

氏名	ざのっこ まってお ZANOCCO MATTEO
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博甲第987号
学位授与の日付	令和3年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 物質・材料化学専攻
学位論文題目	Role of surface texture and off-stoichiometry on the structural, biogenic, and antibacterial properties of inorganic biomaterials (無機生体材料の構造的特性、生体特性及び抗菌性に対する表面組織と非化学量論的役割)
審査委員	(主査)教授 PEZZOTTI Giuseppe 教授 森田辰郎 准教授 朱 文亮

論文内容の要旨

世界中で大勢の人々が、骨に関する病気やその治療の為、人工関節の使用を余儀なくされている。この人工関節を構成する生体材料として、金属やセラミック及び高分子まで、様々な材料が使われている。しかし、体内に入れた際に望ましく無い反応、あるいはバクテリアによる感染等が起こった場合には、人工関節の入れ替えが必要となる。これらの問題の解決を目的とし、技術開発や材料に対する細胞の反応及び抗菌特性の付加について研究が行われている。本論文では、この方法の1つが応用されている。具体的には、パルスレーザーを用いて、金属インプラントにコーティングを行い、骨との接触をより密にするための方法を開発するとともに、このコーティングにより抗菌性の効果も得られる窒素非科学量論的効果が提案されている。また、バイオガラスに加えて、アルミナジルコニアセラミック複合材料の表面処理を行い、本質的に骨伝導の特性の無い材料においても、骨を成長させる骨伝導性を得る事が可能となっている。この技術は、人工関節のみならず骨の中に入れるネジやプレートにも応用可能であることが示されている。

論文審査の結果の要旨

本論文では、学術的な内容のみならず、技術的なものづくりについても言及されている。その内容は、新規性が非常に高いと言える。また、市販品の評価だけではなく申請者自らが材料の表面に多様な加工を施し、独自性の高い研究を行った点は、高く評価される。

一方で、分析技術の内容についても触れており、分光学的 (Raman 及び ATR-FTIR)、化学的 (XPS 及び EDS) などの様々な方法を活用し、材料の非科学量論的な構造を確立させている。この論文により、体内で変化しない材料、つまり相互作用を起こさない材料から、体内環境との生理学的調和を持たせることが出来る材料へとパラダイムシフトさせる事が可能となっている。

近年の超高齢化社会の到達や、医療・健康ニーズの多様化に伴う人工関節を用いた手術療法数が増加している今日において、本論文は学術的のみならず、医学的および産業的にも興味深く、

極めて有用であり、高く評価される。

本論文の基礎となった学術論文6編は、全てレフェリー制度の確立している著名な学術雑誌に掲載されており、内3編は申請者が筆頭著者である。

基礎となった学術論文リスト

- ① Matteo Zanocco, Elia Marin, Alfredo Rondinella, Francesco Boschetto, Satoshi Horiguchi, Wenliang Zhu, Bryan J. McEntire, Ryan M. Bock, B. Sonny Bal, Giuseppe Pezzotti, “The role of nitrogen off-stoichiometry in the osteogenic behavior of silicon nitride bioceramics”, *Materials Science & Engineering C*, 105, 110053, 2019
- ② Elia Marin, Satoshi Horiguchi, Matteo Zanocco, Francesco Boschetto, Alfredo Rondinella, Wenliang Zhu, Ryan M. Bock, Bryan J. McEntire, Tetsuya Adachi, B. Sonny Bal, Giuseppe Pezzotti, “Bioglass functionalization of laser-patterned bioceramic surfaces and their enhanced bioactivity”, *Heliyon*, 4, e01016, 2018
- ③ Giuseppe Pezzotti, Elia Marin, Matteo Zanocco, Francesco Boschetto, Wenliang Zhu, Bryan J. McEntire, B. Sonny Bal, Tetsuya Adachi, Toshiro Yamamoto, Narisato Kanamura, Osam Mazda, “Osteogenic Enhancement of Zirconia-Toughened Alumina with Silicon Nitride and Bioglass®”, *Ceramics*, 2, pp. 554-567, 2019
- ④ Matteo Zanocco, Francesco Boschetto, Wenliang Zhu, Elia Marin, Bryan J. McEntire, B. Sonny Bal, Tetsuya Adachi, Toshiro Yamamoto, Narisato Kanamura, Eriko Ohgitani, Kengo Yamamoto, Osam Mazda, Giuseppe Pezzotti, “3D-additive deposition of an antibacterial and osteogenic silicon nitride coating on orthopaedic titanium substrate”, *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 103, 103557, 2020
- ⑤ Elia Marin, Matteo Zanocco, Francesco Boschetto, Michele Santini, Wenliang Zhu, Tetsuya Adachi, Eriko Ohgitani, Bryan J. McEntire, B. Sonny Bal, Giuseppe Pezzotti, “Silicon nitride laser cladding: A feasible technique to improve the biological response of zirconia”, *Materials and Design*, 191, 108649, 2020
- ⑥ Matteo Zanocco, Elia Marin, Francesco Boschetto, Tetsuya Adachi, Toshiro Yamamoto, Narisato Kanamura, Wenliang Zhu, Bryan J. McEntire, B. Sonny Bal, Ryutaro Ashida, Osam Mazda, Giuseppe Pezzotti, “Surface Functionalization of Polyethylene by Silicon Nitride Laser Cladding”, *Applied Sciences*, 10, 2612, 2020