

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13601 号
------	---------------

氏 名 张 巍

論 文 題 目

Tribological Properties of B₄C Based Ceramics
(炭化ホウ素基セラミックスのトライボロジー特性)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	北 英紀
委員	名古屋大学	教授	梅原 徳次
委員	名古屋大学	教授	高見 誠一
委員	名古屋大学	准教授	乗松 航

論文審査の結果の要旨

張巍君提出の論文「Tribological Properties of B_4C Based Ceramics (炭化ホウ素基セラミックスのトライボロジー特性)」は B_4C (炭化ホウ素) を母相とする複合セラミックスを開発し、様々な条件下における開発材の摩擦・摩耗特性を明らかにしている。本論文は序章と本文13章、および最終章で構成され、各章の概要は以下の通りである。

序章では、これまでに摺動材料として広く使用され競合材としての炭化ケイ素セラミックスの摺動特性、ならびに低摩擦化の手法として知られている表面テクスチャリングについて、既往の研究内容を纏めると共に、技術上の課題を明確にし、それらを踏まえ、より過酷な条件下での低摩擦と低摩耗の両立に向けて取り組んだ本研究の目的を述べている。

第1章では、 B_4C -SiC複合セラミックス (以降開発材) を乾式で摺動させると、両相の硬度の違いに由来して数十nmの段差を持つ凹凸構造がin-situで摺動面に形成されることを明らかにしている。この構造は開発材の特徴として新たに見出されたものであり、本論文を纏める動機ともなった。

第2章では、開発材の微細構造をTEMを使って観察し、異相同士が原子レベルで欠陥なく結合されていることを突き止めた。これは上記凹凸構造を形成するうえで有用な知見である。

第3章では、表面構造を示す特徴量として R_{sk} や R_{ku} を導入し、これらと摩擦特性の相関関係を明らかにした。

第4章では、乾式下で荷重負荷を変えた場合の摩擦、摩耗特性に及ぼす影響について検討し、特に高負荷の領域において開発材の摩耗が小さくなることを明らかにした。

第5章では、水潤滑下における摩擦特性について検討し、水潤滑下においても開発材が低摩擦を示した点について、それが開発材の表面に形成される凹凸構造が潤滑溜りの機能を果たした事に因ると推察している。

第6章では、高荷重域で低摩擦となる機構について検討し、潤滑膜の形成に加えて荷重の増加に伴い促進されるトライボケミカル反応に因り形成される層状構造物質に由来すると結論付けた。

第7章では、摺動特性に及ぼす水温の影響について検討し、 $40\sim 60^\circ C$ の温度域でSiC部分に選択的に酸化膜が形成され、摺動距離の増加に伴い酸化膜による被覆率が大きくなることを明らかにした。

第8章では、開発材の大気中でのアニール温度の効果について検討し、高温大気中でアニールした場合、摩擦係数が小さくなることを見出した。

第9章では、比較材料であるSiCセラミックスについてのアニール効果について検討し、 $1500^\circ C$ でアニールしたSiCセラミックスでは α -クリストバライトが形成され摩擦係数が低減することを明らかにし、酸化挙動やその影響は従来材と開発材で異なることを示した。

第10章では、アニールの温度域についてより詳細な検討を行い、開発材では特定の温度域で低摩擦化されそれ以上の温度域では逆に摩擦係数が大きくなることを示し、その理由はアニール温度によって表面構造や組成が異なるためであると推論した。

第11章では、開発材の摺動特性に及ぼす組成の影響について検討し、組成を変えると摺動表面に生じる被膜の構成は変化し、それに対応して摩擦係数が変わることを示した。

第12章では、相手材を変えた場合の摺動特性や挙動について検討を行い、特に高負荷域では、開発材の摩耗率は、相手材の硬度による影響を受けやすくなることを明らかにした。

第13章では、水潤滑下において相手材を変えた場合の摺動特性についての検討を行い、特に相手材を Al_2O_3 とした場合には他の素材を用いた場合に比べて、摩擦・摩耗共に良好な結果が得られることを示した。

最終章では、上記1~13章の内容を踏まえ、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、新規な材料であるSiC- B_4C 複合セラミックスについて実用化を想定した様々な条件下における摩擦・摩耗特性を明らかにしている。これらの評価方法並びに得られた結果は、メカニカルシールはじめ各種摺動部材への応用を実現するために重要であり、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張巍君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。