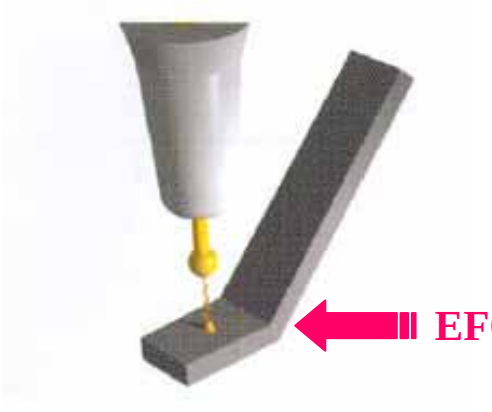
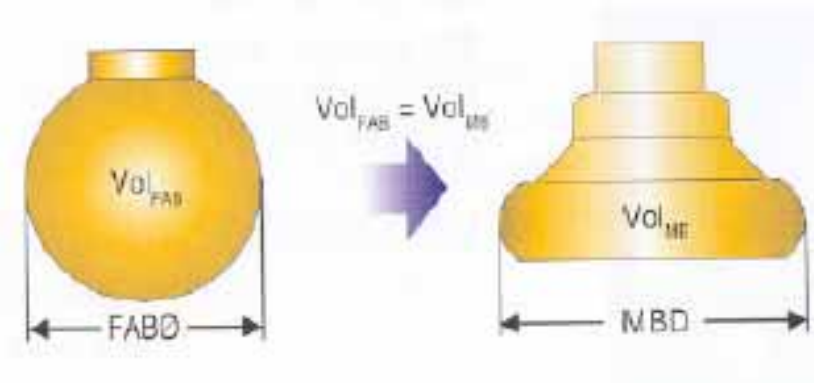
CAPILLARY 교육자료

PECO

DESCRIBE WIRE BONDING CYCLE 1.

- Capillary Tip밖으로 나와 있는 Wire끝에서 Electronic Flame-Off (EFO)를 통해 2~5kv의 전류에 의해서 Free Air Ball 이 형성 되면 시작된다.





- Free Air Ball (FAB)의 Diameter는 Wire Diameter(WD)의 1.4배(Ultra Fine Pitch의 경우) 에서 2.5배(Non-Fine Pitch의 경우)에 이른다. (안정된 FAB=W.D X 1.5)

- 일정한 크기의 FAB를 얻기 위해서는 Second Bond형성 이후에 생기는 Tail Length가 일정해야 한다.

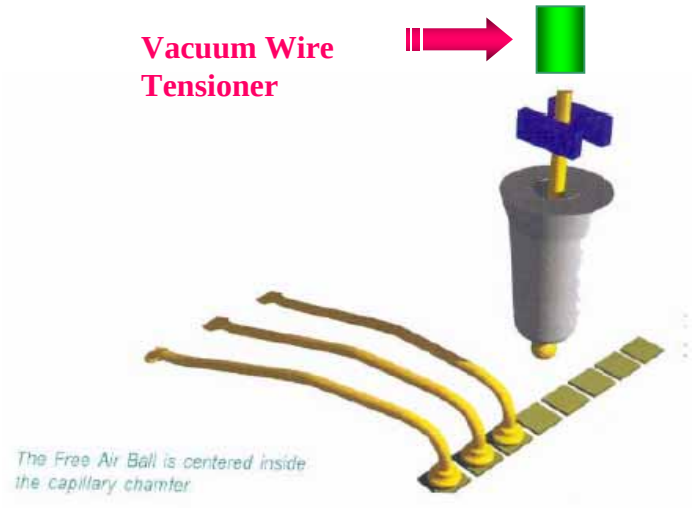
PECO

DESCRIBE WIRE BONDING CYCLE 2.

①

②

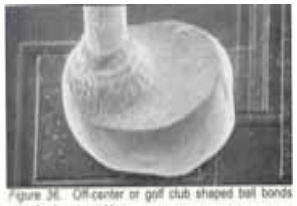
Vacuum Wire Tensioner



③

- Wire Tensioner는 Capillary가 Die Bond를 향해 내려가기 전에 Ball이 Capillary의 CD부위에 밀착되도록 Wire를 위로 당기는 역할을 한다.
- Capillary가 아래로 내려가고 Free Air Ball은 Chamfer중심에 위치하게 된다.
- Bond Pad(1st) Ball Bonding은 Bonding 4요소로 FAB가 Die와 접촉 시 미끄러짐(Slip) 현상을 통해 일어난다.

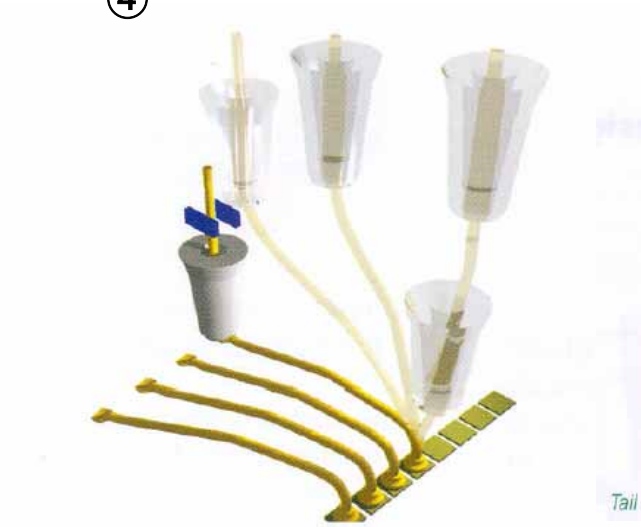
※ 만약 Ball이 Capillary 의 CD에 완전히 밀착되지 않고 Bonding이 된다면 Ball Bond는Bond Pad의 중앙에 형성 되지 않고 “ Golf Club Ball Bond”모양을 만들게 된다.



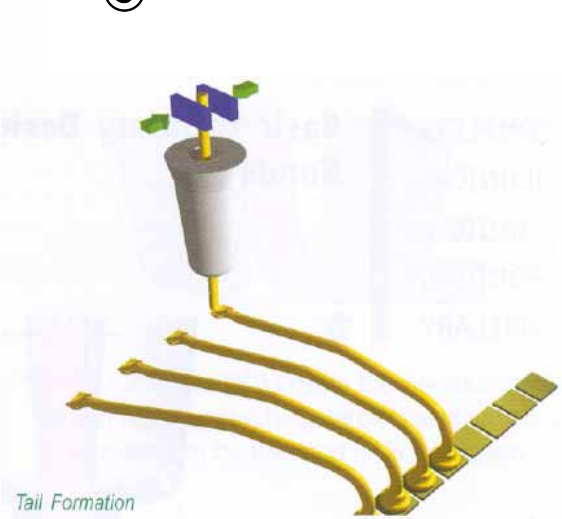
※ Bonding 4요소 : Transducer의 Ultrasonic Energy(Power: Y축 방향) , Force(Z축 방향), Temperature, Time

DESCRIBE WIRE BONDING CYCLE 3.

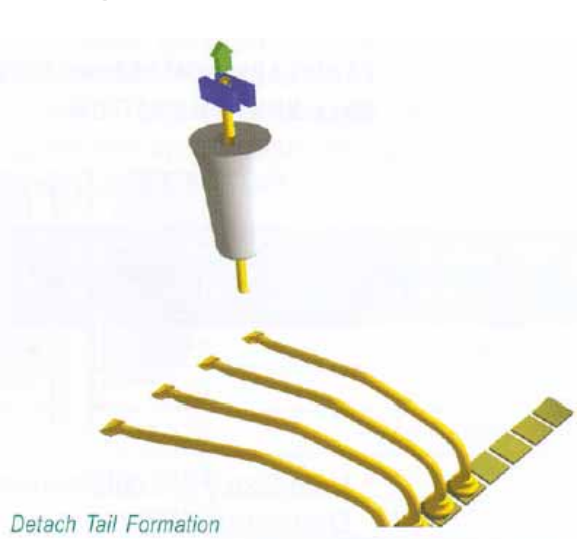
④



⑤



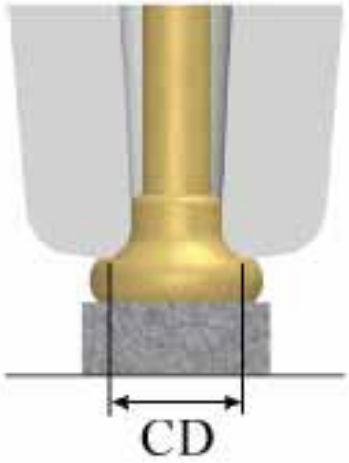
⑥

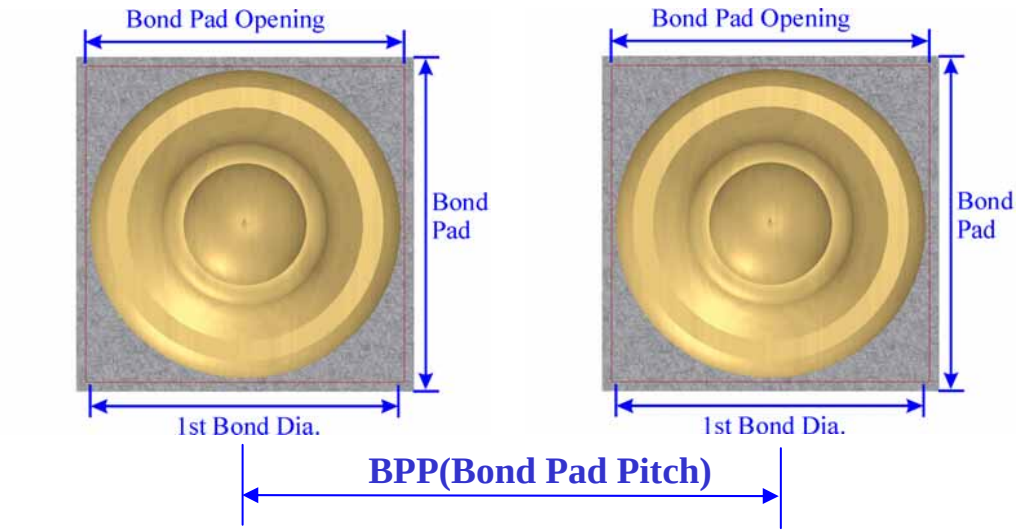


- Die에 Ball Bonding이 된 이후 Capillary는 Second Bond Target Point위에 도달할 때까지 Loop를 형성할 만큼의 충분한 Wire 가 Capillary를 통해 나오게 된다.
- 충분한 길이의 Wire가 Loop를 형성하기 위해 딸려 나오게 되면 Capillary는 Wire를 포물선 또는 타원 모양으로 누른다.
- 포물선이나 타원의 만곡된 가장 낮은 부분은 Stitch형성 동안 유지되어야 한다.
- Capillary가 목표한 Second Bond Position에 도달하면 First Bond때와 비슷한 요소들이 가해져 Stitch Bond를 형성하게 된다.
- Capillary는 Wire를 Lead나 기질에 접촉시켜 변형시키는데 그 모양이 쐐기(V자)와 같다.
- Wire Clamp가 닫혀진 상태에서 Wire를 위로 잡아당겨 Stitch Bond로 부터 Tail을 분리시킨다.

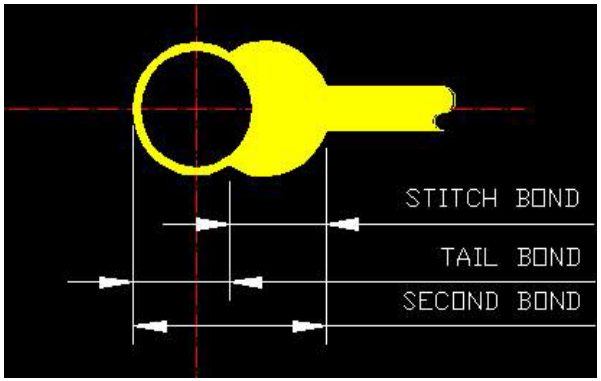
Wire Bonding에 사용되는 용어

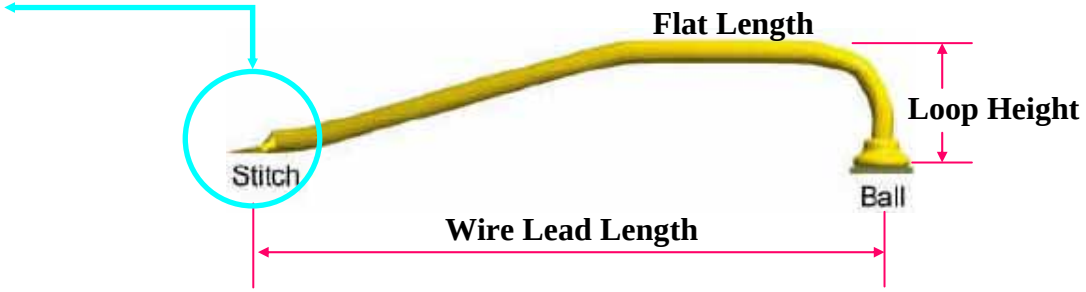
■ First Bond에 사용되는 용어





■ Second Bond에 사용되는 용어





※ 그림에서 보는 바와 같이 Second Bonding은 Stitch Bond + Tail Bond로 구성되어있다.

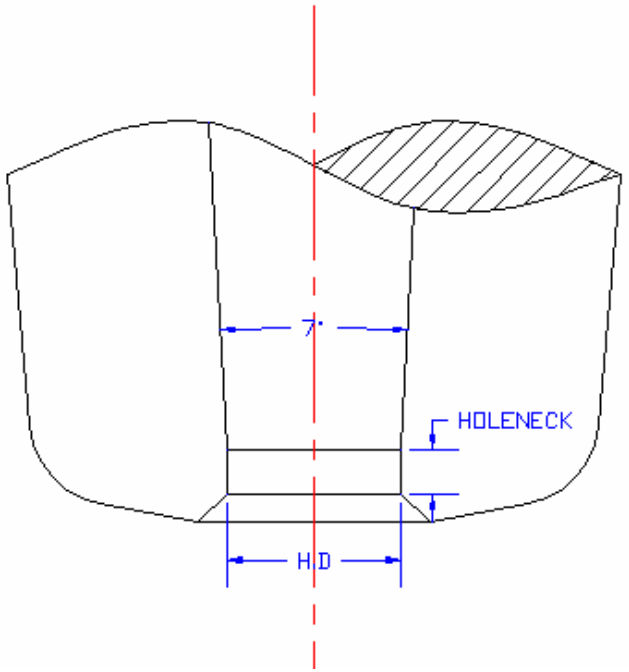
First Bond에 영향을 주는 Capillary Item(Hole & Hole-neck)

■ Hole Diameter

- Ball Bonding의 Ball Size를 결정해준다.
- Hole Diameter (H)는 Wire Diameter (WD)에 의해서 결정된다.
- WD에 비해 Hole Diameter는 최소한 Wire에 비해 0.2mil커야 한다.
- 일반적인 비율은 WD의 1.2배에서 1.5배이다.

※ W/D에 비해 H.D가 과도하게 큰 경우 OFF-CENTER발생됨.

- Ultra Fine Pitch의 경우에는 요구되는 작은 Chamfer Diameter를 보상해 주기 위해서 작은 Hole Diameter 비율이 필요하다.



■ Hole-Neck

- Hole neck 부분을 Polishing처리 함으로써 Wire와 Capillary의 마찰을 최소화 시킬 수 있다.
- Capillary와 Wire의 마찰을 최소 화하여 Capillary내부에 Au의 Build-up을 줄임으로 인해 Life time span의 효과를 얻을 수 있다.
- Capillary feeding 과정 중에 Wire를 잡아줌으로 Wire의 Damage를 줄일 수 있다.
- Hole neck이 H.D보다 작은 경우는 FAB가 ICA에 의해 Capture된 후 ball bonding과정 중 작용하는 force에 의해 wire가Capillary 의 내부각도(7°) 만큼 소성 변형됨. 그로 인해 Clogging현상이 발생 될 수 있다.

※ Hole neck Length ≥ H.D

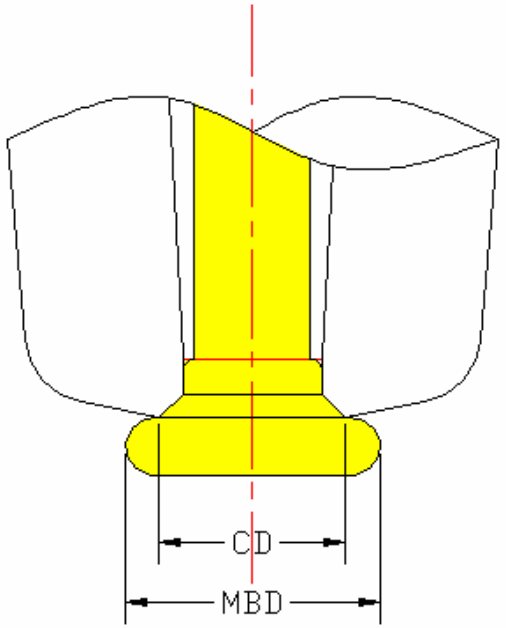
First Bond에 영향을 주는 Capillary Item (CD)

■ CD (Chamfer Diameter)

- Chamfer Diameter 의 기능은 Ball Bonding에 앞서 FAB를 Center 에서 잡아준다.
- Chamfer Diameter (CD)는 Mashed Ball Diameter (MBD)에 의해 결정된다.
- 보통 MBD는 Bond Pad Opening Dimension (BPO) 에 의해 제한 받는다.

※ BPO≥ MBD

- Hole Dia에 비해 과도하게 큰 CD로 제작된 제품은 FAB가 CD안으로 들어가 Ball Bonding 중 Weak,Non-stick현상이 발생될 수 있다.
- Capillary의 표면이 Force에 의해 Pad표면에 지속적으로 Touching 되어 진다면 Capillary의 Damage 로 인한 Build-up이 발생될 수 있슴.

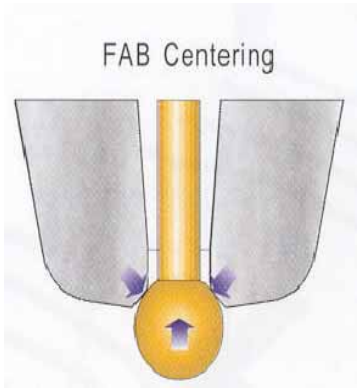


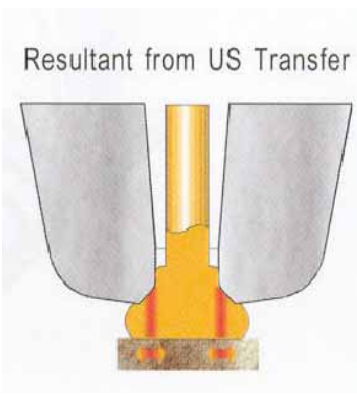
※ CD ≥ HOLE +10㎛ 이어야 한다. Ultra-Fine Pitch의 경우 Capillary의 Tip이 매우 작아서 Hole과 CD의 차이가 급격히 줄어들고있다. 이로 인해 Short tail 문제에 대한 논란이 많아진다 . 따라서 가급적 (CD-Hole)≥0.2mil Rule을 준수하기를 권장한다.

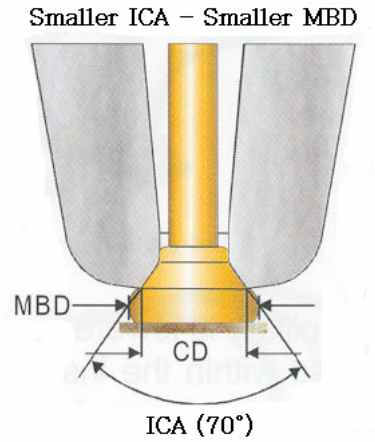
First Bond에 영향을 주는 Capillary Item (ICA)

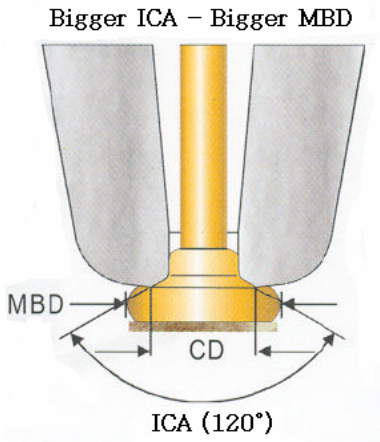
■ ICA (Inner Chamfer Angle)

- MBD형성에 있어서 Ball 의 짓눌린 정도를 좌우한다.
- Capillary의 Impact동안 FAB을 중심에 있게 하는 역할도 한다.
- 일반적으로 (120˚, 90˚, 70˚, 60˚, 50˚, 45˚….)의 각도로 이루어져 있으며 Fine Pitch로 가면서 ICA는 작아지는 추세이다.
- ICA(120˚)는 ICA(90˚)에 비해 Bondability가 좋고 EFO공정에서 발생되는 "OPEN","ERROR" 문제를 줄일 수 있다.
- 단 ICA(120˚)는 ICA(90˚)에 비해 tail bond의 strength가 강하기 때문에 Pig Tail,Peeling-up현상이 발생 될 수 있슴.
- ICA를 형성하는 면은 반드시 Polishing처리 되어 있어야 한다.









※Chamfer Inside Volume : ICA 70 deg > 90deg > 120 deg (ICA 70 deg is better for Fine Pad Pitch Application)

※ Hole Dia, Chamfer Dia, Inner Chamfer Angle , Inner Chamfer의 조합과 상호작용은 Ball Bond형성에 필요한 총 체적을 결정한다.

Second Bond에 영향을 주는 Capillary Item (TIP)

■ Tip Diameter

- TIP Diameter Stitch Length를 결정해준다.
- TIP Diameter가 클수록 2ND BONDING 에서 Stitch Length길어지기 때문에 더 높은 Bond-ability 제공한다.

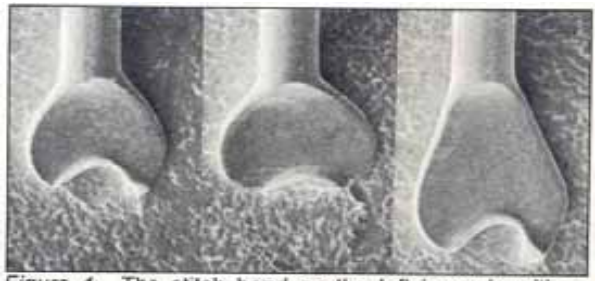


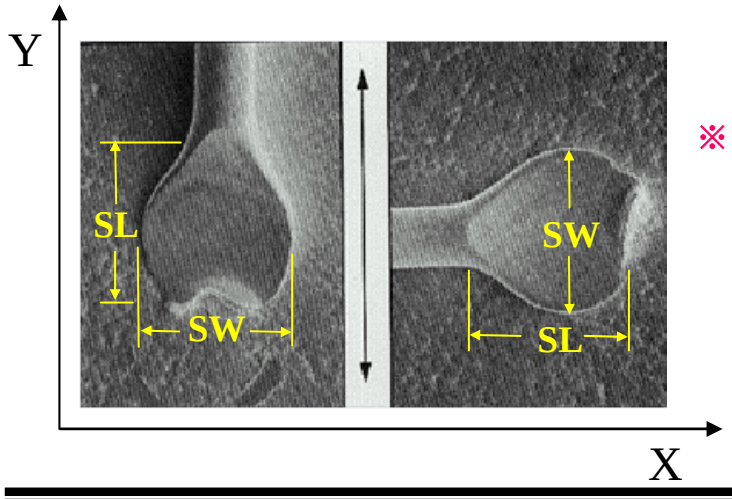
Figure 4. The stitch bond on the left is made with a capillary having the T=0.0059in./150µ. The middle stitch bond is made with a T=0.0065in./165µ. The stitch bond on the right is made with a T=0.009in./229µ. A larger T dimension provides a longer bond length and therefore a larger surface area for a superior intermetallic weld.

※ Second Bond 의 Bond-ability (Wire Pull Test)

ⓐ Stitch Bond : TIP(9MIL)>TIP(6MIL)

ⓑ Tail Bond : TIP(9MIL)>TIP(6MIL) → EFO open and short tail과 같은 문제를 해결하기위해 필요함.

(동일한 점성을 갖는 Wire의 경우 접촉면적의 클수록 접합강도는 증가하기때문)



◀ Ultrasonic Direction vs. Stitch Bond Length ▶

※ Ultrasonic (Power)의 Motion 방향 : Y축 따라서 왼쪽의 그림에서 보는 바와 같이 X축 Stitch Bond Width > Y축 Stitch Bond Width 이다.

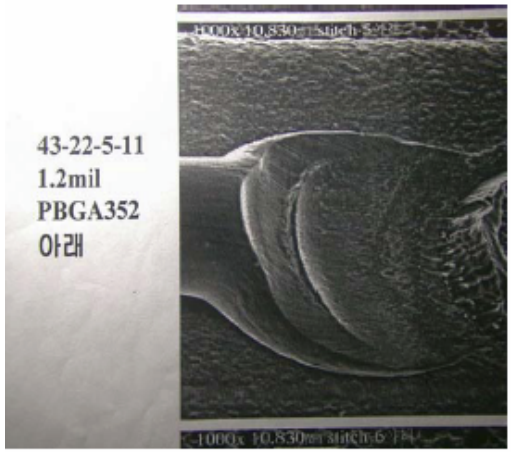
Second Bond에 영향을 주는 Capillary Item (OR)

■ OR (Outer Radius)

- Second Bond에 영향을 주는 중요한 인자로 FA와 함께 Wire를 변형시켜 Heel을 형성한다.
- OR는 Heel Crack을 최소화 하는 Stitch Bond의 적당한 Heel 만곡 을 제공한다.
- 왼쪽의 그림과 같이 Heel Cracking의 문제를 없애기 위해서는 FA와 적절한 조화가 요구된다.
- 일반적으로 OR-Size는 Wire Diameter보다 크게 Design되는 것이 좋다.
- FA가 0° 경우 OR = (2~4) X W.D

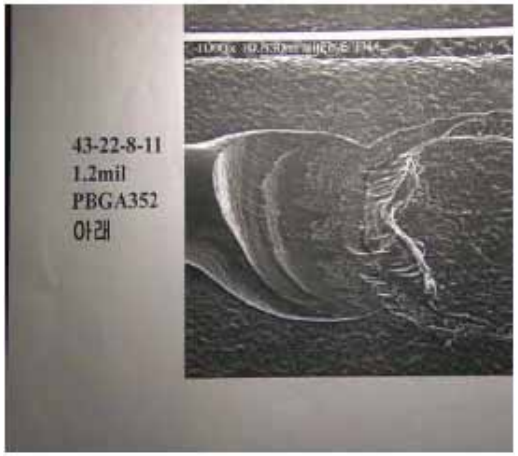
■ FA & OR Size 조합에 따른 Second Bond형상

OR: 0.5 FA: 11



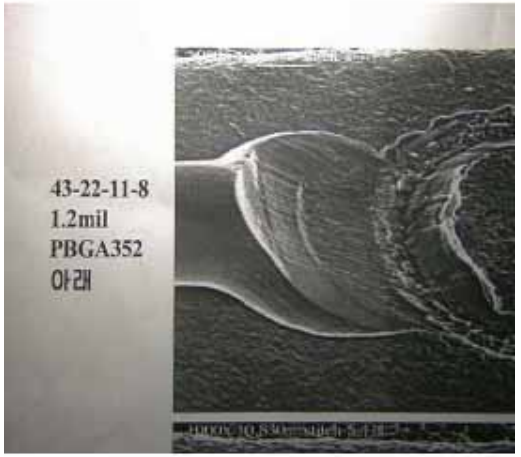
LARGE BUMPER

OR: 0.8 FA: 11



SLIGHT BUMPER

OR: 1.1 FA: 8



ALMOST NO BUMPER

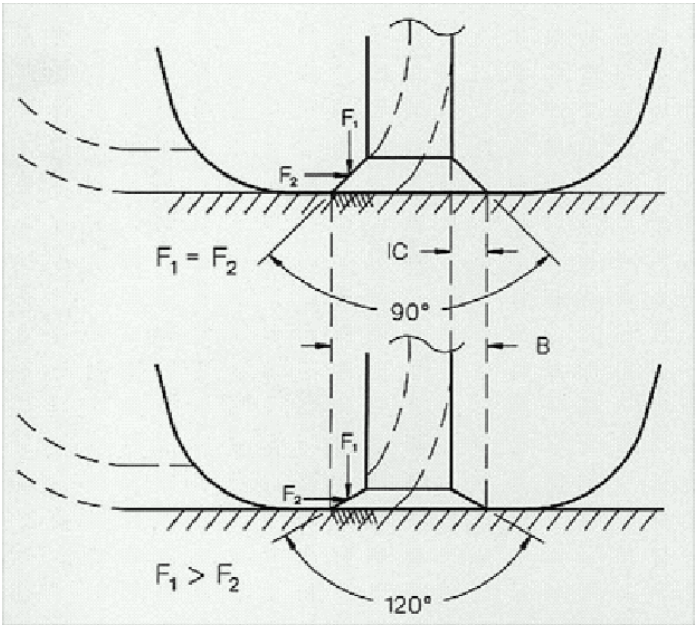
※Design rule(TIP↑:FA↓:OR↑ , TIP↓:FA↑:OR↓)

Second Bond에 영향을 주는 Capillary Item (IC, ICA)

■ IC (Inner Chamfer)

- Second Bond중 Tail Bond에 영향을 인자로 Wire를 끊어 내기 전에 필요한 Tail Length를 붙잡고 있는 역할을 한다.
- Tail Bond Length가 지나치게 길어 Stitch Bond보다 Bond-ability가 높으면 NSOL을 야기 시킬 수 있으며 반대로 지나치게 짧으면 Capillary가 일정한 Tail Length를 형성하기 전에 끊어져 Short Tail을 야기 시킬 수 있다.
- IC길이는 [(CD-H)/2] 으로 ICA와 적절한 조합이 요구된다.

■ ICA변화에 따른 Second Bond의 변화



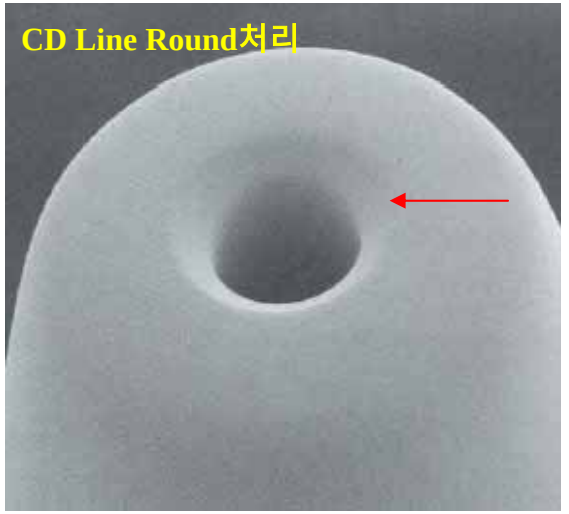
- Hole, CD Size가 동일한 조건에서 아래로 ICA변화에 따른 Force
  120° ICA > 90° ICA

- 따라서 120°는 90°에 비하여 아래로 가해지는 Force의 증가로 Second Bond 특히 Tail Bond에 영향 줌

Wire Feeding 에 영향을 주는 Capillary Item (OCP & IR)

■ Outer Chamfer Polishing

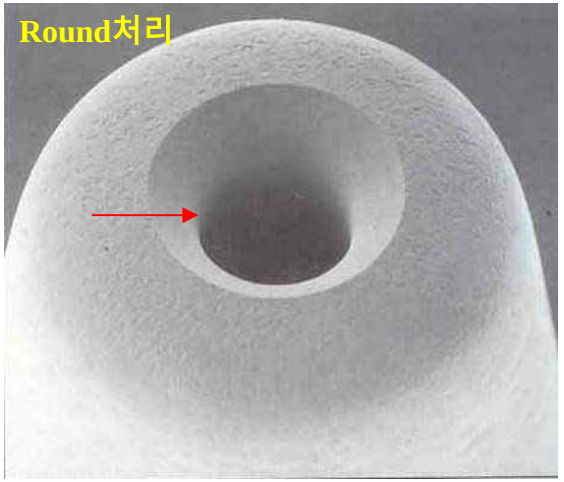
- 부드러운 재질의 lead의 경우 FA각이 높으면 이로 인해 Capillary의 ICA와 FA 연결지점에 damage로 인하여 Build up및 short tail problem 문제를 야기시킬 수 있다.
- feeding과정에서 wire에 scratch를 발생시킬 소지가 있음으로 이를 방지하기 위해 ICA와 FA 연결지점을 Radius처리로 이와 같은 문제점을 보안했다.
  그러나 2nd Bonding에서 OCP처리로 인하여Breaking Point까지 눌러주는 역할이 감소하여 Peeling- up,Pig tail 등의 문제를 야기시킬 수도 있다.



■ Inner Radius(IR)

- ICA와 Hole 만나는 지점의 Edge부위가 날카로운 경우Wire feeding 과정 중 scratch 유발 시킬 수 있다. 그러므로 IR처리가 Wire scratch를 방지할 수 있는 열쇠 중 하나이다.

※ 특히 ICA 120° 제품의 경우 이와 같은 문제를 야기시킬 수 있으므로 IR처리가 매우 중요하다.



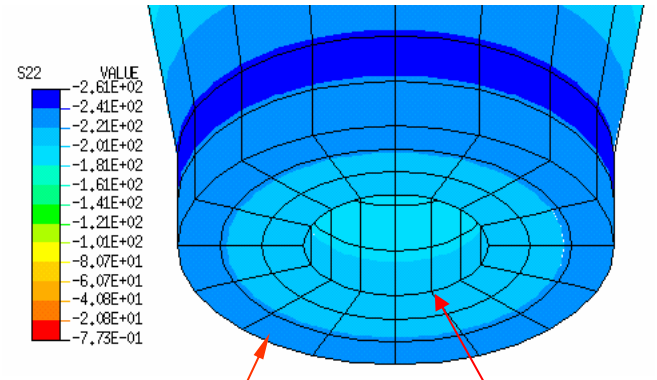
PECO

기타 Capillary Item (CA : Cone Angle)

■ Cone Angle

- CA(20˚~60˚)의 각도 변화에 따른 POWER,FORCE,TIME의 변화
- CA(20˚) : POWER : 80 , FORCE : 90 , TIME : 15 → PULL STRENGTH : 12.78 BALL SHEAR STRENGTH : 37.68
- CA(60˚) : POWER : 70 , FORCE : 70 , TIME : 15 → PULL STRENGTH : 12.99 BALL SHEAR STRENGTH : 38.15

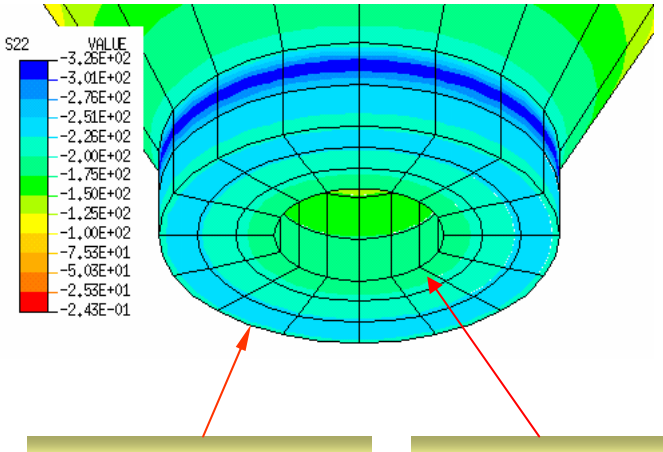
- CA 20Degree -



Outer part : 228 MPa

Inner part : 204 MPa

- CA 60Degree -



Outer part : 240 MPa

Inner part : 189 MPa

※ CA각도가 높을수록 내부에 전달되는 힘은 상쇄되어 Capillary의 Damage를 줄어 Life Time의 개선의 효과를 얻을 수 있으며 바깥으로 전달되는 힘이 높기 때문에 Bond-ability를 높일 수 있고 또한 Ball control및 저온에서의 Bonding 능력이 탁월하여 Fine pitch에 적합하다.

PECO

Wire Bonding과정에서 발생되는 Defect Mode

■ Sagging Wire

- H/D가 작은 경우 과도한 Wire의 Drag로 인해발생.
- Inside Chamfer 작거나 I/C부분의 Damage가 생긴 경우 과도하게 Wire를 Drag할 경우 발생.
- Wire의 장력이 지나치게 부드러운 경우 발생.
- 직경이 작은 Wire를 사용하여 Looping Length를 길게 형성하는 경우 발생.
- Wire Tensioner 오 작동으로 인한 경우 발생.
- Wire Feeding과정 및 Loop Parameter에 기인하여 발생

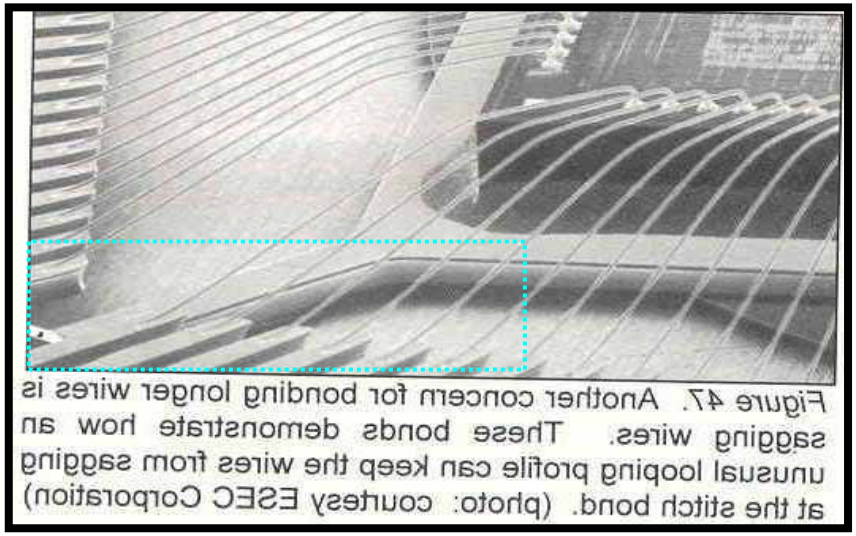
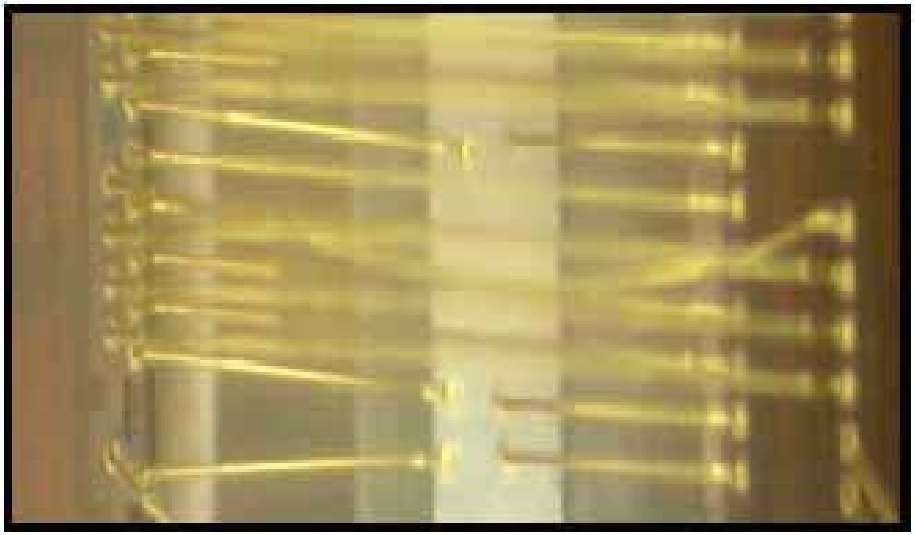


Figure 47. Another concern for bonding longer wires is sagging wires. These bonds demonstrate how an unusual looping profile can keep the wires from sagging at the stitch bond. (photo: courtesy ESEC Corporation)



Wire Bonding과정에서 발생되는 Defect Mode

■ Non-Sticking on Lead (NSOL)

- Metallization또는 도금처리가 나쁜 경우
- Lead Frame Paddle의 Clamping에 문제, Scrubing 과정 중 Lead가 움직이는 경우 발생.
- Lead의 표면과 Capillary의 Face가 평행하지 못한 경우 발생.
- 적절하지 못한 Power , Force , Time
- Small Tip Dimension
- ICA의 각도가 크거나 IC의 길이가 짧은 경우 발생.

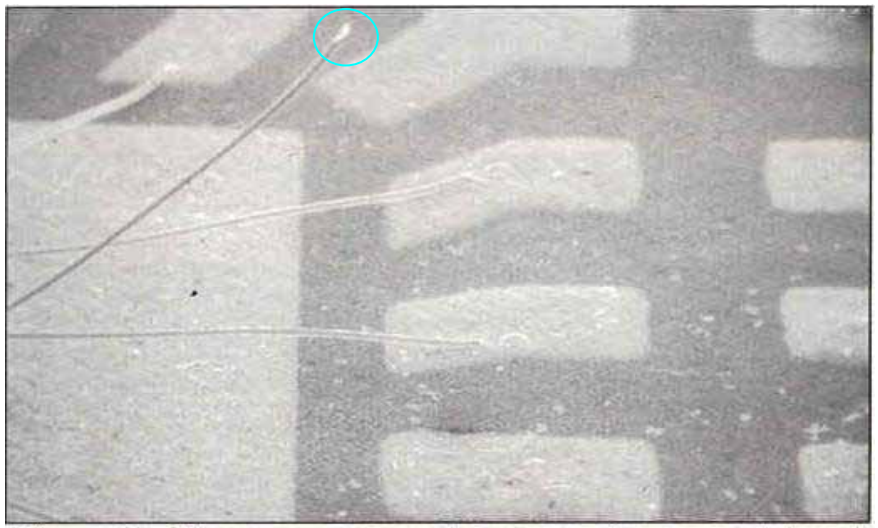


Figure 6. There are several reasons for second bond nonsticking. Some of these are:

Wire Bonding과정에서 발생되는 Defect Mode

■ Second Bonding중 Tailing Problem

- Metallization가 좋은 Bond ability 를 가진 경우 발생.
- Inner Chamfer Angle가 높은 경우 발생.
- IC길이가 긴 경우 발생.
- Tail Bond의Bond-ability가 Wire의 Elongation보다 큰 경우 발생.
- Wire 가 오래된 경우 발생.

■ Wire의 Shorting & Opening Problem

- Wire Tail의 길이가 일정하지 못한 경우 발생.
- Tail의 끝단과 EFO의 거리가 일정하게 유지되지 못한 경우 발생.
- Tail의 길이가 충분히 빠져 나오지 못한 상태에서 EFO가 진행되고 그 상태에서 Bonding이 진행될 경우 발생.
- Wire Bonder의 Damper Solenoid 결함 시 발생.
- Wire Despooling의 결함으로 인해 발생.

Wire Bonding과정에서 발생되는 Defect Mode

■ Off-Center Problem

- CD가 FAB에 비해 너무 크거나 작은 경우, 또는 ICA각도가 낮은 경우.
- Wire is too hard
- Wire의 Tension/drag시 충분히 Tight하지 못한 경우 발생.
- EFO와 Wire의 수직거리가 적당하지 못한 경우 발생.
- Tail Length 가 긴 경우 발생.
- Wire Tensioner의 문제로 인해 FAB가 CD에 정확하게 안착하지 않아서 발생.

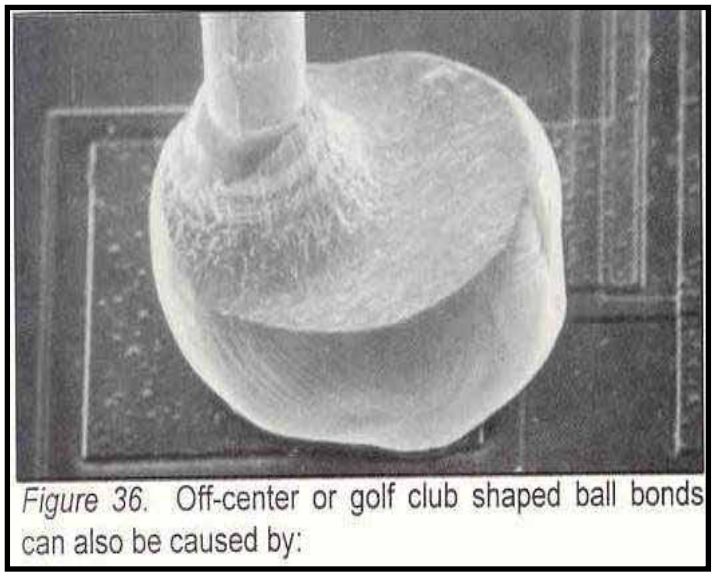
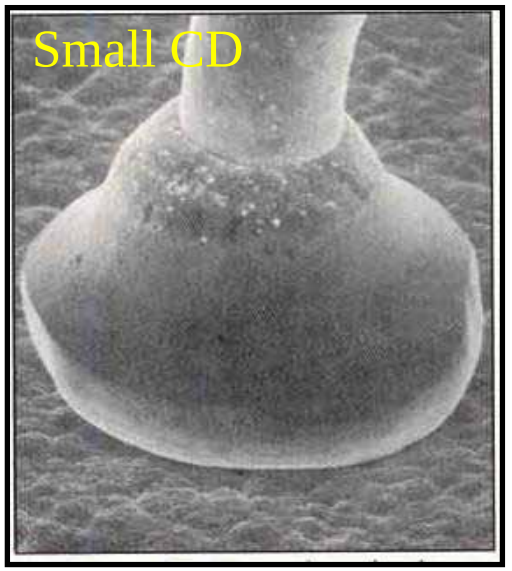


Figure 36. Off-center or golf club shaped ball bonds can also be caused by:



Wire Bonding과정에서 발생되는 Defect Mode

■ Scratch On The Wire

- Wire from the spool has scratches
- Wire clamp surface damage
- Wire clamp not open
- Excessive the wire drag

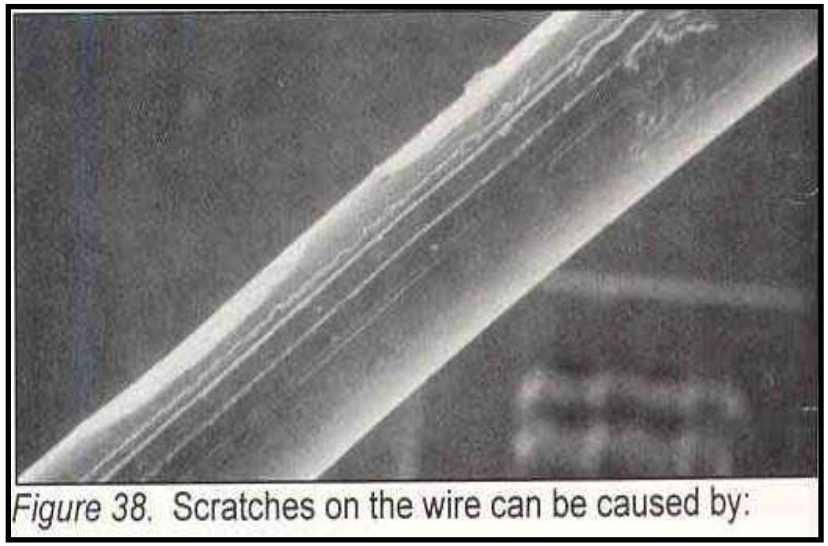


Figure 38. Scratches on the wire can be caused by:

■ Weak Bond

- Wire Tail이 기준보다 짧게 나온 뒤 Bonding이 진행될 경우 발생될 소지가 있슴.
- Capillary의 TIP Size가 기준보다 작은 경우 발생 될 수 있슴.
- Capillary의 FA&OR Dimension이 적절히 Matching되지 못한 경우(Heel Crack을 야기 시킬 수 있다)
- Second Bond쪽 Metal의 Bond-ability 가 나쁜 경우 발생.
- Tail 이 기준치보다 짧게 빠져 나온 경우 발생 이는 IC길이가 짧게 Design된 제품,ICA와 Face가 교차되는Edge부분의 과도한 OCP처리로 영향을 받을 뿐 아니라 ICA각도가 낮은 경우 발생.

Wire Bonding과정에서 발생되는 Defect Mode

■ Missing Wire Problem

- Bond Pad및 Wire에 Contamination
- Lead Frame이 Heater-block에 잘 밀착되지 못한 경우 발생.
- Bonding energy가 부적절한경우 발생.

■ Lift Bond Post

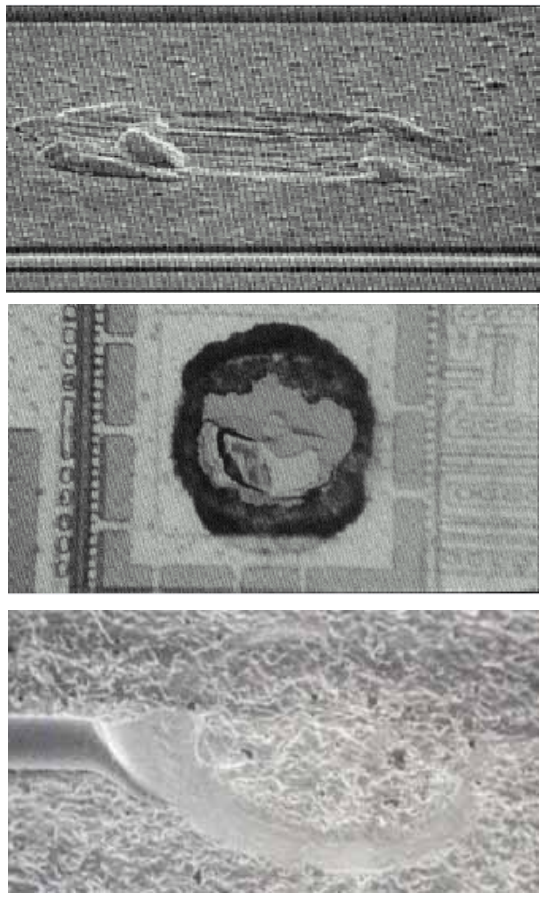
- Internal Lead의 Clamping상태가 부 적절한 경우 발생.
- Internal Lead의 Tilt & Twist로 인해 발생.
- Internal Lead의 Contamination

■ Cratering Problem

- Bond Force가 너무 높거나 낮은 경우, Ball-Size가 너무 작은 경우 발생.
- U/S Power가 너무 클 경우 발생.
- Capillary가 Bond Pad로 움직이는 Velocity(속력)가 부적당한 경우 발생.

■ Chopped Bonding Problem

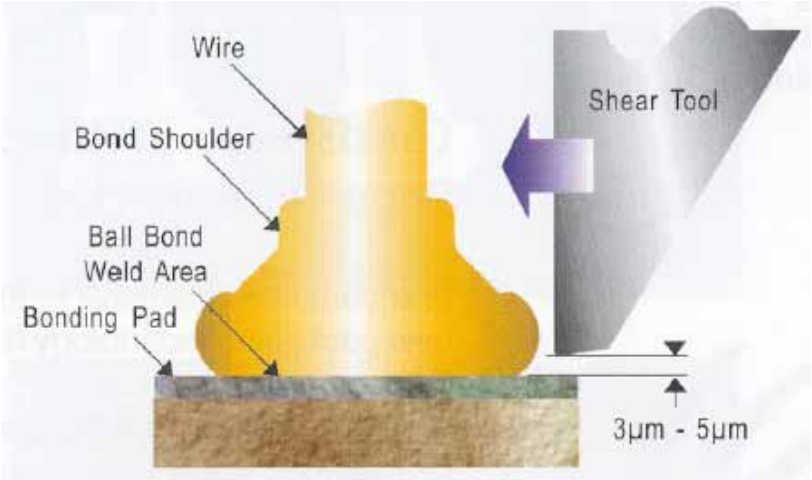
- Wire clamp gap & tension, solenoid동작이 불규칙 한 경우 발생.
- XYZ Ball-neck break.slide가 불안한 경우 발생.
- EFO의 방전 시 FAB의 표면이 거칠게 되었을 경우 발생.



First Bond의 Bond-ability testing method

■ Ball Shear Test에 영향을 미치는 요인

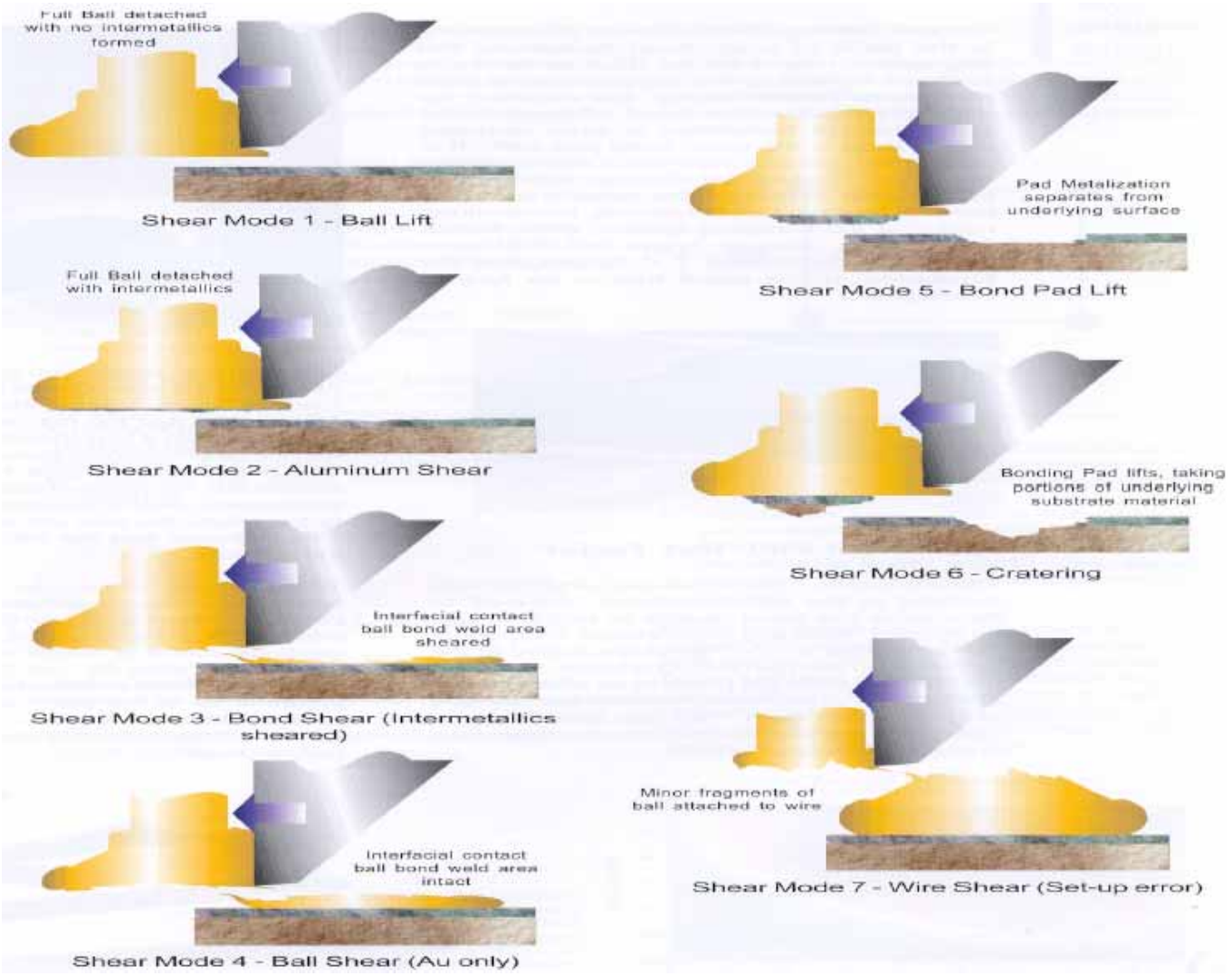
- Ball shear 할 때 Ball의 어느 높이를 tool로 미는가에 따라 그 값이 달라진다.
- 보통 Bond pad표면으로 부터 3~5㎛위 지점을 민다.
- Ball shear tool의 tip size는 test동안 인접 bond에 간섭을 일으켜서는 안된다.
- Ball shear tester 장비는 주위 진동의 영향을 받지 말아야 한다.
- Ball shear tool speed는 200㎛/sec로 일정하게 유지 해야 한다.



■ Ball Shear Test

Mode	Break Position
1	Ball이 Bond Pad로 부터 완전히 떨어지는 양상, 잔류 되는 Gold ball이 Bond Pad에 없음
2	Ball 중간이 잘리면서 Ball Shear 되는 경우
3	Ball이 Pad와 함께 떨어져 나오는 경우
4	Oxide Damage나 Silicone Damage가 발생되는 경우

Different Modes of Ball Shear Test



Second Bond의 Bond-ability testing method

■ Pull Test

Mode	Break Position
1	Ball Neck부분이 끊어지는 경우
2	Stitch Neck 부분이 끊어진 경우
3	Bond pad로 부터 Ball이 완전히 떨어질 경우
4	2nd Bond가 완전히 떨어질 경우
5	Bond Neck부분이 아닌 Loop 중간에서 끊어질 경우
6	Bond pad metal이 들뜨는 경우
7	Bond post 에서 Plating된 부분이 들뜨는 경우

■ 일관성 있는 Small ball bond의 변형을 유지하기위한 조건

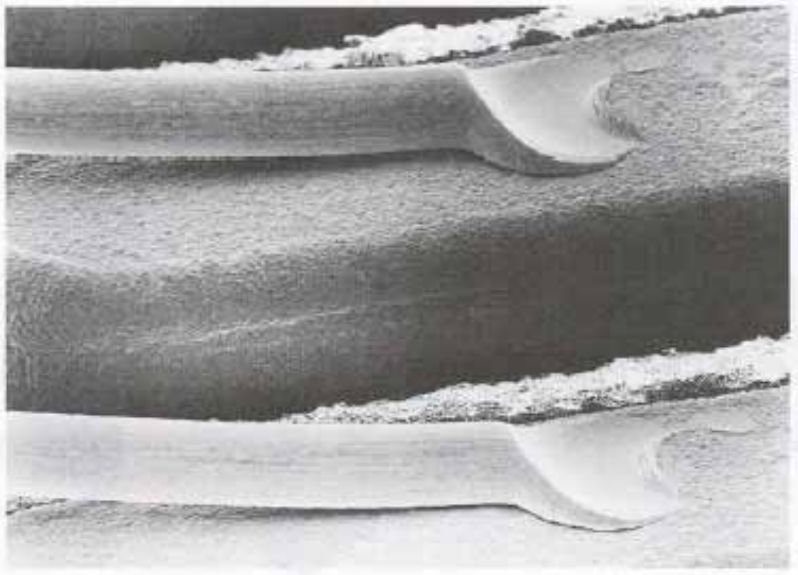
- 최선의 Capillary design의 선택
- HOLE ≥ W.D + 5㎛, CD ≥ Hole+10㎛
- FAB의 크기는 W.D의 최소한 1.5배 이상유지
- Second bonding이후 일정한 tail length
- 일정한 E.F.O의 방전, Wire의 shorting과 open 을 방지하기 위해 tail과 EFO사이의 적당한 간격유지

Stitch Bond – A Major Issue

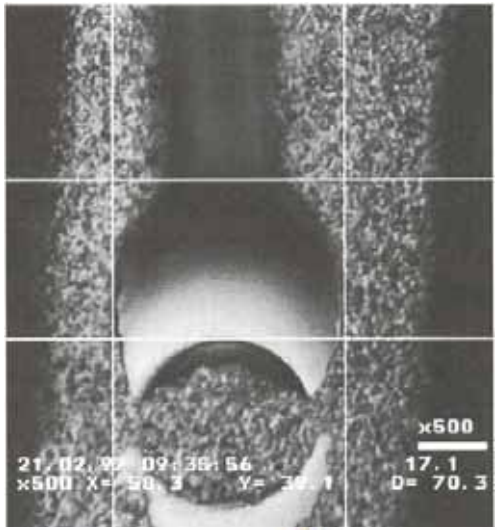
Ultra Fine Pitch Bonding 에서의 실질적 문제는 Stitch Bond형성 문제이다. 이 문제가 발생하는 Application은 Bond Pad Pitch가 좁은BGA나 QFP이다.

결론적으로, Stitch Length 형성에 직접적인 영향을 미치는 Capillary Tip 모양은 주어진 Bond Pad Pitch에 비례해서 줄어든다.

사용되는 재질의 순도, 수평도(Levelness)와 균일성, 온도, Clamping System의 정밀성 등 서로 다른 요소때문에 얻기 힘든 일관된 Mashed Ball Diameter 만큼이나 일관된 Stitch Bond를 얻는다는 것은 어려운 일이다. Stitch형성 이후, 특히 T<100㎛인 경우에 발생하는 Missing Wire나 Loose Tail문제는 더 많은 조사가 필요하다.



The Stitch Pull Test Factor



Wire Bond Pull Testing은 반도체 산업계에서 Bond Quality를 결정하는 방법으로 널리 쓰이는데 Pull Strength값은 보통 Grams 으로 표시된다.

일반적으로 Bond된 Wire의 Loop최고점에서 당기고 그 값을 읽는다.

그러나 이 방법은 Low Loop와 Long Wire가 쓰이는 Application의 특성상 효과적인 방법으로 입증되지 못했다.

이 방법은 Bond된 Wire Lead Length의 차이 때문에 잘못된 Pull Test결과를 가져 올 수 있다.

실제 Application에서 Pull Test는 Wire의 실제 Break Load점과 Stitch에 가까운 쪽에서 일어나는 Failure Mode을 결정한다. 이 방법을 사용할 때 주의해야 할 점은 Pull Tester Hook가 다른 Wire에 간섭을 주지않는 곳에 위치하여 Test가 이루어져야 한다. 이 Test를 통해 실제 grams gauge를 읽을 수 있고 더 중요한 것은 Failure Mode를 얻을 수 있다는 것이다. 몇몇 경우, 비록 Stitch가까운 쪽에서 Wire를 Pull 했다 하더라도 Neck에서 끊어지는 경우가 있다.

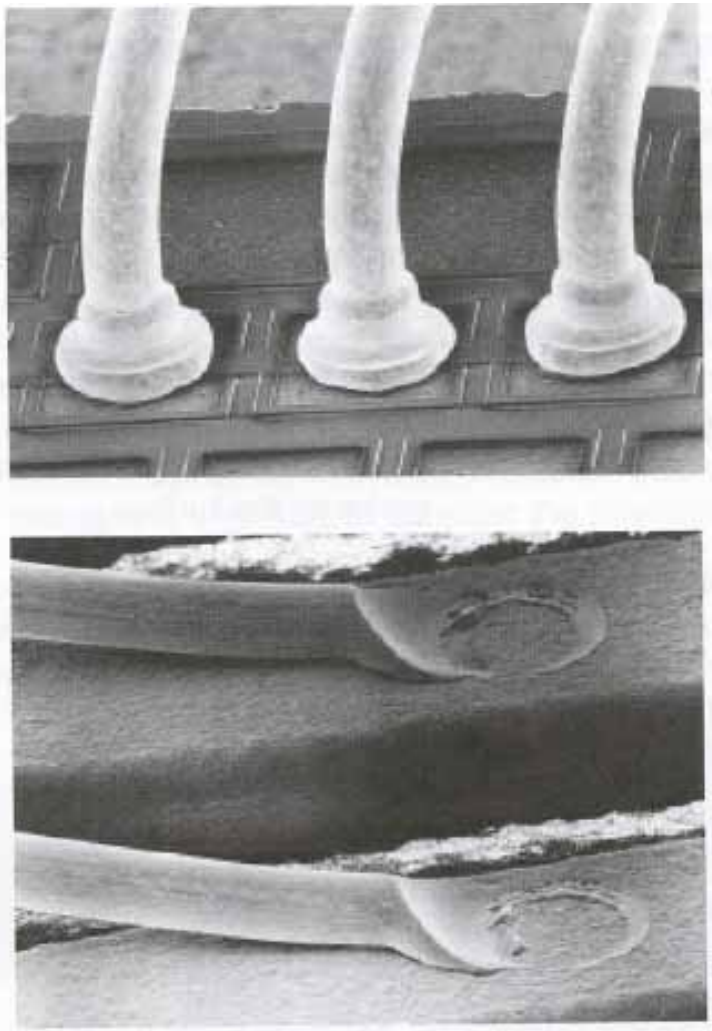
이것은 Ball Side보다 Stitch가 더 강함을 의미한다. 여기서의 문제점은 얼마나 가깝게 Hook가 Stitch쪽으로 수직하게 위치하여 Pull을 하느냐, Wire Dia고려, 그리고 어떤 식으로 Pull할 것이냐는 것이다. Gram gauge reading, Failure Mode, 남아있는 Tail의 양 등을 Pull Test이후 알 수 있다. 가장 중요한 것은 Pull Test할 때 들어 올려진 Stitch가 없어야 한다는 점이다. Stitch의 외관을 관찰하는 것은, 만약 심각한 Cut Stitch나 Rearing 문제가 발생했을 때 그것을 추적하는데 있어 필수적이다. 이런 문제들은 잠재적으로 낮은 Stitch Pull reading을 나타내는 요인으로 작용한다.

Ultra Fine Pitch Gold Ball Bonding

■ 정의에 의하면 Fine Pitch는 인접한 두 Bond Pad 중심 사이의 거리(BPP) 일반적으로 Bond Pad Pitch라 부르고, BPP가 100㎛ (3.94Mil)이하인 경우를 말한다.

■ Ultra Fine Pitch 50㎛(2.0Mil) Gold Ball Bonding을 위해서는 Wire Bonding Process에서 사용되는 서로 다른 재질간의 최적화된 상호작용을 얻는 문제가 선행되어야 한다.

■ Capillary Design을 고려하는데 있어서도 기하학적 디자인, 크기의 허용치, 그리고 사용되는 재료 등 다양한 측면이 최적화되는 것이 중요하다.



Typical 70µm BGA Package using 30µm Wire Diameter of SBNE-38AS-AZM-1/16-XL

전형적인 Wire Bond Process 최적화

※ Wire Bond Process최적화는 Bonding Process 안정에 있어 필수적이다.

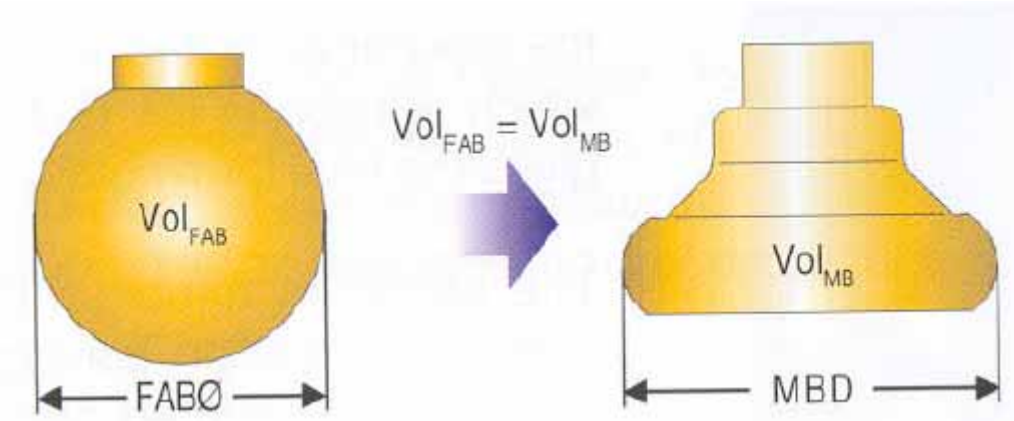
- Process 최적화는 Ball과 Wedge Bond Quality Control을 위한 Process Parameter Window의 범위를 한정한다.

※ 다음은 Wire Bond Process최적화의 기본 절차

■ 주어진 Application에서 목표한 최적의 응답을 얻기 위해 사용되는 Ball과 Wedge Bond SPEC을 정한다.

- Ball Bond Specification Limit(LSL) 그리고 변형된 Ball Height의 평균값, Ball Diameter, Shear Strength
- Wedge Bond Specification : Low Specification Limit(LSL), 평균값과 Stitch Pull Strength Mode

■ Free Air Ball 최적화 : 요구되는 Ball Bond Diameter와 Height에 기초해서, Free Air Ball Diameter의 관점에서 볼 때 동등한 Free Air Ball Volume을 계산한다. 이것은 EFO Parameter를 위한 Target Reference로 사용된다.
목표한 Free Air Ball의 일관성은 고려되어야 할 주요 사항이다.

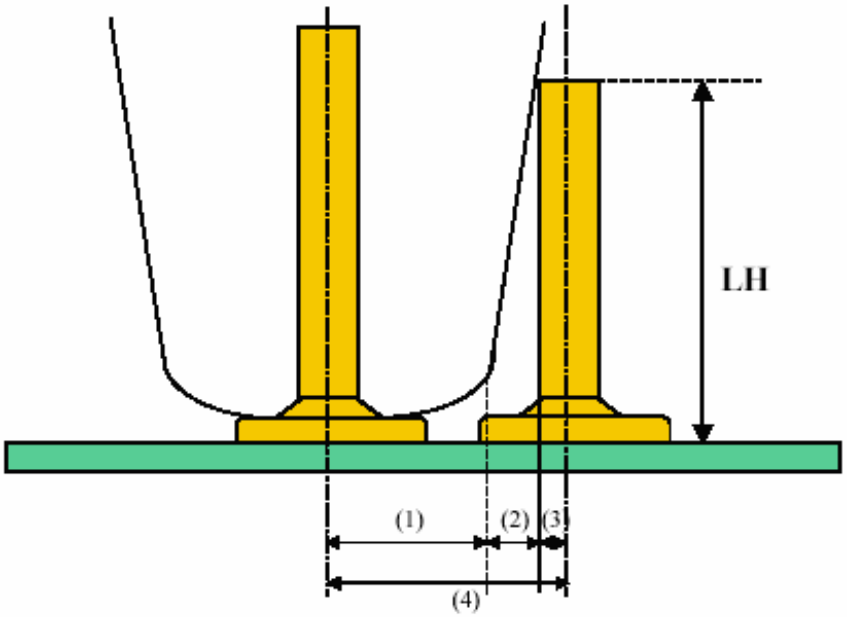


※ 사용될 작업 Machine Parameter의 초기치를 정하는 것이 최적화의 시작이다. 이것은 일반적으로 Wire Bonder 제조사에 의해 주어지거나 비슷한 Application이 존재한다면 거기에 기초할 수도 있다.

CAPILLARY 선정 시 고려사항

Capillary Tip dia vs Bond Pad Pitch

The minimum pad pitch not to touch to the next wire can be calculated as below. On this formulation, some factor such as wire tilting and placement deviation was not considered.



(1) = TD/2 **(3) = WD/2**

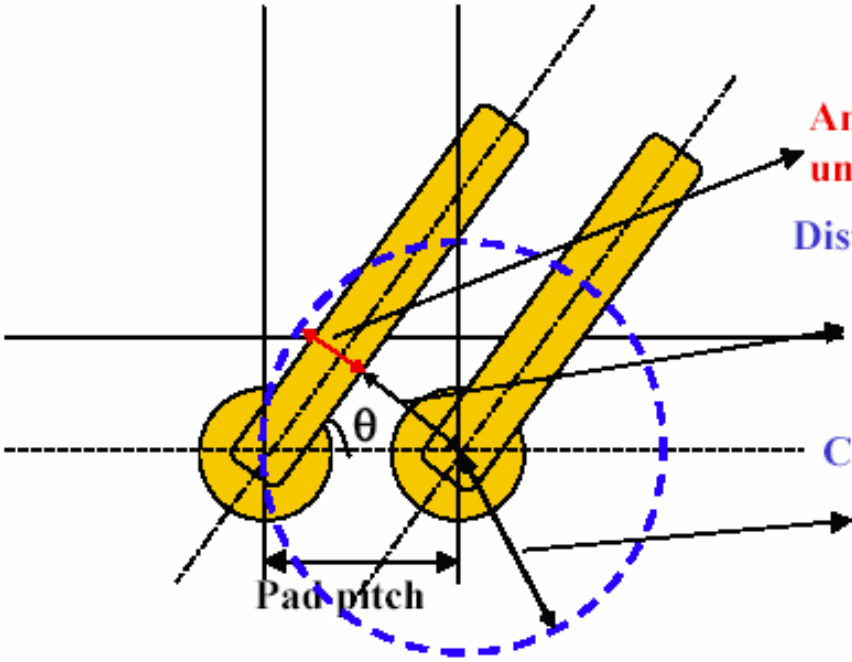
(2) = $LH \times \tan\frac{BNA}{2}$ **(4) = Pad pitch**

$$Pad\ pitch\ . = \frac{TD}{2} + LH \times \tan\frac{BNA}{2} + \frac{WD}{2}$$

Note) TD=Tip dia., LH=Loop Height, WD=Wire dia., BNA=Bottle Neck Angle

CAPILLARY 선정 시 고려사항

Capillary Tip dia vs Bond Pad Pitch at Corner Area



Amount of Loop Deformation under specific loop height

Distance of Ball center to next wire

$$\left(Pad\ pitch \times \sin\theta - \frac{WD}{2} \right)$$

Capillary contact range at loop height

$$\left(\frac{TD}{2} + LH \times \tan\frac{BNA}{2} \right)$$

$$Deformation\ at\ \theta = \left(\frac{TD}{2} + LH \times \tan\frac{BNA}{2} \right) - \left(BPP \times \sin\theta - \frac{WD}{2} \right)$$

Capillary Design Considerations

Capillary Parameters Affecting the Bonding Process

Process	Parameters
Bond Pad Pitch	Tip, BTNK and CA
1st Bond	Hole, ICA and CD
2nd Bond	Tip, FA and OR
Looping	CA and BTNK (H, A and R) Hole, CA and ICA

Capillary Design Parameters (1)

- **Hole Size**
  - Hole Dia > Wire Dia + 0.3 mil
  - For fine pitch, can be Wire Dia + 0.2 mil
  - If hole is too small, loop may be uneven.

- **Chamfer Diameter**
  - Chamfer Dia > Hole Dia + 0.4 mil
  - If CD is too small, short tail may occur more frequently
  - To increase tail bond strength, increase CD and decrease Hole

Capillary Design Parameters (2)

Tip Diameter

- Tip Dia < 2*Bond Pad Pitch–Wire Dia.–Lp. Hgt.*Tan(CA/2) – 0.4 mil
- If tip is too small, 2nd bond may weaken.
- If tip is too large, may have cap interference with 1st bond or looping.

Face Angle

- For finer pitch, use higher face angle to increase 2nd bond strength.
- For non-fine pitch, 0,4 and 8 degrees are common.
- For finer pitch, 8 and 11 degrees are common.

Capillary Design Parameters (3)

Outer Radius

- For finer pitch, use smaller OR
- OR = (Tip-CD) * FA %

FA	%	FA	%
0	50	8	25
2	40	10	20
4	35	12	15
6	30	15	10

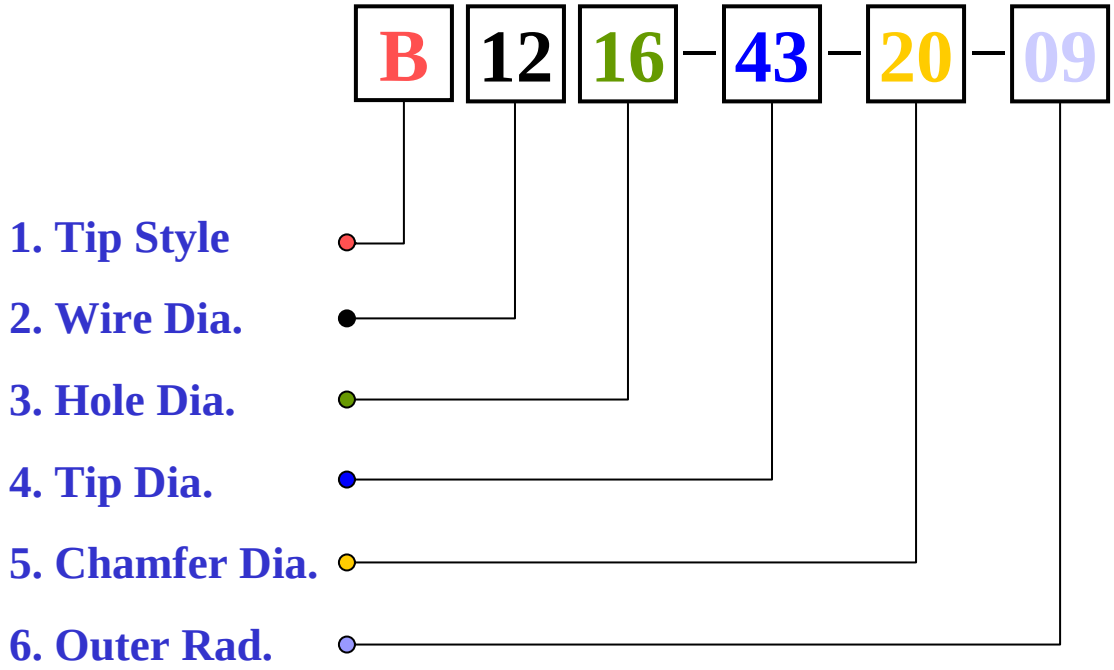
- Example :

  1.0 mil wire 80um pitch bonding, the capillary can be selected to be : H=1.3mil, CD=1.7mil, Tip=4mil, FA=11, OR=0.8

3. PECO Capillary Models

Designation of PECO Part Numbers

Standard P/N



Standard

FA	8° (T≥4.3 mil) 11° (T<4.3 mil)
ICA	90°
CA	20°
L	L (0.437″)
Finish	P (polish)

PECO

4. PECO Capillary Models

PECO Optional P/N

B 12 16 – 43 – 20 – 09 (□ – □ – □ – □)

PECO P/N : B1216-43-20-09

Optional for P/N : B1216-43-20-09 (04 – 70 – 30 – S – M)

7. Face Angle
8. Inner Chamfer Angle
9. Cone Angle
10. Length
11. Finish

Optional

FA	0º, 4º, 6º, 15º
ICA	70º, 120º
CA	30º
L	L (0.375″)
Finish	M (matte)

PECO