

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12503 号
------	---------------

氏名 刘 晓旭

論文題目

Clarification of High Wear Resistance Mechanism of ta-CN_x
Coating Deposited by IBA-FAD System
(IBA-FAD法によるta-CN_x膜の高耐摩耗性発現メカニズムの解明)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	梅原 徳次
委員	名古屋大学	教授	福澤 健二
委員	名古屋工業大学	教授	糸魚川 文広
委員	名古屋大学	准教授	野老山 貴行

論文審査の結果の要旨

劉曉旭君提出の論文「Clarification of High Wear Resistance Mechanism of ta-CN_x Coating Deposited by IBA-FAD System (IBA-FAD法によるta-CN_x膜の高耐摩耗性発現メカニズムの解明)」は、新しい機械部品の摩擦面材料としての低摩擦かつ高耐摩耗性を有する硬質なカーボン系硬質膜の創成を目標として、炭素イオンと窒素イオンビームの同時照射により成膜するIBA-FAD (Ion Beam Assisted-Filtered Arc Deposition) 法を用いることによるta-CN_x膜(立方晶窒化炭素膜)の摩擦摩耗特性及び摩擦摩耗メカニズムの解明を行った。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、新しい機械部品表面としてのカーボン系硬質膜の重要性を説明し、カーボン系硬質膜の摩擦摩耗に関する従来の研究をまとめ、さらに硬質なCN_x膜が求められており、硬質なta-CN_xの成膜方法として炭素イオンと窒素イオンビームの同時照射により成膜するIBA-FAD法が期待されていることを述べている。また、そのta-CN_x膜の機械的特性、種々の摩擦条件における摩擦摩耗特性が不明で、ta-CN_x膜の有効性が未解明である事を述べている。

第2章では、異なる窒素含有率のta-CN_x膜を成膜し、その機械的特性、ベース油中で炭素鋼に対する摩擦摩耗特性に及ぼす荷重とすべり距離の影響を明らかにしている。その結果、試作したta-CN_x膜は、膜硬度、ヤング率及びsp³結合の割合は窒素含有量の増加に伴い、減少することを確認している。また、ベース油中の摩擦試験では、窒素含有量を増加させるほど低摩擦かつ高耐摩耗性を示すことを明らかにしている。さらに、低摩擦メカニズムとして、摩擦面の鏡面下に伴う潤滑モードの遷移の可能性を詳細な表面観察から明らかにしている。これらは、試作したta-CN_xが工業的に有用である可能性を示す重要な知見である。

第3章では、ta-CN_x膜のベース油中での耐摩耗メカニズムを明らかにするために、摩擦摩耗特性に及ぼす油温と相手面材料の影響を明らかにしている。その結果、油温の増加とともに比摩耗量が増加し、相手材料が炭素鋼とサファイアにおいて比摩耗量は異なり、炭素鋼の場合、窒素含有率が少ない場合に摩耗が大きい事を明らかにした。これらの結果は、ta-CN_xの摩耗が相手面や雰囲気との化学反応に影響を受ける化学摩耗であることを示しており、窒素含有率が増加する事で炭素と鉄の反応による化学摩耗が抑制される耐摩耗メカニズムを提案している。これらの結果は、ta-CN_x膜の更なる耐摩耗性向上のための重要な知見である。

第4章では、ta-CN_x膜の大気中での使用の優位性を明らかにするために、大気中における摩擦摩耗特性に及ぼす温度と相手面材料の影響を明らかにしている。その結果、相手面が炭素鋼の場合、窒素の含有に伴い比摩耗量が減少することが明らかにしている。一方、相手面がサファイアの場合、窒素非含有の方が、比摩耗量が小さいことを明らかにしている。これらの結果は、大気中でのta-CN_x膜の摩擦条件として相手面材料の選択が非常に重要であることを明らかにしており工業上重要である。

第5章では、本研究の結論を与えていた。

以上のように、本論文では、ta-CN_x膜の機械部品の摩擦面材料としての応用の可能性を明らかにするために、ta-CN_x膜を炭素イオンと窒素イオンビームの同時照射により成膜するIBA-FAD法で成膜し、その摩擦摩耗特性に及ぼす油潤滑、相手材料、温度、荷重及びすべり距離の影響を明らかにしている。また、ta-CN_x膜の高耐摩耗性のメカニズムを解明するために、系統的な実験と詳細な表面分析を行い化学摩耗がta-CN_x膜の重要なメカニズムあることを明らかにしている。得られた結果は、今後のカーボン系硬質膜の機械分野への応用のために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である劉曉旭君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。