

제 1 장 생산계측 서론

1.1 배경

- 다양한 생산 제조 시스템
 일반적인 제조 공장; 자동차, 약품, 전자제품 등등
 반도체 제조공정 (www.semi.org/ko)

[반도체 제조 공정]

1단계 단결정 성장(Polysilicon Creation)	고순도로 정제된 실리콘 (규소) 용액에 SEED 결정을 접촉, 회전시키면서 단결정규소봉(Polysilicon INGOT-> 실리콘 기둥 or Silicon Ingots)을 성장시킴
2단계 규소봉절단(Wafer Slicing)	성장된 규소봉을 균일한 두께의 얇은 웨이퍼(Wafer)로 잘라낸다. 웨이퍼의 크기는 규소봉의 구경에 따라 3",4",6",8"로 만들어지며 생산성향상을 위해 점점 대구경화 경향을 보이고 있음
3단계 웨이퍼 표면연마(Lapping & Polishing)	웨이퍼의 한쪽면을 연마하여 거울면처럼 만들어주며, 이 연마된 면에 회로패턴을 그려 넣게 됨
4단계 회로설계	CAD(Computer Aided Design)시스템을 사용하여 전자회로와 실제 웨이퍼 위에 그려질 회로패턴을 설계한다.
5단계 MASK(RETICLE) 제작(Pattern Preparation)	설계된 회로패턴을 E-beam설비로 유리판 위에 그려 MASK(RETICLE)를 만들. 사진의 현상과 비슷.
6단계 산화 공정(Oxidation Layering)	고온(800~1200℃)에서 산소나 수증기를 실리콘 웨이퍼표면과 화학반응시켜 얇고 균일한 실리콘산화막(SiO ₂)을 현상시키는 공정. (산화막은 웨이퍼 위에 그려질 배선개리 합선되지 않도록 서로를 구분해 준다. 배선간의 간격이 미세하기 때문에 합선이 될 경우가 많다.)
7단계 감광액(PR:PhotoResist)도포(Coating)	빛에 민감한 물질인 PR를 웨이퍼 표면에 고르게 도포시키고 살짝 구워서 Aligner에 보낸다. 이때부터 웨이퍼는 사진의 인화지 역할을 함. (cf.) Align, Alignment
8단계 노광(EXPOSURE)	Stepper를 사용하여 MASK에 그려진(Overlay 회로패턴에 빛을 통과시켜 PR막이 형성된 웨이퍼 위에 회로패턴을 사진 찍는 공정.
9단계 현상(DEVELOPMENT & BAKE)	웨이퍼 표면에서 빛을 받은 부분의 막을 현상시키는 공정. (일반 사진현상과 동일) -> 현상액을 웨이퍼에 뿌리면 웨이퍼는 노광과정에서 빛을 받은 부분과 받지 않은 부분으로 구별되는데 빛을 받은 부분의 현상액은 날아가고 빛을 받지 않은 부분은 그대로 남는다. (cf.) Soft Bake, Hard Bake, Post Bake
10단계 식각(ETCHING)	회로패턴을 형성시켜 주기 위해 화학물질(습식)이나 반응성 GAS(건식)를 사용하여 필요없는 부분을 선택적으로 제거시키는 공정. 이러한 패턴형성과정은 각 패턴층에 대해 계속적으로 반복됨.
11단계 이온주입(ION IMPLANTATION)	회로패턴과 연결된 부분에 불순물을 미세한 GAS입자 형태로 가속하여 웨이퍼의 내부에 침투시킴으로써 전자소자의 특성을 만들어 줌. 이러한 불순물주입은 고온의 전기로 속에서 불순물입자를 웨이퍼 내부로 확산시켜 주입하는 DIFFUSION(확산)공정에 의해서도 이루어짐.
12단계 화학기상증착(CVD:Chemical Vapor Deposition)	GAS간의 화학반응으로 형성된 입자들을 웨이퍼표면에 증착(수증기형태로 쏘)하여 절연막이나 전도성막(보호막 역할)을 형성시키는 공정.
13단계 금속배선(METALLIZATION)	웨이퍼 표면에 형성된 각 회로를 알루미늄(or 금, 은)선으로 연결시키는 공정. 금속에 전기적 충격을 주면 금속이 물방울처럼 증발하는데 여기에 웨이퍼를 넣어 회로를 연결시킨다.
14단계 웨이퍼 자동선별(EDS TEST)	웨이퍼에 형성된 IC칩들의 전기적 동작여부를 컴퓨터로 검사하여 불량품을 자동 선별하는 공정.
15단계 웨이퍼 절단(SAWING)	웨이퍼상의 수 많은 칩들을 분리하기 위해 다이아몬드 톱을 사용하여 웨이퍼를 전달하는 공정.
16단계 칩 집착(DIE ATTACH)	날개로 분리되어 있는 칩 중 EDS TEST에서 실패로 판정된 칩을 리드프레임(LEAD FRAME)위에 올려 놓은 공정
17단계 금속연결(WIRE BONDING)	칩 내부의 외부연결단자와 Lead Frame을 가는 금선(순금)으로 연결하여 주는 공정
18단계 성형(MOLDING)	연결 금선 부분을 보호하기 위해 화학수지로 밀봉해 주는 공정.
19단계 최종검사(FINAL TEST)	성형된 칩의 전기적 특성 및 기능을 컴퓨터로 최종 검사하는 공정으로 최종 합격된 제품들은 제품명과 회사명을 MARKING한 후 입고 검사를 거쳐 최종소비자에게 판매된다.

1.2 생산계측 개요

* 참조: 참고문헌 (2) *

물리적인 량의 계측

물리적인 량: 길이 (변위, 두께, 변형률), 온도, 유체유동, 음향, 운동관련, 질량, 시간

측정과정: standard 와 measured의 양적인 비교

계측계:

(1) 기계적인 측정방법

예) 추와 지렛대의 원리를 이용한 무게 측정
또는 모멘트 평형을 이용한 무게측정 (천칭)

(2) 전기적인 요소(Transducer)를 이용한 방법

예) 전자저울, 전자식 온도계

정밀측정 - 학문적 정의 (Precision Engineering Metrology)

* 정밀측정의 정의: 길이 및 이에 관련되는 물리량의 응용을 위한 측정

* 학문적 어원: Metrology = Meter+Logy ; 길이측정 (Length Measurement);
정밀측정 (협의적인 의미)

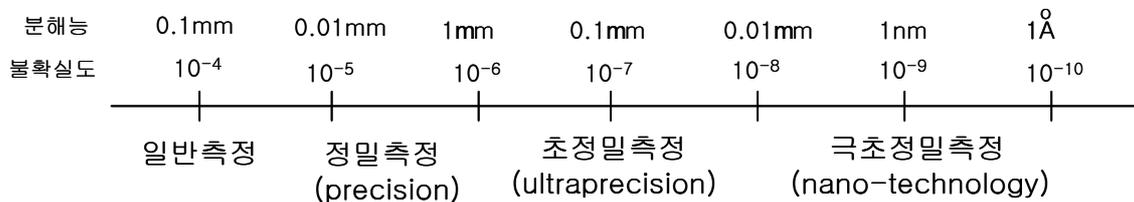
* 길이 관련 물리량: 가공품의 기하학적 정밀도 (Geometrical Tolerances)

가공표면의 미세조도 (Surface Roughness)

기계의 이송변위 정밀도 (Movement Accuracies)

* 측정대상의 단위에 따른 일반적 분류:

(길이측정)

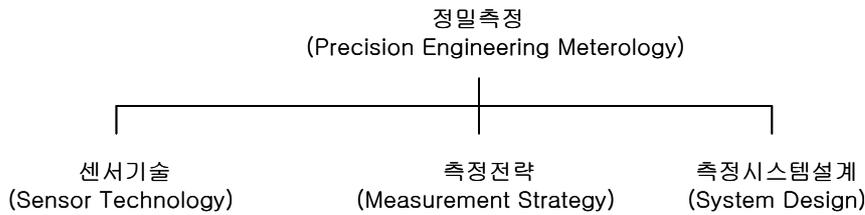


정밀측정-기술적 성격 (Precision Engineering Technology)

* 정밀측정의 기술적 성격:

- 전형적으로 Interdisciplinary한 복합기술
- 모든 기초과학(Science)과 응용공학(Engineering)분야에 전반적으로 요구됨.
- 순수과학의 연구결과가 응용 공학 분야로의 전환이 가장 빠른 학문분야임.
- 길이측정은 힘, 속도 등 제반 측정의 기반이 되는 기초 측정기술임.

* 정밀측정의 3대 핵심 구성요소:



* 문제해결의 단계:

- (1) 측정의 수요 및 문제점 도출
- (2) 측정 전략의 확정
- (3) 측정 센서의 확보
- (4) 측정 시스템의 설계 및 구축
- (5) 국가표준에 준한 측정결과의 평가보완

* 측정의 용도에 따른 분류

- 표준 측정 (Standard Metrology)

측정의 한계를 극복하기 위한 국가적 사업으로 표준확립 추진

KRISS(한국표준과학연구원, 한국)

NIST(미국)

NPL(영국)

PTB(독일)

- 공학측정 (Engineering Metrology)

표준 측정을 근거로 현장에서 발생하는 응용공학분야에서 검사기술의 개발에 주력

한국표준과학연구원 (<http://www.kriss.re.kr>)

- 헌법(1980. 10. 27) 제127조 제2항 “국가는 국가표준제도를 확립한다.”
- 국가표준기본법(1999. 2. 8) 제13조 (국가측정표준대표기관) 제1항, 동조 제2항
“한국표준과학연구원을 국가측정표준대표기관으로 한다.”
- 과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립/운영 및 육성에 관한 법률('04. 9. 23)

1.3 계측의 중요성

- 기계의 일상적인 조작에 필요
- 제조공정 관리
- 제어과정의 기본 요소
- 기계설계: 경험적, 합리적, 실험적 요소 포함

* 현대사회에서 계측 기술의 어려운 점.

- 신속한 측정
이동하는 물체 및 그 상태를 신속히 측정
- 대량 생산 체제에서 많은 개수의 측정
품질관리를 위하여 대량의 제품을 측정
- 위험한 환경에서의 물리량의 측정
사람이 접근하기 어려운 장소 및 대상 물체에 관한 측정

1.4 측정의 기본 방법

- (1) 주(primary) 또는 부(secondary) 표준에 의한 직접비교법(direct comparison)
- (2) 교정된 계를 이용한 간접 비교법 (indirect comparison)

1.4.1 직접비교법(direct comparison)

주(primary) 또는 부 (secondary) 표준을 이용한 직접비교법
예) 강철자를 이용한 막대의 길이 측정

1.4.2 간접 비교법(indirect comparison)

변환기등이 포함된 계측계를 이용
특히, 동적 기계계측의 경우

1.5 일반화된 계측계

- (1) sensor-transducer 단계
- (2) signal conditioning 단계
- (3) readout-recoding 단계

1.5.1 sensor-transducer 단계

피측정량을 검출 감지,
여타 입력에 둔감해야함.
noise(잡음)
drift(표류)

1.5.2 signal conditioning 단계

진폭, 동력을 변화시켜줌.
필터

1.5.3 readout-recoding 단계

인간의 오감, 제어기에 적합하게 변화, 표시

상대변위; 지시침의 이동 (아날로그 형)
디지털형

아날로그량; 시간적으로 연속적인 자연계에 존재하는 일반적인 물리량
기계적인 물리량을 변환기에 의하여 서로 닮은(analogous) 전기적인 물리량으로

디지털계측; 비연속적인 량
표본화(sampling); 시간간격 t
양자화(quantizing);

* 디지털 계측의 장점

- 잡음에 강하다. (숫자로 표현되기 때문에 오차 보정 가능)
- 데이터 정리가 용이하다. (컴퓨터 파일로 저장)
- 판독이 용이하다. (디지털 숫자로 표시)
- 주변 시스템과 연계가 용이하다. (통신기능)