

고온초전도材料

작년과 올해초에 發見된 高溫超電導體는 學問的인 중요성과 民間·軍事분야의 實用可能性 때문에 各國에서 많은 研究의 대상이 되고 있다. 美國에서는 IBM, AT&T, General Electric, Westinghouse, Du Pont 等 大企業이 主軸이 되어 여러 國立研究所와 大學校에서 수천명이 이 研究에 참여하고 있으며, 발표되는 論文도 많아지고 있다. 美國政府는 내년도에 약 一億弗의 研究費를 지원할 것으로 推定된다.

日本도 美國과 비슷한 규모의 研究를 하고 있는 것으로 알려져 있으며, 많은 企業이 이 研究에 着手했다는 것이 그 特色으로, 企業化는 美國보다 日本에서 먼저 이루어질 것으로 보는 사람이 많다. 日本의 한 會社가 이미 수백개의 特許를 신청했다고 하니, 그 研究의 방대한 規模와 빠른 속도를 짐작할 수 있다. 中共과 印度도 이 研究에 초기부터 참여하여 많은 業績을 내고 있다.

이 분야의 研究는 서로 비슷한 방향에 빠른 속도로 진행되기 때문에 資料와 情報의 신속한 수집이 중요하다. 美國 에너지省에서는 學術誌에 제출된 論文을 수집하여 目錄과 抄錄을 研究者들에게 배포하고 있다. 高溫超電導體材料에 관한 論文은 여러 學術誌에 발표되고 있으며, 가장 신속한 곳은 Solid State Communications, Physical Review, Applied Physics Letters, Nature, Japanese Journal of Applied Physics 등이다. 이에 관한 새로운 책도 약 100여권이 이번 가을에 美國에서 출판될 것이라고 한다.

高溫超電導體의 기본적인 것은 이미 國內外 學術誌에 여러번 소개되었으므로, 여기서는 超電導體材料 研究의 動向과 問題點을 살펴 보겠다. 최근에는 室溫超電導體도 보고되고 있으나, 아직 未確認된 상태이므로, 여기서는 주로 臨界溫度 T_c 가 98°K로 알려진 $Ba_2YCu_3O_x$ 系材料에 관하여 論하고자 한다.

$Ba_2YCu_3O_x$ 化合物은 酸素量 x 가 약 6부터 7사이에 존재하며, x 는 온도와 霧圍氣의 酸素分壓에 따라 결정된다. 이 化合物은 變形된 perovskite 結晶構造를 가진 것이 X-ray와 neutron diffraction으로 밝혀졌으며, X 가 6.63 이상일 때 Orthorhombic 구조를 가지며 超電導性을 나타내는 것이 알려졌다.⁶¹⁾ X 가 6.63이하면 te-

윤 덕 용

한국과학기술원 재료공학과 교수

tragonal구조가 되면서 高温超電導성은 없어지게 된다. 高温 neutron diffraction으로 이 orthorhombic-tetragonal 변화는 일종의 order-disorder 狀變化인 것이 밝혀졌다.⁷⁾ 그러므로 試片의 제조에서 orthorhombic 구조를 갖도록 酸素量을 높이는 것이 중요하며, 이는 약 600℃에서 酸素雰圍氣에서 熱處理하면 된다.

Ba₂YCu₃Ox試片을 가장 쉽게 만드는 方法은 BaCO₃, CuO, Y₂O₃粉末을 잘 섞어서 공기중 900℃에서 약 10시간 熱處理하여, 粉碎하고 成形한 후 酸素雰圍氣, 950℃에서 약 5시간 燒結하여 서서히 冷却시키는 것이다. 이렇게 燒結한 試片은 대체로 氣孔이 많으나, 超電導體의 基本的인 特性은 가지게 된다. 이런 試片은 보통 Ba₂YCu₃Ox外에 다른 狀도 갖게 되는데, 이러한 문제와 燒結조건 등을 규명하기 위하여 BaO-Y₂O₃-CuO系의 狀態圖도 밝혀지고 있다.⁸⁾

한편 特性의 향상을 위하여 燒結製品의 조성을 均一하고 精確하게 맞추는 등 여러가지 粉末合成法이 試圖되고 있다. 일반적으로 쓰이는 sol-gel, coprecipitation, freeze drying 等 方法으로 좋은 결과를 얻었다는 보고가 있으며, 合金 또는 酸化물을 熔融하여 急冷하는 것도 試圖되고 있다. 燒結에 대해서는 별로 체계적으로 연구된 것이 없으며, 燒結密度를 올리거나 粒子(grain)들을 나란히 하기 위해 hot pressing, sinter-forging, powder rolling 등이 試圖되고 있다.

超電導體의 사용에는 電流密度가 보통 10⁵A/cm² 이상이어야 하는데, 粉末方法으로 만든 多結晶體에서는 最高電流密度가 약 10³A/cm²(液體室素溫度)에 그치고 있어 線材등의 응용에 큰 어려움을 주고 있다. 그러나, 結晶의 方向性이 있는 薄膜에서는 C軸의 직각 방향으로 電流密度가 10⁵A/cm²에 도달할 수 있음을 보여주어⁹⁾ 어느 정도의 가능성은 있는 것으로 보인다. 多結晶體에서 電流密度가 낮은 이유는 粒界에 있는 不純物이나 다른狀, 또는 電磁氣特性의 二方向性을 들고 있는데, 이 문제를 해결하기 위하여 한 方向으로 늘어선 粒子들의 형성도 제안되고 있다.¹⁰⁾ 電流密度의 증가는 線材實用化의 큰 難題로 남아 있으며 이에 많은 研究가 집중되고 있다. 이 문제의 해결을 위해서 소위 flux-pinning의 가능성도 규명되어야 할 것이다.

薄膜(thin film)에 對한 研究는 computer 등 주로 電子 분야의 응용 때문에 많이 진행되고 있다. Electron beam, ion beam, magnetron sputtering, MBE 方法 등

이 試圖되고 있으며, epitaxial 成長을 시키면 a-b面(Cu-O原子面)으로는 電流密度가 10⁵A/cm²(液體室素溫度에서) 가량 되어¹¹⁾ 實用가능성이 꽤 큰 것으로 나타났다. 따라서, 薄膜材料는 몇년내에 實用化되리라고 기대하는 사람도 많다.

최근에는 室溫 또는 더 높은 溫度에서도 超電導성이 있다는 보고가 많이 있으나 아직 확인은 안되었다. 이러한 物質의 組成과 結晶構造도 이미 규명된 것으로 알려져 있으나 아직 공식으로 발표는 안되었다. Ba₂YCu₃Ox에 fluorine을 첨가하면 超電導臨界溫度가 올라가는 것으로 발표되었으나¹²⁾ 이는 再現性이 없어 믿기 어려운 결과로 판명되었다. 室溫超電導物質은 대부분 不安定하여 며칠, 또는 몇주후에는 超電導성이 없어지는 것으로 알려져 있다. 지금의 추세로는 室溫超電導體의 확실한 발견도 시간문제인 것 같다.

結論적으로 Ba₂YCu₃Ox系 材料의 合成과 製造는 비교적 잘 알려진 在來式 方法으로 되고 있다. 따라서, 우리가 쉽게 생각할 수 있는 일반적인 方法은 이미 다 試圖되었다고 볼 수 있다. 그러나, 生産을 위한 工程의 最適化는 아직 안된 상태이다.

이 분야의 연구를 처음으로 시작하는 사람들은 흔히 室溫超電導體의 발견에 관심을 갖게 되나, 이에 관한 物理學的 基礎的 理論도 定立되어 있지 않으므로 組成 변화의 방향도 찾기 힘든 형편이다. 따라서, 이러한 研究는 賭博性을 많이 갖게 되어, 그 成敗는 運에 많이 달리게 된다. 그러므로 美國에서는 超電導를 研究하는 材料科學者들 中 약 10% 이하만 室溫超電導體의 發見에 主力하는 것으로 알려지고 있다.

全世界에서 수만명의 과학자가 高温超電導體研究에 몰두하고 있으므로, 중요한 연구는 1~2年內에 끝날 것이라는 見解도 있다. 이같은 상황에서 의미있는 研究의 방향을 摸索하는 것이 중요한 일이라 하겠다.

참 고 문 헌

- 1) 金道然, 姜錫重, 尹德龍, “酸化물 超電導體”, 窯業材料의 科學과 技術, 2卷, pp.172(1987)
- 2) 權純宙, “超電導性的 理論과 應用”, 新金屬, 第21號, pp.2(1987)
- 3) 金廷九, “超電導體의 研究開發現況과 展望”, 新金屬, 第22號, pp.3(1987)
- 4) 太刀川恭治 “超電導材料의 進歩”, 新金屬 第22號, pp.11(1987)

- 5) D.Dagani, clem. & Eng-News, May, pp.7(1987)
- 6) P.K.Galloger, Advanced Ceramic Materials Vol. 2, No. 3B, pp.632(1987)
- 7) J.D.Jorgensen, et al(submitted to Phys, Rev).
- 8) R.S.Roth,et al, Advanced Ceramic Materials, Vol, 2, No.3B, pp.303(1987).
- 9) P.Chaudhari, et al, J. Phys. Rev. Lett. Vol. 58, pp. 2684 (1987)
- 10) J.W.Ekin, et al, J.Appl, Phys.(submitted for publication)
- 11) S.R.Ovskinsky, Phys. Rev.Letters, Vol.58, pp.2579(1987)

세계의 과학

자료처리 장치개발 : 휴대형 컴퓨터

휴대형 컴퓨터에 프로그램이나 문서파일, 데이터 등을 손쉽게 저장해 둘 수 있는 장치가 개발됐다.

磁氣테이프타 디스크를 사용하는 기존의 파일링 시스템은 부피가 크고 비싸며 전력소비도 많아 Z88과 같은 휴대형 컴퓨터에 사용하기에는 어려움이 많다. Z88은 클라이브 신클레어(Clive Sinclair) 경이 설립한 벤처기업인 케임브리지 컴퓨터社의 휴대형 컴퓨터로 이 회사 제품인 Z80, Z81, ZX Spectrum, QL등의 가정용 컴퓨터는 400만대 이상이 판매됐다.

경영자들이 여기저기 옮겨다니며 활용할 수 있는 이 휴대형 컴퓨터는 크기가 293×209×23mm로 A4 용지보다 작고 무게도 1kg이 안된다.

Z88의 자료저장 장치는 분리형 EP롬(자외선 消去型 판독전용 기억소자)카트리지로 구성돼 있다. Z88은 기억용량이 1메가바이트(MB)인 이 카트리지를 3개까지 부착할 수 있다. 하나의 파일이 수록되면 Z88컴퓨터는 일반적으로 프로그램을 EP롬에 옮기는 방법과 비슷한 기술로 이것을 EP롬에 프로그램한다.

이 카트리지를 사용하여 32KB의 램을 내장하고

있는 Z88의 기억용량을 3MB까지 확장시킬 수 있다. 램이나 EP롬 카트리지는 건전지를 전원으로 사용, 프로그램이나 데이터를 계속 보관시켜 둘 수 있다.

Z88은 128KB의 롬에 광범위한 프로그램을 수록해 두었기 때문에 다른 프로그램을 따로 수록할 필요가 별로 없다. 또 워드프로세서, 스프레드시트, 데이터베이스, 계산기, 일지 및 달력, 알람기능을 갖춘 시계 등 다양한 기능도 갖추고 있다. 언어로는 처리속도 및 성능이 우수한 BBC BASIC을 사용하며 Z80어셈블러 언어도 쓸 수 있다.

동시(순간적인 기능변화)모드를 채용해 워드프로세서에서 데이터베이스 등으로 순간적인 기능변환이 가능하다. 또 많은 일을 동시에 수록이나 로딩 없이도 시작할 수 있다.

Z88에 쓰이는 또 하나의 혁신적인 기술은 슈퍼트 위스트 액정표시장치(LCD)이다. 이것은 주업무 처리할 때는 한 줄에 80자를 표시하지만, 전체 구성을 볼 필요가 있을 경우에는 한 페이지 전체를 표시할 수 있어 문서편집시에 유용하게 활용할 수 있다.