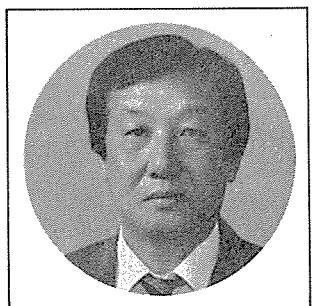


어려움을 이긴 과학자 이야기<2>

전자공학의
새지평을 연

잭 킬비



玄 源 福
(과학저널리스트)

20세기 과학기술의 얼굴인 컴퓨터를 비롯하여 미사일과 로보트에서 문서편집기와 복사기 그리고 텔레비전과 주방기구에 이르기까지 반도체가 들어 있지 않은 장치나 장비는 찾기 어렵게 되었다. 그러나 32년 전까지만 해도 반도체가 오늘날처럼 첨단기술산업에서 핵심적인 역할을 할 수 있으리라고 내다본 사람은 거의 없었

다. 반도체기술은 집적회로(IC)의 발명을 계기로 꽃을 피우기 시작한 것이다.

극비의 연구

1958년 5월 어느 날, 미국 텍사스주 달라스에 있는 텍사스 인스트루먼드(TI)사에는 7척 거구의 짚은 연구원 한 사람이 새로 들어 왔다. 수더분한 인

상에 말수가 적은 그의 이름은 잭 킬비(Jack St. Clair Kilby). 킬비가 TI사에 고용된 것은 특별한 목적이 있었기 때문이다. 트랜지스터 라디오 개발을 계기로 전자업계에서는 막 이름이 알려지기 시작한 이 기업은 이 무렵 전자업계를 지배하기 위한 야심적인 기술개발에 촉수하고 있었다.

당시 반도체소자로 쓰이고 있던 게르마늄은 높은 온도에서는 가동할 수가 없었다. 그래서 TI사는 새로운 반도체소자를 찾고 있었던 것이다. TI사의 패트릭 헤거티사장은 웬만한 온도에는 제한을 받지 않고 다양한 용도에 사용할 수 있는 반도체소자의 대상으로서 벌써부터 실리콘을 점찍고 있었다.

그는 벨연구소에서 실리콘을 다루고 있던 물리학자 고든 딜을 채용하여 물리학자인 윌리스 애드콕과 함께 실리콘 트랜지스터개발을 진행시켰다. 이 개발 프로젝트는 첨보기판도 혀를 내두를 정도로 철저한 보안아래서 진행되었다. 그러나 이들의 연구는 얼마 뒤 이른바 “수의 횡포”라는 장벽에 부딪치게 된다.

간결한 문장과 복잡한 회로

반도체 회로의 제작개념은 이를테면 우리가 문장을 만드는 것과 비슷하다. 문장 하나를 만들자면 명사, 동사, 형용사, 부사, 접속사 등 문장의 표

준구성요소가 있어야 하는 것처럼 하나의 회로를 만들기 위해서는 저항기, 콘덴서, 다이오드, 트랜지스터 등 제나름대로의 기능을 가진 필요한 구성요소가 있어야 한다. 문장이나 회로는 이런 구성요소를 여러 다른 방법으로 결합하여 각기 독특한 뜻이나 기능을 나타내게 된다.

그런데, 우리가 문장을 만들 때는 되도록 짧고 간결하게 작문해야 한다고 배웠으나 회로의 경우는 이런 기법이 통하지 않는다. 간결할수록 홀륭하다고 평가를 받는 문장과는 반대로 회로의 경우는 복잡할수록 더욱 많은 기능을 발휘케 된다.

그래서 오늘날 쓸모가 많다고 평가되는 회로 중에는 수백이나 수천개의 구성요소들을 연결한 것이 흔히 있다. 수십 만개의 트랜지스터와 이와 거의 같은 수의 다이오드, 저항기, 콘덴서를 연결하는 회로도 설계할 수는 있겠으나 실제로 이런 회로를 만들자면 이 모든 구성요소들을 일일이 와이어로 연결해야 하기 때문에 이런 종류의 회로를 만든다는 것은 거의 불가능하다.

더욱이 실제로는 구성요소마다 2개에서 20개에 이르는 연결부분을 갖는 일이 흔히 있어 10만개의 구성요소를 가진 회로라면 이 요소들을 묶는데 1백만 곳이나 접합해야 하는 경우도 있다. 이런 일은 하나하나 사람의 손이 가야하기 때문에 비용도 엄청날 뿐 아니라



▲잭 킬비

100만개나 되는 연결부분에는 몇 군데쯤 잘못된 곳이 있게 마련이다. 회로기능의 고도화를 요구하는 추세가 차츰차츰 심화되기 시작하면서 50년대 하반기에 이르러서 반도체업계의 앞길은 마침내 이 “수의 횡포”로 가로막혀 버렸다.

당시 RCA사는 회로의 모든 구성요소를 하나의 같은 크기와 모양으로 만들어 배선은 내장한 뒤 이 모듈을 이를테면 어린이들의 조립놀이를 하는 것과 같이 여러 개를 결합하여 하나의 회로를 완성한다는 이른바 마이크로 모듈이론을 구상하면서 이 연구프로젝트를 TI사에 위탁했다.

MIT 낙방생

바로 이 무렵 TI사의 애드록에게는 한장의 구직 의뢰서가 날아 들었다. 잭 킬비라는 사람이었다.

밀워키의 센트럴래브라는 이름의 작은 연구개발회사에서 일하는 이 전자공학도는 그런 대로 반도체공학에는 경험과

관심을 갖고 있는 것 같아 애드록은 그를 채용하기로 했다. 그런데 우직스럽게 보이던 길비는 실상 애드록이 생각하는 것보다 반도체회로에 대해 훨씬 많은 지식과 아이디어를 갖고 있었던 것이다.

미국 캔저스주에서 자란 길비는 소년시절을 라디오세트 만들기로 지내다시피 하다가 전기공학분야로 진출할 생각으로 MIT에 지원했으나 첫해에 낙방하고 말았다. 그는 초기일관을 다짐하면서 재수의 한해를 보냈으나 다음 해에도 낙방했다.

할 수 없이 부모의 모교인 일리노이 대학에 진학했으나 곧 미·일전쟁이 일어났다. 군에 입대하여 중사가 된 길비는 인도북부의 어떤 차밭농장에 주둔한 미육군전초기지 무전수리소에서 근무하다 종전을 맞게 되었다.

그는 복교한 뒤 1947년 일리노이대학을 수수한 성적으로 졸업했다. 그러나 당시 길비를 받아들일 곳은 밀워키의 중소기업인 센트럴래브밖에 없었다. 이 무렵 길비는 트랜지스터를 발명한 벨연구소의 존 바딘(1956년 노벨 물리학 수상자)이 밀워키의 마키트대학에 와서 한 반도체강연에 큰 감명을 받고 이 고체소자에 관한 지식을 차곡차곡 쌓기 시작했다.

마침 센트럴래브사가 벨연구소에 반도체 생산 라이선스 사용료를 지불한 것을 계기로 길비는 벨연구소에 가서 신기술

단기과정을 밟기도 했다. 이리하여 킬비도 당시 반도체회로 발전의 앞날을 가로막고 있는 “수의 횡포” 문제 해결에 관심을 쏟기 시작했다.

탁월한 엔지니어

언제나 과학자가 아니라 엔지니어로 자부하고 있던 킬비는 엔지니어의 본분은 “문제의 해결사”라고 내세우고 있었다. “아기 젖병을 데우는 장치를 원자력으로 가동한다면 이것은 엔지니어다운 해결방법이 아니다. 코스트면에서 이치가 닿지 않으면 해결방법이 될 수 없다. 엔지니어는 다른 사람이 2달러로 할 수 있는 것을 1달러로 해결할 수 있는 방법을 찾아낼 수 있는 사람이어야 한다”는 것이 그의 철학이었다.

그런데 킬비는 “수의 횡포” 문제를 해결하는 많은 구상을 갖고 있었으나 센트럴래브사 같이 규모가 작은 기업에서는 이런 구상을 실현하기는 매우 어렵다고 느끼기 시작했다. 그래서 규모를 갖춘 직장을 찾아 몇 군데 구직원서를 보낸 가운데 TI사가 마침내 그를 받아들이기로 결정한 것이다.

그런데 첫 출근을 하던 날부터 킬비의 마음은 무거워졌다. 킬비는 TI사가 RCA로부터 위탁받은 마이크로모듈연구에는 마음이 내키지 않았던 것이다. 그것은 “수의 횡포”的 해결책이 아니라는 것을 그는 벌써부터 알고 있었다. “수의 횡포”

해결책은 바로 수에 있었으나 문제의 과녁을 벗어난 마이크로모듈 프로젝트에 매달리기 위해 정든 직장을 버린 뒤 처자식을 이끌고 미국대륙을 종단하여 낯선 고장으로 오게 된 자기의 처지를 생각하면 처량해졌다.

곧 7월이 되었다. TI사 직원들은 7월에는 누구나 한두주일의 여름휴가를 떠난다. 그러나 신입사원인 킬비에게는 휴가의 혜택이 돌아오지 않았다. 그는 텅빈 반도체 연구실에 혼자 남아 골똘하게 이런저런 생각에 잠겼다.

“저들이 휴가에서 돌아오면 나는 내키지도 않는 프로젝트에 어쩔 수 없이 매달려야 한다. 그렇다면 저들이 돌아오기 전에 무슨 획기적인 구상을 내놓아야 하겠다”고 생각했다.

전자공학의 혁명

킬비는 당시 TI사가 어떤 사업에 가장 역점을 두고 있는 가를 검토하기 시작했다. TI사는 실리콘 트랜지스터 개발경쟁에서 다른 기업을 앞서기 위해 수백만달러의 투자를 하고 있었다. 그는 바로 그 실리콘을 가지고 할 수 있는 일이 무엇일까 찾아내야 한다는 결론에 도달했다.

“실리콘을 가지고 할 수 있는 일은 무엇일까? 실리콘에 적절한 불순물을 섞으면 반도체소자, 다이오드, 트랜지스터를 만들 수 있다는 것은 이미

알려진 사실이다. 그러나 한결 음 더 나아가서 실리콘으로 저항기와 콘텐서도 만들지 못하리라는 법은 없을 것이다.

이리하여 한가지 소재로부터 필요한 모든 부품을 만들 수 있다면 이런 소재로 된 단일 블럭속에 전체 회로의 구성부분을 넣을 수 있다는 결론에 도달하게 되었다. 모든 부품이 한조각의 실리콘에 집적된다고 할 때 구태어 이것을 와이어로 묶을 필요도 없게 된다. 따라서 아무리 복잡한 회로라도 용접이 필요없게 된다. “수의 장벽”은 저절로 해결되고 만다.” 이것은 전자공학에 혁명을 가져올 엄청난 구상이었다.

1958년 7월 24일 킬비는 연 구노우트를 펼치고 이른바 “모놀리틱 아이디어”(Monolithic Idea : 한개의 반도체 속에서 회로를 만든다는 구상)를 다음과 같이 적어 내려 갔다.

“다음의 회로소자들을 단일조각 위에 만들 수 있을 것이다. 즉 저항기, 콘텐서, 디스트리뷰티드 콘텐서, 트랜지스터.” 그리고 그는 반도체소자를 적절하게 배치하여 부품 하나하나를 구현하는 방법도 대충 그려보았다.

그런데 당시 실리콘으로 반도체소자를 모두 만든다는 생각을 해 본 사람은 거의 없었다. 비싼 고품위의 실리콘으로 1센트짜리 싸구려 저항기를 만든다는 것은 어리석기 짹이 없는 짓이며 이를테면 금으로 화차를 만드는 것이나 다름없는

무분별한 일이라고 생각했기 때문이다.

사라진 ‘수의 횡포’

휴가에서 돌아온 애드록은 킬비로부터 “모놀리틱 아이디어”에 관한 설명을 듣고 호기심은 보이면서도 그 실용성에 대해서는 머리를 갸우뚱했다. 더욱이 킬비의 구상을 연구개발로 옮기자면 현재 진행중인 일을 그만두고 그쪽으로 사람과 장비를 돌려야 했기 때문에 애드록으로서는 몹시 성가신 생각이 들었다.

그래서 킬비에게 우선 실리콘조각으로 저항기와 콘텐서를 만들어 보고 성공을 거둔다면 본격적으로 단일 반도체칩에 집적회로를 만드는 프로젝트를 주기로 했다. 그날부터 킬비는 실리콘 조각을 짜아 저항기와 콘텐서를 각각 만드는 작업에 들어 갔다. 얼마 뒤 킬비는 이렇게 만든 여러 다른 기능의 소자들을 와이어로 연결하여 실험용 회로를 만드는 데 성공했다.

이리하여 킬비의 “모놀리틱 아이디어” 개발에는 청신호가 올라갔다. 1958년 9월 12일 마침내 역사적인 순간이 왔다. 이날 킬비의 연구실에서는 TI사의 간부들이 지켜보는 가운데 세계 최초의 단일소재로 된 집적회로칩의 실험이 시작됐다.

킬비는 깊은 숨을 들여 마시면서 스위치를 눌렀다. 그 순

간 이후시개보다 좁은 폭을 가진 칩의 집적회로와 연결된 오실로스코우프 스크린에는 밝은 녹색광선의 줄기가 완벽한 싸인 커브를 그으면서 끝없이 가로질러 나가는 것이었다.

그것은 “수의 횡포”가 킬비라는 탁월한 해결사의 노력으로 마침내 사라지고 단일소재의 집적회로가 완성되는 순간이었다. 싸인커브와 킬비의 얼굴을 번갈아 보던 TI사 간부들의 입가에는 커다란 미소가 떠 올랐다. 그것은 새로운 전자공학시대의 막이 오르는 역사적인 순간이기도 했다.

최고의 발명가

집적회로는 전자공학사상 가장 중요한 신제품으로 등장했다. 시장은 폭발적으로 성장했고 양산기술이 발전하자 거리의 라디오가게에서도 1달러 이하로 칩을 구입할 수 있게 되었다. 코스트가 떨어지면서 그 응용범위는 무서운 속도로 번져나갔다. 그래서 TI사는 주체 할 수 없을 정도로 돈을 벌어들였다.

그런데 킬비보다 3개월 늦게 다른 방법으로 집적회로를 개발한 또 한사람의 발명자가 나왔다. 그의 이름은 실리콘 벨리의 패어차일드사장 로버트 노이스였다.

TI사와 패어차일드사는 집적회로의 특허를 놓고 오랜 세월을 으르렁댔으나 1966년에 이르러 두 기업은 집적회로를

만드는 데 서로가 라이선스를 제공하고 반도체생산에 새로 참여하는 다른 기업들은 이 두 기업과 별도로 라이선스를 협약해야 한다는 선에서 8년을 끌어 오던 특허논쟁에 종지부를 찍게 된 것이다.

1982년 겨울, 맑게 개인 어느 일요일에 워싱턴기념관에서 포토맥강을 가로지르는 도로가에 자리한 미국특허국강당에는 다섯명의 대 발명가들과 많은 하객들이 모였다.

이날 킬비는 다른 4명과 함께 에디슨, 벨, 포드, 쇼클리, 라이트형제를 포함한 60명의 미국의 대 발명가들의 그룹인 “미국발명가 영예전당”的 멤버가 되었다.

킬비의 이름이 호명되자 그는 큰 몸을 잠깐 일으켜서 수줍은듯 참석자들을 한번 둘러보았다. 그리고 나지막한 소리로 외마디 “고맙습니다”라고 말했다. 그러나 50건이 넘는 많은 특허를 갖고 공학부문의 최고상은 모조리 휩쓸었던 킬비도 이날만은 목소리가 떨릴 정도로 몹시 감격하고 있었다.

연간 7억 달러의 특허료

킬비가 집적회로를 발명하고 30년의 세월이 흐른 1989년 10월 일본은 마침내 집적회로 설계의 기본특허에 대한 사용료를 지불하기로 결정했다. 이리하여 TI사는 연간 1억달러에서 7억달러에 이르는 특허료를 거둬 들이게 되었다.