

電子・情報 工学専攻	学籍番号	079305	指導 教員	滝川 浩史
申請者 氏名	神谷 雅男			須田 善行

## 論文要旨 (博士)

論文題目	ガラスレンズ金型保護膜への応用に向けた 高品質ダイヤモンドライクカーボン膜の開発
------	---

(要旨 1,200 字程度)

撮映像機器の小型軽量化や画像の高精細化のために用いられる非球面ガラスレンズは、モールドプレス法で量産される。同法で用いる金型には、離型性を有し、高温下での多数回の利用に耐える保護膜が必要である。そのような機能を呈する保護膜に、DLC (DLC; Diamond-Like Carbon) 膜がある。DLC 膜は対ガラス離型性に優れるうえ、アッシングによって除膜できるため、金型の再利用が可能という利点も有する。DLC 膜の形成法として、PVD 法の一つである真空アーク蒸着法がある。同法は、 $sp^3$  構造に富む水素フリーDLC (ta-C; tetrahedral amorphous carbon) 膜を形成できる唯一の工業的手法である。しかしながら、プラズマ発生源である陰極から微粒子 (ドロップレット) を副生するという問題がある。ドロップレットが生成膜へ付着すると、生成膜の均一性や均質性が損なわれる。この問題の解決法として、T 字状フィルタードアーク蒸着法 (T-FAD) が開発されている。しかしながら、現状の装置ではドロップレット除去は完全ではなく、更にドロップレットの付着数を低減するシステムが要求されている。以上のような背景から、本研究では、ガラスレンズ金型用高性能保護膜として実用できる高品質 DLC 膜の実現を目指し、T-FAD を使い、プロセス条件を変えて種々の DLC 膜を作製し、膜質を明確にするとともに、ドロップレット付着数を低減する静電トラップの開発を行った。

DLC 膜は、主に 4 種類の DLC (ta-C, a-C (amorphous carbon), ta-C:H, a-C:H) 膜に分類される。この 4 種類の DLC 膜は、T-FAD において、基板バイアスおよび雰囲気ガス条件を変えることによって作り分けることができる。まず、各種の DLC 膜の加熱試験を行った。加熱前後の膜に関し、硬さ、密度、および構造を分析したところ、次のことがわかった。加熱前において、最も高い密度と硬さを呈するのは ta-C 膜である。同膜は、約 700°C まで構造的に安定しており、また、約 800°C まで基板の酸化に対するバリア性を有する。

次に、数種の DLC 膜に関し、分光反射率計測とエリプソメトリ計測とから、膜厚と色との関係、色度図分析、および光学定数を求めた。その結果、水素フリーDLC (ta-C および a-C) の場合、膜密度・硬さが高いほど、屈折率および消衰係数が低く、ダイヤモンドの値に近いことがわかった。

一方、ドロップレット付着数低減の課題に対し、静電トラップ法を考案・開発した。アーク陰極と対向する位置に金属製円筒を配置し、その円筒に電圧を印加することで、帯電したドロップレットを静電的にトラップするものである。静電トラップの設置位置および印加電圧を変え、ドロップレット付着数を計測した。その結果、設置位置および印加電圧を最適化することで、ドロップレット付着数を約 1/3 に削減できた。

最後に、耐熱性の向上を検討するため、Si 含有の効果を確かめた。雰囲気ガスにテトラメチルシラン蒸気を用いることで、DLC:Si:H 膜を作製した。加熱試験の結果、DLC:Si:H 膜は a-C や a-C:H 膜に比べ耐熱性があるが、ta-C 膜には及ばないことがわかった。