

## 研究論文

## ナノダイヤモンド複合鉄めっき膜の作製と摺動特性

三浦一真\*, 林 成実\*, 中川昌幸\*, 工藤孝一\*\*, 武江佳基\*\*,  
小西統雄\*\*\*, 小西統之\*\*\*, †松原 浩\*\*\*\*

## Fabrication and Tribology of Fe-nanodiamond Composite Plated Film

by

Kazuma MIURA\*, Narumi HAYASHI\*, Masayuki NAKAGAWA\*, Kouichi KUDOU\*\*,  
Yoshiki TAKEE\*\*, Motoo KONISHI\*\*\*, Motoyuki KONISHI\*\*\* and †Hiroshi MATSUBARA\*\*\*\*

(Received Aug. 30, 2023; Accepted Nov. 21, 2023)

### Abstract

Nanodiamond (ND) consists of the smallest known diamond particles, with an average primary particle diameter of 5 nm. In the present study, the authors have developed Fe-ND composite electroplated films using various amino acids in the plating bath. The new composite films, which incorporate a high ND content (up to 20.1%), were successfully fabricated using the glycine electroplating bath. As a result of ND incorporation (2.4%) achieved by plating using the glycine bath, the film hardness increased to 720 HV. Glycine appears to have some effect on increasing the ratio of ND particles adsorbed onto the deposition frontier during electroplating. Agglomerated nanodiamond particles were found in the Fe-ND composite films through cross-sectional observation of FE-SEM by ion-milling method. The Fe-ND composite film with 3.2% ND content demonstrated excellent tribological properties, with a friction coefficient of  $\mu_k=0.067$ .

**Keywords:** Nanodiamond, Electroplating, Composite Plating, Iron, Tribology

### 1. 緒言

Feめっきは種々の組成の浴<sup>1)</sup>が報告されており、それらのなかでもFe(II)の硫酸塩を用いた電解めっき浴<sup>2)</sup>が最

も一般的なものとして知られている。鉄は機械的強度が比較的高く優れた加工性を持ち資源も豊富で、かつ安価であるため幅広く用いられている材料である。これまでに知られているFeめっきの主な用途は、摩耗した機構部品の修復や、鉄シートの作製、印刷のための版、軸受やエンジンなどの摺動部品などがあげられる。

鉄はアルミニウム部材どうしの摺動にともなう焼き付き防止に効果があることから、アルミニウムを用いたエンジンや各種摺動部品へのFeめっきも数多く行われてきた。自動車エンジン・産業用機械等に用いられる摺動部品は燃料消費量の低減や小型・高出力化の要求とともに、摺動特性の向上が必要とされている。

めっき膜中に微粒子を複合化させた金属-微粒子複合材料は、スパッタ法や蒸着法などの乾式成膜法では作製不可能であり、めっき法の特徴を活かした複合材料作製法であ

令和5年8月30日受付

\* 新潟県工業技術総合研究所：新潟県新潟市中央区鏡西1-11-1

Industrial Research Institute of Niigata Prefecture: 1-11-1  
Abuminishi, Chuoh-ku, Niigata-shi, Niigata 950-0915, Japan

\*\* 日本メッキ工業株式会社：新潟県柏崎市田塚3-2-62  
Nihon Mekki Industry Co. Ltd. : 3-2-62 Tatsuka,  
Kashiwazaki-shi, Niigata 945-0032, Japan

\*\*\* 株式会社小西鍍金：新潟県長岡市鉄工町2-1-20  
Konishi Mekki Industry Co. Ltd. : 2-1-20 Tekkouchou  
Nagaoka-shi, Niigata 940-2022, Japan

\*\*\*\* 長岡技術科学大学：新潟県長岡市上富岡町1603-1  
maruma@vos.nagaokaut.ac.jp  
Nagaoka University of Technology: 1603-1  
Kamitomiokamachi, Nagaoka-shi, Niigata 940-2188, Japan

†:連絡先/Corresponding author