メカニカルミリング-熱間押出プロセスにより製造した超微細粒鉄の組織

九州大学大学院工学府材料物性工学専攻 坂本伸太郎* 川崎 憲 治*
九州大学大学院工学研究院材料工学部門 土山 聡 宏** 高木 節 雄**

Fig. 1 メカニカルミリング-熱間押出プロセスにより作製した Fe-2 vol.% Fe₃O₄ 棒鋼の組織.

Fig. 2 メカニカルミリング-熱間押出プロセスにより作製した Fe-3 vol.% Y₂O₃ 棒鋼の組織.

メカニカルミリング(MM)により鉄粉末に超強歪加工を施すと、常温での動的連続再結晶過程を経て、フェライト粒がナノサイズにまで微細化される⁽¹⁾。その粉末を 973 K 付近で固化成形することにより、粒径 1 μm 以下の超微細粒バルク鉄の製造が可能である。Fig. 1 は、振動型ボールミルにより 720 ks の MM 処理を施した還元鉄粉 (Fe-2 vol.% Fe₃O₄) について、973 K での熱間押出により直径 11 mm (断面減少率：約 90%) の丸棒に固化成形した試料の押出面および縦断面の組織を示す。押出面からの観察では、一見等軸な超微細粒組織が形成されているように見えるが、縦断面の暗視野像から明らかなように、実際は結晶粒が押出方向に伸長しており、熱間押出時の加工発熱によって著しい粒成長を起こしたことがわかる。Fig. 2 は、熱間押出時の粒成長を抑制するため、Fe₃O₄ より

熱的に安定な Y₂O₃ を 3 vol.% 添加した電解鉄粉について同様に MM 処理を施し、熱間押出により固化成形した試料の組織を示す。Y₂O₃ の粒界ピン止め効果により粒成長および粒の伸長が抑制され、結晶粒径が約 0.2 μm の等軸フェライト粒組織が形成されている。得られた Y₂O₃ 分散超微細粒鉄では、工業用純鉄の約 10 倍である 1.8 GPa の降伏強度を有することが確認されている。

文 献

- (1) H. Hidaka, K. Kawasaki, T. Tsuchiyama and S. Takaki: Mater. Trans., 44(2003), 1912-1918.

(2003年 8 月 21 日受理)

Microstructure of Ultra Fine Grained Iron Fabricated through Mechanical Milling and Hot-Extrusion; Shintaro Sakamoto*, Kenji Kawasaki*, Toshihiro Tsuchiyama**, Setsuo Takaki** (*Graduate School of Engineering, Kyushu University, Fukuoka. **Faculty of Engineering, Kyushu University, Fukuoka)

Keywords: yttria, ultra fine grained structure, hot-extrusion

TEM specimen preparation: twin jet electropolishing (electrolyte; perchloric acid: acetic acid = 1 : 9; 40 V, 90 mA, 300 K) TEM utilized: JEM-200CX (200 kV)