

ボロン導入窒素プラズマ源の開発 Development of Nitrogen plasma source with Boron

小口治久
HARUHISA KOGUCHI

産総研
AIST

h-BNは2次元構造を持った絶縁体であり、立方格子構造を持つシリコン系の絶縁体に比べ材料との原子間相互作用が軽減される事が期待されている。一方で、工業的にh-BNを用いた基板を製造する技術は確立されていない。そこで、固体をプラズマ化する技術を用いてボロンと窒素の混合プラズマを生成する試みを始めている。その進捗について報告する。

産総研では固体炭素のみを原料に炭素プラズマを生成する技術を開発して来た。パルス放電を元に炭素ガスをグラファイトから作り出し、カusp磁場中でマイクロ波の電子サイクロトロン共鳴(ECR)を用いてプラズマを発生させる技術である。この際に、通常使われる水素、アルゴン等のキャリアガスは一切用いていない。この技術を、炭素イオンビーム、炭素系材料の成膜に応用する事を進めている。

一方で、近年グラファイトの様な2次元系の格子構造を持つ物質が、数原子層の状態になった時に示す物性が注目されている。グラフェンはグラファイトを数層に剥離した状態であるが、半導体としての物性が注目されている。これらの原子層程度の物質が示す物性は原子層科学として進展している。しかしながら、半導体等を形成する際に必要な絶縁層であるシリコン酸化膜の上に成膜しても、理論的な性能が発揮されないのが現状である。これは、シリコン酸化膜が3次元の立方格子構造を持っており、原子層レベルでは平面構造を持たない為、突起部とグラフェン等の2次元系物質との間の原子間相互作用が無視出来ない為とされている。

h-BNは2次元構造を持った絶縁層であり、h-BN上にグラフェンを置いた場合に移動度が向上する事が報告されている。h-BNは、CVD、高圧下での合成等で生成されているが、半導体産業に移行出来る様な合成法は確立されていない。この為、新奇合成法を提案する事はこれからの原子層科学の応用に有用な事である。

固体ボロンは炭素と同様に非金属に属する物質であるが、非常に脆い物質で電極を構成するのは難しい物質である。又、抵抗値等も炭素等と比べて特異である為、最適な原料供給方法を開発する必要がある。発表者は永久磁石を真空容器の円周に巻き付けたカusp磁場装置を用いて窒素プラズマを生成し、窒化実験、窒化物成膜実験を進めている。チタンを用いたTiN成膜等も試験的に行なっているが、これまでの装置では軸方向に抜けて来るプラズマだけを対象に成膜実験を行なっていた。しかし、一方で、真空容器に置いただけのSUSフォイルにTiNが堆積する為、カusp磁場を横切る領域を利用したいと考えている。この為、磁石の間にアクセスポートを設けて、磁場を横切る事が出来る中性状態のガスを対象に成膜実験を行なうべく、新しい装置を開発している。この領域はプラズマの発光が見られず、主に中性ガスが多い領域であり、ECR面を通過している事から、再結合によりラディカル化している原子が多いと推察している。固体ボロンと窒素を用いた混合プラズマ発生装置の開発状況に付いて説明する。

