

## 급냉속도가 $\alpha$ -Fe 기 초미세립 복합상 Nd<sub>9</sub>Fe<sub>85</sub>B<sub>6</sub> 리본의 자기적 특성에 미치는 영향

자 화 전 자 임광운\*, 김상면  
포항산업과학연구원 양충진, 박언병  
금속재료연구팀

### The Effect of Melt Spinning Speed on the Magnetic Properties of $\alpha$ -Fe Base Nanocomposite Nd<sub>9</sub>Fe<sub>85</sub>B<sub>6</sub> Melt-Spun Ribbon

Ja Hwa Electronics Co., LTD K. Y. Lim\*, S. M. Kim  
RIST New Materials & Process Research Team C. J. Yang, E. B. Park

#### 1. 서론

Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B를 단일상으로 갖는 희토류 자석의 경우 고에너지 밀도를 갖고 있으나, 높은 보자력에 의해 고특성 모터에 필요한 다극 착자시 자체 에너지의 약 70% 정도밖에 사용을 할 수 없으며, 또한 ferrite의 경우 그 특성에 한계가 있다. 또한 최근 많은 연구가 되고 있는 Fe<sub>3</sub>B를 주상으로 하는 초미세립 복합상은 가격대비 우수한 자기특성을 갖으며 낮은 보자력에 의해 다극 착자시 full 착자가 가능하다. 그러나 보자력 향상에 한계가(4~4.5kOe)있어 고특성 소형 모터의 적용에 어려움이 따른다. 따라서, 본 연구에서는 위와 같은 단점들을 보완하기 위해  $\alpha$ -Fe를 주상으로 하고 Nd의 함량을 증가시켜 충분한 보자력을 가지며, 또한, 고잔류자화를 갖기 위한 Nd<sub>9</sub>Fe<sub>85</sub>B<sub>6</sub> 조성의 초미세립 복합상의 제조조건 및 리본의 자기적 특성의 변화를 조사하였다.

#### 2. 실험 방법

Nd<sub>9</sub>Fe<sub>85</sub>B<sub>6</sub>의 조성으로 Plasma Arc 용해 방법으로 ingot를 제조하였으며, 제조된 ingot를 석영관에 넣고 재용해하여 급속 응고를 실시하였다. 냉각체는 Cu wheel를 사용하였으며, 급냉속도는 2100~3000 rpm의 범위로 변화 시켰다. 각 조건의 리본을 DTA로 결정화 온도를 확인하여 열처리 조건을 결정하였으며, 진공중에서 560~730℃/0~20min의 조건으로 열처리하였다. XRD를 이용하여 결정구조를 분석하였고, VSM, TGA을 이용하여 자기적 특성을 관찰하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

냉각속도의 변화에 따른 as-spun 리본의 XRD pattern 결과, Nd 함유량이 적은 Fe<sub>3</sub>B base 리본과는 달리  $\alpha$ -Fe base 리본은 B의 함량 감소로 2100 rpm이상의 냉각속도에서도 결정립이 형성되는 것이 관찰되었고, 상당량의 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상이 존재하여 as-spun 상태에서도 4.5kOe 이상의 보자력을 나타내었다. 이러한 비정질과 결정립이 혼합된 리본의 열처리후 특성은 불균일하게 성장한 결정립들의 영향으로 교환상호작용(exchange coupling)을 감소시켜 잔류자속 밀도의 저하를 초래 했다. 2500 rpm이상에서 제조된 리본의 경우 완전한 비정질을 갖지는 못하였으나 보다 양호한 비정질 리본을 나타내었다. 각 조건들의 급냉리본을 560~730°C/10min로 열처리한 결과, 상당량의 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상이 존재하는 2100 rpm으로 제조한 리본의 경우  $\alpha$ -Fe의 결정화 온도 보다 높은 580°C부근에서 열처리하였을 때 가장 높은 특성을 나타내었으며, 이때 보자력은 5kOe 이상이였으며, 열처리 온도가 증가함에 따라 보자력도 증가하였다. 그러나, Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상이 형성되는 온도인 650°C이상의 온도에서는 과다하게 성장한  $\alpha$ -Fe상에 의해 H=0 부분에서 hysteresis curve의 step현상이 발생하였다. 또한 냉각속도가 증가함에 따라 열처리후 최고 특성을 나타내는 온도는 증가하는 경향을 나타내었다.

### 4. 결론

Nd<sub>9</sub>Fe<sub>85</sub>B<sub>6</sub> 조성의 초미세립 복합상( $\alpha$ -Fe/Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B) 급냉리본 제조시 완전한 비정질 리본이나 과다한 결정질이 존재하는 리본보다 결정질이 소량 함유된 리본에서 열처리후의 보자력 향상이 현저하였으며, 결정립 형성이 많이 이루어진 리본(2100rpm이하)에서는 불균일한 결정립의 성장으로 특성이 저하되었다.

### 5. 참고 문헌

1. H. Kanekiyo, M. Uehara and S. Hirose IEEE Trans. on Mag. Vol. 29, No. 6, (1993) 2863-2865
2. V. Panchanathan IEEE Trans. on Mag. Vol. 31, No. 6 (1995) 3605-3607
3. C. J. Yang and E. B. Park, IEEE Trans. on Mag. Vol. 32, No. 5 (1996) 4428-4430
4. C. J. Yang and E. B. Park, J. Magn. Magn. Mater., Vol. 166 (1997) 243-248