

大気圧プラズマCVD法による 高硬度薄膜の作製と大面積化

平成 27 年度

森 貴則

主 論 文 要 旨

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|-----|------|
| 報告番号 | ① 乙 第 | 号 | 氏 名 | 森 貴則 |
| 主 論 文 題 目 : | | | | |
| 大気圧プラズマCVD法による高硬度薄膜の作製と大面積化 | | | | |
| (内容の要旨) | | | | |
| <p>材料表面への薄膜被覆技術は、既存材料を有効活用でき、コスト的にも優れることから多くの分野で開発が進められている。大気圧プラズマ法は従来の真空による被覆技術に比べ、低コストかつ大面積への薄膜被覆を可能である。本論文では、この大気圧プラズマ法を用い、非晶質炭素薄膜およびシリカ系薄膜の高硬度化に取り組んでいる。大気圧下での薄膜合成は、気相中での粒子が合成し、また原料密度が高いことから分解していないガスが多く存在し、真空環境で合成した薄膜に比べ硬度が低くなる。また従来の大気圧プラズマ法では、電極間距離が数ミリメートルで、立体形状の基材への被覆が困難であった。本論文の目的は、独自の大気圧プラズマ装置を作製するとともに、薄膜の合成条件を制御し、上記の問題点を解決することである。また、合成した非晶質炭素薄膜およびシリカ系薄膜の膜物性を詳細に解析し、その結果をまとめている。</p> <p>第1章では、大気圧プラズマ技術の現状や課題について述べている。第2章では、大気圧プラズマ法により非晶質炭素薄膜を作製する際に導入する希釈ガス種効果に関して述べている。第3章では、原料ガス種および放電形態に着目し、プラズマ中のイオン密度を変化させて非晶質炭素薄膜を合成し、薄膜の硬質化を目指している。具体的には、電極間距離を変化し、放電形態をグローからストリーマに遷移させ、またペニング電離によりイオン密度を増加させることで非晶質炭素薄膜内部の水素含有量比率を低下させ、従来の薄膜よりも硬質な非晶質炭素薄膜を室温下で合成した。第4章では、ポリマー材料への合成を念頭に室温下でシリカ系薄膜を合成し、希釈ガス種と酸素流量が硬度に及ぼす効果を明らかにしている。第5章では、大気圧プラズマ技術を用いてポリエチレンテレフタレート上にシリカ系薄膜を合成し、ガスバリア性を評価している。また基板の表面状態とシリカ系薄膜の構造との関係を明らかにしている。第6章では、自動車の樹脂窓の応用のために、大面積でしかも曲面にも被覆可能なリモート式大気圧プラズマCVD装置を作製し、硬質シリカ系薄膜を合成している。この装置により従来のダイレクト式の誘電体バリア放電では困難であった、立体かつ厚みのある形状への合成が可能となった。また薄膜内部の結合状態分析から薄膜の有機物および末端結合の除去とシリカ系薄膜の硬度との関係を明らかにしている。第7章では研究成果の総括を今後の展望とともにまとめている。</p> | | | | |

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| School Science for Open and Environmental Systems | Student Identification Number | SURNAME, First name MORI, Takanori |
| Title Hard thin films of large area by the atmospheric pressure plasma CVD method | | |
| <p>Abstract</p> <p>The atmospheric pressure (AP) plasma CVD method using dielectric barrier discharges has attracted much attention as an approach to the film synthesis of large area at low cost. However, in the conventional AP plasma method, the deposition onto three-dimensional shaped and thick substrates is still difficult. In addition, compared to the films synthesized in a vacuum condition, the films synthesized by AP plasma exhibit lower hardness because of generating the particles in the gas phase and inadequate reaction of raw materials. The purpose of this study, I designed the AP plasma system in order to synthesize amorphous carbon films and silica based films of large area on the complex shape substrates. Furthermore, I investigated the effects of deposition conditions on the film properties such as chemical structure and film hardness. The main results obtained are as follows:</p> <p>In Chapter 1, the previous reports of AP plasma technology are presented. In Chapter 2, the effects of the dilution gas and pulse frequency on the deposition mechanism of amorphous carbon films by the AP plasma are described. In Chapter 3, the effects of the ion density and the discharge form of the AP plasma on synthesizing hard amorphous carbon films with low hydrogen content ratio at low temperature were described. In Chapter 4, the effects of the dilution gas species and the oxygen flow rate on the hardness of silica based films by the AP plasma are described. In Chapter 5, the gas barrier properties of silica based films on polyethylene terephthalate substrates are described. In Chapter 6, I present the reports of a newly assembled remote-type AP plasma CVD apparatus for the curved surface and synthesis of the hard silica based films. The chemical structure and mechanical properties of the silica based films are also discussed. In Chapter 7, I summarize the research results and suggest several issues for future prospects.</p> | | |