



## 반도체 칩 제조에 실리콘 선반 사용

비즈니스표준과 전문위원 홍귀현  
02)509-7272 parpeh@ats.go.kr

실리콘 칩을 굽기 위해 새로운 선반을 사용함으로써 청정상태의 유지 및 생산성 개선이 가능해진다.

쿠기를 구울 때, 굽는 도구가 다른 음식물로 오염되지 않게 하는 것이 중요하다. 이러한 경우에 최종 생산품을 오염시킬 수 있다. 이는 실리콘 칩 제작 과정에도 마찬가지로 적용되지만, 반도체 공장의 청정 기준은 훨씬 높은 수준을 요구한다. 반도체 공장들은 먼지 입자로부터 반도체를 보호하기 위해 여과 및 진공 장치에 많은 비용을 투자한다. 오염의 또 다른 원인은 복잡한 칩 제작단계 중 하나인 수십 개 칩을 포함한 실리콘웨이퍼를 뜨거운 오븐 내부의 석영 선반에 올려놓고 굽는 경우에 발생한다.

오븐이 고온(약 1000°C)으로 가열되면 수직

CD 수납장 형태의 석영 선반은 먼지 및 산화물과 같은 소량의 오염물질을 공기 중으로 발생시킨다. 이러한 미립자들이 칩의 구성요소 중 한 곳에 놓이게 되면 그 기능을 멈추게 할 수 있다. 칩이나 구성요소가 작을수록 문제는 더 심각해진다. 반복되는 가열 및 냉각은 석영 선반을 조각나게 함으로써 구조를 약화시키고 더 많은 미립자를 발생시킨다.

더 심각한 문제는 가열될 때 석영이 실리콘보다 덜 팽창하는 경우이다. 이러한 경우, 석영 선반에 올려놓을 때 무거운 실리콘웨이퍼에 압력을 주어, 웨이퍼 원자들이 약간 이동하게 된다. 이렇게 생성된“ 단층(slip)”은 칩을 망가뜨리는 또 다른 이유가 된다. 마지막으로 최신 반도체공장에서 사용되는 300mm 대형 웨이퍼는 매우 무겁고, 이러한 100여 개의 웨이퍼를 얹은 석영 선반은 붕괴될 수 있다. 이런 경



우는 드물지만 일단 발생하면 매우 많은 비용이 소요된다.

이러한 문제 극복을 위해, 미국의 신생 기업 IMI사(Integrated Materials Incorporated)는 석영이 아닌 실리콘으로 만든 업그레이드 선반을 설계, 제작하였다. 가열하면 증금속 등 불순물을 포함하게 되는 석영과 달리, 신규 선반 제작에 사용된 실리콘은 웨이퍼에 사용된 것과 다찬가지로 불순물이 없는 순정품이다. 이들은 동일한 재료로 제작되므로, 선반이 팽창하면 웨이퍼도 동일한 비율로 팽창, 수축하여 부가되는 압력 및 단층을 감소시킨다. 신규 실리콘 선반은 또한 고온에서도 안정적으로, 구부러지거나 약화되지 않고 1,350°C의 고온에서 사용이 가능하다.

반도체 장비 제조업체들은 1970년대에 실리콘 선반 제작을 시도하였으나, 충분히 견고하지 못한 문제점이 발견되었다. 이후 실리콘 제작에서 진보는 계속되어 IMI사는 이 문제를 극복하고, 또한 깎이거나 파손에 대하여 고도의 내구성을 겸비한 선반을 생산하게 되었다. 실리콘은 또한 훨씬 고가이므로 과거에는 석영이 선호되었다. 현재 7,500 달러인 석영 제품에 비해 IMI의 실리콘 선반은 28,000 달러에

달한다. 그러나 이제 전반적 비용을 산정하면 실리콘 제품이 오히려 더 저렴하게 된다. 신규 실리콘 선반은 석영 제품과 달리 수명이 더 길고, 반복되는 가열 및 세척에 의해서도 약화되지 않는다. 평균적으로 한 주에 40번 사용되는 실리콘 선반은 12개월에서 18개월 정도 사용할 수 있다. 석영 선반을 이용하는 경우에는 18개에 해당하므로 총 135,000 달러가 소요된다.

신규 선반을 이용하면 오염 물질, 단층 및 예상치 못한 붕괴 등이 감소하므로 생산량도 증가된다. 더욱이, 실리콘 선반은 석영 제품보다 훨씬 높은 내구력을 갖추도록 제작될 수 있다. 선반을 대체하는 경우, 신규 선반의 크기가 구형의 크기 및 형태에 정확하게 맞게 되므로, 굽기 전·후에 자동으로 웨이퍼를 적재하거나 내려놓는 로봇들의 “재교육”이 거의 필요하지 않다.

칩 제작은 매우 경쟁이 치열한 분야이므로, 비용 감소나 생산량 증가는 높게 평가된다. IMI사는 현재 삼성 및 샤프를 포함하는 반도체 칩 제조업체들과 신규 실리콘 선반을 테스트하는 최종 단계에 있다. ●

## 상호 네트워크 확인으로 스팸메일 분류

친구간 상호 네트워크를 확인함으로써 스팸 메일의 구분이 가능해진다.

두 명의 캘리포니아 주립대학 학생들이 고안한 이 스팸메일 대처 기술은 사회적 네트워크 구조를 이용하여 친구로부터 온 메일 또는 스팸 메일 여부를 신속하게 판단한다. 이 방법은 수신된 전체 메일 중 절반에만 효과가 있음에도 불구하고, 절반의 경우에는 메일들을 올바른 범주로 분류한다.

이 시스템은 대부분의 스팸 여과장치들이 직면하고 있는 문제들을 피할 수 있다. 이는 간단하고 신속하며, 스팸메일로 보일 수도 있는 적법한 메시지를 거부하지 않는다.

이 방법이 더 정교하지만 번거로운 다른 여과 방법과 함께 사용된다면 더욱 효율적이며, 이러한 통합 시스템은 모든 수신 메일을 적절하게 분류하게 될 것이다.

이는 이메일 네트워크의 사회적 구조와 같이 우리가 익히 알고 있는 사실을 기초

로 한 것이다.

### 친구의 친구

이메일의 약 60%가 스팸메일인 현재로서 스팸메일과의 전쟁 전망은 매우 어둡다. 금년 1월 스위스 다보스에서 개최된 세계경제포럼(World Economic Forum)에서 빌 게이츠 마이크로소프트 회장은 현재 마이크로소프트사가 개발중인 소프트웨어로 인하여 스팸은 곧 과거의 산물이 될 것이라고 발표하였다. 그러나 스팸메일로 인하여 불편을 겪고 있는 컴퓨터 사용자들은 직접 경험하기 전까지는 믿지 못하는 경향이 있다.

신규 처리방식은 일반적으로 이메일이 한정된 사회적 네트워크로부터 발신되며, 이들 네트워크는 서로를 아는 군집(clump)으로 모이게 된다는 장점을 활용하여 문제를 해결한다.

예를 들어, 엘리스가 밥과 크리스를 아는 사이이고 이들에게 이메일을 보내면, 밥과

크리스는 공통의 친구를 가지지 않은 경우보다 서로를 알고 이메일을 보낼 가능성이 훨씬 더 높다. 스팸 소스에서 발송된 이메일들은 수많은 수신자들이 서로를 알지 못하므로 이러한 군집 특성을 갖지 않는다.

이 방식은 스팸 발송자들이 사용한 수단이 오히려 자신들을 겨냥하게 된다. 즉, 많은 메시지를 발송할 수 있다는 사실이 낮은 군집 특성을 증명하므로 자신들의 정체성을 밝혀주게 된다.

### 절반의 해결

이메일 군집들은 사용자의 수신, 발신, 참조항목을 조사함으로써 구분될 수 있다. 자

동시스템은 적법 메일 목록뿐만 아니라 스팸메일 발송자 목록을 신속하게 작성할 수 있다.

수신 이메일의 군집 특성을 파악함으로써 약 54%의 스팸메일을 제거할 수 있다. 특정 군집 경계를 넘는 이메일은 항상 적법하며, 이 경계 아래의 이메일은 항상 스팸메일이다. 두 군집 경계 사이에 있는 메시지들은 “식별 불가” 메시지들로서 시스템은 이들을 분류하지 못한다. 이는 일반적으로 수신 메일의 약 50%에 해당한다.

나머지 절반은 더 정교한 방법으로 여과되어야 하지만, 이미 문제는 절반으로 줄어들게 된다. 

## 고 해상도 기상예측

고 해상도 기상예측이 점차 정교해지고 있다.

도시 전역에 대한 수 시간 동안의 기상 예보에 태양, 구름, 눈과 같이 단순화된 기호만을 사용한다면 만족스럽지 않을 것이

다. 인터넷이나 이동전화에서 이용이 가능한 인근 지역 및 시간대별로 더 상세하고 정교한 예측이 가능해야 한다. 이러한 “고 해상도” 기상예측이 일부에서는 이미 활용되고 있다.

상세한 기상예측은 소비자 및 기업들의 관심을 끈다. 이들은 주로 미국 국립기상국(NWS: National Weather Service) 및 영국 기상청(Met Office)과 같은 정부 기상관측 기관들에 의존해왔다. 이 기관들은 수십 또는 수백 킬로미터 단위로 기상예보를 제공한다.

미국의 경우 국립기상국은 한 변이 12km인 바둑판 모양으로 미 전역을 구분한다. 그러나 기상은 단거리 및 단기간에 의해서도 상당히 달라질 수 있다. 열대우림의 인접지역에 사막이 있는 하와이, 또는 인접지역간 기상변화가 심한 샌프란시스코를 예로 들 수 있다. 세계 여러 지역들과 특히, 미국의 민간기업들은 특수시장 및 특수산업에 고 해상도 기상예보를 제공하는 단계에 있다. 이들은 직경 1km 단위의 작은 구획을 사용하고 있다.

#### 세부 지역별 기상정보

그 결과로 얻어진 기상예측은 스키에서 일광욕까지 옥외활동계획에 더 정확한 지역 기상예보를 활용하고자 하는 이들의 관심을 유발한다. 미국 기상관측 기업 AWS Convergence Technology가 제공하는 WeatherBug 소프트웨어는 출시 후 3년 동안 등록 사용자가 2700만 명으로 증가하였다.

상세 기상예측의 가장 큰 수혜자는 기업들이며, 작물에 비료를 주려는 농부에게도 풍속 및 풍향의 변화를 알려주는 기상예측은 소중한 정보이다. 운송, 건설, 선박, 항공, 기간 산업, 스포츠, 미디어, 재난복구 및 기타 분야에서도 기상예보에 기초한 결정이 필요하다. 기상예보를 이용하여 미국 항공사들은 예를 들어 탑승 취소 4만 달러, 우회비용 15만 달러 등 일년에 5억 달러를 절약할 수 있다.

소요량 예측이 요구되는 에너지 기업들은 특히 기상 변화에 민감하다. 더 많은 전력생산을 위해 고비용 발전기로 전환하는 경우를 고려해보자. 수요를 낮게 예측한 경우, 이들은 시장에서 높은 가격으로 추가 전력을 구입해야 한다. 이러한 정교한 균형 전략은 전력소요량 예측과 발전기 기종 선택을 위하여 역대 소비량과 기상예보를 활용하는 “부하 모델(load model)”을 통하여 수립된다.

임계온도의 경우에는 비교적 작은 기상 차이도 에너지 소비량에서 상당한 차이를 가져올 수 있다. 1일 계획을 낮은 기온으로 정하였는데, 기온이 올라가는 경우에 전력회사의 추가 비용은 수백만 달러가 소요될 수 있다.

가스 수송관을 운영하는 미국 Bridgeline

사는 가스 공급에 영향을 미치는 멕시코단의 기상 상태 모니터를 위해 AccuWeather의 고해상도 예측 시스템을 사용한다. 풍속이 90km를 넘으면 해안 굴착 장치를 폐쇄하고 대피해야 한다. 허리케인에 대한 NWS 예보는 너무 모호한 반면, AccuWeather의 예보는 상세하게 시간별 예보를 제공한다.

고 해상도 기상예보자들은 일반적으로 무료 또는 명목금액단으로 이용이 가능한 정부 기관의 정보를 원천 자료로 활용한다. 그리고 기상센서, 레이다, 위성사진 또는 지형도에서 얻은 추가 정보를 통합한다. 한편 정부 기상관측 기관들과 달리 민간기업들은 포괄적 정보를 제공해야 하는 제한이 없으므로 도시, 스키리조트 또는 유전 등 특정지역에 집중된 상세정보에 집중할 수 있다.

예를 들어, 미국 MyWeather사는 농부들을 위한 정확한 지역예보를 위해 지형, 고도 및 해발 등 지역별 지형 특성 데이터베이스를 사용한다. AWS는 감지 장비들을 높은 밀도로 설치하여 자체적으로 차별화하고 있다. NWS는 미국 전역을 약 1,000개 구획으로 나누고, AWS는 그보다 6배나 밀도가 더 높은 네트워크를 운영하고 있다. 수치 모델의 결과에 대한 신뢰성은 입력 데이터와 관련이 있으므로, 제한적인 NWS

네트워크를 이용하는 경쟁사들에 비해 AWS는 유리한 위치를 점한다. 다른 기상 예측 기업인 Meteorlogix<sup>1)</sup>는 1km 해상도 예측을 고객 지형정보시스템에 전달하는데 특화되어 있으므로, 공장, 저장소, 창고 등에 대한 정확한 기상정보를 얻을 수 있다.

### 수평선상의 구름

고 해상도 기상예측은 결정적이기보다 가능성을 나타낸다. 한 가지 가정한 가능한 것이 아니라 여러 상황을 설정해볼 수 있다. 정확하게 목표를 정하면 좋은 결과를 얻을 수 있지만, 잘못된 경우에는 큰 재난이 될 수도 있다.

이상적으로 기상학자들은 “전반적” 예측을 시행한다. 이 방식은 대번 약간은 다르지만 사실상 초기 조건들을 이용하여 모델을 반복 운영한다. 초기 조건의 작은 변화들이 최종 결과에 미치는 영향의 정도를 알 수 있으므로 더 정확한 기상예보가 가능하다.

이러한 학문적 관점이 옳은 것은 사실이지만, 기업 고객들은 특별한 기상조건의 발생여부에 대한 정확한 예측을 근거로 결정을 내리고자 한다. 고객들은 가능성 있는 예측만을 가지고는 무엇을 해야할지 확신하지 못한다. 그들은 콘크리트를 부어야할

지 또는 열차를 정지시켜야 하는지를 알아야 한다.

전반적 관점의 또 다른 문제는 모든 예측들이 수 차례 반복되어야 하지만, 예측이 쓸모 없어지기 전에 이를 시행할 시간이 부족할 수 있으므로, 특히 고 해상도 예측에서 훨씬 더 높은 컴퓨팅 역량이 요구된다. 예를 들어 구획을 12km에서 6km로 절반으로 줄이면 계산력을 4배 증가시켜야 한다. 다른 대안은 한 모델을 20번 또는 30번 운영하는 대신, 예측내용의 가능성 평가를 위해 신규 예측을 정부 기상관측기관과 같은 다른 출처에서 획득한 기존 예측과 비교하는 것이다.

다른 장애요소는 모델 준비에 필요한 입력력 데이터의 품질 및 이용가능성이다. 예측을 위해서는 현재 기상조건을 알아야 한다. 더 정교한 해상도를 원한다면 더 나은 데이터가 필요하다. 이를 위해서는 대기관측에 사용되는 센서 네트워크의 많은 개선이 필요하다. IBM의 경우는 고해상도 예측의 정확성 평가를 위해 자체 기상네트워크를 사용하고 있다.

또한 이 수리 모델은 더 정교한 예측구획에 대처하기 위해 갱신되어야 한다. 수리모델들이 고도로 정교해진다 하더라도, 오늘날 사용되는 많은 모델들은 십여년 전에 개

발된 것이며, 이후 대기 및 해양 물리학은 많은 발전을 거듭해왔다. 미국에서 차세대 고 해상도 예측모델은 NWS, 기상해양대기청(National Oceanographic and Atmospheric Administration), 국립대기연구소(National Center for Atmospheric Research) 해군, 공군 등이 공동개발 중이다.

이 기상연구예측모델(WRF: Weather research and forecast model)은 테스트 중이며, 내년 말에 공개될 예정이다. WRF는 MM5라 불리는 현재 가장 지배적인 모델을 여러 측면에서 개선하게 될 것이다. 이는 1km에서 10km 사이의 구획 해상도에서 사용하기 위해 설계되었고, 대기물리학의 최근 발전내용을 통합하고, 지상 및 위성 레이다에서 획득한 데이터를 이용하여 원활하게 작업하게 될 것이다.

한편, 작년에 최초 발사된 유럽의 차세대 기상위성(Meteosat Second Generation)과 같은 차세대 정지위성은 특히 고 해상도 예측을 위해 더 빈번하고 상세한 데이터를 제공하게 될 것이다. 3~4년 내에 배치될 북극궤도 위성들은 정지위성보다 더 가깝게 지구궤도를 돌기 때문에 훨씬 상세한 정보를 제공할 것이다. 미사일 추적을 목적으로 군에서 개발된 위상배열 레이다는 토네이도 및 폭풍 추적을 위한 기상도구로써

실험 중이다. 이는 최근 기상 예측에 사용되는 도플러 레이더보다 대기의 더 넓은 지역을 조사하며, 더 높은 해상도로 대기구조를 탐색할 수 있다.

개선된 예측 모델과 통합된 새로운 센서들은 고해상도 예측자들이 사용하는 기초 자료를 개선함으로써, 더 많은 진보를 가능하게 한다. 이러한 결과로 얻어진 예측내용이 의미가 있는지는 회의적이지만, 일부에서는 직경 1km 이하의 구획을 이미 사용하고 있다. 이처럼 작은 규모에서는 고층빌딩에 의해 야기되는 난기류와 같은 새로운 요소들이 영향력을 발휘한다.

### 기상학자의 종언?

기상예보가 신규 기술에 의존 할 수록 인간의 개입 여지는 줄어드는 것으로 보인다. 그러나 관측 및 예측이 상세해 질 수록, 결정적인 단일 예측보다 전반적 예측이 더 널리 사용되고, 정보의 양과 해석의 어려움은 극적으로 증가할 것이다. 동시에 기업들은 의사결정과정의 통제를 위해 점차 정교한 재정 및 운영 컴퓨터모델에 의존하게 될 것이다. 기상학자들은 설명 및 확신을 제공할 뿐만 아니라 중요한 비즈니스 결정을 위한 학제간 정보시스템 설계과정에서 상당한 역할을 하게 될 것이다. 다른 분야와 마찬가지로 기상예측에서도 정보보도에 대한 대응내용이 더 중요하다. ●