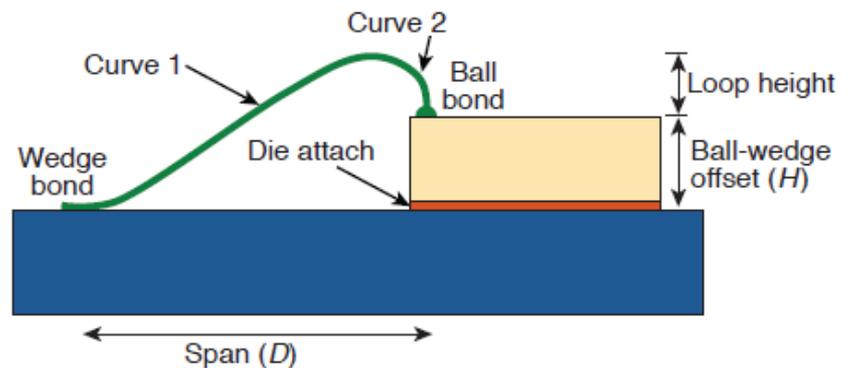


자동차와 같은 가혹환경 속 구리와이어 접합 IC의 적합성

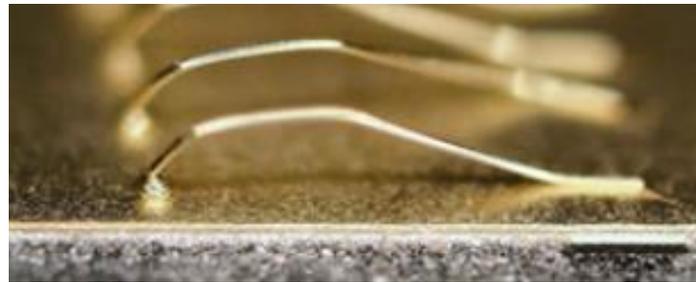
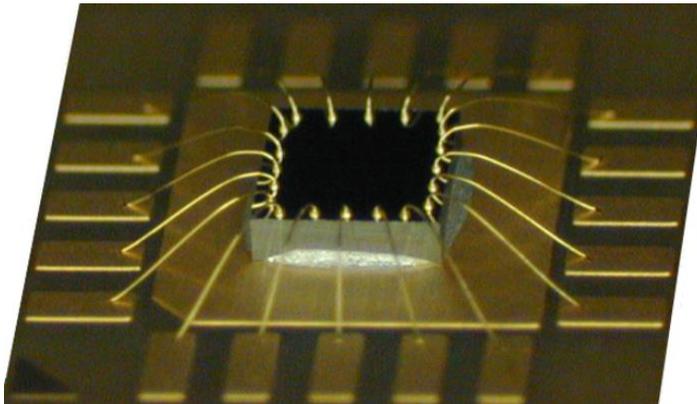
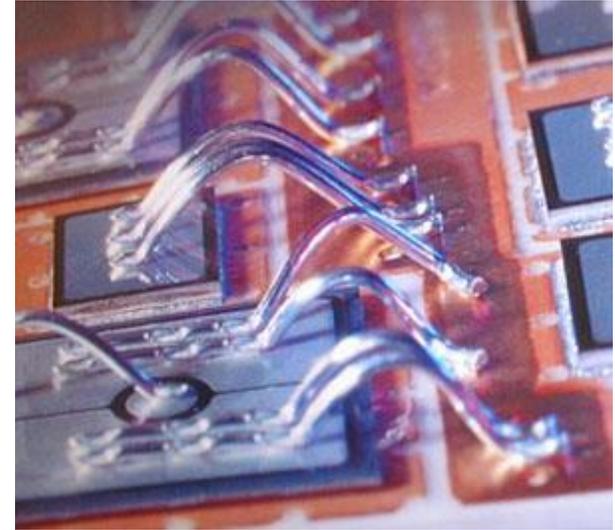
2015

권형안/엑슬리트엣지



전통적인 반도체 접합 선로

- 반도체 다이와 다이 그리고 다이 와 패키지 끝단 연결을 위한 선로접합은 전통적으로 알루미늄이나 금을 이용
 - 전력전자장치에서 특별히 사용되는 웨지와 웨지의 접합을 위한 낮은 비용의 Al 선로는 복잡한 패키지에서는 변동이 많음
 - 높은 연성을 가진 금 선로는 볼과 바느질프로세스에 사용하기에 필요한 미세 접합능력을 제공함.



구리 접합 선로에 대한 동기 - 금 가격 급등

- 1993-2005 동안 금 가격은 \$300-\$400/Troy Oz. 정도임
 - 2005 년 금 가격이 급등하기 시작해 2011년에는 \$1,800/Troy Oz. 로 정점에 이룸 (~\$1,152/Troy Oz. 2015년 2월말)
 - 반면 구리는 \$1.5-4.5/Pound 로 변동 (\$0.10-\$0.31/Troy Oz.) (~\$2.67/Pound, 2015 2월말)
- 금 가격급등은 2000년대 후반에 구리와이어 연결기술을 개발하기 위한 연구개발을 촉진
- 구리선 접합 (Cu-WB) ICs 는 2010년에 소비자용 ICs생산에 나타나기 시작

GCJ05 - Gold (COMEX)



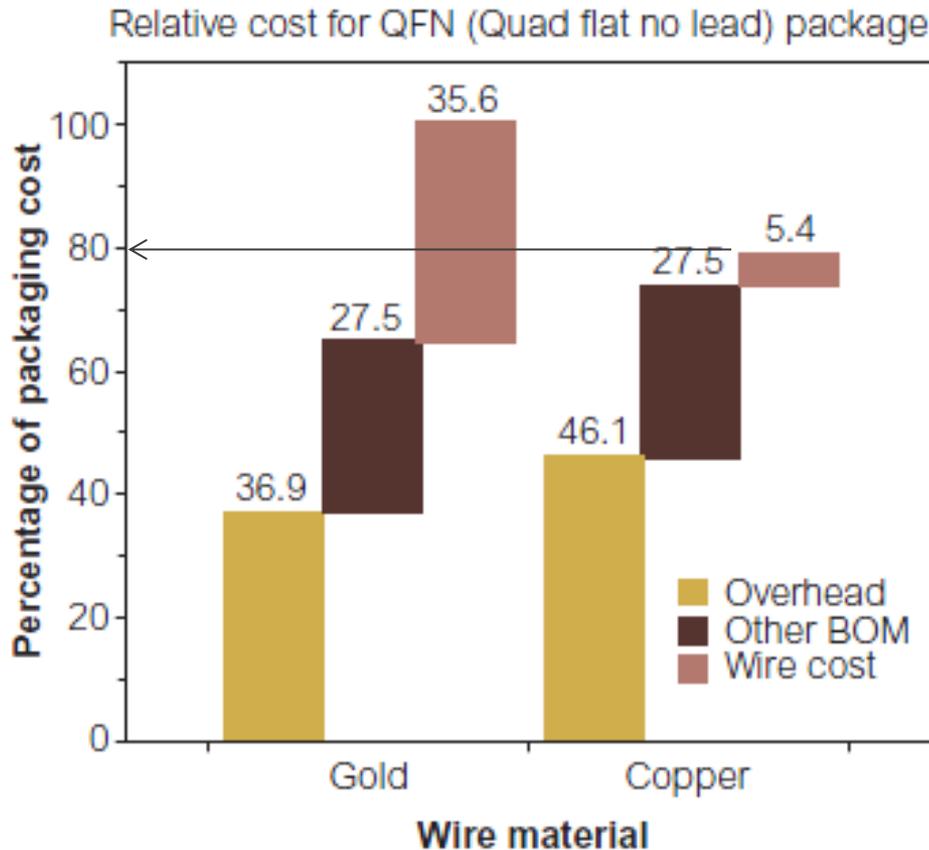
HGH05 - High Grade Copper (COMEX)



Chart Source: <http://www.nasdaq.com/markets/>

2008 Cu-WB 전환의 합리성 - 패키지 비용 구성

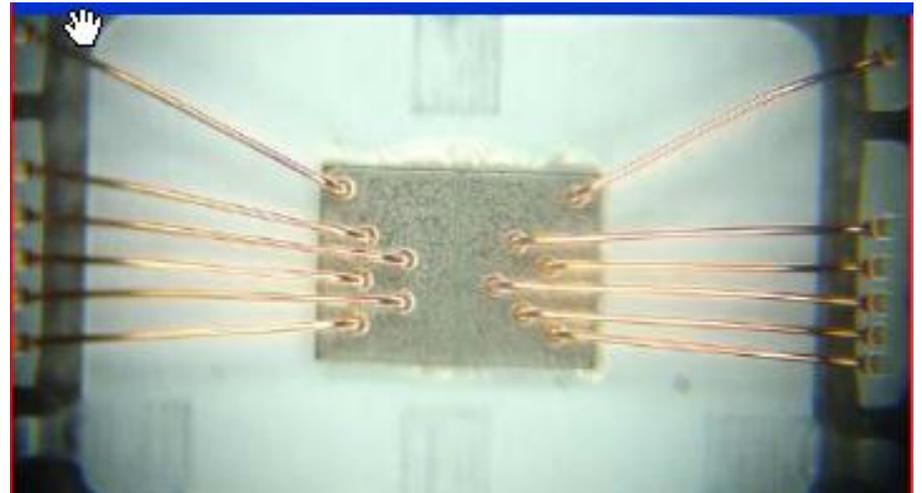
- Cu WB 장비가격은 약간 비싸고 생산효율은 약간 느림
- 그러나 낮은 구리선 비용은 두 이슈를 보완하는 이상임
 - 금 가격이 계속 상승하면서 타당성을 더 좋아짐



Source: L J. Ramos.
Copper Wire Manufacturing Challenges.
Semicon Singapore 2008
Competitiveness varies with
market prices of Gold & Copper

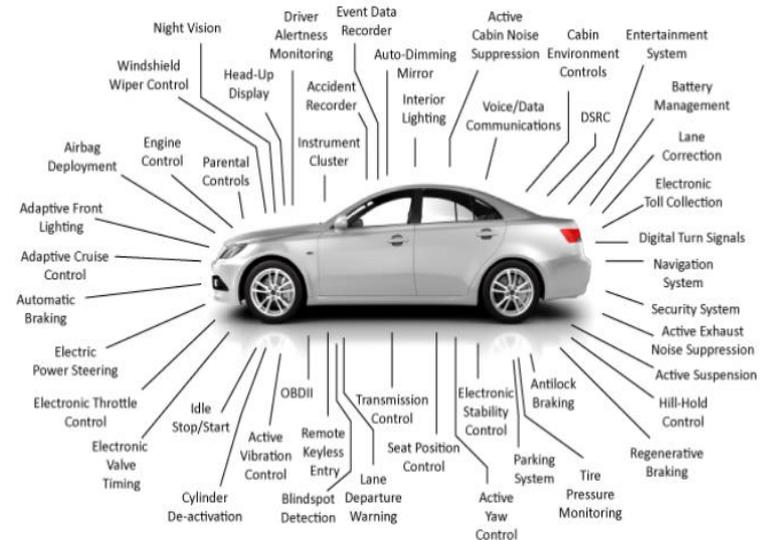
Cu-WB 현 상태

- Cu 와이어가격은 상당히 낮음
- Cu 재료속성은 더 빠빠한 프로세스 가용범위에서 더 복잡하고 늦은 접합프로세스를 요구
- 초기에는 작고, 저가의 소비자용 IC에 사용 (2010)
- IC공급업체 제품라인이 더 복잡한 IC를 Cu-WB로 전환하는 프로세스 최적화
- 그러나 가혹한 환경, 긴 수명, 고 신뢰성 응용환경에서 는 아직 입증이 부족



자동차 전장품에서의 Cu-WB로 전환

- 2114 - Cu-WB 부품은 자동차 전자제품으로 전환되기 시작
 - 몇몇 Cu-WB부품이 가진 신뢰성 이슈들이 자동차 E/E모듈의 철저한 제품 검증을 위한 내구성-신뢰성테스트에서 탐지됨
 - 부품은 AEC사양에 따른 차량용이었음
 - 가혹한 환경에서 10-15년 동안 자동차 품질,신뢰성,내구성 + 안전성(QRD+S)은 치열한 경쟁이 있는 글로벌 자동차시장에서의 원가관리측면에서도 .
 - 자동차 OEMs들은 처음시도에서부터 올바르게 설계되어 예산과 일정이 유지되고 테스트 시 문제를 발견하고 수정하는 데 추가시간과 비용이 발생하지 않도록 관리
 - OEMs 은 모듈단위 테스트에 통과할 수 있는 견고한 E/E부품을
 - 부품레벨 이슈들이 공급망 초기에 해결되기를 원함



자동차산업은 비극적 2014년 이후 E/E QRD+S에 민감

- 수십억불 비용을 야기한 총 62백만대 차량에 이르는 700 리콜 기록
- 이러한 이슈들의 많은 것들이 신뢰성 사안들로 안전사고를 발생시킬 수 있는 고장으로서 수년 동안 사용되다가 발생.
- 특별히 새로운 기술이 적용될 경우, 제품 QRD(품질, 신뢰성, 내구성)능력의 안전사유로 인식되지 않은 다른 것들임
- 헤드라인은 끝도 없어 보임!

Detroit Free Press
A GANNETT COMPANY

Search SUBSCRIBE NOW FOR HOME DELIVERY

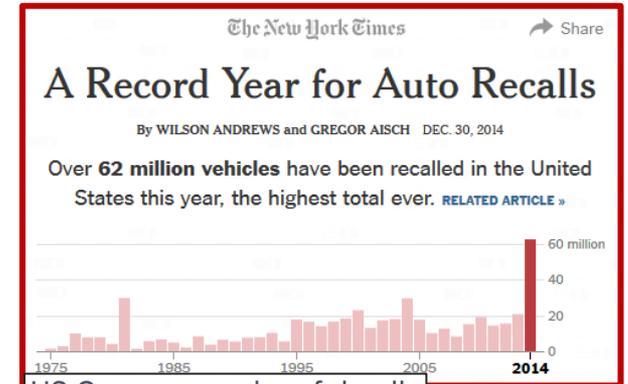
HOME NEWS SPORTS AUTOS BUSINESS LIFE ENTERTAINMENT USA TODAY MORE

Automakers set recall record and mostly for basic issues

Obama asks Congress for dozens more auto-safety investigators

Congress Steps In To Investigate General Motors And NHTSA

Federal regulators fine Honda \$70 million in safety investigation



US Congress probe of deadly defect in GM cars expands

It's official: 2014 was a year of record auto recalls

by Ben Geier @ben_geier FEBRUARY 13, 2015, 11:00 AM EST **FORTUNE**

2014: Year of the Most Automobile Recalls Ever

Tweet (226) +1 6 **abcNEWS**

Auto Industry Galvanized After Record Recall Year

Source: <http://www.nytimes.com/2014/12/31/business/a-year-of-record-recalls-galvanizes-auto-industry-into-action.html>

- “자동차 메이커들은 이전에 탐지되지 않거나 무시되어 온 수년 동안의 결함들을 제거하고 있음 .”
- “보는 것은 전 산업의 변신임 ”
- “자동차 산업의 소홀한 안전이슈에 대한 강한 집중은 가장 기본적인 안전 프랙티스에 대한 접근 방법도 변경시킴 ”
- “G.M. 는 중구난방이 엔지니어링 조직을 재구성하여 모든 안전기능을 중앙집중형으로 만듦 ”
- 개선된 E/E 안전 중점은 자율주행차량접근 시대에는 필요
- OEM 들은 공급업체들에게 E/E QRD 나 안전의 모든 측면에 대하여 입증을 하라고 요구하고 도전적 자세를 취함
- 새로운 표준 - ISO-26262 기능 안전 - 차량 시스템
 - 자동차 제품개발과 검증 프로세스 속에 통합될 수 있을 것으로 기대되는 의무적이고, 광범위하며, 이상적인 제품개발 및 검증프로세스를 정의 .

자동차나 다른 가혹환경/고신뢰성 응용분야에 Cu-WBs 적합?

(자동차, 군사, 항공, 인프라, 의료, 우주 ... Etc.)

○ 주요 신뢰성 물리학 고려사항 과 트레이드 오프:

속성	금 (Au)	구리 (Cu)
탄성 계수(Elastic Modulus)	8.8 Mpa (+ 더 연성)	13.6 Mpa (- 덜 연성)
인장강도(Tensile Strength) N/m ²	>240 이상 (+ 더 강함)	160-200 이하 (- 더 취약)
산화(Oxidation)	없음 (+)	있음 (- 산화 취약성)
녹는 온도(Melting Point)	1064° C (+더 빠른 접합)	1085° C (더 느린 접합)
가공경화비율(Work Hardening Rate)	낮음 (+ 쉽게 접합)	높음 (- 접합하기 어려움)
전기적 저항(Electrical Resistance)	2.3 uohm-cm (- 더 높음)	1.7 uohm-cm (+ 더 낮음)
열전도성(Thermal Conductivity)	293 W/mK (- 더 낮음)	394 W/mK (+ 더 높음)

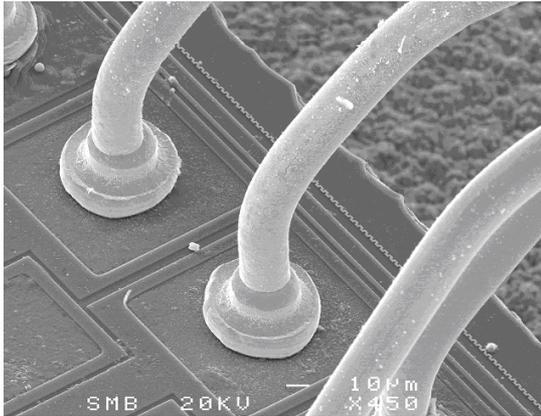
- Cu 는 더 높은 녹는점을 가지고, 산화되며, 금보다 딱딱함 - 조음파 접합이 더 어렵고 느림
- 구리는 금보다 더 약하고 덜 연성적 - 내구적 결과
- 구리는 더 나은 전기적 열 전도성 - 개선된 E/E 성능

Cu-WB QRD+S 관심사

- Cu-WBs의 초기 관심사는 높은 품질의 접합을 이루는 것
 - 응용분야에 불충분한 약한 접합 과 Cu 접합프로세스의 어려움은 최적화된 접합보다는 더 일찍 고장야기
- 다음 관심사는 가혹한 환경 (자동차나 군사용처럼 고 신뢰성이 요구되는 비 소비자 시장)에서의 장기신뢰성 (LONG TERM RELIABILITY)임
- 주된 관심사 :
 - 온도 사이클링
 - 주기적인 열팽창-수축으로 부터의 낮은 사이클 피로
 - 온도/습도 저항성
 - 패키지 박리(Delamination) 및 침식(Corrosion)
 - 상승된 온도 저항성
 - 과도한 금속간 형성물

전형적 볼 & 바느땀 웨지 와이어 접합 프로세스

볼 접합



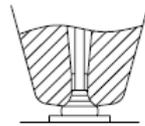
1. The bonding process begins with a threaded capillary.



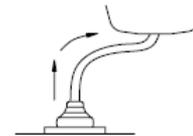
2. Electrical Flame Off (EFO) forms the free air ball.



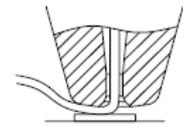
3. The capillary captures the Free Air Ball in the Chamfer Diameter and descends to the Bond Site.



4. Force and Ultrasonic Energy are applied over Time and the Ball Bond is made.

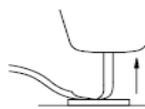
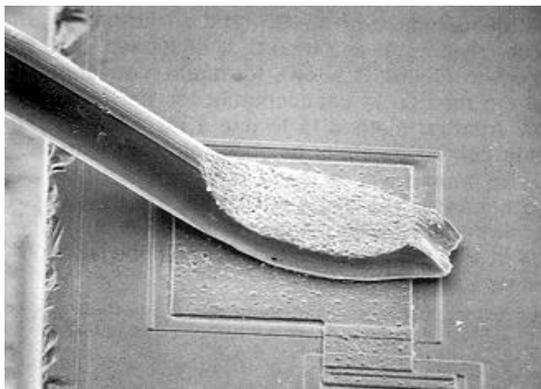


5. The Looping Sequence



6. Force and Ultrasonic Energy are applied over Time to make the Stitch Bond.

웨지 접합



7. The capillary rises with the Wire Clamps off for a specific distance.



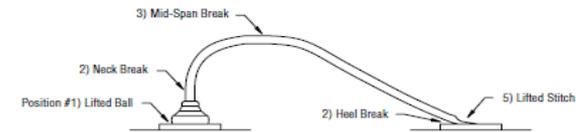
8. The Wire Clamps are applied and the wire breaks away from the 2nd Bond leaving a specific tail length.



9. The Tail Length after breaking away from the 2nd Bond.



10. The EFO forms the next Free Air Ball and the cycle begins again.



Preferred Failure Modes

- Mid-Span Break (Bond Strength exceeds Wire Tensile Strength)
- Neck Break at Heat Affected Zone (HAZ)
- Heel Break

Undesirable Failure modes

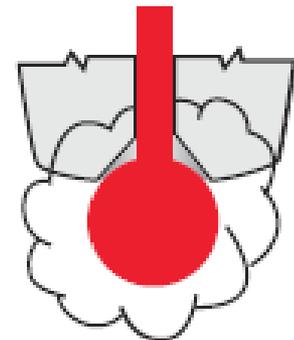
- Lifted Stitch
- Lifted Ball

Cu 접합 품질 과 프로세스 도전적 과제

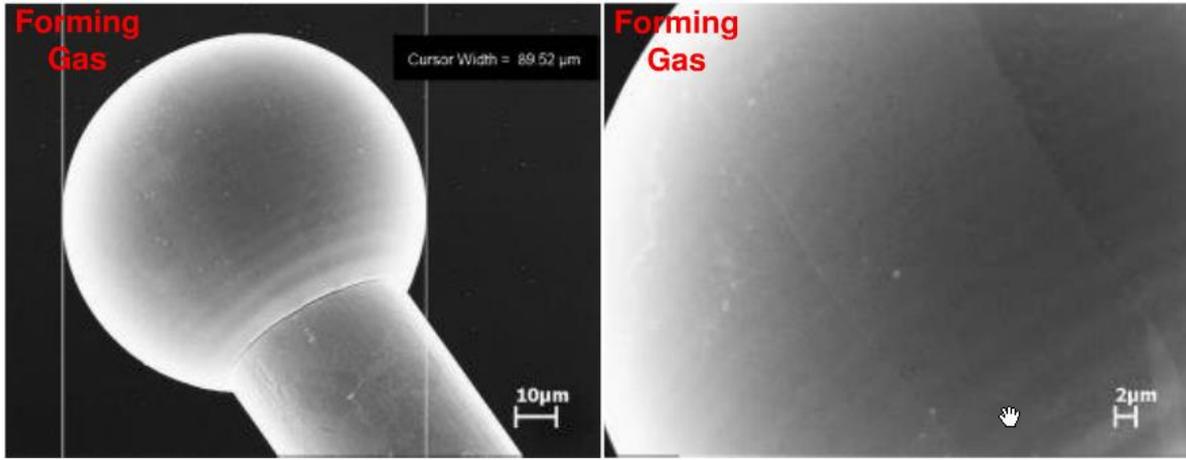
○ 볼 형성 & 산화

- 볼 접합은 전자적 불꽃제거(EFO, Electronic Flame Off)프로세스라고 부르는 무산화 과정을 통해 와이어 끝을 녹여서 대칭적이고, 구체인 볼을 정확한 크기로 가열하는 기술이 요구됨
 - 금은 산화되지 않아 공기 중에서 형성된 금 볼이 침식되지 않음
 - 그러나 구리는 특히 높은 온도에서 산화가 되어 볼 표면의 구리 산화물은 취약하고 고장을 유발하는 불충분 접합으로 이어짐
 - 구리가 쉽게 산화되므로 더 낮은 저장수명을 가지며, 따라서 패키지 포장을 개봉한 후 1주내에는 사용되어야 함
 - To prevent oxidation during Cu 볼 형성동안 산화과정을 방지하려면 질소 (N₂)불활성 환경이
 - 95%질소 & 5%수소(형성가스 라고 부름)가 Cu산화과정을 방지하는 데 유효하다는 점이 발견됨

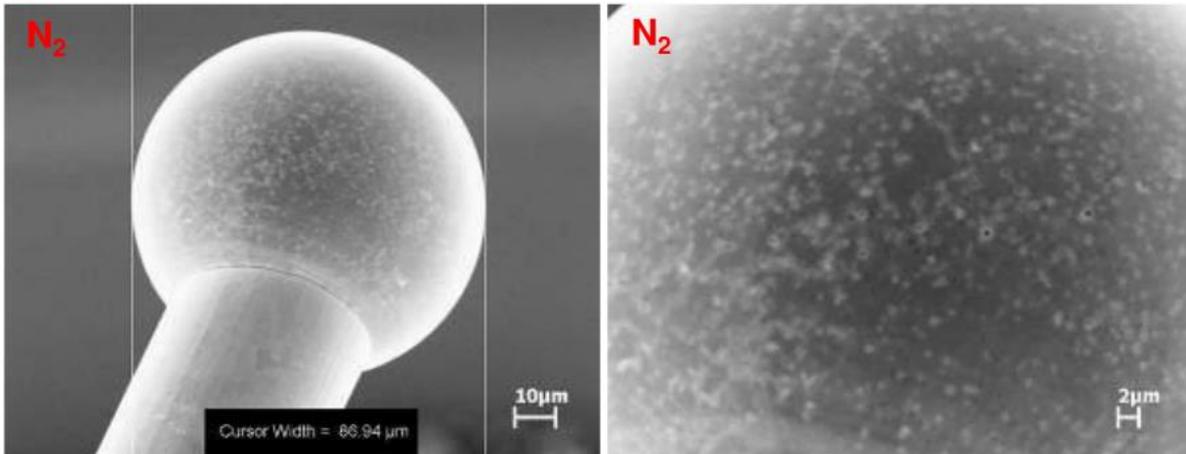
Free ball formation



형성가스(Forming Gas)는 N2보다 Cu불 산화형성 더 축소



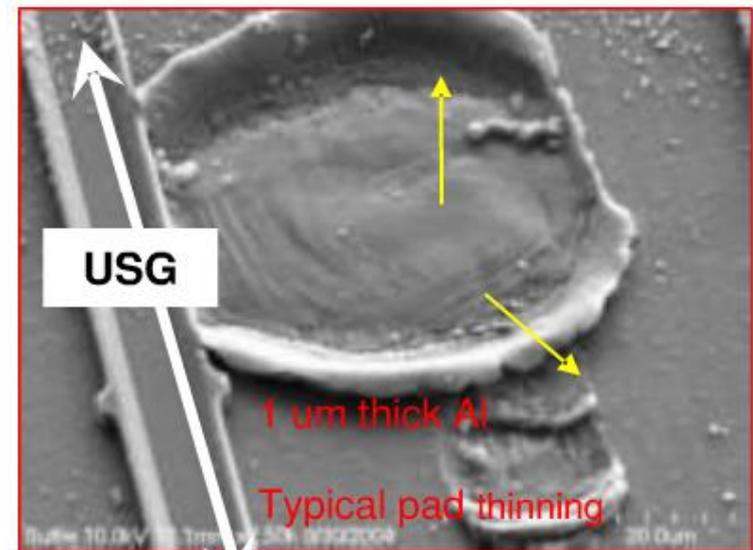
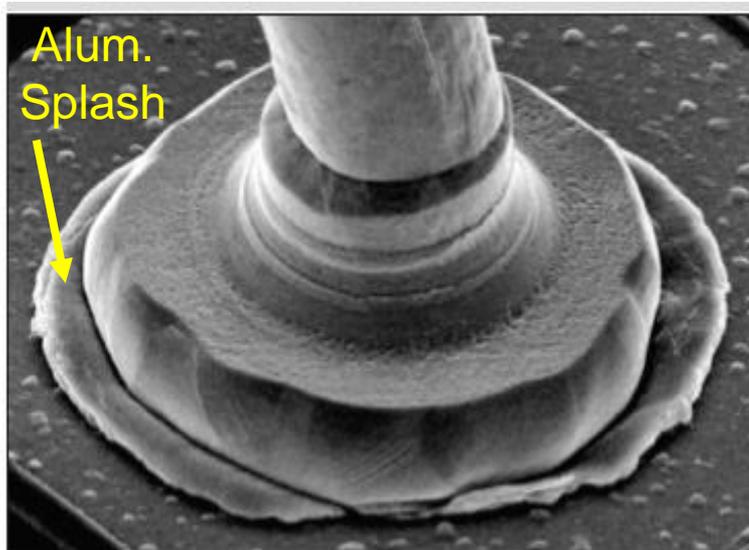
- 95% 질소/ 5% 수소 형성가스를 사용한 더 낮은 Cu 산화과정



Ref: Heraeus
<http://wenku.baidu.com/view/8119b3bafd0a79563c1e72de.html>

Cu 접합 품질 & 프로세스 도전적 과제

- **패드와 다이손상 그리고 Cu볼 접합고장을 방지**
 - **Cu는 금보다 단단하기에 열 조음파 접합동안 더 많은 힘이 요구**
 - 지나친 힘은 “접합력 때문에 패드 알루미늄이 볼 접합하부로 부터 번져 나가게 하거나 볼이 패드까지 충돌하는 알루미늄 번짐” 이라 불리는 접합패드 알루미늄이 어긋남을 야기.
 - 경우에 따라서는 패드하부에 있는 다이 재료나 특징요소를 손상



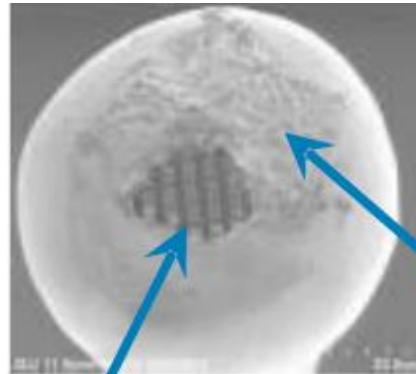
위험은 패드상에 남아있는 알루미늄이 너무 얇은 것

Cu 접합 품질 과 프로세스 도전적 과제들

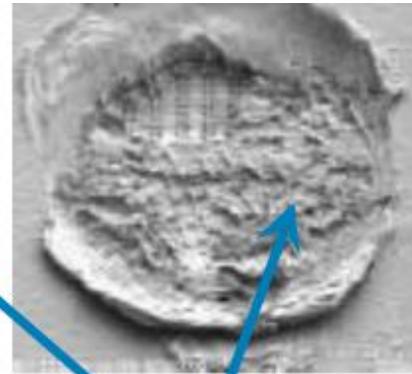
- 접합 프로세스는 원 알루미늄패드두께에서 $\geq 0.2\mu\text{m}$ 이상이 남아 패드 골절(fracture)나 찢어짐을 방지하기 위해 필요한 강도를 유지토록 하는 것임
- 금 와이어 접합에서 사용되는 전형적인 $1\mu\text{m}$ Al 두께보다 더 두꺼운 패드를 사용하여 위험 회피
- 더 순도가 높은 구리 와이어 ($>95\%$ Cu) 는 더 연함

알루미늄 패드 분화구화(Aluminum Pad Cratering)

- Cu 접합은 보통 더 큰 힘과 열초음파 진동을 요구해 하부의 Si & 에 대한 Al패드 리스크 손상을 감쌘.

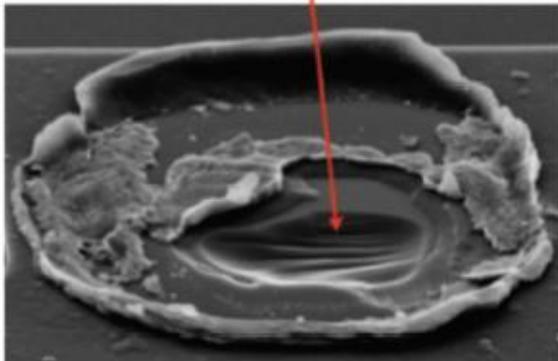


dielectric on bottom of ball

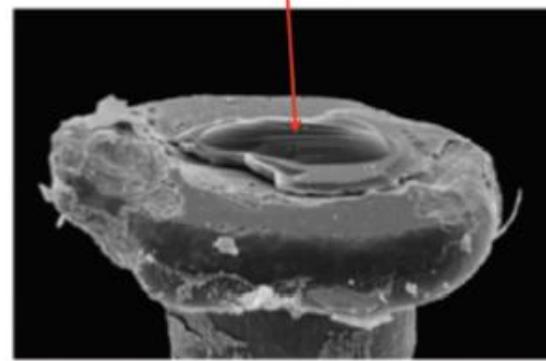


failure mode within aluminum

Si fracture in chip



Si from chip



알루미늄 패드 분화구화 리스크 증가 다른 요소

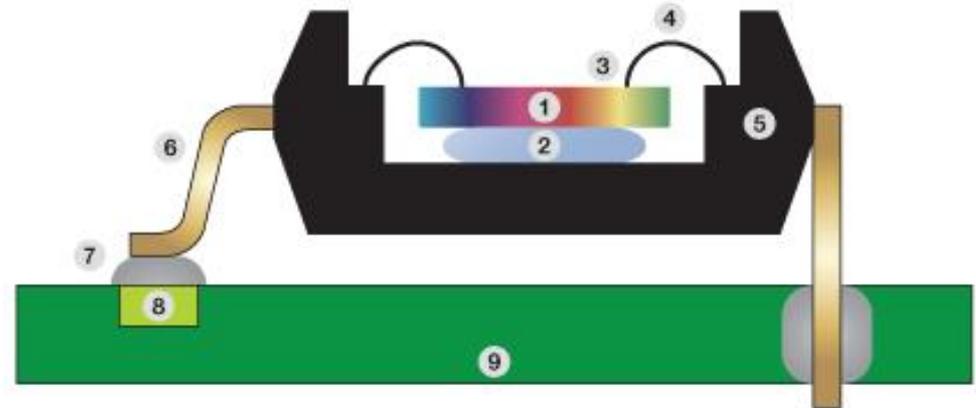
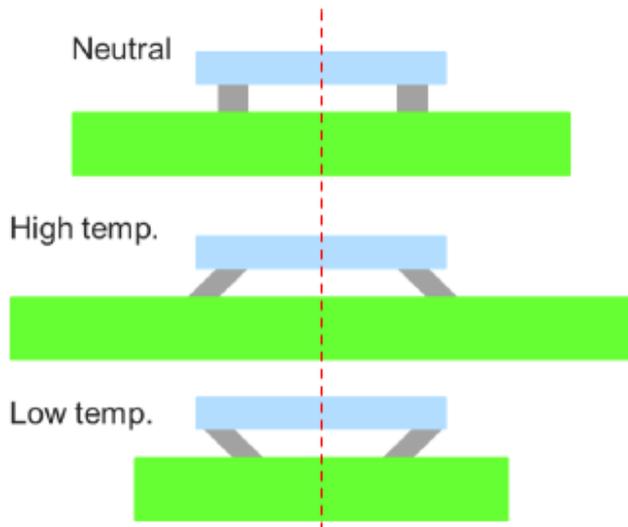
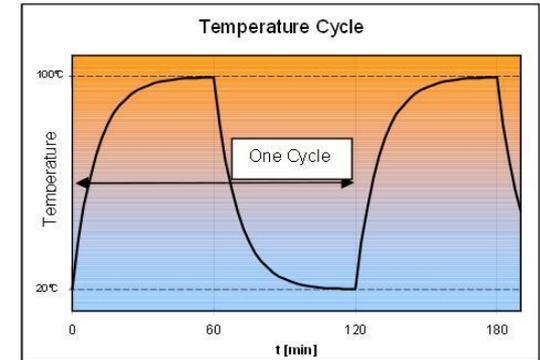
- 허용 가능한 불 접합 프로세스 범위는 Au에 비해 Cu가 상당히 적음
- 분화구화(Cratering) 는 즉각적인 고장을 야기하거나 잠복된 고장(고장으로 이어지는 갈라짐을 야기하고 최악의 경우 금속마이그레이션 야기)이 됨
 - 조소형화를 원하는 I.C. Designer의 욕구로 본드패드를 활성회로특징요소위에 배치하는 것이 일반화 되어 감.
 - 낮은 K 유전체(Low K dielectrics)은 더 쉽게 갈라지어 연약함.
 - GaAs 다이도 역시 더 연약함.
- 주요 변수에 대한 최적화와 제어는 아주 중요함
 - **Cu-WB을 개발하는 와이어 접합자들과 최상의 QRD 성취하여 금 WB장착보다 더 개선이 필요**
- 분화구화, 다이 갈라짐 또는 지나친 A1 번짐을 회피하려는 노력은 과도교정으로 이어질 수 있음(너무 적은 힘/ 온도/진동)
 - 이런 것은 약한 접합으로 이어짐

장기신뢰성 - 열 사이클링

열 사이클링

Cu 와이어는 금보다 약하고 뽀뽀함

- 느슨한 ICs 부품내의 열팽창-수축스트레스의 내구성-신뢰성을 평가하는 부품레벨의 열사이클 테스트를 통한
- Cu-WB IC 고장이 자동차 E/E모듈 열사이클링 테스트 동안 발생했고, 이는 회로보드와 부품 사이의 열팽창계수의 차이로 부터 리드를 통해 와이어 접합으로 전달된 추가적인 열팽창-수축때문인 것으로 믿어짐.



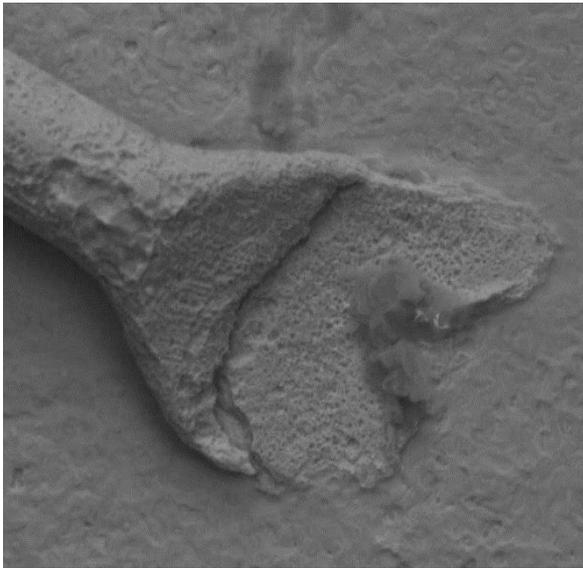
- | | | |
|--------------------------|--------------|-------------------------|
| 1 SILICON | 4 BOND WIRES | 7 PIN SOLDER INTEGRITY |
| 2 DIE ATTACH | 5 PACKAGE | 8 PCB TRACES |
| 3 BOND-PAD METALLIZATION | 6 PINS | 9 PCB-THERMAL INTEGRITY |

와이어 접합 및 온도사이클링

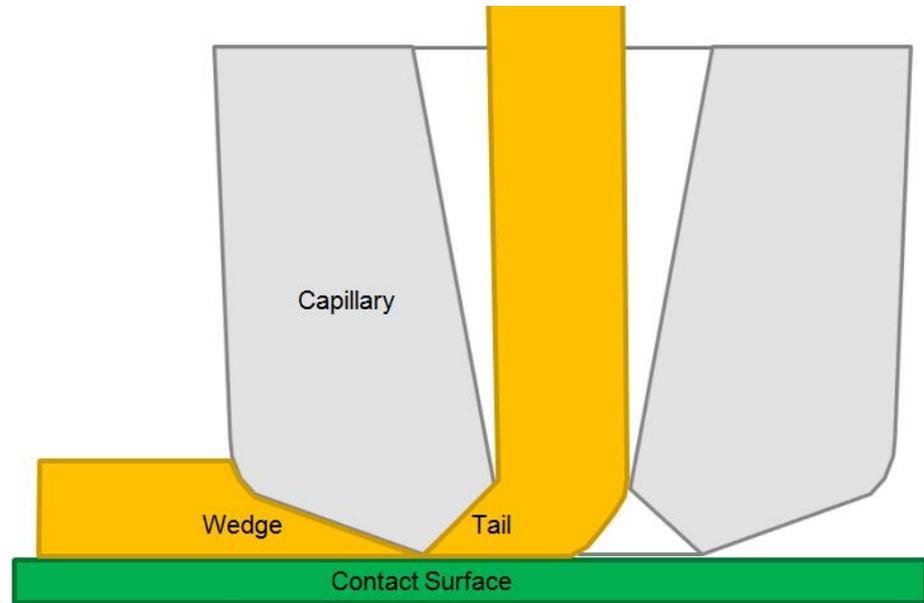
- 역사적으로, 온도사이클링은 금 와이어접합에서는 주된 관심사가 아님.
 - 루프 높이의 상당한 양이 볼과 바느땀 접합에 있어 낮은 스트레스를 생성
- 최적화하고 결함이 없는 Cu-WB를 가지고 유사한 온도사이클 내구성이 가능

장기간 신뢰성 – 열 사이클링 이슈들

- Cu-WB 모듈레벨 열사이클은 우리가 아는 바로는 접합결함 또는 최적화 설계이슈와 관련된 것임



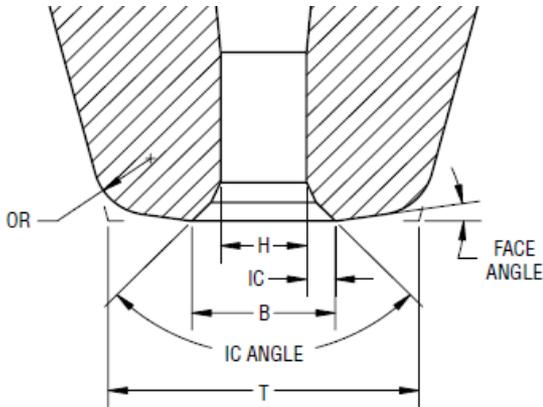
잘못 형성된
“꼬집힌(pinched)” 웨지
접합 뒤꿈치(이곳에서
와이어가 웨지를 시작하는
곳)에서 부서진 Cu 바늘땀



최적화 되고 들어가지지 않은 와이어 접합 모세관
머리는 적당한 뒤꿈치용접 크기와 모양을 가지며
와이어 직경에 순조로운 전환을 함) 적당한 보정
과 치장구 모니터링/유지보수는 지나친 평편화 &
꼬집힌 점들을 방지함

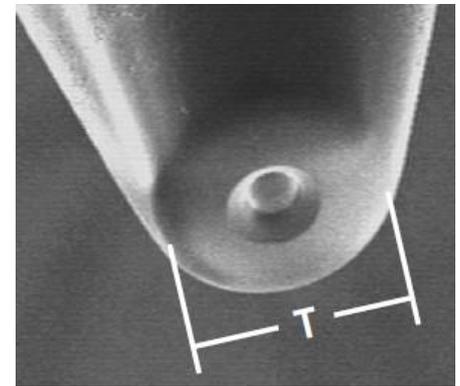
열사이클링 내구성 & 모세관 머리 크기

- IC 설계자들은 가능한 한 최소로 작은 특징요소를 포함하여 함
- 더 작은 접합패드를 원하는 것은 열사이클링에 견디는 능력을 떨어뜨리는데, 보통 더 큰 와이어 접합은 더 큰 열사이클 내구성으로 이어짐
 - 와이어 접합크기는 모세관 머리크기와 기하학적 구조에 의해 결정됨
 - 더 큰 접합은 IC다이 위에 더 큰 접합패드를 요구



더 큰 직경을 가진 모세관 팁 & Capillary Tips w/Larger Diameters & 와이어 직경에 맞추어진 표면 각은 더 크고, 더 강하고, 더 내구적인 웨지 접합을 만들어냄

솔더 조인트 크기와 상관관계가 있는 IPC 클래스 1-3 신뢰성-내구성 등급과 유사

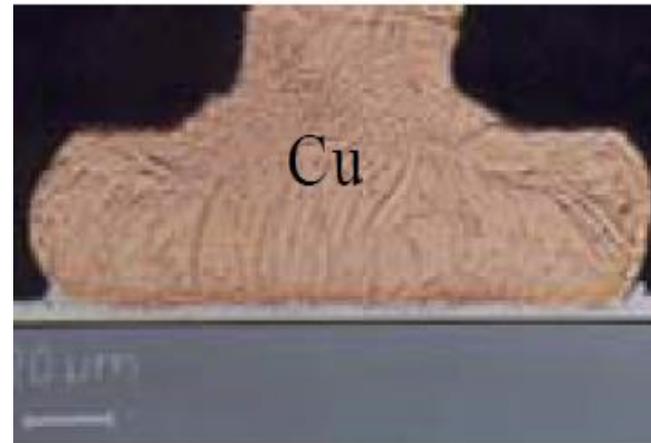
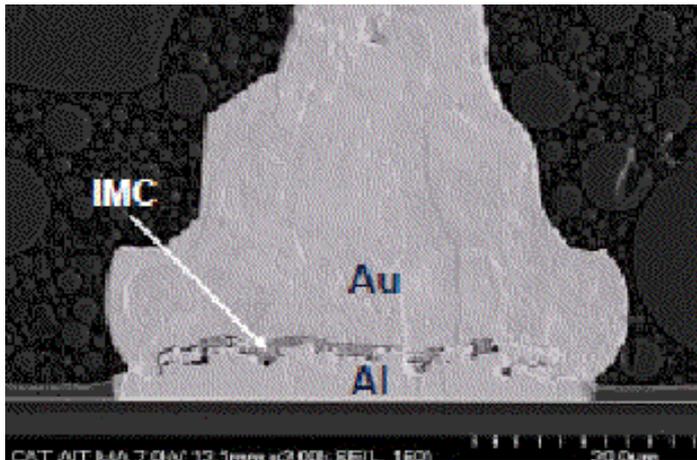


- (T) 팁직경 ~ 웨지 접합크기
- (H) 구멍 직경 ~ 와이어 크기
- (B) 사각면(Chamfer)직경 ~ 볼 접합 크기
- (IC) 내부 사각면 길이 ~ 볼 접합 크기
- (IC Angle) 내부 사각면 각도 ~ 볼 접합 크기
- (FA) 표면각(Face Angle) ~ 웨지 접합 경사 & 뒤꿈치 두께
- (OR) 외부 반경 - 웨지 접합 크기

25-33 μm 직경 와이어에 대한 모세관 총크기는 140-229 μm 의 팁 직경을 가짐.
 20 μm 직경 보다 작은 조밀한 패키지에 대하여는 와이어팁직경이 102 μm 만큼 작아질 수 있는 것이 필요.
 미세 피치 응용환경에서, 76 μm 또는 이보다 작은 팁 직경이 가용

열 사이클링 내구성 및 금속간 접합

- 실제 IC 패드 접합은 CuAl 와 AuAl 금속 화합물을 만드는 용접결과임.
 - 적당한 양의 금속 화합물(Intermetallic Compounds, IMCs) 의 형성은 와이어 당김 & 전단 테스트에서 측정될 수 있는 접합강도를 최적화함
 - 볼 접촉영역의 적어도 70%를 포함하기에 필요한 접합을 형성하기 위한 CuAl 금속간 화합물

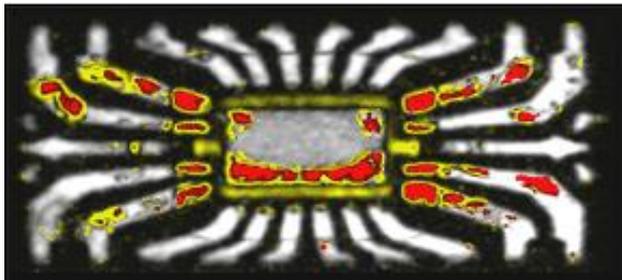


장기 신뢰성 - 박리(Delamination)

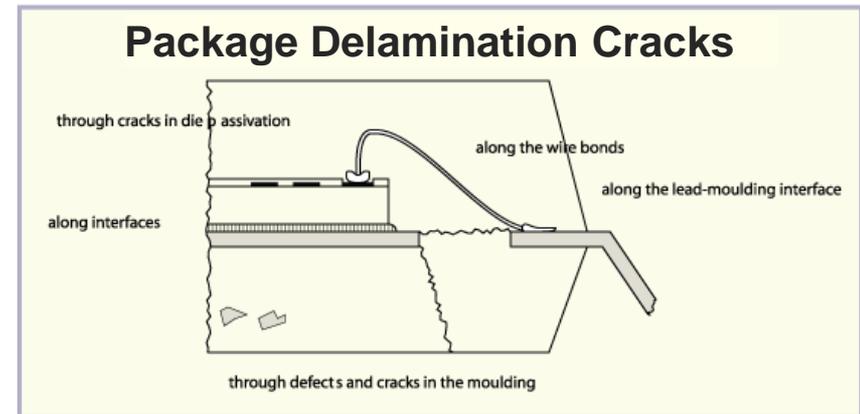
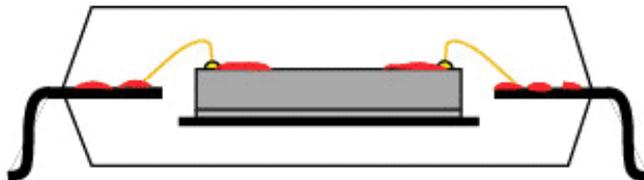
○ 박리

- 만일 몰드 혼합물이 과도한 양의 습기를 흡수되어 팝콘골절(popcorn fracture)이나 솔더링 동안 계면골절을 야기하게 되어 솔더링 동안에 박리가 급격히 발생
- 박리는 천천히 발생할 수도 있는데, 이는 서비스 동안 또는 열팽창불일치 스트레스로 인한 점진적인 습기흡수로 부풀어 오르기 때문.
 - 박리는 회로단절로 이어지는 골절이나 들뜸을 야기
 - 이는 불순물이 패키지로 들어오게 하여 회로단절을 야기시키는 구리와이어 또는 접합패드의 침식으로
 - 이동 이온의 존재로 전류 누수로 이어질 수 있음

빨간색으로
보여진 IC 내부
박리사이트의
용량미크로현
미경 이미지
스캔



SIOC
Package



장기간 신뢰성 - 박리

○ 박리 방지

- 솔더(팝콘형) 박리의 방지는 IC제조사의 습기민감도(Moisture Sensitivity Level)수준을 잘 준수하는 것이 필요

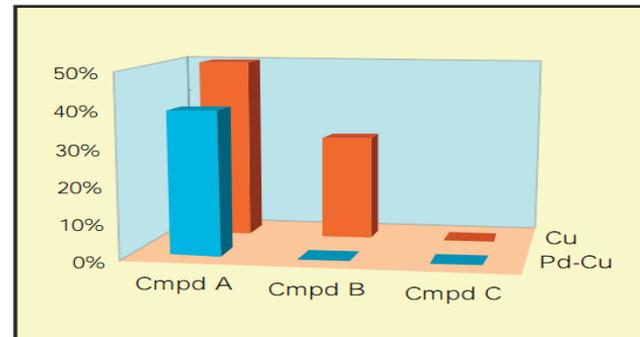
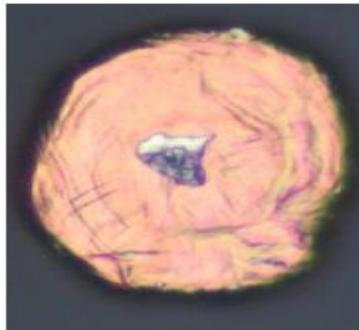
Category	Allowable Time
MSL 1	Unlimited, not sensitive
MSL 2	1 year
MSL 2A	4 weeks
MSL 3	1 week
MSL 4	3 days
MSL 5	2 days
MSL 5A	1 day
MSL 6	Must bake

www.servoticon.com

- 시간의 경과에 따른 박리는 컨포멀 코팅과 같은 습기장애물의 사용이 요구됨

장기간 신뢰성 - Cu-WB 침식

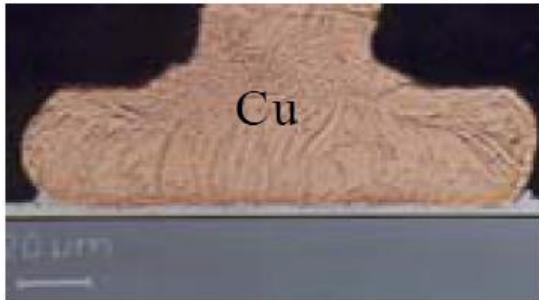
- 가압처리기 (Autoclave)은 몇몇 과다 몰드된 패키지속 Cu 와이어 접합의 Cu-WB접합분리고장을 야기하는 것으로 알려짐
 - 몰드화합물 속 높은 Ph & Cl 는 침식 활성화자이며 IMC 와 Al 패드사이의 전류발생 침식을 야기
- 습기, 온도 & 전기적 편향은 이러한 고장메커니즘을 주도
 - 정방향 바이어스(forward bias)가 적용되면 Cl- 이온들이 양전하 패드에 끌려 궁극적으로 접합단절로 이어지는 침식을 야기함
 - 이 메커니즘은 자동차 전자제품이 견뎌야 하는 높은 습도와 온도 조건에서 더 가속됨
 - 낮은 pH (4-6) 와 <20ppm 의 낮은 염소 내용물을 가진 몰딩화합물은 (<10ppm 권장) 침식고장위험을 완화하기에 필수적임.
 - 접합부내 분리 스트레스와 침식열화를 촉진시키는 습기흡수를 허용하는 CuAl IMC 접합속 공동 또는 불규칙성을 최소화 하는 것이 중요



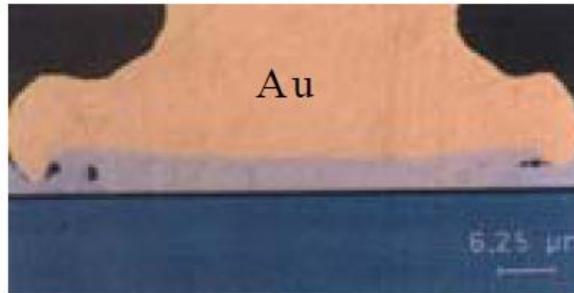
장기간 신뢰성 - 높아진 온도 내성

Cu-WB가 더 나음

- Au-Al 과 Cu-Al 금속간 물질은 높아진 온도에 비례하여 시간이 흐르면서 증가
 - 지나친 금속간 물질은 전기적이거나 기계적인 고장을 야기
- Cu-Al 금속간 물질은 Au-Al보다는 훨씬 천천히 성장
- 몰딩 화합물은 거의 효과가 없음

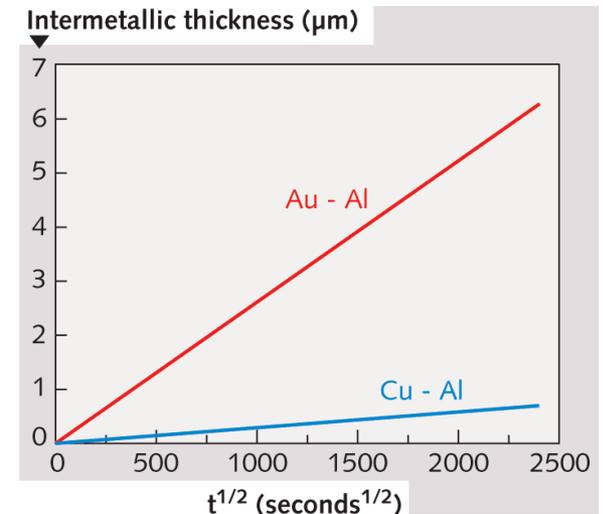


Intermetallic Penetration - AlSi-Cu Bond
(aged 800 hours at 180°C)



Intermetallic Penetration - AlSi-Au Bond
(aged 200 hours at 200°C)

L Levine, Update on
High Volume Copper Ball Bonding



C. Breach, The Great Debate: Copper vs. Gold
Ball Bonding

높은 온도 후 와이어 접합 당김 강도

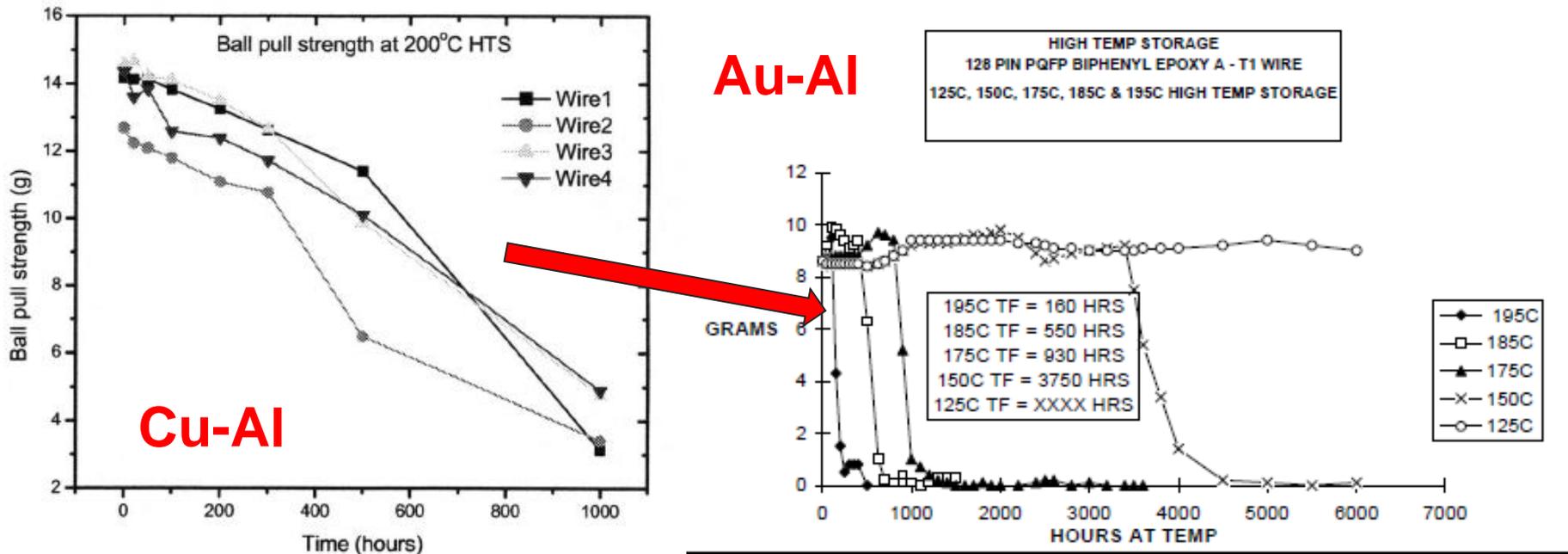
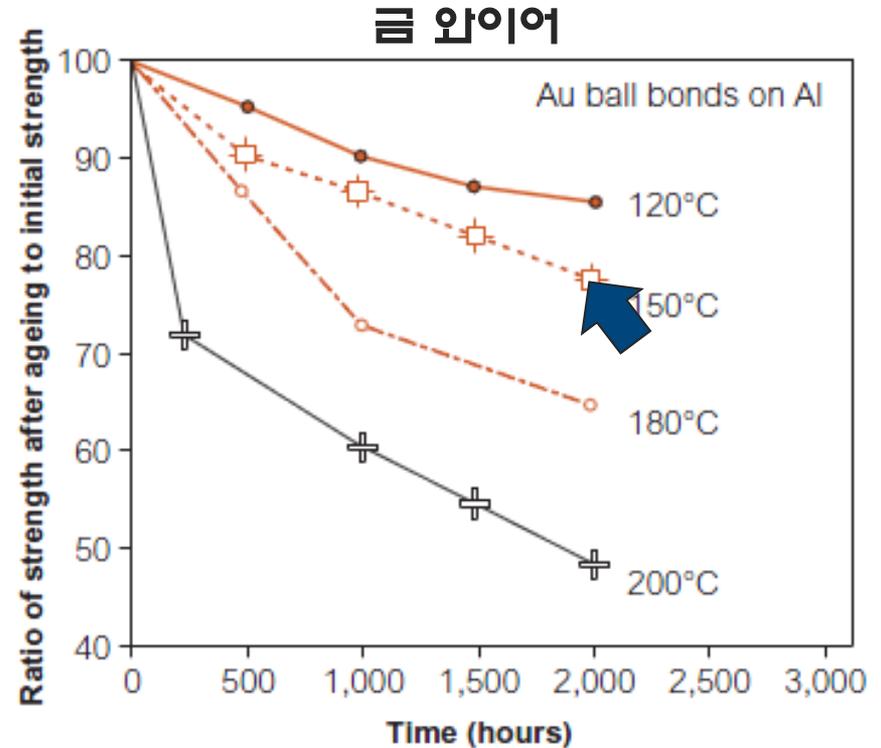
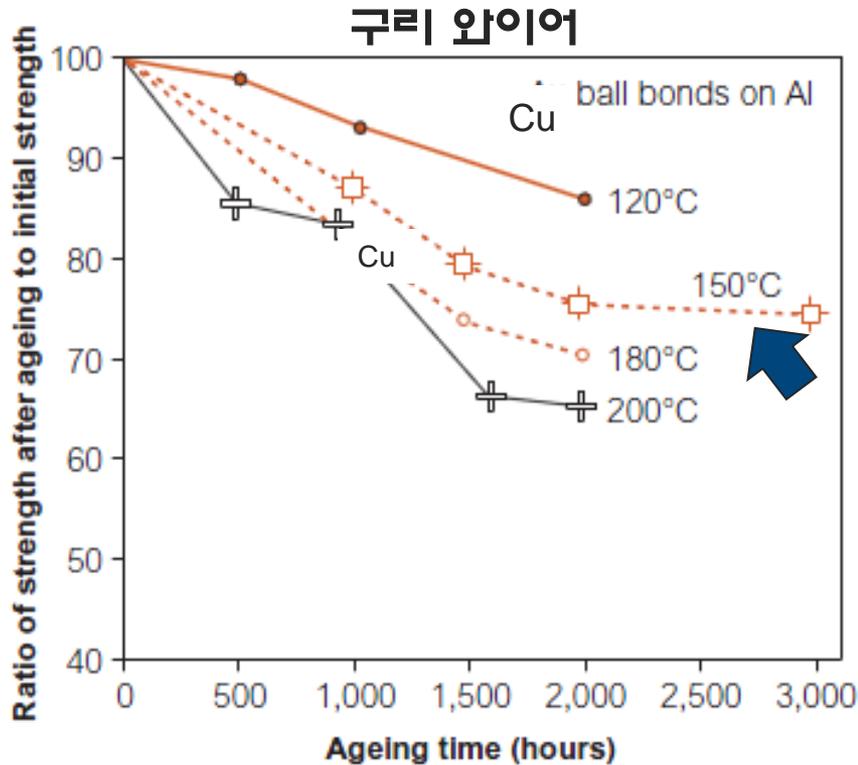


Figure 6. Ball Pull Strength after HTS at 200°C

- Cu-Al 는 200°C에서 Au-Al보다는 당김강도가 개선됨
 - 다른 고장모드(점진적 vs 급격함)
 - 200°C는 대부분의 자동차 온도 범위를 넘는 것이지만 지하 기름시추 전자제품과 같은 다른 응용환경에서는 문제될

높은 온도 후 전단강도



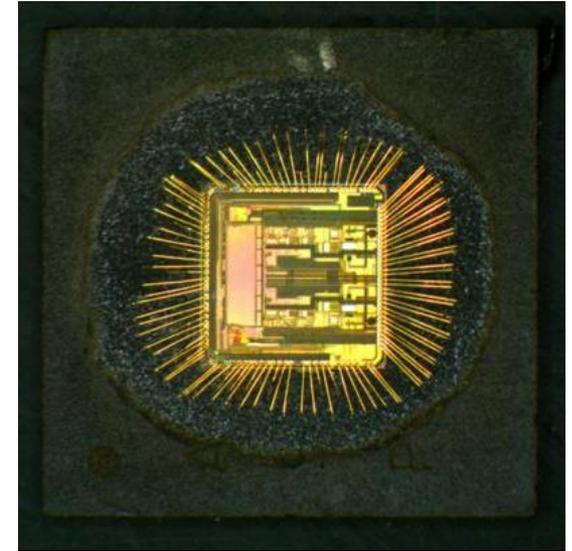
Al 패드 위 Au와 Cu 볼 접합의 전단강도
낮은 온도 (<150°C) 이들은 강도 손실이 비슷

J. Onuki, M. Koizumi, I. Araki. IEEE Trans. On Comp. Hybrids & Manfg. Tech.
12 (1987) 550

다른 Cu-WB 이슈들

고장 분석 도전과제들

- Cu를 훼손하지 않고 Cu 와이어 접합 다이를 어떻게 캡슐제거를 할 수 있나?
- 다음이 고려할 만한 한가지 방법
 - 20% 연기 나는 황산(fuming sulfuric acid)
 - 질소와 황산의 비율을 3:1 또는 5:2로 함
 - 낮은 온도 사용 (17° C 에서 25° C)
 - 침울성 있게 기다림(시간이 걸림)
 - 레이저 침식 또는 기계적 밀링같이 프로세스를 빠르게 할 수 있도록 사전 캡슐물질제거를 고려
- 레이저 침식으로 주된 몰딩화합물구조물 처리를 한 다음 가볍고 빠른 캡슐제거 산으로 세척하는 방법도 개발됨



자동차 전자 제품 자문회의(Automotive Electronic Council)

Cu-WB ICs에 대한 새로운 품질 사양

- AEC Q006 개발중 - 2015년 5월 완료목표
 - 기존 하기 Cu-WB사양이상의 추가적인 요구사항들
 - AEC-Q100 - IC에 대한 스트레스테스트에 기초한 고장메커니즘
 - AEC-Q101 - 이산형 반도체에 대한 스트레스테스트에 기초한 고장메커니즘
- OEM 은 원래 PCB에 접합된 상태로 열 사이클링 테스트를 원함
 - PCB CTE값은 넓은 범위 PCB재료와 보드층속 구리량에 따라 다르기 때문에 사양화하기 어려움. 예, 공동의 산업표준 참고 PCB가 가용하지 않음
 - 엔진과 승객석 온도에 차이가 남
 - 느슨한 부품 내구성테스트는 2X 내구성 안전계수로 수정
 - PCB 열 사이클링 옵션은 아직은: Thermal Cycling option remains
 - “사용자와 공급자 사이에 동의되고 사양화되는 것으로 이해”
 - Q0006 사양화 작업그룹은 샘플크기, 스트레스레벨 & 테스트기간등에 대한 세부사항에 대해 검토중
- 고장 메커니즘과 DfR 베스트 프랙티스에 대한 첨부

요약

- Cu-WBs 는 현실적인 비용절감을 제공하는 것으로 입증됨
- Cu 와이어와 기계기술의 진전은 더 작은 프로세스 범위를 다루는 데 도움이 됨
- 여러 변수에 대한 엄격한 통제를 통한 품질유지는 극단적인 극단적인 공동실사를 요구하는 도전임
- Reliability of 소비자급 반도체 속의 Cu-WB 신뢰성이 2010년이래 계속되는 개선 최적화 때문에 잘 진행중임
- Cu-WBs가 자동차 E/E속에도 나타나게 되면서(고 신뢰성, 긴 수명, 가혹한 환경 속 E/E 적용이 필요한 국방, 항공, 인프라 중에서도 가장먼저) 새로운 도전적 과제와 최적화 필요성이 발견됨
 - 모든 소비자급 Cu-WB 솔루션들은 자동차나 다른 고 신뢰성 응용환경에서는 적합하지 않을 수 있음
 - 더 이상의 최적화 R&D가 진행됨

배운 교훈 요약

자동차 Cu_WB의 QRD특성치에 핵심적인 것

- Cu산화물 방지하기 위해서 95% 질소+5% 수소환경 형성개스를 사용
- 패드 골절이나 분화구들을 방지하기에 필요한 강도를 유지하려면 원 알루미늄 패드 두께의 $\geq 0.2\mu\text{m}$ 가 남아있도록 열 초음파 접합프로세스를 최적화
 - 금 WB에서 사용중인 $1\mu\text{m}$ Al 인 전형적인 두께보다 더 두꺼운 패드 사용이 요구됨
 - 높은 순도의 구리 와이어($>95\%$ Cu) 는 더 연하고 덜 거침
- 와이어 접합자와 함께 최상의 QRD를 달성하여 Cu-WB개선
 - 재 조절된 금 WB를 가지고는 QRD는 낮아짐
- CuAl 금속간 영역이 불 접촉영역의 적어도 70%는 차지하도록 하는 것이 본질적임
- 더 큰 직경 과 와이어 직경에 맞추어진 표면각도를 가진 모세관 팁은 더 크고 더 강하고 더 내구성이 있는 웨지 접합을 생성함
 - Cu-WB에 대하여 IPC 클래스 1-3등급같은 것을 고려할 필요가 있음
- 부품 습기민감도레벨 (Mn, Moisture Sensitivity Level) 등급을 잘 준수하는 것이 솔더링 동안 박리를 방지
- 침식을 방지하기 위해 :
 - 낮은 pH (4-6) & 염소 <20 ppm, (<10 ppm 권장)을 가진 몰딩 화합물 사용
 - 접합부내 분리 스트레스와 침식열화를 촉진시키는 습기흡수를 허용하는 CuAl IMC 접합 속 공동 또는 불규칙성을 최소화 하는 것이 중요

2014 9-10월 호 Chip Scale Review 잡지

○ 기사에 대한 링크 :

http://www.chipscalereview.com/issue/1409/CSR_September-October-2014_digital.pdf#page=20



감사합니다



내용에 대한 질문이나 추가정보가 필요하시면 아래로 연락주세요
hakwon@ex1337.com