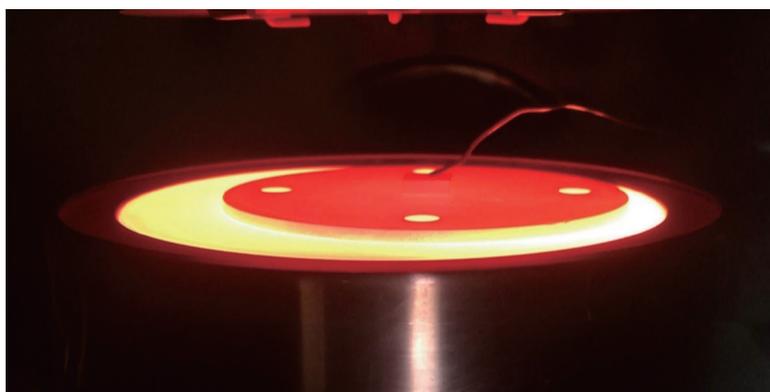
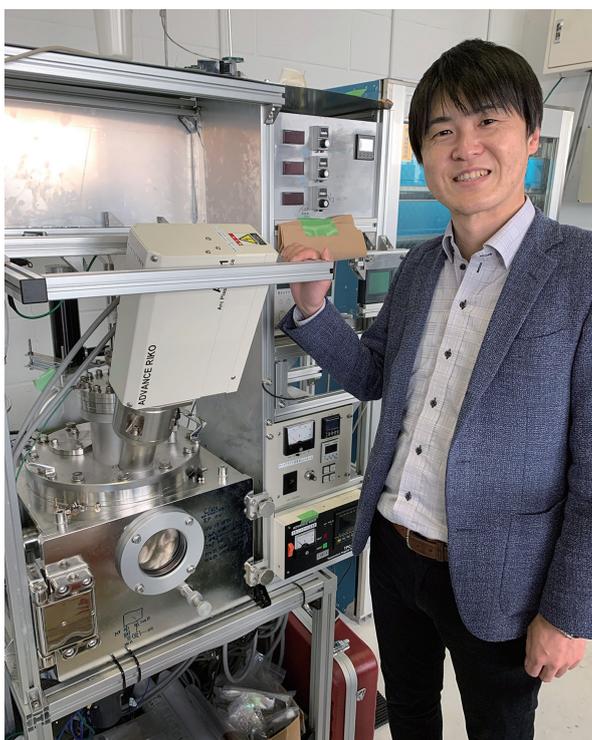


## Cases - BH series Substrate Heater

### ユーザー事例 ②

### BHヒーターの高温基板加熱を利用したPVD法によるhBN(Hexagonal Boron Nitride)ナノシートの合成に成功

東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所  
助教 平田祐樹様



平田助教様の所属される研究室では「DLC」「六方晶窒化ホウ素ナノシート」などの開発に携わられています。硬質で、潤滑性にも優れるという特性を持ち、機械を摩擦から守り長寿命化させるコーティング【DLC(ダイヤモンド・ライク・コーティング)】優れた耐熱性を持ち、又約6eVほどのワイドバンドギャップを持つ高い絶縁性から、半導体デバイスの性能を飛躍的に向上させることができる新材料「hBN(六方晶窒化ホウ素)」。平田助教様は、高温基板加熱によるマグネトロンスパッタリング法で、世界で初めてhBNの合成に成功しました。

● 対象製品:BHS-4inch-Ta-1400℃ (2020年ご購入)

■ 高真空・1400℃・Ar/H<sub>2</sub>雰囲気でのヒーターユニット

● BHヒーターの御採用に至る経緯をお聞かせください。

● 今回、既設の他目的で使ってきた真空チャンバーを結晶性hBNシートの合成用に改造することにしました。0.4Pa程度のAr、およびH<sub>2</sub>ガス雰囲気下で1000℃超の真空加熱を行う必要がありますが、既設装置のヒーターでは400℃しか加熱することができなかつた為、御社にお問い合わせさせていただきました。

● hBNシートに何故マグネトロンスパッタリング法が必要なのか、差し障りない範囲で結構ですので教えて下さい。

● 従来hBNナノシートの合成は、CVD法、EB、MBEなどのPVD法での合成の事例はいくつかありましたが、私どもの研究室では同じくPVD法でも最も簡便な方法である「マグネトロンスパッタリング法」での合成を目指しました。この方法ではまだ過去に成功事例はありません。従来法では製造が複雑で手間がかかりコストが高くなる。簡便なマグネトロンスパッタ法にすればより安価で生産性も高く大口径化も現実的になります。これが私どもの開発モチベーションになりました。但し、唯一解決しなければいけない課題が「1000℃超の高温合成」が必要になることでした。

# Cases - BH series Substrate Heater

## ■ カスタムメイド対応・チャンバー冷却, 導入端子も製作

● BHヒーターを採用して良かったと感じている事がありましたら教えてください。

● 利点としては、

- ・希望した条件で自在にオーダーメイドできる
  - ・多様な雰囲気で使用できる応用範囲の広いヒーター
  - ・昇温特定、安定性が非常に良い
- といった点が挙げられます。

● ヒーターを実際に使用して、実験結果はいかがでしたでしょうか。

● 基板表面に BN原子がスパッタリングで体積した時に表面を上手くマイグレーションさせて結晶構造を作るためには1000℃以上の高温エネルギーを与えなければいけません。他メーカー様では基板温度で1000℃を確実に得るためのご提案をなかなか頂けなかったところを御社では BHヒーターのカスタム品でほぼ要望通りに製作していただくことができました。

本ヒーターを用いて実験した結果、ラマンで結晶構造を評価した結果を見てわかるように、非常に鋭いピークが現れていることから hBN特有の結晶性の高い良質な結晶が得られていることがわかります。

## ● 『BHS-4"-Ta-1400℃』 基板加熱ヒーター



チャンバーを高温ステージ仕様に改造するにあたり、水冷構造への改造もサポートしていただきました。チャンバーの改造まで請けていただけるヒーターメーカー様は他にありませんので大変助かりました。

この実験を担当していた学生は思うような結果がなかなか結果が得られず2年もの間試行錯誤してきましたが、このヒーターを設置し実験してからたった2回目で成果を得ることができました。もっと早く導入しておけばよかったな、と反省しました(笑)。

● 最後に当社ヒーターへの改善要望がありましたら教えてください。

● 現在では大変重宝しておりまして、稼働率もあがりhBN以外の用途でもこの装置を使用する機会が増えています。今後さらに使用頻度は上がるかと思えます。強いて要望といえば、いずれ急冷することも考えており、ヒーターステージの急冷対応構造への改造も検討いただくかもしれません。その際は宜しくお願いします。

● 承知しました。今後とも宜しくお願い致します。

