周期的 N-DLC/WC 積層構造を持つ導電性耐摩耗膜の作製

Fabrication of Conductive Wear Resistant Films with Periodical N-DLC/WC Multilayered Structure

豊橋技科大[1]，石川工試[2]，神奈川県立産総研[3]，岡山県工技セ[4]，伊藤光学[5]，オンワード技研[6]
○爲國 公貴[1]，針谷 達[1]，出貝 敏[1]，谷本 壮[1]，須田 善行[1]，滝川 浩史[1]，鷹合 滋樹[2]
安井 治之[2]，金子 智[3]，國次 真輔[4]，神谷 雅男[5]，瀧 真[6]

Toyohashi Univ. Technol.[1], Ind. Res. Inst. Ishikawa[2], Kanagawa Inst. Ind. Sci. Technol.[3],
Ind. Technol. Cent. Okayama[4], Itoh Opt. Ind. Co., Ltd.[5], Onward Ceram. Coat. Co., Ltd.[6]
○Koki Tamekuni[1], Toru Harigai[1], Satoshi Degai[1], Tsuyoshi Tanimoto[1], Yoshiyuki Suda[1],
Hirofumi Takikawa[1], Shigeki Takago[2] Haruyuki Yasui[2], Satoru Kaneko[3], Shinsuke Kunitsugu[4],
Masao Kamiya[5], Makoto Taki[6]
E-mail: tamekuni.koki@pes.ee.tut.ac.jp

1. はじめに

IC チップの製品検査に用いるコンタクトピンの表面保護膜として導電性耐摩耗コーティングが求められている。本研究室では，ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜や窒素含有 DLC（N-DLC）膜[1]，また，それらの積層膜[2]よりも高い導電性を持つ保護膜を目指して，N-DLC 膜とタングステン（W）膜とを周期的に積層した。N-DLC/W 積層膜は N-DLC 単層膜に比べて導電性が向上したが，耐摩耗性は低下した[3]。そこで，本研究では W 膜に変えて，より硬質で高い耐摩耗性が期待できるタングステンカーバイド（WC）膜を N-DLC 膜と周期的に積層し，膜の導電性と耐摩耗性を評価した。

2. 実験方法

超硬基板上に N-DLC/WC 積層膜を作製した。N-DLC 層は T 字状フィルタードアーク蒸着装置[4]に窒素ガスを導入して作製した。WC 層はアンバランスドマグネトロンスパッタ（UBMS）装置を用いて作製した。WC 層の作製は基板バイアス電圧を DC-200 V，プロセス圧力を 1.0 Pa とした。積層膜の膜厚は，一層当たり 50 nm とし，8 層で合計約 400 nm とした。積層膜に対して SUJ2 ボールを用いた球面研磨試験を実施し，基板の露出径から耐摩耗性を評価した。また，超硬基板に対して 2 MPa の荷重をかけながら，ソースメータで膜厚方向の抵抗を測定後，電気抵抗率を算出した。

3. 結果と考察

Fig.1 に Si 基板上に作製した WC 単層膜の膜密度と電気抵抗率を示す。膜密度と電気抵抗率は X 線反射率法とシート抵抗率により求めた。3.0 Pa で作製した膜は，基板バイアス印加によって高密度，低抵抗化した。1.0 Pa で作製した WC 膜は基板バイアスに依らず，バルクに近い膜密度と電気抵抗率を示した。

次に，Fig. 2 に球面研磨試験後の N-DLC 単層膜と N-DLC/WC 積層膜の表面写真を示す。

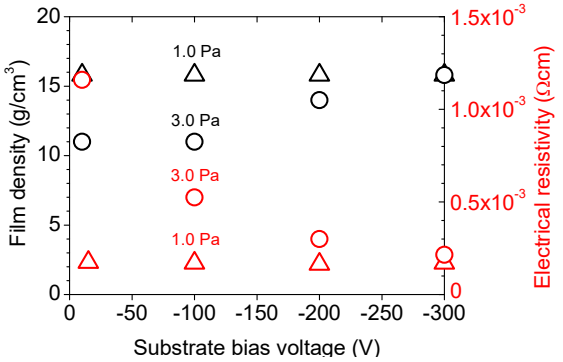

Fig. 1. Film density and electrical resistivity of WC monolayer films fabricated by UBMS

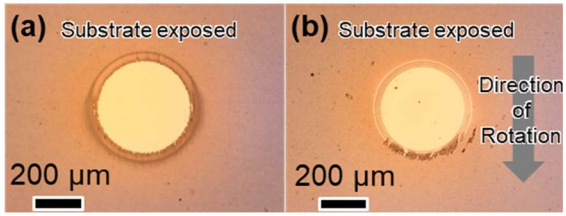

Fig. 2. Photographs of polishing mark on (a) N-DLC monolayer film and (b) N-DLC/WC multilayer film after spherical polishing test.

Table 1. Exposed substrate diameter and electrical resistivity for various films.

Film	Exposed substrate diameter (μm)	Electrical resistivity (Ω cm)
N-DLC monolayer	350	150
WC monolayer	400	2×10^{-4}
N-DLC/WC multilayer	300	85

また，Table1 にそれぞれの膜の基板露出径と電気抵抗率を示す。N-DLC/WC 積層膜は N-DLC 単層膜に比べて基板露出径が小さく，耐摩耗性が向上した。また，N-DLC/WC 積層膜の電気抵抗率は N-DLC 単層膜の約半分程度であった。

謝辞 本研究の一部は，科学研究費補助金の支援を受けて行われた。

参考文献

1) Y. Iijima, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys., **57** (2018) 01AE07.
2) Y. Iijima, *et al.*: AIP Conf. Proc., **1929** (2018) 020024.
3) 爲國，他: 第 45 回応用物理学会秋季学術講演会，(2018) 20p-222-16.
4) H. Takikawa, *et al.*: Surf. Coat. Technol., **163** (2003) 368.

© 2019年 応用物理学会