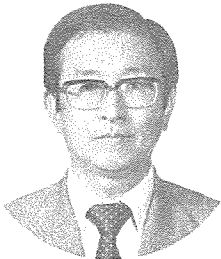


“國際競爭力 확보가 열쇠”

■ 우리나라 磁性材料 현황



姜 日 求
(한국과학기술원 재료공학연구부장)

이 글은 지난 10월 21~22일 2일간 科總이 주최한 「86국내한국과학기술자 학술회의 추계워크숍(신소재분과)」에서 「우리나라 磁性材料 현황」이란 제목으로 발표된 것이다.
(편집자 註)

자성재료는 현대 및 미래산업에 있어서 중요한 전기 및 전자기기와 이에 바탕을 둔 정보산업에서의 핵심재료이며, 그 차지하는 비중과 중요성이 대단히 큰데도 현재까지 크게 주목을 받지 못하고 있는 분야이다.

자성재료는 인간의 역사에 있어서 처음 쓰이기 시작하기는 지남침이 처음이었으며, 전기의 발견과 더불어 현대문명이 꽃피게 됨에 따라 전기를 발생하고, 보내고, 또한 사용하는 모든 단계에서 필수재료로 쓰여왔으며, 전기공업의 발전은 자성재료의 끊임없는 발달이 있음으로써 가능하였던 것이다. 이는 전자공업의 발전에 있어서도 마찬가지로 역할을 하고 있으며, 정보산업의 발전 역시 자성재료의 발달없이는 기대할 수 없다.

이러한 자성재료는 자계의 발생원으로서의 영구자석, 전자석이 있고, 모터·변압기들의 자성재료, 자기테이프·디스크·카드 등의 기록용 자성재료 및 그에게 기록을 하고 읽어내기 위한 고투자율재료 등 다양하여 최근의 발전은 전력용 강판 철손의 향상, 비정질자성재료, 희토류 자석을 위시한 각종 고성능 영구자석, 고밀도 기록용 자성매체, 또 광과 자기와의 상호작용을 이용한 광자기기록재료 등이 그 성능에 있어서 비약적인 향상과 더불어 새로운 용도의 개발이 이루어졌다.

한마디로 자성재료라 하더라도 이를 다시 분류하면 연자성재료, 경자성재료(영구자석재료), 자기기록용 자성재료(기록매체), 트랜스 듀서, 자성 미립자(기록매체 이외의)로 나누어진다.

이상의 분류는 1984년 미국 National Research Council 산하의 National Materials Advisory Board가 설치한 Committee on Magnetic Materials 보고서에 의거한 것이다. 이 위원회는 국방을 위시한 산업적으로 극히 중요한 자성재료분야에 있어 미국의 산업이 쇠퇴하고 교육을 비롯한 연구개발에 있어서도 칩체국면에 접어들어 산업과 기술에서 우위를 점차 일본에 빼앗긴다는 위기감에서 대처방안을 마련하기 위하여 설치됐고 여러 전문가들이 참여하여 다음

과 같은 결론을 보고서로서 발표하였다.

첫째 결론은 성장 가능성이 큰 세 분야에 대해서는 특히 계속적인 연구개발 노력이 증대되어야 한다는 것이다. 즉, 연자성 재료에서는 비정질재료에 있어서 안전성이라든가 도메인의 제어성 구멍 등이 필요하며, 영구자석재료에서는 철-보론-네오디움자석에서 이들이 갖는 높은 에너지적 본질이 무엇인가의 구명과 이에 따르는 개량된 공정, 온도민감성의 향상, 더 좋은 화학적 안전성을 얻는 것이 필요하다. 기록매체에 있어서는 높은 기록밀도를 가질 가능성을 보이는 미립자와 면내 및 수직자화 박막재료들이 있고 장차 대단히 큰 성장분야라고 생각되며, 이들 미립자 및 박막재료들에 대해 자성 및 비자성 특성들을 더 정확히 파악하여 기록매체의 재료설계도 가능하게 될 수 있을 것이다.

둘째는 재료개발과 응용연구에 있어서의 저해요인은 자성연구에서의 기초분야와 응용분야 사람들의 대화가 불충분한데에 있다고 생각되는 것이다. 즉 자성연구와 자성재료기술 연구개발 상호간의 관계가 더 긴밀하게 되어야 한다는 것이다. 예를 들어 다음과 같은 기초적인 문제들이 해결되면 자성재료연구에 크게 공헌하리라고 생각되고 있다. 즉 표면, 기본적 한계, 통계물리, 비정질, 미세자성 등이다.

세째는 자성재료에 관한 정보의 국가적 센터의 필요성이다.

이상 미국에서의 자성재료 위원회의 보고서를 극히 간략하게 소개한 것은 자성재료의 문제점과 전망을 잘 나타내었다고 보기 때문이다.

우리나라에서의 자성재료 기술과 산업현황을 전술의 분류에서 처음 세분야, 즉 연자성 재료(자심재료), 경자성재료(영구 자석재료), 자기기록용 자성재료(기록매체)에 대해 살펴보고자 한다. 트란스듀서나 자성유체 같은 미립자에 대해서는 특기할만한 연구개발이나 산업이 없는 실정이다.

우리가 처한 현실은 전술한 바와 같이 미국의 현실과는 거리가 있지만 기본적으로 여러가지를 시사한다고 하겠다.

◇연자성 재료

연자성재료는 순철, 규소강, 철-알루미늄합금, 철-니켈합금, 철-코발트합금, 웨라이트 등이 있으나 이중에서 규소강, 철-니켈합금, 웨라이트 및 최근에 관심의 대상이 되고 있는 비정질합금에 대해서만 간단히 살펴보기로 한다.

○규소강판

규소강판은 자성재료중에서 가장 오래된 역사를 갖고 물량적으로도 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

20세기 초에 연강에 셀리콘을 첨가 함으로써 전기저항을 높인 규소강판이 개발되어 철손을 줄이려는 노력이 꾸준히 계속되어 오고 있다. 셀리콘에 의한 자기이방성 에너지 및 포화자의 감소로 인한 투자율의 증가와 전기저항의 증가로 와전류 손실을 줄임으로써 철손의 저하를 얻은 것이다. 이러한 노력에서의 획기적인 발전은 1930년대에 냉간압연 강판에서 자기이방성을 활용하여 집합조직을 얻음으로써 방향성 규소강판이 개발되어 현저한 철손의 향상을 얻은 것이다. 그 후에도 계속하여 집합조직의 집적도를 더 높임으로써 향상과 그에 따르는 레이저 조사 규소강판, 박판화 등 현격한 향상이 이루어져 왔다.

물량적으로 볼 때, 현재 전세계 생산량은 약 350만톤 정도이며, 국내수요는 1985년에 방향성 규소강판이 20,000톤, 무방향성 규소강판이 55,000만톤인데 계속 증가할 추세이며, 1991년에는 방향성이 39,000톤, 무방향성이 99,000톤에 이를 것으로 예상되고 있다. 현재 국내생산은 포항중합제철에서 방향성 20,000톤, 무방향성 60,000톤이며, 120,000톤까지 생산할 설비 증설 계획을 세우고 있다.

규소강판은 효율적으로 전기와 자기의 에너지 변환을 가능케하는 자심재료이고 이 특성을 이용하여 전력기기의 철심으로 사용된다. 즉 발전기, 변압기, 전동기, 전원 변압기의 자심재료로서 발전, 송배전, 전력사용 등 전력계통의 모

든 과정에서의 기간재료이다.

규소강판의 품질은 제철기술 수준의 척도가 되며 제철기술의 결정이라고들 말하고 있다. 규소강판의 품질은 현재까지도 계속해서 꾸준히 향상되고 있고, 이에 대한 기술개발 노력도 지대하다. 특히 에너지 위기 이후 변압기용 저철손 자심재료에 대한 관심이 고조되고 품질에 관한 요구도 점차 더 엄격해지고 있다.

우리나라에서의 규소강판 생산과 개발의 개황을 방향성과 무방향성으로 나누어 살펴보자.

방향성 규소강판은 포항종합제철에서 미국 알리게니, 라드람으로 부터의 기술도입으로 1980년 6월 24일 생산을 시작하여 현재 연간 20,000톤을 생산하고 있다. 그 품질은 만족스러운 것으로 평가되고 있다.

최근에 그 발전이 현저한 고투자율 방향성 규소강판은 신일본제철이 개발한 방법, 가와사기 제철이 개발한 방법 및 알리게니와지이가 공동 개발한 방법들이 있으나 포항종합제철에서는 이 세째번 방법을 선정하여 시험생산중이며, 시험생산이 끝나는 시점인 1987년 말에는 생산 가능한 것으로 전망하고 있다.

무방향성 규소강판은 1979년 11월부터 생산하고 있으며, 현재 연간 60,000톤을 생산하며, 지스규격으로 에스 9 까지 나오고 있다. 개발방향은 대형 회전기기의 에너지손실 극소화를 위한 저철손 무방향성 규소강판의 개발, 가전기기 자심용으로 원가절감과 가공이 경제적인 저규소 제품 및 고투자율, 저철손 고성능 자심재료 개발을 지향하고 있다. 또 한편 가격이 저렴한 저탄소 라미네이션강의 개발도 진행중이다.

상기 회사외에서의 연구개발은 별로 활발하지 못하며 규소강판의 재결정 및 집합조직 형성에 관한 연구외에 자성특성에 관한 연구는 한국과학기술원에서의 연구가 주가 된다.

○퍼머로이

1930년대에 니켈-철 합금에서 대단히 높은 투자율을 얻을 수 있는 사실이 발견되어 50% 니켈합금과 80% 니켈합금은 모두 퍼머로이라

고 통칭되고 있는데, 현재 고투자율 재료로서 보편적으로 널리 쓰이고 있다. 열처리에 의한 자성특성의 조절이 아주 현저하여 한때는 이 문제를 퍼머로이 프로그램이라 하여 많은 연구가 이루어졌으나 이미 거의 다 규명되었고 근래에 자기헤드용 재료로서 쓰기 위한 고경도 퍼머로이 합금이 개발되었고, 이것들도 거의 다 마무리 되었다고 볼 수 있다.

우리나라의 현황은 그 수요적인 측면에서 볼 때 전화교환기, 자기헤드, 변압기 시계, 누전차단기 등 용도로 1985년 예상수요가 약 60억원에 이른다. 이에 대해서 생산은 삼미종합특수강(주), 풍산금속(주)에서 생산을 계획하고 있다고 한다. 군소업체 몇군데서 스크랩 재용해하고 있으나 제대로의 제품을 못내고 있고 대광산업(주) 등 소규모의 열처리회사가 수개 가동하고 있다.

연구 개발현황도 미미하며, 한국과학기술원에서 몇개 연구가 있었으며, 제조공정에 대한 개발연구도 수행했으나 실용화되지 못하고 있다.

○연자성 웨라이트

현재 국내에서 소요되는 연자성 웨라이트는 두 가지로 나누어지는데, 주로 가전제품용 및 일부 산업통신용 웨라이트는 삼화전자(주) 대원웨라이트(주) 한국 티.디.케(주) 등에서 월 630톤, 금액으로 약 200억원이 생산되고 있으나 자기 헤드용 웨라이트(컴퓨터용은 HIPPED 웨라이트, VTR용은 단결정 웨라이트)는 전량 거의 일본으로 부터의 수입에 의존하고 있다.

우리나라에서의 헤드재료 수요는 상당량이 되는 셈이다. 이 중에는 경질 퍼머로이, 쉐다스트도 물론 포함되어 있으나 1985년의 헤드생산량과 금액을 보면, 카세트 헤드가 430만개에 7.6억원, 컴퓨터 헤드가 430만개에 273억원, VTR 헤드가 160만개에 45억원, 합해서 326억원이 되며 이는 1990년에 815억원에 달할 것이 예상된다.

국내 연구개발현황은 다른 것에 비하여 활발한 편이며, 한국과학기술원·경북대학교·인하

◎ 학술중계 ◎

대학교 · 서울대학교 · 부산대학교 · 기계연구소 등에서 논문이 발표되고 있다.

○비정질 자성재료

비정질재료는 1970년대 초부터 실용재료로서의 가능성이 나타나기 시작하여 감히 폭발적이라 할만한 관심의 대상이 되고 있는 재료 이고, 실용재료로서의 응용과 전망은 연자성특성이 가장 뚜렷하게 부각되고 있다.

철계 비정질 합금은 고포화 자속밀도의 저손실, 자심재료로서 전력용, 변압기용으로 구소강관의 대체재료로, 코발트계 비정질합금은 영자외의 고투자율 재료로서 퍼머로이와 대치 내지 경합재료로서 크게 관심이 모아지고 있다.

국내의 개발현황은 비교적 여러 기업들이 개발노력을 집중하고 있고 학계에서도 점차 많은 사람들이 연구개발에 착수하고 있다. 삼성전자(주)와 금성전선(주)은 전자기기 부품용으로 또 쉐선용으로 개발중에 있으며, 포항종합제철(주)은 변압기 자심용으로, 효성중공업(주)은 실제 비정질 자심재료를 써서 변압기 개발에 착수하고 있다. 연구소에서는 비교적 일찌기 한국과학기술원에서 계속 연구중에 있으며, 고려대학교 · 충남대학교 · 연세대학교 · 한양대학교 등에서 연구를 수행하고 있다.

◇경자성 재료

경자성 재료는 영구자석재료로서 이것도 웨라이트 자석(산화물 자석), 철계자석인 알니코 및 철-크롬-코발트자석, 희토류 자석으로서 싸마리움-코발트 자석 및 네오디움-철-보론자석으로 분류되는데 우리나라에서는 웨라이트자석과 알니코 자석만이 생산되고 있다.

○웨라이트 자석 재료

웨라이트 자석은 1933년에 일본에 가도오 다케이에 의하여 발견되었으나 빛을 보지 못하다 1952년에 휘트니스에서 바리움 웨라이트가 발견되어 오늘날 영구자석의 주류가 되어 있다. 일

본의 예를 보면 1985년에 자석 총 생산량중 웨라이트 자석이 약 96%(금액으로는 65%)를 차지하고 있다. 같은 해 우리나라는 약 94%를 점유하고 있다.

국내 생산현황은 두 기업, 즉 태평양금속(주), 한국 웨라이트(주)에서 등방성 및 이방성 자석을 생산하고 세기업, 경원웨라이트, 동서산업 및 동양정공에서 등방성자석을 생산하고 있다. 태평양금속(주)은 일본 히다찌금속(주)과의 합작회사로서 웨라이트 원료 분말로 1985년에 6,000톤 생산하여 한국웨라이트(주) 등에 공급하고 있다. 생산하는 제품의 용도는 주로 스피커, 모터용이며 일부는 전자레인저용이다. 두 기업의 제품 품질은 범용품에 있어서는 만족스러운 상태이다.

1985년의 생산량은 태평양금속(주)이 2,400톤, 한국웨라이트(주) 2,630톤, 경원 웨라이트 180톤, 동서산업 100톤, 동양정공 90톤이다.

웨라이트자석의 기술은 태평양금속(주)이 히다찌의 기술이고, 그 외에는 자체기술이라고 할 수 있다. 이 분야의 연구개발 노력은 별로 특기할만한 것이 없다.

현재는 가격당 성능이 제일 높기 때문에 웨라이트 자석이 가장 많이 쓰이고 있지만 고성능 자석의 가격이 낮아질 전망이기 때문에 웨라이트 자석의 위치가 흔들릴지 모르겠으나 당장은 계속 수위를 차지할 것이다.

○알니코자석 및 철-크롬-코발트자석 재료

국내에서 알니코자석은 생산되고 있으나 철-크롬-코발트자석은 연구개발 결과는 있으나 생산되지 않고 있다.

알니코자석은 1930년대에 개발되어 1960년대 희토류-코발트 자석이 등장하기까지 고에너지 자석으로서 그 위치를 확고히 하였다. 현재도 물론 여러 용도에 쓰이고 있고 1986년 일본에서의 생산량은 2,270톤으로서 전체 자석중에서 차지하는 비율은 3%이나 금액으로 보면 약 13%가 된다. 우리 나라는 태평양금속(주)에서 1985년에 생산한 360톤으로서 전체 자석중에서

약 6%를 차지한다.

태평양금속(주)의 기술은 일본 히다찌금속(주) 기술이며, 범용품에 있어서는 품질도 괜찮으며, 국제경쟁력도 갖추었다고 볼 수 있다.

기업에의 자체개발 노력 외에는 학계에서 별도 연구된 것이 없으며, 충남대학교에서의 연구와 한국과학기술원에서의 개발 노력 결과가 있다. 철-크롬-코발트합금 자석은 알니코자석과 같이 철-코발트 입자를 늘린 조직을 갖고 있다. 알니코 자석에 비해 적은 코발트 양으로 같은 정도의 특성을 얻을 수 있어 한때 대단한 관심을 끌었으나 코발트 가격이 그 후 안정됨에 따라 장점이 그리 크지 않아 현재는 별로 많이 소요되고 있지는 않다. 그러나 한가지 큰 장점은 알니코자석과 달라서 소성가공이 가능하여 압연이나 신선하여 박판, 세선으로 얻을 수 있다는 특징이 있다.

국내에서는 그리 큰 관심을 끌지 못하였으며, 물론 생산도 안되고 있다. 한국과학기술원에서 이 재료에 대한 흥미있는 연구가 이루어졌었다.

○희토류자석 재료

여기에서는 싸마리움-코발트자석과 네오디움-철-보론자석을 따로 생각해 본다.

3년전까지만 하여도 싸마리움-코발트 자석이 고성능자석으로서 대단히 각광을 받았으며, 일본에서 1979년에 50톤 생산하던 것이 1985년에는 450톤으로 증량으로는 연 평균 45%라는 높은 율로 성장하여 왔다. 전세계적으로 볼 때 1983년 통계로 550톤이며, 이 중에서 일본이 51%인 283톤을 차지하였다. 우리나라에서도 포켓트형 카세트 플레이어용으로 소형 모터 및 소형 스피커 자석으로 그 수요는 많으나 생산은 전혀 되지 않고 있다. 관심을 가진 기업은 있으나 기술이나 시장면에서 모두 문제가 있다.

이에 대한 연구개발은 한국과학기술원에서 1-5형이나 2-7형에 관해서 수행되었다.

최근 3년간의 가장 큰 관심인 네오디움-철-보론자석은 1980년경부터 지엠사에서 초급속 냉각법으로 얻은 리본에서 고보자력을 얻는 것

이 발견되었으나 1983년 일본 스미도모 특수금속(주)의 사가와가 분말야금법으로 싸마리움-코발트에 가까운 결정 자기 이방성을 갖는 정방정금속간 화합물을 발견하여 이것을 발전시켜 네오막스 자석을 개발하였다. 이것이 현재 가장 높은 최대 에너지적을 보유한 고성능 영구자석으로서 이미 제품화되고 있다.

싸마리움-코발트 영구자석의 제일 큰 결점이 싸마리움의 희귀성과 이 때문에 엄청난 고가를 나타내지만 네오막스자석은 자원면으로 유리하여 가격이 저렴해질 가능성이 많고, 앞으로는 웨라이트하고도 충분히 가격면으로도 경합할 수 있다고 이야기되고 있다.

한국과학기술원에서 이에 대한 연구를 수행하고 있다. 기업에서도 이에 대한 관심을 가지고 있다.

◇자기기록용 자성재료

정보산업의 발달에 따르는 정보화사회의 도래와 더불어 가장 눈에 띄게 발전하는 분야이다. 자기기록의 역사는 꽤 오래되었으며, 19세기말, 즉 1898년에 덴마크의 폴센이 발명하였다. 그간 방식의 변천이 있었으나 원리는 자성재료의 히스테리시스 특성을 이용하여 전자석에 의한 아나로그 또는 디지털 정보를 자화의 방향이나 크기로 변환해서 기록하며, 이를 다시 재생한다는 것이다. 처음 자기기록장치는 강선을 사용한 녹음기로 마이크로폰을 써서 재생음을 듣는다는 것이었으나 그 후 오늘날까지 자기 기록기술은 대단한 진보를 이룩하였다.

그 동안에 기록매체에 있어서는 1920년대에 종이나 세루로즈의 테프에 자성미립자를 도포한 형태의 것이 발명되어 1940년대 후반에 와서 플라스틱의 베이스 필름 위에 감마 산화철의 침상 미립자를 도포한 오늘날과 같은 형태의 자기 테이프가 완성되었다. 한편, 자기 헤드는 코일을 감은 링상의 자기 코어 한 부분에 공격을 만들어 그 공격에서 세어 나오는 자력선을 이용하여 기록하는 링형 헤드가 19830년대 초에 발명

되어 쓰여져 왔다.

처음에는 자기기록은 녹음만이었으나 1950년 이후, 전산정보나 화상의 기록에도 쓰여지게 됐다. 장치도 테이프장치외에 드럼, 디스크, 카드 또는 회전방식의 헤드 등 용도에 따라서 여러가지 형태의 것이 개발되어 오늘의 정보산업기기 발전을 가져오게 하였다. 최근의 발전은 고밀도화를 지향한 수직자기기록 방식이 있으며, 이에 대해서 종래의 기록방식을 수평 또는 면내방식이라고 불리운다. 또 하나는 광과 자기의 상호작용을 이용한 광자기기록 방식이 있다.

기록매체에 대해서 요구되는 특성은 포화자속밀도가 클 것, 각 형비가 클 것, 보자력이 자기헤드가 허용하는 한 클 것 등과 같은 기본적인 자기특성은 물론, 자성입자의 균일분산성, 표면조도, 화학적·기계적 내구성 등이다.

아래표에 각종 기록매체의 자성특성을 나타냈다. 이들이 실제로 쓰여진 것은 주로 오디오, 비디오 테이프에서 이며 신뢰성이 가장 중요한 자기디스크에서는 특수한 박막디스크 이외에는 모두 감마산화철을 쓰고 있다.

국내현황은 오디오 및 비디오 테이프와 후로피 디스크는 생산하며, 주요 수출국(비디오 테이프는 90% 수출, 오디오 테이프는 82% 수출, 1985년)으로 부상하고 있고 전망도 좋으나 산화철 분말,

바인더 테프를 아직도 수입에 크게 의존하고 있다는 문제점이 있다. 산화철 분말은 새한 미디어(주)가 일본의 기술로서 공장설치 중에 있다. 현재 생산하고 있는 제품에 대해서는 기술적으로 문제가 없다고 생각되나 고급제품화라는 기술개발 문제는 언제나 남아 있다.

오디오 테이프에 있어서는 새한미디어(주)와 선경이 세계시장의 10분의 1 정도를 장악하고 있다. 코발트 도-프드 감마 웨라이트 테프는 나오나 메탈테프는 제품화되지 않고 있다.

비디오 테프는 선경, 금성마그네텍, 새한미디어들이 생산하고 있으며, 코오롱이 곧 생산에 들어갈 예정이라 한다. 새한은 생산을 시작한 지 10년 이상이 되었고 비디오 테프도 1억 2천만개 생산에 더 증설을 하고 있고, 선경도 4천 5백만개에 더 증설하고 있다. 수출고도 1억불을 넘어서고 있다. 기술로서는 현재 급까지 생산하고 있으며 테프를 선경은 금속분말로, 금성은 증착으로 자체 개발하겠다고 발표하고 있다.

후로피 디스크는 선경, 금성, 한국 쓰리엠 등이 있고, 금성은 연간 6,000,000개를 생산하여 대부분 수출하고 있다. 5 inch와 3.5inch 디스크를 생산하고 있다.

하드 디스크에서는 태일정밀이 유일하게 무전

方式	型	材 料	Hc(Oe)	Bs(G)
面内記録	塗布型	γ -Fe ₂ O ₃ Co含有 γ -Fe ₂ O ₃	300~370 (~450)	1600~2300
		固 溶 型	500~700 (≥1000)	1600~2300
		에피텍시알형	500~700 (≥1000)	1600~2300
		CrO ₂	450~650 (~1000)	1600~2300
	薄膜型	Fe 基 金 屬	1100~1500 (~2000)	2300~3500
		Co-Ni(P) (도 금)	500~700 (~1400)	~9000
垂直記録	薄膜型	Co-Ni/Cr (스파타)	600~800 (~1500)	~11000
		γ -Fe ₂ O ₃ (")	600~800	~4600
		Co(Ni) (斜蒸着)	700~1000 (~1200)	~6300
	塗布型	Co-Cr	(300~1500)	(2500~10000)
		Ba 웨라이트	(2000~3500)	~1500

()안은 기술적으로 가능한 범위를 나타낸다.

해 증착법으로 생산하고 있으나 앞으로 스파타법으로 생산할 계획이다. 이 분야는 앞으로 많이 기대되는 분야이다.

자기기록매체에 대한 연구개발은 각 기업에서 제품기술과 생산기술에 있어 자체 노력으로 많은 것이 이루어졌겠으나 파악하기가 힘들고 학계에서는 이 분야의 연구개발이 거의 없는 실정이나 앞으로 많은 활동이 기대된다. 한국과학기술원에서 개발연구가 수행중이며 광자기기록재

료에 대해서도 연구가 수행되고 있다.

최근 삼성전자가 새로 개발한 4mmVTR과 같은 초소형 기기에서의 비디오테이프 화상의 선명함을 위해 기존의 12.5mm나 8mm 테이프보다 더욱 고품질의 테이프가 요구되게 된다. 따라서 향후 자기기록매체의 소형화와 함께 박막형 헤드가 널리 보급될 경우 이에 대응하는 자기기록매체의 기술개발이 이 분야의 국제경쟁력 확보에 중요한 관건이 될 것으로 전망된다.

잠깐 생각해 봅시다

문제는 64페이지

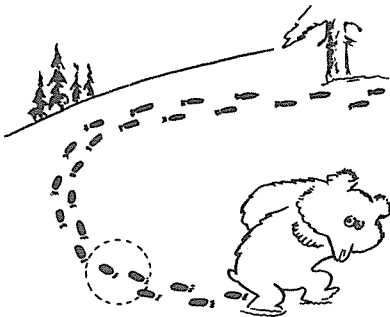
[문제 1의 답]

〈제1문〉 5에 2발, 27에 2발, 36에 1발, 이렇게 해서 $10 + 54 + 36 = 1000$ 이 된다.

〈제2문〉 가운데 100점에는 1발만 명중하고 나머지는 빗나갔다고 하는 것이 정답이다.

[문제 3의 답]

발자국을 자세히 들여다 보면 도중에서 왼발과 오른발이 거꾸로 되어 있다.



[문제 2의 답]

피타고라스의 정리와 같은 것은 필요없다. 그림과 같이 마름모꼴의 대각선의 교점과 점선의 장방형의 정점을 묶으면 이 직선은 마름모꼴의 대각선의 교점과 점선의 장방형의 정점을 묶으면 이 직선은 마름모꼴의 1변, 곧 코스의 길이에 일치한다는 것을 알 수 있다. 마름모꼴의 대각선의 교점은 이 원의 중심이므로 이 직선의 길이는 원의 반경 곧 50미터이다.

