

キャリア濃度が系統的に制御された超伝導ダイヤモンド膜の  
軟 X 線角度分解光電子分光  
**Soft x-ray ARPES of superconducting diamond films with systematically  
controlled carrier concentration**

村岡祐治\*、平松千明、長尾浩樹

岡山大学大学院自然科学研究科、〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1

### 1 はじめに

高濃度ホウ素ドープダイヤモンド超伝導体の高品質・高特性化は、基礎応用両側面で重要な課題である。高温高圧法により作製された最初のバルク試料では、超伝導転移温度は $T_c=4$  Kであった[1]。その後、マイクロ波プラズマ化学気相成長(MPCVD)法によって薄膜化に成功し、 $T_c$ は 10 Kまで上昇した[2]。極最近になって、ホットフィラメント化学気相成長(HFCVD)法でもダイヤモンド超伝導膜が作製できることが報告された。この膜では、MPCVD法膜よりも1桁少ない $10^{20}$  cm<sup>-3</sup>オーダーで $T_c = 10$  Kが現れる[3]。その品質と $T_c$ との関係に興味を持たれている。

本実験では、独自に建設した HFCVD 装置を活用して作製したホウ素ドープダイヤモンド膜の品質を、光電子分光を用いて行った。

### 2 実験

ホウ素ドープダイヤモンド膜は、HFCVD法を用いて、Si (100) 基板上に作製した。光電子分光測定はSAGA-LSのビームラインBL10で行った。測定前には試料の表面洗浄のため準備槽において700 °Cで15分間加熱を行った。測定には光のエネルギー1000eVを用いた。バルク敏感な測定が可能となり、表面の汚れなどの影響が抑えられる。測定は室温で行い、価電子帯とホウ素1s内殻準位を観測した。

### 3 結果および考察

図1に HFCVD 法で作製したホウ素ドープダイヤモンド膜の価電子帯スペクトルを示す。ダイヤモンドができていれば、0-25 eVに C 2p, C 2p と 1s の混合、C 1s に由来する状態が見えるはずだが、その構造ははっきりしない。構造が見分けにくいのは、スペクトルの S/N が良くないことが一因である。1000eV のエネルギーでは光のフラックス量が極端に少ないので、これはやむをえない。代わりに28eV付近の2つのピークが観測された。このピークは Ta に由来する。装置のフィラメントからの混入と考えられる。高品質膜を作る上で Ta の混入を抑えたい。対処すべき課題が見つかった。

HFCVD 法で作製した膜ではホウ素に由来するピークを観測することができなかった。これは、成膜時のホウ素量が少なかったためと考えられる。

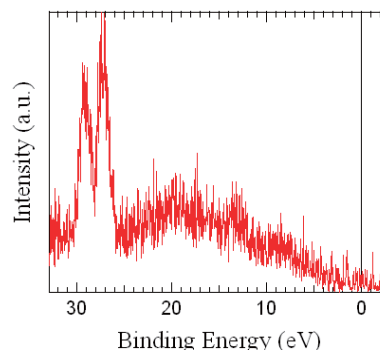


図1：HFCVD法で作製した試料の価電子帯スペクトル

### 4 まとめ

HFCVD 法膜にはタンタルが混入している。フィラメントからの飛散が原因である。高品質な HFCVD 法膜を得るには、フィラメント材料のタンタルの混入を抑えることが課題である。そのためには混入の原因を明らかにすることが大事である。フィラメントの状態を詳しく調べるのが原因究明につながるだろう。

また、HFCVD 法膜では光電子分光測定でホウ素 1s スペクトルの観測が困難であった。膜中のホウ素量が少ないことが原因である。今後 BL10 でホウ素 1s の状態を観測するためには、ホウ素量を増やした試料を用いることが有効であろう。

### 謝辞

SLS で実験を進めるにあたり、PF スタッフに手続きでお世話になりました。また、実験では SLS の吉村氏、瀬戸山氏、岡島氏に多大なる技術支援を受けました。ここに感謝致します。

### 参考文献

- [1] E.A. Ekimov *et al.*, Nature **428**, 42 (2004).
- [2] A. Kawano *et al.*, Phys. Rev., B **82**, 085318 (2010).
- [3] Z. L. Wang *et al.*, Diamond Relat. Mater. **15**, 659 (2006).

\*ymuraoka@cc.okayama-u.ac.jp