

# DNF의 반도체용 박막재료 개발 동향



## Chapter 01 반도체용 박막재료

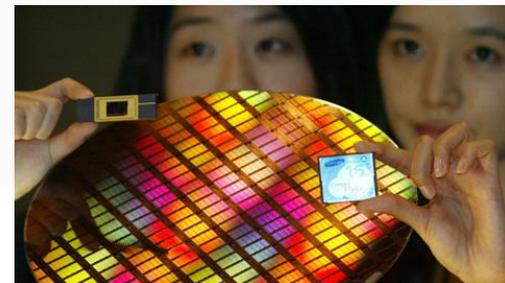
01. 반도체 기술변화
02. 반도체 재료 시장전망
03. 반도체 재료 사업의 특성
04. 반도체 재료의 구분 및 주요 업체
05. 반도체 재료 시장의 변화
06. 반도체 무기 및 금속 박막재료
07. Business Areas
08. 고유전율 박막재료
09. Gapfill 재료
10. PRAM 용 GST 재료
11. ACL용 박막 재료

# 01. 반도체 기술의 변화

## 반도체 집적도 로드맵

Year of Production	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
DRAM ½ Pitch (nm) (contacted)	80	70	65	57	50	45	40	36	32
MPU/ASIC Metal 1 (M1) ½ Pitch (nm)	90	78	68	59	52	45	40	36	32
MPU Printed Gate Length (nm) ††	54	48	42	38	34	30	27	24	21
MPU Physical Gate Length (nm)	32	28	25	23	20	18	16	14	13
ASIC/Low Operating Power Printed Gate Length (nm) ††	76	64	54	48	42	38	34	30	27
ASIC/Low Operating Power Physical Gate Length (nm)	45	38	32	28	25	23	20	18	16
Flash ½ Pitch (nm) (un-contacted Poly)(f)	76	64	57	51	45	40	36	32	28

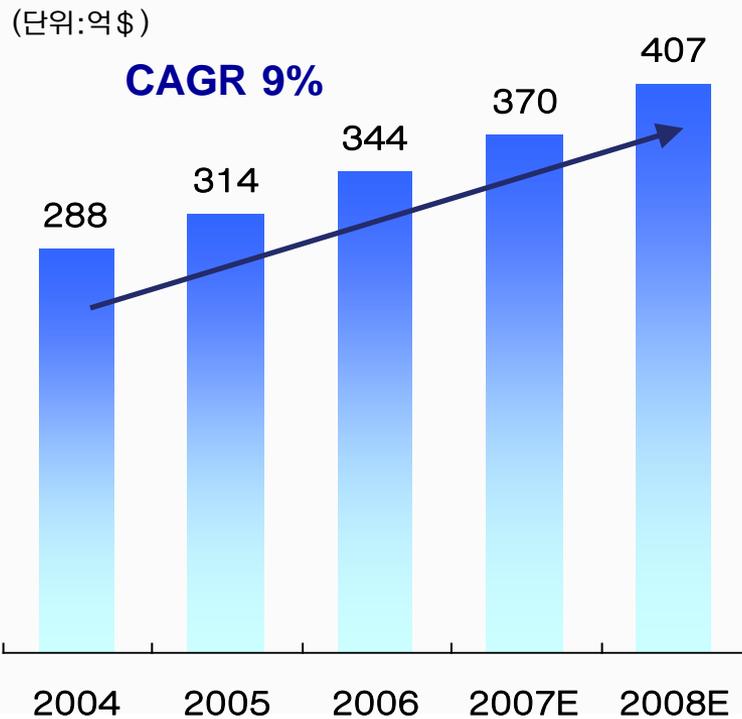
자료 : ITRS2006



## 02. 반도체 재료시장 전망

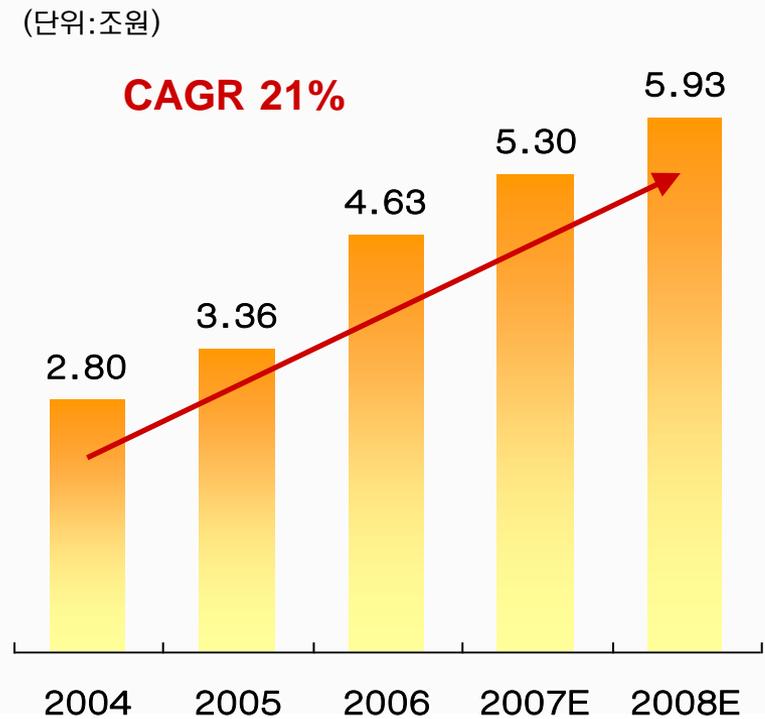
세계시장의 13% 정도를 차지하는 국내 반도체 재료시장의 고성장세 지속 전망

### 세계 반도체 재료시장 전망



자료 : SEMI 2006, Gartner 2006

### 국내 반도체 재료시장 전망



자료 : 한국반도체 산업협회, 동부증권

## 03. 반도체 재료 사업의 특성

### 재료의 중요성 증대

- 최신 공정에서 요구되는 ALD/CVD의 경우 전구체의 특성이 장비의 특성과 설계를 제한할만큼 중요성 증가 추세

### 장비업체에 의한 영향

- 새로운 재료가 개발되는 장비업체에서 먼저 평가
- 칩메이커가 해당 장비와 재료를 함께 구매하는 과정을 거치며 시장에 진입

### 진입장벽이 높은 시장

- 관련 기술 및 노하우가 관련 업체에만 공유되는 형태로 핵심기술의 축적이 단기간에 불가능
- ➔ 초기 양산시 진입한 재료업체의 경쟁력 강화요인

### 기술중심적이며 빠른 변화속도

- 반도체업체의 기술개발 속도에 부합하는 재료의 개발을 위해 연구개발의 강화 필요



- 칩메이커 및 장비업체와 공동개발
- AI CVD 전구체 독점공급
- 국산화 선도기업
- 축적된 기술력
- 지속적인 R&D 투자

### 실적 안정성

- 반도체공정에 사용되는 재료는 소모성의 성격을 띠고 있어 실적 하락에 대한 리스크적음

### 높은 이익률

- 소자업체의 구매의사에서 가격이 절대적 조건이 될 수 없음

## 04. 반도체 재료 구분 및 주요 업체

### 2006년 반도체 재료시장 규모

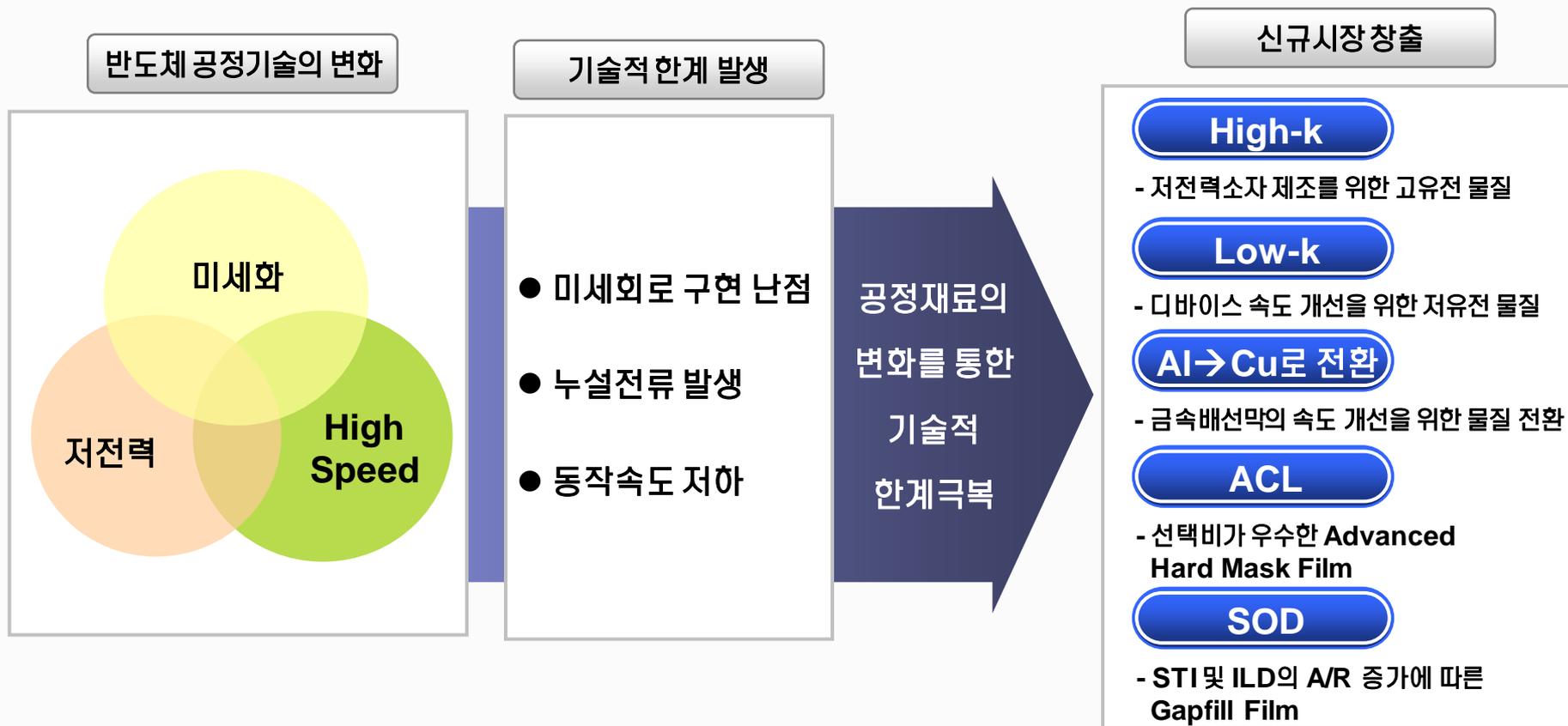
- 국내 : 4.63조원 (세계시장의 12.9%)

- 세계 : 35.9조원

구분	반도체재료	업체명	국내 시장규모 (2006년, 억원)	비중
전공정	Si Wafer	Shin Etsu, LG-Siltron, MEMC, Mitsubishi	16,626	35.9%
	Photo Mask	듀폰 포토마스크, PKL, Captive, DPI, DNP, Toppan	1,750	3.8%
	Photo Resist	Rhom & Haas, JSR, TOK, Sumitomo, Mitsubishi, 동진세미켐	2,917	6.3%
	Specialty Gas	Air Products, Air Liquid, Praxair, 아토, 소디프신 소재, <b>DNF</b>	2,917	6.3%
	Process Chemical	동우화인켐, 동진세미켐, 테크노세미켐, 네페스, <b>DNF</b> , ATMI, UP Chemical, Union Material, Adeka,	2,625	5.7%
	CMP Slurry	한화, 테크노세미켐, 제일모직, 동우화인켐	1,167	2.5%
	기타	-	1,167	2.5%
후공정	Lead Frame	삼성테크윈, 풍산마이크로, 아큐텍반도체, Dai Nippon Shinko Electric, Toppan, Mitsui	17,131	37.0%
	쿼츠 및 세라믹	원익, 에스엔티(SNT)		
	Packaging Material	덕산하이메탈, STS반도체		
	Bonding Wire	헤라우스 오리엔탈, 엠케이전자		
전체			46,300	100%

## 05. 반도체 재료시장의 변화

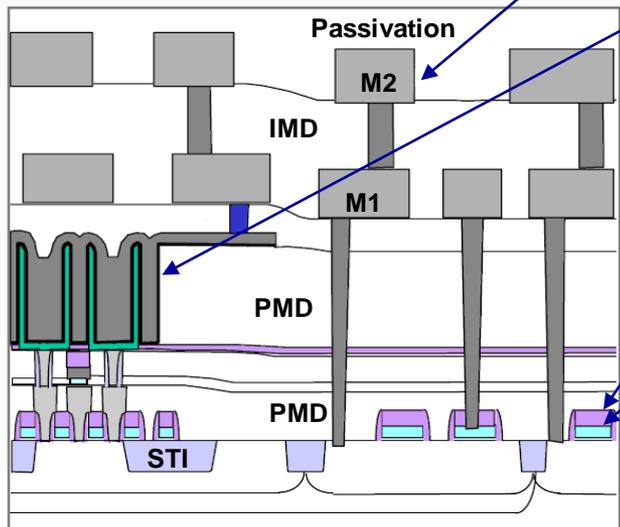
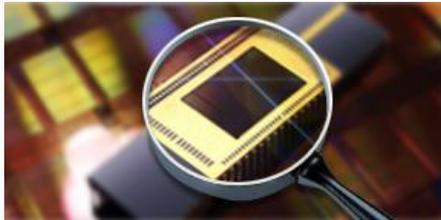
### 공정기술의 변화에 따른 ALD/CVD 전구체 제조업체의 수혜 예상



## 06. 반도체 무기 및 금속 박막 재료

제조공정의 변화에 따른 다양한 신규 시장이 만들어지고 있음.

### 반도체 회로 개략도

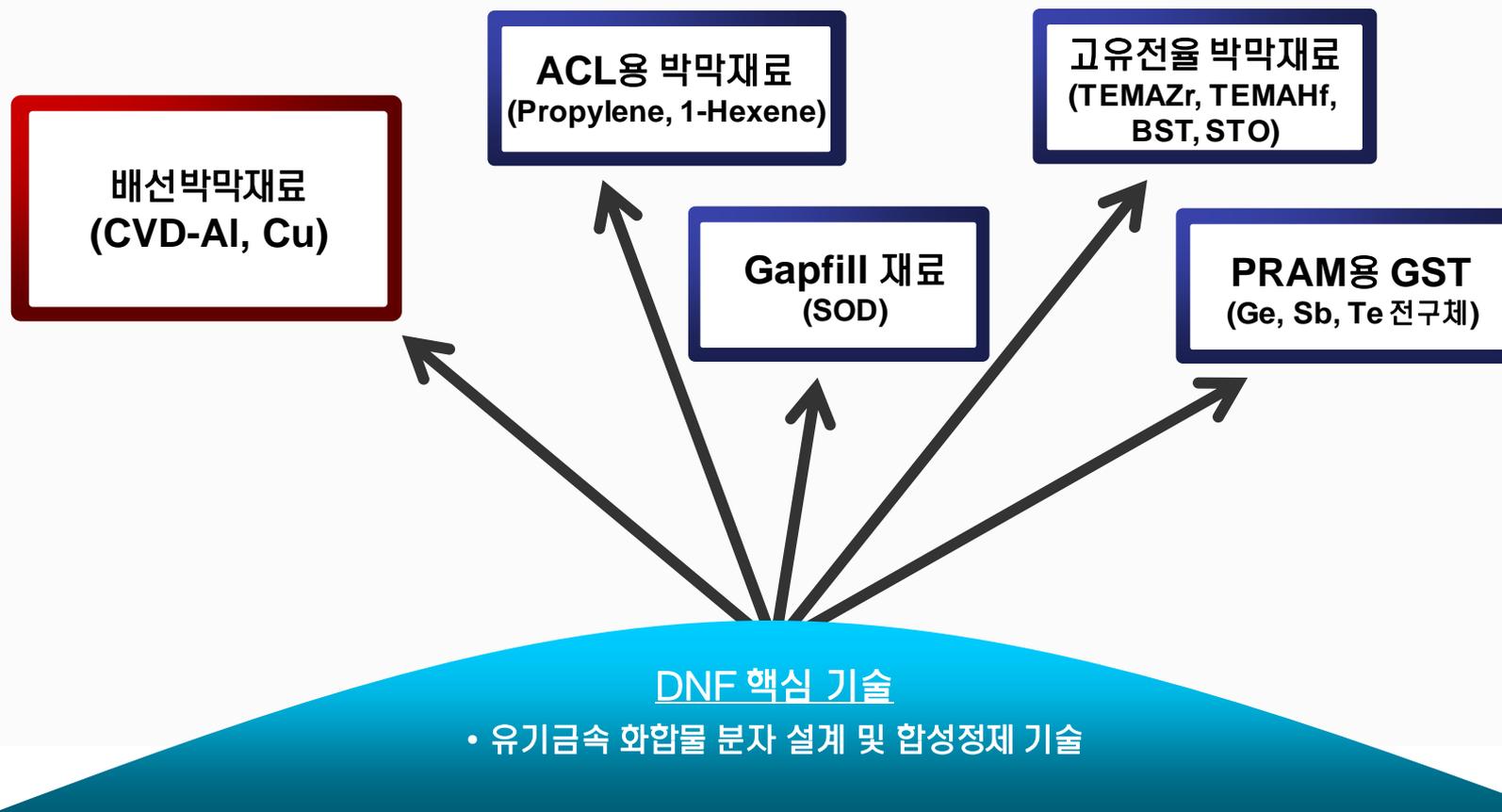


### 제조공정에 따른 전구체 전망

전구체 요구 분야	~ 현재	향후
Wire (배선재료)	메모리: Al 비메모리: Cu	메모리: Cu 비메모리: Cu
Via/Interconnect	Poly-Si, W	Al & Cu
Electrode (전극재료)	Poly-Si, TiN, TiN/Ti	TiN, Ti/TiN, Ru
Capacitor Dielectric	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZrO <sub>2</sub>	BST, STO
STI/PMD/IMD	SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
Gate Metal	WSix/ Poly-Si	W/WN/Poly-Si, CoSi <sub>2</sub> /Poly-Si
Gate Dielectric	SiO <sub>2</sub>	SiON, HfO <sub>2</sub> , ZrO <sub>2</sub>
Diffusion Barrier	SiN, TiN	TiN, TiN/Ti, TaN
Etch Hardmask	ACL	ACL

# 07. Business Areas

유기금속화합물 설계 및 합성 원천기술을 바탕으로 반도체 재료 시장에 포지셔닝



## 08. 고유전율 박막재료(High-k)

반도체 생산성 향상에 획기적인 미세화로 공정에 필요한 고유전율 박막재료

### 제품 개요

- 도입배경: 공정기술 미세화에 따른 한계(누설전류의 급격한 증가) 극복을 위해 고유전체의 요구 증대
- 개발의의: DRAM의 캐패시터 및 게이트 절연막재료로 사용되는 High-k는 k가 높을수록 미세화로를 만들 수 있는 장점

### 시장 현황

- Capacitor의 경우 현재  $ZrO_2/Al_2O_3/ZrO_2$  사용 중이며 2009년 경에 신규 재료가 사용될것으로 전망.
- Gate의 경우는 현재 SiON이 사용중이고 2009~2010경에  $HfSiO_x$ 로 변경될것으로 예상됨
- 전구체로는 TEMAZr과 TEMAHf 가 대표적임

### High-k를 이용한 반도체 회로 단면구조

#### Capacitor

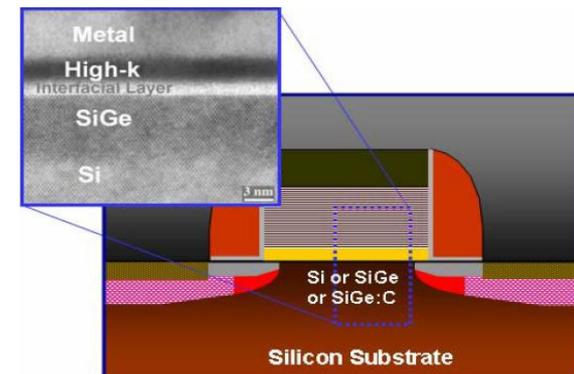
$SiO_2 \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Al_2O_3/HfO_2 \rightarrow ZrO_2/Al_2O_3/ZrO_2$



STO, BST

#### Gate Dielectric

$SiO_2 \rightarrow SiON \rightarrow HfSiO_x$



## 09. Gapfill 재료(SOD)

반도체 공정 중 금속 배선간, 트랜지스터와 Capacitor and Cell간 절연막으로 사용

### 제품 개요

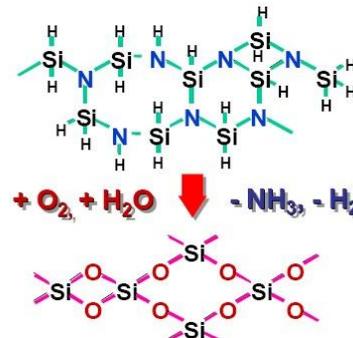
- 도입배경: 70nm 이하급 Device에서 A/R(Aspect Ratio)의 증가로 인한 Gapfill Margin 부족으로 Void 발생에 따라 SOD(Spin On Dielectric) 공정 도입
- 개발의의
  - 전량 수입품에 의존하고 있는 물질로 사용량이 많으며 장기간 보존이 어려워 원활한 수급 위해 국산화 모색 중
  - 균일한 Coating 능력을 증가시키며, 낮은 온도에서도 효과적인 SiO<sub>2</sub> 절연막 Coating 가능

### 시장 현황

- 삼성전자는 현재 Siloxane 계의 SOD를 사용하고 있음.
- 하이닉스는 현재 Polysilazane 계의 SOD를 사용중에 있음
- 향후에는 Polysilazane 계의 SOD 수요가 증가할 것으로 예상됨.

### Polysilazane vs. Siloxane

#### Polysilazane SOD



- Pure and dense Silica
- High Cracking Threshold
- Strong Adhesion to Substrate

#### Siloxane SOD



- Incomplete Silica
- Low Cracking Threshold

## 10. PRAM용 GST

### 차세대 비휘발성 메모리인 PRAM용 GST 전구체로 MOCVD 원료물질

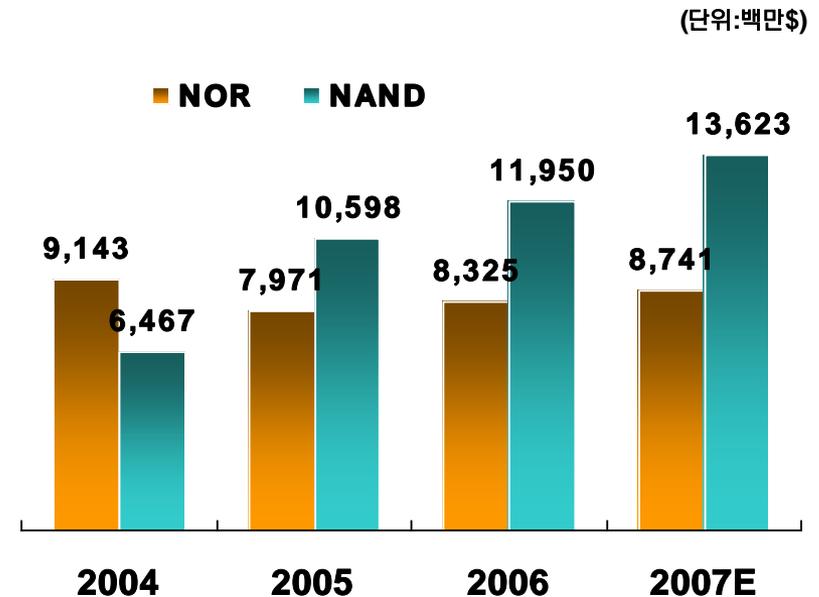
#### 제품 개요

- PRAM(상변화메모리)은 DRAM과 플래시 메모리의 장점만을 융합한 통합형 메모리이며 현재 가장 각광받고 있고 양산화에 가장 근접한 메모리로 대표적인 상변화재료인 GST 사용
- PRAM은 '07년말~'08년초에 MO GST를 이용한 PRAM 양산이 예상되며 NOR Flash 메모리 대응으로 제조
- Flash 메모리를 이용한 SSD(Solid State Drive)같은 기술 추이로 볼 때 매우 빠르게 HDD, NAND Flash 메모리 및 DRAM을 대체 하여 그 시장 규모는 매우 클 것으로 예상

#### 시장 현황

- 현재 삼성전자와 인텔이 양산에 가장 앞서 있음, 차세대 메모리 후보에서 가장 상용화 앞서 있는 메모리임.
- 삼성전자는 2007년 4Q 512Mb PRAM 시생산 후 2008년 하반기 양산계획 발표
- 하이닉스는 2009년 PRAM 시장진입을 목표로 사업화 진행 중

#### PRAM 시장 전망



- NOR Flash 메모리의 PRAM 대체 예상시점인 2008년부터 수억달러의 시장 형성 전망

# 11. ACL용 박막재료

**Amorphous Carbon 증착용 전구체로 '07년부터 시장이 급속히 커지고 있음.**

## 제품 개요

- **ACL: Amorphous Carbon Layer**
- 도입배경: 70nm 이하급 Device에서 적용시 문제점 해결 및 미세패턴 구현을 위해 필요
- 장비업체에 따라서 각기 다른 전구체를 사용하고 있으며 일반적으로 Carbon 수 8개 이하의 Hydrocarbon 케미칼이 사용됨

## 시장 현황

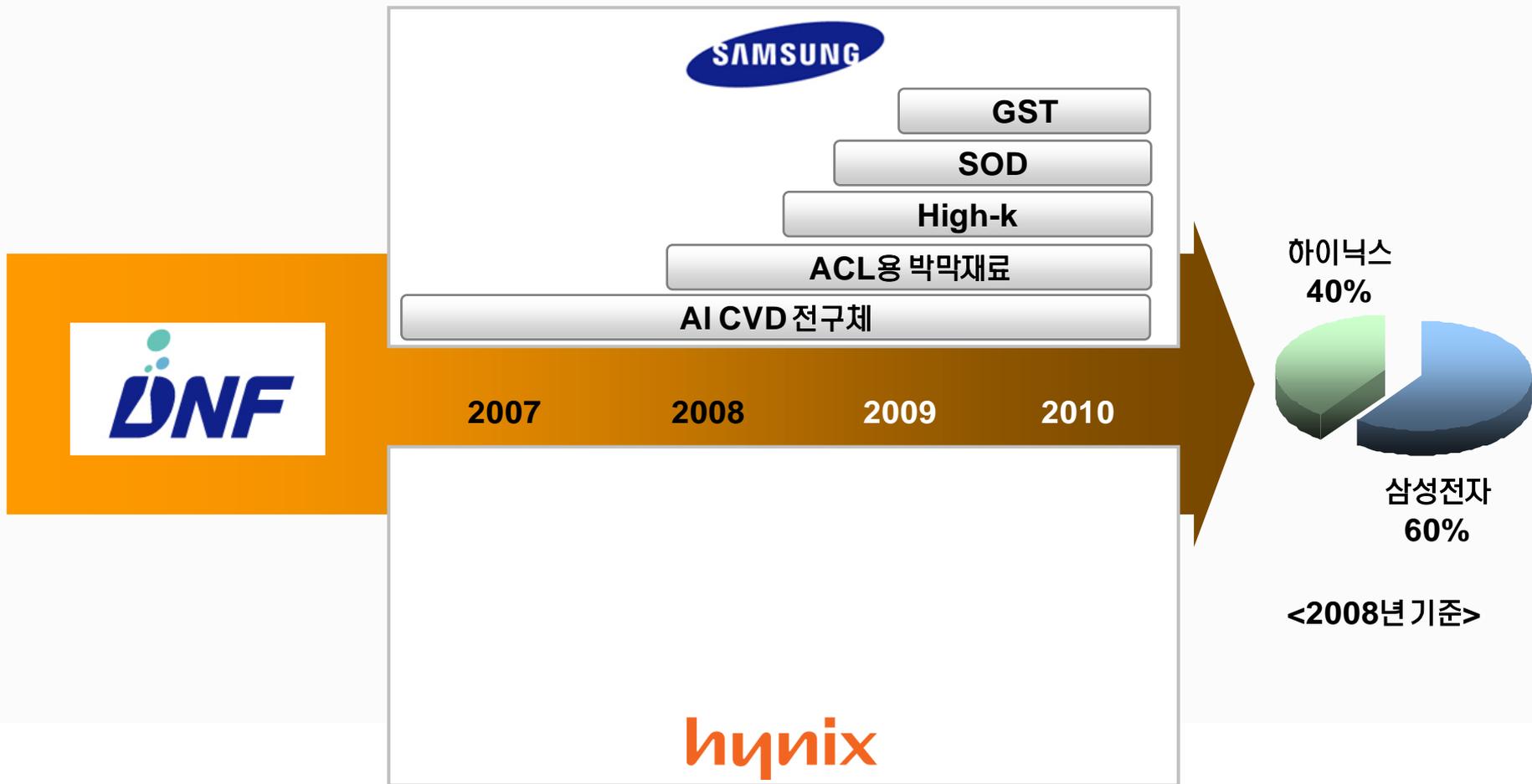
- 신규 시장으로 장비업체들 간의 경쟁이 매우 치열한 분야임.
- Hydrocarbon 전구체는 대부분 수입되고 있음.
- AMAT이 가장 많은 시장 점유율을 갖고 있으며 국내 업체로는 TES가 점유율을 많이 높일 것으로 예상함.

### Amorphous Carbon 증착장비 업체별 사용 전구체

Wafer Size	300mm			
	AMAT	TES	ASM	NOVELLUS
장비업체				
시장점유율	83.3%	5.6%	5.6%	5.6%

# 12. 제품군 다각화

공정기술의 변화에 따른 신규 재료의 공급으로 제품군 다변화



## Chapter 02 디엔에프 소개

- 01. 반도체재료 전문회사
- 02. 연구 개발 투자 현황
- 03. 일괄생산 시스템 구축
- 04. 설비 현황
- 05. 해외 시장 진출 현황

## 01. 반도체재료 전문회사 디엔에프

## 반도체 재료시장을 개척하고 선도하는 디엔에프

회 사 명	주식회사 디엔에프	임직원수	108명
설 립 일	2001년 01월 05일	주요제품	반도체재료, 정밀화학반응제
대표이사	김 명운	소 재 지	(본사 및 공장) 대전 대덕구 문평동 49-9
자 본 금	22.09억원	홈페이지	www.dnfsolution.com

## 2001년

- 01.05 (주)디엔에프솔루션 설립
- 08.03 벤처인증 획득(기술평가우수기업, 한국과학기술원)
- 09.01 과기부 연구성과지원사업(신기술창업지원사업) 과제 선정
- 10.01 산업자원부 청정기술개발사업 과제 선정
- 11.29 기술신용보증기금 “제3회 창업보육센터 입주기업 경연대회” 입상

## 2003년

- 05.23 기업부설연구소 인증
- 09.01 부품소재 기술 개발 사업자 선정

## 2004년

- 08.04 기술혁신형 중소기업(INNO-BIZ) 선정
- 09.01 산업자원부 중기거점기술개발사업 과제 선정

## 2005년

- 08.19 대전시 유망중소기업 선정
- 09.02 ISO 9001, ISO 14001 인증
- 10.20 삼성전자 반도체사업부 배선재료 공급개시
- 12.08 상호변경[(주)디엔에프솔루션 → (주)디엔에프]

## 2006년

- 03.17 본사 사옥 준공
- 04.20 본점 소재지 변경(대전시 대덕구 문평동 49-7)
- 08.10 우리사주조합 설립
- 12.22 “대덕특구혁신기술사업화대상 기업부문 최우수상” 수상

## 2007년

- 07.04 하이닉스반도체에 배선재료 공급개시
- 07.09 하이닉스반도체에 Etch HM Film용 재료 공급개시

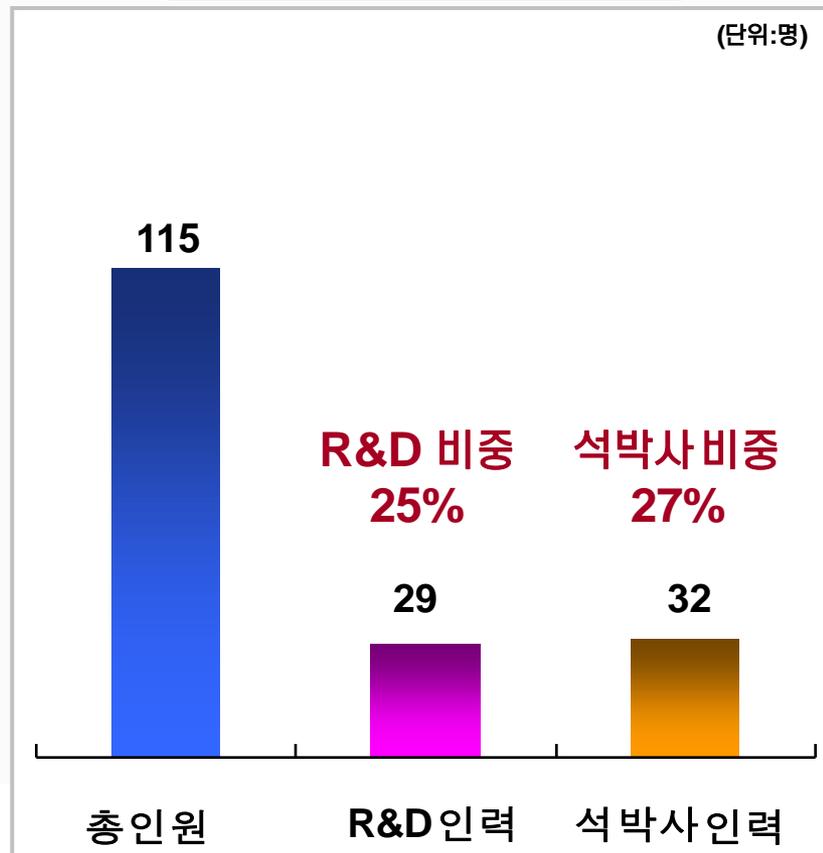
2001~2004년

2005~2007년

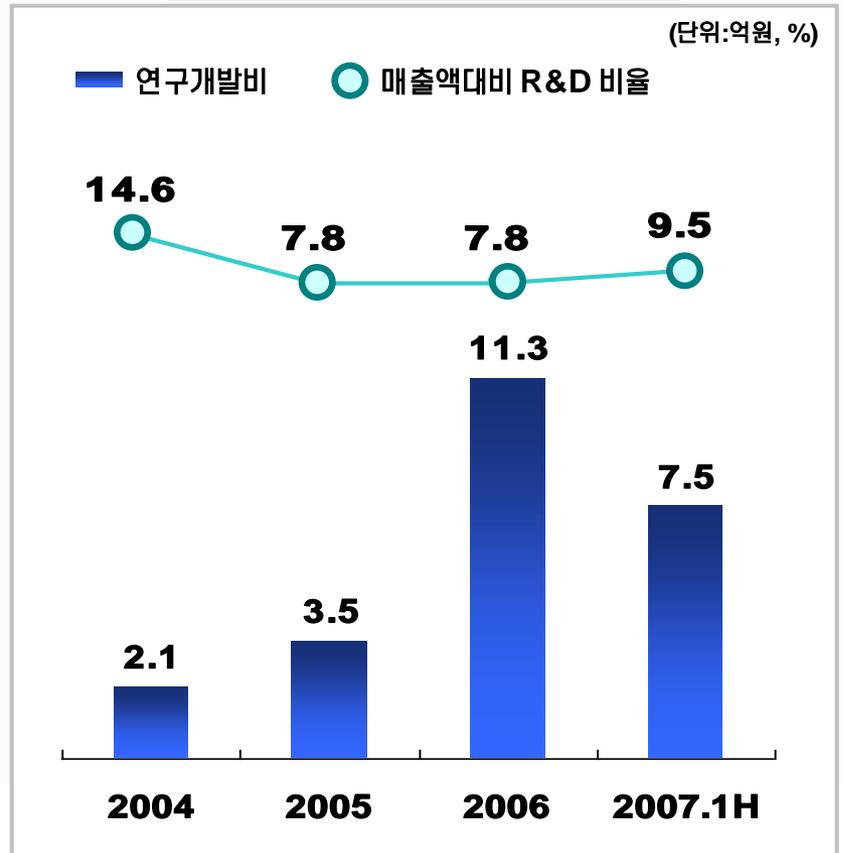
## 02. 연구개발 투자 현황

우수한 연구개발 인력보유 및 적극적인 R&D 투자로 제품 개발력 확보

### 인력 구조



### R&D 투자 추이



### 03. 사업 구성 현황

설계에서 합성, 정제까지 일괄 생산공정 구축으로 고순도 제품 공급

- 대부분의 전구체 재료 업체들은 중간체 제품을 구매하여 정제공정만을 거친 후 공급
- 분자설계기술을 보유한 당사는 합성공정과 정제공정을 모두 자체 운영

일괄 생산시스템 구축

설계기술

합성기술

정제기술

반도체 재료시장의 빠른 변화에 효과적으로 개발 및 양산 진행

세계적인 칩메이커 및 장비업체와 공동개발 프로젝트를 수행할 수 있는 공신력 확보

## 04. 설비 현황

## 생산 CAPA. 현황

Plant	Item	Capa. (년간)
HP2	Al CVD Precursor	2,000 kg
	MO Source	1,000 kg
	TEMAHf & TEMAZr	1,500 kg
	Organic Reagents	120 MT
HP3	Al CVD Precursor	2,000 kg
	MO Source	1,000 kg
	TEMAHf & TEMAZr	1,500 kg

## 생산 설비 현황

설비	수량
반응기	25기
정제장치	20기
크린룸	Class 100: 250m <sup>2</sup> Class 1000: 300m <sup>2</sup>

## 분석 및 박막공정 장비 현황

장비명	수량
ICP-MS	2
ICP-OES	1
NMR	1
GC	1
TG/DTA	1
UV	1
FT-IR	1
GPC	1
Particle Counter	2
Moisture Analyzer	1
Leak Detector	4
Electron Microscope	1
ALD 증착 장비	1
CVD 증착 장비	1
Spin Coater	1

# 05. 해외시장 진출

## 검증된 제품 안정성과 기술력을 바탕으로 해외시장 개척



### 중국시장 진출

- INNOS社를 대리점으로 중국시장 개척 중.
- SMIC, 하이닉스, 등

### 일본/대만시장 진출

- 일본 Toray 상사를 대리점으로 일본 시장 개척 중.
- 도시바, 르네사스, 엘피다, 등

### 미국시장 진출

- 삼성전자 미국 Austin 공장에 납품 시작
- 삼성물산 미국법인과 미국 시장 개척 중.
- 인텔, 마이크론, TI, 삼성, 등