

## 24aB09P

Ar/CH<sub>4</sub> マイクロ波プラズマ CVD を用いたナノ結晶ダイヤモンド薄膜合成  
におけるガス種添加の効果Effects of Gas Addition in Synthesis of Nanocrystalline Diamond Film Using Ar/CH<sub>4</sub> Microwave Plasma CVD

三宅 正人, 荻野 明久, 永津 雅章

静大工

MIYAKE Masato, OGINO Akihisa, NAGATSU Masaaki

Shizuoka University

## 1. はじめに

近年、結晶サイズが約 5~100nm であるナノオーダーの微結晶ダイヤモンド薄膜が注目されている。ナノサイズの微結晶ダイヤモンド膜は、ミクロンサイズの多結晶ダイヤモンド膜と比べ、優れた高硬度特性、低摩擦特性、電界放出特性などを有することから、幅広い応用が期待されている。本研究では、マイクロ波プラズマ CVD 装置において Ar/CH<sub>4</sub> ガスを用いたナノ結晶ダイヤモンド薄膜の合成実験を行い、SEM による表面解析およびラマン分光測定を行ったのでそれらの結果を報告する。また、Ar/CH<sub>4</sub> ガスに H<sub>2</sub> ガスを添加した場合のダイヤモンド膜特性へ影響を調べる実験を行ったので、それらの結果についても併せて報告する。

## 2. 実験装置

実験では外径 20cm の TM<sub>01</sub> モード共振器型構造のマイクロ波プラズマ装置を用いた。最大出力 1.5kW のマイクロ波を矩形導波管より同軸変換し、石英板を介して真空容器内に導入しプラズマ生成を行った。成膜実験では CH<sub>4</sub> ガス比 1% の Ar/H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 混合ガスを約 50-85 Torr の圧力で用い、マイクロ波パワー約 1.5kW で合成を行った。なお、Si 基板は、予めダイヤモンドパウダーによる傷付け処理を行った。

## 3. 実験結果

右図に Ar/CH<sub>4</sub> プラズマで成膜を行ったダイヤモンド膜の SEM 解析およびラマンスペクトル測定結果の一例を示す。ここで、ラマン分光測定では波長 514.5nm の Ar レーザーを用いた。右図において、1334cm<sup>-1</sup> 近傍のダイヤモンド結合の波数にブロードなスペクトルが観測されている。また、約 1155cm<sup>-1</sup> および約 1496cm<sup>-1</sup> のスペクトルピークは、ナノ結晶ダイヤモンドに特有なスペクトル構造であると考えられている。また、SEM 像から分かるよう

にミクロンサイズの球状物質が堆積しており、アモルファスカーボン成分を含んだダイヤモンド膜であることがわかる。次に Ar/CH<sub>4</sub> ガスに H<sub>2</sub> ガスを 5% ほど添加した場合のダイヤモンド膜合成実験を行った。ラマンスペクトル測定から、得られた膜は 1550 cm<sup>-1</sup> にピークを持つグラファイト成分が比較的多い膜である結果となった。これはプラズマが基板から離れた放電となったため、プラズマによる基板加熱が効率的に行われなかったためと考えられる。現在、水素ガス流量比を変化させた場合のダイヤモンド薄膜の膜特性の比較を行っている。それらの実験結果は講演にて報告する。

本研究は文部科学省 21 世紀 COE プログラム「ナノビジョンサイエンスの拠点創成」のもとに行われた。

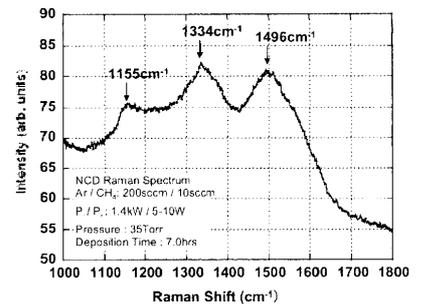
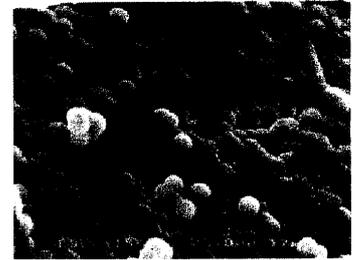


図 ダイヤモンド薄膜の SEM 像 (上図) およびラマンスペクトル測定結果 (下図)

## 24aB10P

## 共振器型平板状ランチャーを用いた大口徑マイクロ波プラズマの生成

Production of Large-area Microwave Plasma Using Cavity Type of Planar Microwave Launcher

内藤 克俊<sup>1</sup>, 三宅 正人<sup>1</sup>, 南光 正平<sup>2</sup>, 永津 雅章<sup>1</sup>静大工<sup>1</sup>, ニッシン<sup>2</sup>NAITO Katsutoshi<sup>1</sup>, MIYAKE Masato<sup>1</sup>, NANKO Shohei<sup>2</sup>, NAGATSU Masaaki<sup>1</sup>Shizuoka University<sup>1</sup>, Nisshin Inc.<sup>2</sup>

## 1. はじめに

近年 VLSI やメートルサイズの液晶ディスプレイパネルのプロセスにおいて大面積プラズマ装置が必要とされている。しかしプラズマ装置の大口徑化に伴い、必然的に真空シール用窓材の大面積化も必要となり、窓材の板厚増加に伴うコスト増加が問題となっている。このため、我々は板厚を減少させる方法として、小面積部分で真空保持を行う内部挿入型の平板状マイクロ波ランチャーを提案し、装置開発を行ってきた。本研究では、内部挿入型の平板状ランチャーを用いた直径 60cm の真空容器を用いた大口徑マイクロ波プラズマ生成の実験結果について報告する。

## 2. 実験装置

実験装置は図 1 に示したような直径 60 cm、高さ 35 cm の円筒形ステンレス容器で、2.45GHz マイクロ波は矩形導波管から同軸変換し、容器内に取り付けられたマイクロ波ランチャー部に伝送してプラズマ生成を行っている。マイクロ波ランチャーには直径 50cm、厚さ 1cm の石英板を使用し、その下に 4-10 mm の孔のステンレス製多孔板を用いて共振器構造としたタイプ (図 2) と、金属板を石英中心部のみに取り付けた開口型構造のランチャーを用いた。多孔板の孔から漏れ出たマイクロ波により、He または Ar ガスを用いてプラズマ生成を行った。電子密度の空間分布の測定にはラングミュアプローブを用いた。また FDTD や電磁界シミュレータ MAFIA を用いてランチャー内部およびランチャーから放射される電磁界の解析を行った。

## 3. 実験結果

直径 50 cm の石英の下に直径 20 cm の金属板を取り付けた開口型ランチャーを用いた場合のプラズマ生成実験では、金属板周辺にリング状の表面波プラズマが生成し、ランチャーから約 11cm 下流の位置では半径 18 cm 程度にわたり比較的均一なプラズマ空間分布が得られた。現在、マイクロ波ランチャー構造を変化させてプラズマ放電実験を行っており、プラズマ生成特性および電磁界の解析結果については講演において報告する。

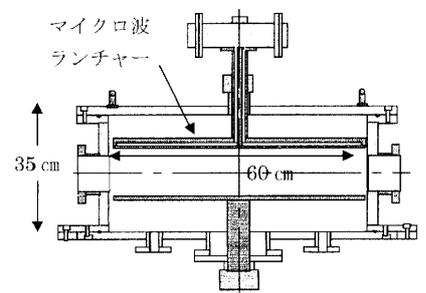


図 1 マイクロ波プラズマ装置の概略図

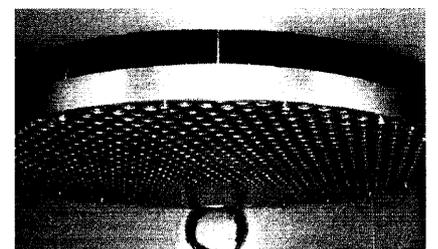


図 2 平板状マイクロ波ランチャー