

平成 12 年 12 月 27 日

機械・構造システム専攻	
申請者氏名	李 長生

指導教官氏名	上村正雄
--------	------

論文要旨 (博士)

論文題目	固体潤滑剤の相乗効果に関する基礎的研究
------	---------------------

真空、高温、低温あるいは放射線場のような環境では、潤滑油の蒸発、変質、劣化等が生じるため固体潤滑剤が用いられる。さらに、このような厳しい環境においては単独の固体潤滑剤で目的の性能が得られることは少なく、特性の異なる固体潤滑剤が混合して用いられる。しかし、多種の固体潤滑剤を混合した場合に現れる相乗効果に関しては不明な点が多く、系統的な解析が求められている。

本論文は、固体潤滑剤を混合使用した場合の相乗効果の解析を目的としたもので、真空中軟質金属薄膜固体潤滑を行い固体潤滑の本質的な機構を解析するとともに層状固体潤滑剤乾燥被膜の高温摩擦試験および真空中と大気中摩擦試験を行い、摩擦特性と層状固体潤滑剤の相乗効果を解析している。さらに、これらの解析結果をもとに WS_2 、黒鉛および BN の 3 種類の層状固体潤滑剤を含有する Ni 基、 SiO_2 基およびマイカ+ケイ酸ナトリウム基の固体潤滑複合材料を作製し、 $800^\circ C$ までの高温特性を解析するとともに良好な特性を示した金属基固体潤滑複合材料に対して、固体潤滑剤含有量、粒径および造粒法の効果を明らかにした。

論文は 6 章からなり、第 1 章では研究の背景、目的、研究の現状および論文の構成を述べている。

第 2 章では真空中におけるシリコンウエハーの Pb-Sn 合金薄膜固体潤滑を行い、銅中間層を設けることにより膜と下地の付着性が増し摩擦係数が低下することおよび膜寿命が大幅に伸びることを示した。さらに、摩擦部前方に堆積した摩耗粉を取り除けば、摩擦係数の荷重依存性がヘルツの弾性接触理論で説明できることを明らかにしている。

第 3 章ではマイカ+ケイ酸ナトリウムを結合剤とした WS_2 乾燥被膜の $500^\circ C$ までの高温摩擦試験を行い、 $400^\circ C$ 以上では WS_2 が酸化し潤滑性を失うが、軟化したケイ酸ナトリウムで結合されたマイカの層状構造に挟まれた酸化タングステン粉末の転がりすべりにより、良好な潤滑特性が現れることを明らかにしている。

第 4 章では WS_2 、黒鉛および BN の 3 種層状固体潤滑剤を含む乾燥被膜の真空中および大気中摩擦試験を行い、真空中では WS_2 がせん断変形するとともに黒鉛が面圧を高くする硬質粒子の役割を持ち、大気中では黒鉛と WS_2 の両方がせん断変形し、両雰囲気で優れた潤滑特性を示すことを明らかにしている。

第 5 章では 3 種層状固体潤滑剤を含む Ni 基、 SiO_2 基およびマイカ+ケイ酸ナトリウム基固体潤滑複合材料の $800^\circ C$ までの高温摩擦を行い、高温で潤滑性のある $NiWO_4$ が生成する Ni 基複合材料が $800^\circ C$ まで良好な潤滑特性を示すことを明らかにした。また、Cu-Sn 基固体潤滑複合材料を用い、固体潤滑剤の最適の状態や含有率を検討し、微細粒子を大きな粒子に造粒した層状固体潤滑剤が良好な潤滑特性を示すと同時に固体潤滑剤含有量の最適値が 40%程度にあることを示している。

第 6 章は本研究の成果と意義をまとめている。