

大気圧誘導結合型プラズマを局所照射可能な走査型ナノピペットプローブ顕微鏡の 開発と表面微細エッチングへの応用

Scanning nanopipette probe microscope capable of irradiating local atmospheric pressure inductively coupled plasma for surface fine etching

静大院工¹, 静大電研² 戸田竣¹, ◯中澤謙太¹, 荻野 明久¹, 下村 勝¹, 岩田太^{1,2}

Shizuoka Univ.¹, Shizuoka Univ. RIE²,

S. Toda¹, K. Nakazawa¹, A. Ogino¹, M. Shimomura¹, ◯F. Iwata^{1,2}

E-mail: iwata.futoshi@shizuoka.ac.jp

近年, 大気圧プラズマジェット(Atmospheric pressure plasma jet: APPJ)は加工技術や治療技術などの多岐にわたる応用が研究されている. APPJ は大気圧環境下で容易に生成することが可能である. さらに, APPJ は照射範囲を局在化することで微細な照射をマスクレスで実現できるといったメリットを有することから, MEMS などのマイクロデバイスの作製技術としての応用などが期待される. これまで我々のグループでは, APPJ 生成技術と走査型プローブ顕微鏡(Scanning probe microscope: SPM)技術を応用した走査型ナノピペットプローブ顕微鏡を開発してきた^{1,2)}. これにより, SPM 技術による精密な照射距離制御を用いた APPJ の局所照射が可能となり, サブマイクロメートルスケールの微細エッチング加工を実現している. しかしながら, これらの結果は低周波(Low frequency: LF)プラズマを用いた加工であったため, エッチングレートが低いという問題があった.

本研究では, 高周波の大気圧誘導結合型プラズマ(Inductively coupled plasma: ICP)を用いることで, エッチングレート向上に取り組んだ. 開発した装置の概略を図 1(a)に示す. 石英製のナノピペットを APPJ の放電管および SPM のプローブとして用いる. SPM 技術を用いることで, ナノピペット先端-試料表面間距離を精密に位置決めできる. これにより, ナノピペットの開口径と同程度に局在化された大気圧 ICP を照射した微細エッチング加工が可能となる. 加工対象にはポリメチルメタクリレート(Poly methyl methacrylate: PMMA)を用いた. 図 1(b)および(c)に, 大気圧 ICP および低周波 APPJ によってエッチングされた PMMA 表面の原子間力顕微鏡像およびラインプロファイルを示す. これらの結果から, 大気圧 ICP を用いることでエッチングレートの向上が確認された.

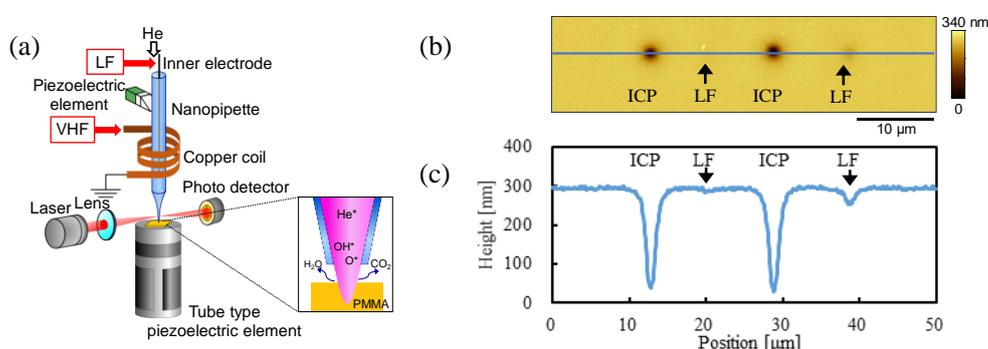


図 1 (a)本実験装置の概略 (b)微細加工された PMMA 表面の AFM 像 (c)ラインプロファイル

[1] D. Morimatsu, H. Sugimoto, A. Nakamura, A. Ogino, M. Nagatsu, and F. Iwata, *Jpn. J. Appl. Phys.* **55**, 08NB15 (2016)

[2] K. Nakazawa, S. Yamamoto, E. Nakagawa, A. Ogino, M. Shimomura, and F. Iwata, *AIP Advance* **10**, 095103 (2020)