

# 先端追跡

## [R-186] III-V 族希薄磁性半導体

これまで希薄磁性半導体の研究は II-VI 族を中心にやられてきたが、II-VI 族希薄磁性半導体はドーピングが難しかった。それに比較すると III-V 族化合物半導体は、工業的にも広く利用され、超格子作成によるキャリアの制御も比較的自由に行うことができる。もし III-V 族希薄磁性半導体が作成できれば、磁性イオンとキャリアの制御により、多様な物性が現れるであろうと期待されてきた。近年、分子線エピタキシー (MBE) などの非平衡的な結晶成長法により、III-V 族をベースとした希薄磁性半導体 ( $(\text{In}, \text{Mn})\text{As}$  や  $(\text{Ga}, \text{Mn})\text{As}$  など) が作成できるようになった<sup>1)</sup>。すでに光誘起の強磁性発現、巨大磁気抵抗などが報告され、その多彩な物性が明らかになりつつある。III-V 族希薄磁性半導体の場合、その強磁性発現とも関わってキャリアがスピン偏極する。従来から行われてきたキャリアの電荷の制御だけでなく、キャリアのスピン制御という新しい要素が付け加わることの意義は大きく、基礎研究のみならず、電子デバイスへの応用という観点からも関心を集めている。

III-V 族希薄磁性半導体との関連で、III-V 族化合物半導体を基板として強磁性金属マンガブニクタイト ( $\text{MnAs}$  や  $\text{MnSb}$ ) の単結晶薄膜も MBE を用いて作成されるようになってきた<sup>2) 3)</sup>。大きな磁気光学効果と強くスピン偏極したキャリアを持つ強磁性金属と半導体とのハイブリッドによる新しい界面物性について今後研究が進むことであろう。

## 文 献

- 1) H. Munekata et al.: Phys. Rev. Lett. **63**, 1849 (1989).
- 2) M. Tanaka et al.: Appl. Phys. Lett. **65**, 1964 (1994).
- 3) H. Akinaga et al.: J. Cryst. Growth **150**, 1144 (1995).  
(広大放射光 島田賢也)

## [R-187] FIB 法により作製した表面処理鋼板の断面 TEM 観察技術

自動車用、家電用などに広く用いられている亜鉛系表面処理鋼板は、耐食性に優れた材料である。その一つである合金化溶融亜鉛めっき鋼板では、耐食性に加えて必要とされる加工性の観点から、脆い金属間化合物からなるめっき皮膜の構造制御が重要である。一方、最新の電界放出型透過型電子顕微鏡 (FE-TEM) では、数 nm 以下の微小領域の分析が可能であり、めっき皮膜の断面構造を解析するための十分な能力を有している。これまで、電解研磨法、イオンミリング法あるいはマイクロトーム法により、断面 TEM 観察用試料が作製されてきたが、均一で広い視野が得にくいことや試料に歪みが入りやすいことなどの問題があるため、合金化溶融亜鉛めっき鋼板の TEM による観察はあまり行われていなかった。

FIB (Focused Ion Beam) 法は半導体材料の断面構造を TEM 観察する有力な方法として発達してきた。しかし、Fe や Zn の消衰距離 (物質固有のパラメータで、透過電子と回折電子との干渉による 1 つのうなりが生じる試料厚さに対応する。) が Si に比べて小さく、吸収係数が大きいため、亜鉛系めっき鋼板では半導体材料より薄い試料を作製することが必須であるが、観察に耐える試料が得られていなかった。最近のハードおよびソフト上の FIB 装置性能の向上により、亜鉛系めっき鋼板においても断面 TEM 観察用の良好な試料が得られるようになってきた。

合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき皮膜中の  $\Gamma$ -ZnFe 相と地鉄との界面構造を、原子レベルの高分解能観察をした結果<sup>1)</sup>のほか、皮膜中の  $\delta_1$ -ZnFe 相、 $\Gamma$ -ZnFe 相、 $\Gamma_1$ -ZnFe 相などの合金相を観察できた例<sup>2)</sup>など、これまでの SEM 観察結果を越えるより詳細な皮膜構造がわかってきた。さらに、FIB 法により作製した試料では、これまで不可能であった 10  $\mu\text{m}$  程度の厚さすべてにわたるめっき皮膜断面の TEM 観察も可能となっている。

FIB 法により作製した試料を用いた断面 TEM 観察技術は、これまで試料作製が困難であった様々な表面処理材料の皮膜構造を明らかにする手法として、今後の発展が期待できる。

## 文 献

- 1) H. Saka et al.: Proc. of GALVATECH '95, 809 (1995).
- 2) M.H. Hong et al.: Proc. of GALVATECH '98, 813 (1998).

(鋼管計測(株)分析センター 橋本 哲)