

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	不均一構造アダマント薄膜の生成と特性評価
Title(English)	Deposition and Characterization of Non-uniform Structure Adamant Films
著者(和文)	KamisShahira Liza
Author(English)	Shahira Liza Binti Kamis
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9968号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大竹 尚登,野崎 智洋,平田 敦,因幡 和晃,赤坂 大樹
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9968号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Shahira Liza Binti Kamis		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	大竹 尚登	教授	審査員	赤坂 大樹	准教授
	審査員	野崎 智洋	教授			
		平田 敦	教授			
		因幡 和晃	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Deposition and Characterization of Non-uniform Structure Adamant Films” (不均一構造ア
ダマント薄膜の生成と特性評価)と題し、以下の6章より成る。

第1章 “Introduction” では本研究の背景、目的及び概要を述べている。炭素、窒素、ホウ素の共有結合
からなるアダマント薄膜の中で、ダイヤモンド状炭素 (Diamond like carbon : DLC) 膜は sp² 結合炭素、
sp³ 結合炭素および水素からなるアモルファス炭素膜であり、鉄鋼材料等の多くの材料に対して低摩擦係
数、高耐摩耗性を示すため、近年機械しゅう動部材から医療器具まで多岐に渡る産業応用が図られているこ
とを述べている。そして、現在の DLC 膜の耐摩耗性、耐熱性および生体親和性のさらなる改善が希求され
ていることを指摘したうえで、本研究は膜のセグメント化と多孔質化、すなわち不均一構造化に着目したも
のであり、まずダイヤモンドの 50%以上の硬さを有するセグメント構造 DLC 膜を作製する手法を開発して
その機械的特性を明らかにし、ついで炭素とホウ素からなる多孔質アダマント膜を作製して、膜の構造とそ
の生成機構を明らかにするとともに耐摩耗性および耐熱性を調べ、最後に生体医療部材に適した不均一構造
アダマント薄膜を提案することが本研究の目的であると述べている。

第2章 “Deposition and mechanical characterization of segment-structured diamond like carbon (DLC)
films by Filtered Cathodic Vacuum Arc (FCVA)” では、SUS430 基材上に FCVA 法により約 60GPa の高
硬さを有する DLC を成膜し、成膜時にセグメント構造を適用することにより従来の約 1.5 倍に相当する
600nm 厚さの DLC が得られることを明らかにしたうえで、この膜は無潤滑下のしゅう動試験においてベア
リング球に対して $2 \times 10^{-8} \text{mm}^3/\text{Nm}$ の小さい比摩耗量を示すことから、高い耐摩耗性を有することを示唆
している。

第3章 “Deposition of amorphous boron carbide (a-BC₂H) films from trimethylboron (TMB)” では、
TMB を原料としてパルスプラズマ CVD 法により放電条件を変化させて B を 19~27at.%含む a-BC₂H 膜を
作製している。そして、高 TMB 流量で成膜した a-BC₂H 膜は真空装置から取り出した後に多孔質化するこ
とを見出し、高湿度下での膜表面観察により、この多孔質化が水とホウ素との反応により進行することを明
らかにしている。

第4章 “Characterization of porous amorphous boron carbide (a-BC₂H) films” では、第3章で述べた
多孔質 a-BC₂H 膜の耐熱性および機械的特性を調べている。まず、500℃の大気中で1時間保持した後の膜
表面観察において、CVD 法で作製した DLC 膜は完全に消失したのに対し、a-BC₂H 膜はほとんど変化が無
かったことから、a-BC₂H 膜は高い耐熱性を有していることを示している。さらに油潤滑下での摩擦摩耗試
験を行うことにより、a-BC₂H 膜はベアリング球に対して $1.5 \times 10^{-8} \text{mm}^3/\text{Nm}$ の小さい比摩耗量を示すこと
を明らかにし、潤滑剤保持の可能な多孔質膜の特性がその高耐摩耗性発現の理由であると述べている。

第5章 “Deposition and characterization of boron incorporated DLC films” では、パルスプラズマ CVD
法により DLC 中に B を 2.6~25.8at.%含有したアダマント膜である a-BC₂H 膜を作製し、その機械的特性
および表面特性を調べている。まず膜の硬さおよびヤング率は、B 量の増加に伴って減少するのに対し、表
面エネルギーは 2.6at.%と少量の B を導入することで DLC と比較して高くなり、より多量の B を導入する
と低下することを明らかにしたうえで血液適合性試験を実施し、B を 2.6at.%含む DLC 膜は、血小板の付
着面積が DLC および多量の B を導入した DLC と比較して顕著に小さいことを明らかにしている。さらに
機械的特性の検討結果からこの膜は 10GPa を超える硬さと高い耐摩耗性を有していることから、B を少量
含む BC 系アダマント膜は、高い血液適合性と機械的特性を併せ持つ高機能性コーティング材料であることを
明らかにしている。

第6章 “Conclusions” では各章で得られた主な成果を総括している。

以上を要するに、本論文は軽元素の共有結合からなるアダマント膜を対象としてセグメント化および多孔質
化を試み、高硬さの DLC 膜をセグメント化することにより高い耐摩耗性を有するコーティングを実現する
とともに、a-BC₂H 膜の作製方法とその多孔質化機構および多孔質の特性を利用した耐摩耗性の向上手段を
提示し、さらに血液適合性に優れたアダマント薄膜コーティングを提案したものであって、工学上ならびに
工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (工学) 論文として十分な価値があるものと認められ
る。