

## 読者の広場

### Q&A

**Q:**「ニホウ化マグネシウム超電導膜の高速合成に成功したと聞きましたが、どのような製造法でしょうか？」

**A:** 今回、ニホウ化マグネシウム ( $MgB_2$ ) 超電導膜の高速合成に成功したのは、エアロゾルデポジション法 (AD 法) と呼ばれる方法です。AD 法とは、固体状態のセラミックス微粉末をガスと混合し、煙幕のようなエアロゾル状態にして、常温で基板に吹き付けることにより、セラミックス膜を形成する技術です。

この手法の特徴は、他の蒸着手法と異なり、高真空を必要としないことです。成膜時に、加熱することなく、機械的な衝撃力だけで、緻密なセラミックス被膜を形成できるうえ、噴射したあと熱処理をせずに、原料粉の材料特性がそのまま得られるという点でも画期的な手法です。産業技術総合研究所によって開発された手法で、すでに数多くのセラミックス材料で実績があり、商品化も進んでいます。

今回、AD 法を超伝導の  $MgB_2$  超伝導膜の製法に適用し、常温の成膜したままの状態、熱処理を施すことなく、39 K の臨界温度を得ることに成功しました。1  $\mu m$  程度の粒径の  $MgB_2$  原料粒子を通常の焼結法により合成し、Ar ガスと混合し、煙幕のようなエアロゾル状態にしました。100 Pa に減圧されたチャンパー内でノズル (0.2 mm  $\phi$ ) を通して、10 x 10 x 0.5 mm<sup>3</sup> 寸法のアルミナ ( $Al_2O_3$ ) 基板に噴射して、約 5  $\mu m$  厚の被膜を形成しました。組織観察の結果、 $MgB_2$  膜と基板の密着性はよく、界面に剥離やクラックはまったく認められませんでした。また、X 解回折により、 $MgB_2$  相が形成されていることも確認しています。

AD 法には、多くの利点がありますが、その製膜速度の大きさも特徴のひとつです。なんと、従来の薄膜技術と比較すると、約 30 倍以上の高速製膜が可能です。

今後の観察と解析が必要となりますが、従来の AD 法の解析結果から考えると、今回、噴射した 1  $\mu m$  程度の粒径の  $MgB_2$  原料粒子は、 $Al_2O_3$  基板上に吹き付けられ衝突した時、温度上昇による変化をほとんど経ずにサブミクロンサイズの微結晶粒子に破碎・変形され基板に密着した結果、緻密なナノ結晶組織のセラミックス厚膜が形成されたものと考えられます。薄膜の配向化が達成されており、 $MgB_2$  においても同様の効果が期待できます。ただし、AD 法による超伝導膜生成機構の解明には、さらなる研究が必要となります。

AD 法は、高真空を必要とせず、製膜速度もはやく、熱処理も必要としないことから、低コストかつ高品質の超伝導線材を合成する手段となる可能性があります。また、基板の種類も選ばず、金属基材の上での製膜にも成功しています。現在は、Y-Ba-Cu-O 系など、他の超伝導材料にもトライしています。

回答者：芝浦工業大学 工学部材料工学科 教授 村上雅人 様

[超電導 Web21 トップページ](#)