

# PHOTO PROCESS & MACHINE

---

## CONTENTS

1. ROADMAP
2. 장치 개요
  - 2-1. EXPOSURE
  - 2-2. TRACK
3. 공정 개요
  - 3-1. PHOTO 공정 FLOW SEQ.
  - 3-2. COATER
  - 3-3. DEVELOPER
  - 3-4. EXPOSURE
4. MATERIAL
  - 4-1. PHOTORESIST
  - 4-2. ARC
  - 4-3. POLYIMIDE
5. CHECK ITEM
  - 5-1. EXPOSURE
  - 5-2. TRACK

1998. 01. 05  
공정기술개발Gr.

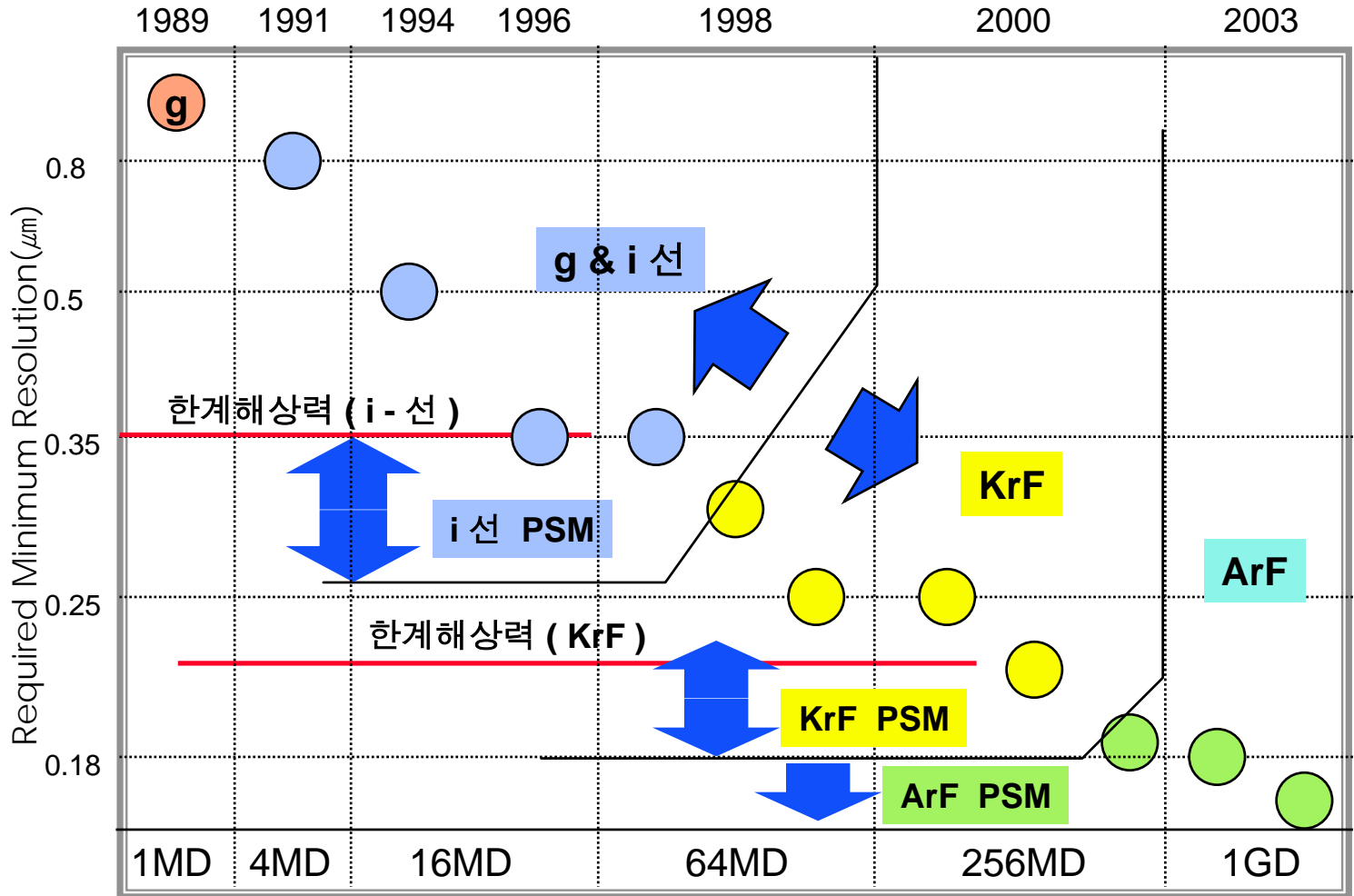
## CONTENTS

1. MACHINE TREND
2. PROCESS TREND
3. EXPOSURE LIGHT SOURCE TREND
4. EXPOSURE TECHNOLOGY
5. LGS FAB ROADMAP
6. 장치 ROADMAP
7. 각社별 개발 동향
8. 각社 & DEVICE별 THRU-PUT 비교

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	특 징
DRAM(bits)	16M	64M		256M			1G			
Design Rule	0.35um			0.25um			0.18um			
Exposure	Stepper			Stepper or Scanner			Scanner			
	i-line(365nm)			DUV KrF(248nm)			DUV ArF(193nm )			
							E-Beam			
							X-ray			
									<ul style="list-style-type: none"> <li>*고해상력 ⇒단파장 SOURCE ⇒High NA ⇒PSM / OPC</li> <li>*대구경화 및 고집적화 ⇒FIELD SIZE 확대 ⇒SCANNER 사용 필연적</li> </ul>	
Track	i-line			DUV (Chamber & Chemical Filter)						<ul style="list-style-type: none"> <li>*In-line화</li> <li>*DUV 대응 ⇒Chemical Filter</li> </ul>
Material	i-line			DUV(KrF & ArF)						<ul style="list-style-type: none"> <li>*DUV PR</li> <li>*ARC 사용</li> </ul>
				ARC(Bottom & Top)						

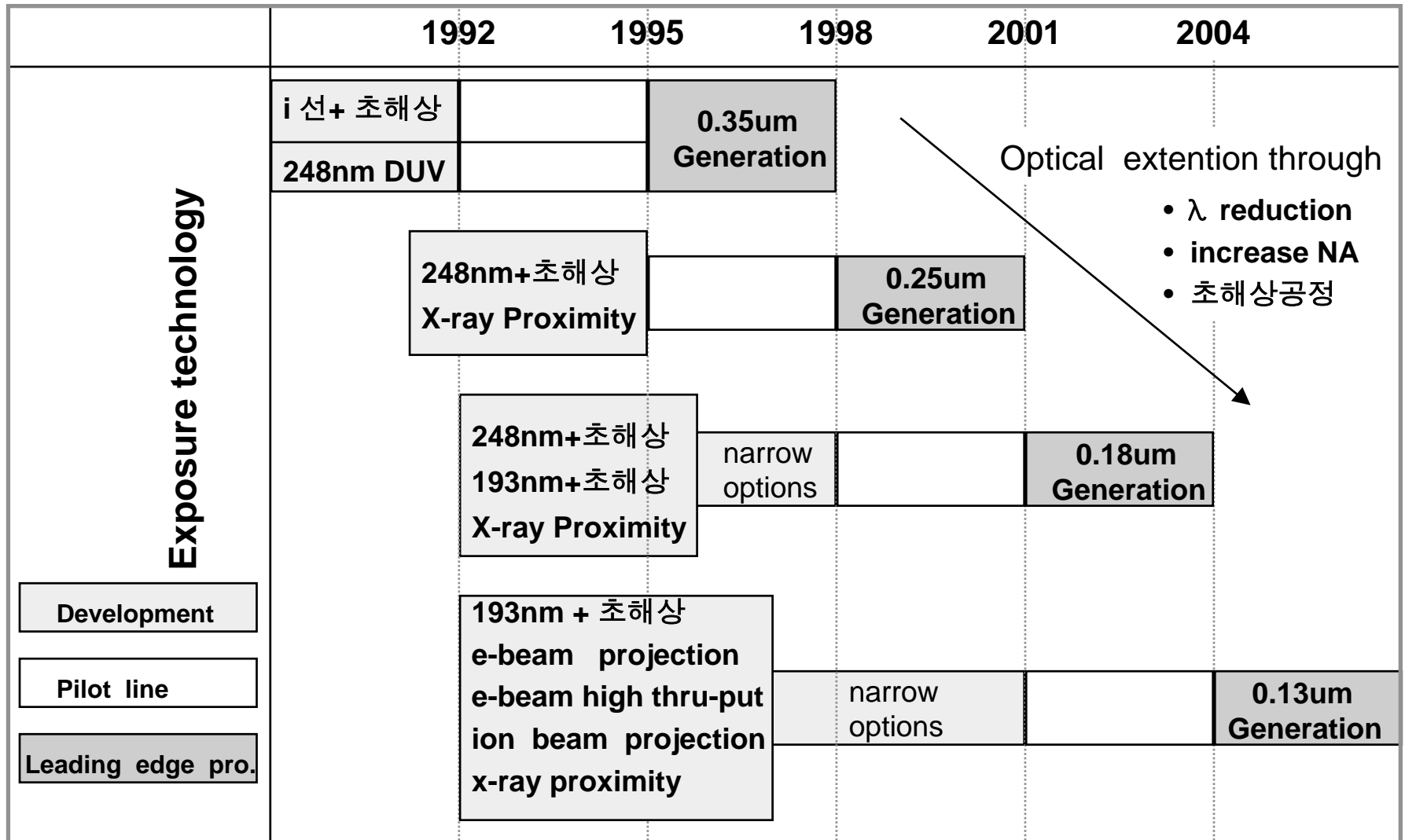
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	특징
DRAM(bits)	16M		64M			256M			1G	
Design Rule	0.35um			0.25um			0.18um			
Requirement	High thru-put Windows S/W 개발 Chemical filter			300mm 대응 개발 물류 자동화 Footprint 최소화						*생산성 향상 ⇒size의 최소화 ⇒자동화 개념
Exposure	2x S/T 사용(1/1用) PSM 사용			Scanner 도입 KrF 장비 사용 High NA, 고해상력 변형조명			ArF 장비 사용 9" 화 Reticle			*고 해상력 및 DOF확보 ⇒변형조명 ⇒Full Mix & Matching
Track	Inline capa balance 要			도포, 현상, Oven Uniformity 향상 장치 chamber화 Module stack 구조						*Module Stack 구조*Chemical Filter(DUV)
Material	High thru-put P/R 고해상력 Nega P/R ARC(Botton, Top)			DUV PR 본격화						*CD Uniformity 향상 및 Sub 영향 최소화 ⇒ARC 개발
Mask	5X, 2X Half tone Type PSM			5X, 4X			4X			*DOF 확보 및 고해상력 ⇒PSM 기술 개발 *Scanner 도입 ⇒Mask 제작 기술 향상
	Levenson Type PSM									
	OPC PSM									

신기술조기개발의 필요성



고해상도 , Dye PR.  
BARC ( MoSi , TiN )

CAR PR. (기판, 공기와의 반응)  
평탄화 , New ARC , SAC , MLM



		1988 1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006	특징
C-1	F-1	g-line : 0.6um ~	5x Stepper / 1x Aligner 1,4,16MDRAM / 0.5~0.8ASIC / 256K,1MSRAM
	F-2	i-line : 0.5um ~	
C-2	F-4	i-line : 0.4um ~	1x, 2x, 5x Stepper 16,64MDRAM / 0.35~0.58ASIC / 4MSRAM
	F-5	i-line : 0.35um ~	
C-3	F-7	i-line+KrF : 0.25um ~	1x,2x,5x Stepper/4x Scanner 64,256MDRAM / 0.25~0.35ASIC
	F-8 (NEW)	KrF+ArF : 0.13um ~	
NEW	LGSW	KrF+ArF : 0.18um ~	4x Scanner 64,256M,1GDRAM / 0.13~0.25ASIC
	12"	KrF+ArF : 0.13um ~	

			1995	1996	1997	1998	1999	2000	특징
S T E P P E R	CANON	i-LINE KrF	3000i4	3000i5	EX-3	EX-3L EX-4	EX-5		
	NIKON	i-LINE KrF	i11D	i12D			EX-14C		
	ASML	i-LINE KrF		PAS200	PAS300			8" 장치 12" 장치	
S C A N N E R	CANON	i-LINE KrF ArF			ES1		4000iZ 4000ES2	ArF- ArF-LS	
	NIKON	i-LINE KrF ArF		S201A	S101A		S202A	S102A S203A ArF-LS	
	ASML	i-LINE KrF ArF			PAS500		PAS400 PAS700 PAS900	ATLAS700 ATLAS400 ATLAS ULTIMO	
	SVGL	i-LINE KrF ArF		MS-III		ArF-LS			



			1995	1996	1997	1998	1999	2000	특징
T r a c k	TEL	i-LINE KrF	M-7	M-8 M-8 CAR	ACT-8	ACT-12	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">8" 장치</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">12" 장치</div>		
	FSI	i-LINE KrF	P-2000	P-2000	P-2500A	P-2500C	P-2500		
	SVG	i-LINE KrF	SVG-90S		APS-200		VPS-300		
	DNS	i-LINE KrF	SPIN-80E	SPIN-80E	SPIN-200		SPIN-300		

	장 단점	INFRA STRUCTURE
CANON	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LENS 가공능력 , 양산장비의 SERVICE</li> <li>• 자사와의 긴밀한 협력관계.</li> <li>• Scanner 기술의 확보시점이 가장 늦음.</li> <li>• Thru-put 개선에 대한 대응이 늦음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glass기술 자체보유</li> <li>• 일본내 Consortium (ASET)</li> <li>• 지역외 업체의 참여 불가</li> </ul>
NIKON	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일본 반도체 maker와의 교류로 기술축적</li> <li>• 생산 Capa가 가장 큼.</li> <li>• 신장비 출시가 빠름, LGS와 관계 소극적</li> <li>• Delivery가 늦음. 고속 stage기술 부족.</li> </ul>	상 동
SVGL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mirror scan 기술 보유</li> <li>• Scanner 기술의 field 적용으로 기술축적</li> <li>• 생산 및 service지원의 확대 어려움.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IBM , MIT등과의 공동개발 IBM , Shipley : PR MIT , IBM , etc : 공정</li> <li>• 지역외 업체의 참여 불가</li> </ul>
ASML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최근 시장점유율 확대중</li> <li>• 신기술 보유로 성능이 우수 - stage , 정렬계 , 조명계 .</li> <li>• KrF Scanner 개발이 늦음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZEISS LENS.</li> <li>• Philips의 Stage기술</li> <li>• 유럽 Consortium ( ELLIPSE) AZ , Philips, IMEC, Lamda Phy.</li> <li>• 유럽지역 연구소 참여가능</li> </ul>

(wf / Hr) DOSE: 40mj / cm<sup>2</sup>

제품	NIKON		ASML		CANON	
	STEPPER	SCANNER	STEPPER	SCANNER	STEPPER	SCANNER
	EX12B	S201A	5500/300	5500/500	3000EX3	4000ES1
64MD(LD)	52.4	47.0	91.9	93.4	52.4	74.8
256MD(LS)	57.0	40.6	95.8	95.0	56.5	76.6
256MD(LA)	58.9	51.8	97.3	95.3	58.1	79.5
256MD(LB)	54.5	44.2	93.7	90.7	54.3	73.0
LOGIC(0.35um)	51.3	46.5	90.9	90.5	51.4	72.7
LOGIC(0.25um)	55.8	38.5	94.8	90.3	55.4	73.3
LOGIC(0.18um)	56.8	40.3	95.6	91.4	56.3	73.9
<b>AVG.</b>	<b>55.3</b>	<b>44.1</b>	<b>94.3</b>	<b>92.4</b>	<b>54.9</b>	<b>74.8</b>
<b>ST/SCAN</b>	<b>125%</b>		<b>102%</b>		<b>73%</b>	

## CONTENTS

- 2-1. EXPOSURE
  - 2-1-1. SCANNER
  - 2-1-2. KrF
  - 2-1-3. ArF
  - 2-1-4. E-BEAM
  - 2-1-5. X-RAY
  - 2-1-6. EXPOSURE UNIT
  - 2-1-7. ALIGN TECHNOLOGY
  - 2-1-8. LEVELING TECHNOLOGY
  
- 2-2. TRACK
  - 2-2-1. CONFIGURATION
  - 2-2-2. COATING METHOD
  - 2-2-3. DEVELOPING METHOD
  - 2-2-4. DEVELOPER NOZZLE

Exposure

Light Source 및 광학계를 이용하여 빛을 Pattern을 Design한 Mask를 통과시켜 원하는 형상을 노광하는 장치

## MECHANISM

ALIGNER

STEPPER

SCANNER

## LIGHT SOURCE

g-LINE(436nm)

i-LINE(365nm)

KrF(248nm)

ArF(193nm)

E-Beam)

X-RAY

## MAGNIFICATION

1X

2X / 2.5X

4X

5X

## Scanner 노광 장치의 도입 배경

- Chip Size의 대형화

- Device의 고집적화

- Mix & Matching(Over lay Tight)

- Image Field Size의 확대

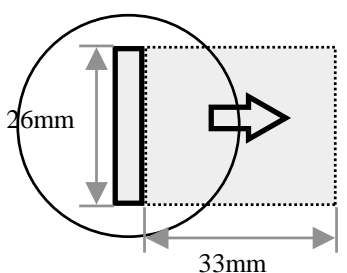
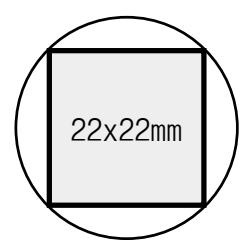
- 투영 광학계 성능 향상

- Distortion 최소화

## Scanner 문제점

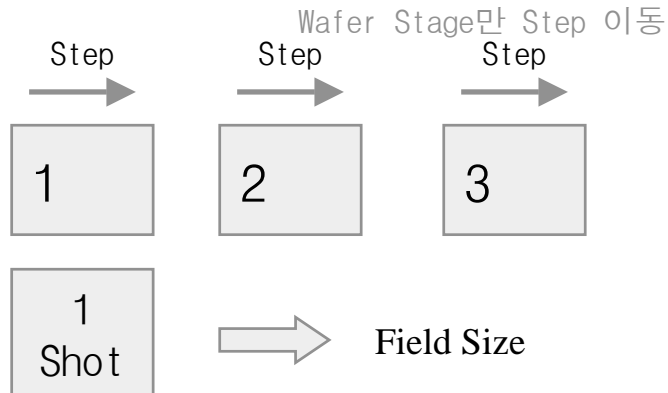
- Mask 제작 기술의 어려움(4x)

- Stage Synchronization Error

항목		구분	Scanner	Stepper
노광 방식	방식		Step & Scan	Step & Repeat
	Stage		Reticle / Wafer Stage Moving	Wafer Stage Moving
Image Field	Mag.		4 : 1	5 : 1
	Field Size		26(25) x 33mm	22 x 22mm
				노광 경로상에 Slit을 위치 시켜 Reticle의 허용영역까지 Scan하여 Image Field로 사용
	Image Field			
Distortion			Lens 중심부만 사용하므로 수차 최소화	Lens를 Full 사용하므로 수차 큼

## Stepper

## Step &amp; Repeat

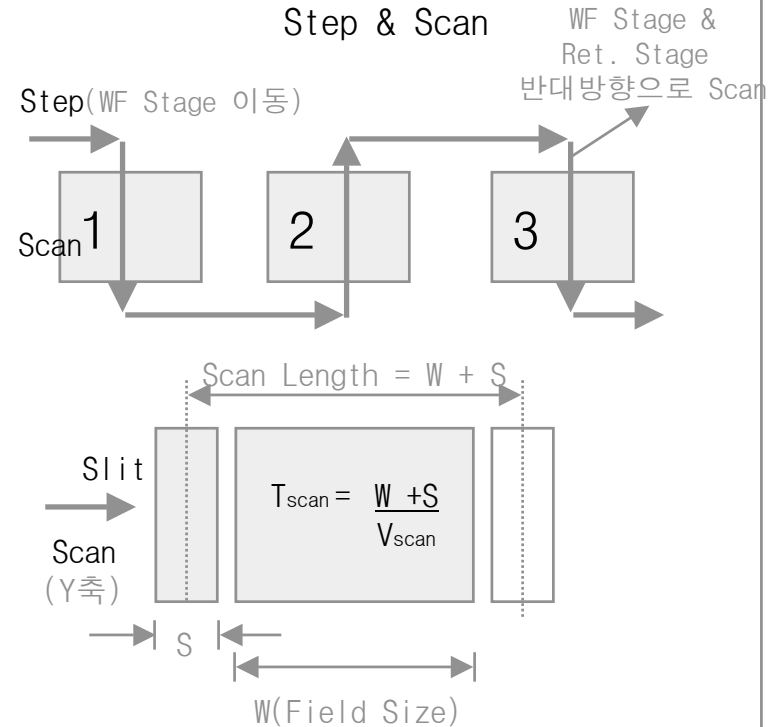


$$\text{Exposure Time} = \text{Dose} / \text{Intensity}$$

- Reticle Stage Speed : WF Stage Speed = 4 : 1
- Reticle Stage는 Y축으로만 Scanning.
- Wafer Stage가 X/Y축 이동.
- Slit Size는 Stage Scanning Speed에 따라 결정.

## Scanner

## Step &amp; Scan



$$\text{Scan Speed} = (\text{Intensity} \times \text{Slit}) / \text{Dose}$$

$$\text{Scan Time} = \text{Scan Length} / \text{Scan Speed}$$



canon 기준

	Scanner		Stepper
Stage 구동	Step & Scan		Step & Repeat
Magnification	4 : 1		5 : 1
Field Size	26 x 33mm	>	22 x 22mm
Resolution	0.25um	=	0.25um
D.O.F	0.8um	>	0.7um
Alignment	0.6um	>	0.65um
Field Curvature	0.25um	>	0.35um
Distortion	0.35um	>	0.45um
Intensity	800 mW/cm <sup>2</sup>	=	200 mW/cm <sup>2</sup>
Through-put	74wf/Hr	>	55wf/Hr
장치 가격	50億원	<	35億원

항 목	i 선 Lithography	DUV Lithography
Design rule / $\lambda$	0.70 $\mu\text{m}$ ~ 0.30 $\mu\text{m}$ / 0.365 $\mu\text{m}$	0.25 $\mu\text{m}$ ~ 0.18 $\mu\text{m}$ / 0.248 $\mu\text{m}$ 0.18 $\mu\text{m}$ ~ 0.13 $\mu\text{m}$ / 0.193 $\mu\text{m}$
Photoresist	novolac base resist from g-line	CAR type resist 광투과성 Polymer
Resist process	dyed PR & 무기 ARC (from g line)	유기 및 무기 ARC (신규 물질)
Resist 특성	stable	unstable • amine from air • base & acid from substrates
타공정에의 연관성		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 짧은 초점심도 : 평탄화공정 고유전막 CAP 구조</li> <li>• 얇은 PR 두께 : 고선택 etch</li> <li>• 정렬정확도 : Self Align Cont.</li> <li>• 기타 : 차세대 소자(Isol.) 다층배선 IMD Gap fill</li> </ul>

항목	과제	원인	대책
<p>화학증폭형 Resist</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•표면 난용화층 형성</li> <li>•노광에서 PEB까지의 방치 시간에 의한 CD 변동</li> <li>•Pattern Footing</li> <li>•단차 및 반사 기판에서의 CD 변동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대기중의 염기성 물질과의 중화반응</li> <li>•산의 비노광부 부위에서 확산 또는 산을 얻거나 빼앗김</li> <li>•산과 염기성 물질이 기판 계면에서 중화 반응(TiN, SiN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SOG)</li> <li>•노광 파장에서의 Resist 고투명성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Chemical Filter 설치</li> <li>•Resist 재료의 개량</li> <li>•Track &amp; 노광장치간 In-Line화</li> <li>•O<sub>2</sub> Plasma처리</li> <li>•Resist의 염기성 화합물 첨가</li> <li>•반사방지막(ARC)형성</li> <li>•Resist의 염료(Dye)첨가</li> </ul>
<p>노광장치</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•i-line과의 Mix &amp; Match</li> <li>•CD Uniformity</li> <li>•촛점심도</li> <li>•Overlay</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Stepper와 Scanner 노광 장치간의 혼용은 Overlay 불량 발생</li> <li>•Lens 수차</li> <li>•단파장과 High NA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•동일 Type의 장치와 혼용 ⇒i-line Scanner 개발 ⇒S/T vs S/T, S/C vs S/C</li> <li>•Scanner 장치 도입</li> <li>•평탄화 공정(CMP) 도입</li> </ul>
<p>Mask</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Scanner 도입에 따른 Mask 제작기술(Mag. 5X⇒ 4X)</li> <li>•PSM, OPC Mask의 제조 및 검사, 수정 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CD 정도</li> <li>•위치 정밀도</li> <li>•Mask 결함</li> <li>•세정 및 Pellicle 부착</li> <li>•PSM 대응 Photoresist</li> <li>•Mask size</li> <li>•가격 및 납기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mask 제조 장치 개발 (E-Beam, 결함 검사 장치....)</li> <li>•Mask 제조 공정의 개선</li> <li>•Dry Etching 내성 및 내광성이 강한 차광막 개발</li> <li>•해상도, Dry Etch 내성이 우수하고 PSM제조에 적합한 Resist 개발</li> <li>•9" Mask 개발</li> </ul>

## 248nm KrF

- Resolution :  $\leq 250\text{nm}$
- D.O.F Margin :  $\leq 800\text{nm}$   
(@ 250nm)
- C.D Control :  $\leq \pm 10\%$
- OVERLAY :  $\leq 70\text{nm}$
- Field Size : 22mm x 32mm  
22mm x 22mm
- 적용 대상 : 256Mb DRAM  
(DESIGN RULE 250nm L/S)

## 193nm ArF

- Resolution :  $\leq 180\text{nm}$
- D.O.F Margin :  $\leq 700\text{nm}$   
(@ 180nm)
- C.D Control :  $\leq \pm 10\%$
- OVERLAY :  $\leq 50\text{nm}$
- Field Size : 26mm x 30mm
- 적용 대상 : 1Gb DRAM급  
(DESIGN RULE 180nm L/S)

☞ 0.30  $\mu\text{m}$  공정에서 적용되기 시작한 PSM기술로 향후 노광 장비의 성능의 향상 및 수명 연장이 지속적으로 가능하다고 판단되어 KrF 기술로 0.18  $\mu\text{m}$ 까지, ArF 기술로 0.13  $\mu\text{m}$ 공정이 실현예상 됨.

## ArF 노광기술 개발 과제와 전망

구 분	문 제 점	개 선 항 목
1.노광 장비	1)LENS 재료의 내구성	1)SiO <sub>2</sub> :내구성 문제 CaF <sub>2</sub> :큰면적에서 결정 성장 어려움.
	2)저수차 광학계의 설계	
	3)LASER 광원의 안정성	1)노광 실험 재현성 평가 단계 ;BAND WIDTH,PULSE ENERGY 주파수,GAS LIFE TIME
2.PHOTORESIST	1)벤젠 환을 취하는 RESIST는 ArF 파장대에서 광흡수가 강한 단층 RESIST는 사용 불가능 2)벤젠 환을 취하지않는 RESIST는 광투과성이 높지만 DRY ETCHING 내성이 낮음.	1)투과성 2)DRY ETCH 내성 3)현상액의 용해성 특성하는 분자 구조를 중합 *지환족(脂環族)POLYMER 개발중 이나 이는 알카리 수용액에 대해 용해성이 약하고 이의 개선이 필요
3.PROCESS	1)반사 방지막 2)촛점심도	1)반사 방지막

각社별 ArF 개발현황

Maker 평가항목	Canon	Nikon	ASML	SVGL
<b>LENS 계</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LENS SCAN TYPE에 치중 (설계가 용이)</li> <li>• CATADIOPTRIC은 2 순위</li> <li>• CaF2 Lens 적용 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catadioptric계의 beam splitter의 비대칭적 수차 발생의 제어 어려움.</li> <li>• Catadioptric은 2 순위</li> <li>• CaF2 Lens 적용 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NIKON과 같은 의견</li> <li>• CaF2 가공기술 개발에 주력</li> <li>• 0.4pm band의 Laser 의 개발은 가장 어려운 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KrF에서 채용한 Cata dioptric sys. 만 검토함.</li> </ul>
<b>STAGE 계</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고속 Air stage 개발의 지연.</li> <li>• ASML의 AIR STAGE 채용</li> <li>• 목표 : 80매 / 시 ( KrF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고속 STAGE 개발에 소극적</li> <li>• SPEC : 60매 / 시 ( KrF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제 2세대 Air foot stage 채용으로 가장 우수</li> <li>• SPEC : 96매 / 시( KrF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STAGE 고속화 관련 자료 없음.</li> <li>• SPEC : 73매 / 시( KrF)</li> </ul>
<b>Distortion</b>	0.30nm	0.30nm	0.20nm	0.25nm
<b>Overlay</b>	50nm	50nm	45nm	55nm
<b>Lens</b>	NA=0.6, $\sigma=0.7$	0.45-0.6 /	0.6 /	0.60 /
<b>FIELD SIZE</b>	25*33mm	25*33mm	26*33mm	26*32.5mm

ArF Lithography 개발 단계

Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
기간 : ~ '96. 말	'97 ~ '98. 말	'99 ~ 2000. 말	~ 2001. 말
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ETRI Stepper 특성평가 및 참여검토 /방향확정</li> <li>• ISI Stepper 성능 평가.</li> <li>• Full field 장비spec 및 납기 재검토                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• SVGL , ASML</li> <li>• Canon, Nikon</li> </ul> </li> <li>•향후 공정개발을 위한 협력선 검토 ( Resist )</li> <li>• Out - sourcing 검토</li> <li>• ASML과 연계된 유럽 연구소( FHG, IMEC)</li> <li>• SEMATECH과 연계된 미국 대학 ( MIT )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '99년 초 도입 장비 P/O ( Full field sys. )</li> <li>• Small field 장비이용한 단위공정개발.</li> <li>• Resist 특성평가</li> <li>• 기판 및 대기영향 평가</li> <li>• layer별 기본공정 설정</li> <li>• Photo margin 평가</li> <li>• Photo공정을 고려한 module 공정 목표설정</li> <li>• 국내외 연구소와의 공동개발 수행</li> <li>• Photo resist ( LG화학 )</li> <li>• 공정 ( 미국, 유럽 )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• System 도입</li> <li>• Cell / 소자공정 개발</li> <li>• 중요 module공정 개발</li> <li>• 장비 특성파악 및 개선</li> <li>• 양산 장비 spec 확보</li> <li>• 공정 양산화.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양산장비 도입</li> <li>• 양산화 준비</li> </ul>

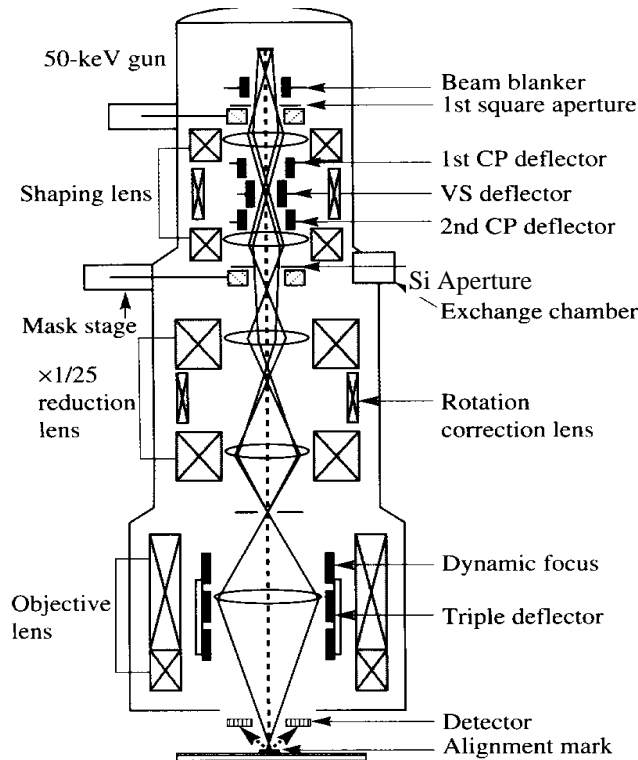
## SUMMARY

- ArF Lithography 기술은  $0.15\mu\text{m}$ 급 제품(DRAM)에 적용 될 것으로 판단되며, PSM기술과 조합된 형태로 양산에 적용되리라 예상함. ( 2002년 )
- ArF Litho용 장비는 1998년 말 또는 1999년 초부터 8인치용 장비가 개발용으로 chip maker에 납품되기 시작하며 , 양산은 12인치로 개시될 것으로 예측됨.
- 양산 장비 도입 전 까지 약2년의 기간이 있으나 단위공정, module 공정, 공정 양산화에는 기간이 촉박하므로 Full field 장비의 도입이전에 Lithography 기초공정의 파악이 요구됨.
- 따라서 full field 장비도입 전에 small field 장비도입 및 기초공정 개발, 국내외 연구소의 이용방안을 적극 검토할 필요성이 있다. 특히 최근 장비특성이 향상되고 있는 ASML 장비와 연계하여 유럽의 연구소와의 협력도 검토할 필요성이 있으며, 국,일본과 대비하여 외국의 Project 참여가 가능하다고 판단되어 검토가치가 있음.



## 원리

접속된 전자군 을 전기장/자기장으로 조정하여 하나하나의 Pattern을 Data Base 및 MASK(APERTURE)를 이용하여 Wafer에 직접 연속적으로 노광한다.



## MERIT

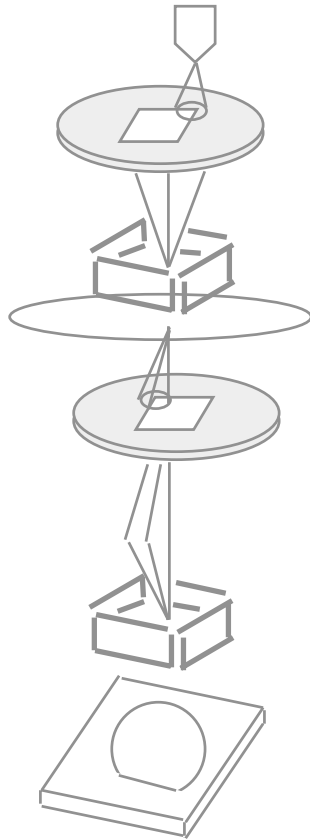
- 미세 PATTERN 형성 가능
- MASK 필요 없음
- DOF 가 넓다(수십um)

## DEMERIT

- 기판과 전자선과의 산란에 (Scattering) 의한 근접 효과(Proximity Effect)에 대한 보정이 필요
- 고집적 회로를 제작할때 생산성이 낮다 ( ~3장 이내/1Hr, 1GD, 8" )

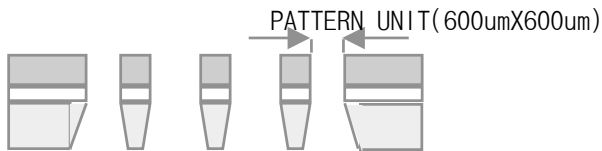
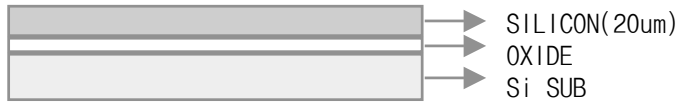
WRITING FIELD

접속된 전자군을 전기장/자기장으로 조정하여 하나하나의



APERTURE(MASK)

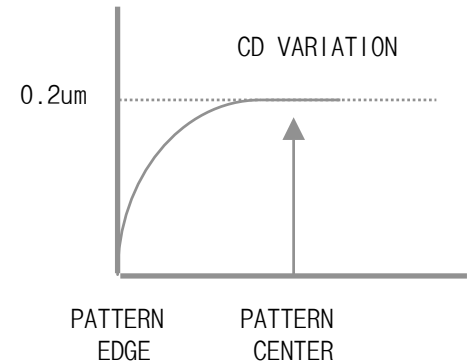
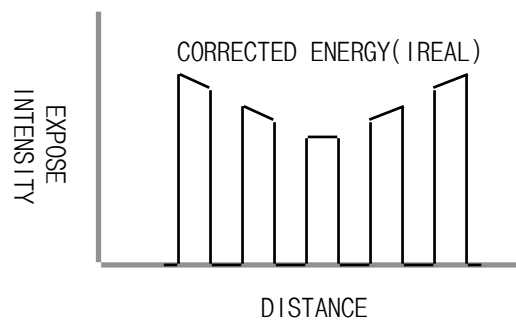
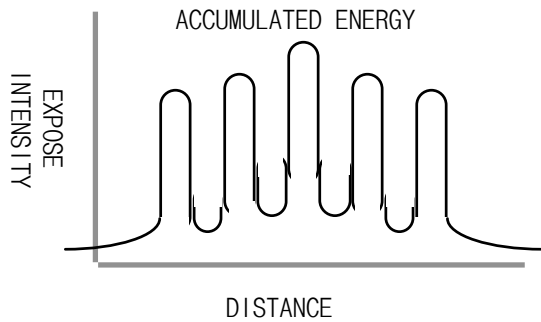
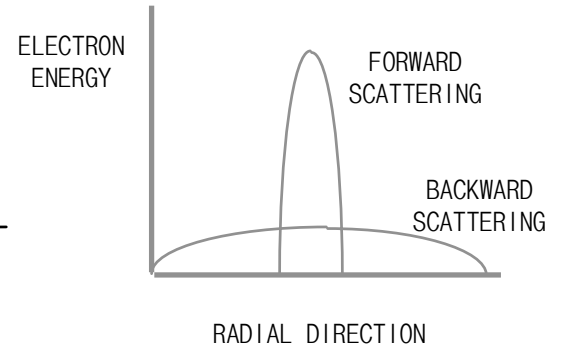
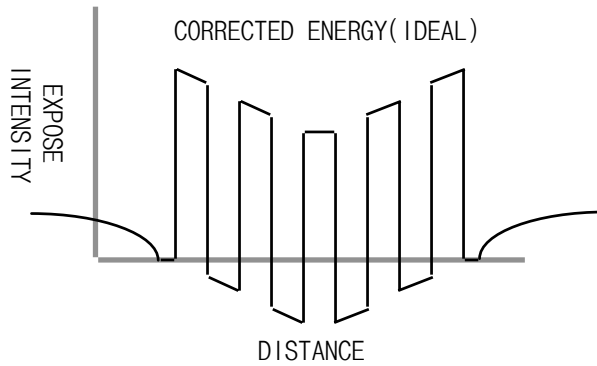
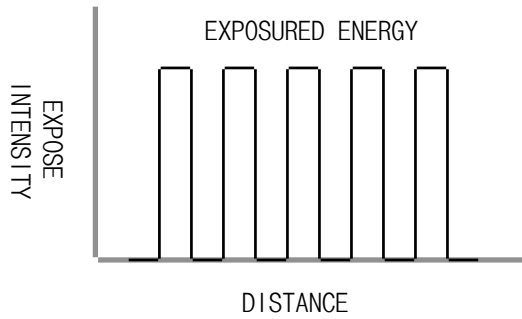
생산성 향상을 하기 위해 REPEATING되는 PATTERN을 SILICON 기판에 Design한 MASK(APERTURE).

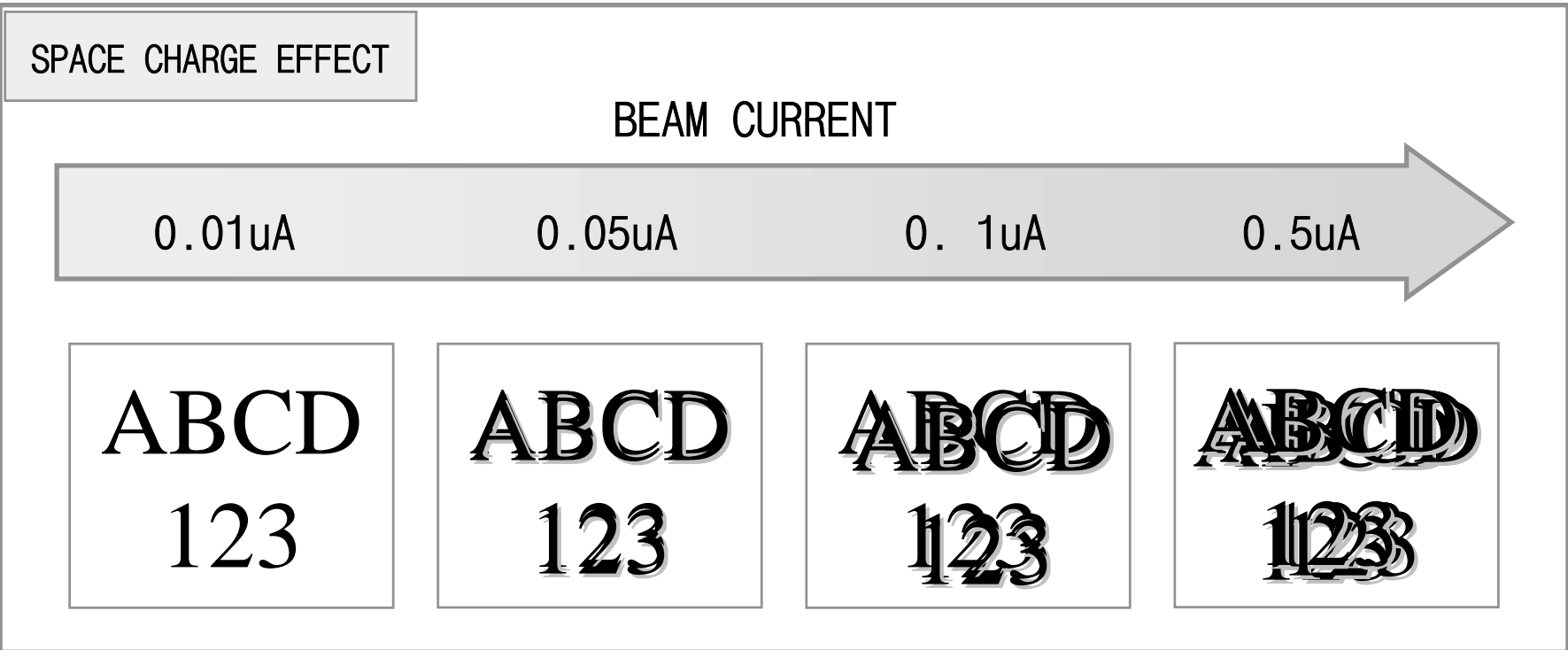
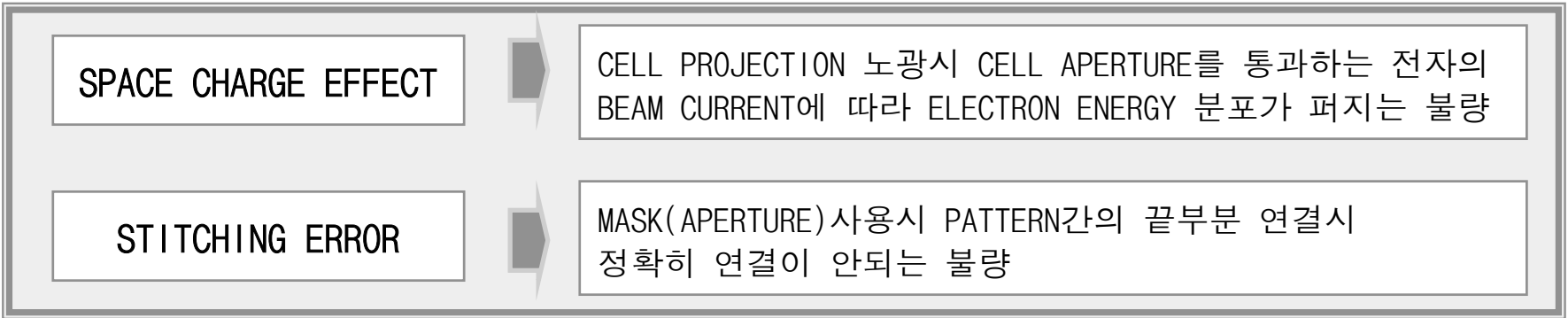


SEQUENCE	REMARKS
SOI WAFER	
PATTERNING	MASK MATERIAL ⇒ RESIST or SiO <sub>2</sub>
Si DRY ETCHING	ISOTROPIC DRY ETCH(GAS:SF <sub>6</sub> ) TAPER ANGLE > 89°
PASSIVATION	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> 0.2um
BACKSIDE PATTERNING	WAFER 뒷면 노광 (앞면과 ALIGNMENT는 10um)
BACKSIDE NITRIDE / Si / OXIDE ETCHING	DRY or WET NITRIDE ETCH WET Si ETCH(HF + HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O)
Pt COATING (APERTURE HOLDER 부착)	EVAPERATION or SPUTTERING (CHARGE UP 방지 & HEAT TRANS.용)

PROXIMITY EFFECT

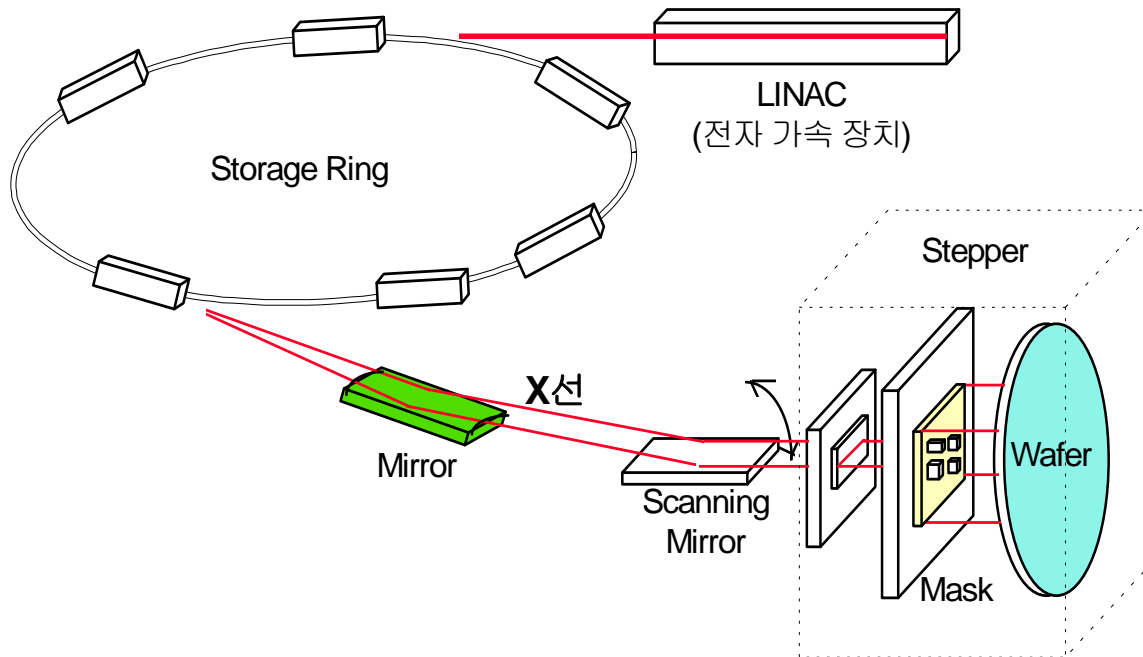
EXPOSURE ENERGY인 ELECTRON이 PATTERN의 CENTER와 EDGE간의 차이로 인해 CD차가 발생하는 불량





## 원리

극히 단자판인 X-선이( $10\text{\AA}$  내외) mask의 Pattern을 선택적으로 투과하여 Mask와 Wafer의 Gap을 약  $10\mu\text{m}$  유지하면서 Step By Step으로 노광한다.

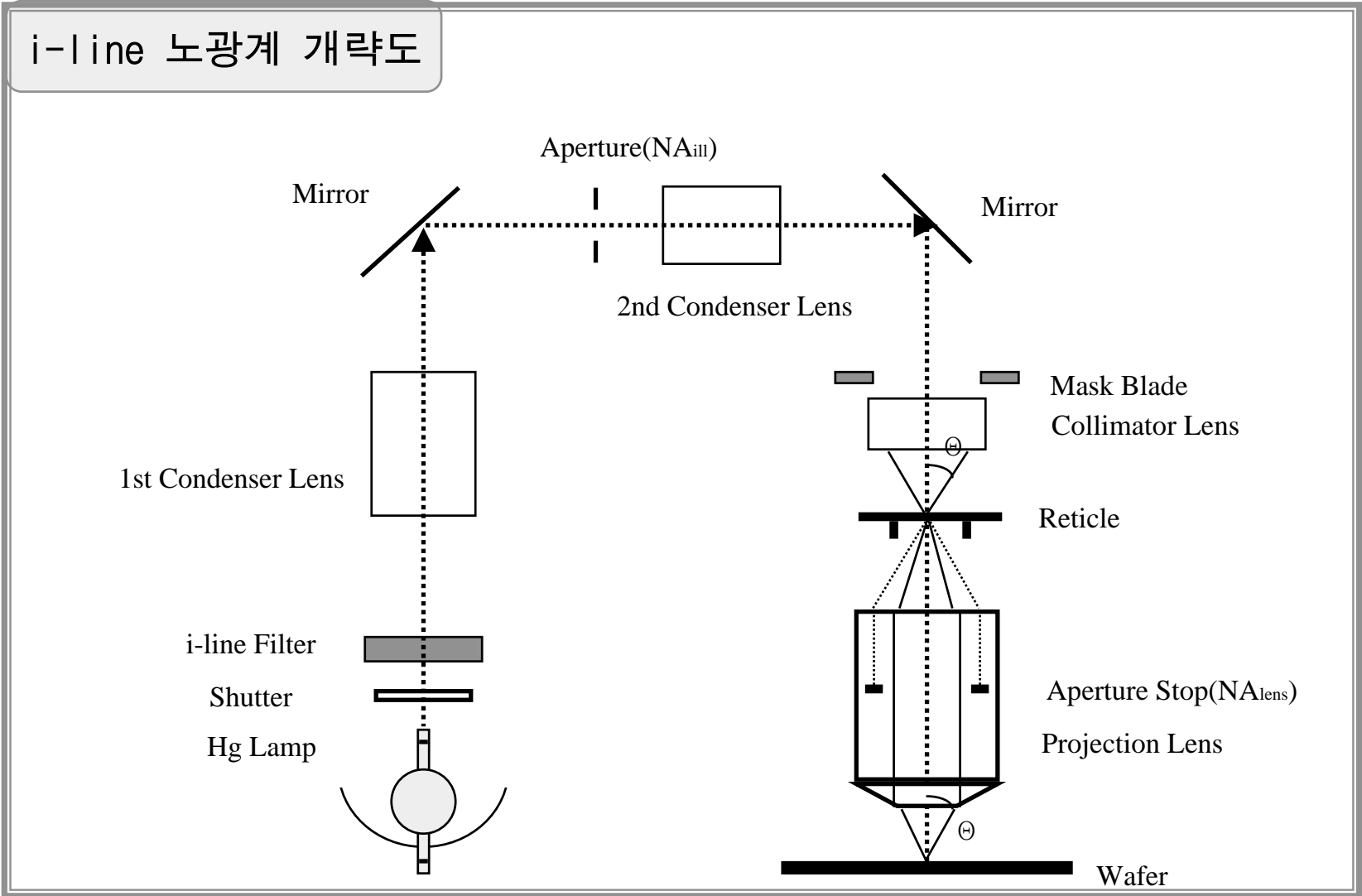


## MERIT

- 미세 PATTERN 형성 가능
- 두꺼운 Resist 사용 가능
- DOF 가 넓다(수 $\mu\text{m}$ )
- 고집적회로를 제작할때 생산성이 높다.  
( ~50장/1Hr, 1GD, 8")

## DEMERIT

- 고강도의 X-선 발생 장치 제조가 어렵다  
(SOR 장치 필요 약  $\phi 10\text{m}$ )
- 양산 Mask 제작 어렵다.

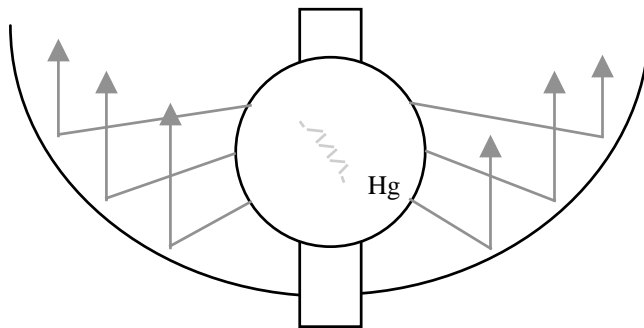


## Light Source

Exposure의 Energy Source를 말하며 이는 곧 생산성과 관계가 있으며, 사용하고자 하는 파장 영역에 따라 Source를 달리함.

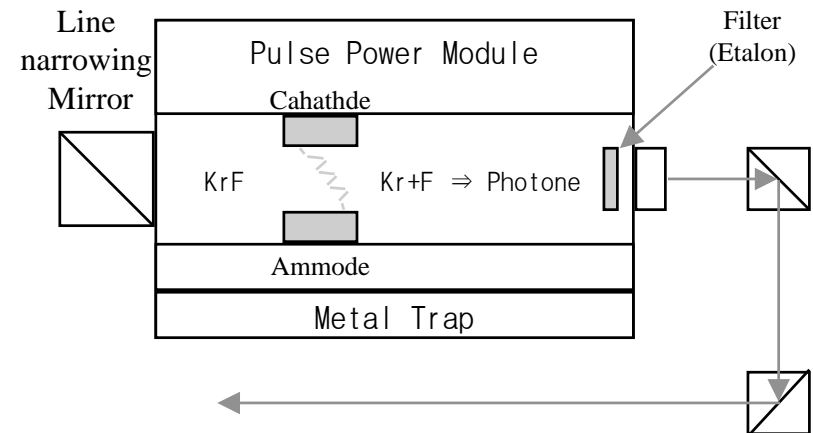
## i/g-LINE

- Hg 수은 Lamp 사용(1.5 ~2.5KW)
- Power : Intensity로 결정
- Lamp 위치  $\Rightarrow$  평면경의 Focal Point
- 위치에 따라 Intensity, Illumination-Uniformity,  $\sigma$  변함.(DOF 관련 有)
  - \* ASML : Focal Point Auto 조정
  - \* Canon / Nikon : Manual 조정
- Intensity 높으면 Illumination Uniformity 저하



## DUV(KrF/ArF)

- KrF / ArF Laser Source 사용(10W / 1000Hz)
- Power : Pulse로 결정
- 직교로 꺾어짐(1회 2~4% Intensity Drop)
- 파장은 248nm/193nm (0.8 $\mu$ m 범위)





**Shutter**

Light Source로 부터 방출된 빛을 비노광 시간 동안 차단하여 주는 역할.

**Filter**

Light Source로 부터의 多파장을 Prism원리를 이용하여 파장별로 분리시킨후 얻고자하는 단일 파장만 통과

**i/g-LINE****Shutter**

비노광 시간은 항상 빛을 차단 시켜주는 SHUTTER가 장착되어 있으며, 장기간 사용시 SHUTTER에 DAMAGE를 받으므로 교환 필요.

**FILTER**

Hg 수은 LAMP로 부터 다 파장의 빛이 방출되는데 필요한 파장의 영역을 선택적으로 통과 시킴.

**DUV(KrF/ArF)****Shutter**

DUV 장치에는 별도의 SHUTTER가 장착되어 있지 않고 노광시에는 FULE를 일으켜 빛을 방출시키며, 비노광시간에는 빛이 방출되지 않음.

**FILTER**

KrF LASER로 부터 248nm 파장만 방출되지만, 이를 다시한번 ETALON FILTER를 사용하여 RANGE 0.8pm의 파장을 선정함.

Condensor Lens

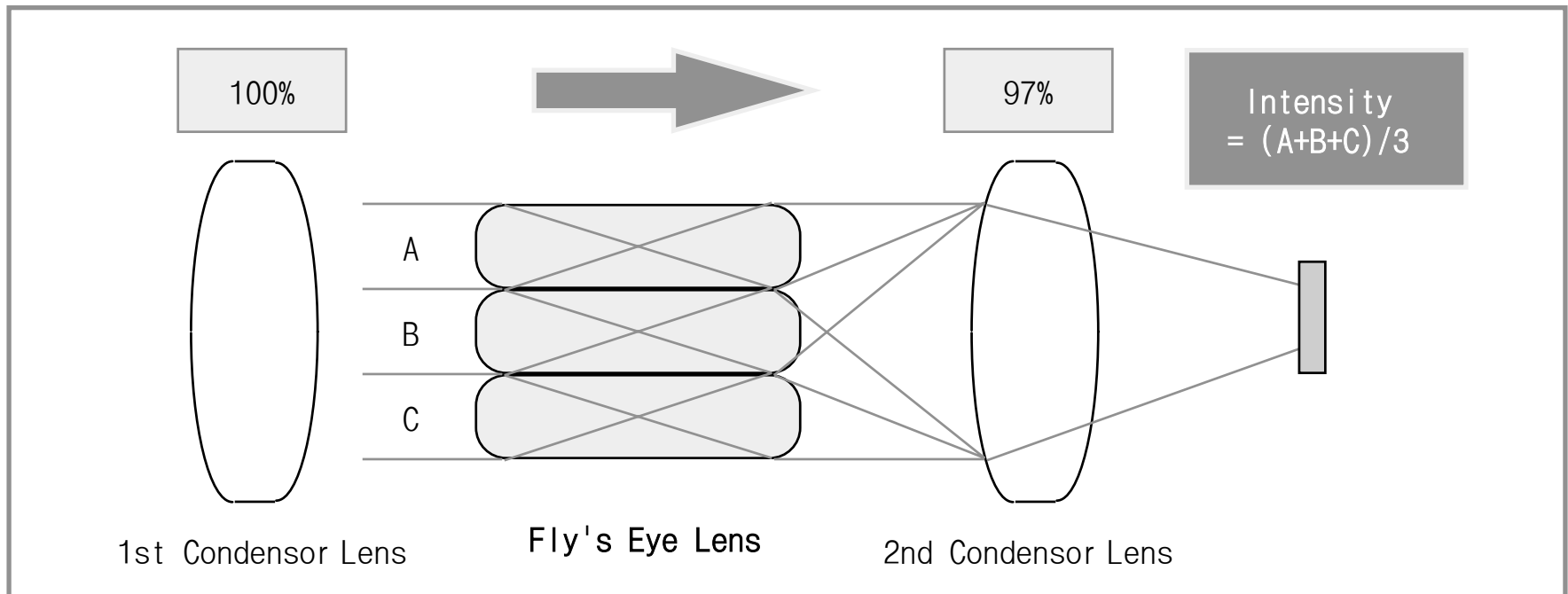
Light Source로 부터 방출된 빛을 응집시키는 역할.

Fly's Eye Lens

Light Source로 부터 방출된 빛의 Uniformity를 향상.

Reduction Lens

Reticle vs Wafer의 Magnification을 결정해주는 최종단에 위치한 Lens로써 장치의 성능을 판단하는 큰 요인임.

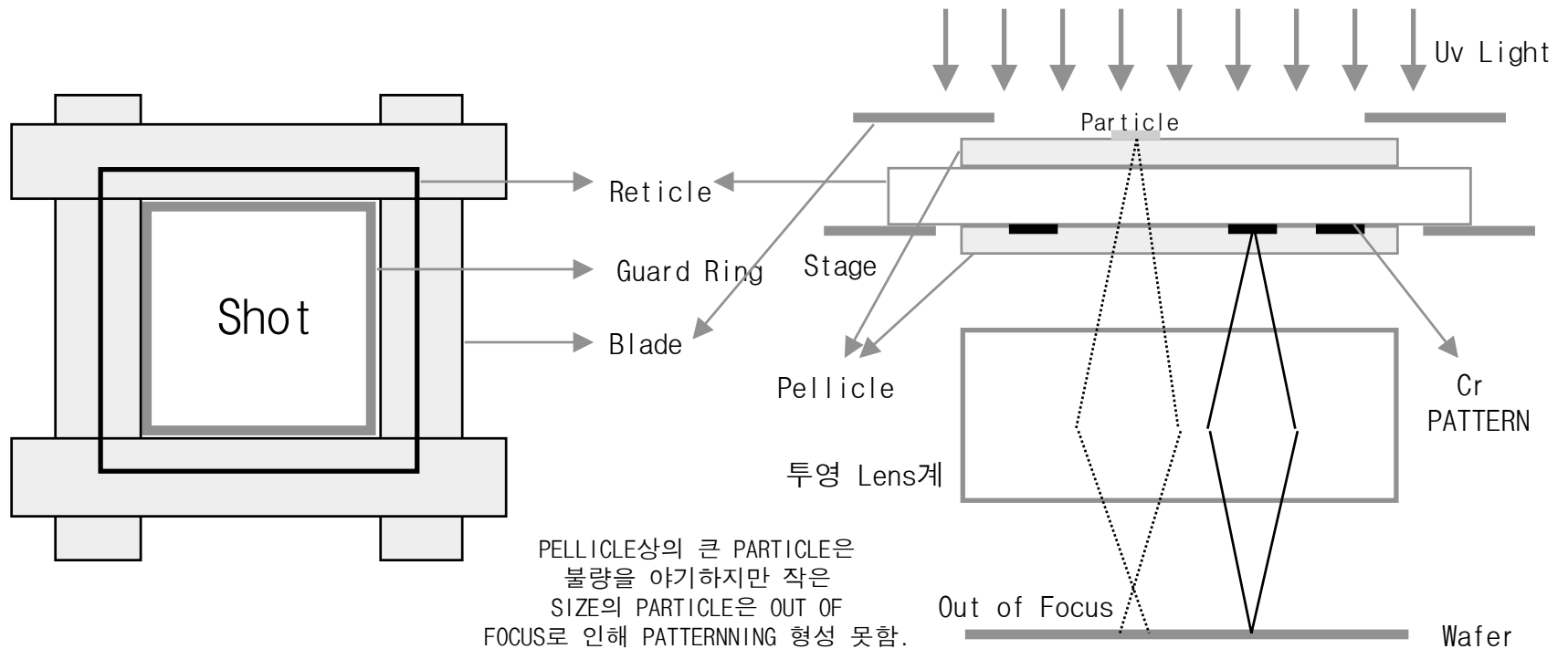


Mask Blade

실제 Wafer에 노광될 영역을 최종 결정하는 역할로써 Reticle에 조사될 빛의 영역을 선택적으로 차단하는 역할.

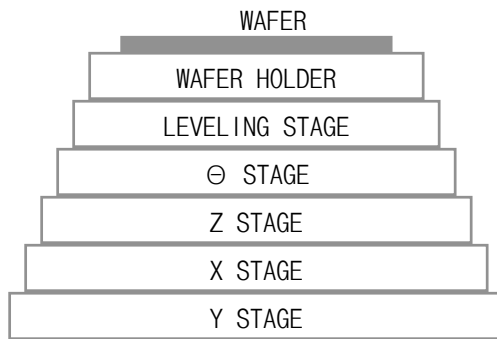
Reticle Stage

RETICLE이 장치내에 고정되는 부분으로, STAGE 자체의 수평 및 표면처리가 RETICLE IMAGE를 WAFER에 전송하거나 PATTERN-TO-PATTERN, LAYER-TO-LAYER정도에 큰 영향을 준다.



## WAFER STAGE

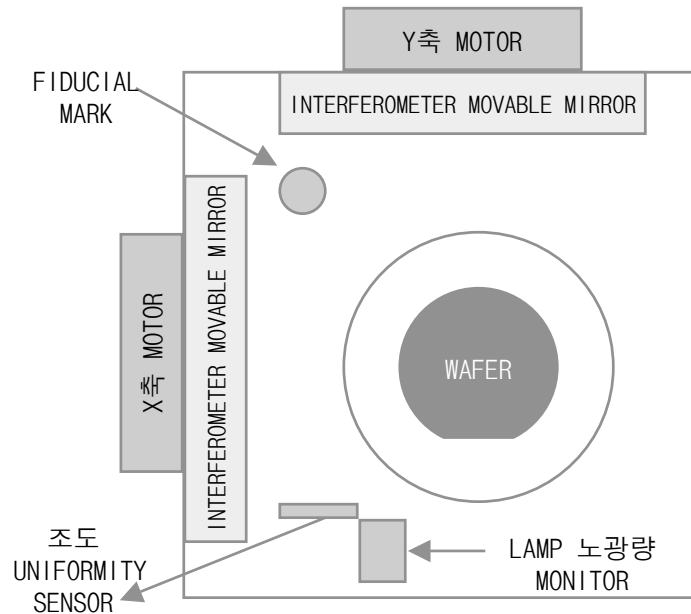
노광할 WAFER를 고진공으로 흡착하여 일정한 노광면적을 STEP & REPEAT 하는 UNIT로, 기본 구성요소는 X,Y,Z,  $\Theta$  STAGE, 간섭MIRROR, 노광량 MONITOR, 조도 균일도 CHECK SENSOR, WAFER CHUCK 등으로 구성되어 있다.



**X,Y축** : STAGE의 좌우 이동에 필요한 축으로 SERVO MOTOR 구동 방식

**Z축** : STAGE의 상하방향으로 구동되며 노광 AREA의 AUTO FOCUS에 사용.

**$\Theta$ 축** : WAFER의 회전량을 보정하며, WAFER상에 형성된 정렬표시 검출을 통해 회전량을 보정함.



**간섭 MIRROR** : WAFER STAGE의 이동량 측정 및 이동량을 MONITOR 하여, 이 SIGNAL을 STAGE DRIVER에 FEEDBACK하여 STAGE의 이동량을 제어함.

**조도 UNIFORMITY SENSOR** : IMAGE FIELD내의 LAMP 세기 균일도를 측정.

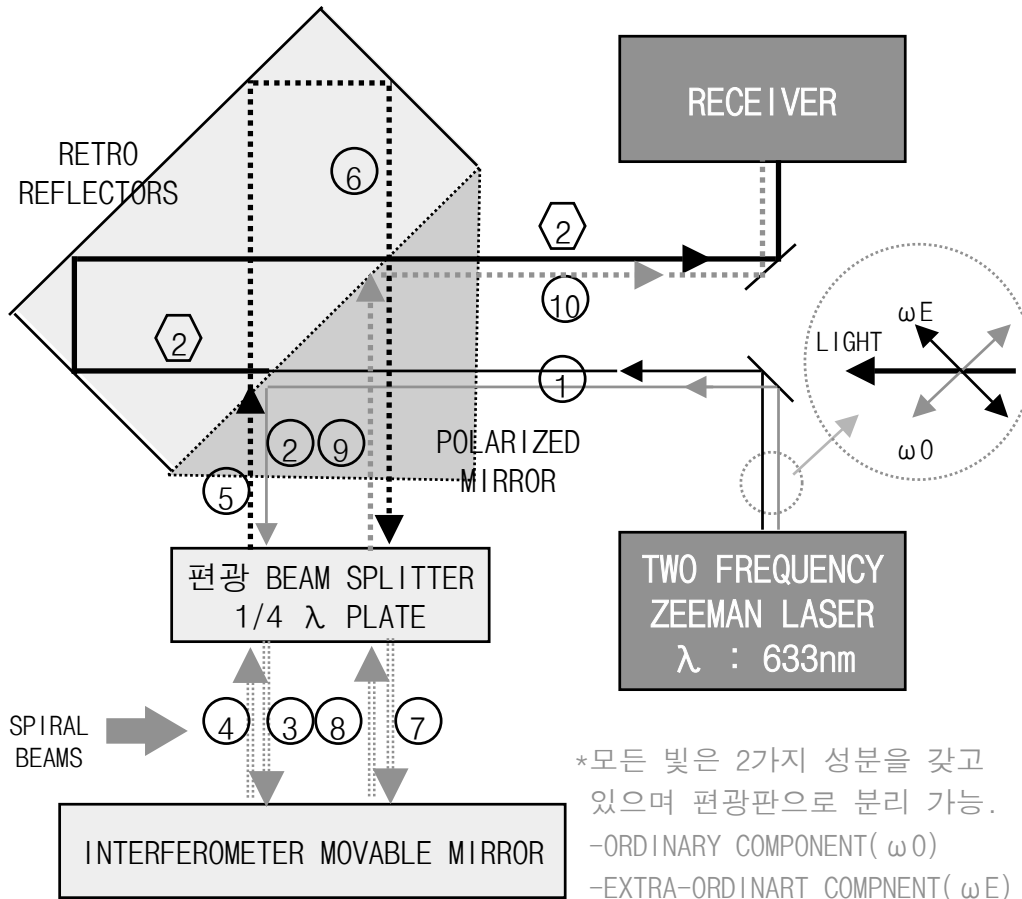
**WAFER CHUCK** : SURFACE FLATNESS, WAFER 접촉면적 최소화등이 중요.

## 적산 노광 방식

WAFER STAGE상에서 조도를 측정하는 것으로 LAMP 사용 시간에 따른 세기변화를 보상하기 위한 MONITOR임. 보상방식은 초기 설정된 ENERGY를 기준으로 LAMP 세기가 감소하게 되면 SHUTTER OPEN TIME을 길게 하여 초기 기준치인 노광량을 조절하는 방식임.

역할

LASER 간섭계를 이용하여 WAFER STAGE의 이동 경로 및 위치를 파악함.

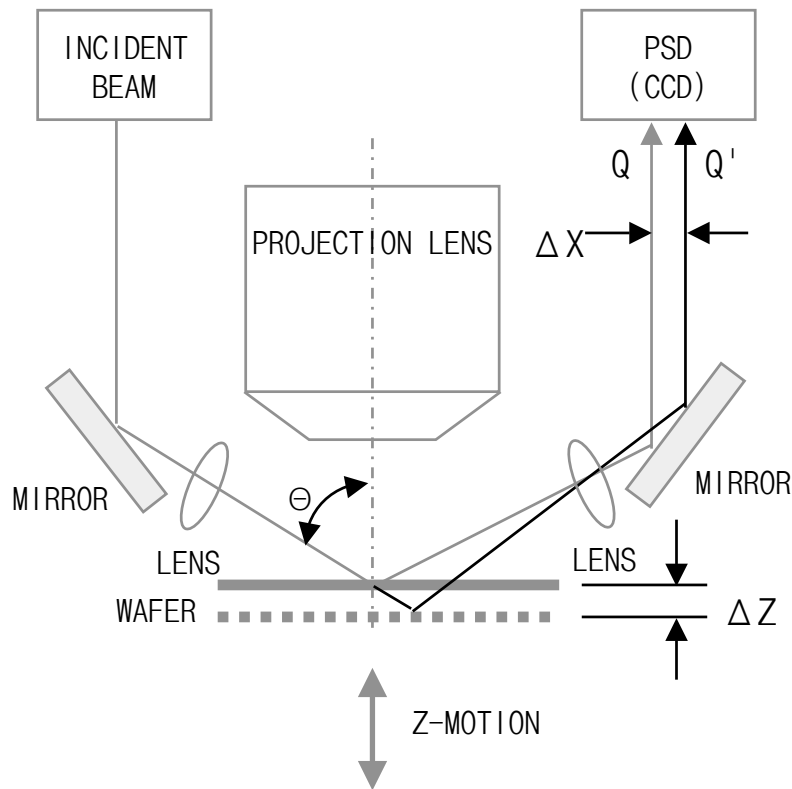


- ① : 633nm의 LASER로 부터 BEAM 조사( $\omega 0$  &  $\omega E$ )
- ② : POLARIZED MIRROR에 의해 다른성분 반사( $\omega 0$ )
- ⑥ : POLARIZED MIRROR에 의해 동일성분 통과( $\omega E$ ) 하여 DIRECT로 RECEIVER부로 DETECT되며, REFERENCE BEAM으로 FREQUENCY 동일( $\omega E$ )
- ③, ④ : 편광 PLATE( $1/4\lambda$ )에 의해 90. DELAY 되어 MIRROR로 입사(③)되어 재 반사됨(④)
- ⑤ : 편광 PLATE를 통과하여 POLARIZED MIRROR를 거쳐 RETRO REFLECTORS로 직진함( $\omega E$ )
- ⑥ : POLARIZED MIRROR를 직진으로 통과하여 편광 PLATE로 입사( $\omega E$ )
- ⑦, ⑧ : 편광 PLATE( $1/4\lambda$ )에 의해 90. DELAY 되어 MIRROR로 입사(⑦)되어 재 반사됨(⑧)
- ⑨ : 편광 PLATE를 통과하여 POLARIZED MIRROR로 입사( $\omega 0$ )
- ⑩ : POLARIZED MIRROR & RETRO REFLECTORS의 경계부에서 90. 꺾여 RECEIVER로 입사( $\omega 0$ ) 하며 ② 과의( $\omega E$ ) FREQUENCY 차이 분석으로 STAGE 위치 및 이동량을 제어함.

\*모든 빛은 2가지 성분을 갖고 있으며 편광판으로 분리 가능.  
-ORDINARY COMPONENT( $\omega 0$ )  
-EXTRA-ORDINART COMPONENT( $\omega E$ )

## 역할

AF 장치는 WAFER가 기준 위치에서 수직방향(Z)으로 벗어난 거리를 측정하여 WAFER를 원래의 위치로 되돌릴 수 있도록 위치 정보를 구해내는 SYSTEM



AF장치는 WAFER면에 빛을 입사시켜 그 반사광을 이용해 위치정보를 얻는다. 만일 WAFER가  $\Delta Z$ 만큼 움직이게 되면 반사광의 광점은 Q에서 Q'으로 변한다.

이때 반사광의 위치변화  $\Delta X$ 는

$$\Delta X = 2\Delta Z \sin\Theta$$

$\Delta Z$  : WAFER 변위,  $\Theta$  : 입사각

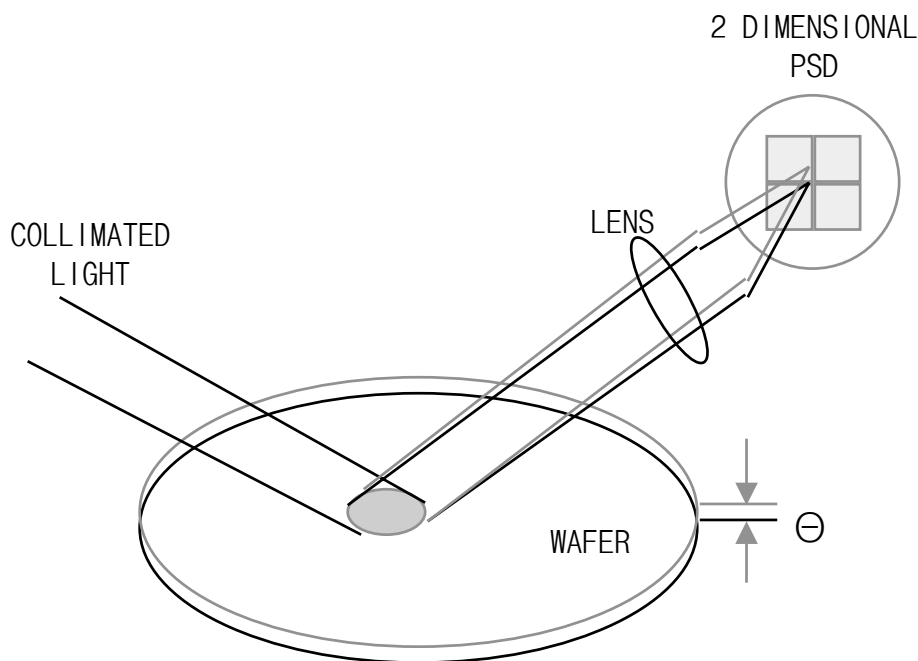
입사각  $\Theta$ 가 크면 미소변화  $\Delta Z$ 에 대한 반사광점의 위치변화가 크게 나타난다.

실제 노광장치에서 WAFER 운송계의 작동영역과 투영 LENS의 노광을 차단하지 않는 범위에서 정렬광의 입사각을 최대한 크게(90.에 가깝게)하면 위치 정밀도를 향상 시킬수 있다.

\*AF장치에서 정렬 광원으로 가간섭 광을 사용하는 경우도포된 PR의 두께, WAFER의 PATTERN이나 구조등에 영향을 받는 단점이 있으며, 이러한 영향을 줄이기 위한 방법으로 Hg LAMP 광원을 이용하기도 한다.

## 역할

AL 장치는 WAFER의 기울어짐이나 굴곡을 감지하여 바로 잡아 줌으로써 노광시에 노광 영역 전체가 초점심도 내에 놓이도록하는 위치 정렬 SYSTEM



AL 장치는 근본적으로 WAFER를 투영LENS의 초점심도(D.O.F)내에 놓이도록 한다는 점에서 보면 AF장치의 연장선 상에 있다고 볼수 있다. WAFER가  $\Theta$ 만큼 기울어졌을때 반사광점의 위치변화  $\Delta X$ 는

$$\Delta X = 2\Theta f$$

$\Theta$ 는 WAFER가 수평선에 대해 기울어진 각  
f는 집광 LENS의 초점거리임.

변위  $\Delta X$ 는  $\Theta$ 각에 따라 변화하며 초점거리 f에 비례함.

\*투영LENS의 N.A값이 커지면 초점심도가 상대적으로 줄어들기 때문에 실제 노광장치에서 요구되는 자동 수평 조건은 투영LENS의 N.A. 값과 노광파장에 따라 차이를 갖는다.

역할

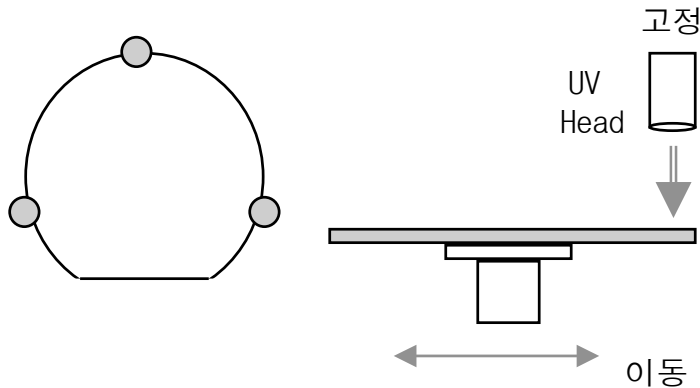




## 정의

PR 도포후 Wafer 주변부의 PR을 제거시켜 주는 공정으로  
각 공정 특성상 노광폭을 달리하여 PARTICLE 관리를 유도함.

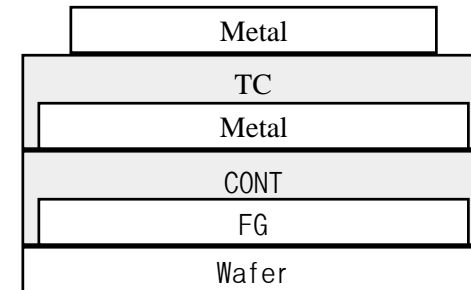
## 주변노광 방법



3개의 SENSOR가 면적 계산하여 노광폭에 맞게  
WAFER CHUCK이 이동후 Chuck이 회전하면서 노광

## 주변노광 폭

16M 2세대 이후 부터는 EDGE부 FILM을  
PARTICLE 유발 문제로 보호해야 하므로  
SIDE RINSE / 주변노광을 SKIP함.



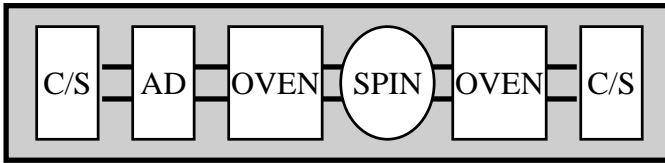
☞ 주변노광 장치는 기존에는 별도 장치로 제작되었으나 점차 TRACK / STEPPER에  
장착하여 IN-LINE으로 사용하는 추세임.

## Module 구성 History

&lt;TEL社 기준&gt;

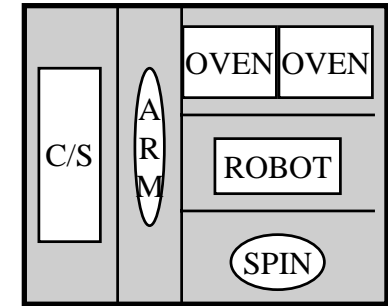
~ 1990年

- Belt 구동
- Line Type



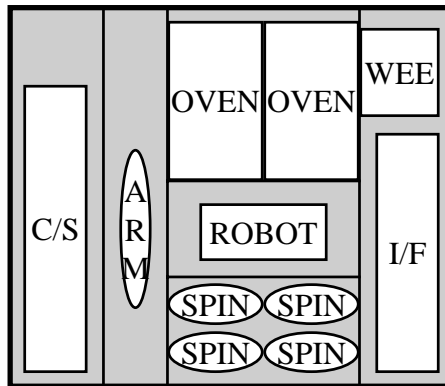
1991 ~ 1993年

- Robot 구동
- Stand Alone

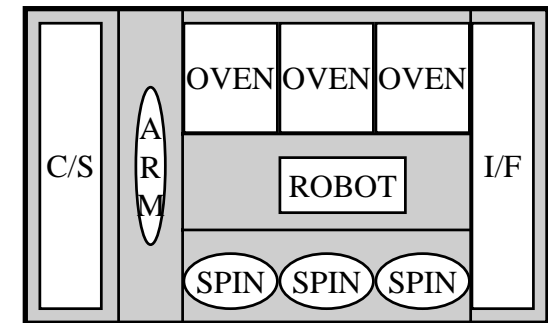


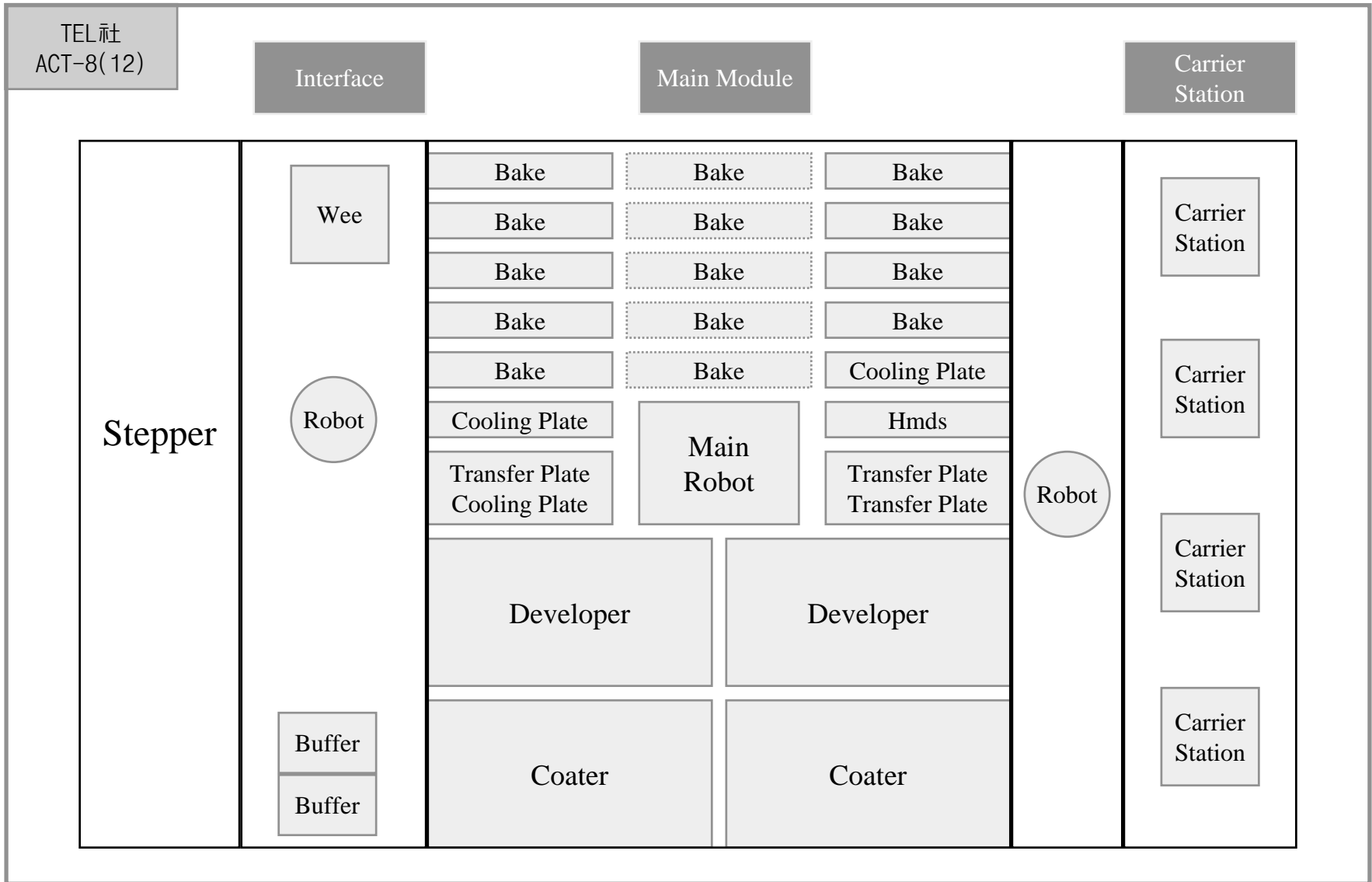
1997年 ~

- Fixed Robot구동
- DUV 대응
- 다단 Stack구조
- Footprint 최소화
- 300mm 대응
- Mini Environment

1994  
~ 1996年

- Robot 구동
- In-line
- 자동화 대응

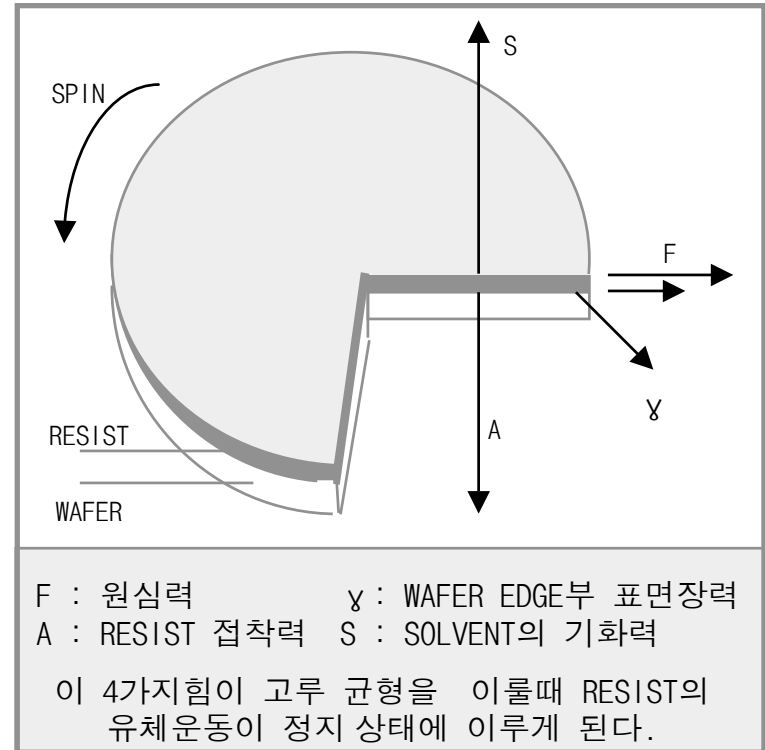
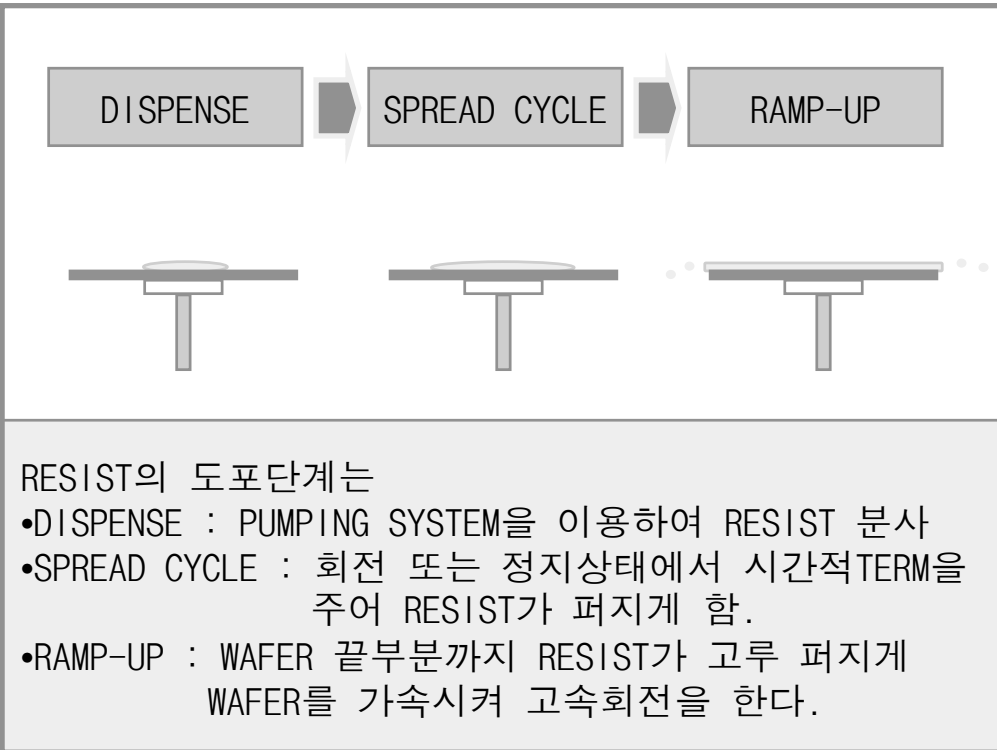




&lt;TEL社 기준&gt;

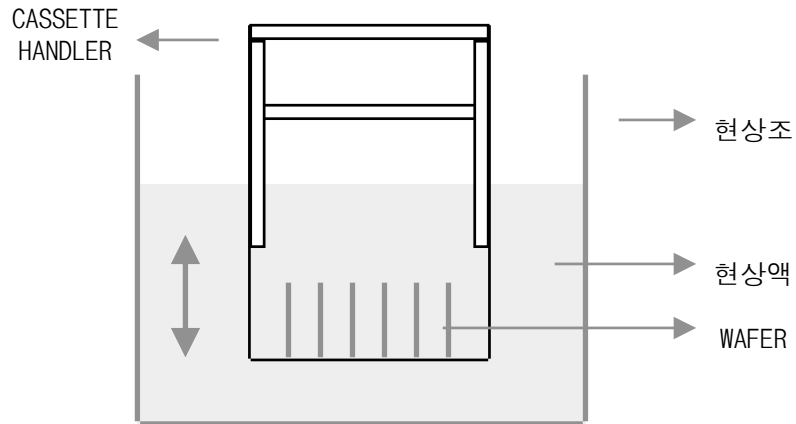
항목 \ 년도	~ 1990年	1991 ~ 1993年	1994 ~ 1996年	1997年 ~
<b>S/W</b>	Bubble Cassette Recipe 별도 PC 사용	DOS	DOS On-line / 자동화	Windows On-line / 자동화
<b>Module 구성</b>	Line Type	Stand Alone	Coater/Developer In-line 주변 노광기 In-line	Coater/Developer In-line Mini Environment Chemical Filter(DUV)
<b>구동 방식</b>	Line형 Belt 구동	이동형 Robot 구동 2 Finger	이동형 Robot 구동 3 Finger	고정형 Robot 구동 3 Finger
<b>Carrier Station</b>	Sender / Receiver Open Cassette	Sender / Receiver Open Cassette	Uni-cassette SMIF	Uni-cassette SMIF / FOUP
<b>Coater</b>	Iwaki Pump Cylinder Arm	Iwaki Pump Cylinder Arm	RRC Pump(Usage 절감) Stepping Arm	2단 STack Pumping 방식의 다양화
<b>Developer</b>	Spray Nozzle	Puddle nozzle	Stream Nozzle	E <sup>2</sup> Nozzle (Usage 절감) CD Uniformity 향상
<b>Oven</b>	1단 구조	2단 Stack	4단 Stack	7단 STack Temp. Uniformity 향상
<b>기타</b>	Belt 구동으로 Particle 多		HMDS CCSS 적용 PR 중앙 Drain Auto Cup Rinse Utility 직하 방식	Footprinter 최소화 300mm 대응

처리 방법	WAFER를 SPIN CHUCK위에 올려놓고 WAFER를 회전 또는 정지 시킨상태에서 RESIST를 DISPENSE한후 SPIN CHUCK을 고속으로 회전시켜 균일한 두께로 도포.
도포 종류	STATIC DISPENSE      WAFER 정지상태에서 RESIST DISPENSE하여 도포
	DYNAMIC DISPENSE    WAFER 저속 회전상태에서 RESIST DISPENSE하여 도포

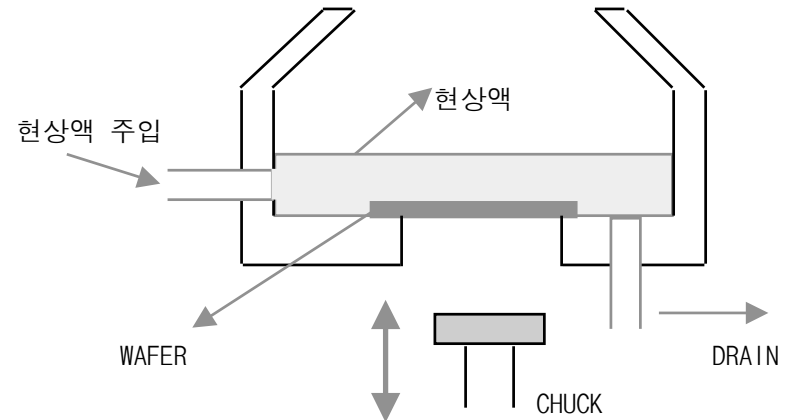


IMMERSION  
TYPE

WAFER를 BATCH 단위로 현상조에 담구거나 WAFER 1장씩 현상조를 통과하여 현상하는 방식.



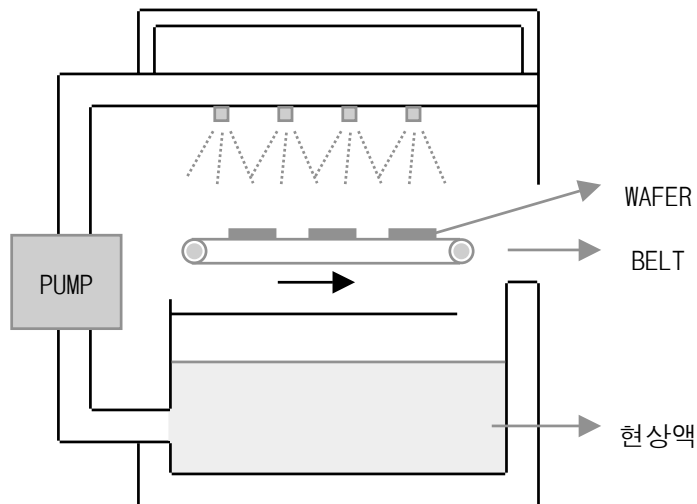
WAFER CASSETTE를 현상조에 담구어 상하로 주기적으로 흔들어 줌으로써 현상 속도나 균일도를 도모하도록 되어 있는 간단한 장치로써 대개 DEVICE MAKER측에서 자체 제작내지는 특수 발주를 내어 제작한다.  
현상액 온도 CONTROL이 가능하도록 설계하여 온도 PARAMETER의 최적화를 꾀한다.



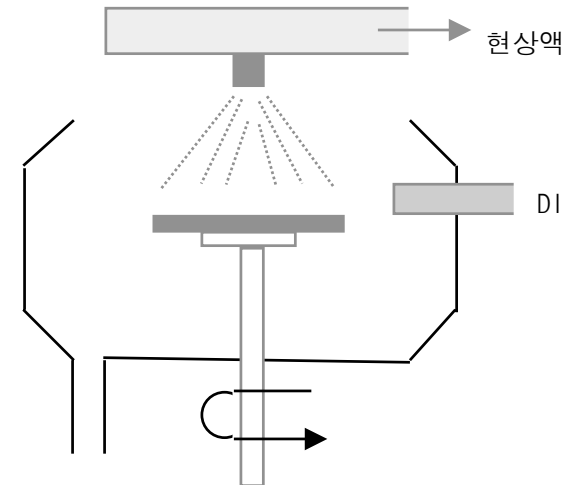
IN-LINE SYSTEM에 현상액이 WAFER당 일정하게 COVER 되도록 고안된 구조로써 소량의 현상액이 WAFER에 올라간상태로 정지하여 RESIST가 현상되므로 현상후에 반응하다가 남은 SCUM등이 골이 깊은 PATTERN내나 CONTRAST HOLE내에 잔존할수 있다.

FLOOD SPRAY  
TYPE

현상액을 WAFER위에 계속해서 뿌려주는 방식



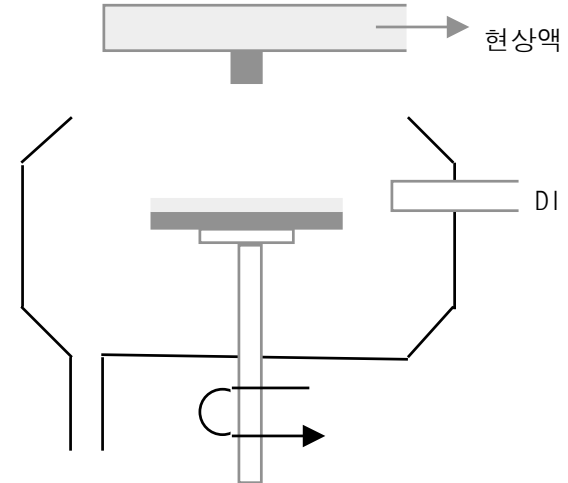
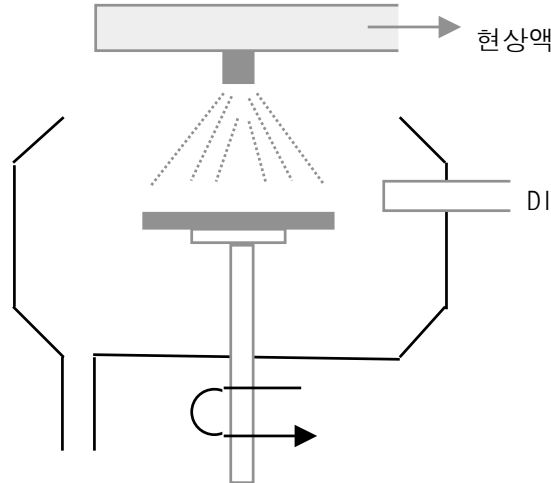
현상이 종료된 후에도 현상액을 다시 사용되는 순환 방식으로써 현상에 기여하는 활성 성분인 Na나 K가 유리되어 나가 물이 재생되므로 현상조내의 현상액 NORMAL 농도는 떨어져 일정시간 사용후 현상액을 재 충전 해야함 이러한 방식은 처음에 사용하는 NORMAL 농도가 얼마인가에 따라 다르긴하나 8시간에 0.15um 이상의 선폭 변화 있어 DESIGN RULE 1.5um 이상 제품에 주로 사용함.



IN-LINE SYSTEM에 연결한 구조로 WAFER가 수십-수백RPM으로 회전하는 동안에 현상액이 계속 분사되는 방식임. 소모량이 많으나 WAFER에 새로운 현상액을 공급하므로 RESIST와 반응이 빨라 CONTRAST가 좋으며 SCUM의 발생 우려가 적으나, SPRAY NOZZLE이 완벽하지 못하고 현상 압력의 변화가 있을 경우 현상 균일도가 나빠진다.

SPARY PUDDLE  
TYPE

IMMRSION 방식과 SPARY방식의 단점을 보완키위해 병합한 방식으로서 최초의 현상액을 WAFER에 SPARY로 분사시켜 표면을 PRE-WETTING후 WAFER의 회전을 멈추어 표면장력에 의해 현상액이 WAFER위에 잔유한 상태로 두어 정지된 상태에서 현상이 되도록 한 방식임.



이방식은 현상액이 소량 소모되고 현상균일도도 우수하며 현상종료시 SPARY CYCLE을 수초간 거침으로서 골이 깊은 PATTERN내나 CONTACT HOLE 부분에 SCUM이 남을 가능성이 적어 현재 범용적으로 사용하는 방식임.

SPARY NOZZLE TYPE은 여러각도로 개발되어 현상 균일도의 향상을 도모하고 있으며 종류로는 i)SPRAY ii)PUDDLE iii)STREAM iv) $E^2$ (TEL) / SI(DNS) 등으로 각 MAKER에서 자체 개발 하고 있음.



## SPRAY PUDDLE Nozzle TYPE

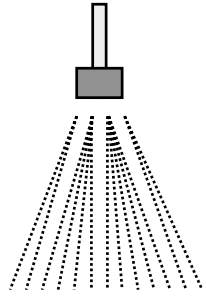
1990年

1993年

1995年

1996年

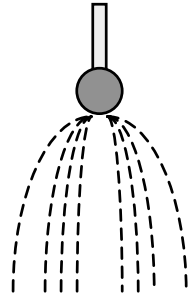
## Spray



Wafer

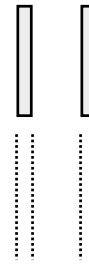
- Bubble 多
- Uniformity Bad

## Puddle

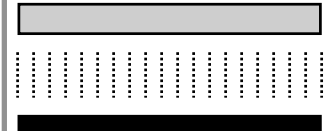


- Bubble 多
- Uniformity Bad
- 관리상 어려움

## Stream



- Bubble 小
- Uniformity Common
- Usage 多

E<sup>2</sup>(New)

- Particle 발생 多
- 현상 불량 빈도 多
- Usage 小
- Uniformity Good

E<sup>2</sup>Nozzle은 TEL社의 개발품으로 94년에 개발되었지만 많은 문제점 발생으로 Stream Nozzle로 변경하여 사용하고 있고, 그후 Micro Bubble 제거 장치인 탈기 System을 장착한 New E<sup>2</sup>Nozzle을 개발함.