

측벽 접촉각으로 높이는 글라스 비아 바텀업 충전 속도

조진현 쿨스 대표 jhcho@cools.co.kr

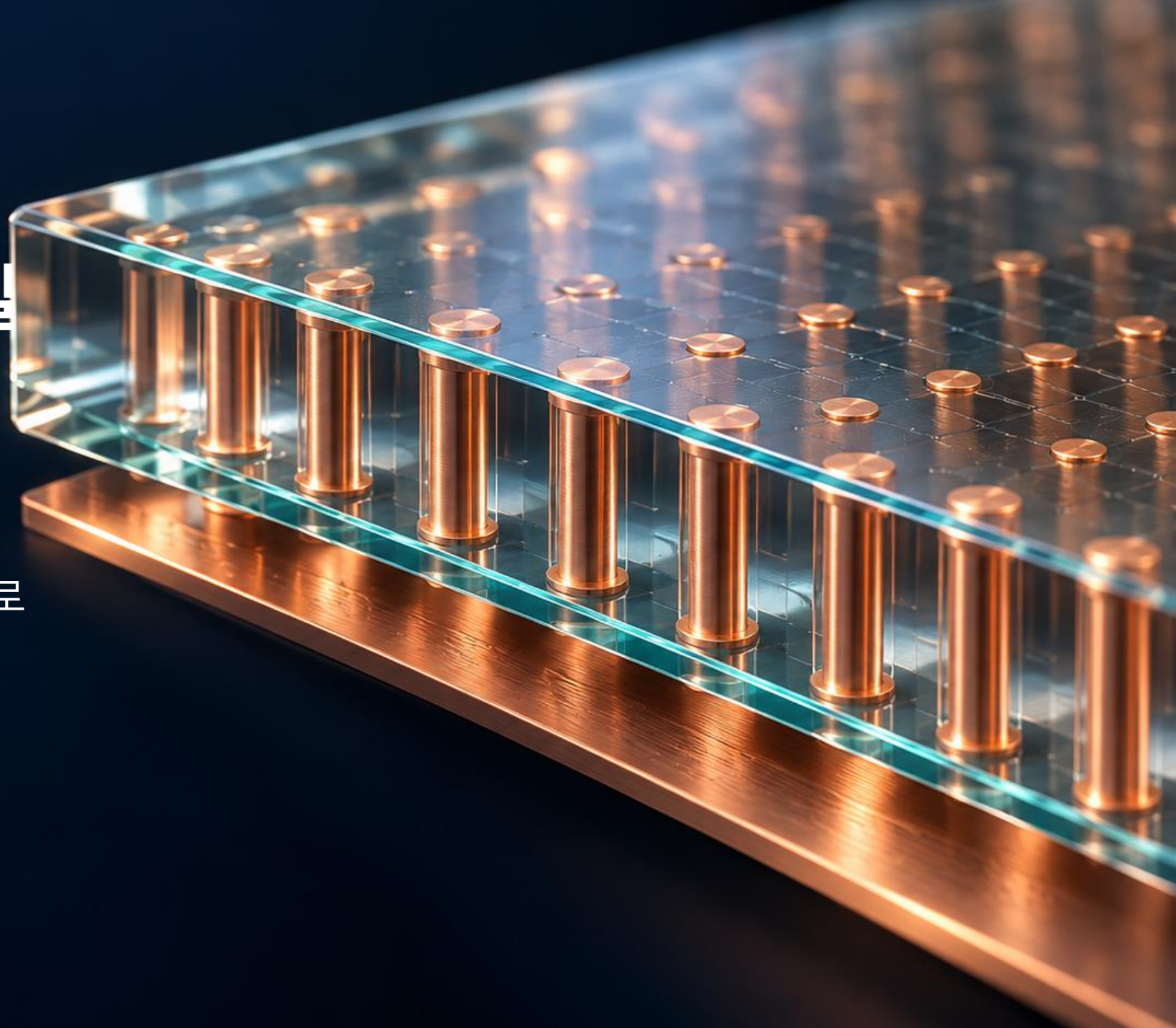
SUMMARY

바닥이 막힌 비아는 도금액이 덜 스며들고 기포가 남아 높은 전류로 운전하기 어렵다. PDA로 측벽 접촉각을 낮추면 모세관 압력이 커져 액 침투가 쉬워지고, 허용 전류밀도가 2배가 되면 구리 석출 시간은 계산상 절반이 된다.

쿨스 PDA·구리포일 비아 고속 충전

바닥 구리포일과 친수성 측벽으로
스퍼터 없는 고속 바텀업 충전

COOLS 쿨스



고속 충진을 가로막는 내부 젖음

전류를 높일수록 중요한 것은 비아 내부의 균일한 도금 조건

01 도금액 미침투

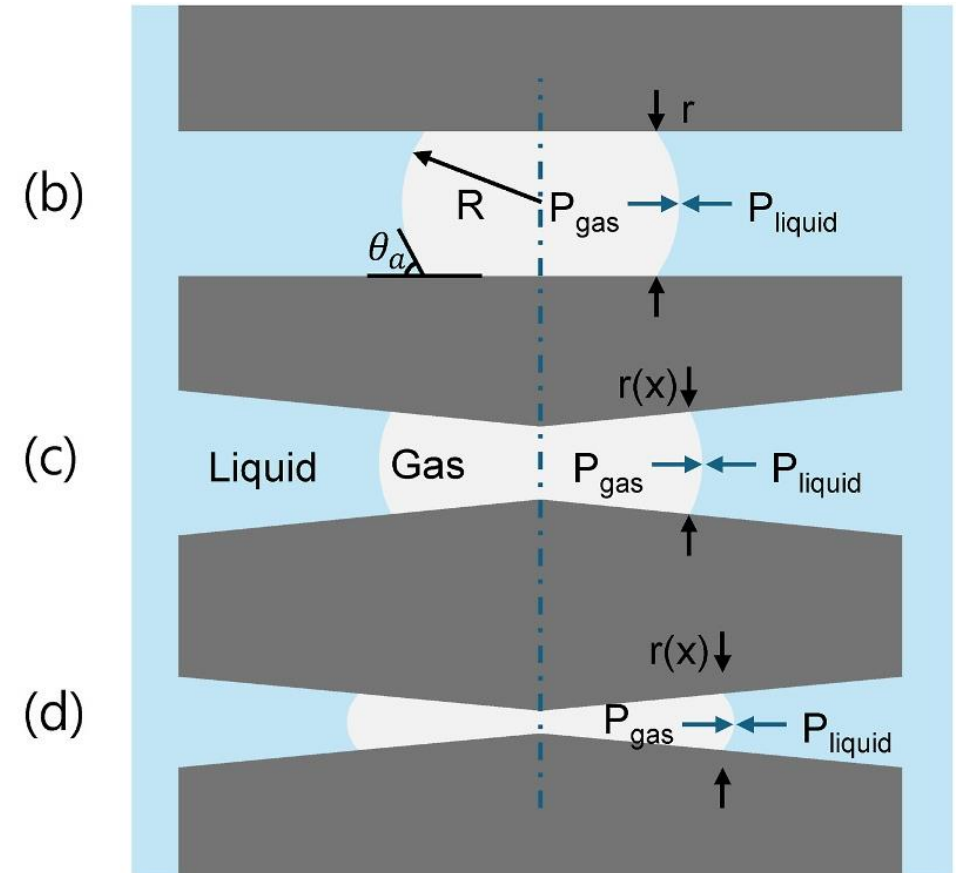
바닥이 막힌 비아는 상부 개구로만 기체 배출

02 잔류 기포와 보이드

기포가 가린 부위의 구리 성장 중단

03 고전류 운전 범위 제한

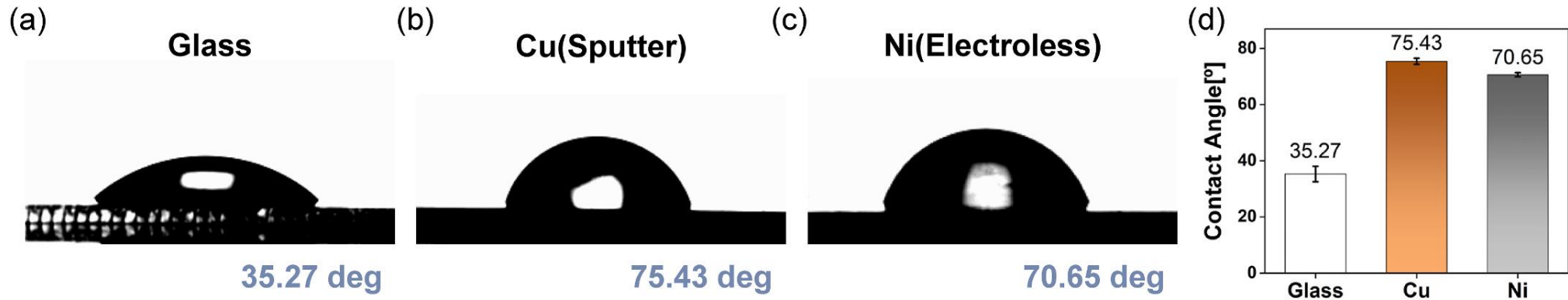
충진 불균일을 줄이면서 속도를 높여야 함



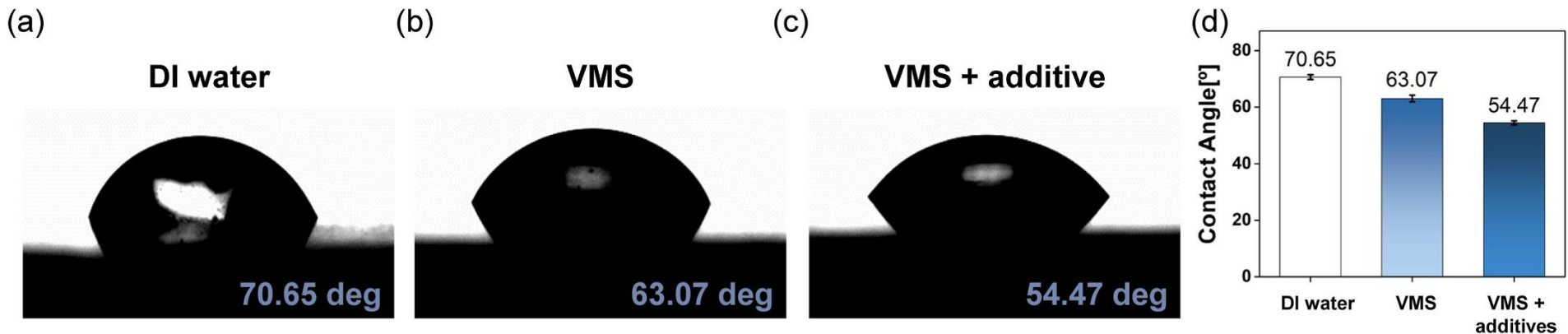
금속화 후 커진 접촉각

실험에서 확인한 측벽 젖음성 저하

물 접촉각: 유리 35.27° / 구리 75.43° / 니켈 70.65°



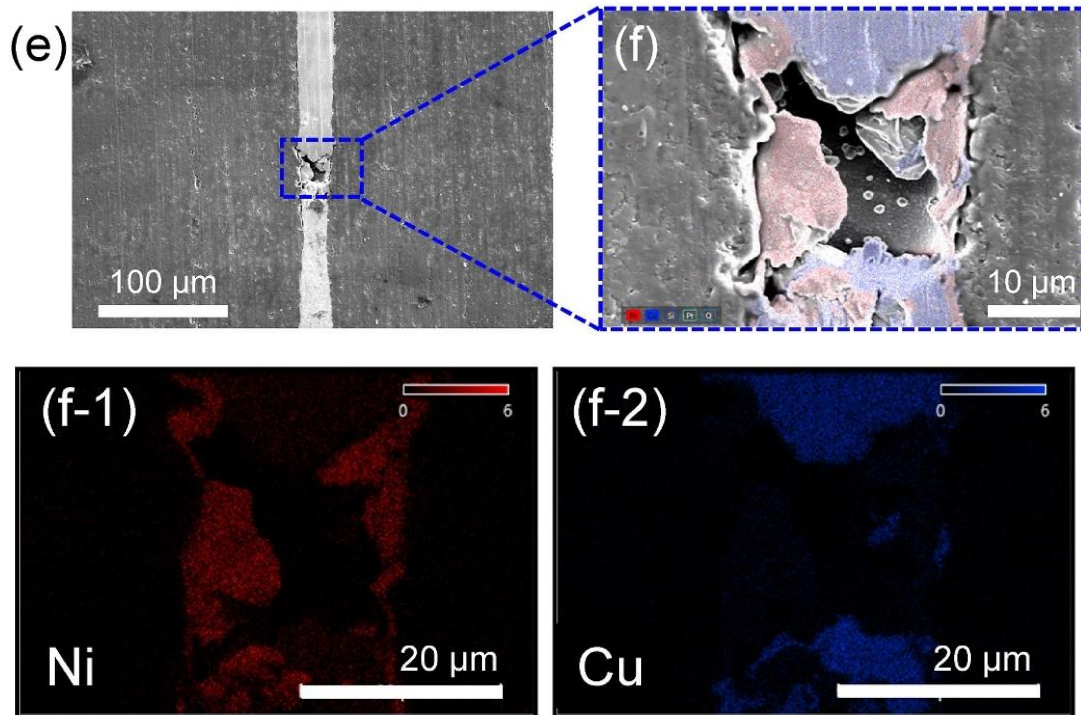
니켈 표면: 도금액 첨가제로 접촉각 54.47°까지 감소



도금액 함침이 바뀌는 충전 결과

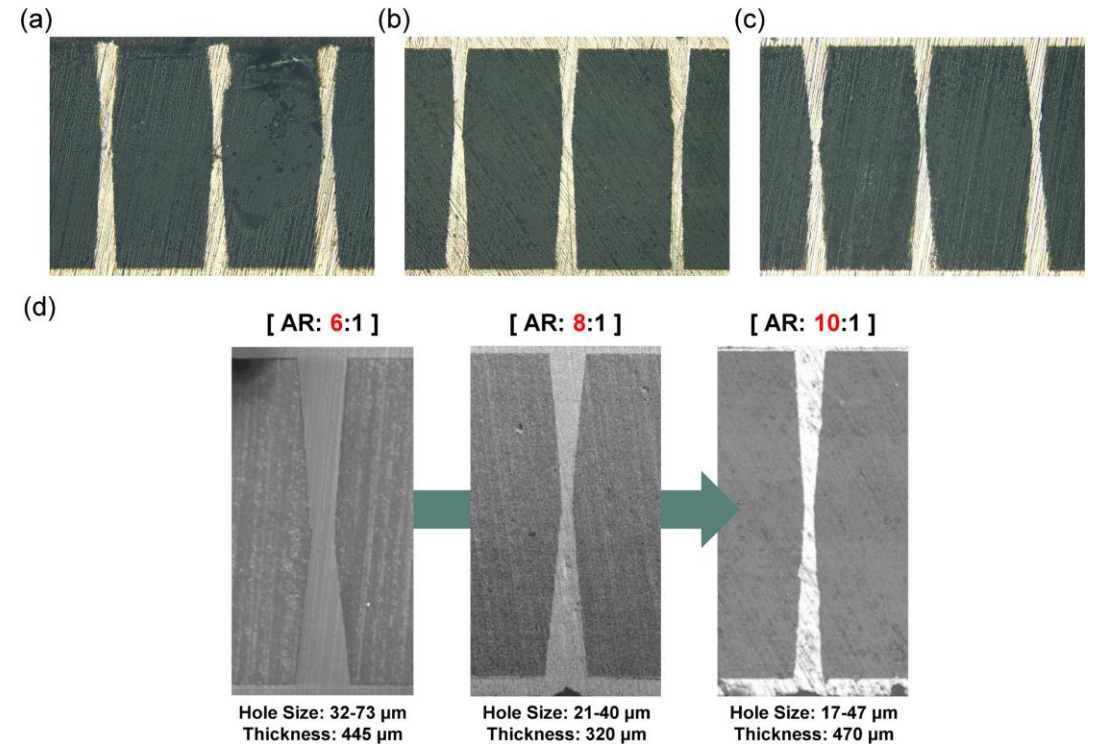
연속 금속막과 충분한 도금액 접촉을 함께 확보

금속막이 있어도 남은 보이드



Ni 막 존재 / Cu 미충진

진공 함침 후 무보이드 충전



0.3–0.7 A/dm² / AR 6–10

PDA로 낮아지는 접촉각

쿨스의 해법: 젖음성을 설계하는 비아 측벽

(a)

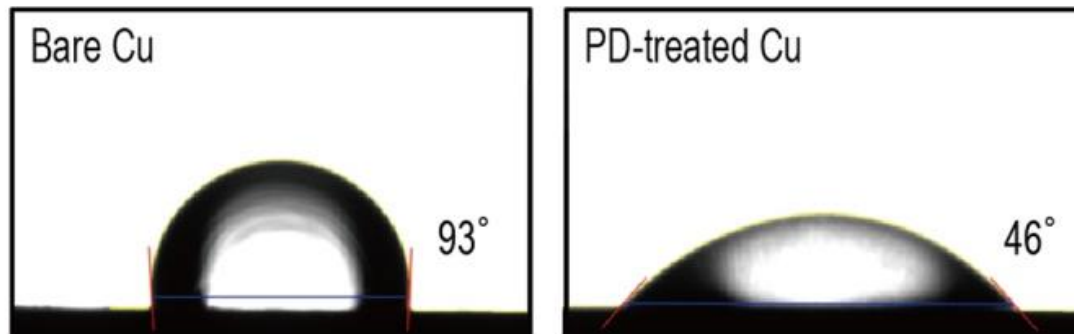


93° / 46°

구리 포일 PDA 처리 포일

극성 기능기를 가진 PDA가
도금액과의 접촉을 돕는 계면

(c)



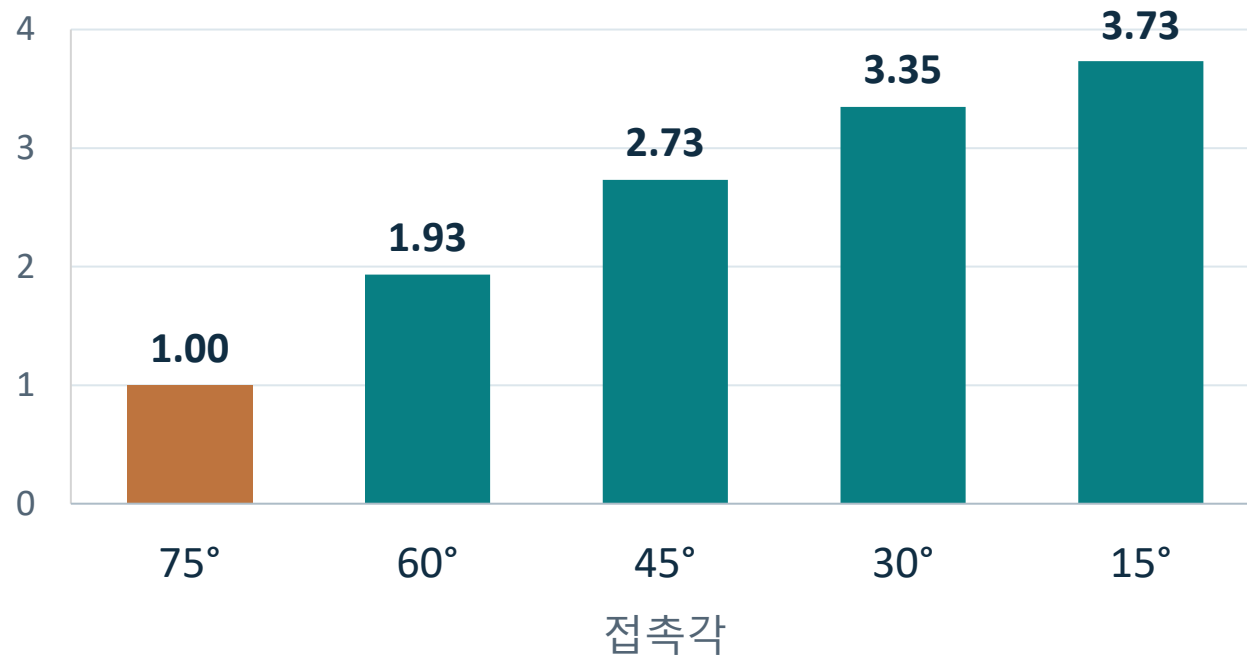
쿨스 측벽 설계

유리 비아 측벽에 적용하고
실제 도금액의 접촉각을 최소화

접촉각 최소화로 액 침투 구동력 강화

PDA 코팅 조건을 고전류 충진에 맞게 최적화

모세관 압력 비 ($75^\circ = 1$)



$$\Delta P = 2\gamma \cos\theta / r$$

설계 계산: 동일한 표면장력·비아 반경에서 Young-Laplace 모델로 비교한 모세관 압력 비

실제 도금액에서
가장 잘 젖는 PDA

코팅 농도·pH·반응시간

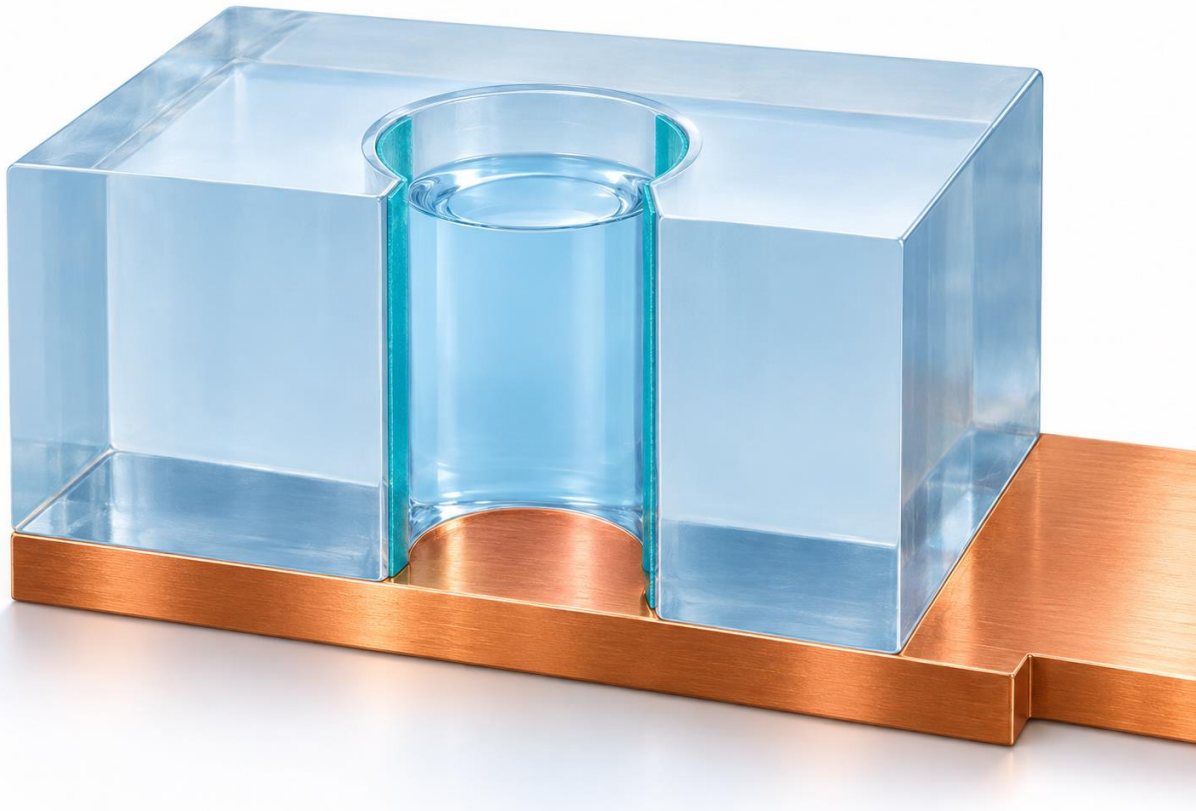
표면 기능기와 코팅 균일성

건조 없는 습식 공정 연결

최적화 지표: 무보이드 충진이
가능한 최대 전류밀도

구리포일 전극과 PDA 측벽

구리포일이 바닥 전극을 만들고, PDA가 비아 측벽을 친수화



PDA 측벽

도금액 침투와 젖음 유지
구리·유리 계면 결합

바닥 구리포일

비아 바닥을 막는 전극
음극 연결과 도금 시작점

측벽 스퍼터 없이
바닥에서 도금 시작

자기연장 전착(SPEA) 바텀업 충전

PDA 측벽을 적신 도금액 속에서 구리 충전 전면이 상승



1 도금 전



2 바닥에서 위로 성장



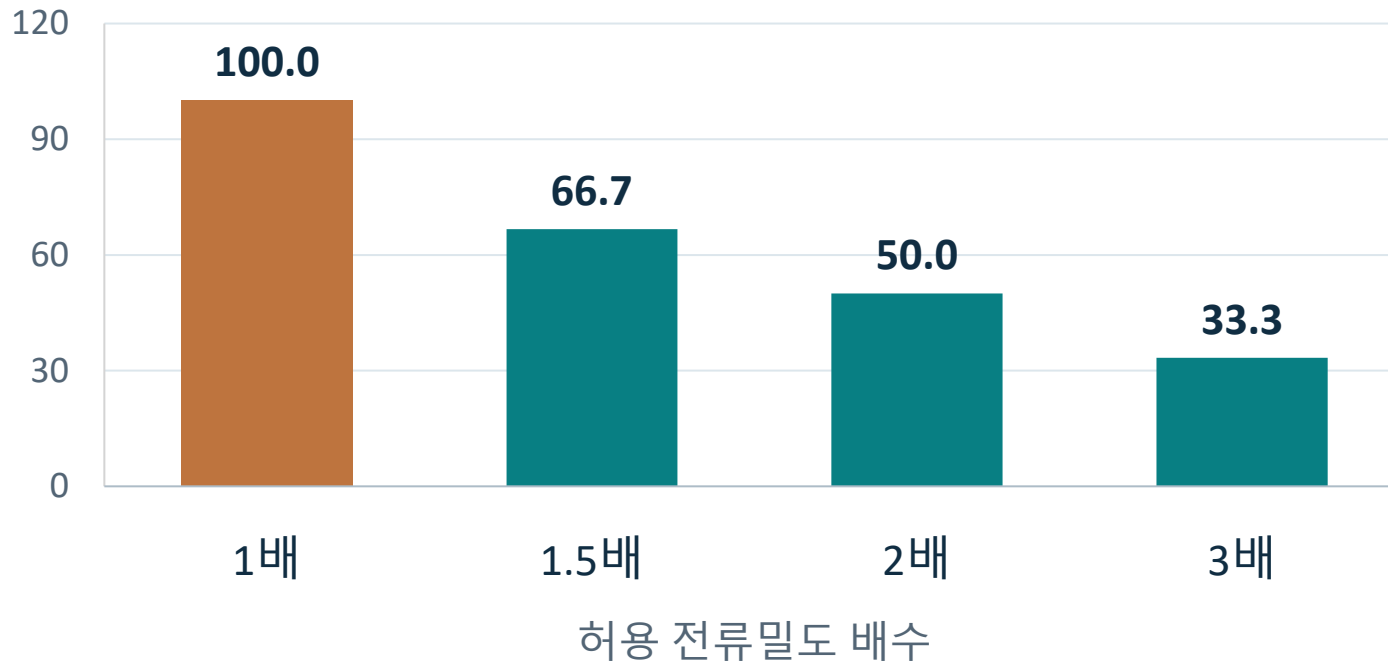
3 완전 충전

쿨스 바텀업 충전 단계. 측벽에는 PDA만 코팅, 바닥 구리포일에 음극 연결

고전류 충진의 생산성 효과

전류밀도 상승에 따른 구리 석출 시간의 변화

기준 대비 구리 석출 시간 (%)



50%

전류밀도 2배일 때
구리 석출 시간

동일 설비의 처리량 확대

도금조 증설 부담 완화

패널당 도금 가공비 절감

기준 $0.7 \text{ A/dm}^2 \rightarrow 3\text{배 } 2.1 \text{ A/dm}^2$
확산 한계전류 2.6 A/dm^2 이내

바텀업 $t = L / v$, $v = 13.2 \text{ } \mu\text{m/h per A/dm}^2$

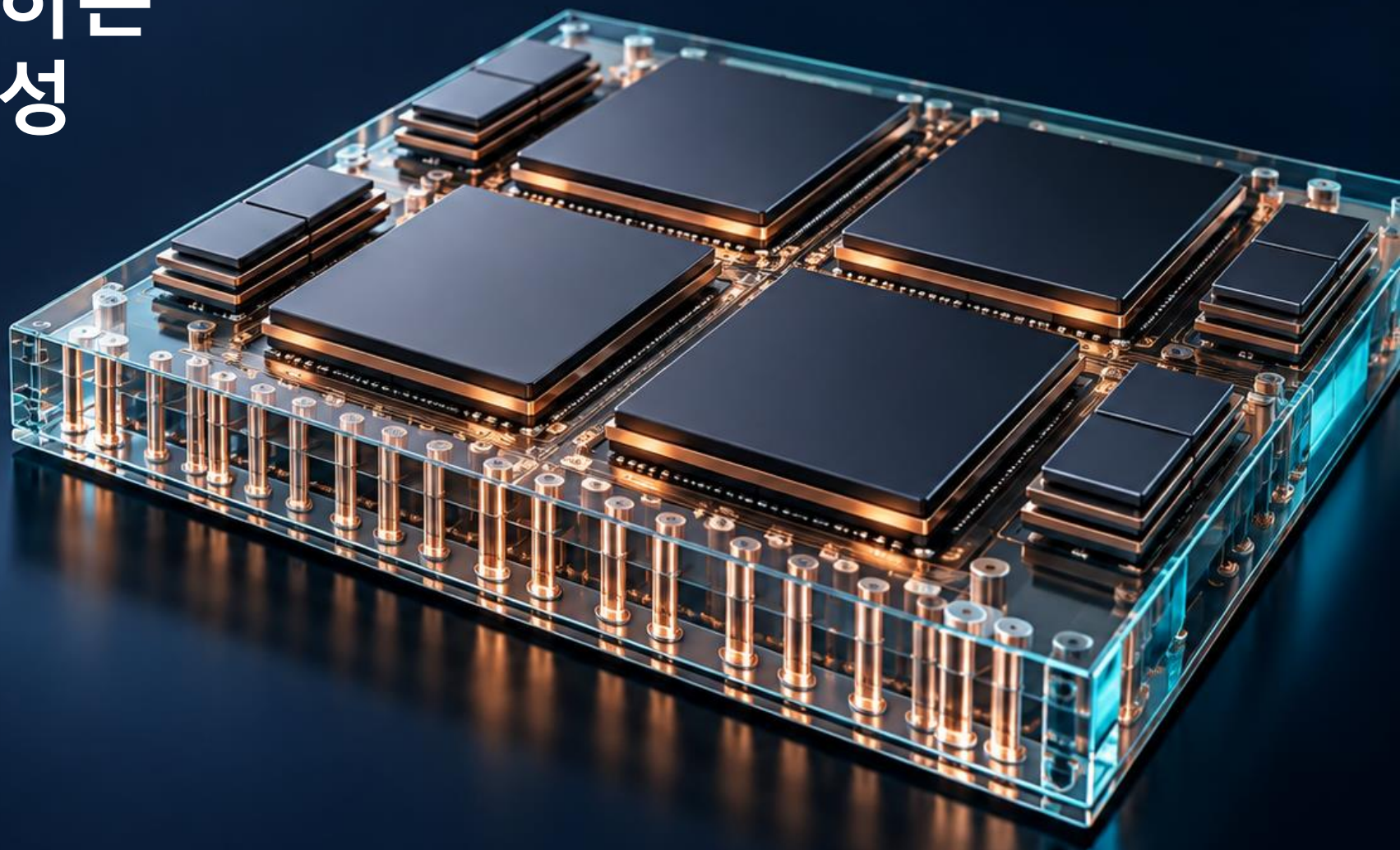
패러데이 법칙 계산값: 동일 충진 깊이·전류효율 기준. 확산 한계: 깊이 $300 \text{ } \mu\text{m}$, 외부 경계층 $50 \text{ } \mu\text{m}$, $\text{Cu}^{2+} 0.8 \text{ M}$, $D = 6 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$

고속 충진으로 넓히는 유리 코어의 생산성

도금 시간 단축
설비 처리량 확대

대면적 유리 코어
AI 패키지 적용 확대

구리포일 바텀업과 PDA로
스퍼터 없는 고속 충진을 구현





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
