

課題番号 : F-14-UT-0024  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : バイポーラ PBII 法によるマイクロトレンチへの DLC コーティング  
 Program Title (English) : DLC coating on a micro/nano scale trench pattern by Bipolar PBII  
 利用者名 (日本語) : 崔 竣豪, 平田祐樹, 下園隼人  
 Username (English) : Junho Choi, Yuki Hirata, Hayato Shimozono  
 所属名 (日本語) : 東京大学大学院工学系研究科  
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

### 1. 概要 (Summary)

Diamond-like Carbon(以下 DLC)膜は高硬度性, 低摩擦性, 耐摩耗性, 化学的安定性など機械部品へのコーティング材として優れた特性を持っている. 近年では, ナノインプリントリソグラフィに代表される各種金型やマイクロロギアのような微小三次元構造物への応用も期待されている. バイポーラ PBII 法でマイクロ・ナノスケールの微細構造に DLC をコーティングする場合, 微細パターンに沿ったイオン注入が行われず均一成膜が困難になる. 特にトレンチ側面や細孔内壁では, 膜厚だけでなく膜の構造や膜質自体も変化していることが考えられるがいまだ十分な研究がなされていない. 本研究では, マイクロ・ナノトレンチへ DLC を成膜し, トレンチ各面に成膜された DLC 膜の膜厚及び膜質を分析することで均一性評価を行う. また, その結果を元に微小三次元成膜に適した成膜方法を提案することを目的とする. 当該ナノスケール三次元コーティングの研究を実施するためには, ナノテクノロジー・プラットフォームが有する電子線直描システムによる, シリコン基板への微細パターンニングが必要不可欠である.

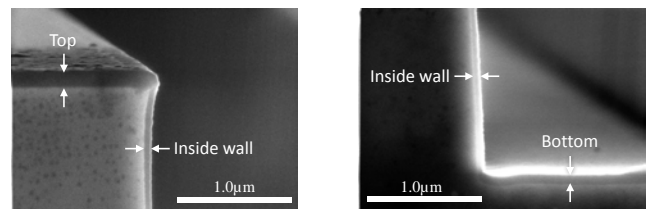
### 2. 実験 (Experimental)

公開装置である潤沢超純水ドラフト, 高速大面積電子線描画装置(アドバンテスト F5112+VD01), 汎用 ICP エッチング装置(ULVAC CE-300I)によってシリコン基板へのトレンチパターン作成を行った.

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

被コーティング物はシリコン基板上に電子線描画装置を用いて作成したアスペクト比が約 2, ピッチが 4 $\mu$ m のマイクロトレンチパターンである. Table1 にコーティング条件を示す. 負のパルス電圧値 -1.0 kV における DLC コーティング後の SEM による観察結果を Fig. 1 に示す. 側面, 底面の膜は上面に比べて薄く, 不均一なコーティングとな

っていた. また, パルス電圧を -15 kV から -0.5 kV とすると, 上面に対する側面の DLC 膜厚が増加する傾向があった.. これは, イオンの入射エネルギーの大きさは負電圧値の大きさに比例するため, イオンの慣性力が小さい低負電圧条件のほうが側面からの電界にイオンがより追従しやすくなるためだと考えられる.



(a) Top and inside wall of the micro-trench (b) Inside wall and bottom of the micro-trench

Fig. 1 Micro-trench after the DLC coating.

Table 1 Deposition conditions

Deposition method	Bipolar PBII&D
Pulse frequency (kHz)	4.0
Positive pulse voltage (kV)	1.5
Negative pulse voltage (kV)	-15~-0.5
Source gas	Toluene

### 4. その他・特記事項 (Others)

バイポーラ PBII 法とは, 被コーティング物に直接正と負のパルス高電圧を印加しプラズマの生成および成膜・イオン注入を行う手法である.

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) W. Park, H. Tokioka, M. Tanaka and J. Choi, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 47 (2014) 335306.
- (2) Y. Hirata and J. Choi, *Materials Today Asia 2014*, City University of Hong Kong, Hong Kong (Dec. 2014)

### 6. 関連特許 (Patent)

なし