

平成28年 2月 11日

埼玉工業大学大学院工学研究科長殿

学位論文審査委員会

主査 矢嶋龍彦 

副査 岩崎政和 

副査 石川正英 

副査 巨東英 

副査 木下基 

学位（博士）論文及び最終試験の審査結果について（報告）

専攻名：博士後期課程 応用化学専攻

学籍番号：1223003

院生氏名：白 金 成

論文題目：カーボンフェルト大気圧マイクロ波プラズマによる金属表面の窒化
およびチタン表面の酸窒化と生体組織適合機能に関する研究

上記の学位（博士）論文について、平成28年 2月11日に審査および最終試験を行い、その結果を下記のとおり報告します。

記

1 学位論文の内容の要旨

本論文は、炭素繊維から成るカーボンフェルト間にマイクロ波を印可することにより発生する大気圧マイクロ波プラズマ（カーボンフェルト大気圧マイクロ波プラズマ, Carbon Felt Atmospheric Pressure Microwave Plasma, 以降 **CAMP** と略す）の熱的特徴を活かして、チタン、鉄、アルミニウムなど金属表面の窒化、また、チタンについては生体組織適合機能を付与することを目的とした酸窒化に関する研究の成果をまとめたものである。本論文は全6章で構成されており、第1章は序論、2章では窒素 **CAMP** によるチタンの表面窒化について述べ、第3章では窒素 **CAMP** による鉄およびアルミニウム表面の窒化、第4、5章ではチタン表面の酸窒化と生体組織適合性について述べた。第6章は結論である。

第1章の序論では、プラズマ、窒化と酸窒化および生体組織適合性について

て概説または総説し、さらに、CAMP という新規な形式の熱プラズマの特徴を活かした新しい窒化および酸窒化手法の可能性を示しつつ、本研究の目的について述べた。

第2章では、窒素気流下でCF間に発生する高温の大気圧窒素マイクロ波プラズマ(N₂-CAMP)による金属チタンの表面窒化について述べた。N₂-CAMPによりチタン表面に生じた化学変化を解析するため、主にX線電子線分光法(XPS)を用いて元素分析、結合状態、深さ方向分析を行った。また、X線回析法(XRD)を用いて結晶相の変化を明らかにした。また、表面モルフォロジーの観測は、原子間力顕微鏡法(AFM)により行った。また、表面硬さを評価するため、マイクロビッカース法により表面硬さを評価した。これら表面解析の結果、窒素CAMPにより金属チタン表面には窒化チタン層が形成されていることを明らかにした。

第3章では、第2章の展開としてN₂-CAMPによる鉄およびアルミニウムの表面窒化について述べた。金属の種類により融点異なるため、CAMP温度の制御と化学反応性の制御が重要であることを明らかにした。主としてXPSにより表面解析を行った。鉄およびアルミニウムはチタンと比べ窒化しにくい、N₂-CAMPの系にアルゴンを添加することにより表面窒化を加速させることができることを見出した。

第4章では、チタン表面に効果的な生体組織適合機能を付与することを目的に、N₂-CAMPおよび空気流を用いたAir-CAMPによるチタン表面の酸窒化について論じた。チタン表面の酸窒化は、先ずAir-CAMPで表面を酸化処理し二酸化チタン層を形成させた後、ガス置換してN₂-CAMPで窒化処理する二段階処理プロセスを採用することにより、擬似体液(Simulated Body Fluid, SBFと略す)に対して活性な酸窒化表面を創製することに成功した。すなわち、SBFに浸漬した未処理のチタン表面では変化はほとんど認められなかったが、適正に酸窒化処理したチタン表面では、アパタイトと考えられる白色結晶性の膜が成長し全面を覆った。

第5章では、CAMPにより酸窒化したチタン表面に擬似体液から生成したアパタイト様物質のXPSによる解析について述べた。XPSによる解析の結果、この物質は骨や歯など生体硬組織の主成分であるハイドロキシアパタイトCa₁₀(PO₄)₆(OH)₂であることを明らかにした。

最後に、第6章では、第2章から第5章で得られた知見を総括して、結論を述べた。

2 審査意見：

本論文は、炭素繊維から成るカーボンフェルト間にマイクロ波を印可することにより発生する大気圧マイクロ波プラズマ（カーボンフェルト大気圧マイクロ波プラズマ）の熱的特徴を活かして、チタン、鉄、アルミニウムなど金属表面の窒化、また、チタンについては生体組織適合機能を付与することを目的とした酸窒化に関する研究の成果をまとめたものである。

本論文で示された成果は、学術的にも工学的応用面においても十分な価値を有するものと認められ、本審査委員会は全員一致で、本論文を博士（工学）の学位論文として合格と判定した。また、口頭試問により当該分野に関する学力も博士（工学）の学位に相応しいものであることを確認した。

3 学位に付記する専攻分野の名称（いずれかを○で囲む）

工学 学術

4 学位を授与できるか否かの意見

1) 審査結果（いずれかを○で囲む）

① 学位論文及び最終試験の判定 合格 不合格

2) 意見

本審査委員会は、博士後期課程応用化学専攻 1223003 白金成から学位（博士）申請がなされた論文「カーボンフェルト大気圧マイクロ波プラズマによる金属表面の窒化およびチタン表面の酸窒化と生体組織適合機能に関する研究」について厳正な審査を行い、全員一致で学位論文および最終試験を合格と判定した。また、本審査会（公聴会）の時点で、当該論文の内容は、英文 2 編の査読つき学術論文として公開されており、本学の学位（博士）審査基準に照らしても、博士（工学）の学位を授与するに値するものであるとの結論に達した。