

医療用インプラントのためのレーザープロセス ー ジルコニア系人工関節を目指して ー

研究のポイント

- ジルコニアセラミックス表面にマイクロメートルからサブマイクロメートルの周期構造を形成
- 人工関節などの医療用インプラント応用に必要な機械強度と結晶状態を確認
- レーザープロセスによる成膜技術を用いてジルコニア母材にはない骨伝導性を付与

研究のねらい

医療機器部材開発を目的としたレーザープロセス研究に取り組んでいます。ジルコニア材への超短パルスレーザー照射によるサブミクロン周期構造形成に初めて成功しました。更にもう一つのレーザープロセス（PLD法）を用いて骨伝導性物質の成膜を行うことで骨伝導性を有する部材へと変化させる事ができました。人工関節や人工歯根などの医療用インプラントへの応用を目指しています。

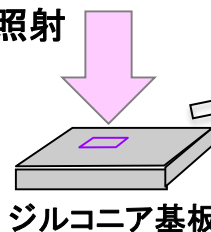
研究内容

1. 表面微細構造の形成 超短パルスレーザー照射により、ジルコニアセラミックス表面に波長と同程度の周期をもつ構造が自己組織化的に形成される条件を見出しました。

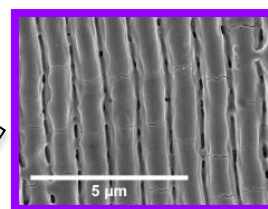
レーザー照射により表面特性の変化と不純物の除去が行われ、薄膜の密着性向上に寄与することを確認しました。またレーザー照射後に機械強度と結晶相が外科用インプラントの規格 (ISO13356:2015)を満たすことを確認しました。

特開2015-109966, PCT/JP2015/075732,
M. Kakehata et. al., Proc. LAMP2015 ,15-017(2015). Proc. SPIE 9740, 97401G 1-7 (2016). Proc. LPM2017, 17-76 (2017).
A. Oyane et al., Surface and Coating Technology 296, 88-95 (2016).

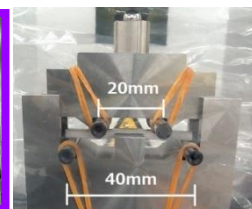
超短パルスレーザー照射



ジルコニア基板

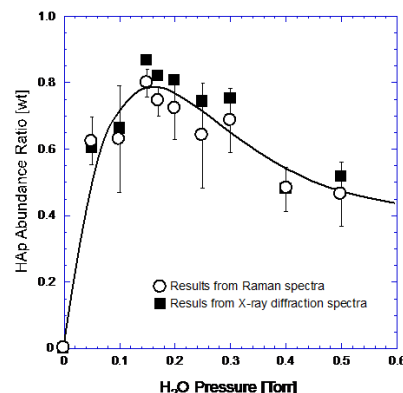
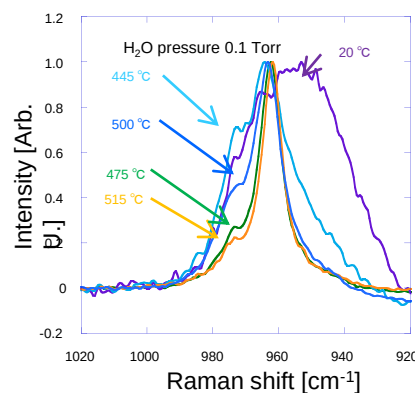


周期構造形成
周期 400-1200 nm



4点曲げ強度評価

2. PLD法における成膜物質の制御 結晶性ハイドロキシアパタイトは生体活性の骨伝導物質で難水溶性であるため、直接骨形成し生体内で長期維持されることが知られています。PLD法の成膜条件を変化させることで結晶性の制御が可能であり、早期かつ強固な骨固着が期待されます。



3. 生体内での骨固着の評価 生体内での効果を検証するため、ウサギ脛骨内にジルコニア試料を1カ月間埋植し骨固着を評価しました。レーザープロセスを施した試料では強い骨固着が実現し、施さなかった試料では鏡面状態が維持されることを確認しました。これにより骨固着面と摺動面に適した状態をプロセスの有無で選択的に形成できることが示され、医療用インプラントへの大きな可能性が得られました。

特開2015-109966他、日本バイオマテリアル学会2015予稿集P274他



骨固着したジルコニア



骨固着力評価の様子

本研究の一部は、科研費 (JP15H00906, 16K13706)、AMED橋渡し研究シーズ16-81、天田財団 (AF-2016207) (AF2017-214)の助成を受けて実施しています。

電子光技術研究部門 <https://unit.aist.go.jp/esprit/>
先進レーザープロセッシンググループ 担当者: 屋代英彦、欠端雅之
お問い合わせ先: hidehiko-yashiro@aist.go.jp

産総研

国立研究開発法人
産業技術総合研究所