

BEMA 法及び NEXAFS 法を用いた DLC 膜の構造評価

Evaluation of structure of DLC films by BEMA and NEXAFS methods

○周 小龍¹、荒川 悟¹、鈴木 常生¹、小松 啓志¹、神田 一浩²、齋藤 秀俊¹

(1.長岡技科大、2.兵庫県立大)

○XiaoLong Zhou¹, Satoru Arakawa¹, Tsuneo Suzuki¹, Keiji Komatsu¹, Kazuhiro Kanda²,
Hidetoshi Saitoh¹

(1. Nagaoka Univ. Tech., 2. Univ. of Hyogo) E-mail: zhou_xiaolong@mst.nagaokaut.ac.jp

【緒言】ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜は、 sp^3 構造の炭素($C-sp^3$)、 sp^2 構造の炭素($C-sp^2$) 及びそれらと結合している水素を含む $-CH_n$ ($n=1-3$)と $=CH_n$ ($n=1-2$)の末端部分で構成された薄膜である。 $C-sp^3$ 、 $C-sp^2$ 及び末端構造炭化水素の分析は DLC 膜の様々な特性を決める構造分析の中で極めて重要な課題である。本研究では、ブラッグマンの有効媒質近似理論(BEMA)と吸収端近傍 X 線吸収微細構造(NEXAFS)測定法により、4 つの手法で作製した密度及び水素含有量が異なる DLC 膜の構造分析結果を比較した。

【実験方法】本研究では、電子サイクロトロン共鳴化学気相析出(ECR-CVD)、プラズマ(PE)CVD、物理気相析出(PVD)及びフィルタードカソードイックアーク(FCVA)法を用いてシリコン基板上に DLC 膜を合成した。DLC 膜の密度と水素含有量は X-線反射率(XRR)法とラザフォード後方散乱/弾性反跳検出分析(RBS/ERDA)法を用いて分析した。DLC 膜の $sp^3/(sp^3+sp^2)$ 比率は C K-edge の NEXAFS スペクトルのフィッティング計算と分光エリプソメトリー(SE)を利用した BEMA 法のモデルフィッティングから得た。

【結果と考察】Table 1 に FCVA, PVD, ECR-CVD 及び PECVD 法で作製した DLC 膜の BEMA, NEXAFS, RBS/ERDA 及び XRR のフィッティング結果或は測定値を示す。DLC 膜の密度は $1.26-3.10 \text{ g/cm}^3$ の範囲で、水素含有量は $0.3-36 \text{ at.}\%$ の範囲で幅広く変化した。

DLC 膜の $sp^3/(sp^3+sp^2)$ は BEMA 法と NEXAFS 法で比較すると、FCVA 法で作製した低水素組成の DLC 膜で一

致し、水素組成が高
くなるとずれてきた。
高水素組成の試料で、
DLC 膜中の炭化水素
末端構造が多くなり、
BEMA のモデルフィ
ッティングが難しくな
ると考えられる。ま
た、DLC 膜の導電性
が低くなって、
NEXAFS の測定精度
に与える影響が大き
くなると考えられる。

Table 1 The EBMA, NEXAFS, RBS/ERDA, and XRR results of DLC films.

sample	method	Volume fraction (%) (BEMA)			$sp^3/(sp^2+sp^3)$ (NEXAFS)	H (at.%)	Density (g/cm^3)
		$C-sp^3$	$C-sp^2$	Free volume			
A	FCVA- I	77	23	—	0.77	0.3	3.10
B	FCVA- I	70	30	—	0.70	0.5	3.02
C	FCVA- II	28	72	—	0.28	4.5	2.01
D	FCVA- II	32	68	—	0.32	5.0	2.62
E	PVD	39	39	22	0.50	19	2.21
F	PVD	34	42	24	0.44	19	2.17
G	ECRCVD	45	25	30	0.29	21	1.91
H	ECRCVD	68	24	8	0.42	33	1.26
I	PECVD	15	50	35	0.24	31	1.74
J	PECVD	7	54	40	0.12	36	1.50