

제2세대 고온초전도 선재 특집을 내며

유 상 임
서울대학교 재료공학부

제2세대 고온초전도 선재의 국내 개발을 선도하고 있거나 앞으로 그 역할을 담당할 분들을 모시고 본 학회지의 특집을 내게 된 것에 대해 1987년부터 고온초전도 재료를 연구해 온 필자로서도 감회가 새롭다. 먼저 바쁜 일정에도 불구하고 흔쾌히 원고 청탁을 수락하시고 알찬 내용의 특집 원고를 써주신 모든 분들께 감사드리고 싶다. 또한 2세대 선재의 성공적 국내 개발을 독려하며 지원을 아끼지 않고 있는 프론티어 사업단의 류강식 단장에게도 지면을 통해 감사드리고 싶다.

고온초전도체 분야를 잠시 돌이켜 보면, 1986년 임계온도 (T_c) 30 K이 넘는 $(La, Ba)_2CuO_4$ 고온초전도체의 발견 직후, 1987년 90 K급 YBCO 초전도체가 발견 됨에 따라 액체 질소를 냉매로 한 고온초전도체의 산업적 응용을 위한 연구개발이 촉발되는 계기가 되었다. 이 후 수년 내에 T_c 가 각각 최고 105, 125, 134 K을 나타내는 Bi-Sr-Ca-Cu-O계, Tl-Ba-Ca-Cu-O계, Hg-Ba-Ca-Cu-O계의 발견으로 이어졌지만, 현재까지 10여년 동안 T_c 가 더 높은 재료는 발견되지 않고 있다. 한편, 수천종에 이르는 저온초전도체 가운데 실제 상용화된 것은 Nb 및 Nb-Ti합금(9 K급)과 Nb₃Sn(18 K급)이 주종을 이루듯이 많은 고온초전도 재료 가운데에도 실제 응용성이 있는 재료는 YBCO와 BSCCO 뿐으로 평가되고 있다.

고온초전도체의 산업적 응용은 소재의 유형에 따라 크게 선재(wires and tapes), 벌크(bulks) 그리고 박막(thin films)으로 나눌 수 있다. 박막의 경우 주로 YBCO를 재료로 하여 통신 기지국용 마이크로파 필터가 상용화되어 있으며, 초 고감도 자기 센서인 SQUID 소자의 다양한 산업적 응용이 모색되고 있다. 벌크 응용도 크게 진전되어 개발되고 있는 flywheel energy storage system의 전력저장용량이 꾸준히 늘고 있고, 벌크 초전도자석은 자기분리기의 핵심 부품으로 상용화가 임박했

다. 선재나 박막은 Nb-Ti 합금과 Nb₃Sn으로 대표되는 소위 저온초전도 재료가 이미 실용화되어 있으나 고가의 액체 헬륨을 월등히 경제적이며 풍부한 액체 질소로 대체할 수 있는 고온초전도 선재 개발 경쟁이 미국, 일본 및 유럽등의 선진국을 중심으로 활발하게 전개되어 왔다. 그 결과 고온초전도 선재의 경우, 제1세대인 BSCCO의 km급 선재가 이미 상용화되어 있고, 뒤 이어 최근에는 BSCCO 보다 여러 특성면에서 우수한 YBCO를 장선화하려는 소위 제2세대 선재(coated conductor)의 개발이 미국, 일본 및 독일을 중심으로 활발하게 진행되고 있다. 우리나라에서도 2년전부터 프론티어 사업을 통해 2세대 선재 개발에 착수하여 연구개발이 진행되고 있다. 결국 21C 초에 초전도시대가 도래할 것이라는 예상이 현실화 되어 가고 있는 것이다.

위에서 간략히 살펴 본 고온초전도 응용분야 가운데, 가장 대규모의 산업적 응용이 기대되며 또한 상용화가 가시권으로 들어온 2세대 선재에 대한 국내외 연구개발 현황과 전망을 본 특집에서 집중적으로 조명하고자 한다.

저자이력



유상임(劉相任)

1959년 10월 10일생, 1982년 서울대학교 무기재료공학과 졸업, 1984년 동 대학원 무기재료공학과 졸업(공학석사), 1992년 Iowa State Univ 졸업(공학박사), 1992-1993년 US-DOE Ames Lab Postdoc, 1993-1995년 SRL-ISTEC 초빙연구원, 1995-1998년 Railway Technical Research Institute 주임연구원, 1998-현재 서울대학교 재료공학부 부교수