フェムト秒レーザーを用いた Ti 表面へのナノ周期構造形成における誘電率依存性

Influence of permittivity on periodic nanostructures on Ti surface with femtosecond laser

阪大院工 [1]，阪大接合研 [2]　○大賀 隆寛 [1], 塚本 雅裕 [2], 佐藤 雄二 [2], 三宅 正誉志 [1]
Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.[1], JWRI, Osaka Univ.[2]
○Takahiro Ooga[1], Masahiro Tsukamoto[2], Yuji Sato[2], Masayoshi Miyake[1]

1. はじめに

チタン(Ti)はインプラント材として人工骨などに広く用いられているが、金属材料であるが故に長期的な使用時に問題点を有している。この問題点を解決する方法として、フェムト秒レーザーを用いた Ti 表面へのナノ周期構造形成による細胞伸展制御が考えられている [1)]。また、細胞の伸展制御を行う上で、ナノ周期構造の周期が重要であることが明らかになっている。しかしながら、これまでの研究により大気雰囲気の条件では Ti に形成されるナノ周期構造の周期はレーザー波長の約 80 %となり、ナノ周期構造の周期を変化させるためには、基本波が異なる波長のレーザーを用いるか、高調波による波長変換を利用するしかなかった。その結果、得られる周期は離散的かつ限定的なものであった。そこで、我々はフェムト秒レーザーを用いたナノ周期構造の形成モデルとして提唱されている SPP モデルに着目した。このモデルではレーザー照射により、材料表面の電子が励起され、周辺媒質と材料との界面に電子の粗密による定在波が形成されることで、その定在波の波長に依存したナノ周期構造が形成される。この定在波の波長は周辺媒質の誘電率に依存し、誘電率の異なる材料をレーザー照射界面に用いることでナノ周期構造の周期を変化させることが出来ると考えられる [2,3)]。

本研究では、Ti 基板上にポリエチレンテレフタレート(PET)を密着させ Ti 上の誘電率を変化させた。その界面にフェムト秒レーザーを照射し、Ti 基板上へナノ周期構造の形成を試みた。

2. 実験方法

レーザー照射実験のセットアップ概略図を Fig. 1 に示した。Ti 基板上に PET を置き、フェムト秒レーザーは PET を透過させて Ti と PET 界面に集光照射した。本実験に用いたフェムト秒レーザーの波長、パルス幅及び繰り返し周波数はそれぞれ 800 nm、150 fs 及び 1 kHz である。レーザー照射後の試料基板の表面形状および断面形状は走査型電子顕微鏡（SEM）および原子間力顕微鏡（AFM）を用いて観察した。

3. 実験結果及び考察

Fig. 2(a)、(b)に PET が無い場合と PET を密着させた場合においてフェムト秒レーザーを照射した後の Ti 基板表面の AFM 観察像を示した。PET が無い場合(大気条件)では周期約 600 nm、PET を密着させた場合では周期約 570 nm のナノ周期構造が Ti 基板表面に形成された。これより、形成された構造の周期は PET が無い場合に比べて PET を重ねた場合の方が短くなることがわかった。

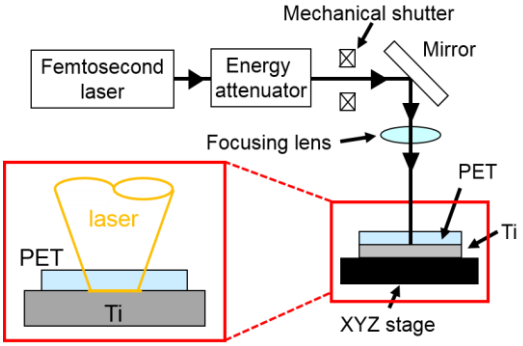

Fig 1 Schematic diagram of experimental setup.

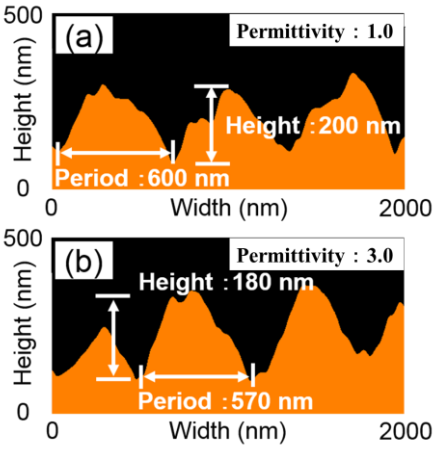

Fig 2 AFM images of Ti plates with periodic nanostructures formed by femtosecond laser irradiation
(a) air, (b) ambience of control

参考文献

1) T.Shinonaga, et al, Appl. Phys B. 119, (2015), 493-496.
2) Miyazaki, et al, Physics Procedia, 39, (2012), 674-682.
3) Y. Sato, et al, The Review of Laser Engineering, 43,(2015)772-776

© 2016年 応用物理学会