

氏名	AIDIL AZLI BIN ALIAS
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博乙第4448号
学位授与の日付	平成27年 9月30日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第5条第2項該当)
学位論文の題目	Tribological Properties of Diamond Nanoparticle and Graphene Oxide Dispersions in Water Lubrication (ナノダイヤモンド粒子および酸化グラフェン分散水のトライボロジー特性)
論文審査委員	教授 藤井 正浩 教授 岡田 晃 教授 岡安 光博 准教授 木之下 博

学位論文内容の要旨

This thesis is presenting the study of tribological properties of diamond nanoparticle (DNP) and graphene oxide (GO) dispersions in water lubrication. Water has high cooling capacity, good fire-resistant, and low in cost. However, water has awfully poor lubrication due to low viscosity. DNP and GO have good lubricating properties and they can be dispersed in water easily. DNP and GO are studied as additives to increase tribological properties of water lubrication. The core content and description of this thesis explained by dividing the chapters into 5 parts.

The first chapter is describing lubricants review. In the review, an overview of the lubricants and the importance of additives are detailed. Also in this chapter, structures of carbon nanomaterials and how it is expected to help in increasing the tribological ability in water lubrication are also discussed.

Chapter 2 explains experimental methods which is mainly depicted about the experiments and analysis methods which were involved in this study. This is including the type of equipment used and how the results are analyzed. In addition, the purpose and reason of the equipment engaged in this are also included in this chapter.

In Chapter 3, study of the effectiveness of DNP in water lubricant and their friction reduction mechanism are described. The tribological study has been done on several types of materials such as Aluminum (A5052P) and Stainless Steel (SUS304) flat substrates with the mating materials such as tungsten carbide (WC), stainless steel (SUS304) and carbon steel balls (SUJ2). The results and discussion were divided into materials dependence, speed dependence, and DNP dispersions concentration dependence.

Chapter 4 depicted the results and discussion on GO additives in water lubricant. The study is focusing on the tribological reduction ability by GO dispersions by materials dependence, speed dependence, and GO dispersions dependence. The load dependence is also included in order to understand the tribological mechanism of GO dispersions which is significantly different to DNP dispersions.

In Chapter 5, comprehensive study of GO dispersions is explained. In this chapter, the study of tribological effect by the different sizes of the GO's basal flakes and the modification in pH of the dispersions has been discussed. The effect of modification is included and the study of different configuration of materials such as steel-steel and ceramic-steel has been studied. Finally, this thesis is providing an mechanism of reducing friction and wear by DNP and GO dispersions.

論文審査結果の要旨

本研究は、近年注目されている炭素同位体、且つナノ材料であるカーボンナノ材料を潤滑液体の潤滑性を高める潤滑添加剤としての応用を目指して研究を行ったものである。カーボンナノ材料としては、ダイヤモンド構造を有するサイズが4nm以下であるナノダイヤモンドと、グラファイト構造を有するがグラファイト一層構造で非常に酸化度が高い酸化グラフェンを用いている。これらを水に分散させて水潤滑におけるトライボロジー特性について論じている。

本論文では、まずナノダイヤモンド粒子を水に分散させトライボロジー特性の濃度依存性について研究を行っている。基板としてステンレススチール、相手摩擦ボールはタングステンカーバイトを用いており、この系では水だけでは全く潤滑性を示さなかったとしている。ナノダイヤモンドを分散させると、摩擦初期には若干大きな摩擦係数が測定されたがその後はナノダイヤモンドの濃度に関係なく摩擦係数が0.1程度となり、しかもその値は非常に安定することを見出した。濃度が濃いほど初期の摩擦係数が小さくなり、摩擦係数が定常状態になるまでの摩擦回数も少なくなったが、10万回の摩擦試験後の摩耗の大きさを比べると、濃度が濃い方が特にボールの摩耗が大きくなることを明らかにした。化学分析や、電子顕微鏡による分析の結果、これらの現象は初期摩擦時にボールに比べて柔らかい基板に非常に硬いナノダイヤモンドが埋め込まれ、基板の摩耗を防いだが、ボールの摩耗を促進した結果だと考察している。

次に、酸化グラフェンを水に分散させて、pH値依存性、濃度依存性について研究を行っている。その結果、pH値が小さいほど、濃度が濃いほど摩擦係数、実験後の摩耗の両方が小さくなることを明らかにしている。特に最適条件では摩擦係数が0.05を下回り摩耗もほとんど生じないことを明らかにしている。

これらの知見は、水潤滑においてスチール基板上で低摩擦かつ低摩耗の条件を見出した実用的に非常に大きなもので、本論文は工学分野に大きな進歩をもたらしたと言え、工学の学位に十分値すると認められる。