마 이 크 로 머 신

머리카락 보다 더 작은 밸브·터빈 등 제작 초소형 센서 실용화 의료분야 활용 큰 기대

1백만분의 1㎜의 정밀도 가져야

전자산업은 작은 칩 위에 트랜지스터의 수를 18개월마다 2배로 늘려가고 있다. 그래서 우표 크기의 면적에 수백만개의 미세 소자(素子)를 장치할 수 있게 되어 오늘의 휴대전화와 PC 시대를 열었다.

연구자들은 요즘 이와 같은 반도체 제작기술을 이용해서 미세한 들보와 홈 및 톱니바퀴는 물론 생물의 막(膜) 구조에서 모터까지 만들어냈다. 그래서 이들 장치를 이용해서 원자를 배열하고 1백만분의 1리터의 극미한 양의 액체를 퍼 올려 제어할 수 있게 되었다. 이들 마이크로 부품들의 크기는 머리카락의 수분의 1에 불과하다. 그리고 트랜지스터와 같이 수백만개의 부품을 동시에 짜 맞출 수 있다.

마이크로머신(microscopic machines)에 대한 기반기술은 20세기 초 원자물리학의 발달로 싹 텄지만 본격적인 연구가 시작된 것은 80년부터였다. 마이크로머신은 미세한 작업 또는 좁은 공간 속에서 작업을 할 수 있게 하는 높은 기능을 가진 미소기계를 뜻한다. 일반 기계가 m 단위의 크기에 mm 단위의 정밀도를 갖고, 정밀 기계가 cm 단위의 크기에 1천분의 1mm 단위의 정밀도를 갖는 것이라면 마이크로머신은 mm 단위 크기에 1백만분의 1mm의 정밀도를 갖는 것을 말한다.

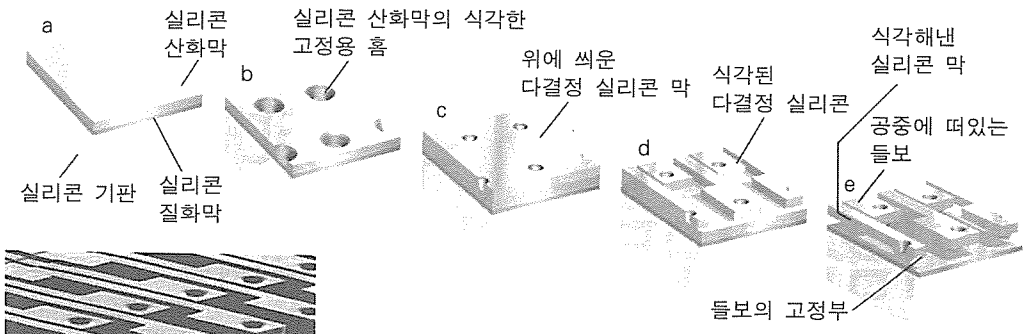
마이크로머신 제작(micromachining)기술은 반도체 제작기술의 발달이 큰 영향을 주었다. 그러나 반도체 제작기술은 평면적인 것(2차원)이어서 3차원적인 제품 생산엔 이용할 수 없다. 마이크로머신 제작기술이 큰 발전을 보게된 것은 독일에서 X선 석판술(lithography)을 이용하는 특수공정(LIGA)이 개발되면서부터이다.

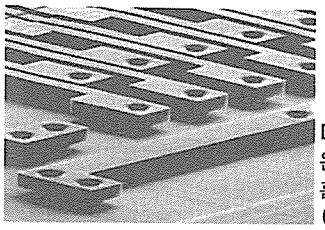
마이크로머신은 70년대 반도체 제작기술과 주변회로를 내장한 센서의 개발을 시작으로 80년대 초 스프링, 캔틸레버 등의 미세 기계부품을 만들 수 있게됐고 80년대 후반 마이크로그리퍼, 모터, 기어 등이 만들어졌다. 그리고 90년대 들어와 센서와 논리회로 그리고 미세작동기(actuator)가 들어간 마이크로 메카트로닉스(micro mechatronics:기계와 전자공학을 결합시킨 미세기술)로 발전했다.

마이크로머신 가운데 가장 먼저 실용화된 것은 초소형 센서이다. 초소형 센서는 자동차의 유압장치와 환자의 상태를 알아보는 진단기구에 이용되고 있다. 아스피린 알약 크기의 진단용 센서를 삼키면 입-식도-위-십이지장-소장-대장-항문에 이르는 센서가 통과하는 모든 곳의 온도에서 산도(酸度) 등 정보를 알려오는 초소형 진단기구가 개발되어 이용되고 있다.

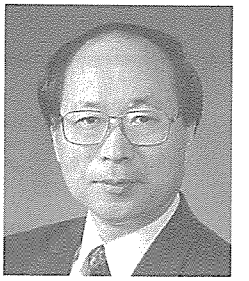
마이크로머신 제작기술은 눈부신 발전을 거듭하고 있다. 머리카락 굵기보다 더 작은 프로펠러(1백분의 1mm)와 터빈(1백분의 5mm)이 개발됐다. 터빈은 정전기를 이용해서 자동차엔진 보다 훨씬 빠른 분당 2만 회전을 시키는데 성공하고 있다. 마이크로머신 기술이 지금과 같은 추세로 계속 발전해간다면 2천년대 초쯤 혈관을 타고 들어가 혈관의 질환은 물론 심장병을 치료하는 로봇이 등장할 것으로 내다보고 있다.

현재 마이크로 센서만 해도 시장규모가 15억달러에 이르고 있으며 이는 10년 후 5백억달러 수준으로 커질 것으로 보고 있다. 미국과 일본 등 선진 여러 나라가 마이크로머신과 마이크로머신 제작기술 개발에 큰 힘을 쏟고 있는 것은 여기에 있다.





미세한 들보 : 에어백을 작동하는 가속도 센서의 일부이다. 제작공정은(a) 실리콘기판의 표면에 실리콘 아질산막(절연체)을 만든 다음(b) 홈을 석판 인쇄술로 식각 실리콘 산화물이 들보의 고정추를 만든다 (c) 다결정 실리콘막을 입혀(d)들보 형태를 석판인쇄술과 식각으로 만든다(e) 마지막으로 실리콘 산화막을 식각 기판으로부터 떠있는 들보를 완성한다



李光榮
〈전북대 초빙교수/본지 편집위원〉

제작기술 미국·일본·독일이 앞장

최근 일본에서 손가락 끝에 올려놓을 수 있는 초소형 자동차를 개발했다해서 세계에 화제를 일으킨 일이 있다. 초소형 자동차를 어디다 쓸 것인가고 반문할 사람이 있을지 모르나 마이크로머신의 용도는 무한히 뻗어갈 것으로 보인다.

마이크로머신과 마이크로머신 제작기술에서 지금 앞서가고 있는 나라는 미국과 일본 그리고 유럽이다. 미국은 80년대 초 캘리포니아 버클리대학(U.C. Berkeley)을 중심으로 미시간대학, MIT, 스탠포드대학, IBM, 포드, GM, 노바센서 등이 참여하고 있다. 일본은 통상성(通商省)의 대형과제로 선정해서 91년부터 2천년까지 10년동안 2백50억엔의 연구비를 투입했으며 동경(東京)대학·동북(東北)대학 등 대학과 도요타·토시바·히다치니콘·FANUC 등 기업이 참여 연구개발에 큰 힘을 쏟고 있다.

유럽은 독일의 베를린공과대학·프라운호퍼연구소를 중심으로 LIGA공정을 이용해서 미세 기계 구조연구를 하고 있고 네덜란드의 델프트대학, 스위스의 뉴카텔대학에서 센서와 미세 작동기에 대한 연구를 진행 중이다.

마이크로머신과 마이크로머신을 만드는 기술은 전자산업에서 마이크로부품, 기계산업, 의료분야 등 응용범위가 무척 넓다. 반도체 제작에서 광섬유를 연결하는 일은 물론 극소형 유량·압력·속도·온도·위치·가스·광 등의 센서 제작과 인공청각·인공시각·몸 안에 직접 들어가 진단과 치료를 할 수 있는 진단과 치료장치에서 사람이 접근할 수 없는 원자로의 노심 부분과 복잡한 화학공장의 배관 등을 점검해서 수리하는 초소형 로봇 등 이루 헤아릴 수 없을 정도이다.

이와 같은 마이크로머신과 마이크로머신 제작기술이 발전하면 그 이용범위는 대단히 커질 것이 틀림없다. 마이크로머신이 우선 진가를 발휘하게 될 곳은 복잡한 얼개를 갖는 석유화학공장을 비롯한 정밀화학공장이다. 이들 공장은 수많은 파이프가 얼기설기 얽혀 있어 고장이 났을 때 고장 부위를 찾기가 어려울 뿐 아니라 고장수리도 간단치 않다. 만일 고장 부위를 찾아내고 이를 수리할 수 있는 마이크로머신이 개발되면 이와 같은 문제는 어렵지 않게 해결할 수 있다.

마이크로머신이 보다 큰 기대를 갖고 있는 분야는 질병을 치료하는 의료분야이다. 마이크로머신기술은 이미 미세 현미경 수술 등 분야에서 큰 역할을 하고 있지만 마이크로머신이 보다 발전해서 독자적인 기능을 갖게되면 이용범위는 무척 커질 것이다.

의료분야의 이용은 크게 눈·코·뇌·혈관과 같은 곳을 수술할 때 사용하는 초소형 원격조정미세수술(Microsurgery), 미세혈관과 담관 등을 뚫고 들어가 진단하는 소구경내시경(Microendoscope), 인공세포나 인공혈구를 개발하는 마이크로캡슐(Microcapsule), 몸 안에 삽입하는 인공 청각기나 인공 시각기와 같은 인공 장기(Artificial organ), 진단과 치료용 초소형 기기(Micro pill), 유전병 등을 치료하기 위해 세포를 조작하는 세포조작(Cell manipulator) 등이 있다.