

表面微細凹凸形状を有するダイヤモンドライクカーボンの創製に関する研究

服部 悟^{*1}
北垣 寛^{*2}

【要旨】

摺動特性に優れたダイヤモンドライクカーボン (DLC) 皮膜で微細凹凸形状を形成し、トライボロジー特性等の向上を図ることを目指し、成膜基材をメッシュでマスクすることで微細凹凸形状を有する DLC 皮膜の成膜方法の可能性について検討した。数十 μm サイズのメッシュ形状に応じた微細凹凸形状を形成することができ、また、マスク材と基材の間隔を変えることで凹凸形状が変化することを確認した。

1 はじめに

機械部品の摺動部をはじめとする物体同士が相対的に運動する界面では、その表面状態が特性に大きく影響することから、目的に応じ各種コーティング等さまざまな表面改質が行われている。また表面に機械加工やショットピーニングなどにより微細な構造を形成することで、トライボロジー特性の向上が図られている。またダイヤモンドライクカーボン (DLC) 皮膜は、高硬度かつ低摩擦係数の特性を利用し摺動部品を中心に適用が進み、さらに化学的安定性やガスバリア性などの優れた特性を利用した用途が拡大している。

本件研究では、従来平滑な膜として利用されている DLC に微細凹凸形状を形成することでトライボロジー特性の向上を図ることを目指し、成膜基材をメッシュ状のマスク材で部分選択的に成膜を抑制することにより、微細凹凸形状を有する DLC 皮膜を形成することを試みた。

2 実験方法

マスク材として市販のポリエステル製およびステンレス製の平織りメッシュ (目開き寸法は約 50、100、150、200 μm) を用いた。メッシュの詳細な寸法を表 1 に示す。成膜基材にはシリコンウエハを用い、図 1 に示すように①マスク材を基材上に直接配置したもの、②基材とマスク材の間にスペーサを挟み間隔を設けた場合について検討した。DLC 成膜には PBIID 方式成膜装置 (PIAD-CCP (株) プラズマイオンアシスト) を使用した。成膜した DLC は金属顕微鏡により形状を観察し、レーザプローブ式非接触三次元測定装置 (NH-3SP 三鷹光器株式会社) により膜厚および断面形状を測定した。

表1 メッシュ寸法

材質	目開き μm	線径 μm
ポリエステル	50	33
	96	45
	149	63
	202	80
ステンレス	45	40
	104	65
	154	100
	200	120

* 1 基盤技術課 副主査

* 2 基盤技術課 主任研究員

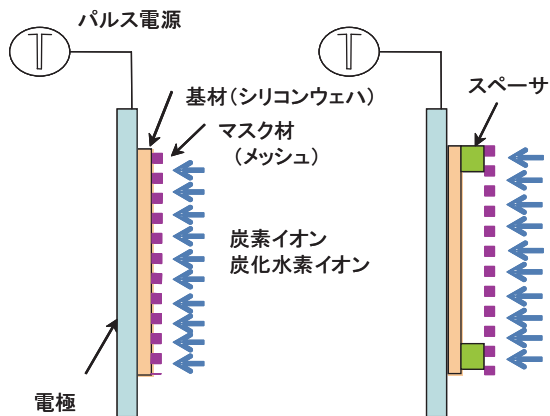


図1 PBID法によるメッシュと基板の配置

3 結果及び考察

今回、DLCの微細形状を作製するため、マスク材としてポリエステル製およびステンレス製のメッシュを用いたところいずれの場合も、目開き形状に応じたDLCを形成することができた。図2にポリエステル製マスク材を使用し成膜したDLCの写真を示す。マスク材は完全には基材シリコンウエハに密接していないためメッシュ線の影になる部分にも成膜種が回り込み膜が形成されている。しかしメッシュ線の影部分では十分なイオンエネルギーで基板に衝突していないため形成されたDLCは密着力が低く、メッシュサイズ150 μ mの写真に見られるように剥離が生じている。(写真下の白色部分) 図3にマスクを用いて成膜したDLCの断面形状を示す。DLCの断面形状は、メッシュ線が丸線であったことや、マスク材と基材が密接していなかったため成膜ガスがメッシュ線下側にも回り込み、目開き寸法より裾野が広がった台形状となった。図4にマスク材を用いて成膜した時の

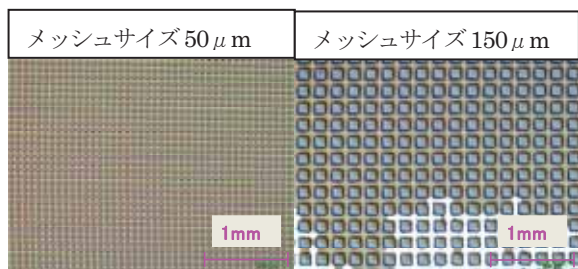


図2 マスク材を用いて形成したDLC形状

DLCの成膜速度を示す。マスクをすることで成膜速度は4~5割程度低下し、またマスクのメッシュサイズが小さくなるほど成膜速度が低下している。しかし、ナノインデンテーション試験による押し込み曲線は同形状をしており、マスクの有無やメッシュサイズによらず同質のDLCが形成されていると思われる。

次に図5に基材とマスク間にスペーサを挟み間隔を設け成膜したDLCの断面形状を示す。メッシュ線の下側に回り込む量が増え、断面形状が台形の島状だったものが、断面が波状のうねりを持った膜となった。接地していないメッシュ周囲の電位分布の影響により、基材に届くイオン量に分布が生じたものと考えられる。本実験では、目開き寸法が200 μ mのメッシュで線形は120 μ mであり、開口の中と高さの比は0.6であったが、この比とメッシュ間隔を調整することで、波山の形状を変化させることが出来るのではないかとと思われる。

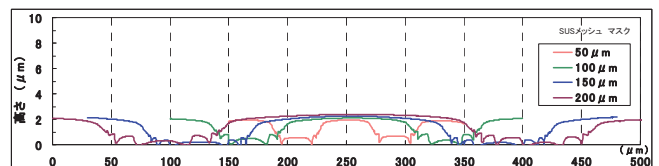


図3 マスク材を用いて形成したDLC断面形状

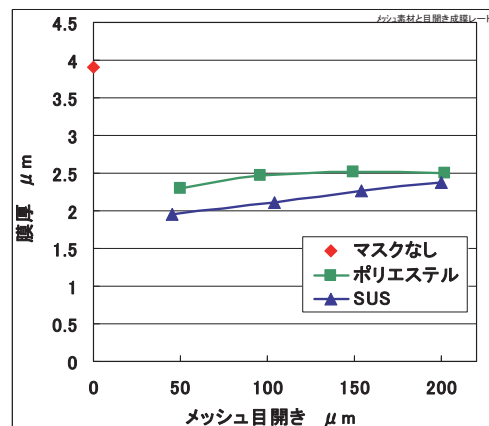


図4 メッシュ目開き寸法と成膜速度

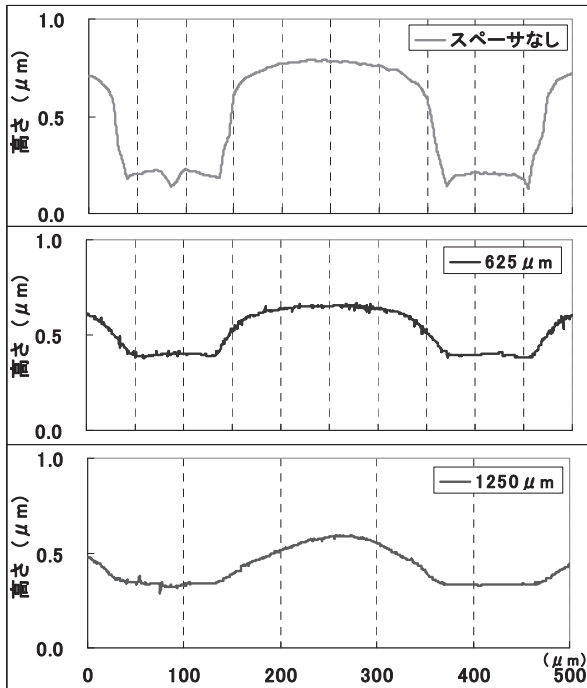


図 5 マスク材と基材との間隔を変えたときの
DLC 断面形状

まとめ

マスク材としてステンレス製およびポリエステル製の平織りメッシュをシリコンウェハ基材上に配置し微細凹凸形状 DLC の成膜を試みたところ以下の知見が得られた。

- 1) 基材をメッシュでマスクすることで、 $50\ \mu\text{m}$ サイズの DLC 形状を成膜することができた。
- 2) メッシュでマスクすることで成膜速度は4～5割低下し、目開き寸法が小さくなるに従い低下する傾向が見られた。
- 3) マスク材と基材に間隔を設けることで、断面形状が変化することが分かった。