

생산혁신을 위한 공정 모듈 시스템

개발에 관한 연구

- M사 반도체 공정을 중심으로 -

- A Study on Development of Process Modular System
(PMS) for Production Innovation -

송관배 *, 박제현 **, 양광모 ***, 강경식 ****

Abstract

반도체 제조 시스템에 대한 다양한 상황과 관련한 연구는 많지 않다. 게다가, 모든 상황에 항상 적합한 생산시스템 전략은 없다. 반도체 제조공정 시스템에 대한 스케줄은 생산공정의 재진입, 공정의 높은 불확실성, 급속하게 변하는 제품과 기술과 같은 특성 때문에 반도체 제조공정 시스템에 대한 스케줄은 복잡하고 어려운 작업이며, 사이클타임의 절감 및 단위시간당 생산량의 증대와 같은 시스템 목적을 달성하기 위하여, 반도체 제조 시스템에 대한 좋은 방법을 발견하기 위한 많은 연구가 있었다. 반도체 산업의 생산 흐름은 가장 독특한 특징을 가지고 있으며 생산계획과 반도체 제조의 스케줄링과 계획을 어렵게 하고 있다. 각각 다른 단계에 있는 자재는 같은 장비의 사용을 위해 경쟁을 하는데, 이로 인하여 작업시간 보다 단지 기다리는 시간에 상당한 시간을 할애하고 있다. 따라서 본 연구에서는 선행 연구를 바탕으로 반도체 공정에 모듈 생산방식을 접목시켜 공정의 사이클 타임을 줄이고, WIP를 최소화하여, 생산량을 최대화하는 방안을 제시하고 공정 모듈 시스템 (Process Modular System)을 구축하고자 한다.

1. 서론

사이클타임을 절감 및 단위시간당 생산량의 증대와 같은 시스템 목적을 달성하기 위하여, 반도체 제조 시스템에 대한 좋은 방법을 발견하기 위한 많은 연구가 있었다.

-
- * 명지대학교 산업공학과 박사과정
 - ** 서일대학 산업시스템경영과 초빙교수
 - *** 명지대학교 산업공학과 박사과정
 - **** 명지대학교 산업시스템공학부 교수

반도체 제조시스템의 스케줄에 관련된 대부분의 연구는 사이클 타임 단축에 대한 일정 시간 생산량의 증대와 같은 단일목표에 대한 알고리즘의 스케줄을 개발하는데 초점을 맞추고 있다. 변동성을 줄임으로서 생산량의 희생 없이 낮은 WIP(Work In Process) 수준을 유지하도록 하는 공정 모듈 시스템 (Process Modular System : PMS)을 구축하기 위해서 본 연구는 M사의 반도체 공정을 중심으로 시스템을 개발하고, 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 시스템을 검증하였다.

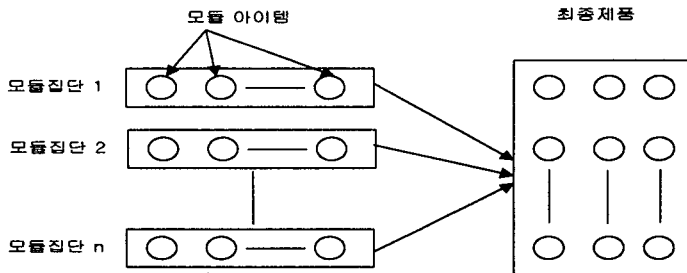
2. 모듈 시스템의 특성

2.1 생산시스템에서 모듈방식

생산시스템에서의 모듈방식은 표준화된 모듈화 기계로부터 생산시스템을 세우는 것이 목적이다. 빌딩블럭을 무엇으로 할 것인가에 대한 동의의 결핍과 생산 기계들의 다양성 소개를 이끌어 내는 현재 생산 요구가 폭넓은 상이점인 것이 사실이다. 이 의미는 모듈화 기계를 위한 표준이 없다는 것이다. 모듈화 생산시스템을 세울 목적으로 생산기계는 반드시 서로 다른 생산 요구에 대응해 생산할 수 있는 하나의 모듈화 생산 시스템의 선택으로부터 기능적으로 그룹화를 위해 분류되어야 한다. 로걸스(Rogers)는 “원시적(primitive)”인 생산요인들 공정 기계, 행동장치(motion units), 모듈화 고정장치(modular fixture) 그리고 배열이 가능한 조절 장치(configurable control units)의 4 가지 기본 그룹들로 생산기계를 분류했다. 이것은 만약 하나가 이러한 4가지 범주로부터 선택된다면 효율적(efficient), 자동적(automated) 그리고 통합적 생산 시스템의 다른 영역에서도 설치가 가능해야 된다는 것이 논쟁이 되었다.

2.2 모듈 생산방식

기본적으로 같은 기능을 가지는 제품이라 할지라도, 고객의 기호에 따라 제품의 외관, 부분적인 기능, 크기 등이 조금씩 다른 많은 종류의 제품들이 있을 수 있다. 이러한 많은 종류의 제품들을 빠른 시간 안에 고객에게 분배하기 위해서는 기존의 생산시스템과는 다른 개념이 도입되어야 한다. 특정한 제품을 생각해 볼 때, 그 제품이 몇 가지 기본적인 기능을 수행하는 부분들이 결합되어 있음을 알 수 있다. 이 때 이 기본적인 기능을 수행하는 단위를 모듈(module)이라 하며, [그림 2.1]에 이 개념을 잘 설명하고 있다.



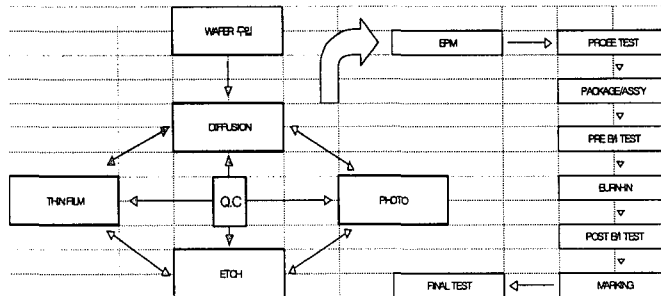
[그림 2.1] 모듈생산의 개념

즉, 같은 기능을 수행하는 모듈이라 하더라도, 최종제품의 사양에 따라서 성격이 약간씩 다른 여러 가지 모듈들이 있을 수 있다. 여기서 성격이 약간씩 다른 각각을 모듈 아이템이라고 정의하며, 기본적으로 같은 기능을 수행하는 모듈 아이템의 집합을 모듈 집단이라고 정의한다. 즉, 같은 기능을 수행하는 모듈이라 하더라도, 최종제품의 사양에 따라서 성격이 약간씩 다른 여러 가지 모듈들이 있을 수 있다.

3. 현행 공정 시스템

M사의 현재 반도체 공정은 크게 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 1) DIFFUSION : 실리콘 웨이퍼 위에 산화막 등 박막을 키우거나, 이온 등 불순물을 열처리 과정을 통해 확산시키는 공정
- 2) THIN FILM : 금속막 등 박막을 화학적 또는 물리적인 방법을 통해 입히거나, ENERGY를 이용해서 이온 등 불순물을 주입하는 공정
- 3) PHOTO : 마스크(또는 레티클) 상의 요구되는 PATTERN을 도포, 노광, 현상 등의 과정을 통해 웨이퍼 위에 새기는 공정
- 4) ETCH : PHOTO에서 패턴을 형성한대로, 필요한 부분만 남기고 필요없는 부분의 박막을 화학적 또는 물리적 반응으로 제거하는 공정
- 5) 기 타 : QC, TEST, PACKAGE, QRA(Qual. & Real.)etc.



[그림 3.1] M사의 반도체 공정

3.1 DIFFUSION

1) 산화 (OXIDATION)

: 실리콘의 산화막 형성은 반도체 집적회로 제작에서 가장 기본적이며 자주 사용되는 공정이다. 반도체 재료로 실리콘 웨이퍼가 가장 많이 쓰이는 이유 중 하나는 화학적으로 안정된 보호막으로 사용되는 고순도의 산화막을 실리콘 웨이퍼 위에 쉽게 형성 할 수 있기 때문이다. 다양한 산화방법 중 일반적으로 가장 많이 사용하는 막 중 하나가 열산화막(THERMAL OXIDATION FILM)이다.

2) 확산 (DIFFUSION)

: 확산이란 입자의 농도차에 의해 그 입자의 농도가 높은 쪽에서 농도가 낮은 쪽으로 퍼지는 현상으로서, 반도체 제조 과정 중 필요한 부분에 불순물을 주입시키는 과정에서 확산 기술이 이용된다.

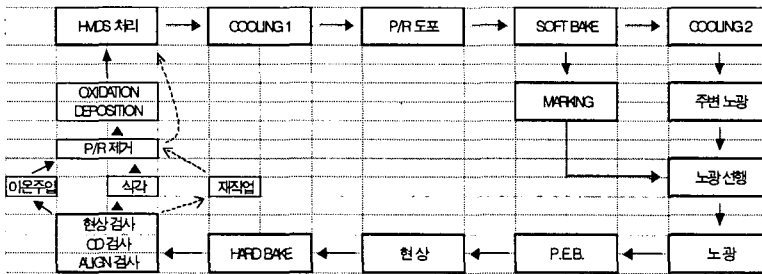
3) 세정 (CLEANING)

: 반도체 DEVICE의 발달은 급속도로 성장하고 있고 이에 발맞추어 보다 더 DEVICE의 미세

화, 고집적화, 고성능화가 요구되어진다. 이를 위해서는 웨이퍼 표면의 고청정화가 중요시되고 있는 상황이다. 다양한 형태로 존재하는 PARTICLE 및 오염 물질을 그 물성에 맞는 적절한 CHEMICAL 및 세정 방법을 적용하여 효과적으로 제거하는 것이 CLEANING 공정의 핵심이라 하겠다.

3.2 PHOTO 공정기술

반도체 칩을 제조하기 위해 적층식으로 회로를 형성시켜 나가며 각각의 적층하는 스텝(STEP)을 레이어(LAYER)라 칭하고 레이어 별로 필요한 패턴(PATTERN)을 형성시켜야 하는데 이때 필요한 패턴을 그려둔 원반을 마스크(MASK) 또는 레티클(RETICLE)이라 한다. 이 원판에 그려진 패턴을 실제 반도체 칩을 만드는 기판(WAFER) 위에 도포, 노광, 현상 공정을 통하여 모양을 만드는 작업을 PHOTO 공정기술(PHOTOLITHOGRAPHY)라 한다.



[그림 3.8] PHOTO 공정기술