

## 이방성 Nd-Fe-B 계 자석의 새로운 제조법

만도기계 중앙연구소 양정필\*, 안길수, 송치용, 정태승

## A new method for the preparation of anisotropic Nd-Fe-B based magnets

Mando R & D Center J. P. Yang\*, G. S. Ahn, C. Y. Song  
and T. S. Jeoung

## 1. 서 론

급속응고된 Nd-Fe-B 계 합금은 소결법에 비하여 우수한 열적 안정성과 내식성을 가지고 있음에도 불구하고, 제조 공정상의 문제로 인하여 그 용도가 주로 수지자석(Bonded magnets)용으로 제한되어 왔다. 일부에서 사용하고 있는 전방 또는 후방 압출법(Forward or Backward Extrusion)등을 제외하고, 일반적으로 급속응고된 Nd-Fe-B 계 합금으로부터 이방성의 고에너지 자석을 제조하기 위해서는 핫프레싱(Hot-pressing)과 다이업셋(Die-upsetting)의 두가지 열간 변형 프로세스를 필요로 한다[1,2]. 본 연구에서는 급속응고 리본으로부터 이방성 고에너지 자석을 제조하는 과정에서 핫프레싱(Hot-pressing)과 다이업셋(Die-upsetting)의 2 단계 열간 변형을 하나의 공정으로 단순화 시킴과 동시에 금형을 사용하지 않고 상용의 급속 튜브를 이용하여 최대자기에너지적 30MGOe 이상인 고에너지 이방성 자석을 제조하는 새로운 프로세스에 대하여 고찰해 보고자 한다[3].

## 2. 실험방법

급속응고된 Nd-Fe-B 합금 분말의 압축/성형체를 Cu 튜브에 삽입한 후 720 °C의 온도에서 소정의 두께까지 한번에 다이업셋(Die-upsetting)하였다. 이 다이업셋 과정을 Fig.1에 개략적으로 도시하였다. 핫프레싱한 시편의 중심에서 1 cm<sup>2</sup>의 시편을 채취하여 압하율에 따른 자기적 특성의 변화를 측정하였다. 본 실험에서는 Magnequench사에서 수지자석용으로 생산/판매하고 있는 Nd-Fe-B 계 합금 분말인 MQP-A를 사용하였으며, 그 자기적 특성을 Table I에 요약하였다.

Table I. Typical magnetic properties of MQP-A

$B_r$ (kG)	$iH_c$ (kOe)	$(BH)_{max}$ (MGOe)
7.6	15.0	12.0

## 3. 실험결과 및 고찰

압하율에 따른 최대자기에너지적( $(BH)_{max}$ ), 고유보자력( $iH_c$ ) 및 잔류자속밀도( $B_r$ )의 변화를 Fig.2에 나타내었다. Fig.2에서 알 수 있는 바와 같이 압하율의 증가에 따라  $B_r$ 과  $(BH)_{max}$ 가 증가하는 것을 볼 수 있으며, 특히,  $(BH)_{max}$ 가 압하율이 높아짐에 따라 급격히 상승하

였다. 44.1%의 압하율에서  $B_r$  과  $(BH)_{max}$ 가 각각 8.0 kG 와 14.6 MGOe 로 핫프레스에 의해 제조된 등방성 Nd-Fe-B 자석과 거의 유사한 특성을 보이며, 압하율의 증가에 따라  $B_r$  과  $(BH)_{max}$ 가 증가하여 74.8%의 압하율에서  $(BH)_{max}$ 가 32.1 MGOe로 핫프레스(Hot-pressing)와 다이업셋(Die-upsetting)에 의한 고에너지 이방성 자석에 미치는 우수한 자기적 특성을 나타냈다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 Cu 튜브를 이용하여 급속응고된 Nd-Fe-B 계 합금 분말로로부터  $(BH)_{max}$ 가 32.1 MGOe 인 고에너지의 이방성 자석을 핫프레스 공정을 거치지 않고, 한번의 다이업셋에 의하여 제조함으로써 급속응고 리본을 이용한 이방성 자석의 제조시 열간 변형 공정을 단순화시켰다. 또한, 기존의 핫프레스(Hot-pressing) 및 다이업셋(Die-upsetting) 과정에서 사용하던 금형을 사용하지 않고, 상/하 펀치만을 사용하여 다이업셋을 행함으로써 금형의 사용으로 인한 제반 문제점들을 상당부분 개선할 수 있을 것으로 예상된다.

#### 5. 참고문헌

- [1] R.W. Lee, Appl. Phys. Lett. 46, 790 (1988).
- [2] Lin Li and C. D. Graham, Jr., J. Appl. Phys., 67(9), 4756(1990).
- [3] Y. B. Kim, C. S. Kim, T. S. Chung and K. S. An, United States Patent No.5,516,371 (1996).

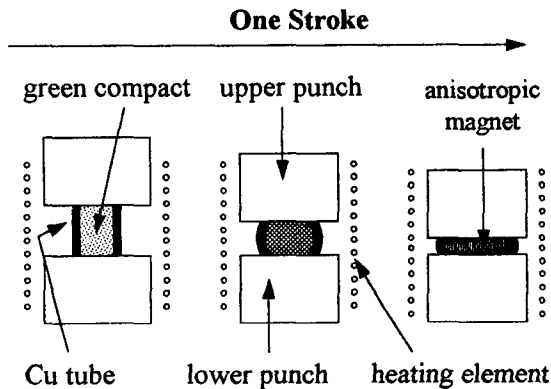


Fig. 1. Schematic diagram showing the one-step hot-deformation process.

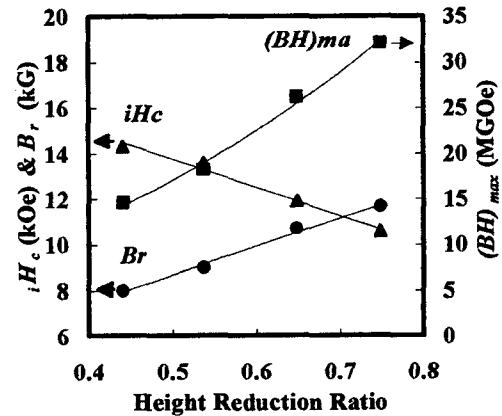


Fig. 2. Variation of magnetic properties with height reduction ratio  $((h_o-h)/h_o)$ .