

B8

液體急冷 Nd-Fe-B 合金의 磁氣特性에 미치는 C 및 N 添加의 效果

東京大學 崔判圭*, 近川眞平, 井野博滿

Effect of Addition C and N on Magnetic Properties of
Melt-spun Nd-Fe-B alloys

Univ. of Tokyo P.K.CHOI*, S. TSUZIKAWA, H. INO

1. 序論

Fe-Nd系 磁氣合金은 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{17}$ 이라고 하는 安定相을 가지나, 이것은 Curie溫度가 54 °C로 아주 낮기 때문에, 實用에 適合하지 않다. 原子의 磁氣的 相互作用을 決定하는 交換相互作用은 原子間 距離에 依存하여, Fe-Fe原子間 距離를 넓히는 것에 의해 磁氣特性 및 Curie 溫度를 向上시킬 수 있다. 이것을 應用한 代表的인 例가 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 磁氣合金이다.^{1,2)}

最近, $\text{Nd}_2\text{Fe}_{17}$ 뿐만 아니라, $\text{RE}_2\text{TM}_{17}$ 의 格子間에 窒素原子를 固溶시켜 格子常數를 크게 하고, Curie溫度등의 磁氣特性을 向上시키려는 研究를 많이 하고 있고, 그 나뉠대로의 成果를 올리고 있다. 이들 報告에 의하면 가장 기대되는 것은 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ 에 窒素를 固溶시키는 것이라 한다.^{3,4)}

본 實驗은 一次的으로 B 組成의 一部를 同 週期律 上的 隣接元素인 C로 置換을 하여 液體急冷시킨 Fe-Nd-(B,C)인 非晶質 合金 ribbon을 熱處理後, 여러가지 測定을 行하여 磁氣特性을 調査했다. 다음 二次元으로 C 軸 方向으로 강한 一軸 異方成을 가지는 Nd_2FeB 相에 窒素原子를 固溶시켜 磁氣特性의 變化를 調査했다.

2. 實驗方法

$\text{Fe}_{85-x}\text{Nd}_{15}(\text{b},\text{c})_x$ 3元 및 4元 合金 ($x=5, 7.5, 10$)을 argon 雰圍氣 中에 arc 溶解로 만들었다. 만들어진 母合金을 single-roll 法으로 急冷시켜 非晶質 合金 ribbon 을 만들었다. 각 試料는 眞空 中에서 600°C, 800°C,⁵⁾의 溫度에서 1시간 熱處理 했다. 窒化處理에 대해서는 $\text{Fe}_{77.5}\text{Nd}_{15}\text{B}_{7.5}$ 組成을 택했다. 處理方法은 電氣爐의 爐心管에 試料를 넣어 암모니아 가스를 흘러 보내면서 350°C 에서 500°C의 範圍에서 2時間 固溶시켰다. 全試料에 대해서 X線 回折, 磁化測定, Mossbauer spectroscopy 등을 利用하여 測定했다.

3. 實驗結果 및 考察

1) Fe-Nd-(B,C) 係

지금까지의 報告에 의하면 Fe-Fe 原子間에 B原子가 들어가서 우수한 磁氣特性을

나타내는 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 相 (安定相) 이 發見 되었으나 C 에 대해서는 언급이 거의 없었다. 그러나 本 實驗에서 가장 주목 할 것은 $\text{Fe}_{77.5}\text{Nd}_{15}\text{C}_{7.5}$ 試料을 800°C 에서 1時間 熱處理를 행했을 때 $i\text{Hc} = 9.7 \text{ kOe}$, $\text{Br} = 6.5 \text{ KG}$, $(\text{BH})_{\text{max}} = 8.2 \text{ MGOe}$ 를 얻었다는 것이다. X 線回折 pattern 을 보면 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{C}$ 相이 강하게 出現되어 있었다. $\text{Fe}_{75}\text{Nd}_{15}\text{C}_{10}$ 試料은 $i\text{Hc} = 2.3 \text{ kOe}$, $\text{Br} = 5.3 \text{ KG}$, $(\text{BH})_{\text{max}} = 0.4 \text{ MGOe}$ 로 거의 soft한 磁氣特性을 나타 내었다. X 線回折 pattern과 Mossbauer spectroscopy 의 結果로 부터 아주 강한 $\alpha\text{-Fe}$ 相이 出現 되어 있는 것이 確認되었다. 이것으로 보아 $\alpha\text{-Fe}$ 相이 기여되어 磁氣 特性이 떨어진 것으로 생각된다.

2) Fe-Nd-B-N 係

結晶化 시킨 ribbon을 암모니아 가스 雰圍氣중, 350°C (A), 400°C (B), 450°C , 500°C (D) 溫度에서 窒化 處理를 행했다. C, D 條件에서 窒化處理한 試料은 X-線回折 pattern 結果에서 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 相이 出現되지 않고 Fe_3N , Fe_4N 등의 窒化物이 出現 했다. 그러나 A, B 조건에서 窒化處理한 試料은 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 相이 出現되고 더우기 窒化處理 하지 않은 試料에 비해서 低角側으로 shift해 있었다. 이것은 窒素가 固溶되어 格子常數가 커진 것이라고 생각 된다. 이 두 試料의 Curie 溫度는 窒化處理를 하지 않은 試料에 비해서 높아졌다. 또 Mossbauer spectra 를 보면 A, B 試料가 전부 $\alpha\text{-Fe}$ 相과 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 相이 觀測 되었으며 窒素固溶에 의해 内部 磁場이 增大해져 있었다. 增加比는 A에서 2.1%, B에서 3.2% 였다. 단 B 條件에서 강한 常磁性을 나타내는 doublet 가 觀測되었다. 이 doublet 의 吸收量의 크기로 보아, B 條件의 試料에 들어있는 Fe 原子중 상당수가 이 常磁性相에 存在하고 있다고 생각된다.

4. 結論

- 1) $\text{Fe}_{77.5}\text{Nd}_{15}\text{C}_{7.5}$ 試料에서 우수한 磁氣特性이 나타났다.
- 2) $\alpha\text{-Fe}$ 相의 出現은 磁氣特性的 저하를 초래했다.
- 3) 窒素原子를 固溶해서 格子常數와 内部磁場이 커졌다.
- 4) 窒素 固溶에 의해 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 相의 構造가 부서져, 그 부분이 常磁性을 나타냈다.

5. 參考 文獻

- 1) M.Sagawa, M.Fujimura, N.Togawa, H.Yamamoto and Y.Matuura : J.Appl.Phys., 55(1984), 2083
- 2) J.J.Croat, J.F.Herbst, R.W.Lee and F.E.Pinkerton : J.Appl.Phys., 55(1984), 2083
- 3) T.Iriyama, K.Kobayashi etc : 日本 應用 磁氣 學會誌
- 4) H.Nagata and H.Fujii : J.Appl.Phys., 30(3A), (1991) L367
- 5) Liu.N.C, H.H.Stadelmaier and G.Schneider : J.Appl.Phys., 61(1987), 3574