

Xe レーザープラズマ軟 X 線による微細加工と表面改質**Microprocessing and Surface Modification by Xe Laser Plasma Soft X-ray****兵庫県大高度研, °天野 壮****Univ. of Hyogo LASTI, °Sho Amano****E-mail: sho@lasti.u-hyogo.ac.jp****URL: <http://www.lasti.u-hyogo.ac.jp>**

Xe レーザープラズマ軟 X 線源を用いて、有機ポリマー材料である PTFE (テフロン) と PMMA (アクリル) の微細加工と表面改質の研究を行った[1]。使用したプラズマ軟 X 線源は独自に開発されたもので、レーザー入力 100 W (0.3 J @320 Hz) 時、5-17nm の軟 X 線を平均出力 20 W という高出力で連続発生する[2]。

PTFE: テフロンは、化学的・熱的に安定で絶縁性に優れたエンジニアリングプラスチックであるが、逆にこのような特性が微細加工を困難にしていた。また、テフロンの高撥水性は、容器などの用途には有効であるが、逆に接着性の悪さ・塗布性の悪さという短所にもなり、その応用が限定されていた。これらを解決するためにレーザープラズマ軟 X 線による微細加工を行い、表面改質即ち濡れ性の制御ができないかを調べた。濡れ性はサンプル表面に垂らした水滴の接触角より評価した。まずテフロンサンプルに直接プラズマを曝露させた。軟 X 線強度は 0.2 mJ/cm² であり、照射パルス数は 384000 shots であった。その結果、未照射前サンプルでは接触角が 90 度だったのが、照射後は 110 度と増え撥水性が増した。その原因は表面 SEM 観察により、照射によって微小突起が形成されたためだという事が判った。次に集光ミラーを用い、Ni メッシュ (2000/inch) をコンタクトマスクして照射実験を行った。軟 X 線強度は 0.8 mJ/cm² となり、この軟 X 線パルスを 96000 shots 連続照射した。照射後のサンプル表面は、マスクに対応したマイクロメートルオーダーの微小凹部を持ったパターンが形成されており、水滴の接触角は 50 度と減少し親水性を得る事に成功した。以上、レーザープラズマ軟 X 線を用いてテフロン表面に微細構造を作り、表面改質して濡れ性 (親水性、疎水性) の制御が可能である事が判った。

PMMA: アクリルはマイクロパーツ製造技術である放射光 LIGA プロセスで用いられているレジスト材である。レーザープラズマ軟 X 線による放射光代替えを目指し、PMMA 基板の光直接微細加工を行った。集光ミラーと Ni メッシュマスクを用い 192000 shots 連続照射して、そのエッチング深さをレーザー顕微鏡により測定した。その深さは約 1 μm であり、エッチングレートは 5 pm/pulse と計算された。高繰り返し X 線パルスによるマルチパルス照射により、パルス当たりエネルギー密度を 8×10^4 W/cm² と低く抑え、熱の影響のない純粋な光エッチングのみで深さ約 1 μm のマイクロ加工を実証できた。

[1] 天野壮 他、電気学会論文誌 C, **134**(4), (2014) in press.

[2] 天野壮 他、電気学会論文誌 C, **130**(10), (2010) 1768.