パルスレーザ堆積法においてレーザビームの強度分布がハイドロキシアパタイト薄膜の化学組成に及ぼす影響

Effects of Intensity Distribution of the Laser Spot on the Chemical Composition for Hydroxyapatite Thin Films in Pulsed Laser Deposition

○(M1)長谷川 司[1]、橋本 典也[2]、西川 博昭[3]

（1. 近大院生物理工、2. 大阪歯科大、3. 近大生物理工）

○(M1)Tsukasa HASEGAWA[1], Yoshiya HASHIMOTO[2], Hiroaki NISHIKAWA[3]

(1. Grad. Sch. B.O.S.T., Kinki Univ., 2. Osaka Dental Univ., 3. B.O.S.T., Kinki Univ.)

E-mail: nishik32@waka.kindai.ac.jp

【諸言】

$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$（ハイドロキシアパタイト、以下 HA）をインプラントの表面に薄膜としてコーティングすることで、早期骨形成が実現できることが知られている。HA は生体内に埋入する際、化学組成が Ca/P = 10/6 ~ 1.67 からズレると、生体内で速やかに溶解してしまう [1)]。そこで我々は、ターゲットの組成に近い薄膜を得られると考えられているパルスレーザ堆積(PLD)法が HA の薄膜化に有効であると考え、研究を行ってきた [2)]。しかし最近、PLD 法で作製した HA 薄膜の Ca/P 比が 1.67 からズレていることがわかってきた。PLD 法で作製した様々な薄膜の化学組成がターゲットからズレている結果を報告する文献はいくつか存在する。例えば文献 3 ではフルエンス(ターゲット表面におけるレーザのエネルギー密度)によって、$SrTiO_3$ 薄膜の Sr/Ti 比が変化することが報告されている。ここで、一般にレーザビームはガウス型の強度分布を示すことから、フルエンスによって薄膜の化学組成がターゲットからズレるのであれば、ガウス分布を示すレーザビーム端部をスリットで除去することでレーザ強度の弱い部分でのアブレーションが起こらなくなり、薄膜の化学組成が変化するのではないかと考えた。そこで本研究では、スリットを用いた場合と用いない場合、それぞれの条件において堆積した HA 薄膜の Ca/P 比を調べた結果について報告する。

【実験および結果】

KrF エキシマレーザ（波長 248 nm）を用いた PLD 法によって純 Ti 基板上に HA 薄膜を作製した。成膜条件は、基板温度 400 ℃、ガス圧（H_2O を通過させた O_2）は 0.5 mbar である。レーザビーム形状の制御方法を図 1 に示す。レーザ強度の弱い部分を除去するために 2 × 1 cm^2 のスリットを通す（図 1(a)）。このようにして得られたレーザビームを、スリット、レンズ、ターゲットの位置がレンズの結像公式を満たすように配置することでターゲット表面に投影（図 1(b)）し、強度の弱い部分を除去したレーザビームによるアブレーションを実現した。このとき、距離 a と b を変化させることでターゲット表面に投影されるレーザビームの大きさ（スポットサイズ）を変化させた。また比較のために、スリットを通過させずに強度の弱い部分を含んだレーザビームによるアブレーションでも HA 薄膜を堆積した。この場合のスポットサイズは、レンズとターゲットの距離を変化させることで制御した。得られた HA 薄膜の Ca/P 比は X 線光電子分光法(XPS)により測定した。

図 2 は、スリットの有無それぞれの条件で作製した HA 薄膜について Ca/P 比をスポットサイズに対してプロットした結果である。スリット有の場合に比較して、スリット無の場合はスポットサイズの変化に対する Ca/P 比の変化が大きい。すなわち、スリットによって強度の弱い部分を除去したレーザビームを用いることで、Ca/P 比のズレを防止できる可能性が示唆される。

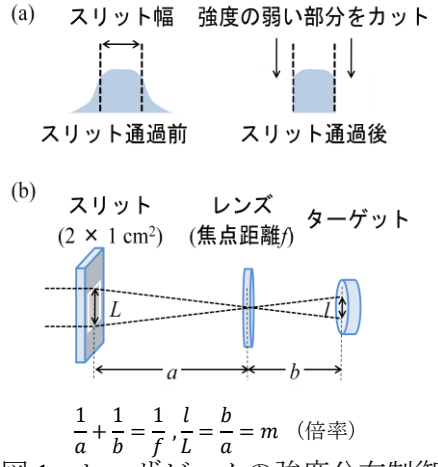

図 1　レーザビームの強度分布制御に関する概略

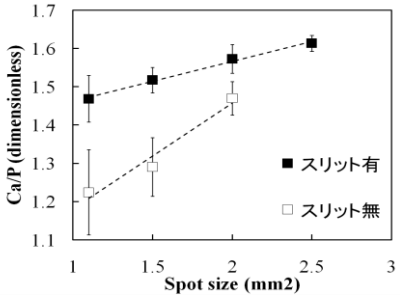

図 2　スリットの有無による HA 薄膜のスポットサイズに対する Ca/P 比依存

1) Okazaki *et. al.*, J. Osaka Dent. Sch. **19**, 87 (1979).
2) Hontsu *et. al.*, Thin Solid Films. **295**, 214 (1997).
3) Ohnishi *et. al.*, Appl. Phys. Lett. **87**, 241919 (2005).

© 2015年 応用物理学会