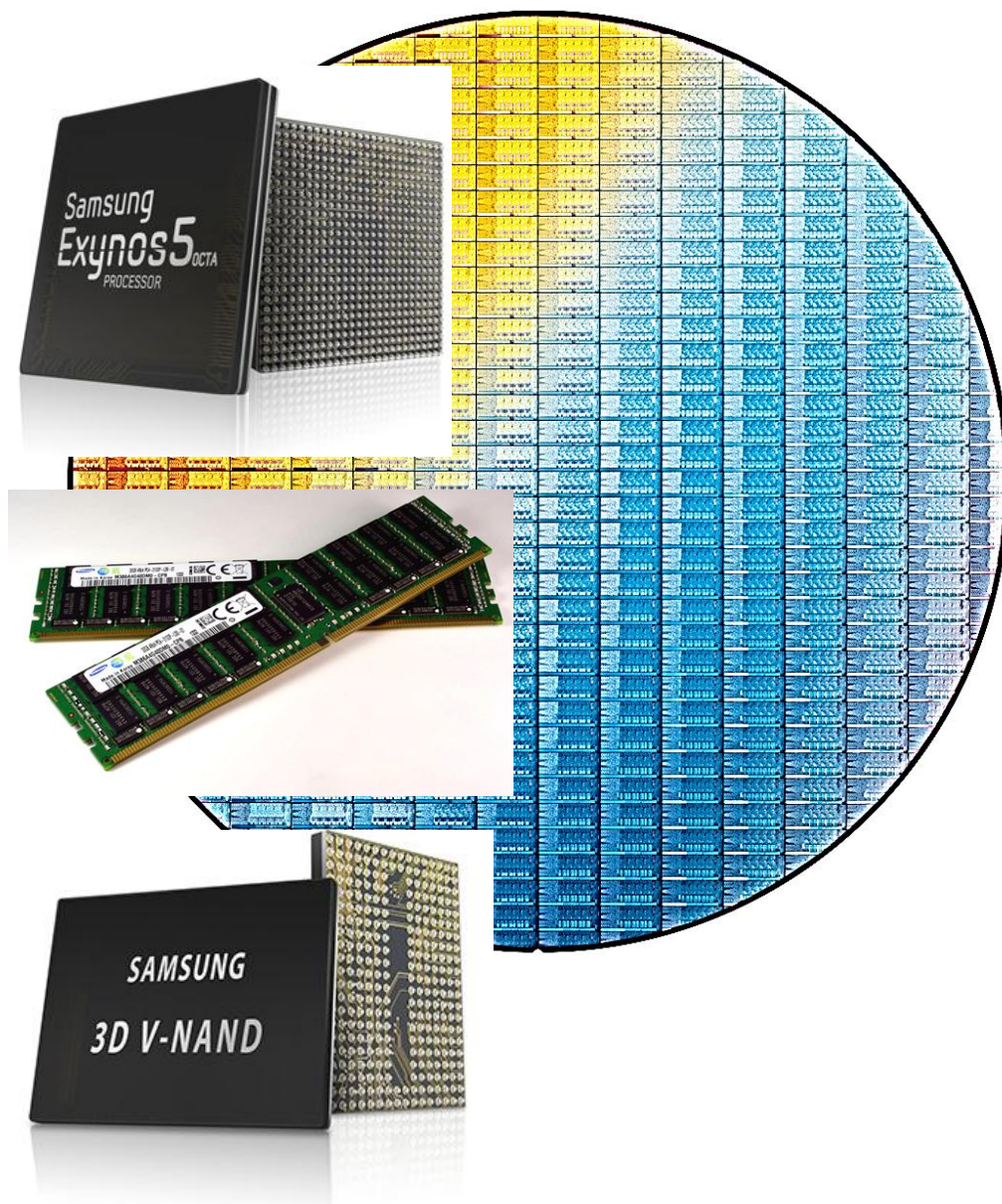


# 반도체, 그것이 알고 싶다



## CONTENTS

|                    |    |
|--------------------|----|
| I. 반도체란?           | 3  |
| II. 반도체의 분류        | 4  |
| III. 메모리 반도체       | 7  |
| IV. 비메모리 반도체       | 9  |
| V. 반도체 제조공정        | 11 |
| VI. 반도체 제조공정별 업체들  | 24 |
| VII. 2015년 반도체 이슈  | 32 |
| 부록1. 용어사전          | 36 |
| 부록2. 만화로 보는 반도체이야기 | 45 |
| 참고자료               | 56 |

# I. 반도체란?

## 1) 반도체의 특성과 기능

반+도체 = 도체와 부도체의 중간 성질

도체[Conductor]란, "전기 혹은 열이 잘 흐르는 물질"로 철, 전선, 알루미늄, 가위, 금이며,  
부도체[Insulator]란, "전기 혹은 열이 흐르지 않는 물질"로 유리, 도자기, 플라스틱, 마른나무 등

그렇다면, 반도체는 무엇일까요?

반도체[Semiconductor]란, 일반적으로 "전기전도도가 도체와 부도체의 중간정도"인 물질로서

半 + 導體 또는 SEMI + CONDUCTOR 라는 뜻을 지니고 있습니다.

반   도체      절반      도체

순수 반도체는 부도체와 같이 전기가 거의 통하지 않지만, 어떤 인공적인 조작을 가하면 도체처럼 전기가 흐르기도 한다는 특징을 지니고 있습니다.

일반적으로 반도체는 주기율표의 4 족에 있는 **원소(Elemental)반도체**와 3 족-5 족 원소들의 결합으로 이뤄지는 **화합물(Compound)반도체**가 있습니다. 원소반도체는 한 가지 원소로 구성된 반도체로서 실리콘(Si)과 게르마늄(Ge)이 있으며, 이 중 실리콘은 직접회로 IC(Integrated Circuits)의 재료로 가장 많이 사용되는 반도체로서 "모래"로부터 얻을 수 있습니다.

## II. 반도체의 분류

### 1. 제품별 분류

반도체 제품은 크게 '메모리'와 '비메모리'분야로 나눌 수 있습니다. 메모리 반도체의 경우 주로 정보를 저장하는 용도로 사용되며, 비메모리 반도체의 경우 연산, 논리 작업을 주로 수행합니다.

|      | 중분류             | 세분류          | 제품 설명                                                                                           |
|------|-----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 메모리  | 휘발성 (RAM)       | D램           | 주로 PC용 주기억장치에 이용되며 정보처리 속도 및 그래픽 처리 능력에 따라 SD램, 랩버스 D램, DDR, DDR2 등이 있음                         |
|      |                 | S램           | 소비전력이 적고 처리속도가 빠르기 때문에 컴퓨터의 캐시(cache), 전자오락기 등에 사용                                              |
|      |                 | V램           | 화상정보를 기억하기 위한 전용메모리                                                                             |
|      | 비휘발성 (ROM)      | Mask롬        | 제조공정시 고객이 원하는 정보를 저장하며, 전자게임기의 S/W 저장용, 전자악기, 전자사전 등에 사용                                        |
|      |                 | EP롬          | 자외선을 이용하여 정보를 지우거나 저장                                                                           |
|      |                 | EEP롬         | ROM의 특징과 입출력할 수 있는 RAM의 특징을 겸비                                                                  |
|      |                 | Flash 메모리    | 전력소모가 적고 고속프로그래밍 및 대용량 저장이 가능하여 컴퓨터의 HDD를 대체할 수 있는 제품으로 NOR(코드저장)형과 NAND(데이터저장)형으로 구분           |
| 비메모리 | 시스템IC           | 마이크로컴포넌트     | 컴퓨터를 제어하기 위한 핵심부품으로 Micro Processor Unit, Micro Controller Unit, Digital Signal Processor 등이 있음 |
|      |                 | Logic (ASIC) | 사용자의 요구에 의해 설계된 특정회로 반도체이며, 주문형 IC로서 다품종 소량생산에 적합                                               |
|      |                 | Analog IC    | 제반 신호의 표현 처리를 연속적인 신호변환에 의해 인식하는 IC로서 Audio/Video, 통신용, 신호변환용으로 사용                              |
|      |                 | LDI          | LCD driver IC로서 구동 또는 제어에 필수적인 IC                                                               |
|      | 개별소자 (discrete) |              | Diode, 트랜지스터처럼 집적회로(IC)와는 달리 개별 품목으로서 단일기능을 갖는 제품을 의미하며, 이것이 모여 IC가 됨                           |
|      | 기 타             |              | Opto(광반도체), 반도체센서 등                                                                             |

## 2. Value Chain 별 분류

반도체 제조 공정별 특성과 주요기업

| 구분  | 명칭                            | 주업무             | 사업특성                                                      | 주요업체                                                    |
|-----|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 전공정 | <b>IDM</b><br>(종합반도체업체)       | 설계+제조           | · 일관공정(설계, 제조, 테스트) 체제 구축<br>· 기술력과 규모의 경제<br>· 고위험 고수익   | 삼성전자<br>SK하이닉스<br>Intel<br>Micron<br>Toshiba            |
|     | <b>팹리스</b><br>(Fabless)       | 설계              | · 설계 전문 업체<br>· 설비 투자 불필요(단, 위탁제조 비용 부담)<br>· 고도의 시장예측 필요 | Qualcomm<br>Broadcom<br>NVIDIA<br>실리콘웍스<br>아나패스<br>텔레칩스 |
|     | <b>파운드리</b><br>(Foundry)      | 제조              | · 반도체 생산 전문<br>· 설비 투자 필요<br>· 설계 업무 수행x                  | TSMC<br>UMC<br>GlobalFoundries<br>삼성전자<br>매그나칩          |
| 후공정 | <b>패키징</b><br>및<br><b>테스트</b> | 패키징<br>및<br>테스트 | · 전공정 업체들은 인건비 절감을 위해<br>패키징 및 테스트는 외부 업체에 위탁             | ASE Test<br>Amkor<br>하나마이크론<br>STS반도체                   |

전공정이란 웨이퍼를 가공하여 반도체 회로를 형성하고 집적하는 과정을 뜻합니다. 전공정은 크게 설계와 제조로 나뉘어 있는데, **설계**의 경우 반도체 설계 노하우를 보유한 인력이 가장 중요하며, **제조**의 경우 대규모의 설비투자 및 라인 운영능력이 필요합니다.

설계와 제조 둘 다 수행할 수 있는 업체를 IDM(종합반도체업체)라고 부르며, 설계만 하는 업체를 팹리스(Fabless), 생산만 하는 업체를 파운드리(Foundry)라고 부릅니다.

**IDM(종합반도체업체)**의 경우 막대한 금액의 시설투자와 설계 및 생산 공정에 대한 인력 및 노하우가 필요합니다. 한국의 경우 삼성전자는 메모리 반도체 분야에서 수십년간 글로벌 점유율 1위를 차지하고 있으며, SK하이닉스(구 하이닉스)의 경우 메모리 반도체 분야의 치킨게임에 따른 수익성 하락 및 설비투자에 따른 적자를 견디지 못해 SK그룹으로 매각됐습니다. 다행히 2012년 엘피다 반도체 도산에 따른 메모리 반도체 분야 치킨게임 종료로 현재는 메모리 반도체의 수익성이 영업이익률 기준 40%에 이를 정도로 회복됐고, SK하이닉스는 SK그룹의 효자가 됐습니다.

**팹리스(Fabless)**로 유명한 퀄컴(Qualcom)은 삼성이 애니콜의 통신칩을 납품하며 계속 발전하다, 현재는 안드로이드용 AP 전문업체(자체설계, 생산은 외주)로 발전했습니다. 안드로이드폰용 AP의

표준이라고 할 수 있는 '스냅드래곤'이 퀄컴의 주요판매상품입니다.

**파운드리(Foundry)** 분야 세계1위는 점유율 약 52%인 대만의 TSMC입니다. TSMC는 삼성전자 비메모리 사업부의 가장 강력한 경쟁자이며, 안드로이드의 표준 AP격인 퀄컴의 스냅드래곤, 애플의 프로세서인 A8을 생산하고 있습니다. (2015년 삼성의 선제적 설비투자에 따라 퀄컴의 스냅드래곤 및 애플의 새로운 AP인 A9은 삼성전자에서 생산할 예정입니다.)

### III. 메모리 반도체



메모리 반도체는 말 그대로 데이터를 기억하는 장치로서 크게 “램”과 “롬”으로 구분됩니다.

램의 경우 전원이 공급되는 동안만 데이터를 보관하며, 롬의 경우는 전원이 차단되도 데이터가 보관됩니다.

때문에 램의 경우 PC의 수행성능을 높이는 캐쉬(Cache)의 역할을 주로 수행했기에 서버 및 PC의 필수부품으로 매년 수요가 늘어났습니다.

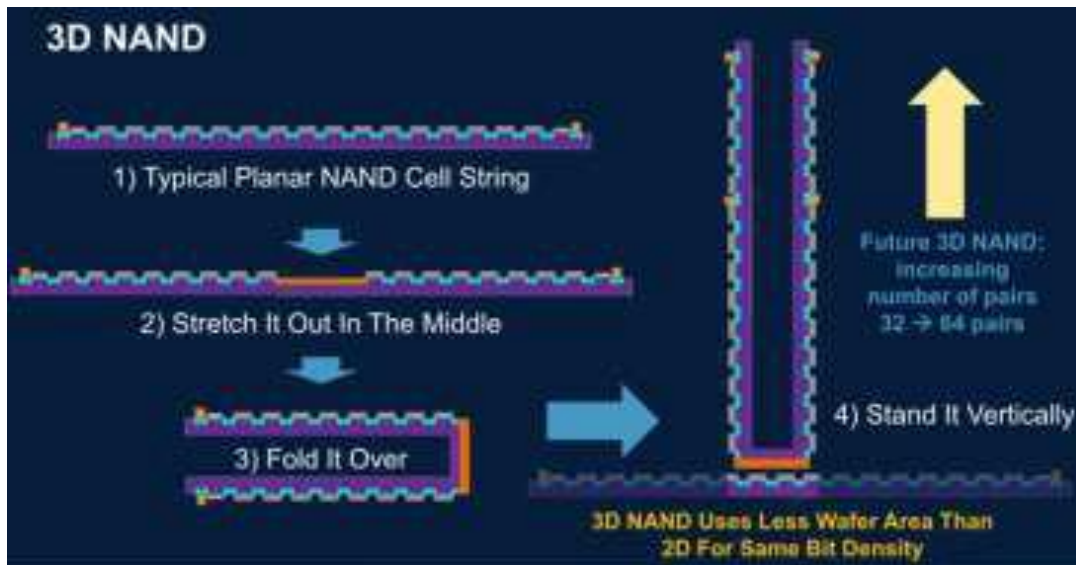
롬의 경우 초기에 저속으로만 읽고 쓸 수 있기에 설정파일을 보관하는 용도로 주로 사용했습니다. 그러나 최근 속도개선 및 고용량 집적에 성공 및 스마트폰, DSLR, SSD등의 수요가 폭증에 따라 급속한 성장을 거듭하고 있습니다.

현재 삼성전자와 SK하이닉스에서 생산하는 가장 중요한 메모리 반도체는 DDR4 SDRAM과 3D NAND FLASH 입니다.

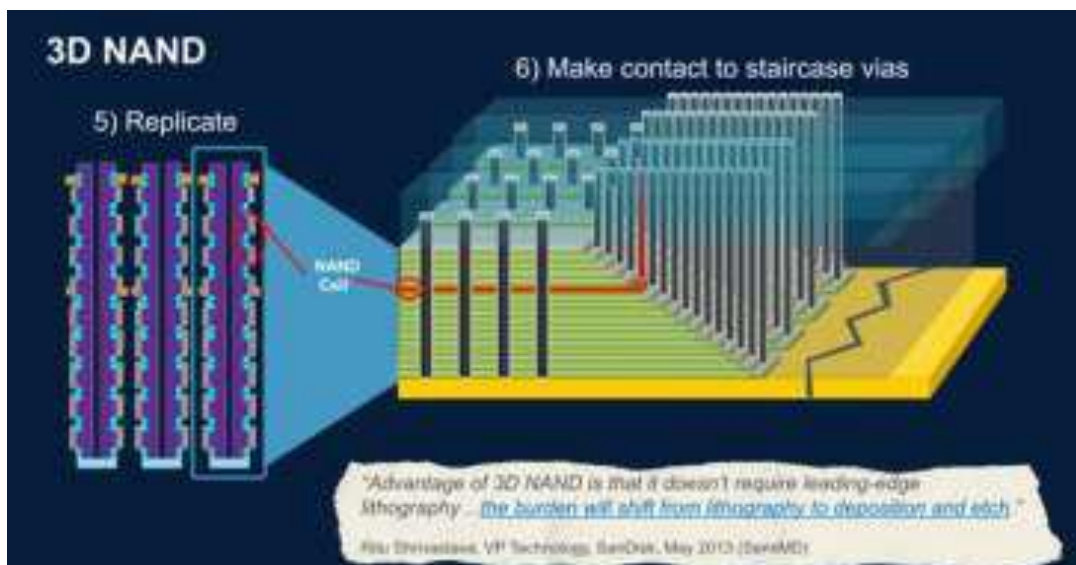
**DDR4 SDRAM** : 스마트폰, 노트북등 IT제품의 성능과 전력소모를 결정하는 핵심 부품. DDR3 SDRAM출시이후 7년만에 업그레이드 됐으며, 전력소모 11~20% 개선, 성능 33~100% 향상.

**3D VNAND FLASH** : 미세화를 통한 용량 상승의 한계에 따라, 2차원 평면에 형성된 Cell을 접어서 세워서 3차원 구조(아래 3D구조 참조)로 만드는 방식. 동일한 공정 적용 시 쓰기 속도는 2배 향상, 쓰기 횟수는 2~10배 향상, 용량(24단적층 기준)은 2배 이상 증가, 소비전력 50% 감소, 내구성 10배까지 향상됩니다. 현재 삼성전자가 32단적층에 성공하여 가장 앞서있으며, 2014년 세계 최초로 3D NAND SSD 양산에 성공했습니다.





2D로 구성된 셀들을 빌딩처럼 수직(Vertical)으로 세웁니다.

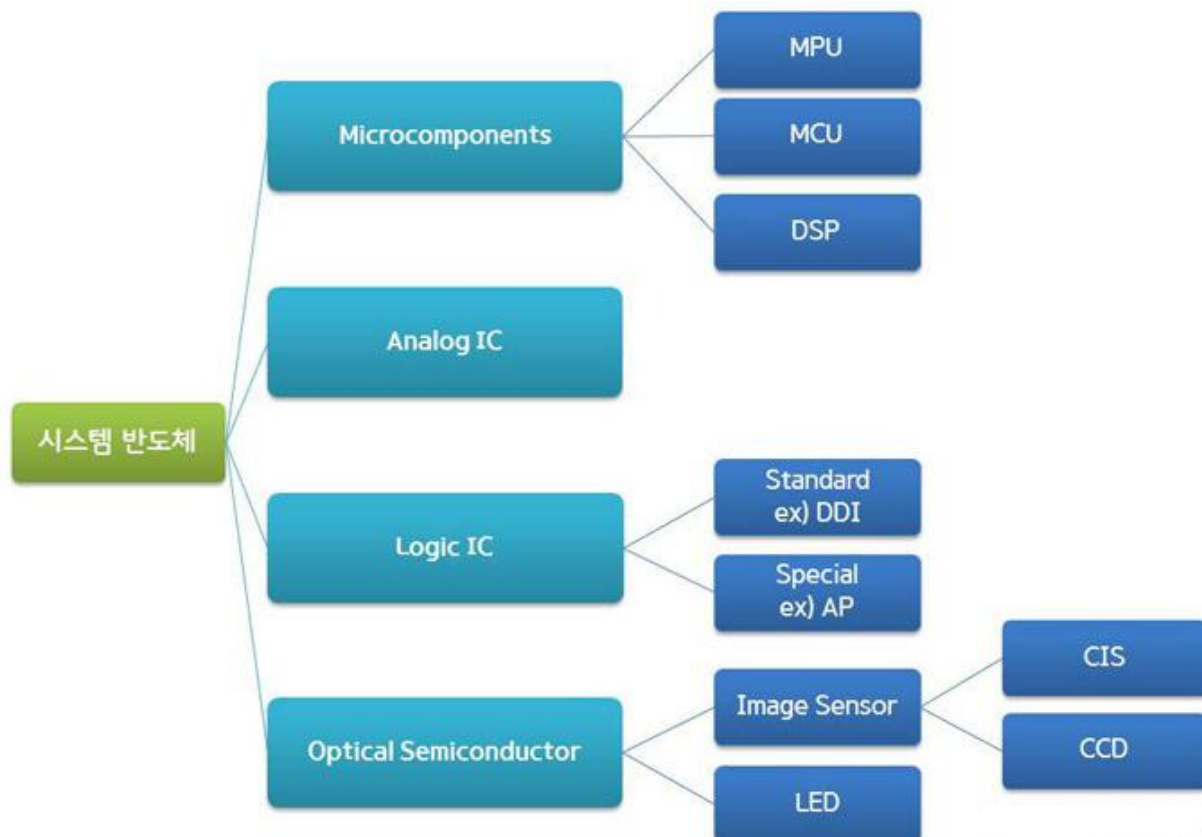


수직으로 접어서 세운 셀들이 뽁뽁하게 위치한 것을 볼 수 있습니다.



## IV. 비메모리 반도체

비메모리 반도체란 메모리반도체 이외의 제품들을 통칭합니다. 통상 비메모리 반도체란 논리, 연산, 제어기능 등 복합기능을 수행하는 반도체를 뜻합니다. PC나 서버의 CPU(Central Processing Unit, 중앙처리장치)나 스마트폰의 핵심반도체인 AP(Application Processor)가 대표적인 비메모리 반도체입니다.



공정기술이 핵심인 메모리 반도체와는 다르게 비메모리(시스템) 반도체는 공정뿐 아니라 **설계 기술이 중요**하기 때문에 설계와 생산을 분리하는 경우가 많습니다. 즉, 시스템반도체의 경쟁력은 최소한의 소자를 이용하여 고객이 요구하는 스펙을 충족하여 설계하는 능력입니다. 동일한 성능을 가진 제품이라도 설계 능력에 따라 제조원가, 발열등에서 차이가 날 수 있습니다.

삼성전자의 경우 전통적으로 설비투자 및 공정개선을 통해 원가 및 생산 경쟁력을 통해 대량생산이 필요한 메모리반도체 분야를 발전시켜 왔습니다. 그러다 메모리반도체 분야의 치킨게임을 닫고 최근(2012년)에야 시장의 안정 및 수익성을 회복했고, 비메모리 반도체중 가장 수익성 및 성장성이 높은 AP를 개발 및 양산에 성공하여 갤럭시S6에 탑재하게 되었습니다. (갤럭시s6에 탑재된 엑시노스 7420)

**팹리스(Fabless)**란 생산 시설(Fab) 없이 설계를 전문으로 하는 반도체 업체를 뜻하며 대표적인 업체로 Qualcomm, Broadcom, NVIDIA, Mediatek등이 있습니다. 국내 팹리스 업체는 실리콘웍스, 아나패스, 텔레칩스 등이 있습니다.

파운드리(Foundry)란 반대로 설계공정 없이 반도체 생산만 하는 업체를 뜻하는데 TSMC, UMD, GlobalFoundries 등이 있습니다. 국내에서는 삼성전자, 매그나칩 등이 파운드리 사업을 하고 있습니다.

## V. 반도체 제조공정

### 1) 개요

반도체 제조 공정은 다음과 같은 크게 3개의 공정으로 나뉩습니다.

첫째, 웨이퍼제조 및 마스크 공정

- 잉곳을 가공하여 웨이퍼 제조 후 마스크 제작

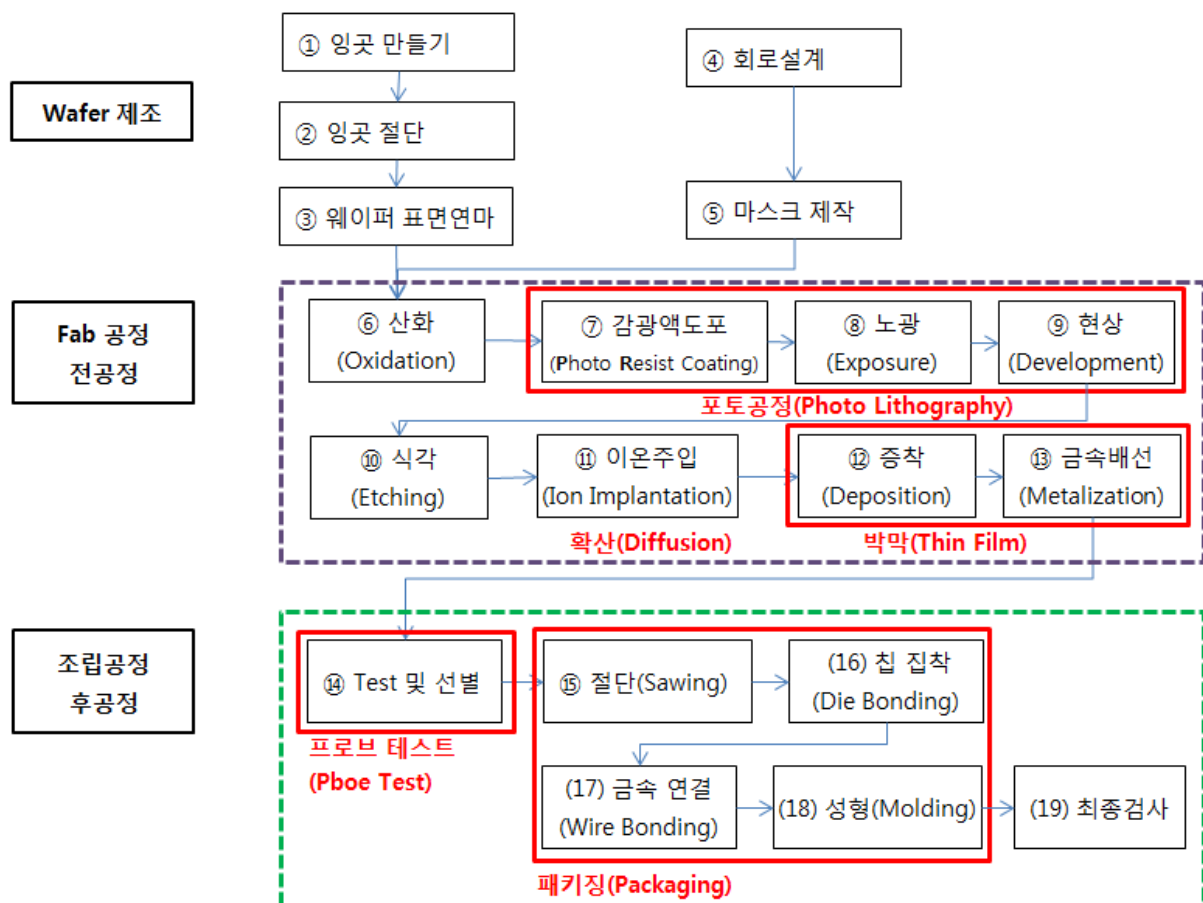
둘째, 전(前)공정(Fab.)

- 웨이퍼 위에 회로를 새겨 칩을 완성

셋째, 후공정(Inhouse /Outsourcing)

- 칩 절단, 패키징, 테스트

공정별 단계는 아래와 같습니다.



## 2) 웨이퍼 제조



### <웨이퍼 제조공정 요약>

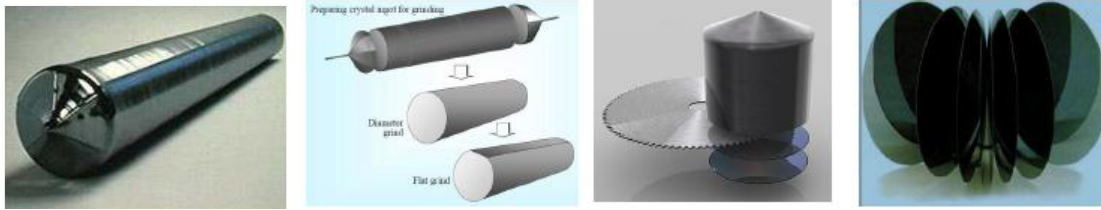
#### 1 단계 : 잉곳(Ingot) 만들기

고 순도로 정제된 실리콘(규소) 용액을 주물에 넣어 회전시키면서 실리콘 기둥(Ingot)을 만듭니다. 실리콘 결정 성장기술인 초크랄스키법(Cz) 혹은 플로팅 존법(FZ)등을 이용하여 얻을 수 있습니다.



## 2단계 : 잉곳 절단(Wafer Slicing)

잉곳(Ingot)의 말단을 제거하고, 다이아몬드 톱을 이용하여 균일한 두께의 얇은 웨이퍼(Wafer)로 절단합니다.



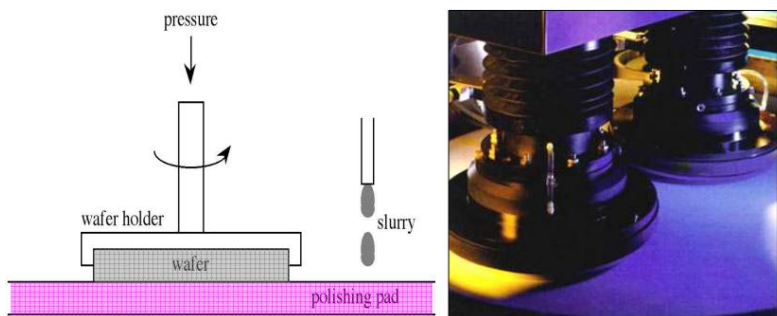
## 3단계 : 웨이퍼 표면 연마 (Lapping & Polishing)

웨이퍼의 표면에 여러 종류의 막을 형성시켜, 이미 만든 마스크를 사용하여

Lapping : 웨이퍼의 표면을 기계적으로 닦아줌.

Wafer Etching : 웨이퍼 표면을 에칭하여 표면 흠집을 제거.

Wafer Polishing : 웨이퍼의 한쪽 면을 연마하여 거울면처럼 만들어줌.



## 4단계 : 회로설계

CAD시스템을 사용하여 전자회로와 실제 웨이퍼 위에 그려질 회로 패턴 설계. 전자회로 패턴으로 설계되는 이 도면은 50~100m<sup>2</sup>정도의 큰 크기로 제작하여 오류를 점검하는데 사용됩니다.

## 5단계 : 마스크 제작

순도가 높은 석영을 가공하여 만든 유리판 위에 설계한 회로 패턴을 새긴 웨이퍼 패턴의 원판. 노광(Lithography) 공정에서 감광액이 코팅된 웨이퍼에 노광장비(stepper)를 사용하여 마스크에 빛을 통과시켜 웨이퍼에 회로를 그리는데 사용됩니다.



반도체 회로는 미세하기 때문에 마스크는 웨이퍼보다 크게 제작을 합니다. 회로패턴이 담긴 마스크는 축소 촬영법으로 1개의 칩에 회로를 새겨 넣고, 그 후 반복축소 촬영으로 웨이퍼의 전면을 주사하는 방식을 사용합니다.



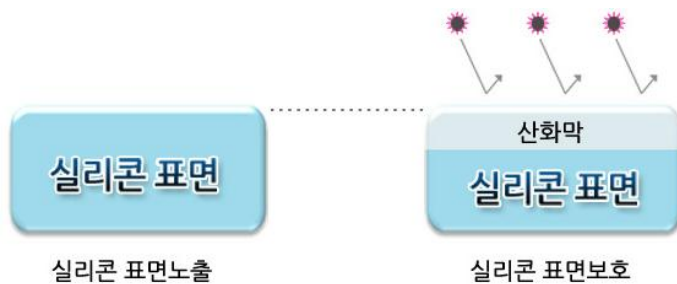
## 2) 전(前)공정

(웨이퍼를 가공하여 반도체 회로를 형성하고 집적하는 과정을 전공정이라고 한다. 산화막 형성, 증착, 세정, PR코팅, 노광, 이온주입, 현상, 식각 등의 과정이 있으며, 반도체 소자에 따라 이러한 과정을 수십회 반복합니다.)

### 6단계 : 산화 공정(Oxidation Layering)

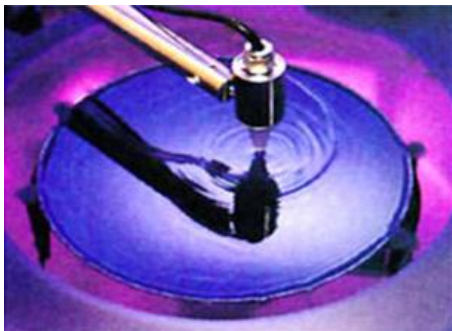
웨이퍼에 여러 가지 물질로 얇은 막을 증착하는 대표적인 방법으로, 고온(800~1,200℃)에서 산소나 수증기를 웨이퍼 표면에 뿌려 얇고 균일한 실콘 산화막(SiO<sub>2</sub>)을 형성시키는 과정.

이때 형성되는 산화막은 공정 시 발생하는 불순물(오염물질, 화학물질)로부터 실리콘 표면을 보호하는 역할을 합니다.



### 7단계 : 감광액 코팅(PR Coating, Photoresist)

웨이퍼 표면에 빛에 민감한 물질인 감광액(PR, Photo Resist)을 균일하게 도포하는 과정. 웨이퍼에 균일하게 코팅된 감광액은 빛에 반응하는 형태에 따라 양성 혹은 음성으로 구분됩니다.



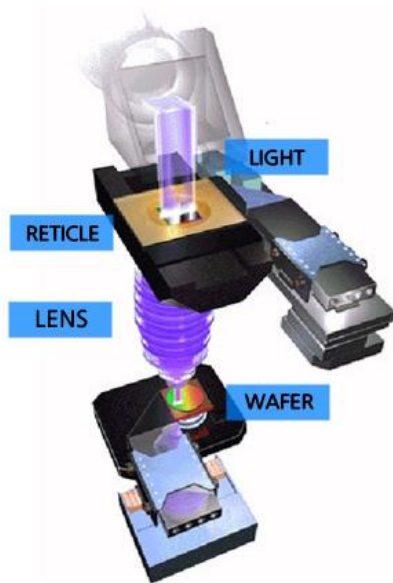
감광액(PR) 도포

### 8단계 : 노광(Lithography 혹은 Exposure)

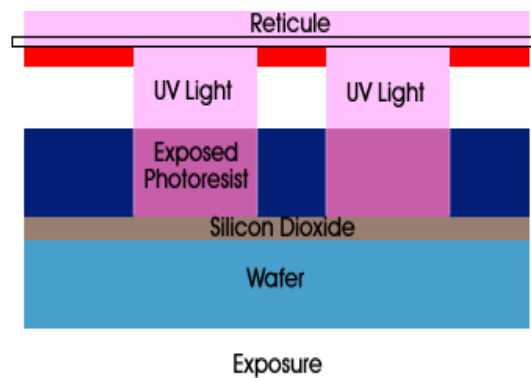
감광액이 코팅된 웨이퍼에 노광장비(stepper)를 사용하여 마스크(Mask)에 그려진 회로 패턴에 빛을 통과시켜 PR막이 형성된 웨이퍼에 회로패턴을 사진 찍는 공정.

|     |                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------|
| 중요성 | 단위면적당(웨이퍼당) 세밀하게 많이 그려 넣을수록 원가절감이 가능하므로, 선명하고 세밀하게 그릴 수 있는 광원 필요. |
|-----|-------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 종류   | 수은램프 : 0.13 마이크론 이전 공정 사용<br>KrF(불화크립톤, 248nm) : 0.13마이크론 ~ 90nm급 이상 공정에서 사용<br>ArF(불화아르곤, 193nm) : 90nm이하 반도체 공정 사용 70nm이하 불가능<br><b>ArF Immersion : 렌즈와 웨이퍼 사이에 물의 굴절을 사용. 이론상 40nm가능</b><br>EUV(극자외선, Extreme Ultra Violet) : 2017년경 양산 가능 추정. |
| 관련기업 | ASML (네덜란드)                                                                                                                                                                                                                                       |

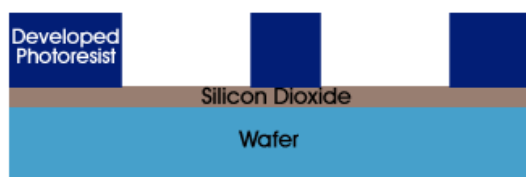


노광(Lithography)

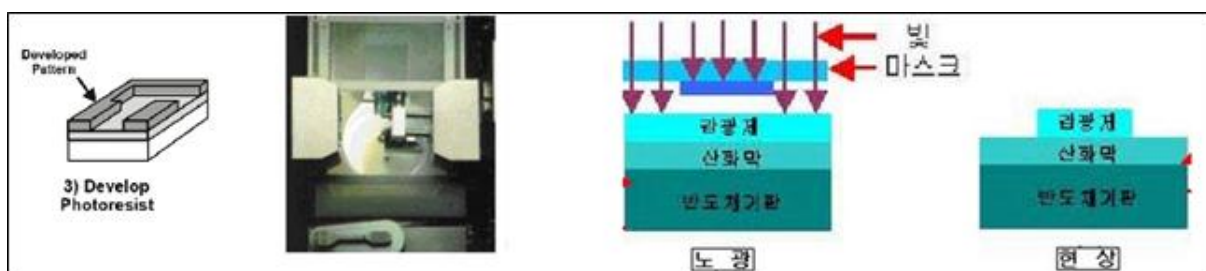


### 9단계 : 현상(Development)

웨이퍼에 현상액을 뿌려 가며 노광(Lithography)된 영역과 노광되지 않은 영역을 선택적으로 제거해 패턴을 만드는 과정.



Photoresist Develop &amp; Strip



[7.감광액 코팅 - 8.노광 - 9.현상]을 통상 포토공정이라고 합니다.

포토공정(Photolithography)은 반도체 제조 공정에서 공정비용의 35%, 공정시간의 60%이상을 차지하는 핵심기술로 가장 난이도 높고 중요한 공정입니다.

반도체 미세화를 통한 생산성 향상을 위해서는 미세한 패터닝을 위한 더 짧은 파장의 광원이 필요합니다.

현재 주요 노광장비 광원은 'g-line(436nm), i-line(356nm), KrF광원(248nm), ArF(193nm)광원을 사용하고 있습니다.

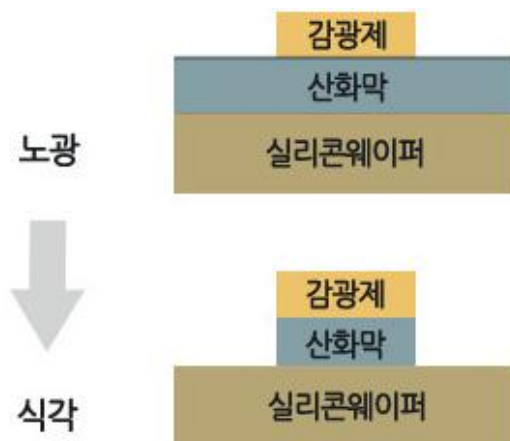
최근 ArF 광원으로도 미세화 패터닝에 어려움을 겪자, '물'을 이용한 ArF Immersion방식이 적용되고 있습니다.

더 미세한 선폭 공정을 위해서는 더 짧은 파장의 차세대 광원 EUV(Extreme Ultra Violet, 극자외선)가 필요하나, 제작사인 ASML은 2017년 하반기 양산을 목표로 하고 있습니다.

## 10단계 : 식각(Etching)

웨이퍼에 액체 또는 기체의 etchant를 이용해 불필요한 부분을 선택적으로 제거해 반도체 회로 패턴을 만드는 것으로서, 반도체를 구성하는 여러 층의 얇은 막에 원하는 회로 패턴을 형성하는 과정을 반복함으로써 반도체의 구조가 형성됩니다.

식각공정은 식각 반응을 일으키는 물질의 상태에 따라 습식(wet)과 건식(dry)으로 나뉩니다. (건식 식각은 플라즈마(Plasma)를 이용하므로 플라즈마 식각이라고도 함) 습식은 건식에 비해 비용및 난이도가 상대적으로 낮은 장점이 있습니다. 그러나 최근 공정전화에 따른 회로미세화로 건식식각의 채용이 확대되고 있습니다.



## 11단계 : 이온주입(Ion Implantation)

회로패턴과 연결된 부분에 불순물(붕소, 인, 비소등)을 이온화(미세한 Gas입자 형태로 가속)시켜 웨이퍼의 내부에 침투시킴으로써 전자소자의 특성을 만들어주는 공정.

## 12단계 : 증착(CVD, Chemical Vapor Deposition)

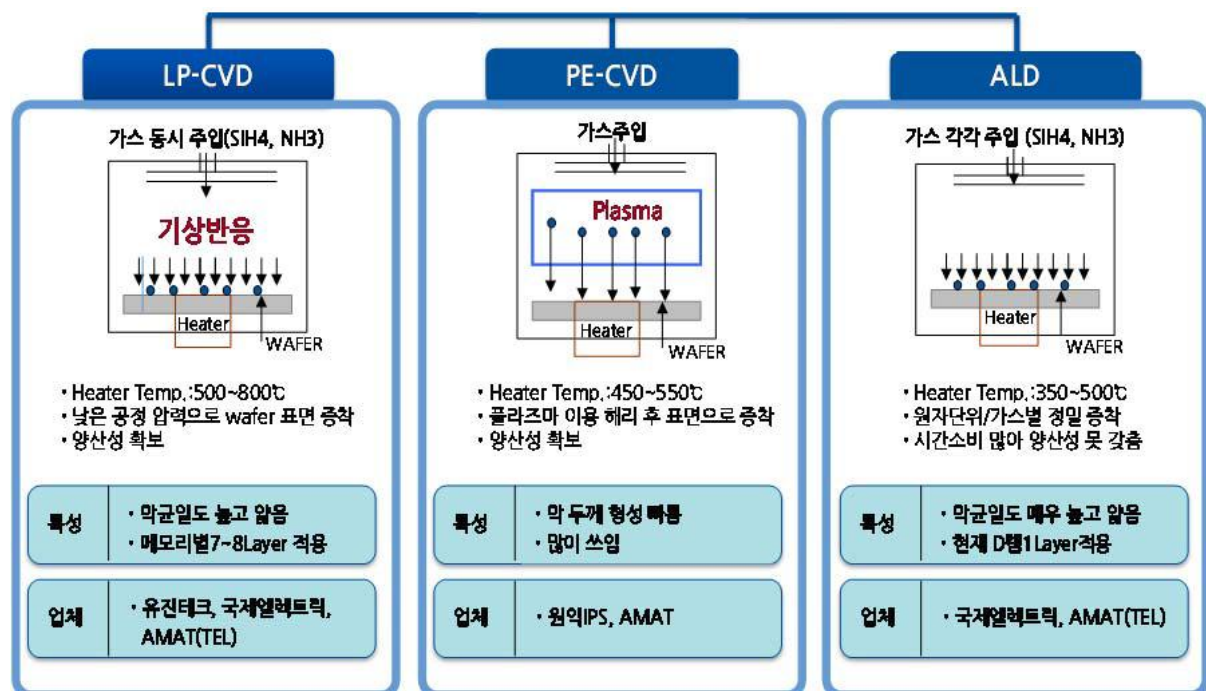
웨이퍼 위에 원하는 분자 또는 원자 단위의 물질을 박막의 두께로 입혀 전기적인 특성을 갖게 하는 일련의 공정. 균일한 정도에 따라 품질이 좌우된다.

증착의 방법은 크게 **물리적 기상증착방법(PVD, Physical Vapor Deposition)**과 **화학적 기상증착방법(CVD, Chemical Vapor Deposition)**으로 구분.

**물리적 기상증착방법(PVD)** : 금속 박막의 증착에 주로 사용되며 화학반응이 수반되지 않는다.

**화학적 기상증착방법(CVD)** : 가스의 화학 반응으로 형성된 입자들을 외부 에너지가 부여된 수증기 형태로 쏘아 증착시키는 방법으로 도체, 부도체, 반도체의 박막증착에 모두 사용가능.

때문에 현재 반도체 공정에서는 화학적 기상증착방법(CVD)를 주로 사용하며, CVD는 사용하는 외부 에너지에 따라 열 CVD, 플라즈마 CVD, 광 CVD 등으로 세분화 되며, 그 중 **플라즈마 CVD**의 경우, 다른 CVD에 비해 저온에서 형성이 가능하며 두께 균일도를 조절할 수 있고, 대량 처리가 가능하다는 장점으로 현재 가장 많이 이용중임.



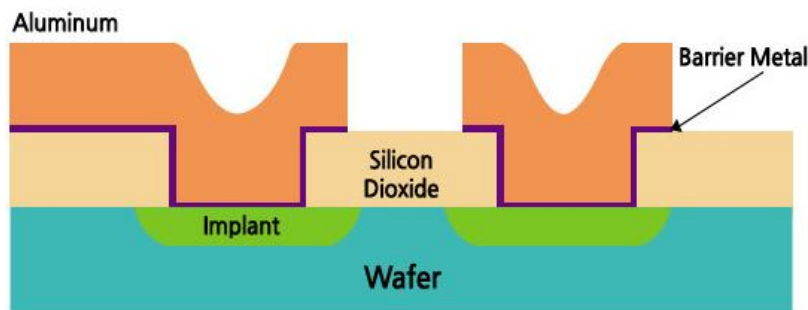
**LPCVD (Low Pressure CVD)** : 저압(0.2~0.7mm Torr)의 용기 내에 단순한 열 에너지에 의한 화학 반응을 이용하여 박막을 증착하는 방법이다.

**PECVD (Plasma Enhanced CVD)** : 강한 저압으로 야기된 Plasma를 이용하여 반응 물질을 활성화시켜 기체상으로 증착시키는 방법이다. Plasma에 의해 증착될 물질들이 에너지를 얻어 낮은 온도에서 증착이 가능하다.

**ALD (Atomic Layer Deposition)** : 화학적으로 달라붙는 단원자층의 현상을 이용한 나노 박막 증착 기술. 웨이퍼 표면에서 분자의 흡착과 치환을 번갈아 진행함으로 원자층 두께의 초미세 층간(layerby-layer) 증착이 가능하고, 산화물과 금속 박막을 최대한 얇게 쌓을 수 있다.

### 13단계 : 금속배선(Metal Interconnection)

웨이퍼표면에 형성된 회로패턴을 따라 전기길, 즉 금속선(Metal Line)을 이어 주는 과정. 금속에 전기적인 충격을 주면 금속이 물발울처럼 증발하는데 여기에 웨이퍼를 넣어 회로를 연결 시킨다. 대표적인 금속으로 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 텅스텐(W)등이 있음.



최 상단의 주황색 부분이 금속배선부임. 알루미늄(Al)은 실리콘(Si)과 만나면 계면에서 섞이려는 성질이 있으므로, 이러한 현상을 방지하기 위해 두 접합면 사이에 장벽(Barrier)을 증착하는 과정 필요.

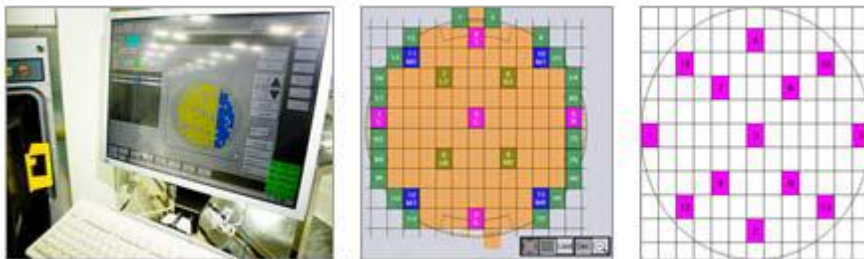
### 3) 후(後)공정

(반도체 후공정은 전공정 과정을 통해 가공된 웨이퍼를 잘라 각각의 칩을 1)프로브 테스트, 2)패키징등을 거쳐 완성품으로 만드는 과정을 말한다. 장비 시장 기준으로 전공정 대비 규모는 작지만(전공정 82% / 후공정 18%) 최근 공정전환의 난이도 증가로 전공정 과정이 한계에 부딪힘에 따라 후공정의 중요성이 증가하고 있다.)

#### 14단계 : 웨이퍼 자동선별(EDS Test, Electrical Die Sorting) = 프로브 테스트(Probe Test)

Wafer 가공공정을 통해 완성된 회로를 검사하여 양품과 불량으로 구분한다. 이 공정의 목적은 후속 공정에서 발생할 수 있는 불필요한 시간을 줄여주는 것이다. 또한 불량품이 갱생 가능하지 판단하여 수율(Yield)을 높여주는 역할을 한다. 테스트 공정은 ① EMP, ② WFBI, ③ PT1 (Hot&Cold), ④ Laser Repair, ⑤ PT2로 진행된다.

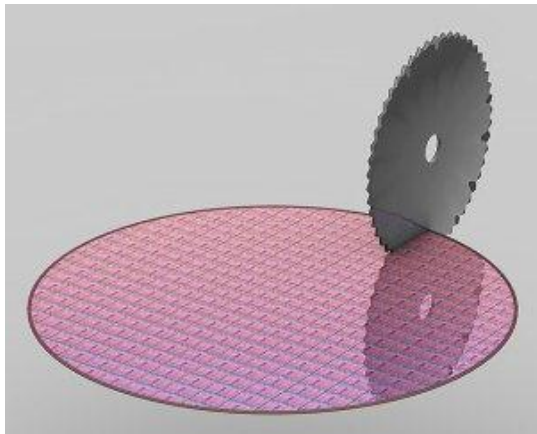
- ① EMP : 다양한 전기적 특성이 기준 스펙에서 벗어나는지 검사
- ② WFBI: 웨이퍼에 여러 스트레스를 주어 초기에 불량 Die를 판별.
- ③ PT1 (Hot&Cold) : 고온, 저온 등의 특정 온도 조건에서 각각의 Die가 견디는지 검사한 후  
Good(양호), Repairable(갱생 가능), Fail Die(불량)으로 판별.
- ④ Laser Repair : PT1에서 Repairable 판별을 받은 Die를 양호 Die로 갱생.
- ⑤ PT2 : Laser Repair를 통해 갱생된 Die의 성공 여부를 판별.



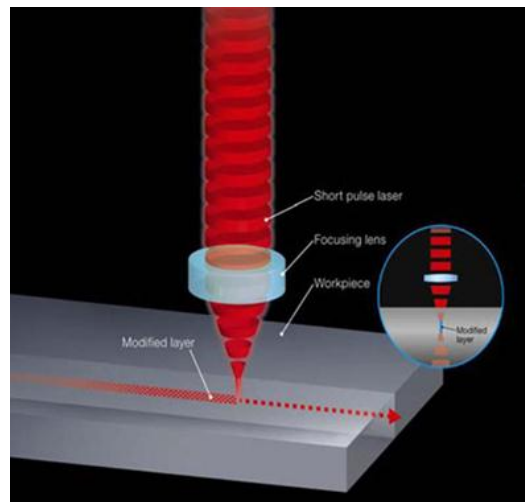
#### 15단계 : 웨이퍼 절단(Dicing)

Back Grind작업을 통해 두꺼운 웨이퍼를 얇게 만든 후, 다이아몬드 드릴이나 레이저 등을 통해 조각으로 절단하는 공정. 전통적으로 Blade Dicing이 많이 사용되었으나, 50um 이하의 얇은 웨이퍼 절단시에는 Laser Dicing이 더 효과적인 것으로 알려져 있음.





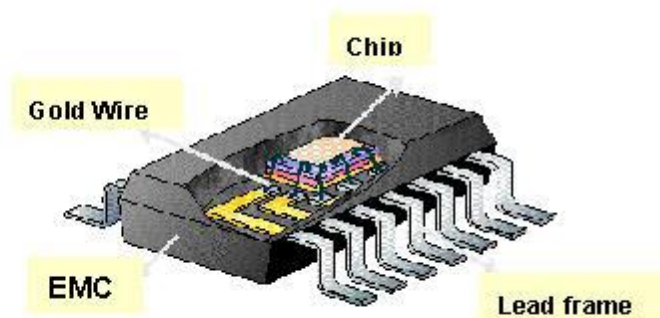
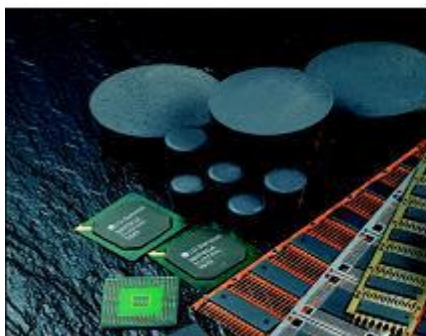
&lt;Dicing Wafers&gt;



&lt;Laser Dicing&gt;

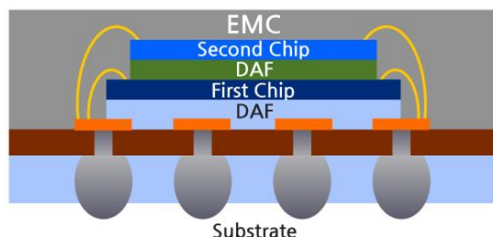
### 16단계 : 칩 집착(Die Attach)

양품으로 판명된 반도체칩을 리드프레임 등의 패키지 자료에 부착시키는 공정



### 17단계 : 금속 연결(Wire Bonding)

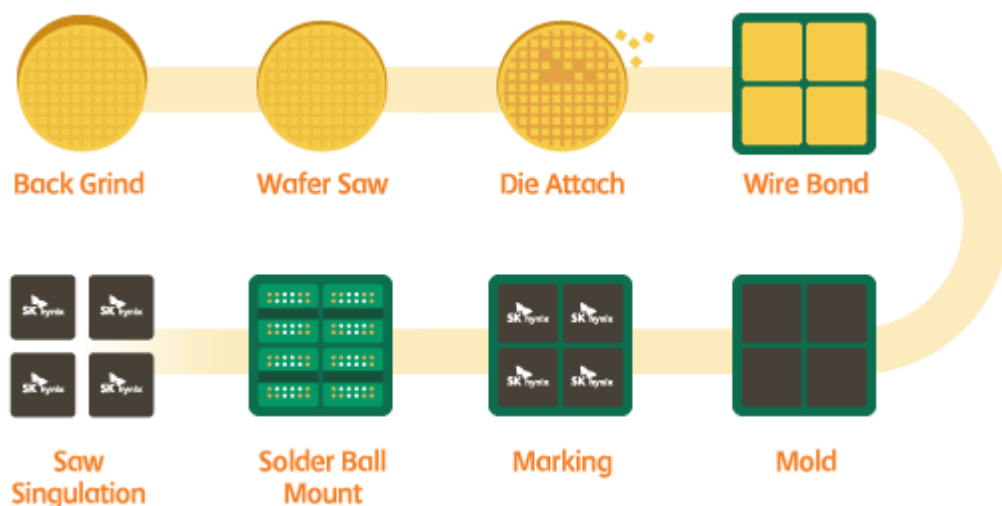
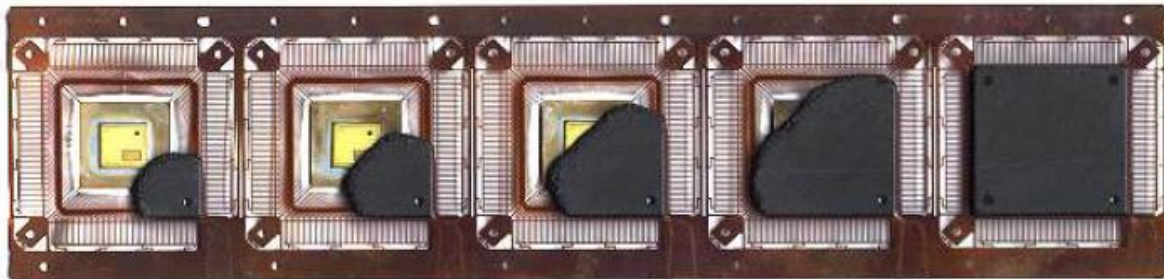
칩 단자와 Substrate 단자를 금선(Gold Wire)을 사용하여 전기적으로 연결하는 공정





**18단계 : 성형(Molding)**

습기, 열, 물리적 충격으로부터 칩과 금선을 보호하기 위해 열강화 수지인 EMC(Epoxy Molding Compound)로 기판을 감싸는 공정. 이후 제품번호등을 Laser를 이용하여 표면에 각인(Marking)한다.



15~18단계의 과정을 **패키징(Packaging)**공정이라고 통칭하며, ①Back Grind, ② Wafer Saw, ③ Die Attach, ④ Wire Bond, ⑤ Mold, ⑥ Marking, ⑦ Solder Ball Mount, ⑧ Saw Singulation등으로 구별한다.

① **Back Grind**: 작업이 완료된 두꺼운 웨이퍼를 얇게 만드는 과정으로 다이아몬드 휠로 웨이퍼 뒷면을 연마하여 패키지 사이즈에 맞게 갈아낸다.

② **Wafer Saw**: Grinding을 마친 웨이퍼를 다이아몬드 드릴이나 레이저 등을 통해 조각으로 절단한다. 전통적으로 Blade Dicing이 많이 쓰였으나 50um 이하의 얇은 웨이퍼 절단 시에는 Laser Dicing이 더 효과적인 것으로 알려져 있다

③ **Die Attach**: 양품으로 판명된 칩을 떼어내어 외부와 전기적 연결 단자인 Substrate에 부착한다.

④ **Wire Bond**: 칩 단자와 Substrate 단자를 Gold Wire를 사용하여 전기적으로 연결한다.

⑤ **Mold**: 습기, 열, 물리적 충격으로부터 보호하기 위해 열강화 수지인 EMC로 기판을 감싼다.

⑥ **Marking**: 제품번호 등을 Laser를 이용하여 표면에 각인한다.

⑦ **Solder Ball Mount**: PCB와 패키지를 전기적으로 연결하기 위해 Substrate에 솔더볼(Solder Ball)을 부착하여 아웃단자를

만든다.

⑧ **Saw Singulation**: 패키지 절단용 다이아몬드 휠을 사용하여 Substrate를 개별 제품으로 분리한다.

### 19단계 : 최종검사(Final Test)

완성된 반도체의 전기적 특성이나 기능 등을 컴퓨터로 최종검사하는 공정

이렇게 반도체 생산을 위한 기본 공정을 살펴 보았습니다. 모든 반도체를 생산할 때 위의 기본공정이 반드시 수행되며, 이 외에도 수없이 많은 공정들이 존재합니다.

참고로, 위의 공정들을 통해 반도체를 생산하기 위해서는 **약 1.5개월의 기간이 소요**됩니다.

## VI. 반도체 제조공정별 업체들

### 1) 반도체 전공정 장비별 업체

반도체 전공정 장비별 업체

| 공정  | Deposition                                         |                                                |                                                 | Lithography      |                    | Ion Implant                                   | Etch                                           | Ashing                                       | CMP                                        | Cleaning                                   | Thermal Process                                    |
|-----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 장비  | ALD                                                | PECVD                                          | LPCVD                                           | Coater Developer | Scanner            |                                               |                                                |                                              |                                            | Single Station                             | Furnace RTP                                        |
| 업체  | AMAT(미)<br>주성<br>원익IPS                             | AMAT(미)<br>TEL(일)<br>원익IPS<br>테스<br>주성<br>*세메스 | AMAT(미)<br>TEL(일)<br>Hitachi(일)<br>국제일렉<br>유진테크 | TEL(일)<br>*세메스   | ASML(네)            | AMAT(미)<br>Varian(미)<br>Axcelis(미)            | AMAT(미)<br>TEL(일)<br>LAM(미)                    | 피에스케이<br>LAM(미)<br>Mattson(미)<br>Novellus(미) | AMAT(미)<br>Ebara(일)<br>Novellus(미)<br>케이씨텍 | *세메스<br>DNS(일)<br>TEL(일)<br>SEZ(미)<br>케이씨텍 | TEL(일)<br>AMAT(미)<br>AP시스템                         |
| 단가  | 40~50억                                             | 30~40억                                         | 30~40억                                          | 10억              | 750억               |                                               | 40억                                            | 10억                                          | 35억                                        | 30억                                        | 40억                                                |
| 내용  | ALD Capacitor<br>형성 공정에 적용,<br>매우 얇은 막을<br>증착하는 공정 | PECVD<br>평판면 증착<br>하는 공정                       | LPCVD<br>굴곡면을 얇게<br>증착하는 공정                     | 감광제 코팅<br>및 현상   | 설계된 회로를<br>감광막에 전자 | 막질 속에 이온<br>주입을 통해 저항<br>조절,<br>전도성을 변화<br>시킴 | 감광막을<br>Barrier로<br>활용하여<br>원하는 부분을<br>식각하는 공정 | 식각 후 남은<br>감광막을 제거하<br>는 공정                  | CMP,<br>기계적 힘으로<br>막질을 연마하<br>는 공정         | 불순물 등을 제거<br>하는 세정공정                       | 열을 이용해 입<br>자를 확산시켜<br>원하는 구간만<br>물성을 변화<br>시키는 공정 |
| 난이도 | ***                                                | **                                             | **                                              | *                | ****               | ***                                           | ***                                            | *                                            | ***                                        | **                                         | **                                                 |

### 2) 반도체 후공정 장비별 업체

반도체 후공정 장비/부품/서비스별 국내 업체

| 공정              | 절단(Dicing) |          | 검사(Burn-in test) |                           | 패키징(Packaging)                   |                                  | 검사(Package test, Final test) |                           |        |                 |              |
|-----------------|------------|----------|------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------|-----------------|--------------|
| 장비<br>부품<br>서비스 | Sawing     | Grooving | Tester           | Socket<br>Interface board | Packaging                        | Packaging<br>service             | Tester                       | Handler<br>sorter         | Sorter | Socket<br>board | Test service |
| 업체              | 한미반도체      | 이오테크닉스   | 유니테스트<br>엑시콘     | 마이크로컨텍솔<br>오킨스전자<br>티에스이  | 하나마이크론<br>STS반도체<br>시그네틱스<br>네패스 | 하나마이크론<br>STS반도체<br>시그네틱스<br>네패스 | 유니테스트                        | *세메스<br>테크윙<br>디아이<br>제이티 | 제이티    | 리노공업<br>ISC     | 테스나          |

### 3) 한국 반도체 산업 빅사이클에 따른 업체별 수혜 예상

한국 반도체 산업 빅사이클에 따른 업체별 수혜 예상

|           | 반도체 종류           | per<br>(15.04.03) | DRAM |    |      | NAND |        |         | 비메모리        |
|-----------|------------------|-------------------|------|----|------|------|--------|---------|-------------|
|           | 기업               |                   | 미세화  | 증설 | DDR4 | 국산화  | 2D 미세화 | 3D NAND | 14nm FinFET |
| 전공정 장비    | 원익IPS(030530)    | 15                | ◎    | ◎  |      |      | ◎      | ◎       | ◎           |
|           | 테스(095610)       | 15                | ○    | ◎  |      |      | ○      | ◎       |             |
|           | 유진테크(084370)     | 20                | ◎    | ◎  |      |      | ◎      | ○       |             |
|           | 피에스케이(031980)    | 22                | ○    | ◎  |      |      |        | ◎       | ◎           |
|           | 케이씨텍(029460)     | 10                | ○    | ◎  |      | ◎    |        | ○       |             |
|           | 이오테크닉스(039030)   | 33                |      |    |      |      |        |         | ◎           |
|           | 주성엔지니어링(036930)  | 0                 | ○    | ○  |      |      | ○      |         |             |
| 후공정 장비    | 한미반도체(042700)    | 14                |      |    |      |      |        |         |             |
|           | 이오테크닉스(039030)   | 33                | ◎    | ◎  |      |      |        |         | ◎           |
|           | 유니테스트(086390)    | 35                |      | ◎  | ◎    | ◎    |        |         |             |
|           | 테크윙(089030)      | 23                |      | ◎  | △    |      |        |         |             |
|           | 제이티(089790)      | 9                 |      | ◎  | ◎    |      |        |         | ◎           |
| 후공정 서비스   | 테스나(131970)      | 34                |      | ◎  |      |      |        |         | ◎           |
|           | 네파스(033640)      | 0                 |      | ◎  |      |      |        |         | ◎           |
|           | STS반도체(036540)   | 0                 |      | ◎  | △    |      |        |         | ○           |
|           | 하나마이크론(067310)   | 26                |      | ◎  | △    |      |        |         | ○           |
|           | 시그네틱스(033170)    | 0                 |      | ◎  | △    |      |        |         | ○           |
| 후공정 부품/소재 | 심택(036710)       | 207               |      | ◎  | △    |      |        |         |             |
|           | 대덕전자(008060)     | 15                |      | ◎  | △    |      |        |         | ○           |
|           | 디엔에프(092070)     | 22                | ◎    | ◎  |      |      |        | ◎       |             |
|           | 티에스이(131290)     | 24                | ◎    | ◎  | ○    |      | ○      |         | ○           |
|           | ISC(095340)      | 58                | ◎    | ◎  | ○    |      |        |         | ◎           |
|           | 리노공업(058470)     | 19                | ○    | ◎  | ○    |      |        |         |             |
|           | 오킨스전자(080580)    | 22                | ○    | ◎  | ○    |      |        |         |             |
|           | 솔브레인             | 17                | ◎    | ◎  |      |      |        | ◎       |             |
|           | 마이크로컨텍스트(098120) | 12                | ○    | ◎  | ○    |      |        | ○       | ◎           |

## 4) 반도체 섹터 전 종목 개요(per기준일 : 2015.04.17)

| No | 기업명     | 제조 | 전공정 | 후공정 | 소재 | 기타 | 사업개요                                                                                       | 매출구성                                                                                                       | PER   |
|----|---------|----|-----|-----|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1  | 3S      |    |     |     |    | ○  | 웨이퍼캐리어                                                                                     | 칼로리메타 등 69.19%, 웨이퍼캐리어 30.66%, 냉동부품 등 0.15%                                                                | 0     |
| 2  | GST     |    | ○   | ○   |    |    | Gas Scrubber                                                                               | Gas Scrubber 47.07%, 기타 용역 19.58%, 상품 3.54%, Chiller 13.13%, VOC 16.69%                                    | 7.69  |
| 3  | ISC     |    |     | ○   |    |    | 반도체 IC 테스트소켓<br>사업부문 시장 점유율<br>세계 1위                                                       | Test Socket 95.55%, 외식 2.61%, 중계 1.85%, Spring외 1.05%, 임대 0.75%                                            | 56.54 |
| 4  | KEC     |    |     |     |    | ○  | 반도체 개별 소자                                                                                  | TR 53.12%, IC 24.85%, 기타(제품) 21.92%, 기타(상품) 0.11%                                                          | 26.23 |
| 5  | SKC 솔믹스 |    |     |     | ○  |    | 기능성 반도체 및 LCD<br>부품소재, 태양전지용<br>잉곳 및 웨이퍼                                                   | Si 38.43%, 태양광 부문 30.48%, Al2O3 17.18%, 기타 9.07%, SiC 4.35%, 세정품 0.50%                                     | 0     |
| 6  | SK하이닉스  | ○  |     |     |    |    | 반도체 생산                                                                                     | 반도체 부문 100%                                                                                                | 7.77  |
| 7  | STS반도체  |    |     | ○   |    |    | 반도체 조립 및 테스트,<br>메모리카드, 기타 디지<br>탈 응용제품                                                    | 메모리 83.46%, 비메모리 12.18%, 상품 3.28%, 기타 0.57%, Storage 0.51%                                                 | 0     |
| 8  | 고려반도체   |    |     | ○   |    |    | Solder Ball Attach<br>System장비, Laser 용<br>융장비, Marking<br>Handler System 장비<br>및 Stack 장비 | Solder Ball 34.29%, Conversion Tool Kit 20.69%, A/S 및 Modify 외 14.76%, 기타장비 15.56%, Marking Handler 10.80% | 0     |
| 9  | 네오피델리티  |    |     |     |    | ○  | FPD TV용 완전 디지털<br>오디오 앰프솔루션                                                                | IC Chip 50.23%, 스피커 48.83%, 기타 0.94%                                                                       | 0     |
| 10 | 네팅스     |    |     | ○   |    |    | Bumping & Package,<br>Touch Panel<br>Developer, EMC                                        | 반도체 36.69%, 디스플레이 35.39%, 전자재료 27.42%                                                                      | 0     |
| 11 | 네팅스신소재  |    |     | ○   |    |    | EMC, CMC                                                                                   | EMC 86.27%, CMC 13.49%, 기타 0.24%                                                                           | 12.93 |
| 12 | 넥스트칩    |    |     |     |    | ○  | 터치센서, 조도센서 등<br>의 Human Interface 사<br>업분야와 자동차 카메<br>라용 반도체 분야                            | 영상처리칩 90.71%, Camera 부품 등 8.21%, 기타 1.08%                                                                  | 0     |
| 13 | 다들멀티미디어 |    | ○   |     |    |    | 소비자용 멀티미디어<br>반도체를 개발 판매하<br>는 기능형 반도체 설계<br>전문회사                                          | Optical IC 62.87%, 멀티미디어 반도체 제품기타 25.27%, 반도체설계기술 등 8.32%, Multimedia IC 3.54%                             | 40.47 |

| No | 기업명     | 제조 | 전공정 | 후공정 | 소재 | 기타 | 사업개요                                                                  | 매출구성                                                                        | PER   |
|----|---------|----|-----|-----|----|----|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| 14 | 덕산하이메탈  |    |     |     | ○  |    | 슬더볼/파우더 제조, AMOLED 생산                                                 | AMOLED 44.83%, 슬더볼 42.93%, 슬더파우더 12.24%                                     | 3.81  |
| 15 | 동부하이텍   |    | ○   |     |    |    | 웨이퍼 수탁 생산 및 판매를 담당하는 Foundry 사업, 디스플레이 구동 및 Sensor IC 등 자사 제품을 설계, 판매 | 반도체 96.64%, 기타 3.36%                                                        | 0     |
| 16 | 디아이     |    |     | ○   | ○  |    | 반도체 검사장비 제조 및 판매, 전자파 차폐체 (EMC) 제조                                    | 반도체 검사장비 75.68%, 전자부품 16.46%, 기타 8.26%                                      | 85.93 |
| 17 | 디엔에프    |    |     |     | ○  |    | Al CVD제품, 하드마스크 필름용 ACL제품, 확산방지막용으로 사용되는 TIN제품                        | 반도체전자재료 98.40%, 기타화학재료 1.60%                                                | 22.61 |
| 18 | 램테크놀러지  |    |     |     | ○  |    | IT기초(디스플레이, OLED, 2차전지, 태양전지) 화학약품                                    | 식각액 34.28%, 세정액 26.10%, 박리액 22.84%, 상품 5.80%, 기타 5.19%                      | 0     |
| 19 | 리노공업    |    |     | ○   |    |    | 검사용 PROBE와 반도체 검사용 소켓                                                 | IC Test Socket류 69.64%, PROBE Pin류 24.99%, 상품 외 5.37%                       | 21.26 |
| 20 | 마이크로컨텍슬 |    |     | ○   |    |    | 반도체 검사용 소모품인 아이씨소켓(IC Socket), 접촉부품                                   | B/I Socket외 80.02%, Module/SSD Socket 13.66%, Test Socket외 3.55%, 소켓외 2.77% | 16.9  |
| 21 | 미래산업    |    |     | ○   |    |    | 반도체 검사장비(Test Handler) 및 표면실장장비(Chip Mounter)를 생산                     | ATE 53.01%, SMT 46.99%                                                      | 0     |
| 22 | 미코      |    |     | ○   | ○  |    | 반도체 및 열씨디 장비 부품의 세정과 코팅                                               | 세정사업 49.42%, 부품사업 24.61%, 기타사업 25.97%                                       | 162.9 |
| 23 | 바른전자    |    |     | ○   |    |    | 반도체 후공정 제조 전문인 SIP사업                                                  | SIP 88.53%, Solutions 9.09%, Module 2.38%                                   | 48.7  |
| 24 | 비아아이엘티  |    | ○   |     | ○  |    | 반도체 후공정 재료, 전공정 장비 Slurry 공급 장치                                       | 재료부문 73.95%, 장비부문 23.45%, 기타 2.60%                                          | 32.63 |

| No | 기업명    | 제조 | 전공정 | 후공정 | 소재 | 기타 | 사업개요                                        | 매출구성                                                                                                 | PER    |
|----|--------|----|-----|-----|----|----|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 25 | 삼성전자   | ○  |     |     |    |    | IM, CE, 반도체                                 | IM 55.81%, CE 23.45%, 반도체 18.98%, DP 12.20%, 기타(내부거래, 연결조정 등) -10.44%                                | 11.13  |
| 26 | 성도이엔지  |    |     |     |    | ○  | 하이테크산업설비 엔지니어링, 클린룸                         | 하이테크산업설비 45.92%, 클린트 34.26%, 부동산 개발 17.53%, 종합건설시공 2.55%, 기타 0.46%                                   | 7.65   |
| 27 | 성우테크론  |    |     | ○   |    |    | 반도체 검사장비의 제조 및 반도체 부품 제조업                   | LOC 임가공 53.56%, 장비사업부 23.44%, PCB 임가공 17.41%, TR 사업부 5.59%                                           | 0      |
| 28 | 솔브레인   |    |     |     | ○  |    | 반도체 및 전자 관련 화학재료                            | 반도체재료 44.50%, 디스플레이재료 43.02%, 기타 12.49%                                                              | 18.73  |
| 29 | 시그네틱스  |    |     | ○   |    |    | 반도체 패키지 및 테스트 전문업체                          | 메모리 26.10%, 비메모리 73.90%                                                                              | 0      |
| 30 | 신성에프에이 |    | ○   |     |    |    | 반도체, FPD, 태양광 Fab공정 자동화 장비                  | Stocker System 90.99%, 기타FAS장비 7.90%, 태양광제조장비 1.11%                                                  | 4.94   |
| 31 | 신성이엔지  |    |     |     |    | ○  | 클린룸 전체 설비 중에서 공기정화설비                        | 설치공사 52.34%, 기타 클린룸제품 20.59%, Fan Filter Unit 27.07%                                                 | 7.99   |
| 32 | 아미노로직스 |    |     |     |    |    | DVR용 영상처리 칩 (SoC)의 제조 및 판매                  | IT 사업부문 28.58%, 아미노산 사업부문 71.42%                                                                     | 0      |
| 33 | 아이에이   |    |     |     |    | ○  | 인터넷전화용 칩과 솔루션, 자동차용 반도체                     | 반도체 사업 62.84%, 시스템 사업 37.16%                                                                         | 0      |
| 34 | 아이원스   |    | ○   |     | ○  |    | 초정밀 부품가공, 초정밀 세정, 디스플레이 장비개발 사업             | 정밀가공 71.01%, 정밀세정 23.00%, 기타사업 5.99%                                                                 | 35.889 |
| 35 | 아이텍반도체 |    |     | ○   |    |    | 시스템 반도체 테스트 전문                              | 패키지테스트 52.55%, 웨이퍼테스트 28.59%, 개발매출등 18.86%                                                           | 20.26  |
| 36 | 아진엑스텍  |    |     |     |    | ○  | 범용모션제어기 부문으로                                | 모션제어칩 0.77%, 모션제어모듈 45.66%, 모션제어시스템 50.86%, 로봇제어기 1.95%, 용역 0.76%                                    | 11.63  |
| 37 | 알파칩스   |    | ○   |     |    |    | 캡리스 회사들에게 완성된 시스템반도체 제품을 공급                 | Security Camera IC 암호화 IC 36.16%, Multimedia IC Camera Signal Processor IC 24.98%, SoC설계 개발용역 15.77% | 17.3   |
| 38 | 어보브반도체 |    |     |     |    |    | 비메모리 반도체(마이크로 컨트롤러, 디스플레이 드라이버 IC) 설계 전문 업체 | 제품 99.25%, 상품 0.75%                                                                                  | 17.16  |



| No | 기업명      | 제조 | 전공정 | 후공정 | 소재 | 기타 | 사업개요                                                                                      | 매출구성                                                                                                      | PER   |
|----|----------|----|-----|-----|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 39 | 에스엔에스텍   |    |     |     | ○  |    | 블랭크 마스크                                                                                   | 블랭크마스크 96.95%, 투자 3.05%                                                                                   | 0     |
| 40 | 에스티아이    |    |     |     |    | ○  | 반도체 및 디스플레이 용 C.C.S.S., Wet System                                                        | C.C.S.S 91.44%, Wet System 6.36%, 기타제품 2.11%, CCSS 원자재판매 0.10%                                            | 14.93 |
| 41 | 에이디칩스    |    |     |     |    |    | EISC MCU Core IP, ASSP, 반도체유통                                                             | 반도체 유통 72.25%, SOC 26.25%, IT융합사업 1.50%                                                                   | 0     |
| 42 | 에이디테크놀로지 |    | ○   |     |    |    | 반도체소자의 설계 및 제조(ASIC)                                                                      | 제품 70.27%, 용역 29.73%                                                                                      | 11.3  |
| 43 | 에이티세미콘   |    |     | ○   |    |    | 메모리반도체 및 시스템반도체 테스트                                                                       | 제품매출 60.83%, 임가공매출 36.73%, 기타매출 2.44%                                                                     | 0     |
| 44 | 에이티테크놀로지 |    |     | ○   |    |    | 낸드플래시 검사장비, SSD테스터, Nor Flash Wafer Test System, Wafer Burn-In, Monitoring Burn In Tester | 기타 54.24%, 장비부품, 용역제공 7.92%, 반도체 검사장비 13.20%, 검사장비 부속품 24.64%                                             | 0     |
| 45 | 에프에스티    |    | ○   |     | ○  |    | 캘리클, 칠러, 반도체 재료                                                                           | 재료 65.25%, 장비 32.46%, 임대 2.28%                                                                            | 19.38 |
| 46 | 엑사이엔씨    |    |     |     |    | ○  | 클린룸, 파티션, 환경, 인테리어, Crystal Device                                                        | 염소식 43.76%, 클린룸 파티션 인테리어 36.27%, 염소식(인니) 10.99%, Crystal Device 4.14%, 염소식(연태) 3.87%                      | 8.62  |
| 47 | 엘비세미콘    |    |     |     |    | ○  | DDI/CIS, 디스플레이 부품산업                                                                       | 제품 97.82%, 상품 2.18%                                                                                       | 0     |
| 48 | 엘오티베콤    |    | ○   |     |    |    | 건식진공펌프                                                                                    | Dura Dry, GHD-Series 59.11%, Dura Dry, DryVac 수리 33.92%, MAG TMP 등 6.97%                                  | 16.15 |
| 49 | 엠케이전자    |    |     | ○   | ○  |    | Gold Bonding Wire 등 전자부품                                                                  | GBW(Bonding wire) 94.58%, SolderBall 2.59%, Target 1.33%, GEM 1.51%                                       | 8.5   |
| 50 | 오디텍      |    |     |     |    | ○  | 반도체 제조 및 패키징, LED모듈, 센서모듈                                                                 | Zener Diode Chip 54.69%, Power Tr Chip 12.40%, 소자 등 기타 13.38%, 레이저프린트용 COB 12.36%, Photo Diode Chip 4.57% | 16.02 |
| 51 | 오킨스전자    |    |     | ○   |    |    | 반도체 검사용 소켓                                                                                | 번인소켓 54.32%, 테스트소켓 9.21%, 반도체테스트서비스 27.95%, 기타 제품 6.41%, 기타 용역 1.62%, 기타 매출 0.50%                         | 21.49 |
| 52 | 원익IPS    |    |     |     | ○  |    | 디스플레이용 필름 사업, 윈도우필름 사업, 미디어                                                               | 제품 71.53%, 상품 16.83%, 기타 11.64%                                                                           | 14.23 |
| 53 | 원익QnC    |    | ○   |     | ○  |    | 반도체, LCD 제조에 필요한 석영이나 세라믹 제품                                                              | 반도체용 석영유리 82.52%, 반도체소재 부품 등 세정 13.32%, LCD 등 세라믹제품 9.87%, EXCIMER LAMP 0.63%                             | 25.89 |

| No | 기업명     | 제조 | 전공정 | 후공정 | 소재 | 기타 | 사업개요                                    | 매출구성                                                                                                 | PER    |
|----|---------|----|-----|-----|----|----|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 54 | 월덱스     |    | ○   |     |    |    | 반도체용 실리콘 전극과 링                          | 실리콘 56.51%, 퀴츠 39.30%, 알루미늄 외 4.18%                                                                  | 0      |
| 55 | 원팩      |    |     | ○   |    |    | 반도체 후공정 패키징과 테스트                        | 용역(TEST) 52.83%, 제품(PKG) 46.36%, 상품 0.81%                                                            | 0      |
| 56 | 유니셀     |    | ○   |     |    | ○  | Scrubber, LCD장비, LED장비, 태양광장비, 카메라 모듈   | GAS SCRUBBER 27.56%, CHILLER UNIT 27.32%, 유지보수료외 24.16%, VACUUM LINE 12.25%, 카메라모듈 8.71%             | 50.98  |
| 57 | 유니퀘스트   |    |     |     |    | ○  | 비메모리 반도체 국내 공급, 기술지원, 교육                | 상품매출 98.25%, 대행매출 0.95%, 기타매출 0.74%, 제품매출 0.06%                                                      | 5      |
| 58 | 유니테스트   |    |     | ○   |    |    | 반도체 검사 장비                               | 메모리 컴포넌트 테스트 장비 85.97%, PL램프 9.16%, 메모리 모듈 테스트 장비 3.90%, JIG류, Socket Guide 등 0.13%, 실장 테스트 장비 0.68% | 36.23  |
| 59 | 유진테크    |    | ○   |     |    |    | 반도체의 박막을 형성시키는 전공정 프로세스 장비를 개발          | 제품 85.79%, 상품 및 기타 14.21%                                                                            | 22.37  |
| 60 | 이오테크닉스  |    |     | ○   |    |    | 반도체 레이저 마커, 레이저 용융기기 제조                 | 레이저마커 및 응용기기 79.84%, 상품 등 20.16%                                                                     | 29.4   |
| 61 | 인텍플러스   |    |     | ○   |    | ○  | 외관 검사장비 전문                              | 반도체분야 외관검사장비 52.26%, LED분야 외관검사장비 7.92%, 기타 10.11%, Display 분야 29.70%                                | 0      |
| 62 | 제우스     |    | ○   |     |    |    | 박막 공정용 Cryo Pump 세계 1위                  | 반도체 제조 장비 34.05%, LCD장비 및 태양전지 장비 21.21%, 상품 22.21%, COMMISSION, 용역 외 13.99%, 플러그벨브장비 8.54%          | 10.01  |
| 63 | 제이티     |    |     | ○   |    |    | 변인소터 m/s 거의 100%                        | 반도체장비 90.23%, 기타 7.76%, LED장비 0.15%, 산업용 특수가스등 1.86%                                                 | 8.66   |
| 64 | 제주반도체   |    |     |     |    | ○  | 모바일 메모리 반도체                             | GRAM, SRAM 등 97.55%, 로열티 등 2.27%, IC 0.18%                                                           | 0      |
| 65 | 젬백스     |    |     |     |    | ○  | 클린룸 오염제어 필터                             | LCD모듈 76.06%, CA Filter 23.84%, 상품 외 0.09%                                                           | 0      |
| 66 | 주성엔지니어링 |    | ○   |     |    | ○  | CVD, Etch, FPD장비, 태양전지 장비, LED & OLED장비 | 반도체 56.27%, FPD 33.10%, 태양전지 10.63%                                                                  | 0      |
| 67 | 지스마트글로벌 |    |     |     |    | ○  | CMOS 이미지센서 개발 전문 팹리스                    | CSP(Chip Scale Packaging) 69.8%, Wafer 30.13%, 용역 0.07%                                              | 236.83 |
| 68 | 케이씨텍    |    | ○   |     | ○  | ○  | 전공정 장비, 소모성 재료                          | 반도체부문 51.43%, 공사매출부문 30.77%, FPD 부문 18.62%, 기타 3.05%, 내부거래 -3.87%                                    | 10.93  |

| No | 기업명     | 제조 | 전공정 | 후공정 | 소재 | 기타 | 사업개요                                                                    | 매출구성                                                                                   | PER    |
|----|---------|----|-----|-----|----|----|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 69 | 케이엠     |    |     |     |    | ○  | 클린룸 건설용 소모품<br>국내 1위                                                    | 상품 59.67%, 제품 24.82%, 용역 15.51%                                                        | 14.17  |
| 70 | 코디에스    |    |     | ○   |    |    | LCD 검사장치 제조업                                                            | 반도체 장비 62.18%, Display 34.59%, Energy 3.34%, 내부거래 -0.11%                               | 68.83  |
| 71 | 코아로직    |    |     |     |    | ○  | 반도체 전자부품, 영상                                                            | AP/MAP 46.54%, 기타매출 53.31%, MCU 0.15%                                                  | 0      |
| 72 | 큐에스아이   |    | ○   |     |    |    | 반도체 레이저, 광반도체 제품                                                        | PT기종 39.80%, LBP기종 20.71%, 기타기종 18.32%, BCS기종 15.51%, OPU기종 5.30%                      | 15.92  |
| 73 | 테라셈     |    |     |     |    | ○  | 이미지센서 패키징 및 테스트업                                                        | 반도체 이미지 센서 패키지 99.99%, 상품매출 0.01%                                                      | 12.86  |
| 74 | 테스      |    | ○   |     |    |    | HF Dry Etcher(Gas Phase Etcher)                                         | 제품(장비) 94.20%, 제품(기타) 5.74%, 기타 0.06%                                                  | 10.01  |
| 75 | 테스나     |    |     | ○   |    |    | Micro Controller/Smart Card IC 및 Analog 반도체 테스트                         | Wafer Test 93.07%, PKG Test 6.54%, 기타 0.39%                                            | 28.15  |
| 76 | 테크윙     |    |     | ○   |    |    | 반도체 핸들러                                                                 | Handler 65.02%, C.O.K 20.56%, OLED/LCD광 평가시스템 7.17%, 기타(Board류 등) 7.26%                | 25.53  |
| 77 | 텔레칩스    |    |     |     |    | ○  | 멀티미디어/통신 시장의 다양한 어플리케이션 제품에 필요한 핵심 칩                                    | 디지털 미디어 프로세서 89.88%, 모바일 TV 수신칩 7.47%, 기타 매출 2.63%, 기타(CID, 기타제품) 0.03%                | 51.75  |
| 78 | 티씨케이    |    |     |     | ○  |    | 고순도흑연제품 반도체 및 태양전지용 실리콘 잉곳, Growing장비용 부품, 실리콘 전극, solid sic wafer ring | LED 및 반도체 장비용 부품 외 30.18%, SiC부품 외 31.40%, 태양광용 17.65%, 반도체용 19.88%, GC 외 0.90%        | 43.17  |
| 79 | 티에스이    |    |     | ○   |    |    | 반도체 및 LED 검사장비                                                          | Interface Board 51.28%, Probe Card 27.93%, LED 검사장비 20.55%, 임대료 수입 0.24%               | 25.3   |
| 80 | 프로텍     |    | ○   | ○   |    |    | 반도체장비 및 자동화 공압 부품                                                       | 시스템 93.23%, 뉴메텍 6.77%                                                                  | 6.01   |
| 81 | 피델릭스    |    | ○   |     |    |    | 스마트폰 버퍼 메모리 설계 & 판매                                                     | 반도체 100.00%                                                                            | 142.36 |
| 82 | 피에스엠씨   |    |     | ○   |    |    | 반도체부품(Lead Frame 등) 및 금형의 제조                                            | 리드프레임 64.72%, 금형, 부품, 기타 35.28%                                                        | 0      |
| 83 | 피에스케이   |    | ○   | ○   |    |    | 반도체장비(전공정 및 패키징 장비) 사업                                                  | Post etch treatment 류 외 69.91%, 기타 22.39%, Front-End Back-End Thermal Processing 7.70% | 22.92  |
| 84 | 하나마이크론  |    | ○   | ○   |    |    | 반도체 패키징 및 테스트와 디지털제품 제조                                                 | 메모리 49.93%, 비메모리 34.72%, Ring 4.96%, Cathode 4.73%, 기타 매출 3.12%                        | 27.11  |
| 85 | 하이셈     |    |     | ○   |    |    | 반도체 제조 관련 테스트 및 엔지니어링 서비스                                               | NAND테스트 30.43%, DRAM테스트 69.13%, 기타 0.44%                                               | 13.39  |
| 86 | 한국전자홀딩스 |    |     |     |    | ○  | 지주회사. (주)케이이씨와 (주)티에스피에스                                                | 판매 111.48%, 제조 8.29%, 서비스 6.64%, 연결조정 -26.40%                                          | 44.02  |
| 87 | 한미반도체   |    | ○   |     |    | ○  | 반도체 초정밀금형, 반도체 자동화 설비                                                   | 반도체/태양광/LED용제조장비 61.36%, 수입자동차 38.64%                                                  | 14.15  |
| 88 | 한양디지텍   |    |     |     |    | ○  | 반도체 모듈 제조, 2차 전지 보호회로사업                                                 | Memory Module 89.99%, 상품 VoIP단말기 외 7.12%, 기타 2.89%                                     | 9.09   |
| 89 | 한양이엔지   |    |     |     |    | ○  | 엔지니어링, CCSS(화학약품중양공급장치)                                                 | 엔지니어링 75.10%, 장치 24.78%                                                                | 8.96   |

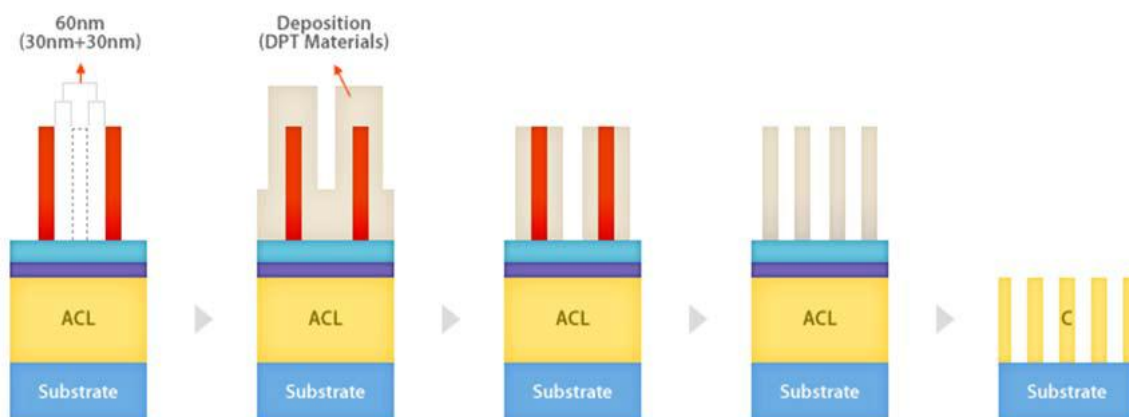
## VII. 2015년 반도체 이슈

(부제 : 2015년 반도체 산업 활황 기대의 이유)

### 1) DRAM 20nm급 미세 전환

DRAM은 30nm까지 공정 미세화를 진행해왔습니다. 그러나 20nm급부터는 EUV(Extreme Ultra Violet) 노광장비 개발의 지연으로 한계에 부딪혔습니다. 20nm급의 회로를 웨이퍼에 그려넣기 위해서는 EUV라는 매우 짧은 파장의 광원이 요구됩니다. 노광장비 분야의 독점기업인 ASML(네덜란드, 점유율 90%)은 빠르면 216년 말 양산 공급이 가능하다고 발표한 바 있습니다. 하지만 EUV장비는 기술적인 난제들로 인해 2017년 이후에나 상용화 가능할 전망입니다.

20nm급 노광 장비가 양산되지 못하는 상황에서 소자 업체들은 기존의 Immersion 노광장비를 이용해 여러 번 나누어 진행하여 회로선폭을 미세화하는 DPT(Double Patterning Technology), QPT(Quadruple Patterning Technology) 등의 우회전술을 사용해야 합니다.



기존 ArF광원을 이용하여 DPT 공정을 사용할 경우 선폭을 16nm까지 축소할 수 있습니다.

하지만 노광을 2회 수행하면서 추가되는 프로세스로 인해 기존 공정에 비해 생산성이 떨어지게 됩니다. 때문에 DPT를 이용하여 30nm이하로 공정 전환시 웨이퍼 투입량이 감소하게 됩니다.

따라서 30nm 이하의 공정 전환에서 DPT 스텝 증가에 따른 캐파 자연 감소분으로 동일한 bit growth를 위한 capex가 급격히 증가하며, 동일한 투자금액으로 달성할 수 있는 bit growth가 현저히 감소합니다.

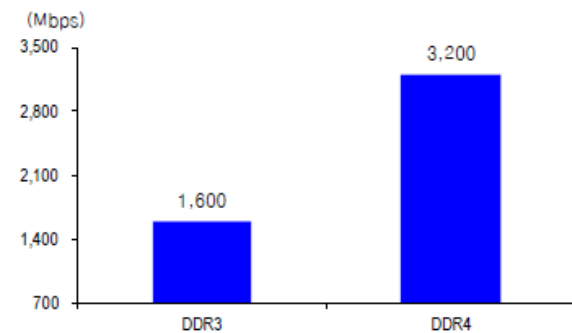
향후 미세 공정 전환을 위해서 Triple Patterning, Quadruple Patterning 까지 필요할 것이 예상되기 때문에 EUV 장비 상용화되기 전까지 공급 증가는 제한될 전망입니다.

## 2) DDR4 시장 본격화

응용분야 확대와 데이터 트래픽 증가 등으로 DDR3 제품의 속도 및 전력 소모 한계 극복을 위해 속도는 2배 증가하고, 전력 소모량은 30% 감소하는 DDR4의 적용이 본격화되고 있습니다.

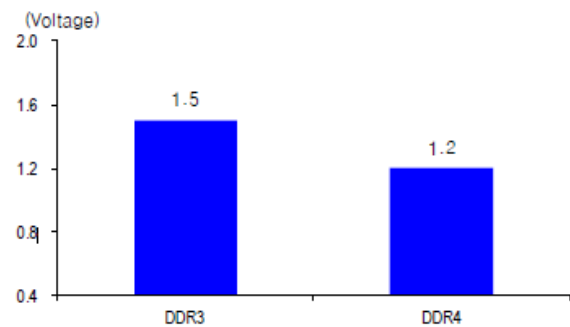
2014년 후반부터 서버용 DRAM에 DDR4가 적용되고 있습니다. DDR4는 속도 2배, 전력소모량 30% 감소 기능에 따라 대량의 데이터를 처리해야 하는 서버에 적합합니다. 2015년부터는 하이엔드 스마트폰에 LPDDR4가 적용되고, 2016년부터는 중저가 스마트폰에도 DDR4가 적용될 전망입니다.

DDR3와 DDR4 속도 비교



자료: 회사 자료, 신한금융투자

DDR3와 DDR4 구동 전압 비교



자료: 회사 자료, 신한금융투자

### 3) 3D NAND 시장 확대

NAND FLASH메모리는 전원이 꺼진 상태에서도 데이터의 보관이 가능합니다. DRAM과 달리 데이터를 임시저장하는 Capacitor가 필요 없는 단순구조이므로 DRAM대비 공정구현이 쉽습니다.

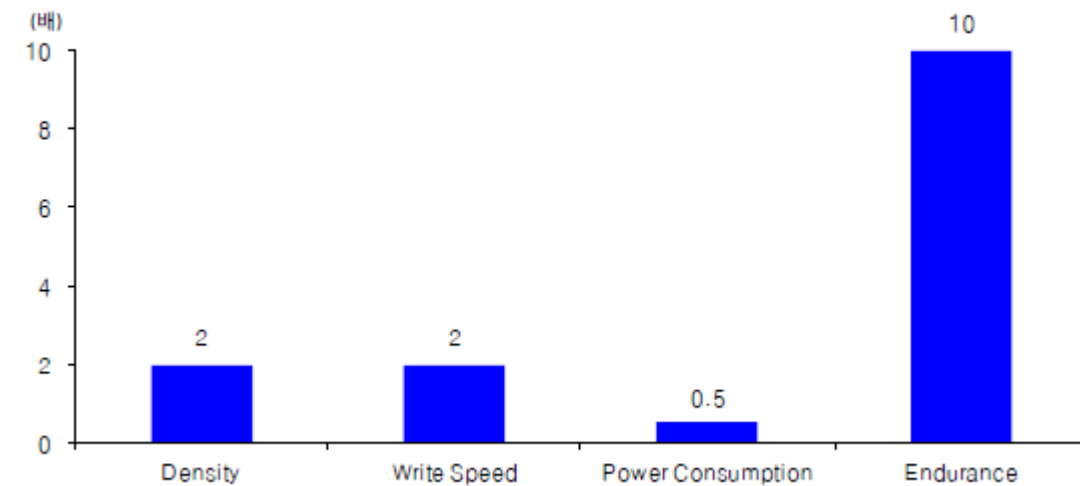
때문에 NAND는 DRAM대비 미세화가 앞서 있는 상황입니다.

그러나 NAND도 10nm 중반으로 오면서 미세화에 한계가 오고 있습니다. 셀(Cell) 간의 신호 간섭 현상이 심화되고, 저장할 수 있는 데이터(전하)의 양도 감소하고 있습니다. 이런 2D NAND 미세화의 한계를 극복하기 위해 3D NAND 기술이 본격적으로 도입되고 있습니다. 해당 분야에 대해 세계에서 가장 앞선 기술을 보유한 곳이 삼성전자입니다.

3D NAND는 2차원 평면에 형성된 Cell을 접어서 세워서 3차원 구조로 만드는 방식입니다. 동일 용량을 확보하기 위한 면적이 2D대비 크게 감소합니다.

3D는 2D대비 (동일 공정 적용 시) 쓰기 속도 2배, 쓰기 횟수 2~10배, 용량(집적도 24단시) 2배, 내구성 10배, 소비전력은 절반으로 감소합니다.

2D 대비 3D NAND의 특성 상대 비교



자료: 신한금융투자, Density 24단 3D 기준

#### 4) 삼성전자 14nm FinFet 공정으로 비메모리 경쟁력 회복

(기준에 대만 TSMC에 위탁생산을 맡겼던 애플, 퀄컴이 삼성전자에 위탁생산 요청)

2014년 삼성전자 비메모리 부문 매출액은 10.4조원(2013년 13.7조원)으로 전년대비 24.6% 감소했고, 영업이익은 0.5조원으로 적자 전환하여 매우 부진했습니다. 이는 기존 비메모리 파운드리 주요 고객이던 애플이 파운드리 물량(애플의 AP인 A8)을 대만의 TSMC로 전환했고, 자체 개발한 AP인 엑시노스의 기술적 문제로 자사 스마트폰의 탑재율이 매우 낮아지면서 비메모리 라인의 가동률이 30~40%까지 하락했기 때문입니다.

2014년 TSMC는 삼성전자에 앞서 20nm 공정을 개발했고, 애플과의 스마트폰 시장에서의 경쟁 격화로 양사간 관계가 악화되면서 애플의 A8 파운드리 물량(iPhone5 기준)을 전부 TSMC에 넘겨주었습니다. 애플 파운드리 물량이 대거 빠지면서 삼성전자 비메모리 라인의 가동률은 크게 하락했고, 0.5조원의 영업적자를 기록하게 됩니다..

그러나 다행히 삼성전자가 14nm FinFET로 TSMC(16nm FinFET) 보다 우수한 공정 기술 리더쉽을 회복하며 경쟁력을 강화했습니다. 이에 따라 애플의 차세대 아이폰용 A9프로세서 파운드리 물량을 다시 가져올 가능성이 높아지면서 비메모리 부분의 턴어라운드가 기대되고 있습니다.

퀄컴의 경우도 스냅드래곤 810의 발열 이슈로 인해, 차세대 스냅드래곤 820은 삼성전자의 14nm FinFET을 적용할 가능성이 높습니다.

이에 따라 삼성전자를 대상으로 전공정, 후공정, 패키징, 테스트 장비 및 소재를 납품하는 업체들의 수혜 및 실적향상도 기대됩니다.



애플 A9프로세서



퀄컴 스냅드래곤820

| 업체별 비메모리 공정 로드맵 비교 |         |      |              |         |         |
|--------------------|---------|------|--------------|---------|---------|
|                    | 1H15    | 2H15 | 1H16         | 2H16    | 1H17    |
| 삼성전자               | 14nm FF |      |              | 10nm FF |         |
| TSMC               |         |      | 16nm FF Plus |         | 10nm FF |
| Intel              |         |      |              |         | 10nm FF |

자료: 신한금융투자



## 부록1. 용어 사전

### [반도체 제품 관련 용어]

**DRAM (Dynamic Random Access Memory)** : 임의접근기억장치(Random Access Memory)의 한 종류이기 때문에 정보를 읽고 쓰는 것이 가능하나 전원이 공급되고 있는 동안이라도 일정기간 내에 주기적으로 정보를 다시 써넣지 않으면(refresh) 기억된 내용이 사라지는 메모리이다. 그러나, memorycell(기억소자) 당 가격이 싸고 집적도를 높일 수 있기 때문에 대용량 메모리로서 널리 이용되고 있다. 하나의 기억소자는 1개의 트랜지스터와 1개의 캐패시터로 구성되어 있는데, 예를 들어 16MbDRAM은 손톱만한 칩속에 트랜지스터와 캐패시터가 각각 1,600만개씩 내장된 고집적 첨단 메모리제품으로 신문지 128 페이지 분량의 정보를 저장할 수 있다.

**모바일 DRAM (Mobile DRAM)** : 모바일 D램은 컴퓨터에 사용되는 D램(Dynamic RAM)과 같이, 모바일기기에 특화되어 장착되는 D램이다. 주기억장치인 D램은 전원을 끄면 데이터가 소멸되는 휘발성 기억소자로, 보조기억장치보다 읽고 쓰는 속도가 매우 빠르다. 이동성이 강조되는 휴대용 디지털 기기에 적합한 고성능, 저 소비전력 D램으로 'LPDDR(Low Power Double Data Rate) D램'이라고 한다.

**플래시 메모리 (Flash Memory)** : 전원이 꺼지면 기억된 정보를 모두 잃어버리는 메모리 반도체인 D램, S램과 달리 플래시 메모리는 데이터를 보존하는 비 휘발성 메모리의 일종이다. 플래시 메모리는 전기적인 방법으로 정보를 자유롭게 입출력 할 수 있으며, 전력소모가 적고 고속프로그래밍이 가능하다. 전원이 꺼지더라도 저장된 데이터를 보존하는 롬(ROM)의 장점과 정보의 입출력이 자유로운 램(RAM)의 장점을 동시에 지닌 특성 때문에 디지털 카메라, MP3, 휴대전화, USB 드라이브 등 휴대형기기에서 대용량 정보 저장 용도로 사용된다.

**낸드 플래시 (Nand Flash)** : 플래시 메모리의 한 형태로 전원이 없는 상태에서 데이터를 계속 저장할 수 있으며 데이터를 자유롭게 저장, 삭제할 수 있다. 저장단위인 셀을 수직으로 배열해 좁은 면적에 많은 셀을 만들 수 있도록 되어 있어 대용량이 가능하다. 디지털카메라, 휴대용 저장장치, 컴퓨터 등에 폭넓게 쓰인다. 향후 컴퓨터의 하드 디스크 드라이브(HDD)를 대체할 수 있는 제품으로 기대된다.

**3차원 V 낸드 (3D Vertical Nand)** : 평면(2차원) 위에 많은 회로를 넣는 대신 3차원 수직구조로 회로를 쌓아 올려 집적도를 높인 플래시메모리 기술이다. 기존 2차원 평면구조의 메모리 공정이 10나노급에 달해 셀 간 간격이 좁아져 전자가 누설되는 현상이 심화되는 등 한계를 보이자 이를 극복하기 위한 대안으로 개발되었다.

**TLC & MLC & SLC (Triple Level Cell & Multi Level Cell & Single Level Cell)** : Flash 메모리의 경우 웨이퍼 당 칩 생산량을 증가시킬 수 있는 방법으로 미세회로 공정 외에 하나의 메모리 셀에 여러 개의 데이터를 저장하는 MBPC(Multi Bit Per Cell) 기술이 있다. 셀 당 데이터를 하나만 저장한 칩을

SLC(Single Level Cell), 두 개를 저장한 칩을 MLC(Multi Level Cell), 세 개를 저장한 칩을(Triple level cell)이라고 한다. .

**eMMC (embedded Multi Media Card)** : 멀티미디어 카드 인터페이스를 가진 컨트롤러와 NAND Flash가 결합된 제품으로 주로 스마트폰, 태블릿PC 등의 모바일 제품의 데이터 저장을 위해 사용된다. 휴대용이 아닌 내장형이기 때문에 embedded란 단어를 사용한다.

**노어 플래시 메모리 (NOR Flash Memory)** : 플래시 메모리는 반도체 칩 내부의 전자회로 형태에 따라 직렬로 연결된 낸드 플래시와 병렬로 연결된 노어 플래시로 구분된다. 낸드 플래시는 용량을 늘리기 쉽고 쓰기 속도가 빠른 반면 노어 플래시는 읽기 속도가 빠른 장점을 갖고 있다.

**RAM (Random Access Memory)** : 기억된 정보를 읽어내기도 하고(read) 다른 정보를 쓸 수도 있는(write) 메모리로서, 전력 공급이 차단되면 데이터가 소실되는 휘발성(volatile) 메모리다. 컴퓨터의 주기억장치, 응용프로그램의 일시적 로딩(loading), 데이터의 일시적 저장 등에 사용된다. RAM에는 일반적으로 동적(dynamic) RAM인 DRAM과 정적(static) RAM인 SRAM이 있다.

**ROM (Read Only Memory)** : 기억된 정보를 단지 읽어낼 수만 있는 메모리로서, 전력 공급과 무관하게 데이터가 보존되는 비휘발성(non-volatile) 메모리이다. 컴퓨터의 OS(운영체제), 각종 전자기기의 고정된 프로그램 등을 저장하는데 사용된다.

**SRAM (Static Random Access Memory)** : 전원이 공급되는 동안은 항상 기억된 내용이 그대로 남아 있는 메모리로서 하나의 기억소자는 4개의 트랜지스터와 2개의 캐패시터로 구성된다. DRAM에 비해집적도가 1/4정도이지만, 소비전력이 적고 처리속도가 빠르기 때문에 컴퓨터의 캐쉬(cache), 전자오락기 등에 많이 사용된다.

**EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)** : 전기적으로(electrically), 지울 수 있고(erasable), 프로그램 할 수 있는(programmable) 메모리이다.

**Mask ROM (Mask Read Only Memory)** : 제조공정시 고객이 원하는 정보를 저장함으로써 모니터 등 OA(Office Automation, 사무 자동화) 기기의 문자정보 저장용과 전자게임기의 S/W(Software) 저장용, 전자악기, 전자사전 등으로 널리 이용되고 있다. 특히, 한글 및 한자를 많이 사용하는 동양문화권에 폭넓게 사용되고 있다.

**CMOS 이미지센서 (CMOS Image Sensor, CIS)** : 상보형 금속산화 반도체(CMOS, Complementary Metal Oxide Semiconductor) 구조를 가진 저전력 촬상 소자.이미지센서는 피사체 정보를 읽어 전기적인 영상신호로 변환해주는 장치이다. 빛 에너지를 전기적 에너지로 변환해 영상으로 만드는데, 카메라의 필름과 같은 역할을 한다.

**시스템 반도체 (System Semiconductor)** : 정보를 저장하는 메모리 반도체와 달리 시스템

반도체는 디지털화된 전기적 정보(Data)를 연산하거나 처리(제어, 변환, 가공 등)하는 반도체이다. 시스템 반도체는 마이크로컴포넌츠(Microcomponents), 아날로그 IC(Analog IC), 로직 IC(Logic IC), 광학 반도체(Optical Semiconductor) 등으로 구분된다.

**CPU (Central Processing Unit)** : PC 및 노트북의 주 연산 장치이다.

**AP (Application Processor)** : 스마트 폰 등의 이동통신 단말기에서 각종 응용프로그램(애플리케이션) 구동과 그래픽 처리를 담당하는 등 핵심 시스템반도체로 PC의 중앙처리장치(CPU)에 해당된다. CPU와 달리 그래픽처리장치(GPU), 통신칩, 센서, 디스플레이, 멀티미디어 등 여러 기능을 하나로 합친SoC(System on chip)로 만들어진다.

**ASIC (Application Specific IC)** : 고객의 주문에 의해 설계된 특정회로를 반도체 IC로 응용 설계하여 주문자에게 독점 공급하는 user 전용 규격의 주문형 IC이다. 신속하고 다양한 설계능력을 필요로 하는 제품으로서, 다품종 소량생산체제에 맞는 유망 사업분야이다.

**ASSP (Application Specific Standard Product)** : 반도체를 간단하게 분류하면 표준형 반도체(ASSP)와 주문형 반도체(ASIC)로 나눌 수 있는데, 주문형 반도체는 특정한 제품을 위해 사용되는 제품으로 반도체 생산 업체가 특정 주문에 맞춰 생산하는 제품이다. 반면 표준형 반도체는 규격이 정해져 있어 일정 요건만 갖추면 어떤 전자제품에도 사용할 수 있는 제품이다.

**Die** : 전기로 속에서 가공된 전자회로가 들어있는 아주 작은 얇고 네모난 반도체 조각이다. 수동소자, 능동소자 또는 집적회로가 만들어진 반도체 칩을 말한다.

**메모리 모듈 (Memory Module)** : 개별 메모리칩을 유사한 특성을 갖고 있는 제품으로 구분하여, 하나의 PCB(Printed Circuit Board) 위에 여러 개의 칩을 고밀도 성장하여 메모리용량을 확장시킨 제품이다. 사용자들이 별도로 구입하여 PC에 쉽게 설치할 수 있도록 만들었다.

**DIMM (Dual Inline Memory Module)** : PCB 양면의 핀이 전기적으로 분리되어 있으며 각각이 CPU와 데이터를 주고 받는다. DIMM은 한 면이 84핀으로 양쪽 168핀이며, 64bit 데이터 폭을 가진다. 펜티엄CPU와 SDRAM이 등장한 이후 일반적으로 사용되고 있는 메모리모듈이다.

**SIMM (Single Inline Memory Module)** : 8bit 대역폭을 가진 30핀과 32bit 대역폭을 지원하는 70핀 모듈이 있다. 각 핀은 기판 양쪽으로 접속할 수 있도록 되어 있으나 앞면과 뒷면 핀은 전기적으로 같은 신호를 보낸다. 486 CPU까지 주로 사용된 메모리 Module이다.

**SODIMM (Small Outline Dual Inline Memory Module)** : 주로 노트북에 사용되는 소형 메모리모듈이다.

**RDIMM (Registered Dual Inline Memory Module)** : 서버, 워크스테이션용으로 사용되는 메모리모듈이다.

**PCB (인쇄 회로 기판, Printed Circuit Board)** : 집적 회로, 저항기 또는 스위치 등의 전기적 부품들이 납땜되는 얇은 판이다. 대부분의 컴퓨터에 사용되는 회로는 이 인쇄 회로 기판에 설치된다.

**IC (Integrated Circuit)** : 트랜지스터나 다이오드 등 개개의 반도체를 하나씩 따로따로 사용하지 않고, 수많은 전자 회로가 서로 연결되어 하나의 특정한 기능을 지니게 한 집적회로이다.

**LCD Driver IC (Liquid Crystal Display Integrated Circuit)** : 액정을 이용한 평면디스플레이장치(액정panel)를 구동 또는 제어하기 위해 필수적인 IC로서, 소형 패널용 문자형 IC와 대형 패널용 문자형 그래픽 IC로 구분된다.

**HDD (하드디스크 드라이브, Hard Disk Drive)** : 자성체를 입힌 원판형 알루미늄 기판을 회전시키면서 자료를 저장하고 읽어 내도록 한 보조기억 장치이다. 디스크가 레코드판처럼 겹쳐져 있는 것으로, 디스크 위에는 트랙이라고 하는 동심원이 그려져 있다. 이 동심원 안에 데이터를 전자적으로 기록하게 된다. 헤드는 트랙에 정보를 기록하거나 읽어 내는 역할을 한다.

**SSD (Solid State Drive)** : 하드 디스크 드라이브(HDD)와 비슷하게 동작하면서도 기계적 장치인 HDD와는 달리 반도체(NAND Flash)를 이용하여 정보를 저장한다. 임의접근을 하여 탐색시간 없이 고속으로 데이터를 입·출력할 수 있으면서도 기계적 지연이나 실패율이 적다. 외부의 충격으로 데이터가 손상되지 않으며, 발열 및 전력소모가 적고, 소형, 경량화할 수 있는 장점이 있다.

**Bit & Byte** : 메모리 반도체 기억용량의 단위로 사용되며 256Mb은 2억 5,600만개의 bit 데이터를 저장할 수 있는 용량이다. 1Byte는 8bit의 용량과 같은데, 대략적인 저장용량을 살펴보면 10MB에는 책 1권, 1분 분량의 오디오 CD 정보를 저장할 수 있다. 1GB(1025MB)에는 백과사전, 2시간 분량의 오디오 CD, 15분 분량의 디지털 TV 콘텐츠 정보를 저장할 수 있다. 참고로 최근 주요 스마트폰인 갤럭시s6의 메모리 용량은 128GB이다.

**MHz (Megahertz)** : 흔히 DRAM의 종류 중 'DDR3 1Gb 1333MHz'의 이름을 가지고 있는 DRAM이 있는데 여기서 1Gb은 용량을, 1333MHz는 속도를 나타낸다. 숫자가 클수록 속도가 빠르다. 통상DDR의 경우 같은 공정에서 생산하더라도 제품별로 속도의 차이가 발생하게 되며, DRAM 업체들은 생산된 DRAM의 속도를 측정하여 구분해서 판매한다.

**[반도체 전(前)공정 관련 용어]**

**웨이퍼 (Wafer)** : 반도체 물질로 만든 얇은 판, 일반적으로 단결정 실리콘으로 원기둥 모양의 잉곳(ingot)을 만든 후, 얇게 잘라 원판 모양의 웨이퍼를 만들어 메모리 반도체 등의 회로를 집적한다.

**전공정 (Front-End Process)** : 웨이퍼를 가공하여 반도체 회로를 형성하고 집적하는 과정을 전공정이라고 한다. 산화막 형성, 증착, 세정, PR코팅, 노광, 이온주입, 현상, 식각 등의 과정이 있으며, 반도체소자에 따라 이러한 과정을 수회에서 수십회 반복한다.

**마스크 (Mask)** : 웨이퍼 위에 만들어질 회로패턴의 모양을 각 층(layer) 별로 유리판 위에 그려 놓은 것으로 사진 공정시 stepper(반도체 제작용 카메라)의 사진 건판으로 사용된다.

**산화막 형성 (Oxidation)** : 고온에서 산소나 수증기를 웨이퍼 표면과 화학반응 시켜, 얇고 균일한 실리콘 산화막을 형성시키는 과정이다.

**증착 (Deposition)** : 진공 상태에서 금속이나 화합물 따위를 가열·증발시켜 그 증기를 물체 표면에 얇은 막으로 입히는 일을 증착이라고 한다.

**CVD (화학기상증착, Chemical Vapor Deposition)** : 웨이퍼 위의 보호막을 만들 때 사용되는 공정이나 설비를 지칭한다. 반응실(chamber) 내에 반응가스를 주입하고 열 플라즈마(plasma) 등의 에너지를 부여하여 화학반응에 의해 고체 생성물을 웨이퍼 위에 형성시키는 방법이다.

**LPCVD (Low Pressure CVD)** : 저압(0.2~0.7mm Tott)의 용기 내에 단순한 열 에너지에 의한 화학 반응을 이용하여 박막을 증착하는 방법이다.

**PECVD (Plasma Enhanced CVD)** : 강한 저압으로 야기된 Plasma를 이용하여 반응 물질을 활성화시켜 기체상으로 증착시키는 방법이다. Plasma에 의해 증착될 물질들이 에너지를 얻어 낮은 온도에서 증착이 가능하다.

**ALD (Atomic Layer Deposition)** : 화학적으로 달라붙는 단원자층의 현상을 이용한 나노 박막 증착 기술. 웨이퍼 표면에서 분자의 흡착과 치환을 번갈아 진행함으로 원자층 두께의 초미세 층간(layerby-layer) 증착이 가능하고, 산화물과 금속 박막을 최대한 얇게 쌓을 수 있다.

**APCVD (Atmospheric Pressure CVD)** : 상압의 반응 용기 내에 단순한 열 에너지에 의한 화학 반응을 이용하여 박막을 증착하는 방법이다.

**PVD (물리기상증착, Physical Vapor Deposition)** : 웨이퍼 위에 생성하고자 하는 막을 물리적인 방법으로 증착시키는 방법이다.

**스퍼터링 (Sputtering)** : PVD 방식의 하나로 원하는 박막을 증착하는 방법 중 CVD와 함께 가장 널리 쓰이는 방식으로 물리적인 방법을 통해 입자를 발사시켜 박막을 도포하는 방식이다.

**PR (감광액, Photoresist)** : 웨이퍼에 칠해서 마스크를 통해 강도 높은 빛에 노출시키는 감광막. 노출된 PR은 어떤 지역을 에치(etch)하도록 PR 패턴을 현상 공정에서 남긴다. PR코팅은 감광액을 웨이퍼에 입히는 과정을 말한다.

**노광 (Exposure)** : PR 코팅된 웨이퍼에 stepper를 사용하여 마스크에 그려진 회로패턴에 빛을 통과시켜 PR막이 형성된 웨이퍼위에 회로패턴을 사진 찍는 공정을 노광이라고 한다.

**이온주입 (Ion Implantation)** : 회로패턴과 연결된 부분에 불순물을 미세한 gas 입자 형태로 가속하여 웨이퍼의 내부에 침투시킴으로써 전자 소자의 특성을 만들어주는 공정이다.

**현상 (Development)** : 노광된 웨이퍼를 약품 등의 처리를 하여 굳어지지 않은 PR 부분을 제거하여 형상이 나타나게 하는 과정이다.

**식각 (Etching)** : PR이 제거된 원하지 않는 부분을 제거하는 과정이다. 액체를 사용하는 습식 식각 (wet etching)과 플라즈마를 사용하는 건식 식각(dry etching)이 있다. Etch 공정은 회로를 구성하는 막질에 따라 'Oxide Etch', 'Poly Etch', 'Metal Etch', 'PR Ashing'으로 나눌 수 있다.

**건식 식각 (Dry Etching)** : 반응가스를 진공 챔버에 주입시킨 후 power를 인가해 plasma를 형성시켜서 이를 식각하고자 하는 막과 화학적 또는 물리적으로 반응시켜 막을 제거하는 공정이다.

**습식 식각 (Wet Etching)** : 화학용액을 이용해 식각하고자 하는 막과 화학반응을 일으켜 막을 제거하는 공정이다.

**CMP (화학적 기계적 연마, Chemical Mechanical Polishing)** : 웨이퍼 표면을 평탄화하는 공정을 말한다.

반도체 미세회로를 쌓아 올릴 때 높은 부분과 낮은 부분의 편차가 발생하는데, 다음 공정을 위해서 평탄화 시키는 것이 중요하다.

**핀펫 (FinFET)** : Fin(물고기의 지느러미) Field Effect Transistor의 약자. 2차원 평면 소자구조의 크기를 줄이는 데 있어서 한계로 알려진 단채널 효과를 줄이고 동작전류의 크기를 증가시키기 위해 물고기 지느러미처럼 수직으로 형성된 얇은 채널을 2개 이상의 게이트로 제어시킴으로써 채널에 대한 게이트의 영향력을 확대시킨 3차원 소자구조를 뜻한다

**Fab (Fabrication)** : 웨이퍼의 표면에 여러 종류의 막을 형성시켜, 이미 만든 마스크를 사용하여 특정부분을 선택적으로 깎아내는 작업을 되풀이함으로써 전자회로를 구성해 나가는 전과정이다.

또한, 일반적으로 반도체를 만드는 공장을 Fab이라고한다.

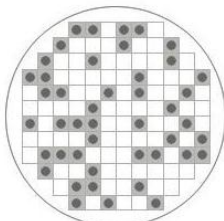
**종합 반도체 업체 (IDM) :** 반도체 업체는 칩 설계부터 완제품 생산 및 판매까지 모든 분야를 자체 운영하는 '종합 반도체 업체(IDM)', 반도체 제조과정만 전담하는 '파운드리 업체(Foundry)', 그리고 설계기술만을 가진 '반도체 설계 업체(Fabless)'로 구분된다. 종합 반도체 업체는 반도체 생산설비만을 갖추고 있는 파운드리 업체와 반도체 설계만을 전문으로 하는 팹리스 업체와는 달리 설계 기술과 생산설비를 모두 보유한 대규모의 반도체 업체이다.

**파운드리 (Foundry) :** 파운드리 업체는 제품 설계를 외부에서 넘겨받아 반도체를 생산하는 위탁 업체이다. 즉 반도체 생산설비를 갖추고 있지만 직접 설계하여 제품을 만드는 것이 아니라, 위탁하는 업체의 제품을 대신 생산해 이익을 얻는 것이다.

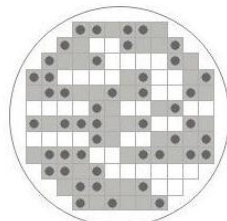
**팹리스 (Fabless) :** 반도체 제조 공정 중 하드웨어 소자의 설계와 판매만을 전문으로 하는 회사로, 종합반도체기업(IDM)과 달리 반도체 생산설비를 갖추고 있지 않다.

**수율 (Yield) :** 불량률의 반대라고 할 수 있다. 투입한 양(input) 대비 제조되어 나온 양(output)의 비율이다. 반도체 산업은 이 수율을 높이기 위한 경쟁이라고 해도 과언이 아니다.

$$\frac{\text{실제 생산된 정상 칩 수}}{\text{설계된 최대 칩 수}} \times 100 = \text{수율(Yield)}$$



(a) 약 60% 수율



(a) 약 30% 수율



### [반도체 후(後)공정 관련 용어]

**후공정 (Back-End Process)** : 전공정 과정이 끝난 가공된 웨이퍼를 잘라 각각의 칩을 테스트, 패키징등을 거쳐 완성품으로 만드는 과정을 후 공정이라고 한다.

**다이싱 (Dicing)** : 가공된 웨이퍼 상에 형성된 chip을 diamond blade 등을 사용해 자르는 과정이다.

**프로브 테스트 (Probe Test)** : 패키징에 앞서 Fab 공정이 완료된 wafer 내의 각 chip의 전기적인 동작 상태를 점검하여 chip의 양(good)과 불량(failure)을 선별하기 위한 검사이다.

**패키징 (Packaging)** : 잘라진 웨이퍼 조각(chip)들을 전기적 신호 연결을 위해 기판(substrate)에 부착하고 칩을 외부로부터 보호하기 위해 수지 등으로 감싸는 과정이다. Wire bonding, bumping 등의 방식이 있다.

**패키지 테스트 (Package Test)** : 패키징 공정이 완료된 후 칩이 정상적으로 작동하는지 확인하는 과정이다. 패키지 테스트는 완제품 형태에서 진행되는데, 검사 장비에 칩을 넣고 다양한 조건에서 특성을 측정해 불량 유무를 구별한다.

**와이어 본딩 (Wire Bonding)** : 잘라진 웨이퍼 조각과 기판을 금선(金線) 등을 이용하여 전기적으로 연결하는 방식이다.

**범핑 (Bumping)** : 잘린 웨이퍼 조각에 돌기형태의 bump를 형성하여 기판에 직접 연결하는 방식이다.

**몰딩 (Molding)** : 칩과 연결 금선 부분을 보호하기 위해 화학수지로 밀봉해 주는 공정이다.

**칩 스택킹 (Chip Stacking)** : 일부 높은 용량의 모듈에서는 칩이 모두 PCB에 일치되도록 하기 위해서 칩들을 다른 칩 위에 쌓는다.

**MCP (Multi Chip Package)** : 박판의 기판위에 얇은 칩을 여러개 수직적층하여 기존의 CSP 실장 기술을 접목하여 메모리의 용량과 성능을 증가시키고, 면적 효율을 극대화 시킨 구조이다.

MCP(다중 칩패키지)는 과거 개별 반도체를 평면적으로 여러 개 장착하는 것과 달리, 모두 위로 쌓아 올림으로써 칩의 탑재 공간을 줄이는 것이다. 이처럼 MCP는 좁은 공간에 많은 기능을 넣을 수 있기 때문에 스마트폰, 태블릿PC 등 휴대용 기기에 꼭 필요하다.

**CSP (Chip Scale Package)** : 칩 크기와 동일하거나 약간 큰 반도체를 총칭한다. 보드에 칩을 연결할 때 핀을 사용하지 않는다. 주로 핸드셋, 노트북 등에 사용되며, 급속하게 보급되고 있는 초박형·경량·초소형 반도체이다.

**플립칩 (Flip Chip)** : 칩 pad 위에 bump 등을 형성하고 이를 이용해 기판에 칩을 바로 접합한

칩이다.

**조립 (Assembly)** : 패키징된 칩을 메인보드에 실장하는 과정으로 leadframe, BGA 방식이 있다.

**리드 프레임 (Lead frame)** : 보통 구리로 만들어진 구조물로서, 조립 공정시 칩이 이 위에 놓여지게 되며 가는 금선(金線)으로 칩과 연결되어 IC칩이 외부와 전기신호를 주고 받게 된다.

**BGA (Ball Grid Array)** : 패키징된 칩을 격자 방식으로 배열된 금속 ball을 이용하여 실장 하는 방식이다. 공간 활용률이 높고 신호 손실이 적다는 장점이 있다.

**TSV (Through Silicon Via)** : 반도체 chip에 칩을 수직 관통하는 via hole을 형성하여 chip 적층 시 chip간의 전기적 신호를 전달하는 첨단 패키지 방식이다. 이는 wire bonding을 사용한 기존 chip간 적층기술과 달리 추가적인 공간을 요구하지 않아 더 작은 제품으로 구현이 가능해진다.

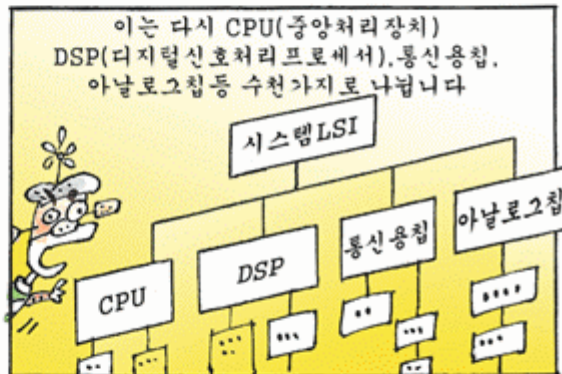
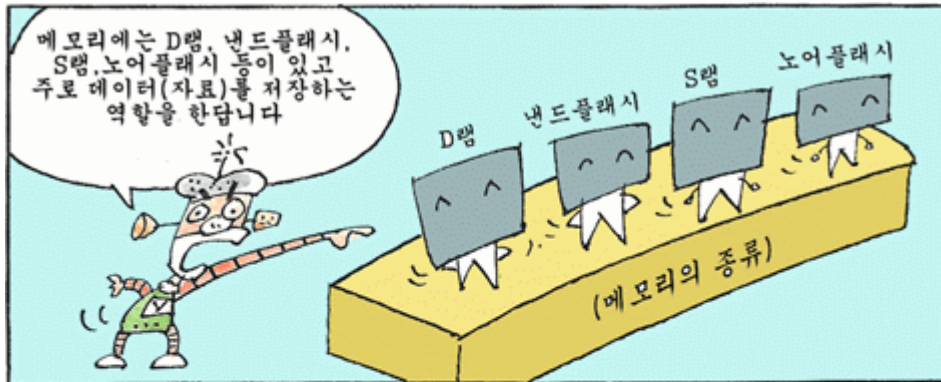
## 부록2. 만화로 보는 반도체 이야기

# 만화로 보는 반도체 이야기















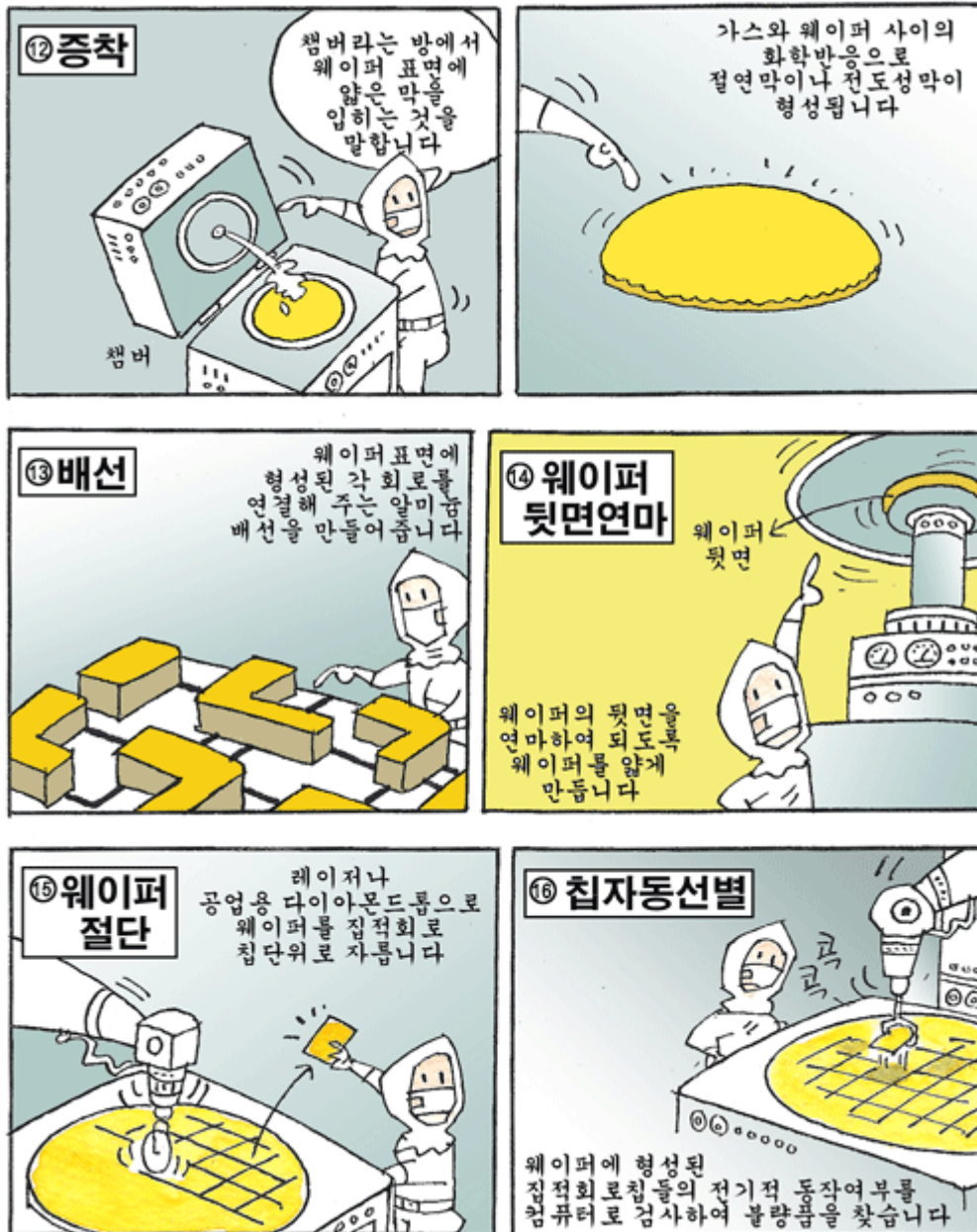


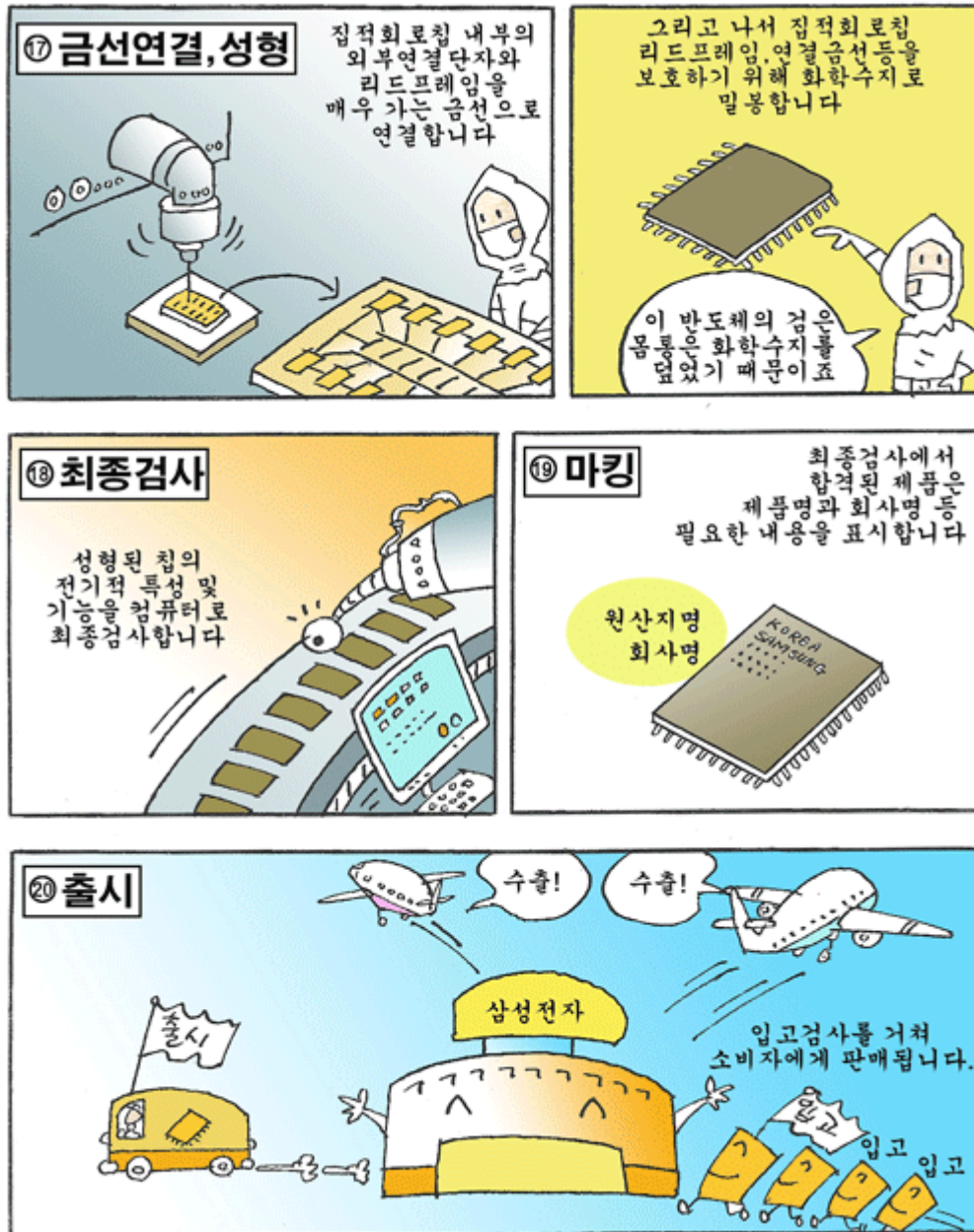














## 참고자료

[사이트]

삼성반도체이야기, <http://samsungsemiconstory.com>

SK하이닉스 웨이퍼 전공정(Fab.) 동영상,

[https://www.youtube.com/watch?v=AcDn4bvW5IU&feature=player\\_embedded](https://www.youtube.com/watch?v=AcDn4bvW5IU&feature=player_embedded)

Semipark, <http://www.semipark.co.kr>

산업연구원, <http://www.kiet.re.kr/>

[보고서]

BS투자증권, 2015년 반도체 CapEx 활기, 2015.3.22

신한금융투자, 반도체 장비/부품-여전히 먹거리가 많다, 2015.2.12

KDB대우증권, 사이클을 넘어 구조적 성장 속으로, 2015.1.22

미래에셋증권, 잘가라 HDD, 2015.1.29

메리츠증권, 반도체 산업-‘무어의 법칙’의 재구성: 반도체 구조/공정번호, 2013.5.14