

자성재료의 기술개발패턴 분석

한국과학기술연구원 김희중

Analysis of Technology Development Pattern on Magnetic Materials

Korea Institute of Science and Technology Hi-Jung Kim

1. 서론

자성재료는 각종 전자부품의 핵심재료로 광범위하게 응용되고 있으며, 산업상의 요구에 대응하는 자성재료의 개발은 전자제품의 기술 고도화에 필수적인 요건이다. 여기에서는 자성재료의 역사에 등장한 주요 자성재료들에 대한 산업적 및 기술적 특징을 살펴보고 기술개발패턴을 분석하여 앞으로 향후 국내에서 자성재료의 산업 및 기술 개발전략을 수립하는 데 일조를 해 보고자 한다.

2. 자성재료의 기술발전 단계

자성재료들을 산업화 시점을 기준으로 분류해 보면 크게 4단계로 구분할 수 있으며, 표1에는 각 단계에 해당하는 자성재료들을 시간대별로 표시재료, 범용재료, 정밀재료 및 신재료로 명명하고 각 단계의 재료들의 예시를 나타내었다. 현재의 주종재료는 주로 범용재료 및 정밀재료의 범주에 속하고 있으며, 범용재료는 대량 생산 및 광범위한 용도, 정밀재료는 중규모 생산 및 특정 용도의 특징을 보유하고 있다. 신재료는 보다 특화된 용도에서 등장하고 있으며, 대부분 아직 안정한 시장을 개척하지 못하고 있다.

3. 성공적인 자성재료의 조건

이제까지 등장한 자성재료들 중 산업화에 성공한 자성재료들을 분석하여 관련된 변수들에 대해 정리해 보면 다음과 같은 관계로 표현할 수 있다.

$$S = [(PB + MC + CT) \times DD]^b \quad (1)$$

여기에서 S는 성공도, PB는 생산배경 및 능력, MC는 시장점유 및 창출능력, CT는 창의적 기술, DD는 지향성 있는 기술개발 노력, b는 기회를 의미한다.

(1)식에서 (PB+MC+CT)는 성공을 위한 기본 요소이며, 이를 경쟁력 CP라 한다면 이는 기술 및 가격 측면을 고려한 다른 형태의 관계로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$CT = (aT_1 + bT_2 + \dots) + (a'C_1 + b'C_2 + \dots) \quad (2)$$

여기에서 T는 기술 또는 특성, C는 가격을 나타내며 a, b, a', b' 등은 그 기술 및 가격과 관련된 비중을 의미하는 상수이다. (1), (2)식을 통하여 새로운 자성재료가 산업화에 성공하기 위한 조건은 단위기술의 측면에서 고려해서는 안되며, 관련된 여러 기술 및 가격요인, 개발기업의 의지 및 시장에서의 기회 등을 종합적으로 고려해야 한다는 것을 알 수 있다. 본 강연에서는 (1), (2)식과 관련된 몇 개의 자성재료들의 예시를 들고 검토해 보고자 한다.

Table 1 Classification by the technological development step for several magnetic materials

Classification System	Major Property	I (- 1920) Original Material	II (1920-1960) Conventional Material	III (1960-1985) Precision Material	IV (1985-) Advanced Material
Soft Magnetic Material	Permeability Core loss Magnetic flux density	Low carbon steel Nonoriented Si-steel	Oriented steel Permalloy Sendust Polycrystal ferrite	Hi-B Si-steel Amorphous ribbon Thin film sendust Single crystal ferrite Thin film permalloy	Laser treated Si-steel Nanocrystalline ribbon Multilayered thin film Fe-N based thin film Superlattice
Hard Magnetic Material	(BH)max	Steel magnet (KS, MK)	Alnico Ba ferrite Sr ferrite	Sm-Co magnet Fe-Cr-Co Nd-Fe-B Plastic magnet	RE-N magnet Nd-Fe-B-X Thin film magnet
Magnetic Recording Material	Recording density Output voltage Hc	Steel wire tape	γ -ferrite Permalloy thin film Mn-Bi thin film	Co- γ -ferrite CrO ₂ powder α -Fe powder Ni-Co-P thin film Co-Cr thin film RE-TM thin NO film	Ba-ferrite Fe-Co powder Co-Ni-Cr thin film Multilayered NO film