

글라스 코어 기판에서 초대형 글라스 인터포저까지

조진현 쿨스 대표 jhcho@cools.co.kr

SUMMARY

글라스 패키징이 대면적 패널로 이동하면서 TGV 금속화의 과제가 개별 비아의 도금에서 모든 비아의 신뢰성 확보로 바뀌었다. 기존 방식은 막의 연속성과 심부 접근성 가운데 하나를 선택해야 했고, 평균 피복률이 같아도 결함이 어떻게 분포하는가에 따라 신뢰성은 달라진다. 계면 연속성을 먼저 확보한 뒤 전극을 순차적으로 전파시키는 두 가지 구조와 그 적용 범위를 정리한 발표 자료다. ASPS 2026 SMTA 세미나 발표본이며, 글라스 패키징 특허 57건 목록을 부록으로 실는다.

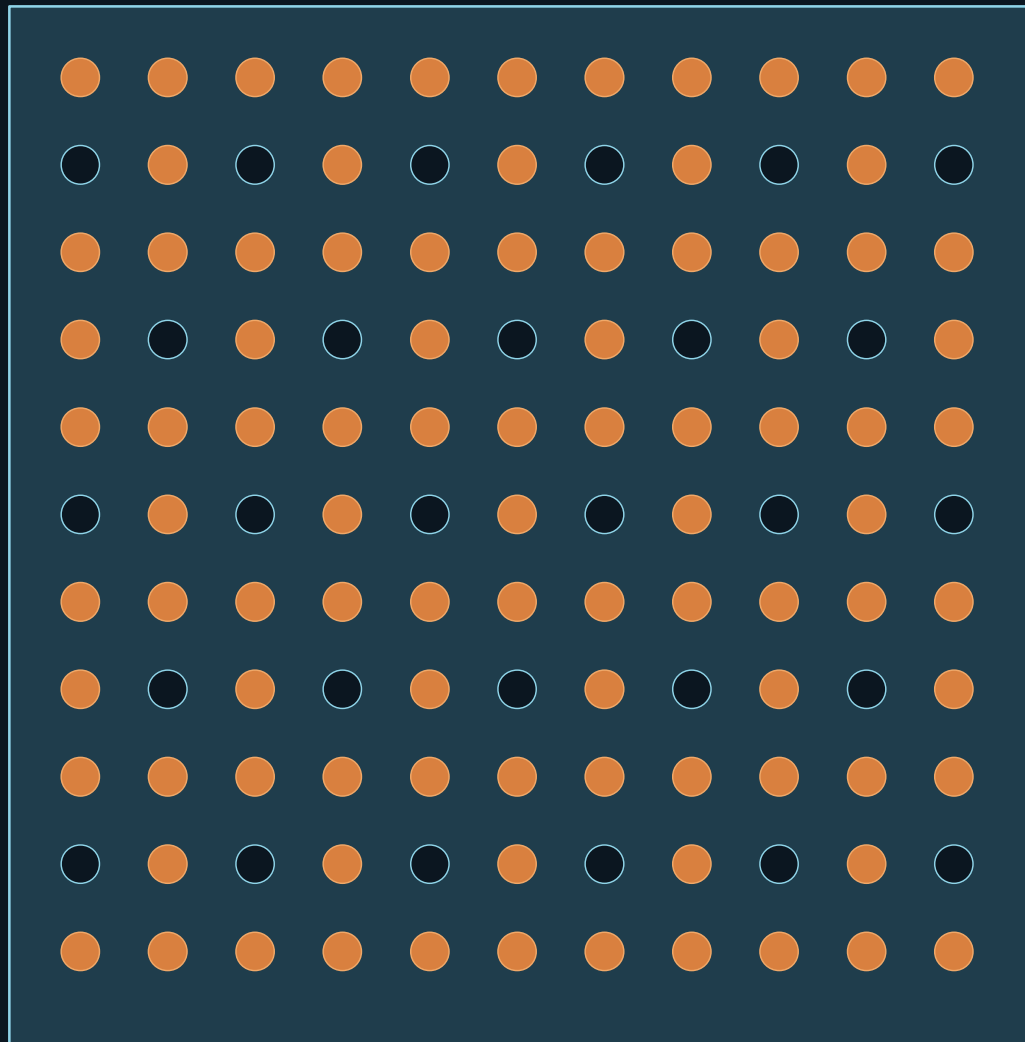
글라스 코어 기판에서 초대형 글라스 인터포저까지

통합 TGV 금속화 플랫폼

TGV(Through Glass Via) 금속화 — 계면 연속성과 전극 전파 아키텍처

조진현 대표이사 / (주)쿨스 (Cools Inc.)

미시간대학교 열전달공학 박사



글라스 패키징의 대면적 전환

산업은 이미 대면적 글라스 패키징(Panel Level Packaging, PLP)으로 이동하고 있다.

현재

PLP 글라스 코어 기판

- 대면적 글라스 패널
- AI / HPC 패키지 기판
- 패널 레벨 제조

차기

초대형 글라스 인터포저

- 대면적 글라스 인터포저
- GPU / HBM / 칩렛 집적
- 미세 재배선층(RDL)
- 패키지 스케일 시스템 집적

공통 요구조건

고신뢰 TGV 금속화

패키지 구조는 상이하나 금속화 과정은 동일하다.

3 패키징 플랫폼으로서의 글라스

글라스는 소재가 아니라 스케일에 따라 확장되는 제조 플랫폼으로 정의된다.

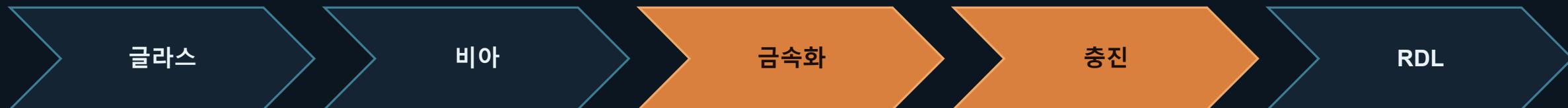


비아 형성 → 금속화 → 비아 충전 → RDL

글라스는 단일 제품이 아니라 스케일에 따라 확장되는 패키징 플랫폼이다.

4 기판과 인터포저의 제조 연속체

기판과 인터포저는 동일한 제조 축 위에 놓인다.



글라스 패키지 기판

- ~100 μm 급 비아
- 상대적 저배선밀도
- 대면적 PLP

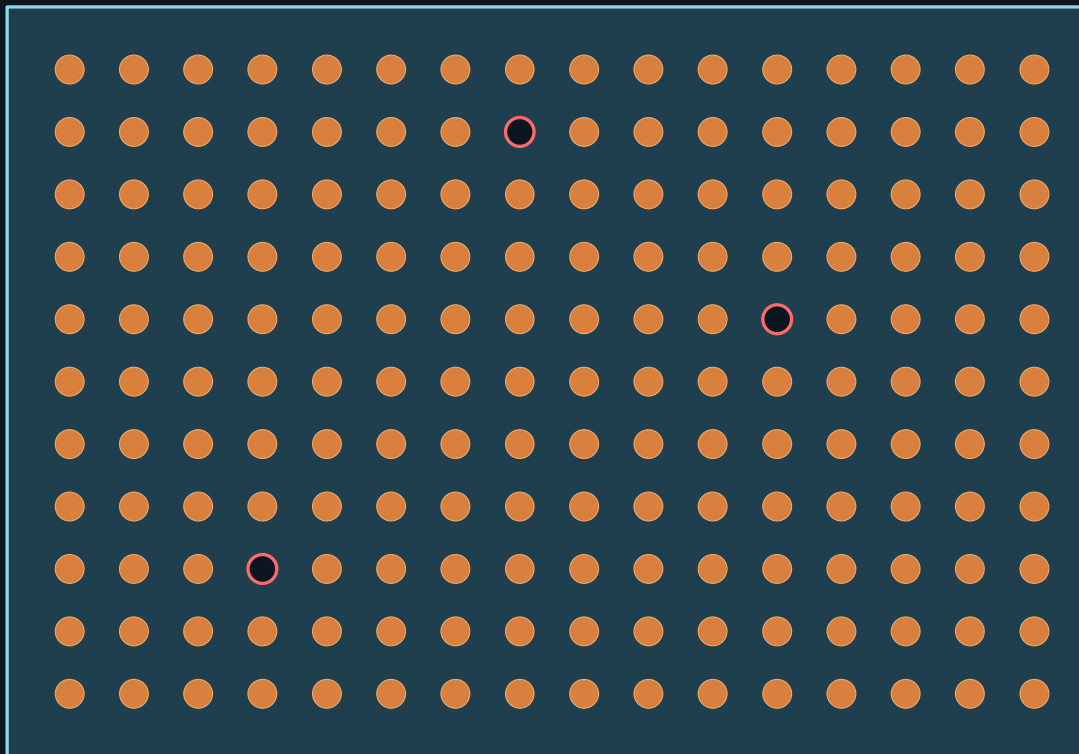
글라스 인터포저

- ~30 μm 급 비아
- 미세 피치
- 고밀도 RDL
- 초대형 AI 패키지

차이는 스케일과 밀도이며,
제조 원리가 아니다.

5 대면적화에 따른 신뢰성 요구조건의 변화

대면적화는 공정 난이도가 아니라 신뢰성 요구조건 자체를 바꾼다.



대면적 글라스 패널 · 대량 TGV 어레이

개별 비아의 도금은
과제가 아니다.

모든 비아의 신뢰성 금속화가
과제다.

- 측벽 전면 금속화
- 완전한 전기적 연속성
- 높은 접착 강도
- 보이드 없는 충전
- 대량 비아 확장성

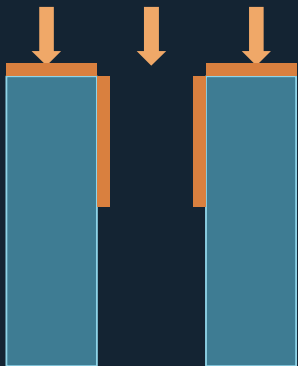
비아 수가 대량화되면 국부적인 계면 불연속 하나가 시스템 수준의 신뢰성 문제로 확대된다.

6 TGV의 미해결 트레이드오프 — 연속성 대 접근성

산업은 오랫동안 연속성과 접근성 중 하나를 선택해 왔다.

PVD / 스퍼터

연속 금속막



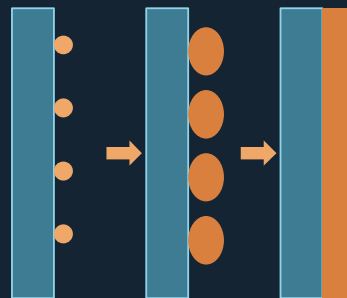
심부 측벽 미피복

- + 본질적 막 연속성
- + 직접 도전성 시드
- 직진성(line-of-sight) 증착
- 심부 측벽 피복 부족
- 고종횡비 접근성 한계

연속성 ✓ 심부 접근 ✕

기존 습식 금속화

이산 촉매 → 측면 합체



초기 계면: 이산 앵커

예: Ni-B 나노입자 → 무전해 Ni-P · 고분자 매개 Pd 포획 → 무전해 Cu

- + 심부 비아 용액 접근
- + 컨포멀 처리 가능성
- 이산 초기 촉매 · 앵커
- 국부 미피복 계면
- 핵생성 후 합체 의존

심부 접근 ✓ 본질적 계면 연속성 ?

접근성과 본질적 계면 연속성을 동시에 제공하는 방식은 아직 확립되지 않았다.

최초의 과제는 비아 충전이 아니라 연속 금속화 계면의 형성이다.

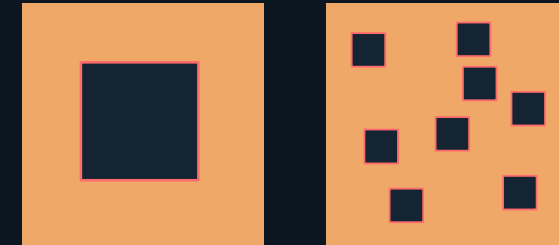
7 평균 피복률과 신뢰성의 불일치

결손 면적률이 동일하여도 결함 분포에 따라 균열선단 길이는 달라진다.

금속화 계면 확대도 — 90% / 10% 수치는 개념 예시이며 측정값이 아니다



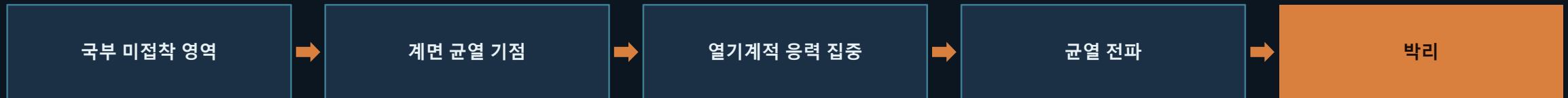
동일 결손 면적 — 상이한 균열선단 길이



대형 결함 1개

소형 결함 다수

동일 면적 결손이라도 분산될수록
총 균열선단 길이가 증가한다 (개념 예시)

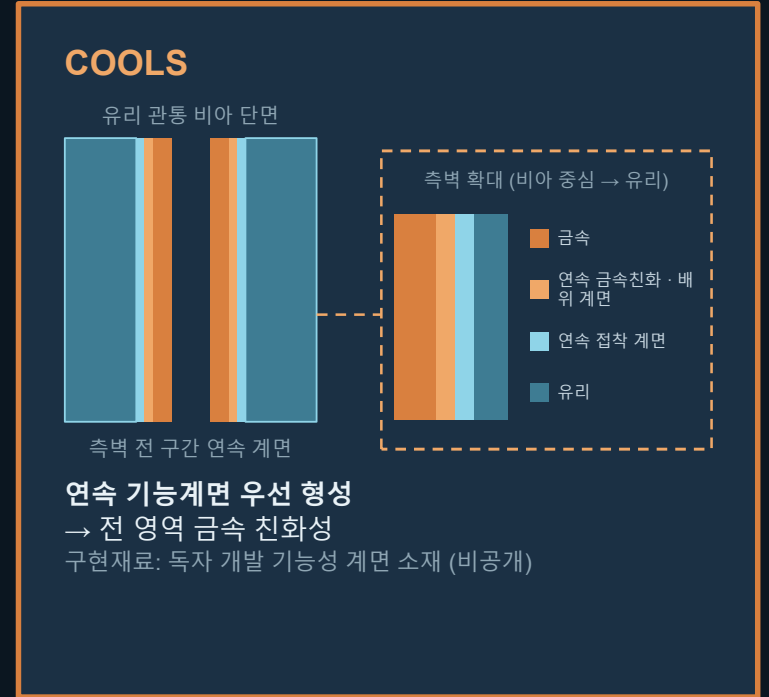
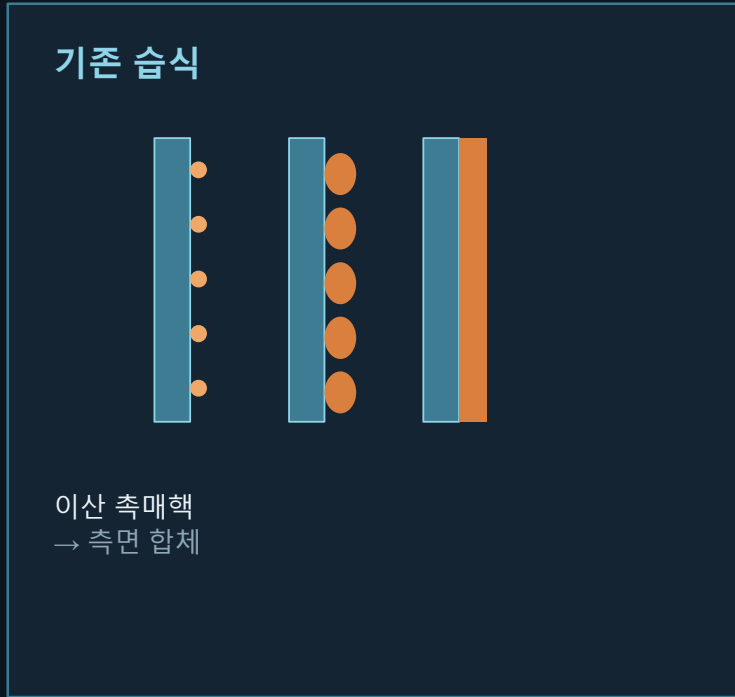
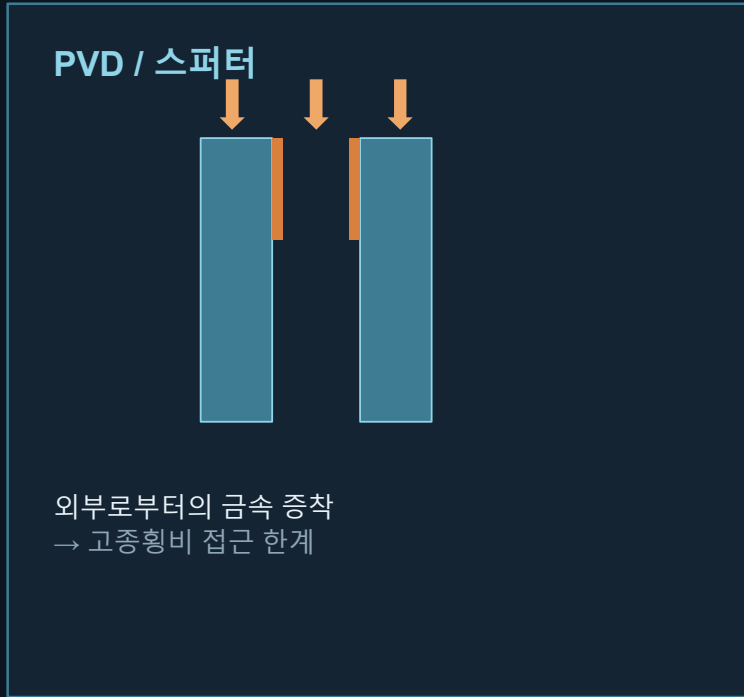


불연속은 단순한 미피복 면적이 아니다.
이미 존재하는 균열 기점이다.

신뢰성은 높은 평균 피복률이 아니라 연속 계면을 요구한다.

8 쿨스 연속 기능 금속화 계면 (CFMI)

연속 기능 금속화 계면(Continuous Functional Metallization Interface, CFMI)으로 심부 접근성과 계면 연속성을 동시에 확보한다.



쿨스는 고립된 금속핵으로 계면을 정의하지 않는다.
계면 연속성이 금속 연속성에 선행한다.

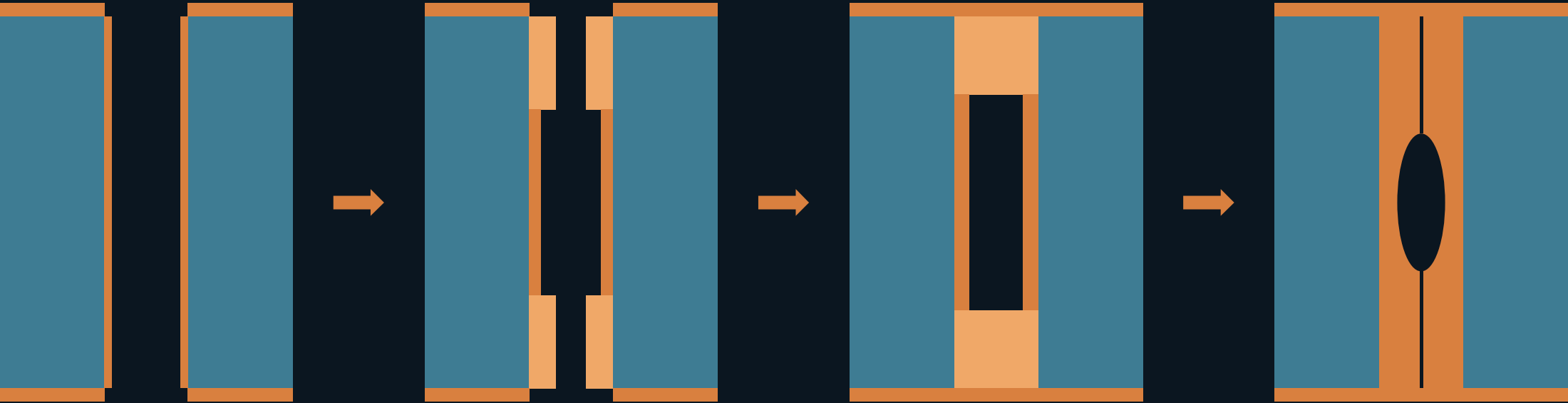
연속 기능계면을 통해 접근성-연속성 트레이드오프를 제거한다.

9

기존 충전 방식의 보이드 발생 기구

전면 전극화는 상·하 개구부의 조기 폐쇄를 유발한다.

계면 연속성의 해결은 문제의 전반부에 해당한다.



전면 전극화 ($t=0$)

노출면 전 영역이 전극

개구부 우선 성장

상·하 개구부 성장 속도 우세

상·하 개구 조기 폐쇄

중앙부 미충진 상태로 폐쇄

중앙부 공동

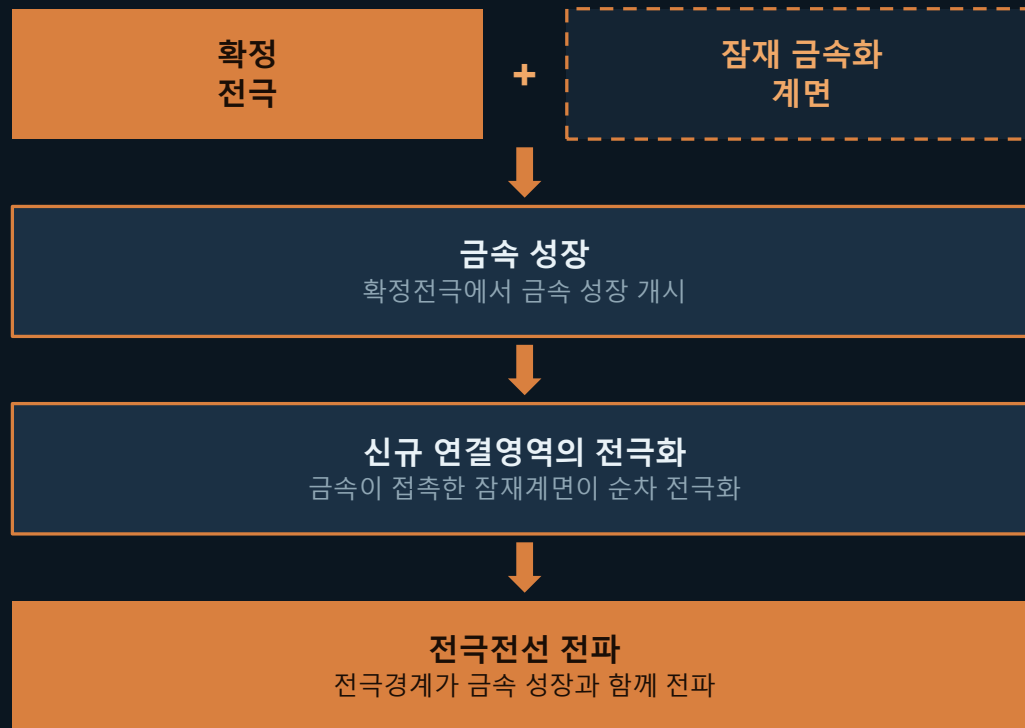
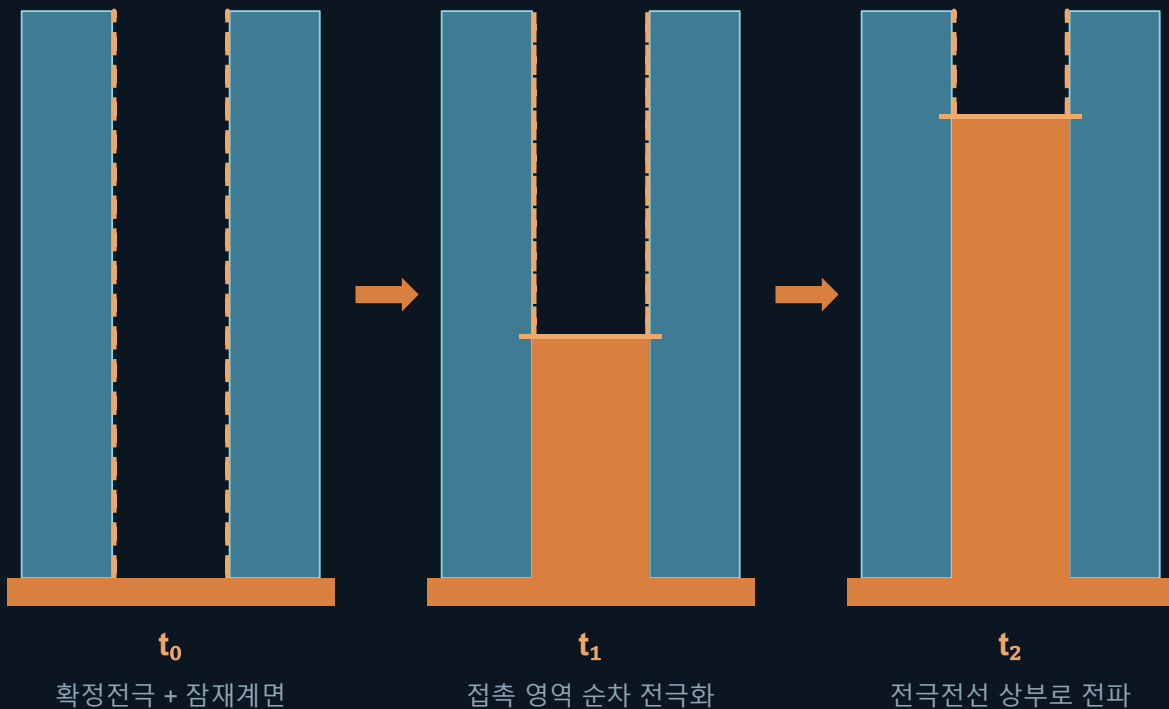
중앙 공동 · 심 잔류

보이드는 도금량 부족이 아니라 전극 토폴로지 제어의 부재에서 발생한다.
계면의 연속성이 $t=0$ 시점의 전면 전극화를 의미하지는 않는다.

쿨스 SPEA — 자기진행형 전극 아키텍처

Self-Propagating Electrode Architecture(SPEA) — 전극은 금속 성장과 함께 순차적으로 활성화된다.

계면은 연속으로 유지하고, 전극은 점진적으로 활성화한다.

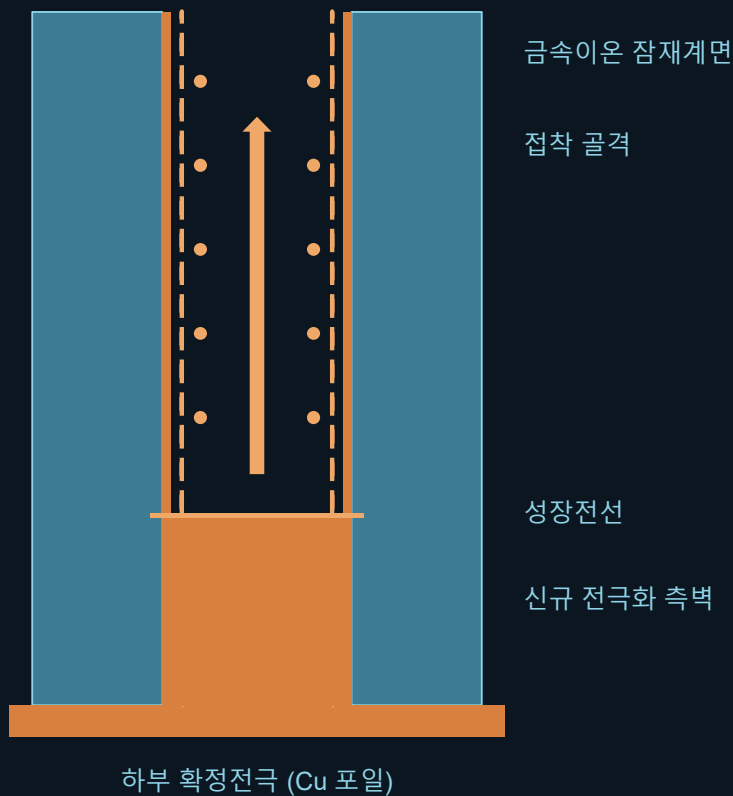


초기 전면 전극화의 배제
금속 성장에 따른 전극 전파

쿨스는 비아를 충전하는 데 그치지 않고, 비아 내부에서 전극 영역이 생성·전파되는 방식을 설계한다.

TGV에서의 SPEA 구현 구조

SPEA의 본체는 전극 전파 논리이며, 계면 소재는 구현재료다.



- 1 **부분 · 비대칭 초기 전극**
시작 시점에는 필요한 일부만 확정전극으로 구성한다
- 2 **잠재 금속화 계면**
금속이온 배위 잠재계면 — 접착 골격 + 배위 기능층으로 구현
- 3 **하부 · 단면 확정전극**
비아 하부 연속 Cu 포일 급전 확정전극
- 4 **금속 성장에 의한 다음 영역의 전기적 연결**
금속 성장이 다음 잠재계면 영역을 전기적으로 연결한다
- 5 **신규 연결영역의 전극화**
새로 연결된 영역이 전극이 된다
- 6 **전극전선의 하부 → 상부 진행**
전극전선이 하부에서 상부로 단일 전선으로 진행한다

선택 축 — 전선 속도 제어

이온 저장 · 활성 구배 (하부 고농도 → 상부 저농도)

초기 전극은 부분적이며, 계면은 전 구간 연속으로 유지된다.

기능계면은 처음부터 연속으로 형성된다.
전기적 활성 영역만 순차적으로 확장된다.

단일 플랫폼, 두 개의 대형 시장

PLP 기판과 초대형 인터포저는 동일한 금속화 플랫폼 위에 있다.



쿨스는 기판과 인터포저 중 하나를 선택할 필요가 없다.

양자는 동일한 고신뢰 금속화 플랫폼을 요구한다.

접근성과 계면 연속성이 직진성 증착으로부터 분리되면, 종횡비는 정의적 병목이 아니라 스케일링 변수가 된다.

쿨스 글라스 패키징 특허 플랫폼

여섯 개의 기술축이 하나의 금속화 플랫폼으로 수렴한다.

유리-금속 접착

「무점착제 금속포일-유리 직접 라미네이션 방법 및 그 접합체」

기능 금속화 계면

「유리 접착성 작용기와 금속 배위성 작용기가 결합된 다기능 라이너」

TGV 시드 · 금속화

「관통 유리 비아 내벽 연속 시드층 형성 및 하부 전극 접속 금속화」

COOLS 글라스 패키징 특허 플랫폼

118

KIPO 출원

이온 저장 측벽

「깊이방향 금속이온 저장용량 구배를 갖는 비아 측벽 저장계면」

SPEA — 자기진행형 전극 아키텍처

구현 예 — 방향성 바텀업 충전

「제1 개구 폐쇄 잔존형 금속 포일 급전층 바텀업 전해 충전 구조체」

대면적 글라스 · 인터포저 · RDL

「표면 시드층 선택 제거·급전 구역 분할 대면적 패널 급전 도금」

단일 금속화 플랫폼

PLP 글라스 코어 기판



초대형 글라스 인터포저

계면 연속성의 선행 확보
이후 전극의 순차 전파

I. 글라스 코어 — 무점착제 글라스-동박 직접 라미네이션 (21건)

- 0151493 무점착제 금속포일-유리 직접 라미네이션 및 후막 금속패턴 형성
- 0152267 기능성 고분자 계면층 무점착제 라미네이션·계면층 재사용 복합전극
- 0147257 유기 벌크층 없는 동박 일체형 글라스 코어 기판
- 0140944 수계 폴리아민 초박막 개재 무점착제 글라스-구리 포일 직접 접합체
- 0147187 전체 침지 연속 기능성 박막 형성 + 구리포일 라미네이션 통합 제조
- 0147186 기능성 박막의 계면선택적 전자기 활성화 접합 구조
- 0147295 복소유전율·전기전도도 불연속 이용 층별 에너지 소산 분배 설계
- 0147404 교번 전기장 활성화와 포일 발열의 2경로 분리 배분 제어 접합
- 0147445 금속포일 전극면 연속 접합장치·대향 전극 배치 접합영역 선택
- 0147444 아미드화 화학량론 기반 접합강도·잔류 아민 양립 설계

- 0147236 접합계면·노출 금속화 활성영역 동시 제공, 혼재 배선 형성
- 0148286 분산 관통 개구를 계면 배기통로로 이용한 천공 기판-포일 라미네이션
- 0148270 삼차원 다관능 아민 네트워크 무기기판-금속포일 접합체
- 0148241 다관능 계면층·방향성 이동접촉 전면접합체 및 제조장치
- 0140942 산소분압 제어·분할 열이력 계면층 선택적 기능 유지 접합
- 0140941 자연산화막을 배위 사이트로 이용한 무점착제 직접 접합 구조체
- 0140938 자유 아민 분율·용존 무기 탄소 한정 계면층 코팅액 조성물
- 0140935 등전점 저하 규소 함유 표면 개질층 개재 직접 접합
- 0141910 금속 클러스터 분산 두께방향 전도 경로 연속 계면층 접합체
- 0141906 조화처리 없는 저조도 도체면 화학 결합 접합·고주파 손실 저감
- 0137332 공유 결합형 계면층 평활 계면 고주파 전송 선로 부재

II. 관통도체 내장 유리 기판 (핀 퍼스트형 글라스 코어, 14건)

- 0137288 관통도체 내장 유리 기판의 제조방법 및 그 유리 기판
- 0137297 압력 이력 제어 관통도체 내장 유리 기판 제조방법·장치
- 0137294 압력 이력 제어 관통도체 내장 유리 기판 제조방법·장치 (2)
- 0137296 계면 산화 천이층 제어 관통도체 내장 유리 기판
- 0137291 계면 산화 천이층 제어 관통도체 내장 유리 (2)
- 0137292 외피 단면적비 유효 열팽창계수 정합 도체 내장 유리 기판
- 0137287 도체선 장력 배열 이용 제조방법 및 배열 지그 조립체
- 0137285 도체 단면적을 유지 공동 재축소 미세 피치 관통도체 내장
- 0137289 복수 잉곳 공통 일괄 절단 제조방법 및 일괄 절단 치구
- 0137298 관통 기능부 공간배열 사전 규정 프리폼·복합 몸체·기판
- 0137284 관통 기능부 공간배열 사전 규정 배열 프리폼·복합 잉곳 공급
- 0137293 장척 기능부 공간배열 유지 스켈레톤 이용 복합 몸체·기판
- 0137283 구속·확산방지 셀 피복 도전성 코어 복합 관통 도전체
- 0137286 무기 매트릭스 내부 기능성 금속 골격부 일체화 다기능 기판

III. TGV 금속화 계면·라이너·시드 구조 (29건)

- 0151491 기능성 고분자 계면층 TGV 가공손상부 보완 및 금속화
- 0143094 크랙 폐합형 압축 잔류응력 수축구동 유기 라이너 금속화 구조
- 0143084 미세균열 침투·고정 유기 균열불합영역 + 기능계면 금속화 구조
- 0143074 크랙 성장지표 기반 열이력 제한 저열예산 유기계 라이너 형성
- 0143049 비아 입구 일체형 크랙정지용 칼라부 금속화 구조
- 0143046 깊이·돌레 방향 라이너 두께·물성·배위원자 밀도 구배 구조
- 0142845 유리 고정형 응력완화 계면영역 + 금속핵 포착형 기능계면영역

- 0142843 자기접착성 응력완화 라이너 + 기능계면층 금속화 구조
- 0142841 반경화 라이너 배위성 고분자 침투 상호침투 전이영역 구조
- 0142832 자기충화 두께방향 기능분화 1액형 금속화용 조성물
- 0142831 유리 접착성·금속 배위성 작용기 일체 다기능 라이너 구조
- 0142827 입자상 무기 앵커층 미사용 연속 유기계 계면 금속화 구조
- 0142824 연속 유기 고분자상 이격 무기입자 분산 하이브리드 계면
- 0142822 촉매 전구체 내장 금속 배위성 고분자 기능계면 형성액
- 0142817 비팔라듐 금속종 포착·현장 환원 금속핵 형성 금속화 구조
- 0142814 양면 유동·압력차 고충형비 TGV 처리액 침투처리 방법·장치
- 0142811 표면 유기막 선택 제거·관통공 내벽 계면막 잔류 금속화 구조
- 0142809 내벽 연속 시드층 + 하부 전극 접속 하부 충전 금속화·도금장치
- 0141898 내벽 계면층 이용 구리 이온 화학 포획형 확산장벽 구조
- 0141863 도전성 라이너·표면 배선 단일 전해 일체 형성 무계면 접속
- 0140940 연속 계면 이용 TGV 표면 급전형 연속 금속화 구조
- 0140936 자유 아민 배위·환원 이중 작용 무주석 무전해 도금 촉매화
- 0143066 비아 내부~RDL 하부 연속 유기계 계면·연속 금속화 유리기판
- 0141967 최외각 등전점 기준 프라이머 적층 구성 연속 시드층 형성
- 0140933 양이온성 프라이머 연속 측벽 시드 + 표면 급전 방사상 도금 충전
- 0148311 금속산화물 나노입자·다관능 아민 고분자 복합계면 금속화 구조
- 0148304 다관능 아민 네트워크 구리이온 포획·표면고정 환원 무귀금속 시드
- 0137491 금속 이온 선택 포획·현장 환원핵 형성 무팔라듐 무전해 금속화
- 0137334 최소 연속막 임계두께 저감 박막 시드층 금속화·미세 배선 부재

IV. 글라스 비아 금속화 공정·처리 조성물·인라인 장비 (15건)

- 0139829 금속산화물층 없이 측매·무전해 금속 직접 형성 고종횡비 금속화
- 0139828 연속 측벽 습식 시드층·도전성 기저층 고종횡비 바텀업 금속충진
- 0139816 고종횡비 글라스 비아 내벽 연속 계면층 형성 및 금속충진
- 0139815 금속배위성 고분자 계면층 고종횡비 글라스 비아 금속화
- 0139813 연속 계면층 금속산화물 핵생성 제어 금속화
- 0139812 금속산화물층 결함 브리징 계면층 금속화
- 0139811 금속산화물층 상하 이중 계면층 금속화 및 조성물 세트
- 0137373 수계 아민 함유 고분자 계면층 금속화·전처리 조성물
- 0137372 글라스 비아 금속화용 저금속 아민 함유 고분자 전처리 조성물
- 0137371 전처리액 사용점 정량희석 키트·페루프 공급 시스템
- 0137370 식각 직후 활성화 표면의 계면 전환 방법·인라인 처리 장치
- 0137369 증착 직전 계면층 탈수 프라이머 처리 방법·연동 장치
- 0137368 배액·다단 탈수 균일 건조막 형성 방법·건조 처리 장치
- 0137367 계면층-금속 rich 초기 시드층 정합 배리어막 형성·스퍼터 장치
- 0137366 비아 측방향 핵생성 사이트 밀도 보상 금속화 방법·장치

V. 비아 충전 전해공정·충진 조직 구조·인라인 계속 (23건)

- 0152525 깊이방향 금속이온 저장용량 구배 비아 측벽 저장계면
- 0152234 표면 결함·금속이온 저장 기능 분리 이중층 저장계면
- 0152272 금속이온 사전 로딩 전해충전 및 잔여 깊이 추종 전류 고속 충전

- 0152235 금속이온 저장 측벽 순차 활성화형 바텀업 전해충전 및 충전 구조체
- 0148287 하부 금속포일·측벽 시드 동시성장 무기기관 비아 충전구조
- 0147406 접합 전극·급전면·도금 음극·도전패턴 겸용 금속포일 관통전극 기판
- 0147208 관통홀 일단 폐쇄 구리포일 급전 경로 바닥 상향성장 전해도금
- 0147230 충전 전면 하부→상부 이동 방향성 조직, 심·키홀·보이드 억제 구조
- 0141913 제1 개구 폐쇄 잔존형 금속 포일 급전층 바텀업 전해 충전 구조체
- 0141914 측벽 방사상 예비충진 + 잔류 통로 바텀업 종결 충전방법
- 0141909 최협부 우선 합체·양방향 발산 폐쇄 측벽 방사상 완전 충전
- 0141912 잔류 중심 통로 블라인드화·공간 차등 첨가제 복합 충전
- 0141907 반경 방향 배향 결정립·동심원상 성장 줄무늬 충전 구조체
- 0141905 반경방향 외곽·축방향 중심 이중 조직 관통비아 충전 구조체
- 0141993 입계 확산 중심 심 소멸·반경 방향 배향 유지 열처리
- 0141900 반경 방향 성장 두께 측방향 차등 제어 중심 통로 직경 균일화
- 0141859 펄스 확산층 지배 조건 반경 방향 성장 측방향 균등화
- 0141878 비아 형상비 기준 성장 속도비 제어 폐쇄 위치 결정
- 0141903 표면 급전영역 분할 비아별 차등 충전 구조
- 0141894 표면 시드층 선택 제거·급전 구역 분할 대면적 패널 급전 도금
- 0141874 이중층 용량 변화량 측정 예비충진 종료 시점 판정
- 0141872 시드층 전기적 연속성 인라인 판정 및 선별 재처리
- 0143114 비아 단위 결함 맵 기반 국부 재기능화 페루프 복구·레시피 결정

VI. TGV 부가기능 구조 — 동축·디커플링·유체냉각·광전 복합 (7건)

- 0143065 환형 접지 도체·유기계 유전체 라이너 동축형 TGV 구조
- 0141856 미경화 수지 기체 관통 배출 자기정렬 동축 구조 형성
- 0143064 전원·접지 비아 근접 병렬 배치 저인덕턴스 전력분배 유리기판
- 0142031 층상 자기조립 고유전율 박막 TGV 내장 디커플링 커패시터
- 0143078 중공 TGV 유체 냉각 유리 기판 구조·냉각 방법·장치
- 0141991 접지 도체·냉각 유로 겸용 유전체 라이닝형 직접 액체 냉각 구조
- 0143095 전기 TGV와 광학·센싱 기능 영역 구조적 결합 유리 기판

VII. 유리기판 재배선층(RDL)·인터포저·패키지 통합 (9건)

- 0139857 유리 기판 재배선층·유리관통전극 금속화 계면 구조
- 0139872 임베디드 실리콘 브릿지 재구성 인터포저 무스퍼터 통합 다층 RDL
- 0139874 포토패터닝 계면층 무스퍼터 초미세 선택 금속 배선 형성
- 0139873 전기유체역학 프린팅 계면층 무스퍼터 초미세 선택 배선 형성
- 0139858 극박 동박 캐리어 형성·보드 직접 전사 패키지기판 제거형 미세배선
- 0139860 영구 보호층·소모성 릴리스층 재사용형 캐리어 어셈블리
- 0139861 전사 미세배선·보드 간 열기계 응력 완충 접합부 구조
- 0139868 초대 마더보드 전사 보드스케일 고밀도 재배선 오버레이
- 0139856 패키지 기판 기능 통합형 보드레벨 재배선 마더보드



주식회사 쿨스

대표이사 조진현

본사 | 경상남도 창원시 의창구 중동북로 23

지사 | 경기도 화성시 동탄구 삼성1로 160

M. 010-2280-9414

E. jhcho@cools.co.kr

H. www.cools.co.kr
