



若者

ダイヤモンド薄膜の輝き

馬 京 昇*

“あなたは、日本にきてから、何を研究していますか？”1986年5月、私は中国から留学生として大阪大学にきてから、中国の留学生達と日本の友人達がよくこのことを私にききます。私は“ダイヤモンドの薄膜”をつくっていますといつもこのように簡単に答えています。“ア—”みんなが分かるように“宝石をつくっていますね”，“大きさはどの位ですか”，“私に指輪用の宝石をつくってくれませんか？”“金持ちになったら、我々を忘れないように”と戯れます。

確かに、普通の人々がダイヤモンドと言うものを超電導体などよりよく知っています。昔から、ダイヤモンドは宝石の中でも最高位におかれ、みんながその輝きに魅せられています。ダイヤモンドが高価なのは綺麗であるだけではなく、非常に得られにくいからであります。天然ダイヤモンドが地下から採取された貴重な鉱物質とも言え、地質的な高温・高圧条件で形成されたと考えられています。それ故、ダイヤモンドが天然でしか産出し得ない宝物と思われていました。18世紀後半で、イギリスの化学者によって、ダイヤモンドが炭素から成ることが証明され、ダイヤモンドの人工合成が数多く試みられていましたが、1955年アメリカの研究者が黒鉛を用いて、高温高圧条件で初めてダイヤモンドの人工合成に成功しました。高温高圧法により合成したダイヤモンド粒子は主にその硬さと言う特性から切削工具、研磨砥石等として工業的に利用されています。しかし、ダイヤモンドが高硬度の他に高絶縁性、高熱伝導性、光学的透明性（紫外、可視、赤外）ならびに耐薬品性を示し、さらに不純物をドーピングすることによ

り、半導体性等の極端な性質を多くもった精密材料にもなり得る。このように、ダイヤモンドは固体物理の視点からみますと、非常に典型的な構造と利用できる優れた性質を多く持ち、それに対する研究は理論と応用の両方とも非常に面白くかつ意義深いものであります。もし、ダイヤモンドを薄膜化できれば、その応用がさらに様々な分野に広がると期待されています。このような背景のもとで、この分野ではダイヤモンド薄膜に関する研究開発は近年非常に活発に行われています。

ダイヤモンド薄膜を作製するにはほとんど気相から合成する方法が用いられます。原料ガスとしては炭化水素系、例えば、 CH_4 または CH_3COOH と水素の混合ガス等が使われています。（最近、 CO と水素の混合系でも成功しました）。化学気相堆積法（Chemical Vapor Deposition: CVD）によって、下地材料（主に Si で、ほかに天然ダイヤモンドや Mo など使えます）の上にダイヤモンドが形成されています。いままで、熱フィラメントCVD法、RFCVD法とマイクロ波プラズマCVD法などのダイヤモンド粒子や薄膜の合成法が開発され、得られた粒子や薄膜の大きさや結晶状態などの物性がSEM（Scanning Electron Microscope）、RED（Reflection Electron Diffraction）、Raman分光、X—線回析などの分析手段によって検討されてきました。近年、ダイヤモンド薄膜の研究が急速的な進展をみせており、米国のMRS（Materials Research Society）によってDiamond and diamond-like materials synthesis というダイヤモンドやその薄膜を対象としたSymposiumも開催されるようになって来ています。日本の研究者は低温、低圧気相合成ダイヤモンド薄膜の研究分野で、合成方法、評価そして応用など各方面で目ざましい成果をあげてお

*馬 京昇 (Ma Jingsheng), 大阪大学大学院, 工学研究科, 電気工学専攻, 平木研究室, 院生 (D2)

られ、世界的に注目されています。

2年前中国から日本に来た私が、幸いに阪大工学部電気工学科平木昭夫教授の研究室に留学させて頂く好運にめぐまれ、ダイヤモンド薄膜合成の研究を始めました。当研究室のダイヤモンドグループの研究は平木教授のご指導のもとで、川原田博士によって、精力的に進められています。ここでは私の仕事を含む当研究グループの仕事を簡単に紹介させて頂きたいと思います。

従来のマイクロ波プラズマCVD法が結晶性と均一性ならびに再現性に優れていますが、堆積面積が小さい。当研究室は、有磁場マイクロ波プラズマCVD法を開発し、それによって高密度励起種が得られ、より低気圧で広域プラズマを利用してダイヤモンド薄膜の大面积化に成功しました。さらに、当研究室で合成したダイヤモンド粒子と薄膜を超高圧透過型電子顕微鏡を用いて、その断面から観察し、ダイヤモンド粒子の内部微視構造およびSi基板との界面構造を詳しく検討しましたところ、薄膜の階状積層構造が発現しました。これらの知見に基づいて、ダイヤモンドの気相合成の一モデルを提案しました。最近、気相合成により得られたダイヤモンド薄膜の青色発光現象が初めて観察できました。これらの一連の成果によって、当研究室の仕事が高く評価されています。当研究室のダ

イヤモンドのグループにいる私がいつものことながら、新しい研究に取り組む意欲に深く印象づけられると同時に、自分ももっと頑張らないといけないと思っています。

時間の過ぎていくのはほんとうに速いものだとつくづく感じる此頃です。ふり返ってみると、初めて研究室に入ったとき頂いた“ダイヤモンドの気相合成と評価”と言うテーマに対する私の理解が非常に浅く、有用な材料をつくるのだと思ったところに留まりましたが、先生方に教えて頂きながら、実験を進めていくうちにこの研究の面白さを深く感じるようになり、研究に対する意欲ももっと高くなって来ています。また、最初は日本で“おはよう”しか言えませんでした。先生方が2年間にわたって、私に対して、研究と日本語の勉強をご指導下さったおかげで、研究の方も順調に進んで、日本語もだんだん話せるようになり、学会発表もさせて頂きました。

末筆ながらいつも私に丁寧に教えて下さっている平木教授と川原田博士にはこの紙面をかりて心から御礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 26, 1987, L1032~L1034
- 2) Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 26, 1987, L1903~L1906