Dicing process교육

2013. 12. 27

Dong-Kyu Park
(stone419@unist.ac.kr, 내선4165)

UNIST Central Research Facilities (UCRF)

1. 소자절단장치(Dicing Saw)

1. 개요 :

1) Dicing이란 Wafer 상태로 취급되는 어떠한 반도체를 막론하고 Wafer 제조 공정으로 불리는 전공정과 Chip을 이용하여 Package 형태로 만드는 Assembly 공정간에 위치한 Fab 후공정(또는 Front-end) 공정으로 실리콘 등의 Wafer를 Die(or Chip) 모양으로 절단하여 분리하는 것을 일컷는다. Dicing 이란 용어는 Die 형태로 자른다는 어원에서 비롯되었으며, 다른 유사 용어로는 Sawing , Cutting이 있다.

2) Dicing Lane이란 Wafer 상에서 기능을 가진 Unit나 Pattern(회로)이 없는 구역으로 Wafer 상에 형성된 각각의 칩을 나누기 위해 Cutter를 이용하여 절단하는 영역이다. 따라서 Chip과 Chip을 구분 짓는 영역이라 말할 수 있으며, 다른 용어로는 Scribe Lane,Street Lane, Breaking Lane 이라고도 부른다.

1. 소자절단장치(Dicing Saw)

3) Dicing Technology

(1) Etch Cutting : Wax 나 Photo Resist로 Die 위에 Masking을 하고 Masking 된 부분 이외의 부분이 Etching 에 의하여 Die가 분리 되는 방법이나, 기계적인 방법이 아닌 화학적인 방법이다.

(2) Ultrasonic Dicing : 원하는 Die 모양을 가진 수많은 구멍이 뚫린 평판형 금속판을 실리콘 Wafer에 단단히 접촉 시킨 후 연마제 혼탁액 (Abrasive slurry)속에 담근 초음파 에너지 변환기(Ultrasonic Transducer: 전기에너지를 기계적에너지로 변환)로 금속판을 구동 시켜 Wafer 두께만큼 완전히 연마하여 버리는 방법으로 개개의 Die를 생산하는 방법이다.

(3) Laser Dicing : Laser Beam을 이용하여 Wafer를 자르는 방법이다. Dicing의 속도는 빠르나 장비 구입가 및 유지비가 비싸고, 고열로 인한 Wafer 내의 열적 스트레스 문제, 녹은 Silicon의 Spatter 문제 등으로 Die의 신뢰도 문제가 발생되는 단점이 있으나 최근에 연구가 활발히 진행중이다.

(4) Dicing Saw : Wafer를 자르는 데 Diamond Blade를 사용하여 고속회전 시키면서 톱으로 자르듯 절단하여 Die를 분리하는 방법이다.

1. 소자절단장치(Dicing Saw)

3) Dicing Technology

(1) Etch Cutting : Wax 나 Photo Resist로 Die 위에 Masking을 하고 Masking 된 부분 이외의 부분이 Etching 에 의하여 Die가 분리 되는 방법이나, 기계적인 방법이 아닌 화학적인 방법이다.

(2) Ultrasonic Dicing : 원하는 Die 모양을 가진 수많은 구멍이 뚫린 평판형 금속판을 실리콘 Wafer에 단단히 접촉 시킨 후 연마제 혼탁액 (Abrasive slurry)속에 담근 초음파 에너지 변환기(Ultrasonic Transducer: 전기에너지를 기계적에너지로 변환)로 금속판을 구동 시켜 Wafer 두께만큼 완전히 연마하여 버리는 방법으로 개개의 Die를 생산하는 방법이다.

(3) Laser Dicing : Laser Beam을 이용하여 Wafer를 자르는 방법이다. Dicing의 속도는 빠르나 장비 구입가 및 유지비가 비싸고, 고열로 인한 Wafer 내의 열적 스트레스 문제, 녹은 Silicon의 Spatter 문제 등으로 Die의 신뢰도 문제가 발생되는 단점이 있으나 최근에 연구가 활발히 진행중이다.

(4) Dicing Saw : Wafer를 자르는 데 Diamond Blade를 사용하여 고속회전 시키면서 톱으로 자르듯 절단하여 Die를 분리하는 방법이다.

2. 절단 블레이드(Blade)

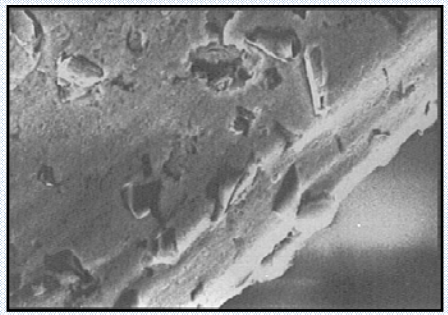
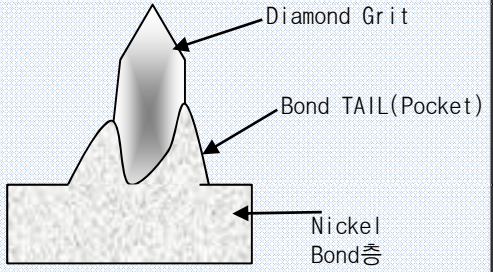
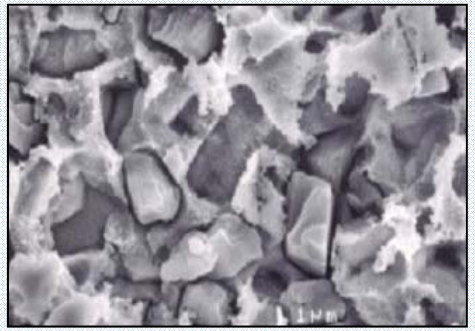
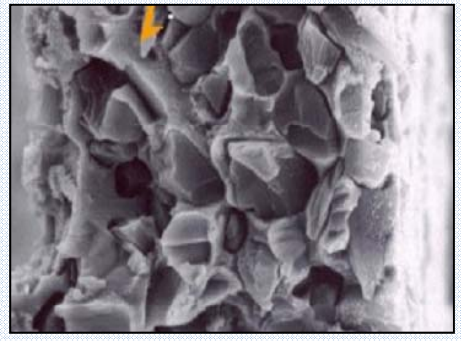
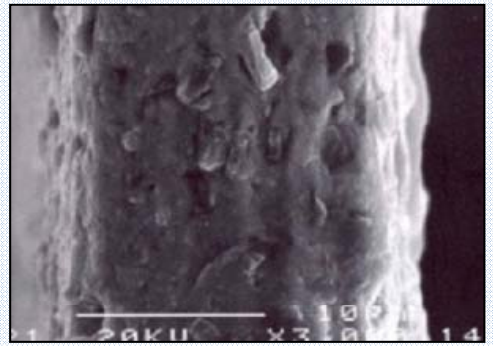
1) Dicing Blade란?

Blade란 Dicing Machine Spindle에 장착되며, Spindle의 회전에 의해 Wafer를 자르는 도구를 총칭한다.(기타 산업용에서도 사용중인 용어임) Dicing용 Blade는 Mesh(지립)로 된 Diamond의 지름, 집중도, Blade의 두께, Blade의 Exposure량에 의해 각종 Blade가 상용제품화 되어 있다.

절단 대상 웨이퍼의 특성을 고려한 적정한 형의 Blade 선택이 필요하다. 현재 전착법으로 만들어진 Blade에서는 Mesh의 Bind력이 Bond 재료가 되는 금속사이에 묻어져 있는 상태이고 Blade 자체의 강성 및 지립과 지립의 Bind력, Bond 재료의 구성 및 성분에 의해 결정된다.

2. 절단 블레이드(Blade)

2) Dicing Blade Image

Blade의 형태	Blade Exposure 도출부	Bond Tail의 구조
		
SEM 방향에 따른 모형(평면)	SEM 방향에 따른 모형(30~45도)	SEM 방향에 따른 모형(측면)
		

2. 절단 블레이드(Blade)

3) Blade의 원리 및 조건

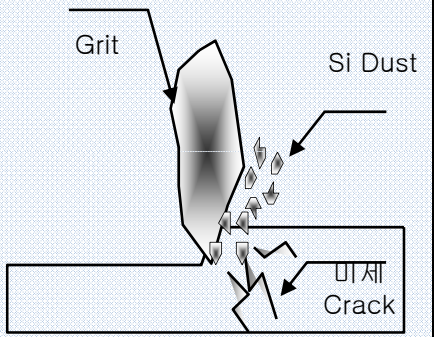
Dicing 공정에 있어서 Blade는 Pocket이라고 불리우는 극간이 형성되는 것으로, Pocket이 계속적으로 유지되는 것이 Dicing 상태를 유지하는데 필요하다. 지속적인 Wafer Cutting 시 Blade는 마모해 가지만 지립 자체가 파손되기 쉽고, 하나의 지립이 없어져 새로운 Mesh가 출현하고 새로운 Pocket이 형성되는 자생작용을 하고, 한번 양호한 상태가 된 Blade는 그 상태를 유지하는 것이 가능하게 된다. 이러한 자생작용을 계속적으로 하는 최적의 조건은 아래의 것에 의거한다.

M/C의 Spindle 회전수 및 Power, Blade의 냉각 정도, Pocket에 의한 Si Dust의 배출, Feed rate(Cut Speed), Blade의 강성, Diamond의 돌출량등이 있으며, 실제 가공에서는 이러한 Dicing 조건과 Blade의 특성 및 Wafer 재질이 복합되어 제품 Cutting 상태의 결과로 나타나게 된다. 따라서 Dicing 조건의 각 요소가 Cutting 과정에 어떻게 영향을 줄 것인가에 대한 노하우의 축적이 양호한 Dicing 결과를 얻기 위한 필수 불가결한 요소 이다.

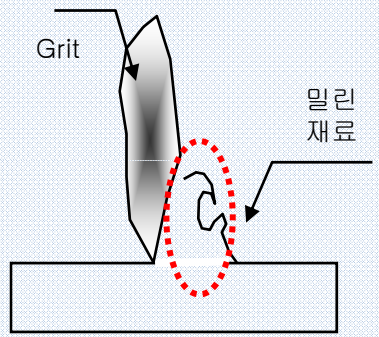
2. 절단 블레이드(Blade)

4) Blade의 Cutting원리

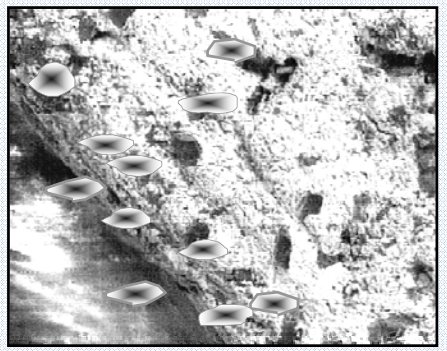
절삭물의 경도에 따라 Removing Cutting 과 파쇄방식으로 나뉜다. 일반적으로 Discrete 반도체의 경우 원재료는 Si Wafer이지만, Backside Ass'y공정에서 리드프레임에 Die를 붙이기 위해 Backmetal 금속이 붙어 있다. 따라서, 단단한 Wafer와 부드러운 금속을 동시에 잘라야 한다.



<Si Wafer – 파쇄 방식>



<Backmetal – Removing>


<Blade의 변화 과정>

1)표면 Grit이탈
=>Ni층 내부의Grit 돌출

2) Ni층이 마모

3) 내부에 있던 Grit가 돌출

4)지속적인 반복과정을 통해 Sharp함을 유지함

2. 절단 블레이드(Blade)

5) Blade의 종류

Blade는 크게 주재료에 의한 분류와 구조(형태)에 따라 구분한다.

- 재료에 의한 구분

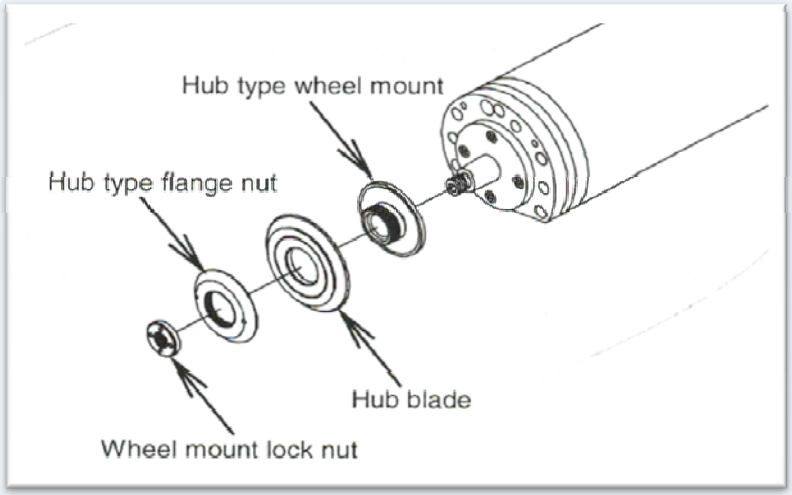
	Resin Bonded Blade	Metal Bonded blade	Electro Plated Blade
재료	Resin,일부 금속, Diamond or CBN (Cubic Boron Nitride)	Ni ,Cu,Co 등의 금속재료 함유량에 따라 분리됨. Diamond or CBN	Ni, Co등의 도금액(60~90%),Diamond or CBN

- 구조에 따른 구분

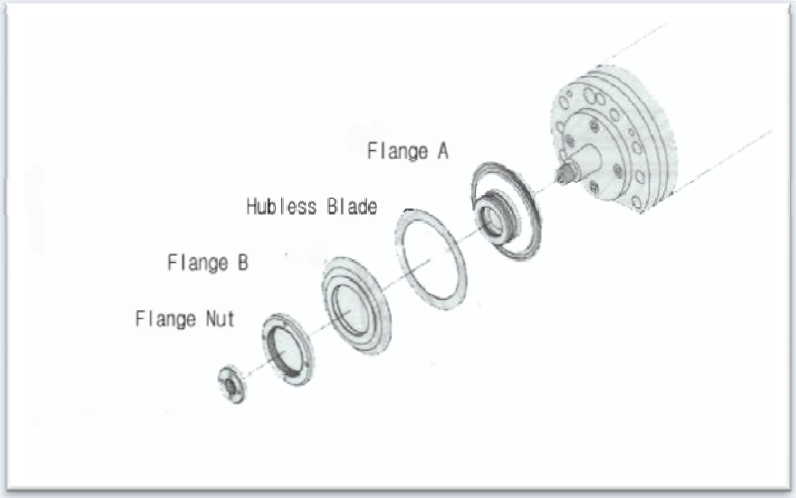
구분	Hub Type	Hubless Type		
종류	Electro Plated Blade	Electro Plated Blade	Resin Blade	Metal bonded Blade
제조 방법	Al Hub를 Ni과 Diamond 도금액 속에 넣어 도금방식으로 제작	Al Hub를 Ni과 Diamond 도금액 속에 넣어 도금방식으로 제작 한 후 Hub에서 Blade Exposure 부분을 분리해냄.	Resin과 Diamond를 Mixing 하여 사출 => Grinding(원하는 두께로 만듬) => 최소 두께 : 100㎛	Metal의 금속과 Diamond를 Mixing 하여 사출 => Lapping(원하는 두께로 만듬)
특징	Ni, Co등의 금속간의 결합이 Diamond를 단단히 고정하고 있어 Resin Bonded Blade 보다 Diamond 노출이 많다. 최근에는 Si Wafer 뿐만 아니라 깨지기 쉬운 GaAs,Aluminas,EMC 와 같은 물질의 Cutting 에도 이용된다.		Diamond 알갱이를 부착하고 있는 Resin은 무딘 Diamond 알갱이를 빠지게 하고 새로운 알갱이를 노출시키기 때문에 단단한 물질의 Sawing시 사용된다	

2. 절단 블레이드(Blade)

6) Dicing saw machine에 Blade장착도



< Hub Type >

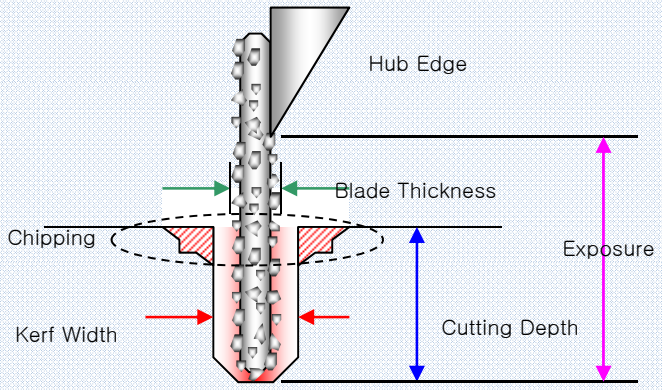


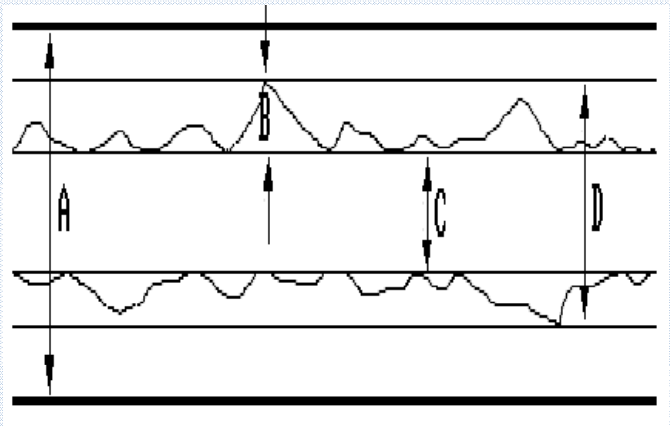
< Hubless Type >

2. 절단 블레이드(Blade)

7) Blade에 사용 되어지는 용어

: Blade를 선택하기 위하여 Kerf width, Exposure, Blade Thickness를 고려한다.





1. Kerf 폭(C) : 실제 Blade가 지나간 흔적 측정
2. Chipping 폭(B) : Blade Diamond의 충격에 의한 Damage 폭을 측정한 값이다.
3. Sawing 폭(D) : Dicing Lane 폭 대비 Sawing 흔적 (Cutting 폭 + Chipping 길이(상,하포함)
4. 도면 및 제품 Sawing폭(A) : 소자의 설계 시 고려된, sawing선폭

Thickness =T
Exposure=20T(Max 25T)
Depth=10T(Max 15T)
Kerf=1.1T

3. Dicing Machine

1) Dicing saw 장비 소개

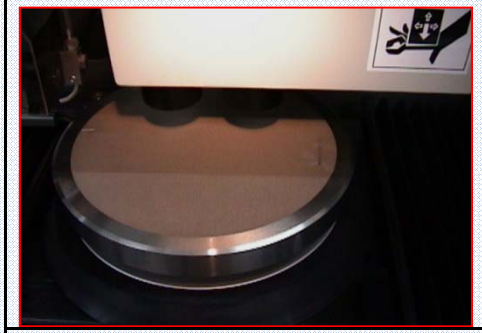
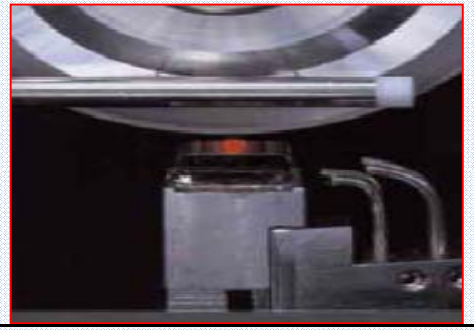
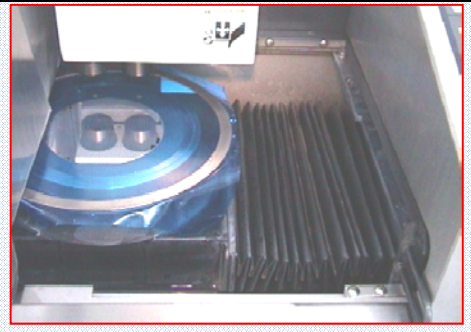
초정밀(±2~5㎛이내) X, Y, Z, Theta-Axis 4축과 초고속,초정밀 Air Spindle로 구성되며 절삭 재료의 크기, Index, 두께등에 따라 위치 제어를 달리 하고 높은 위치 제어능력과 외부 온도, 진동 등의 영향에 대해서도 대응 할 수 있도록 제작된 초정밀 반도체 기계 장비이다.

웨이퍼 절단에서는 하나의 절단 뿐만 아니라 웨이퍼 전체에 걸쳐서 정밀한 절단을 해야 하기 때문에 장비의 기계적인 정밀도가 필요하게 된다. 기본적인 장비의 개념은 Y축 방향으로 Spindle을 고정하고, 이 Spindle에 Blade를 고정시켜 회전을 시키고, X축 방향으로 이동하여 절단하는 방법이 취해지고 있다.

Dicing Machine의 기계적 정밀도는 X축과 Y축의 직진도 , X 축의 정밀도, Y축의 산출 정밀도, Z축의 정밀도(Blade의 상하 운동),Θ축(Cutting Table의 회전축) 정밀도 가 중요한 요소가 된다.

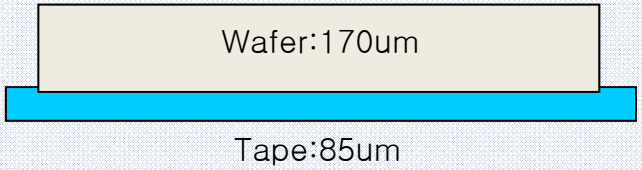
3. Dicing Machine

2) Dicing Machine 구성

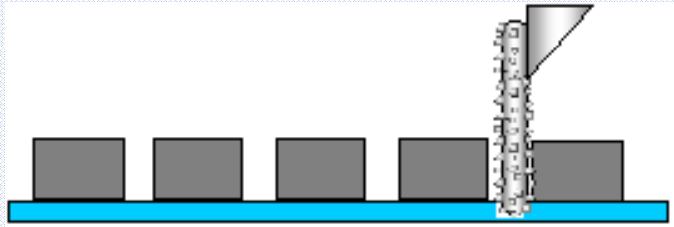
	장비 Main Body		Non contact senser : Blade를 non contact으로 exposure측정
	Porous chuck : Wafer를 안착 및 Vac.으로 고정		Blade cover : Blade 및 wafer Cooler를 분사
	Spinddle : Blade의 고속 회전(Air spinddle)		Camera : Wafer상의 Dicing line을 찾도록 함.

3. Dicing Machine

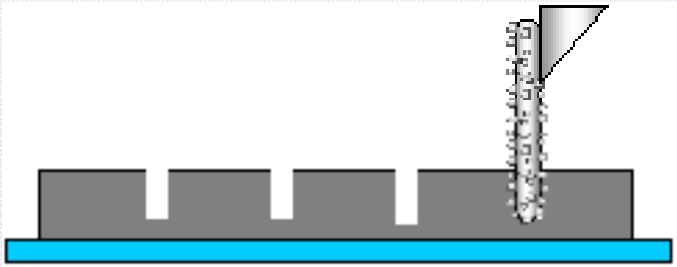
3) Sawing type



• Wafer Mounting: Wafer를 sawing tape에 접착.



• Full-Cutting: Wafer의 두께를 모두 통과하여 자름과 통시에 Tape의 약 20um두께를 자른다.



• Half-Cutting: Wafer의 두께를 모두 통과하지않으며, 선택적으로 깊이를 조절 할 수 있다.

3. Dicing Machine

4) 절단 조건

ⓘ Feed Rate(Cutting Speed)

Cutting 되어지는 물질이 Blade에 대해 움직이는 속도를 말하며 최상의 속도는 Sawing 품질,재료의 특징, wafer의 두께등과 직결된다. 매우 깨지기 쉬운 재료일 경우에는 매우 낮은 Speed가 요구된다.

속도를 증가시켜 작업을 할 경우 짧은 시간에 많은 양을 Chip을 생산할 수 있지만 Blade와 Wafer의 온도를 높이는 단점이 있다. 이때의 높은 온도는 Sawing의 품질과 Blade의 Lifetime에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 반면 속도를 줄임으로써 Blade의 수명을 연장시킬 수 있으며, Chipping 등 Dicing 시 유발되는 불량이 감소되어 깨끗한 Cutting 표면을 유지할 수 있어 Chip Yield를 향상시킬 수 있으나 작업성은 저하된다.

② Spindle Rotation Rate

Dicing M/C의 분당 회전 수 (RPM : Revolution Per Minute)로서 피삭체의 경도, 두께 등이 Cutting 품질에 영향을 미친다.

3. Dicing Machine

4) 절단 조건

③ Depth of Cut (or Cutting Depth)

Dicing 되어야 할 Material 의 두께 및 잘라야 할 Cutting Depth로써 재료가 두꺼우면 Feed Rate 및 Rotation 등의 조절이 필요하다.

④ Coolant & shower

Coolant는 Blade와 Wafer를 Cooling 하는 것을 기본으로 한다. 더불어 Blade와 Si Wafer간 사이에 발생하는 마찰을 최소화 시키는 윤활유 역할을 하고, Dicing시 발생되는 Si Dust를 제거하고, Wafer 및 Blade의 표면을 깨끗하게 해주는 역할을 한다. 이러한 역할을 하기 위해 순수 또는 순수 + Wetting Agent (or Solution)가 Coolant로서 사용되며 적당량의 적절한 부위 투입이 필수적이다. 만일 Wheel이 Heating 되면 Chip Out이 증가하고, Wheel의 수명이 감소할 뿐만 아니라 때로는 Blade Broken(파손)이 발생하여 Wafer에 치명적인 불량을 유발 시킨다.

3. Dicing Machine

5) Dicing용 Tape

① Tape의 기능 : Sawing을 위해 Wafer를 고정시켜 Chuck Table 상에서 작업이 가능하도록 하고, Sawing이 완료된 이후에는 분리된 Chip이 흩어지지 않도록 고정시키는 역할을 수행하여 Assembly 공정까지 안전하게 보호, 유지한다. 그리고, Assembly 공정에서는 Die Bonding시 Chip간의 간격 및 배열 상태를 일정하게 유지하는 보조재로써의 역할을 한다.

② Tape의 구조: Tape는 보통 PVC의 Base film에 얇은 점착층이 형성된 상태이다. Tape에서 가장 중요한 구성은 점착성분의 Tack으로써 이는 Dicing 공정과 Assembly 공정을 동시에 만족해야 하는 문제를 안고 있다. Tack이 너무 낮을 경우에는 Dicing시 Flying Chip, Chip Vibration으로인한 Crack, Chipping 등의 문제를 일으켜 작업 진행 상 문제가 발생하고, 너무 높을 경우에는 Assembly에서 Die Pick-Up시 Chip이 떨어지지 않는 문제를 야기 시킨다.

3. Dicing Machine

5) Dicing용 Tape

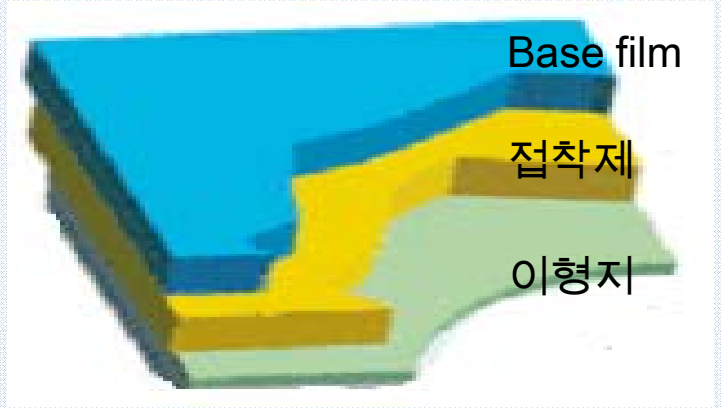
③ Sawing tape의 조건

- 낮은 점착력을 지닌 점착제가 발라져 있는 형태로 되어 있으며 피접착제의 표면에 달라붙기 위한 충분한 점착력을 지니고 있으면서도 쉽게 떼어지는 특성을 가져야 한다.
- Sawing용 점착테이프는 Wafer와 Tape간에 dust &dirt paticle, 기포가 없어야 하며, 동일한 접착력을 가져야 한다.
- PVC 필름원단의 한면의 분리지가 떼어진 뒤 Wafer의 이면에 이물질 및 흔적을 남기지 않아야 한다.
- Wafer의 표면 보호와 충격, 오염,변색 등 을 방지하고 장기간보관에 용이하여야 한다.
- 운송에 효과적으로 다루기 쉽게 하여 손실을 최소화하고 일의 능률을 높여주어야 한다

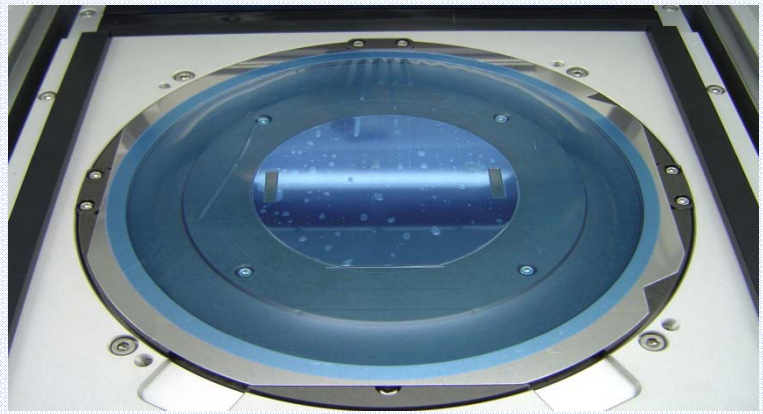
3. Dicing Machine

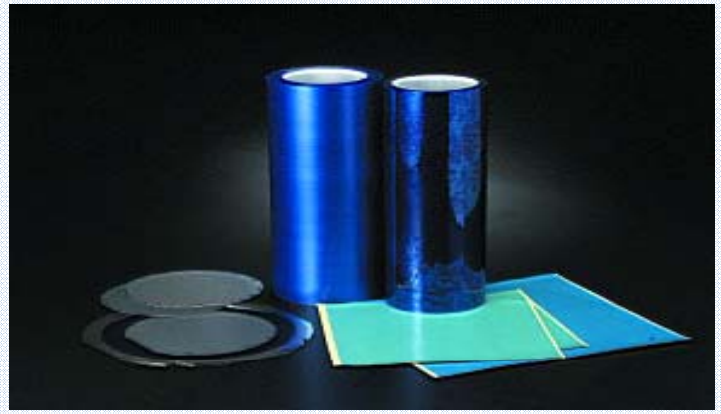
6) Dicing용 Tape소개

: Wafer를 절단 시 chip들이 tape에 잘 달라붙어 있어야 하므로 중요한 요소중 하나이다.

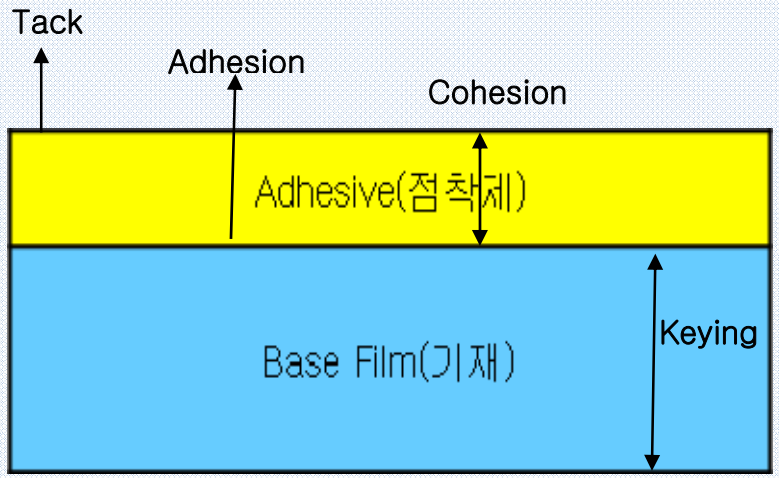


< Tape의 구조 >





< Tape Roll>



< Tape 접착제의 강도구성 >

3. Dicing Machine

7) Flying Chip

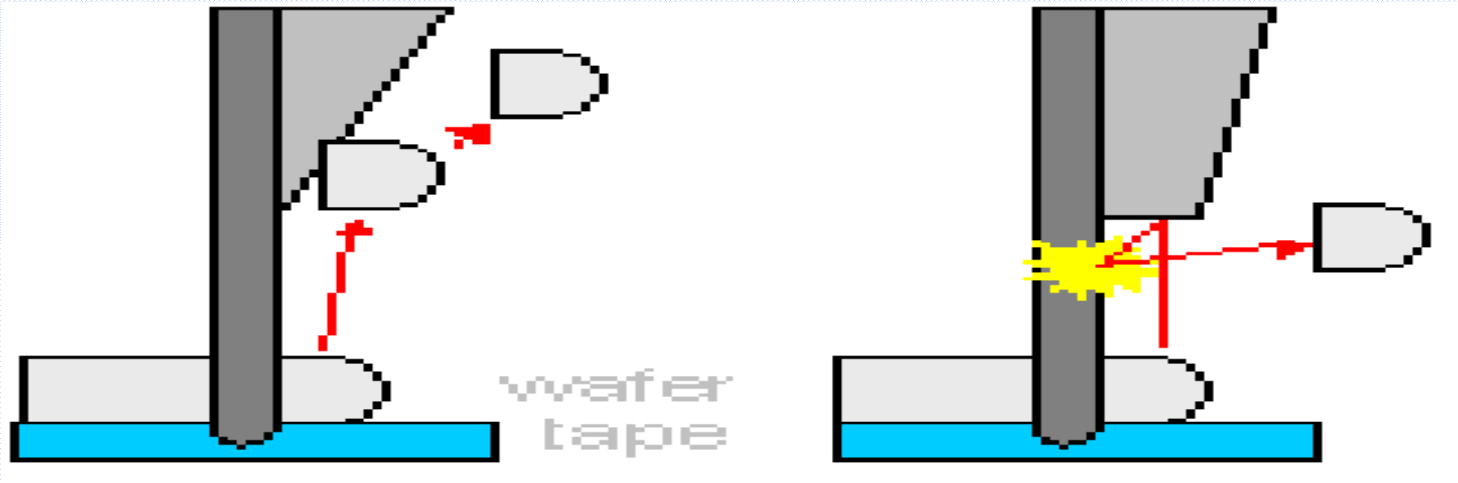
1. Wafer와 Tape 간의 접착력이 약할 때

- Sawing 중 접착력이 약한 부위의 Chip이 Tape와 분리되어 튀어 나가는 현상

▸ 접착력이 높은 Tape를 사용하여 해결.

2. Chip Size가 작은 제품에서 주로 발생

▸ 일정 사이즈 이상으로 도면 설계 하여 해결.



3. Dicing Machine

8) Cutting Mode

1. Single line mode

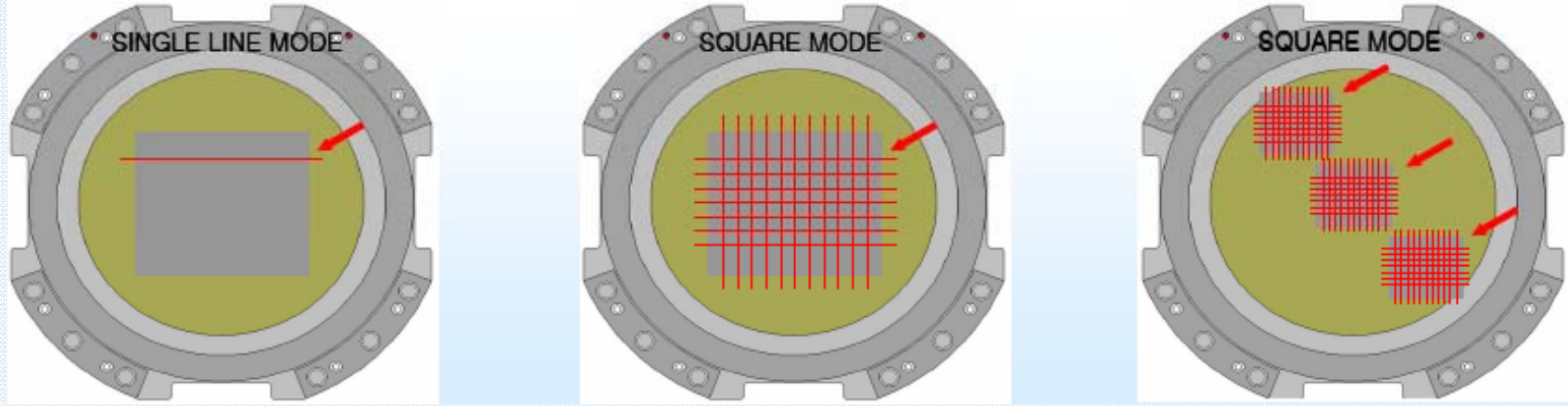
: 단 1줄의 cutting을 하기 위한 모드

2. Square mode

: 정,직 사각형의 chip을 cutting하기 위한 모드

3. Round mode

: 둥근 wafer의 모양을 cutting을 하기 위한 모드



3. Dicing Machine

9) Dicing Saw 장비 Manual

1. Hand mode에서 Buzzer stop 및 reset
2. Axis-All 버튼을 누른다.
3. Return을 눌러 메인 화면에서 Contact mode선택
4. Ready-Contact를 누른다.
5. Contact이 진행 됨(Blade와 wafer chuck)
6. Ready를 다시 눌러 비활성화 한다.
7. Save버튼을 누른다.
8. 메인화면 화면에서 Auto mode를 선택한다.
9. Auto-set을 선택 한다.
10. 상,하,좌,후의 버튼으로 샘플을 얼라인 한다.
11. 첫 cutting point로 가서 X/YO 버튼을 누른다.
12. Recipe를 선택한다.

3. Dicing Machine

9) Dicing Saw 장비 Manual

13. 각 Parameter값을 입력한다.
14. Save를 한다.
15. Recipe → Auto Mode를 누른다.
16. Auto Mode를 가서 Recipe 번호를 누른다.
17. Main화면에서 Main창으로 들어간다.
18. Wafer 및 Chuck Vac. 버튼을 누른다.
19. 다시 Auto Mode로 가서 Ready-Ruen을 누른다.
20. Sawing 진행
21. Wafer 및 Chuck Vac.을 해제 한다.