

[別紙 2]

審査の結果の要旨

氏名 平岡 尚文

本論文は「二硫化モリブデン焼成被膜の潤滑性能向上に関する研究」と題し、5 章からなる。

二硫化モリブデン焼成被膜は、通常の潤滑油、グリースなどの使用が不可能な真空環境、あるいは高温雰囲気での固体潤滑剤として優れた潤滑性、長寿命を有することが知られている。また、潤滑油やグリースと異なり、漏出した場合の環境汚染の問題が小さく、メンテナンスフリー化も可能であるため、潜在的用途は広い。しかし、大気環境中では摩擦係数が増大し、また被膜の摩擦寿命が大幅に低下し、さらに実際の使用にあたって避けられない片当たりなどの高面圧下では被膜の破壊が瞬時に発生するという欠点がある。

そこで本論文では、このような欠点を改善して使用範囲を拡大するために、まず、二硫化モリブデン焼成被膜の寿命とそのモードを実験的、理論的に解明し、次にその知見に基づいて合理的な二硫化モリブデン焼成被膜の設計法を提案することを目的として研究を展開している。

第 1 章「序論」では、研究の背景、研究目的と研究方針などを記述している。すなわち、二硫化モリブデン系固体潤滑膜は焼成被膜として使用されることが最も一般的であること、その用途、優れた潤滑作用のメカニズム、しかし大気中では湿度により摩擦係数が大きくなって寿命が低下し、また高面圧下では寿命が極端に低下するという事実などが背景として述べられ、このため、用途を一層拡大するには、二硫化モリブデン焼成被膜の大気環境下、高面圧下での寿命低下の原因を実験的、理論的に解明し、この知見に基づいて潤滑性能向上、寿命延長の方策を提案、実証することが必要であるとして、これらを研究目的としている。また、この研究目的を達成するための研究の進め方について、概略の方針を説明している。

第 2 章「二硫化モリブデン焼成被膜の寿命モードとそのメカニズム」では、被膜の構造と一般的な特徴を述べて、関連する先行の研究を批判的に検討し、寿命モードが単一ではないこと、それらの発現のメカニズムが未だ解明されていないことなどを明らかにしている。これをふまえて、真空中および大気中での二硫化モリブデン焼成被膜の摩擦試験、寿命試験を、揺動すべり試験、および接触面圧がそれよりもずっと大きいピン・オン・ディスク型試験を行って被膜の摩擦、摩耗の時間推移を測定し、さらに被膜内の応力解析も行って、真空中、大気中を問わず、摩擦により被膜に繰り返し作用する剪断力によって疲労はく離が下地との界面で発生する寿命モードがあること、ならびに、大気中での寿命が真空中より低下する理由は摩擦係数、すなわち被膜に作用するせん断応力の増大が原因であることを明らかにしている。また、面圧が大きい場合について実験と応力解析を行い、使用開始直後に

被膜が破壊されて急速に寿命を迎えることを明らかにしている。さらに、大気環境下で被膜の寿命を延伸させるために、摩擦係数や接触圧力を低減する新しい方法の提案が不可欠であることを述べている。

第 3 章「界面活性剤吸着による二硫化モリブデン焼成被膜の潤滑性能向上」では、前章で得た知見をもとに、大気環境下で摩擦が増大することを防止するために、陽イオン性界面活性剤の親水基を二硫化モリブデンの表面に吸着させることにより二硫化モリブデンを疎水性とする手法を提案している。次に、この手法を実際に適用した二硫化モリブデン焼成被膜についてピン・オン・ディスク型摩擦・摩耗試験を行ない、その有効性を確認するとともに、実験結果について詳細な考察を行っている。

第 4 章「柔下地構造による二硫化モリブデン焼成被膜の寿命向上」では、面圧が高い場合には焼成被膜が直ちに破損すること、破損防止のため下地金属を軟らかい材料にして応力緩和を図ろうとすると、被膜界面の塑性変形が大きくなって寿命が低下してしまうことを指摘している。これらのことを防止するため、第 2 章で得られた知見に基づいて、片当たりなどによって被膜内に高い応力が発生しないよう、最下層を軟質金属で、その上にポーラスな硬質金属層を配置した二層の下地金属の上に被膜を焼成する手法を提示している。これは最下層の軟質層が高い荷重を受けて塑性変形することにより被膜内応力を緩和するとともに、その上にあるポーラスな硬質層が焼成被膜を強固に保持するという機能を果たすことを目指す。実際にこの手法を適用して、軟質のアルミ合金層の上にポーラスな硬質クロムめっき層を配置した下地金属を製作し、その上に二硫化モリブデン被膜を焼成した試験片によりブロック・オン・リング型摩擦摩耗試験を行って、この手法の有効性を確認するとともに、実験結果について理論的にも詳細な考察を加えている。

第 5 章「結論」では、以上の知見を総括し、本研究の成果と意義について本論文の結論を述べている。また付録では、本研究で行った理論解析に関連する接触圧力の計算方法、界面活性剤を吸着させた二硫化モリブデン粉末の FT-IR 測定データ、ブロック・オン・リング型摩擦試験での摩耗量の計算方法を提示している。

以上を要するに、本研究は従来明らかにされていなかった二硫化モリブデン焼成被膜の寿命モードその発現メカニズムを実験的、理論的に解明し、それに基づいて二硫化モリブデン焼成被膜の潤滑性、寿命を向上させる新しい手法を提案し、その有効性を実験的、理論的に証明したもので、全体としてトライボロジーを中心とする工学、および関連する工業技術に対する寄与が大きい。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。