

## 미래 전자산업의 총아 조셉슨素子

미래 전자산업의 총아로 조셉슨소자(素子)가 주목된지 오래다. 조셉슨소자를 이용하면 실리콘 반도체를 사용하는 지금의 초고속 컴퓨터의 처리능력 한계를 10배 이상 높여줄 수 있는 꿈의 초고속 컴퓨터를 만들 수 있다는 것이다.

### 케임브리지 대학원생이 발견

조셉슨소자란 조셉슨효과를 이용하는 소자를 뜻한다. 조셉슨효과란 1962년 당시 케임브리지대학 대학원생이었던 브라이언 D 조셉슨이 대학부설 문드연구소에서 초전도 현상을 연구하던 중 발견한 것으로 초전도체 사이에 절연체를 넣고 이곳에 극초단파 (microwave)를 쬐여주면 전류가 절연체를 통해 흘러 들어가는 현상을 말한다. 전류가 절연체를 뚫고 흘러 들어가는 것은 이곳에 양자화(量子化)현상이 일어나기 때문이다. 이같은 사실은 1963년 벨연구소의 P.W. 앤더슨 등에 의해 실험적으로 확인됐다. 이로 해서 조셉슨은 1973년 노벨물리학상을 탔다.

조셉슨소자는 (1)컴퓨터의 논리와 기억 (2)미약한 자계(磁界)의 검출 (3)미약한 전파의 검파 등 광범한 분야에 이용할 수 있을 것으로 기대가 크다.

조셉슨소자는 전기를 끊고 연결하는 스위칭 속도가 실리콘소자에 비해 20~50배 빠르면서 전기소모는 1천분의 1에 지나지 않는다. 조셉슨소자는 전기소모가 이같이 적기 때문에 회로(回路)의 집적도(集積度)를 높여 컴퓨터를 한층 소형화할 수 있다. 일본전기회사는 1982년 4월 조셉슨 논리회로를 게이트당 10.8피코초(1피코초

는 1조분의 1초)가 되는 세계에서 가장 빠른 속도를 실현했다고 발표한바 있다.

컴퓨터 과학자들은 조셉슨소자의 이같은 이점을 이용하면 스위칭의 속도를 지금보다 획기적으로 높일 수 있다는데 주목하고 있다. 즉 전자(電子) 하나하나의 움직임이 스위칭의 효과를 낼 수 있어 이를 이용할 때 처리속도는 물론 기억용량도 지금의 실리콘 컴퓨터에 비해 획기적으로 높이게 될 뿐 아니라 전력소모를 이 상치까지 낮출 수 있어 전기저항에 따른 발열 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 길이 열리게 될 것으로 보고 있다.

### 꿈의 초고속컴퓨터 생산가능

조셉슨소자가 실현되면 초고속 컴퓨터의 처리 속도를 획기적으로 높여줄 것이다. 초고속 컴퓨터는 최신예 항공기와 원자력발전소 같이 정밀하고 복잡한 기계나 장치의 설계에서 우주선을 쏘아올리는 일은 물론 날씨예보의 적중률을 올리는 일에 있어서도 없어서는 안될 중요한 기기이다. 뿐만 아니라 첨단산업을 일으키고 최신 과학기술을 발전시키는 데도 초고속 컴퓨터는 필수품이 되어 있다. 따라서 초고속 컴퓨터의 성능을 높일수록 일기예보 적중률을 그만큼 올리고 첨단기술과 최신 과학기술의 발전속도를 그만큼 높일 수 있다. 세계가 보다 빠른 초고속 컴퓨터 개발에 힘을 쏟고 있는 것은 여기에 있다.

그러나 실리콘을 사용하는 지금의 초고속 컴퓨터는 계산능력을 높이는데 한계가 있다. 컴퓨터는 0과 1 다시 말해서 전기가 들어오고 나가게 하는 일(switching)

조셉슨素子が 미래 전자산업의 총아로 관심을 모으고 있다. 조셉슨소자를 이용하면 실리콘 반도체를 사용하는 지금 초고속컴퓨터의 처리능력을 10배 이상 높일 수 있는 꿈의 초고속 컴퓨터를 만들어낼 수 있기 때문이다.

을 얼마나 빨리하느냐에 따라 처리 속도가 판기를 난다. 따라서 컴퓨터가 작업능력을 높이려면 우선 스위칭 속도가 빨라야 한다. 현재의 실리콘 반도체는 이를 위해 집적도를 높이는 일은 물론 스위칭의 속도를 높이는 데도 전기저항의 문제로 해서 한계가 있기 마련이다.

대형컴퓨터가 할 수 있는 처리능력은 1초에 15만회 정도. 초고속 컴퓨터는 이보다 계산속도가 20배 이상 빠른 것을 말한다. 현재 우리나라에 들어와 있는 초고속 컴퓨터인 크레이는 1초에 1억회 정도의 계산능력을 갖고 있다. 컴퓨터가 1초에 1백만번 계산할 수 있는 속도를 밍스(MIPS = Million Instruction Per Second)라 한다.

현재 개발된 초고속 컴퓨터의 계산 속도는 5백~6백밍스. 그리고 곧 1초에 1백억회의 계산능력을 갖는 초고속 컴퓨터가 탄생할 것으로 보고 있다. 조셉슨 효과는 이미 전압(volt)의 표준을 보다 정확히 할 수 있는 길을 열어 놓았다. 한국표준과학연구원 이래덕(李來德) 박사(전기자기연구팀장)는 조셉슨효과를 이용, 1993년 7월 미국, 독일, 일본에 이어 세계에서 네번째로 국가전압표준용 조셉슨 어레이소자를 개발했다.

### 전압오차 10억분의 1

종전에 사용해 오던 전압표준기는 화학전지(weston cell)를 이용했기 때문에 온도와 진동 등에 따라 수치가 달라져 어려움이 많았다. 그러나 조셉슨 전압표준기는 오차가 10억분의 1에 지나지 않는 정확도를 갖고 있다. 따라서 국제도량형위원회(CIPM)산하 전기자문위원회(CCE)는 1990년 1월1일 국가전압표준을 조셉슨 전압표준기로 사용토록 결의했다. 이에 따라 선진국은 전

압의 표준을 조셉슨표준기로 사용하고 있다. 따라서 선진국에 수출되는 정밀 기계는 물론 일반전자제품도 조셉슨표준기의 기준에 맞지 않으면 안되게 되어 있다.

李박사팀은 초전도체인 나이오븀을 사용해서 2천5백20개의 조셉슨 터널접합을 일렬로 배열함으로써 70~90기가헬즈 마이크로파를 가해줄 때 2볼트의 전압을 50억분의 1 정도의 오차범위 안에서 나타낼 수 있도록 한 것이다. 따라서 우리나라는 세계에서 네번째로 전압에 대한 국가표준에서 독립을 선언하게 됐다. 이로 해서 우리나라에서 만들어지는 각종 전기전자정밀기계는 우리의 힘으로 전압의 표준을 선진국격에 맞출 수 있게 됐다.

조셉슨효과는 또한 미약한 자계(磁界)를 알아낼 수 있어 각종 질병을 진단하는 일에서 획기적인 전기를 마련해 줄 것으로 보인다. 사람을 포함한 모든 생물은 화학적인 반응에서 얻어진 에너지로 생명활동을 하고 있다. 생체화학반응에는 모든 화학반응이 그러하듯 전자의 이동이 있게 마련이다. 그래서 생명활동엔 미세하나마 전자장(電磁場)이 발생하기 마련이다. 이 미세한 전자장의 형태를 잡아 분석해 보면 생체세포 수준에서의 이상을 찾아낼 수 있다. 따라서 조셉슨효과는 오늘의 최첨단 진단장치인 자기공명진단장치(MRI)를 뛰어넘는 획기적인 새로운 진단장치의 등장을 내다보게 한다. 특히 심장의 이상을 초기에 알아내는 획기적인 진단장치가 탄생할 것으로 기대하고 있다.

### 우주속의 미약한 전파도 포착

조셉슨효과를 이용하면 또한 미약한

전파도 잡아낼 수 있어 우주의 신비를 캐는 일에도 새로운 길을 열어 줄 것으로 기대하고 있다. 우주에는 눈에 보이지 않지만 수많은 전파가 빛의 속도로 날아들고 있다. 우주 속의 전파는 대부분 별 자체에서 만들어진 것이지만 그 중에는 외계의 고등생명체로부터 보내 온 메시지가 담긴 것이 있을 수 있다. 조셉슨효과를 사용하면 바로 우주 속의 지구 이외의 문명된 사회로부터 보내 온 전파를 잡아낼지도 모른다.

많은 과학자들이 외계 고등생물의 존재를 믿고 있기 때문이다. 과학자들은 우리 태양계가 속한 은하계만 해도 생명체를 품고 있을 행성이 자그마치 백만개에 이를 것으로 보고 있다. 이는 은하계가 태양과 같은 항성을 천만개를 수용하고 있으며 항성 하나가 평균 4~5개의 행성을 거느리고 있을 뿐 아니라 이들이 생명체를 탄생시킬 충분한 시간을 갖고 있다는데 바탕을 두고 있다. 뿐만 아니라 과학자들은 우주로부터 날아들어 온 운석에서 생명체의 기본단위가 되는 아미노산과 같은 유기물을 찾아낸 것이다.

미국 과학아카데미는 이같은 사실에 바탕을 두어 외계에 생물이 존재한다는 것은 이제 부인할 수 없는 사실로 받아들일 수 밖에 없다는 견해를 펴고 있다. 또 국제연합교육과학문화기구(UNESCO)와 유럽우주국(ESA)이 공동으로 1979년 11월 파리에서 가진 외계생물에 대한 과학자들의 견해를 알아 보는 모임에서도 같은 의견이 나왔다. 조셉슨의 우연한 과학적인 발견이 이같이 예기치 않은 전혀 새로운 첨단과학기술 분야의 문을 열어 놓게 된 것이다. (光)