

한국과학기술연구원 초전도소자연구팀

한택상
한국과학기술연구원 정보소자센터

한국과학기술연구원 초전도소자연구팀은 재료연구부 정보소자센터에 속해 있으며, 박사급 연구원 4인을 포함하여 7인의 연구원이 고온초전도 연구를 수행하고 있다. 1987년 고온초전도체가 발견되고 우리나라에서도 과학기술부의 국책연구과제로 고온초전도에 대한 연구가 시작되던 1988년초에 본 연구팀이 구성되어 그 동안 고온초전도 연구를 수행하여 왔다. 처음 2-3년간은 고온초전도 재료 및 소재에 대한 연구도 수행하였으나, 1990년대 초부터는 국내 초전도 연구팀의 역할 분담 측면과 연구팀의 특성 및 특기를 살린다는 취지에서 우리 연구팀은 고온초전도 박막을 이용한 전자소자에 대한 연구를 주로 수행하였다.

처음에는 고온초전도 박막 소자 중 적외선 센서와 마이크로파 소자 연구를 수행하여 고온초전도 적외선 센서와 마이크로파 공진기 및 필터를 개발하였다. 그 이후 1995년부터는 초전도 디지털 전자소자인 단자속양자(SFQ; Single Flux Quantum) 소자에 대한 연구를 병행하였고, 1997년에 과학기술부의 중점국가연구개발사업으로 고온초전도 2단계 연구가 시작되면서 본 연구팀은 SFQ 디지털 소자의 연구에 전념하고 있으며, 부분적으로 적외선 센서에 대한 연구를 병행하고 있다. 연구 장비로는 rf sputtering system, laser ablation system, ECR ion milling 등의 박막 제조 및 소자 제작 장비와, SFQ 특성 측정 장치, 저온 특성 측정 장치 등의 각종 측정 장치를 갖추고 있으며, 그 외에 다수의 연구원 공동 장비를 활용하여 연구를 수행하고 있다.

초전도체를 이용한 초고속 전자소자인 SFQ 디지털 소자 기술의 가장 두드러진 특징은 빠른 작동속도와 저 소모전력에 있다. 초전도 전자소자는 다른 반도체 소자에 비하여 100배 이상의 빠른 작동속도를 가지는

데에 비하여 소모 전력은 천 분의 일 수준으로 매우 작다. 현재 사용되고 있는 대부분의 디지털 전자회로에는 반도체 소자가 사용되고 있으며 실리콘(Si)을 사용한 CMOS 기술이 핵심을 이루고 있다. 그러나 현대의 급속한 정보통신 기술의 발달은 초고속의 정보통신망과 초고속 컴퓨터와 같은 빠른 속도로 작동하는 전자 기기를 요구하게 되고, 이를 뒷받침하기 위하여 점점 더 빠른 전자회로의 개발이 요구되고 있다. 현재까지는 집중적인 투자가 이루어져 온 반도체에 전적으로 의존하고 있으나 반도체의 경우 소자의 작동속도를 높이기 위한 노력이 계속되고 있음에도 불구하고 앞으로 한계에 부딪칠 가능성이 크다. 이와 같은 초고속 소자의 실현은 초전도 디지털소자 또는 초전도/반도체 하이브리드 소자에 의하여 이루어질 수 있을 것으로 전망하고 있으며, 이것이 실용화되면 초고속 컴퓨터는 물론이고 정보유통의 고속화, 무선 비디오 시스템, 무선 화상통신, 초고속 정보통신 등에 혁명을 가져오며, 전자산업 전반에 걸쳐 매우 큰 파급효과를 가져올 것으로 예상하고 있다.

본 연구팀에서는 이와 같은 세계적인 연구 추세를 감안하여 초전도 초고속 디지털 전자소자 개발에 대한 연구에 집중하고, 현재 과학기술부의 중점국가연구개발사업으로 연구를 수행하고 있다. 이 연구에는 한국전자통신연구원과 인천대학교가 같이 참여하고 있으며, 현재까지 고온초전도 접합을 사용한 RS flip-flop, shift register 등의 단자속양자 소자 핵심 기초 기술을 확보하고 더욱 진보된 연구를 위하여 노력하고 있다. 그림 1에 본 연구팀에서 개발한 단자속양자 소자를 보여 주고 있다. 이 소자는 고온초전도 쌍결정 접합을 이용하여 제작한 flip-flop 회로로서 60K의 온도에서 정상적으로 작동함을 확인하였다.

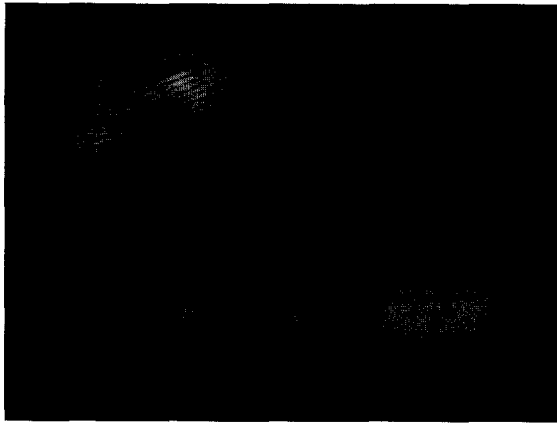


그림 1. 고온초전도 단자속양자 RS flip-flop 소자

그림 2는 고온초전도 4-bit shift register 회로의 현미경 사진이다. 8개의 쌍 결정 접합으로 이루어진 이 회로에 데이터를 생성시키고 shift 시키면서 작동한 결과 그림 3에서 보는 것처럼 50회의 반복 작동에서 한번의 오류도 발생되지 않고 정확하게 작동함을 알 수 있었다. 이러한 소자의 제작 및 작동 결과는 외국에도 뒤지지 않는 연구 결과로서 지난해 개최된 국제초전도응용학회에 발표하여 외국 과학자들의 주목을 받았다. 여기에 보인 RS flip-flop 및 shift register 회로는 초전도 디지털 전자소자의 기본이 되는 회로로서, 본 연구실에서 수행한 연구 결과와 축적된 기술을 활용하여 앞으로 더욱 진보된 형태의 디지털 소자 개발에 대한 연구를 수행하고자 한다.

본 연구팀이 SFQ 디지털 소자 개발 연구를 수행하고 있으나, 연구 역사가 짧고, 연



그림 2. 고온초전도 4-bit shift register 회로의 현미경 사진

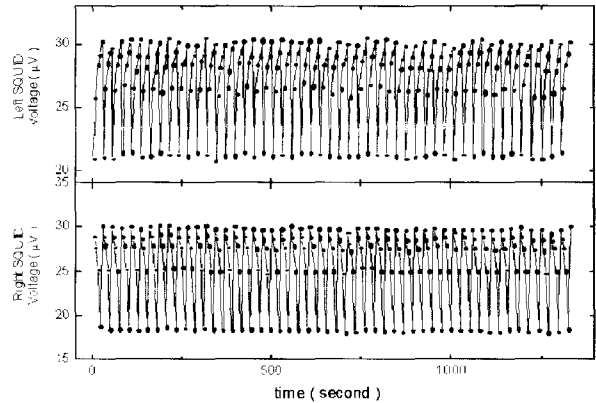


그림 3. 4-bit shift register의 작동 결과

구장비나 시설, 인력 등의 연구 여건이 외국에 비하면 매우 취약하고 열악하다고 할 수 있다. 그러나 연구원들은 앞으로 더욱 더 우수한 연구 결과를 얻기 위하여 열심히 연구하고 있으며, 초고속 디지털 소자 분야에서 세계적인 연구팀이 되고자 노력하고 있다. 앞으로 이 분야의 연구를 수행하는 국내의 타 연구팀과도 계속해서 긴밀한 유대관계를 유지하고, 우리 나라가 이 분야의 연구를 주도적으로 이끌어 갈 수 있도록 노력하여 이 분야의 연구 발전에 이바지하고자 한다.

저자이력



한택상 (韓擇相)

1952년 6월 16일생, 1978년 서울대학교 재료공학과(학사), 1987년 동 대학원 무기재료공학과(석사), 1991년 동 대학원 무기재료공학과(박사), 현재 한국과학기술연구원 책임연구원