



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Bio-functional Coating on Selective Laser Melting Manufactured Porous Ti6Al4V Scaffolds Produced by Using Plasma Electrolytic Oxidation [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	BINTI ZAKARIA, SITI HIDAYATUL AQMAR
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14302号
Issue Date	2020-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/80245
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Aqmar_Zakaria_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 SITI HIDAYATUL AQMAR BINTI
ZAKARIA

審査担当者 主 査 教 授 東藤 正浩
 副 査 教 授 大橋 俊朗
 副 査 教 授 佐々木 克彦

学位論文題名

Bio-functional Coating on Selective Laser Melting Manufactured Porous Ti6Al4V Scaffolds

Produced by Using Plasma Electrolytic Oxidation

(選択的レーザー溶融製造多孔質 Ti6Al4V スキャフォールドのプラズマ電解酸化による生体機能コーティング)

骨代替材料であるインプラント材料において、高い生体適合性と適切な力学的特性が重要である。骨-インプラント界面の高い結合性がインプラント固定に重要である一方、インプラント材料の過剰な剛性による応力遮蔽効果が骨の脆弱化が問題となっており、インプラント材料の低剛性化が重要な課題となっている。そこで本研究では、プラズマ電解酸化法 (PEO: Plasma Electrolytic Oxidation) による生体機能コーティング技術を、近年進歩している付加製造法 (Additive Manufacturing) による低剛性多孔質構造体に適用することで、生体適合性ならびに力学的特性を併せ持つ機能性インプラント材料の開発を目的とする。近年、生体材料として用いられているチタン合金へのプラズマ電解酸化法によるコーティングの可能性を検証し、また付加製造法の一つである選択的レーザー溶融法によって作製したチタン合金多孔質構造体へのコーティング特性を化学組成、表面性状および力学特性の調査を行い、本手法の多孔質構造体へのコーティング技術としての実現を目指している。

第1章では、骨代替材料であるインプラント材料の設計において、高い生体適合性と適切な力学的特性の付与の重要性について述べている。インプラント材料の特性は、隣接する生体骨組織の応答に密接に関係しており、材料および構造的な機能設計の重要性を示している。

第2章では、本研究でのインプラント作製手法の基盤技術であるプラズマ電解酸化法によるコーティング技術と選択的レーザー溶融法 (SLM: Selective Laser Melting) を用いた付加製造技術の概要について述べており、その有用性と近年の動向について明らかにしている。

第3章では、チタン合金プレート材にプラズマ電解酸化法を用いてコーティングを行い、そのコーティング膜の化学組成および表面性状の分析を行うとともに、スクラッチ試験により接合強度について評価した。本研究で提案する電解液によるコーティング条件を整理するとともに、多孔性を持つコーティング膜の生成と、コーティング膜内におけるハイドロキシアパタイトおよびフッ化アパタイトといった骨類似アパタイトの含有が確認され、表面改質手法としての有用性を示した。

第4章では、選択的レーザー溶融法により作製したチタン合金多孔質構造体に、プラズマ電解酸化法によるコーティングを適用した。多孔質構造の違いによるコーティング特性の差異について調査するとともに、圧縮試験により格子構造体としての力学的特性について評価した。作製したチタン合金多孔質構造体は、生体骨と同程度の剛性を示し、力学的親和性の高い材料が実現できていること

を示した。またプラズマ電解酸化法による多孔質構造体へのコーティング生成も確認でき、複雑な形状をもつ構造体においても、本コーティング手法が有用であることを示した。

第5章では、疑似体液内におけるプラズマ電解酸化コーティング膜上での骨類似アパタイト生成能について調査し、生体適合性についての評価を行った。疑似体液浸漬後、本手法で得られたコーティング膜上にアパタイトの生成が確認でき、疑似体液内でのアパタイト生成能が改善することを明らかにした。

これを要するに、本研究はプラズマ電解酸化法による生体機能コーティング技術を、付加製造法による低剛性多孔質構造体に適用することで、生体適合性ならびに力学的特性を併せ持つ機能性インプラント材料を作製し、コーティング膜の材料・力学的特性および生体親和性評価から本手法の有用性を明らかにしており、医用材料分野に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。