

반도체 공장에서의 종합품질경영

이상복* · 황영헌** · 강석호**

Total Quality Management of Semiconductor Manufacturing

Sangbok Ree · Younghun Hwang · Suk-Ho Kang

〈요 약〉

본 논문에선 반도체 공정과 각 공정의 문제점 및 중요점을 살펴본 다음 종합품질경영(TQM)기법의 적용에 대해서 고찰하였다. TQM과 방침관리를 소개하고, 반도체 공장 전체의 관리 입장에서 적용할 수 있게 제안하였다. 또한 각 공정에서 사용할 수 있게 기존의 통계적 품질관리 기법 중 관리도와 6σ 기법을 반도체 공정에 맞게 수정하여 제안하였다. 또한 반도체 공정의 특성에 맞추어 모든 관리 기법이 동적으로 변화해야 한다는 관점에서 지속적 개선을 소개하고 적용을 추천하였다.

1. 서론

반도체 공정은 정밀한 장비와 높은 자동화를 그리고 고도의 기술을 사용하는 대표적인 기술 산업이다. 이러한 자동화와 고도의 기술을 운영하는 기업에서는 높은 기술이 기업의 자산이다. 하지만, 이러한 기술을 수입할 수 있지만, 제품 생산 관리와 공장 운영기법은 각 공장별로 개발하여야 한다. 반도체 공장의 생산기술은 수입할 수 있지만, 생산관리 기술은 익혀야 한다(물론 반도체 생산기술도 모두 수입할 수 없고 또한 가르쳐 주지도 않는다. 많은 Know-How는 개발해야 하는 어려움이 있지만, 여기서 생산관리 기술은 생산기술보다 많은 면에서 그대로 사용할 수가 없다는 것을 강조한 것이다. 생산관리 기술의 기본적인 이론도 물론 수입하여 사용한다). 생산관리에서 언제나 가장 중요한 것은 작업자다. 자동화가 많이 진행되어도

작업자의 중요성은 계속 중요시되고 있다. 공장의 생산을 관리하는 기법으로 많은 기법이 제시되었지만 가장 효과적이고 사용하기 쉬운 관리기법으로 품질관리기법을 들 수 있다. 생산관리 기술은 관리자의 것이 아니라 전작업자가 갖추어야 하는 것을 특히 강조하는 것이 현대 종합품질경영이다. 작업자는 제품을 만드는 생산기술뿐 아니라 생산을 관리하는 기술을 같이 익혀야 한다. 제품의 품질 개념이 과거에는 제품이 시방서 대로 얼마나 잘 만들어졌느냐를 묻는 생산자 입장 관점에서, 고객이 얼마나 제품에 만족하는냐는 고객중심 입장으로 바뀌었고, 이제는 좀더 발전하여 제품이 고객 및 사회와 환경 전체에 얼마나 기여를 했느냐의 관점으로 확대되고 있다.

지금까지 제시된 반도체 공장에 대한 많은 논문들은 구체적인 반도체 생산 공정들의 문제점들의 해법을 제시하고 있다. 우리는 본 논문에서 개괄적이고 전

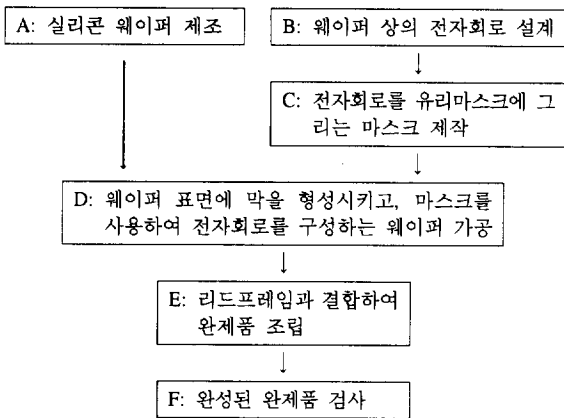
* 서경대학교 산업공학과

** 서울대학교 산업공학과

체적인 관리기법으로 종합품질경영(TQM)의 적용에 대해서 고찰해 왔다. 생산기술 못지 않게 생산관리 기술의 중요성을 인식하기 때문이다. 또한 가능한 쉽게 적용할 수 있도록 제안했다. 반도체 공정은 고도의 기술이 필요한 분야이기 때문에 그곳에 맞는 관리기술과 기업 문화가 필요한 분야이다. 우리는 그 해결의 실마리로 종합품질경영을 제시한 것이다. 이 논문의 구성은, 2장에서 개괄적인 반도체 공정을 소개하고, 각 공정의 문제점과 중요점을 살펴보았다. 3장에서는 종합품질경영 기법 적용을 시도하였다. 품질경영기법으로 TQM과 방침관리, 통계적품질관리로 관리도와 6σ 기법 그리고 지속적 개선(CI)을 소개하고 적용을 추천하였다. 4장에서는 결론과 앞으로의 숙제를 제시하였다.

2. 반도체 공정

반도체 공정을 소개하고 다음에 반도체 공정의 중요점을 살펴본다. 여기서는 먼저 반도체 공정의 전체



〈그림 1〉 반도체 생산 공정

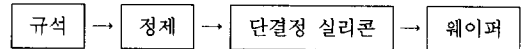
적인 흐름을 살펴본다. 전체적인 흐름을 파악하는 것이 전체적인 생산관리 기법 적용을 제시하기가 쉽다.

2.1 반도체 공정 소개

반도체를 완성하는데는 원재료로서 웨이퍼¹⁾, 마스크²⁾, 리드프레임³⁾이 사용되며 회로설계, 웨이퍼 가공, 조립공정, 검사공정을 거쳐 반도체 IC가 완성된다. 반도체 공정의 큰 흐름만 살펴보면 〈그림 1〉과 같다.

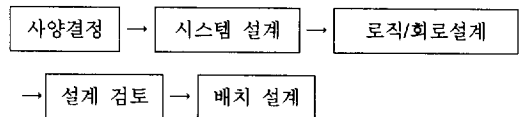
각 그림의 내용을 좀더 자세하게 살펴보면 다음과 같다.

A 웨이퍼 제조



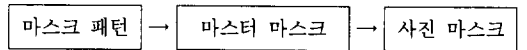
1. 실리콘 용융액에서 단결정 규소봉(INGOT) 성장
2. 규소봉을 적당한 두께로 절단
3. 웨이퍼 한쪽 면을 연마하는 웨이퍼 표면연마

B 회로설계



4. 전자회로와 실제 웨이퍼 위에 그려질 회로패턴 설계

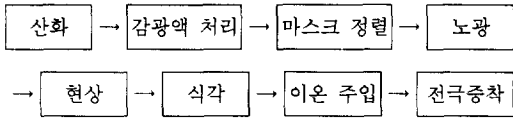
C 마스크 제작



5. 유리판 위에 설계된 회로패턴 MASK를 만들

- 1) 웨이퍼(Wafer): 반도체 물질로 만들어진 얇고 둥근 조각. 이 위에 집적회로를 만들어 넣게 된다. 현재 많은 회사는 실리콘 웨이퍼를 사용하고 있으며, 직경 크기에 따라 4", 5", 6", 8"를 사용하고 있다.
- 2) 마스크(Mask): 웨이퍼 위에 만들어질 회로 패턴의 모양을 각 층별로 유리판 위에 그려 놓은 것으로 사진공정시 스테퍼(반도체 제작용 카메라)의 사진건판으로 사용된다.
- 3) 리드프레임(lead frame): 보통 구리로 만들어진 구조물로서, 조립공정시 칩이 이 위에 놓여지게 되며 가는 금선으로 칩과 연결된다. 이렇게 하여 IC칩이 외부와 전기신호를 주고받게 된다.

D 웨이퍼 가공

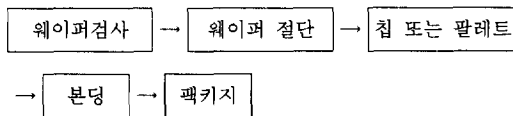


- 6. 웨이퍼 표면에 얇고 균일한 실리콘 산화막을 현상하는 산화공정
- 7. 감광액을 웨이퍼 표면에 고르게 도포하는 감광액 도포

※ 도포공정시 주의할 점은 세 가지가 있다. 첫째 웨이퍼와 감광액의 밀착성이다. 밀착성이 나쁘면 현상시 감광액이 들떠 일어나 정상적인 형태를 만들 수 없다. 현상시 정상적인 형태를 만들었다 할지라도 다음 공정 wet etch시 감광액 밑으로 etchant가 스며들어 정상적인 식각막을 얻기 힘들다. 둘째는 감광액의 균일도이다. 균일도가 나쁘면 정렬 후 노광시 지나치게 자외선을 받은 부위와 적게 받은 부위가 나누어져 선폭을 균일한 형태로 만들기 힘들다. 셋째는 웨이퍼의 청결이다. 웨이퍼 위에 먼지 등이 있으면 감광액 도포시 결함이 확대되고 인접 칩까지 영향을 주게 되어 원하는 형태를 만들기 힘들다.

- 8. 감광액이 형성된 웨이퍼 표면에 회로패턴을 사진 찍는 노광
- 9. 웨이퍼 표면에서 막을 현상시키는 현상
 - ※ 현상공정시 주의할 점은 두 가지가 있다. 첫째는 현상기에 붙어 있는 각종 기계 특히 스프레이 입력, 온도 등이 현상속도에 영향을 끼쳐 선폭변화에 요인이 되므로 주의해야 한다. 둘째는 액 교환시 현상물이 철저히 해야 한다.
- 10. 필요 없는 부분을 선택적으로 제거하는 식각
- 11. 회로패턴에 불순물을 주입하는 이온주입공정
- 12. 웨이퍼 표면에 절연막이나 전도성막을 형성시키는 화학기상증착공정
- 13. 웨이퍼 표면에 각 회로를 알루미늄 선으로 연결시키는 금속배선

E 조립

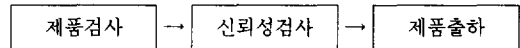


- 14. 웨이퍼에 형성된 칩들의 전기적 동작여부를

선별하는 웨이퍼 자동선별

- 15. 웨이퍼를 절단하는 웨이퍼 절단
- 16. 분리된 칩 중에서 양품인 칩을 리드프레임 위에 올려놓는 칩 접착
- 17. 칩내부의 외부연결단자와 리드프레임을 가는 금선으로 연결하는 금속 연결
- 18. 칩과 연결금선부분을 보호하기 위해 화학 수지로 밀봉하는 성형

F 검사



- 19. 최종 제품을 검사하는 최종검사공정

이상으로 간략하게 반도체 공정을 살펴봤다. 각 공정은 작업장이 연속으로 되어 있을 수도 있으나 대부분 실제 공장은 분리되어 있다. 이 중 웨이퍼 가공공정이 가장 어렵고 난해하므로 반도체 제품의 차이는 웨이퍼 가공 공정에 따라서 기술의 차이가 난다고 할 수 있다.[2,3,5]

2.2 반도체 공정 특성

반도체 산업을 ‘장치산업’이라고 한다. 반도체 제조 과정이 제조설비에 크게 의존하기 때문이다. 반도체 설비는 크게 설계설비, 공정설비, 조립/검사 설비로 나눌 수 있는데 모두 점차로 복잡화, 자동화, 고기능화 된다는 공통점이 있다. 반도체 산업의 특징을 크게 보면 다음과 같은 특징이 있다.

- ① 가격이 고가이므로 투자 부담이 크다.
- ② 제조설비에 크게 의존한다.
- ③ 전기 전자 등 여러 기술의 종합적 산물로서 복잡화 다양화되고 있다.
- ④ 반도체 제조기술의 빠른 발전 속도로 진부화가 빠르고 수명이 짧다.
- ⑤ 진공, 불순입자 등 트러블이 많아 세심한 주의가 필요하다.
- ⑥ 반도체 제품의 수율이나 신뢰성에 크게 영향을

미친다.

- ⑦ 따라서 최초 제작이나 구입시도 중요하지만, 사용 중 최적상태로의 유지, 보수가 생산성 향상에 있어서 주요한 요인이 된다.
- ⑧ 집적화되어 가는 제품의 고해상력을 위한 광학장비의 한계를 극복하기 위해 E-Beam, X-Ray의 장비 개발이 시급하며, 현재의 광학장비를 이용, 기술개발을 통한 공정해상력 향상연구가 필요하다.[3]

이들 외에 공정 전체를 통하여 특히 중시되는 것으로 청정과 수율을 들 수 있다. 첫째 반도체 산업이 청정 산업이라고 불리고 있을 만큼 반도체 공정 전체를 통하여 청정이 가장 중요하다. 반도체에서는 먼지 정도의 미세한 불순물은 반도체를 불량으로 만들기에 충분하기 때문이다. 공장 내의 작업자는 방진복, 방진모자, 방진 마스크, 방진화, 방진장갑, 보안경, 비닐장갑을 착용하고, 공장 출입시에는 에어샤워를 통과하여야 하며, 작업장에는 천장에서 세정된 공기가 계속 나오고, 바닥에서는 계속 공기를 흡입하는 장치를 설치해야 한다. 둘째 수율이다. 수율은 입력 대비 출력이다. 반도체 공정의 어려운 점은 다른 제조업에 비해서 수율이 매우 낮다는 점이다. 반도체 공정에서는 제품 중에 작은 불량률이 있으면, 제품 전체를 버려야 한다. 예를 들면, 자동차는 엔진부분에 고장이 있으면 엔진만 바꾸면 되나 반도체에선 어느 한 부분이 불량이면 그것만을 교체할 수 없다. 제품을 버려야 하므로 일반적으로 수율이 낮다. 따라서 각 공정별로 수율을 구분하여 관리해야 한다. 각 공정별 수율을 관리할 때, 특히 다음에 제시하는 관리도와 6σ 기법이 유효할 것이다.

3. 반도체 생산에서의 품질경영

기업이 살아남고, 번성하는 데는 기업의 고유 기술 외에 기업문화가 필요하다. 기업문화는 기업에 속한 전사원이 함께 이룩하는 것으로 전사원 모두가 인정하는 가치관이다.(이것을 기업 문화의 패러다임이라 한다.) 전원이 인정하는 패러다임에는 기업 고유의 기

술이 반드시 기초가 돼야 한다. 그리고 이 기술을 관리하는 관리 기술을 전원이 인정하는 것이 필요하다. 건전한 가치관이 통용되고, 작업자가 자부심을 갖는 회사는 반드시 성공할 것이다.

반도체 공장은 반도체 산업의 기술을 사용하는 사업체에 맞는 적당한 기업문화를 개발해야 한다. 우리는 전원이 함께 참여하기 위하여 다음과 같이 종합품질경영, 방침관리, 통계적품질관리 중 관리도와 6σ 와 지속적 개선을 관리기술로서 제시한다.

3.1 종합품질경영(TQM)

전사적품질관리(TQC)에서 좀더 발전된 종합품질경영(TQM) 개념은 ISO(국제표준화기구)에서는 ‘품질을 중심으로 하는 모든 구성원의 참여와 고객 만족을 통한 장기적 성공지향을 기본으로 하며 조직의 모든 구성원과 사회에 이익을 제공하는 조직의 경영적 접근’이라 정의하고 있다. 일본의 TQC 개념과 일치하지만 TQM은 TQC 바탕에 기업문화의 혁신을 통한 구성원의 의식과 태도 등에 중점이 두어진 것으로, 좀더 고객지향적, 시장 중심이라는데 차이가 있다. TQM은 최고 경영자의 리더십 아래 품질을 최우선 과제로 하고 고객 만족을 통한 기업의 장기적인 성공은 물론 기업 구성원과 사회 전반의 이익에 기여하기 위해, 경영활동 전반에 걸쳐 모든 구성원의 참여와 총체적 수단을 활용하는 전사 종합적인 전략적 경영시스템이라 정의할 수 있다.[4]

반도체 공장의 작업자는 대부분 고도의 기술자이므로 타 제조공장에서와 같은 QC서를 활동으로는 별 효과를 얻기 힘들 것이다. 따라서 각 작업자 개인의 제안성과급 제도를 대폭 확대시켜 참여를 유도해야 한다. 각 공정의 정밀도가 매우 높기 때문에 기술적인 많은 문제는 작업자만이 알고 있으므로 작업자의 의견을 적극 존중하는 것을 기본원칙으로 해야 한다. 또한 조직 형태가 팀별로 구성되었으므로 팀별로 권한을 대폭주어 문제점을 스스로 찾아내고 스스로 해결하게 유도하는 자율성을 주어야 한다. 또한 경영자는 수시로 각 개인별 팀별 개선사항을 체크하여 상벌을 강화하여 동기부여를 강화하는 것이 중요하다.

반도체 생산에서 고객만족 목표를 위해서는 시스템의 구성요소인 고객, 공급자, 경영자, 전구성원, 분석기법별로 지속적인 품질개선활동의 전개가 필요하고 그 세부적인 방법을 설명하면 다음 <표 1>과 같이 요약된다.[4] 이들 방법의 기본적 사고는 일본의 무결점주의(혹은 간판 시스템의 기본 원리)를 채택한 것이다. 각 작업자간은 신뢰하고 절대 다음 공정으로 불량품을 보내지 않는 것이 기본적인 사고이다. 외부 공급자도 내부 공정과 같이 취급하여 각각 수입검사를 수행하지 않고, 각 부품을 즉시 생산에 사용하는 것이다. 만약 수입 부품이 불량이면 즉시 개선을 명령하고 하청업체의 공정을 같이 관리해 준다.

<표 1> 고객만족을 위한 세부적인 요소

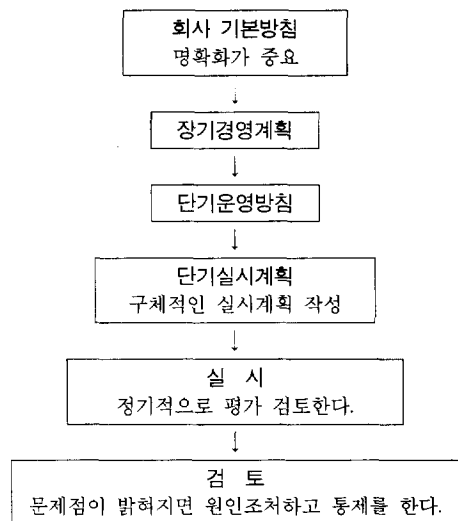
목표	시스템 요소	세부 요소의 설명
고객만족	고객	각 공정은 '다음 단계가 나의 고객이다'라고 정의한다. 모든 공정에서 앞공정에 문제가 발견되면 즉시 피드백한다. 각 단계별로 만족도를 측정한다.
	공급자	외부공급자의 공정관리를 측정하여 공정이 우수한 공급자를 선택한다. 고객과 공급자간의 체계적인 의견교환을 한다. 공급자의 목표 및 방침을 정하여 통보한다.
	경영자	경영자의 방침관리를 분명히 한다. 각 사업별로 품질 계획을 한다. 모든 조직에 대한 업무 측정을 개관적으로 하여 상벌을 준다. 벤치마킹을 한다.
	전구성원	전 구성원의 제안제도를 적극 장려한다.(제안 성과급제도의 대폭 강화) 팀별 개선활동을 끊임없이 실시한다. 전 구성원의 참여를 유도한다.
	분석 기법	각 공정에 맞는 관리 기법을 채택 혹은 개발한다. 불량을 원천적으로 막는 예방방법을 채택한다. 과학적이고 객관적인 관리, 측정 방법을 도입한다. 사실적인 데이터를 사용한다.

3.2 방침관리 및 목표관리

방침관리는 기업의 경영이념이나 기업목적을 달성

함에 있어서 일정한 방침을 토대로 하여 조직 전체가 융합하여 통일된 경영활동을 펴나가는 것으로 매우 중요하다. 경영층과 작업자간에 나타나는 의견차이는 계층간에 방침과 의사전달이 명확히 안되고 불충분한 현실 이해로 발생한다고 볼 수 있다.[4] 이를 위해선 경영자의 목표를 작업자가 알고 있고 마찬가지로 작업자의 어려운 점을 경영자가 알고 있어야 한다. 이러한 무형의 기업문화를 갖기 위해선 방침관리가 효과적이다. 방침관리는 회사의 목표와 전달사항을 일방적으로 전하는 명령하달식이 아니다. 회사전체의 목표를 전사원에게 알려 전원이 구체적인 자신의 목표를 세울 때 반영하는 것이다. 방침관리는 결과보다는 그렇게 되기까지의 과정을 중요시하며 그 다음으로 좋은 결과를 낳는 것을 중요시한다. 일반적으로 성공적인 방침의 전개를 위해서는 다음 <그림 2>와 같이 기본 방침을 명시하고 거기에 맞는 계획을 세워서 실시한 다음 검토하는 PDCA 사이클을 사용한다.[4] 방침관리는 회사의 핵심 관리사항을 회사의 방침으로 정하여 전체가 관리하게 유도하는 것이다. 효과적으로 전사원이 동참하기 위해선 최고경영자의 의지와 리더십이 필수적이다.

반도체 공장에서 방침관리의 가장 핵심은 새로운



<그림 2> 방침의 전개과정

기술의 개발과 수율의 증가이다. 새로운 기술은 반도체 제품의 라이프사이클 기간이 짧고 상대적으로 제품생산에 소요되는 공기가 길기 때문에 적절한 때에 적절한 제품을 시장에 출시하는 것이 제일 중요하다. 회사의 기본방침은 언제나 새로운 제품개발에 있어야 한다. 또한 기술의 know-how를 축적해야 시장경쟁에서 승산이 있다. 기술의 개발과 동시에 각 공정별 수율의 관리를 위해서 각 공정 작업자들은 각자의 과거의 데이터에 기초하여 수율 증대에 구체적인 목표치를 정해놓고 지켜야 한다. 불량률의 방지에는 관리도와 6σ 관리가 적당하다. 다음 절에서 관리도와 6σ 관리 기법을 자세하게 소개한다.

3.3 통계적 품질관리

통계적 품질관리의 분야는 광범위하다. 대부분의 반도체 공장에서는 많은 통계적 품질관리 기법을 사용하고 있지만, 이번 절에서는 반도체 공장에서 적용할 기법으로서 관리도와 6σ 관리를 소개한다. 이 둘의 기법은 고도의 기술집약적이고 대량생산체제인 반도체 공정에 가장 유용하다고 생각된다.

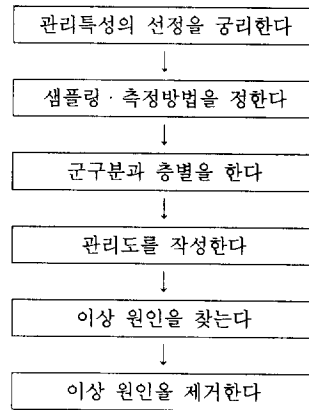
(1) 관리도

관리도는 '품질관리는 관리도에서 시작하여 관리도에서 끝난다'라고 할 만큼 중요한 관리 기법 중의 하나다. 공장이 자동화·기계화가 많이 될수록 관리도는 낡은 기법으로 생각하기 쉬우나 기업의 체질개선, 이익확보에 공헌하기 위해서는 관리도에 의한 공정의 안정화가 가장 효과적이라고 여겨진다. 관리도는 쉬우면서 핵심사항을 체크할 수 있는 효과적인 도구이다. 그러나 의외로 관리도가 잘 쓰이지 않고 있다. 일반적으로 관리도가 잘 안쓰이는 이유로 다음과 같이 6가지를 들 수 있다.[7]

- ① 공정의 기계화, 자동화가 급격히 추진되었다.
- ② 불량률이 비약적으로 낮아졌다.
- ③ 관리도상에 이상이 나타나도 그 원인이 쉽게 발견되지 않는다.
- ④ 생산의 스피드가 높다.

- ⑤ 작업자들이 관리도에 대해 잘 모르고 있다.
- ⑥ 관리도를 능숙하게 사용하고 지도할 수 있는 관리자나 스태프가 적다.

지금까지 사용된 관리도는 공정의 결과를 체크하는 것으로 많이 사용되고 있다. 그러나 관리도의 핵심은 결과를 관리하는 것이 아니라, 공정의 이상 원인을 찾는 방법으로 사용되어야 한다. 수율을 높이기 위해선 이미 발생된 불량은 의미가 없다. 불량의 원인을 정확히 발견하여 불량방지책을 세우는 것이 중요하다. 관리도는 관리 특성을 미리 선정하여 관리도를 작성하면 이상 현상을 발견하고 이상 현상에 대한 원인을 추구하면 불량방지를 할 수 있다. 이는 다음에 설명한 6σ와 관련되어 PPM관리에 중요하다. 관리도에 의한 관리의 기본적인 순서를 정리하면 다음 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 관리도 관리 순서

반도체 공장에서 관리도를 잘 사용하기 위한 대책으로서 다음과 같이 제안한다.

- ① 전사 전사업장에서 공정 관리로 관리도를 채택하게 한다.
- ② 전사적인 입장에서 각 팀별로 관리도 연구회를 출범시킨다.
- ③ 현장감독자가 관리도에 흥미를 갖고 관리도를 능숙하게 사용할 수 있게 교육한다.

④ 관리도에 의한 공정관리 활동을 실천한다.

(2) 6σ (시그마) 관리[6]

과거의 불량률 개념이 퍼센트 단위(100중 몇 개가 불량) 불량률 관리에서 백만개 중의 몇 개의 불량(parts per millions PPM) 관리 개념으로 바뀌었다. 반도체 불량 관리 기법으로 모토롤라사가 제시한 6σ 관리 기법 적용을 제시한다. 이 기법을 간단하게 설명하면 다음과 같다. 백만개 당 불량품 수는 너무 적은 수이므로 다음과 같이 단위당 결점수(defects per unit: DPU)를 정의한다. $DPU = \frac{\text{특정 검토 구간에서 발견되는 결함수}}{\text{검토 구간까지 진행된 단위수}}$ 로 정의된다. 이 DPU는 일반적으로 불량률을 의미한다. DPU개념이 계산이 용이하고 품질 향상을 꾀하는데 매우 효과적이다. 그러나 각 업무의 불량률을 파악하고 상호 비교하는 데는 미흡하다. 업무마다 잠재적으로 발생할 수 있는 결함 가능 수가 다르기 때문이다. 이를 잠재적 결함 가능수(opportunities for error in one unit)라 한다. 잠재적 결함 가능수는 각 분야의 불량률의 비교를 통한 업무의 개선을 위해서 각 분야의 불량률의 정규화에 필요한 계산이라고 할 수 있다. 이러한 잠재적 결함 가능수를 바탕으로 백만 단위당 결함수(defects per million opportunities: DPMO)를 정의하면, $DPMO = \frac{DPU \times 1,000,000}{\text{단위당 평균 잠재적 결함 가능수}}$ 이다. 이 단위는 요즘 많이 쓰이는 PPM(parts per million)과 같은 의미다. 제품 불량은 제품 규격 허용치의 상하한치를 벗어나는 것이라는 품질관리 이론과 정규분포곡선의 공식을 바탕으로 불량률을 역산하여 공정의 수준을 계산한다. 예를 들면 2σ 수준은 불량률이 4.56%로 45,600 DPMO이고, 3σ 는 0.27%로 2,700 DPMO이다. 6σ 는 0.002 DPMO을 의미하는데, 공정 중 어쩔수 없는 우연오차를 1.5σ 이라 감안하여, 6σ 에서 우연오차 1.5σ 를 제외한 4.5σ 로 계산하면 3.4 DPMO을 의미한다. 이는 백만개당 3.4개만 불량이라는 의미이다. 이를 벤치마킹으로 활용하여 달성하고자 하면 의미 있을 것이다. 현재 우리나라의 많은 제조업에서는 100PPM 달성을 목표로 노력하는데 이보다 매우 낮은 수치이다. 또한 6σ 수준의 불량률을 달성하고자 하면, 최고 경영자를 비롯한 전사적인 혁신운동과 지속적인 개선 활동이 요구된다. 이를 위한 모토롤라의 6

단계 제안 시스템을 제시하면 다음과 같다.

- ① 제작하고 있는 제품 혹은 제공하는 서비스를 정의한다.
- ② 고객을 정의하고, 그들이 중요하게 여기는 사항을 결정한다.
- ③ 필요사항을 정한다.
- ④ 업무 수행을 위한 업무 처리 과정을 정의한다.
- ⑤ 업무 처리 과정을 향상시킴으로써 실수를 방지하고 비생산적인 활동을 제거한다.
- ⑥ 향상된 업무 처리 과정을 측정, 분석, 관리함으로써 끊임없는 향상을 보장한다.

3.4 지속적 개선(CI)

CI 기법은 하나의 방법을 의미하는 것이 아니라 지속적으로 현재에 만족하지 않고 문제점을 찾아내고 목표를 새로 정하여 계속 개선하는 철학이다. 반도체 공장 같이 기술이 복잡하고 발전 속도가 빠른 상황에서는 모든 기법과 관리기법이 오래 지속할 수 없다. 시간에 따라 변하는 동적인 구조를 가져야 한다. 이러한 동적인 구조에 맞추어 관리하는 기법이 CI 기법이다. CI 시스템의 방법을 정리하면 다음 <표 2>와 같다. CI의 성공을 위한 도구는 통계적 품질관리에서 사용되는 모든 방법과 기타 공정개선에 도움이 되는 것들은 모두 사용 가능하다. 이들을 크게 분류하면 다음과 같다.

- ① PDCA(테밍의 사이클): Plan -> Do -> Check -> Action
- ② 5W2H: What, Why, When, Who, Where, How, How many
- ③ 7가지 SPC(통계적 공정 관리: statistical process control): 파레토, 공정흐름도, 점검표, 원인결과도표, 히스토그램, 산포도, 관리도

성공적인 CI 개선을 위해 필요한 관리 요소를 정리하면 다음과 같다.[1]

- ① 개선은 이익을 가져오기 이전에 학습기간을 필요로 한다.
- ② 작업자와 관리자는 아이디어의 원활한 흐름을 위하여 상호 신뢰하여야 한다.
- ③ 보상 시스템은 부서간의 협조를 증대시킬 수 있어야 한다.
- ④ 지속적인 훈련을 해야 한다.
- ⑤ 개선 아이디어를 처리하고 보상 시스템을 잘 관리할 수 있는 효율적인 시스템을 필요로 한다.

〈표 2〉 CI 방법

관리점	CI 개선 방법
문제 발견 방법	작업자 감소나 진행 중 작업 감소로 숨어 있는 문제 노출
분석 범위	전체 시스템이 문제 범위
분석 시간	장기간 문제의 근본적 원인에 접근
해의 형태	공장설계 변경, 상품 디자인 변경, 기계 수정, 작업자 훈련, 교육 등 시스템 향상
정보 흐름 방향과 빈도	정보 흐름 방향은 상향적이고 수평적이다. 정보 빈도는 높고 보편적이다.
작업수준 관리의 역할	작업자에게 상담자로서 행동함
중간관리자의 역할	문제해결을 위해 작업자 교육과 제안 실행을 평가, 지원
최고경영자의 역할	장기예측, 환경관찰, 유연한 계획을 위한 리더십을 갖는 미래지향적
환경조사와 벤치마킹	공식적인 기능이나 책임분담을 사용하여 광범위함

4. 맺는말

우리는 본 논문에서 개괄적이고 전체적인 관리기법으로 종합품질경영(TQM)의 적용에 대해서 고찰하였다. 반도체 공장은 고도의 기술을 다루는 분야이기 때문에 그곳에 맞는 관리기술과 기업문화가 필요한 분

야로 종합품질경영을 제시했다. 가능한 쉽게 적용할 수 있도록 제안했다. 여기서는 반도체 공장에 적용할 종합품질관리의 대표적 기법인 종합품질경영의 정의와 무형의 기업문화를 위한 방침관리, 각 공정에서 사용할 구체적인 통계적 품질관리 기법으로서 관리도와 6 σ 기법 그리고 CI를 소개하고 그 적용을 추천하였다.

이 논문에서 아직 미흡한 부분은 첫째 반도체 제조공정의 전반적 품질수준 평가로 공정별 불량률과 수율분석, 저수율에 따른 품질비용 또는 품질비용이 제조원가에서 차지하는 비율 추정 문제가 충분히 제시되지 못하였으며, 둘째 반도체 제품 특성상 개발/설계 단계, 제조단계, 신뢰성 시험, 번인(burn-in), 사후 보증단계 등의 품질문제들이 모두 중요하므로, 이들 단계별로 현재 사용하고 있는 품질관리 방식/기법의 소개, 문제점 분석 및 단계별 특성을 고려한 SQC/SPC 기법을 제안 등이 미흡하다.

앞으로 남은 과제는 실제로 반도체 공장에 이러한 종합품질경영을 적용하고 실천하여 쓸모 있는 관리기법을 우리 생산시스템에 맞게 정립하는 일이다.

【참고문헌】

- [1] 강석호, 생산운영관리, 경세원, 서울, 1995.
- [2] 삼성전자(주) 반도체연구소, 반도체 기술입문, 삼성전자, 1992.
- [3] 삼성전자(주) 반도체연구소, 반도체란 무엇인가?, 삼성전자, 1994.
- [4] 이순룡, 품질경영론, 법문사, 서울, 1996.
- [5] 이영훈, 김수영, 이관후, 이상우, "반도체 산업의 생산관리: 이론과 실제", 산업공학, 8권, 4호, pp. 73-87, 1995.
- [6] 황영현, "모토롤라의 품질경영 기법-식스 시그마(6 σ)", IE매거진, 3권, 3호, pp.72-76, 1996.
- [7] 황의철, 품질경영, 박영사, 서울, 1996.



이상복

1983년 서울대학교 수학과 학사

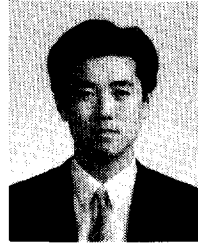
1989년 서울대학교 산업공학과 석사

1992년 독일 Kaiserslautern 대학 공업수학과 석사

1993년 서울대학교 산업공학과 박사

현재 서경대학교 산업공학과 조교수

관심분야 품질경영, 생산관리, 최적화 등



황영헌

현재 서울대학교 산업공학과 박사과정에 재학중. 서울대학교 산업공학과에서 학사(1987), 석사(1990)를 마치고 한국국방연구원에서 근무하였으며(1990-1995), 주요 관심분야는 분산 시스템의 구현 및 CALS, PDM, 품질경영 등.



강석호

현재 서울대학교 산업공학과 교수로 재직중이며, 서울대 문리대에서 이학사(1970), 워싱턴 대학교에서 산업공학석사(1972), Texas A&M에서 산업공학박사(1976)를 취득. 주요 관심분야는 경영정보시스템, 전략정보시스템, 생산정보시스템의 설계와 운영, 생산계획 및 통제문제 등.