

## 人工骨表面コーティングを目指した Hydroxyapatite 結晶の配向制御

## Control of Hydroxyapatite crystal orientation for the implant surface coating

同志社大学, °(M2)久保田 隆文, 小田 智也, 松川 真美

Doshisha Univ., °Takafumi Kubota, Tomoya Oda, Mami Matsukawa

E-mail: mmatsuka@mail.doshisha.ac.jp

## 1. はじめに

骨中に含まれる Hydroxyapatite (HAp) はおよそ体荷重方向に沿って c 軸配向している。人工骨表面の HAp を埋入部位の骨中 HAp と同様に配向させると、癒合期間を短縮できる可能性がある[1]。そこで我々は RF マグネトロンスパッタ法 (スパッタ法) を用いて HAp の配向の制御を試み、石英ガラス基板の上に (002) 面配向 HAp 薄膜の作製に成功した[2]。本報告の目的は、埋入部位の骨中 HAp と同様な配向を持つ HAp 薄膜の作製である。

## 2. 実験条件

Table 1 の条件 A に、既述の (002) 面配向の条件を示す。本報告では我々が行ってきた ZnO の配向制御[3]を参考に、条件 B-D を成膜条件に設定した。ここでターゲット-基板間角度 (T-S 角度) は Fig. 1 に示す通りである。また、X 線回折装置 (X'Pert Pro MRD, PANalitical) を用いて試料の  $2\theta$ - $\omega$  走査を行い、HAp 結晶の配向方向を評価した。

## 3. 結果及び検討

Fig. 2 (a) - (c) に各試料の  $2\theta$ - $\omega$  走査結果を示す。条件 B の試料では、(211) 面や (123) 面配向を示すピークが観測された。雰囲気ガスとして導入した酸素はチャンバー内で負イオン化し、陽極付近の基板に衝突する。これにより原子密度が高い (002) 面の成長が妨げられ、(211) 面や (123) 面が成長したものと考えられる。また、条件 C の試料では (112) 面配向を示すピークが観測された。スパッタ粒子は基板付近ではターゲットの法線方向に進む。T-S 角度を変えることでスパッタ粒子が基板に入社する角度が変化し、自己陰影効果[4]が起こったため (002) 面と異なった面が配向したものと考えられる。条件 D の試料ではさらに原

子密度が低い (100) 面配向を示すピークが観測された。これは負イオンと自己陰影効果の両方が影響し、原子密度が疎な (100) 面が配向したと考えられる。しかし現在主流となっている人工骨表面修飾用 HAp は、膜厚が数十  $\mu\text{m}$  であるのに対し、この試料は 1.1  $\mu\text{m}$  と大幅に薄い。そのため短時間で厚く、配向性の良い膜を作製する手法の検討が必要であると考えられる。

## 4. まとめ

スパッタ法により配向性のない基板の上に (100) 面配向 HAp 薄膜等を作製できた。今後は人工骨表面のような曲面への成膜、成膜時間の短縮化について検討を行う。

## 参考文献

- [1]. T. Nakano, et al., ISIJ International, **51**, 262 (2011).
- [2]. K. Hirata, et al., AIP Advances, **7**, 085219, (2017).
- [3]. T. Yanagitani, et al., J. Appl. Phys., **102** 024110 (2007).
- [4]. F. Pritosh and D. J. Srolovitz, J. Appl. Phys, **91**, 1963 (2002).

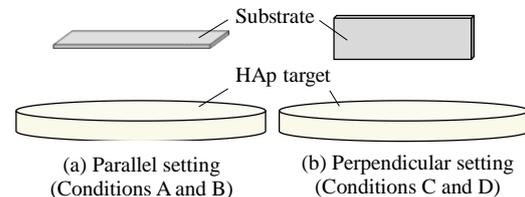
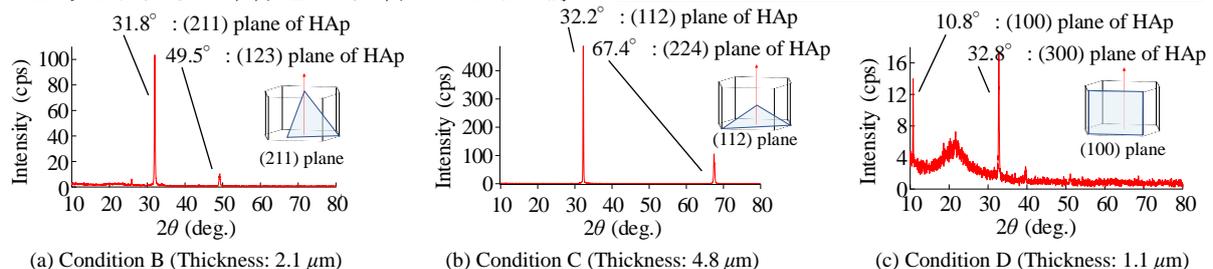


Fig. 1 Target-Substrate (T-S) angle in the chamber.

Table 1 Sputtering conditions (RF power: 100 W, Depo. time: 24 hours, Frequency: 13.56 MHz).

Condition	Atmospheric gas type	Gas pressure	Target-substrate angle
A	Ar	0.4 Pa	Parallel
B	Ar/O <sub>2</sub> =1/3	0.1 Pa	Parallel
C	Ar	0.4 Pa	Perpendicular
D	Ar/O <sub>2</sub> =1/3	0.1 Pa	Perpendicular

Fig. 1 XRD  $2\theta$ - $\omega$  scanning patterns of HAp films fabricated by RF magnetron sputtering.