

⑤ 미래 반도체의 융합과 반도체산업의 발전 전략

핵심 응용 영역별로 체계적인 플랫폼 만들어야

글 | 경종민 _ KAIST 전자전산학부 교수 kyung@ee.kaist.ac.kr

반도체 칩이 오늘 정보 시대의 핵심 소자가 된 것은 반도체 칩이 사회에서 요구되는 복잡한 기능을 아주 작은 실리콘 면적 위에, 아주 적은 전력 소모로, 아주 빠른 속도로 구현하기 때문이다. 반도체 칩은 값이 매우 싸고, 휴대용으로 쓸 수 있으며, 복잡한 정보처리 기능을 한 칩 안에서 다 수행해낸다.

그러나 세상에는 공짜가 없는 법이어서 반도체 칩을 작게 만들기 위하여 많은 돈이 들어 간다. 최소한의 공장 규모가 4조 원이다. 또한 공기, 화학약품을 정화하고 딱딱한 반도체를 가공하느라 많은 전력을 쓰게 된다. 반도체 공장에서 안정된 전력 공급은 매우 중요하다. 그리고 엄청난 양의 정보처리, 즉 설계 과정이 소요된다. 그래서 반도체 칩을 만들어서 충분한 수를 팔지 않으면 채산이 맞지 않는다.

반도체 제조기술의 발전 저해 요인은 '경제의 규모'

기능이 재미있고 탁월한 칩이라고 해서 시장에 나오는 것이 아니라 충분한 수요가 있는 칩이어야 시장에 나와 빛을 본다. 많은 비용과 노동력을 통하여 설계되고 값비싼 첨단 공정에 의해 대량 생산되는 디지털 칩은 마치 재래 상점을 대체해가는 대형 할인 마트와 같다. 90, 65, 45, 32, 25nm로 이어지는 공정의 지속적인 발전은 작고 빠른 트랜지스터를 제공해주지만 수반되는 엄청난 비용을 감당할 수 있는 킬러 제품은 그리 많지 않다는 것이 반도체 산업의 최대 고민이다.

제조기술이 아무리 발전해 있어도 그것을 활용할 충분한 고객이

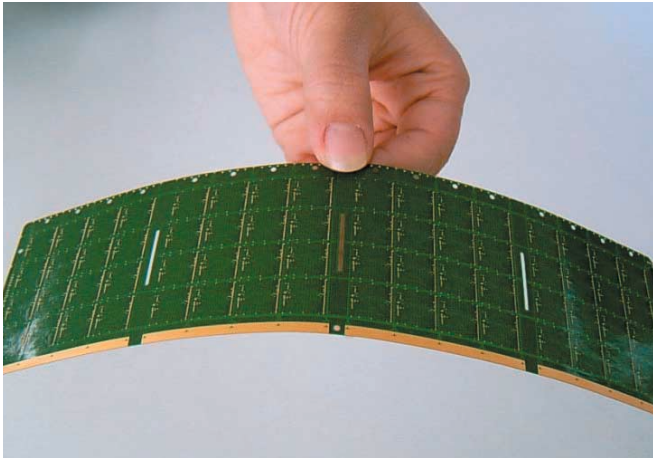
없다면 그 기술은 무용지물이다. 즉 제조기술은 그것을 사용하는 충분한 양의 설계 아이টে이머가 있어야 존속하고 발전할 수 있다. 제조 공정기술과 설계기술 사이에는 '설계 생산성 격차'라는 어느 정도의 갭이 있게 되기는 하지만 그 갭이 마냥 커질 수는 없다. 수조 원의 투자가 들어간 생산라인에서 만들어지는 상품인 1Gb DRAM의 가격이 생산원가 이하로까지 떨어지고 있다. 1달러도 채 안 되는 칩을 팔아서 수 조원의 투자와 운영비용을 뽑으려면 그야말로 천문학적 인수의 칩을 팔지 않으면 안 되는 것이다. DRAM이나 마이크로프로세서처럼 단일 제품으로서 경제의 규모 요건을 만족시킬 수

연합모토



반도체의 접착 완성작업을 하고 있는 연구원 (사진제공=연합뉴스)

김도원



삼성전기가 개발한 세계에서 가장 얇은 반도체 패키징용 기판. 이 기판은 종이와 비슷한 0.1mm의 두께로 플래시 메모리, S램 등 고성능 반도체를 최고 8층까지 쌓아 올릴 수 있는 최첨단 기판이다 (2005년 11월 23일, 사진제공=연합뉴스).

있는 제품은 그리 많지 않다.

가격의 하락에는 한계가 없다. DRAM의 경우에서처럼 경제의 규모 요건을 만족시켰다 할지라도 한국, 일본, 대만의 DRAM 경쟁에서 보는 것처럼 적정수의 경쟁사가 남을 때까지 출혈 경쟁이 계속된다. 이것은 양산품의 가격하락이라는 트렌드의 변화 속도가 너무 빨라서 일시적으로 목적지인 평형점을 지나치게 되는 오버슈트 현상이다.

경제 규모 만족시키려면 최소한의 범용성 가져야

경제의 규모를 만족시키는 길은 칩의 단가, 즉 면적이 크든지, 팔리는 수가 많든지, 적어도 둘 중의 하나는 만족해야 한다. 그런데 칩이 웬만큼은 커야 많이 팔릴 수 있기도 하다. 시장의 크기를 키우는데 공약수를 취하는 것이 나을지, 공배수를 취하는 것이 나을지에 대한 답은 경우에 따라 다르다. 극단적으로 말하면 전자는 SiP가 되고 후자가 SoC 방식이 된다.

SiP는 공약수만을 단일 칩으로 만들고 여러 다양한 수요에 따라 패키징에 의하여 여러 칩을 하나의 패키지로 제공하는 방식이다. 반면, SoC는 상당한 융합 효과가 있는 블록들을 하나의 칩 안에 구현함으로써 성능을 올리고 그렇게 함으로써 수요를 늘리게 된다. 당연히 SoC의 경우라면 다양한 스펙을 동시에 만족시키도록, 그래서 소위 킬러 어플리케이션 상품이 되도록 칩 자체가 최소한의 범용성을 유지해야 한다.

범용성을 넓히려면 다양한 공정의 소자를 만들 수 있도록 제조

공정이 더 복잡해지거나, 다양한 기능을 포함하도록 설계과정이 복잡해지고 칩 면적이 커져야 한다. 결국 범용성의 증대로 수요가 늘어나는 효과와 설계·공정의 복잡화로 인한 원가 상승 혹은 마진의 감소 효과 사이에 적절한 타협을 하게 되는 것이다. 일반적으로 같은 가격대의 제품에서는 범용성이 증가하면 기능은 많아져도 각 기능의 성능은 떨어진다(가격=기능의 수 × 각 기능의 성능). 그러나 각 기능 간의 연결이 칩 안에서 이루어지므로 이러한 기능들을 어느 정도 활용하는 응용의 경우에는 성능 향상과 가격 인하의 이점을 누릴 수 있다.

집적과 융합의 타협점

반도체 기술은 부품을 만드는 기술인 동시에 그 자체가 하나의 시스템이다. 하나의 기술이 발전하는 데는 한계가 있다. 그 한계를 극복하는 방법은 강력한 집적에 의한 SoC와 다른 칩을 융합하는 SiP가 있다. 집적과 융합은 서로 교대해가면서 그 기술의 존속과 발전을 이끌어간다. 어느 방법이 더 효과적인가는 그 시대의 기술적, 사회적 상황에 따라 다르다. DRAM의 공정기술이 아무리 발전해도 단일 칩으로 제공하는 용량에는 한계가 있다. 더 큰 용량의 요구는 그런 칩의 SiP 방식에 의한 융합에 의해 이루어진다. SoC 기업과 SiP 기업 중 어느 기업의 주가가 더 오르는가 하는 것 역시 그 시대에 어떤 길이 더 효과적인가에 의해 정해진다.

SoC의 한계를 정하는 중요한 요인으로는 마스크 숫자의 증가, 설계 시간의 증가, 칩 크기의 증가에 의한 수율의 감소 등이 있다. 서로 다른 공정기술을 요하는 기능들(예를 들어 메모리, 디지털 로직과 아날로그 컴포넌트)을 하나의 칩으로 만들 수 있다면 성능은 좋아지지만 가격이 문제가 된다. 물론 집적과 융합의 타협점은 기술의 발전에 따라 앞으로 움직인다. 융합의 시대인가, 집적의 시대인가에 따라 당신 연구실의 문을 닫을 것인가, 열어 둘 것인가가 정해진다. 반도체 칩이 SoC가 되건 SiP로 제공되건 간에 새로운 융합의 변수로 등장한 NT와 BT를 어떻게 접목하는가 하는 것이 매우 중요하다.

흔히 하는 'IT는 지고 이제 BT, NT가 뜬다'는 얘기는 전혀 옳지 않다. IT는 인간의 하는 모든 일의 영역에서 사라질 수 없고 정보 처리를 구현하는 방식은 결국 시스템 설계, 그리고 반도체와 소프트웨어다. 물론 이론적으로는 반도체 대신 다른 신물질이 나올 수 있지만 그것은 앞으로 적어도 30년 이상은 지나고 볼 일이다. 지금의 CMOS 반도체 기술은 하루아침에 이루어진 것이 아니고 숱한

시행착오와 기술의 이합집산을 거쳐 안정화되고 발전하는 하나의 기술 체계다. 갑자기 새로운 단일 기술에 의해 대체되지는 않는다. 물론 상당한 영역에서 반도체 이외의 재료가 쓰일 것이다. 그러나 설계하는 방식은 거의 연속선상에서 인계되거나 계승발전하게 될 것이다.

NT와 BT와의 관계는 어떻게 될까? NT 기술은 반도체 공정 기술의 발전에 기여할 것이다. 앞으로 NT에 의하여 출현할 기술이 반도체가 아니더라도 결국 그것이 반도체 기술과 SiP 형태로 융합하면서 전자시스템의 구현을 위한 새로운 지평선을 열게 될 수 있다. 혹은 반도체 제조나 진단 공정의 일부가 NT에 의하여 발전할 수도 있다. 어떤 경우에도 NT는 반도체 산업의 발전에 기여하게 된다. 성능이나 가격 면에서 아직 반도체 트랜지스터를 능가하는 기술이 나올 가능성은 요원해 보인다. 정보처리의 기본 방식이 디지털이고 디지털 스위칭을 하는 가장 효율적인 소자가 트랜지스터이므로 NT는 반도체 기술과 경쟁이 아닌 보완적인 관계에 있으므로 반도체를 앞세운 IT의 진군 전선에는 이상이 없다.

DNA 칩, 랩온어칩 등 BT의 발전에 필요한 기술이 반도체 MEMS, NEMS 기술을 통하여 제공될 수 있기는 하지만 당분간, 적어도 향후 10년간은 BT보다는 의공학이 반도체의 새로운 역할이 필요한 중요한 시장이 될 것이다. 센서 기능과 정보처리, 통신의 기능을 아주 작은 전력과 크기로 제공하는 반도체 기술이 의공학에서 할 일은 인공장기, 인공 시정각도구, 내시경과 같은 진단 기구 등 무궁무진하다.

반도체 산업정책의 최대 숙제··시스템과의 융합

앞으로 우리 나라의 반도체 산업의 운명을 가름하는 것은 메모리가 아니다. 메모리가 반도체 시장의 20% 정도에 그치기 때문이 아니라 이미 정부나 이제 시작하려는 기업 차원에서 손을 써볼 여지가 거의 없기 때문이다. 시스템 IC의 운명은 반도체 산업이 시스템 산업과의 시너지를 얼마나 만들어내는가에 달려있다. 우리 나라는 반도체 산업이 있지만 메모리 편향적이고, 자동차, DTV 등 가전, 모바일 폰 등의 시스템 산업이 있지만 핵심 반도체 칩은 거의 외산에 의존하고 있어 마진이 적다.

우리 나라의 과학기술 정책은 여러 개의 독불장군들의 상호무관한 쇼 성격이 크다. 정부 각 부처가 서로 경쟁하듯 일관성 적게, 중복성 많게 일하고 있다. 있는 것들을 잘 엮어서 상호 시너지가 생기게끔 과학기술정책의 판을 새로 잘 짜야 한다. 몇 개의 핵심 응용

연합모토



서울 삼성동 코엑스에서 열린 '제8회 국제 반도체 디스플레이대전'에서 관람객들이 (주)엠텍비전의 키보드 대신 손가락 동작을 인식해 조종할 수 있는 차세대 입력장치인 '미켈란젤로'를 체험해보고 있다 (2006년 10월 11일, 사진제공=연합뉴스).

영역별로 고속도로와 같은 인프라가 될 플랫폼을 체계적으로 만들어 반도체, 시스템 업체는 물론 연구·교육기관에서도 활용하도록 운영해야 한다. 논문 편수나 SCI 인용횟수, 쓴 연구비 규모 등 막연하고 간접적인 기준으로 평가할 것이 아니라 구체적으로 산업 현장에 어떤 기여를 하였는가, 혹은 그럴 가능성이 있는가로 평가해야 할 것이다.

이미 우리가 가진 시스템 산업과 반도체 산업을 활성화하기 위한 구체적인 방안으로서 모바일, DTV e-홈, e-카의 3대 핵심영역별 플랫폼을 개발해 적용할 필요가 있다. 팹리스 기업의 시작점이 앞당겨지고, 시스템 업체의 경쟁력이 증강되며, 교육의 현장성, 효과성이 극대화되고, 결국 우리 산업과 경제가 살게 된다. 이미 거대한 투자를 통하여 획득한 반도체와 시스템 산업이 헤맨다면 아무리 미래 지향적인 BT, NT일지라도 그것을 위하여 투자할 돈 자체가 없게 된다. 시스템을 살리는 길은 반도체와 소프트웨어가 강력해지는 것이다. 시스템 산업, 시스템 IC 설계, 즉 팹리스 산업, 임베디드 소프트웨어 산업의 공통 인프라인 핵심영역 플랫폼을 만드는 것은 고속도로를 까는 것처럼 정부가 주도해야 할 중요한 일이다. 그 다음에는 각 기업들이 스스로 차도 만들고 개인들이 알아서 고속도로를 붐비게 만들어야 생태계가 살아나는 것이다. ㉔



글쓴이는 서울대학교 전자공학과 졸업 후 한국과학기술원에서 석사·박사학위를 받았다. 현재 반도체설계교육센터 소장, SoCium 연구센터 소장 등을 겸임하고 있다.