として期待される。

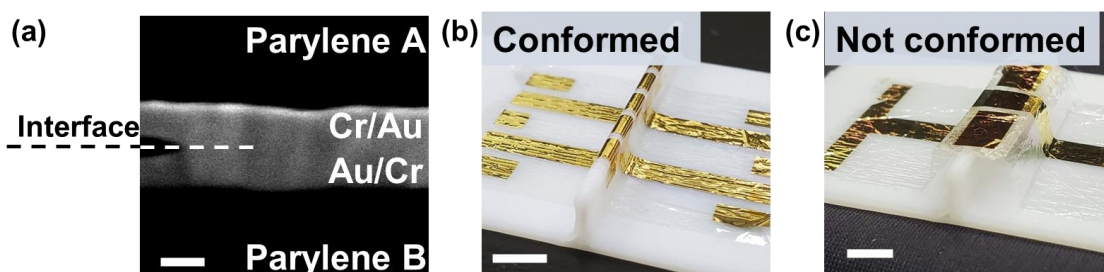


Fig.1 (a)Cross-sectional image of water vapor plasma bonding. Scale bar is 100nm . Results of conformability test: (b) water-vapor plasma bonding, (c)ACF double-side tape bonding. Scale bar is 10mm .

参考文献 1. Y khan, *et al. Adv. Mater.* **32**, 1905279 (2020). 2. E. higurashi, *et al. IEICE Trans. Electron.* E100.C, 156–160 (2017). 3. M. Yamamoto, *et al. Micromachines*, **11**, 454 (2020).