

DLC 膜の電氣的絶縁性および耐熱性評価

Electrical insulation and heat resistance of DLC films

東京電機大学大学院¹, 株式会社仲代金属², 日本アイ・ティ・エフ株式会社³

°(M2)中島 大地¹, 栗原 大樹², 安中 茂², 藤井 慎也³, 森口 秀樹³, 辻岡 正憲³, 平栗 健二¹

°Daichi Nakajima¹, Hiroki Kuwabara², Shigeru Annaka², Shinya Fujii³, Hideki Moriguchi³,

Masanori Tsujioka³, and Kenji Hirakuri¹

E-mail: 18kmj23@ms.dendai.ac.jp

1. まえがき

コイル用導線は電氣的短絡を防止するために銅 (Cu) やアルミニウム (Al) などの導体の周りを絶縁皮膜としてエナメルによりコーティングされている。この絶縁皮膜の標準的な厚さは10~50 μm と極めて厚くデバイスの小型化には大きな障害となっている。また、耐熱性、摺動性、薄膜被覆性に課題もある。さらに、コイルへの応用のための絶縁皮膜はその使用環境から機械的強度や耐薬品なども併せ持つことが要求される。Diamond-Like Carbon (DLC) は高い電気抵抗を有しており、極薄絶縁材料として期待されている。本研究では、コイル用絶縁皮膜の薄膜化および加熱劣化の改善を目的として DLC 膜の適用を目指し、コイル用絶縁皮膜に要求される電氣的特性、機械的特性、耐薬品性および耐熱性について評価した。

2. 実験方法

本実験では、高周波プラズマ化学気相成長 (CVD) 法により Cu 及び Al 基板に DLC の成膜を行った。試料として、母材である Cu および Al 基板と各基板に DLC を成膜 (DLC/Cu, DLC/Al) した4試料を用意した。これらの試料に対し、2点プローブ法を用いた電氣的絶縁耐電圧測定、スクラッチ試験による膜密着性評価、ボールオンディスク試験による滑り性測定、硫酸および水酸化ナトリウム溶液を用いた耐薬品試験、恒温槽を利用した200℃高温下の加熱試験を行った。また、耐熱性評価については加熱試験後の電氣的絶縁耐電圧の変化率から評価した。

3. 結果

Fig. 1 に加熱時間に対する各試料の電氣的絶縁耐電圧の変化の結果を示す。比較試料としてポリエチレン銅線 (PEW) の耐熱特性も併せて記載する。電氣的絶縁耐電圧測定より DLC/Cu および DLC/Al において150 kV/mmの耐電圧を有することが確認され、168時間加熱しても電気絶縁性は低下していないことが確認された。スクラッチ試験およびボールオンディスク試験より、DLC 膜の高い機械的特性が確認された。酸・アルカリ性溶液への浸漬評価では、DLC 膜が変化せず、有用性が示された。従って、DLC 膜は、薄くて効果的な電気絶縁膜として利用可能であることが示唆された。

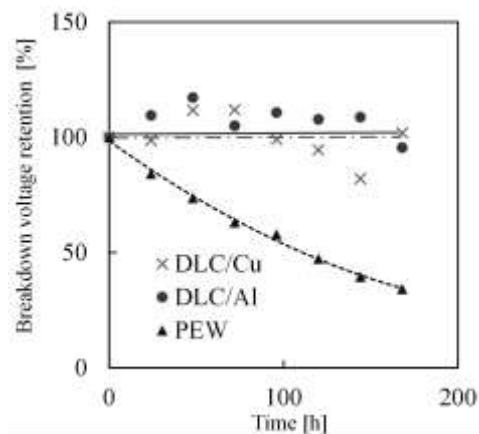


Fig. 1 Breakdown voltage after heating test.