

平成29年度 第3回産学交流セミナー 「室温硬化ナノインプリント法によるDLCの超微細加工技術」

講師：独立行政法人 国立高等専門学校機構

舞鶴工業高等専門学校 電子制御工学科 准教授 清原 修二 氏

ナノインプリント・リソグラフィ (NIL: Nanoimprint Lithography) 技術は、低コストかつ高スループットでナノパターンを一括転写で大量生産できるナノテクノロジーの 1 つとして注目され、またダイヤモンドライクカーボン (DLC: Diamond Like Carbon) は、高耐摩耗性、高硬度、負の電子親和力などの特異な性質を持つため、医療用マイクロマシンの摺動部品であるマイクロギヤやフラットパネルディスプレイ用のナノエミッタの材料として期待されています。

今回のセミナーでは、室温で徐々に硬化する転写材料を用いて、凹形状のポリジメチルシロキサン (PDMS: Polydimethylsiloxane) モールドを用いた室温ナノインプリント法により DLC のナノ加工を行い、高精度なマイクロギヤやナノエミッタ作製の研究を紹介して頂きました。

本研究で開発したプロセスは、医療用マイクロマシンへの応用を始め、低コストで高スループットを要する超微細加工部品への応用も期待できますので、超精密加工をされているものづくり中小企業の方々の参考になれば幸甚です。

(講演内容)

■ DLCのマイクロ・ナノデバイスへの応用

- ①DLCは、環境に優しく、未来の持続性社会を構築するうえで望ましい機能性材料であり、超微細加工技術等で研究開発が進みつつある。
- ②DLCはマイクロ・ナノ機能デバイスとして、フラットパネルディスプレイの高効率エミッタ、医療用MEMS (Micro Electric Mechanical Systems: 微小電気機械システム) のマイクロギヤ等摺動部品への応用が期待されている。

■ PDMSモールドを用いた液滴室温ナノインプリントによるDLCエミッタの作製

- ①ナノインプリント・リソグラフィ技術は、プリンストン大学 Chou らのグループによって開発され、電子ビーム露光等と比べて低コストでナノサイズの一括転写ができ、高スループットを実現できる。また、NIL 装置は数十万円程度と安価である。
- ②PDMS モールドを用い、転写材に室温で徐々に硬化するポリシロキサンを用いた液滴室温ナノインプリント・リソグラフィ法を開発した。
- ③この手法で先端半径 200nm、直径 5 μ m、高さ 500nm のエミッタアレイが作製できた。なお、インプリント条件は、加圧時間 15 分、インプリント圧力は 0.6MPa であり、スピコート法に比べて、ポリシロキサンの使用量は 1/3 以下 (11 μ L) で残膜層は半分以下 (約 200nm) となった。

■液滴室温リバーサル・マイクロコンタクトプリントによる DLC エミッタの作製

- ①従来のスピコート法での NIL 手法は、転写パターン残膜層(約 500nm)のため、イオンシャワー加工後の DLC 膜パターン精度が悪くなる。それで、PDMS の離型性、ポリシロキサンを粘性を応用して、PDMS モールドによる液滴室温リバーサル・マイクロコンタクトプリント・リソグラフィ法を開発した。
- ②加圧時間 15 分、インプリント圧力 0.5MPa の最適条件下で、残膜層 30nm まで薄くすることができ、残膜除去プロセスが省略できた。

■ポータブル室温ナノインプリント装置

- ①スピコート法でなく液滴法によるナノインプリントのため、装置のポータブル化が可能で COC 事業を活用してポータブル室温ナノインプリント装置を開発した。(製作費：約 30 万円)
なお、市販のナノインプリント装置は、大きさ 1m(W)×1.9m(D)×2.3m(H)、重量 2,800 kg である。

(講演風景)



【COC 事業を活用して開発したポータブル型ナノインプリント装置】

「デモ実演」を用いての講演に、参加者は装置を目前に意見交換をし合い、また直接講師へ質疑を行う等、様々な面に於いて交流が図れたことは大変好評であり、非常に有意義なセミナーであった。