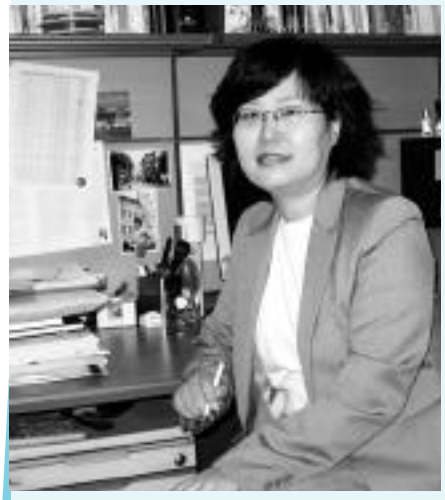
납땜 없는 전자제품 시대가 온다



유지영

현재 한국산업기술진흥협회 기술정책팀
1995년 6월부터 과학신문기자로 활동
2000년 과학기술단체총연합회 공로상 수상
각종 매체에 과학관련 원고 다수 연재

‘납’토양 오염의 주범으로 지목
나노기술로 새로운 솔더링 제시

“지지지직…지지직…정오 뉴스를 알려드립니다.” 까까머리 소년이 회로도에 따라 조심조심 트랜지스터에 납땜을 마치고 주파수다이얼을 조심스레 돌리는 순간, 스피커를 통해 방송국 아나운서의 목소리가 흘러나온다. 소년은 만세를 부르고, 그의 얼굴에는 승리의 표정이 스쳐지나간다.

누구나 학창시절에 한번쯤은 해봤을 라디오 만들기 실습. 커다란 상자를 털어서 나온 보잘것 없는 부품을 이리저리 꿰어 맞추면 뚝딱 훌륭한 라디오가 완성되니, 여간 신기한 일이 아니었다. 조립된 라디오를 책상 위에 올려두고 그 앞에 서 턱을 괴고 앉아, 흘러간 옛 노래를 흥얼거리고 있노라면 훌륭한 과학자가 된 듯 해서 저절로 뿌듯한 미소를 지어지곤 했다. 그때나 지금이나 마찬가지지만, 훌륭한 라디오를 만들기 위한 첫 번째 조건은 ‘회로도를 정확히 볼 것’, 그리고 ‘납땜을 잘 할 것’이다.

다 만들어진 라디오를 선생님께 검사를 맡을 때에도 납땜을 얼마나 꼼꼼히 잘 하느냐에 점수가 달렸다. 때문에 기술실습 시간 있는 날이면, 학생들은 하루 종일 납땜질을 하느라 여념이 없었다. 딱히 납땜질에 열을 올리는 것은 성적 때문만은 아니었다. 금속 덩어리에 불두를 갖다 대면 스르르 녹아 물처럼 되버리니 그 광경을 보는 것만으로도 재미가 있어, 시시때때로 납땜질을 하고 놀았던 것이다. 물론 책상은 납땜질로 인한 상흔들로 온통 지저분한 것은 당연했다.

여하튼 납땜은 우리에겐 전자제품의 필수기술로 인식되어 있다. 납 없는 전자제품은 상상조차 어렵다. 그런데 이제 전자제품에서 납이 완전히 사라질 전망이다.

이미 많은 전자제품은 납이 없는 새로운 땜(무연솔더) 기술이 적용되고 있고, 모든 전자제품으로 그 영역이 확장되고 있다. 아직 많은 장애가 있기는 하지만, 속속 개발되고 있는 차세대 솔더 기술로 전자업계에서 납이 사라질 날은 그리 멀지 않아 보인다.

'납' 토양 오염의 주범으로 지목

전자제품에 사용되는 납땜 기술이 문제가 된 것은 꽤 오래전의 일이다. 폐가전제품들이 쓰레기장에 매립되고, 여기서 갖가지 중금속성분들이 유출되어 토양을 오염시킬 뿐 아니라 지하수나 하천으로 흘러들어 식수를 오염시킨다는 지적 때문이다.

특히 중금속 오염은 제거가 쉽지 않은데다, 생체내에 축적되는 경우 배출되지 않아 심각한 질병으로 이어질 수 있어 심각한 문제로 대두되어 왔다. 그러나 납땜만큼 훌륭한 솔더 기술이 없었기 때문에, 여전히 납땜 기술은 전자제품의 주요 솔더 기술로 활용되어 왔던 것이 현실이다.

미국의 납 사용 실태 조사 결과 납을 주성분으로 한 땜납(솔더) 소재는 휴대폰이나 전자장난감과 같은 소비자제품들의 부품 접속을 위해 애용되고 있으며, 2000년 미국에서 사용된 전체 납의 10%가 이 같은 소비자제품에 사용된 것으로 조사됐다.

그러나 이런 조류가 최근 급격하게 변하고 있다. 유럽과 일본을 중심으로 납땜 전자제품의 생산 및 수입을 금지하려는 움직임이 일면서, 납땜을 대신할 새로운 솔더 기술의 개발이 활기를 띠고 있는 것이다.

납땜은 납과 주석 합금을 이용하는데, 이 기술이 오랫동안 사용되어 온 이유는 낮은 용융점과 높은 신뢰성 및 우수한 기계적 물성 때문이다. 납-주석 합금은 183도에서 190도 사이에서 용해되기 때문에, 다른 전자부품에 전혀 영향을 주지 않고 훌륭히 솔더를 할 수 있다.

이를 대체하기 위해 탄생된 대표적인 솔더 재료는 주석에, 구리, 비스무스, 아연 등, 니켈과 같은 금속들을 혼합한 재료들이다. 이 중에서 주석에 은과 구리를 더한 합금이 가장 널리 사용되고 있으며 전통적인 땜납을 대체할 것으로 여겨진다. 이 합금은 강도, 피로저항성, 가소성, 신뢰성에서 높은 점수를 얻고 있으며, 이미 일부 제품에 활용되고 있다.

그럼에도 불구하고 이들 소재가 완전히 납을 대체하지 못하는 것은 높은 녹는점 때문이다.

앞서 열거한 재료들은 217도에서 229도 사이에 서 용해되는데, 이는 용융점이 183도인 주석-납 솔더에 비해 30도 이상 높다. 용융점이 높다는 것은 사용시 여러 가지 공정 문제가 야기됨을 의미한다. 즉 솔더의 사용을 위해 온도를 더 높이면 원치 않는 응력이 발생하고 부품이나 소자의 치수안정성, 신뢰성, 기능에 문제가 생길 수 있다. 따라서 현재 사용되는 부품이 더 높은 온도에서도 견딜 수 있도록 조성이 바뀌어야 한다.

이런문제가무연기술(비납땜기술)의정착을방해하고있다.

나노기술로 새로운 솔더링 제시

그러나이런문제또한곧해결이될전망이다.

과학자들이속속낮은용융점을갖는새로운접착기술을선보이고있기때문이다.

조지아텍재료과학공학부석좌교수인C. P Wong은주석에기초한솔더에금속나노입자를도입하는방법으로문제의해결가능성을보였다.

C. P Wong 박사가제시한기술은전도성접착제를이용한방법인데, 이는금속분말(주로은)을고분자수지와혼합한것이다. 고분자수지는에폭시, 실리콘, 폴리이미드와같은물리적특성을좌우한다. 이전도성접착제는전통적인솔더에비해여러가지장점을지닌다. 이들은친환경적이며, 공정단계가간단하고공정온도또한낮다. 그에따라공정비용이낮고보다저렴한기재의사용이가능하며장치의크기를줄여들수있다.

그러나이기술에도아직단점이남아있다. 시간에따른전도성저하, 전도성능의한계, 낮은충격강도등이다. 따라서현재로서전도성접착제는LCD 구동칩과같은저전력소자에만일부적용되고있다.

그러나연구가진척되면서이또한해결이가능할것으로점쳐지고있다.

또최근에는미국펜실베니아주의핸스델에위치한MRI(Materials Resources International)사의연구진들이알루미늄/실리콘카바이드복합소재와그라파이트발포와같은소재를서로결합시킬수있는새로운무연솔더링기술을개발해화제를일으키고있다. 이기술은납땜과같이낮은온도에서결합이가능해차세대솔더링기술로주목받고있다.

연구팀은티타늄과같은미량의반응원소를가지고있는활성솔더합금을개발함으로써이같은성과를거뒀다. 알루미늄, 티타늄, 스테인레스스틸과같은내마모성의금속에존재하고있는세라믹과같은기지나층 또는산화물에용융된솔더합금이결합할수있역할을한다고연구팀은설명했다.

이밖에도필라델피아의EMPE(Electronics Manufacturing Productivity Facility)가무연솔더링기술에착수하는등 새로운무연솔더링기술개발을위한노력이가시화되고있다.

어쩌면납땜이라는말은억속의단어로사전속에서나찾아볼수있게될지도모르겠다.

발 • 특2006. 1