

촉매 없이 PDA에서 시작하는 무전해 구리 도금

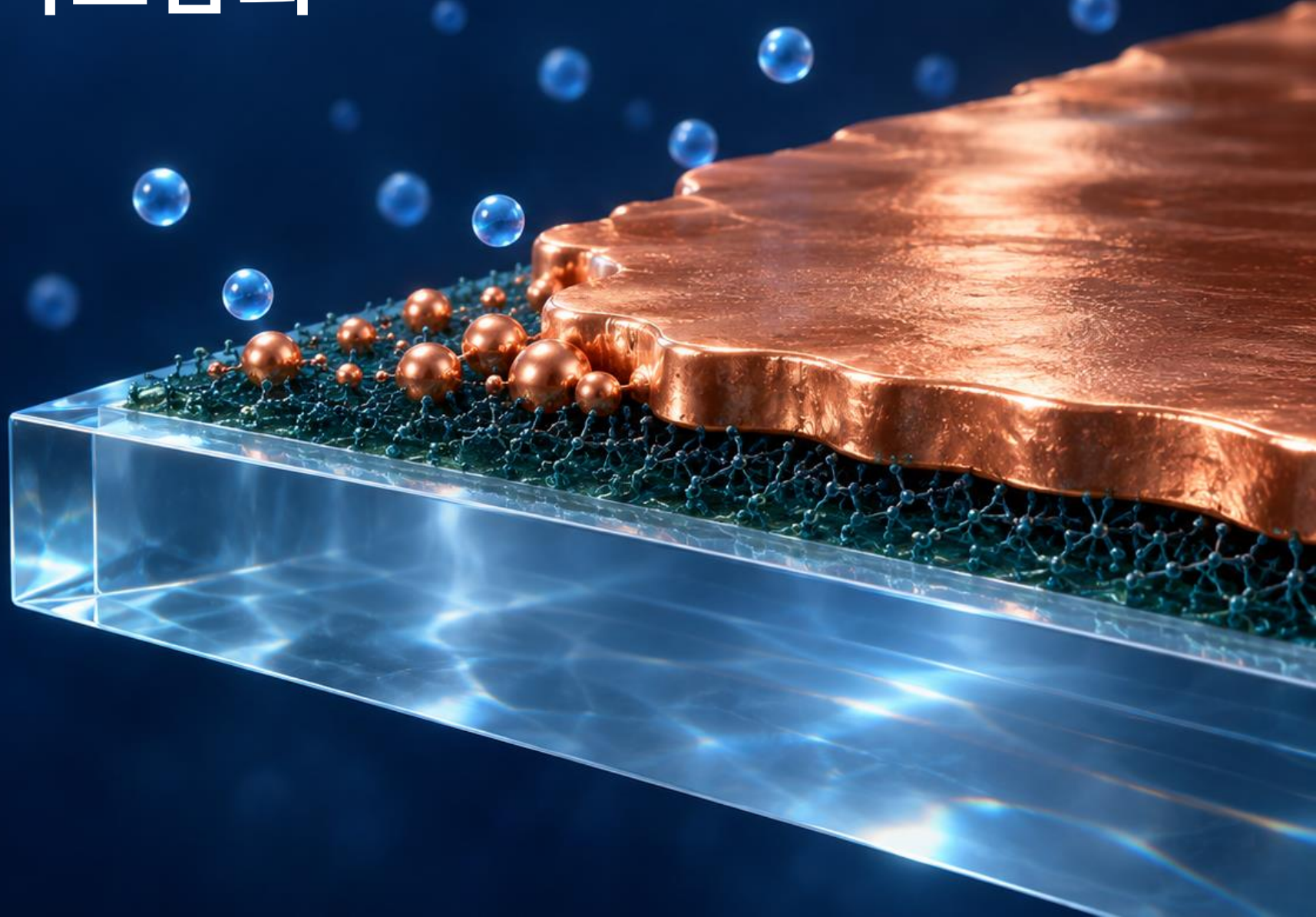
조진현 쿨스 대표 jhcho@cools.co.kr

SUMMARY

두 방식은 환원제가 구리 이온을 금속으로 바꾸는 원리를 공유하지만 첫 도금 자리가 다르다. 일반 방식은 Pd 촉매에서, PDA 방식은 PDA에 결합한 구리 이온에서 시작해 Sn 감작과 Pd 활성화를 생략하고 접착 계면을 함께 설계한다.

일반 무전해 구리도금과 PDA 계면 도금

공정과 핵생성, 접착의 차이



COOLS 조진현

유리 · PDA · 구리 계면 구조

공통 원리와 달라지는 시작점

두 방식 공통: 환원제의 전자 공급에 의한 구리 이온의 금속 환원



구분	일반 Sn/Pd 방식	PDA·DMAB 방식
최초 도금 자리	Pd 촉매 표면	PDA에 결합한 Cu 이온
전자 공급	화학 환원제	DMAB 환원제
막 성장	생성된 Cu 위 성장	생성된 Cu 위 성장

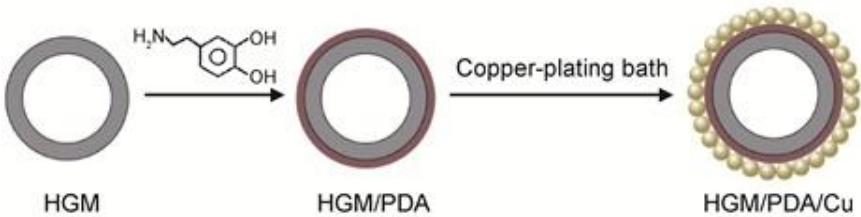
PDA의 차별점은 금속을 붙잡는 계면과 핵생성 경로

비교 기준: 절연기판의 대표적인 Sn/Pd 활성화법과 PDA·DMAB 직접 구리화법

표면처리와 촉매 공정의 차이

PDA·DMAB 경로에서 별도 Sn 감작·Pd 활성화 생략

단계	일반 Sn/Pd 경로	PDA·DMAB 경로
준비	세정·표면조정	세정
계면 형성	Sn 감작	PDA 코팅
도금 준비	Pd 활성화	수세
구리 석출	무전해 Cu 욕	Cu 욕 + DMAB



유리 / PDA / 구리

계면 코팅이
금속 이온 결합까지 담당

기판에 맞춘 촉매 부착 공정을 PDA 기반의 표면화학으로 전환

일반 경로의 중간 수세 단계 표기 생략. 우측: Hu et al. (2018), Fig. 1 도금 단계

핵생성과 연속막 형성

도금 시작점은 상이, 구리 핵 성장·합체에 의한 연속막 형성은 공통

일반
Pd 촉매

시작점 준비



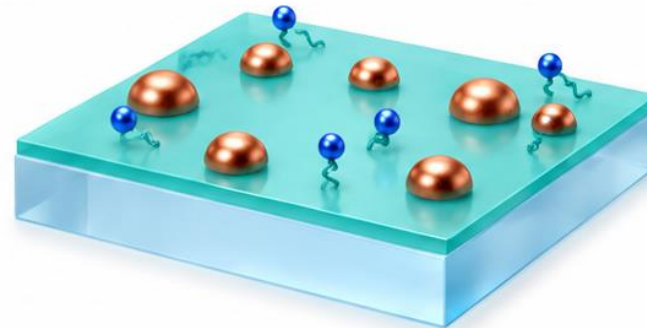
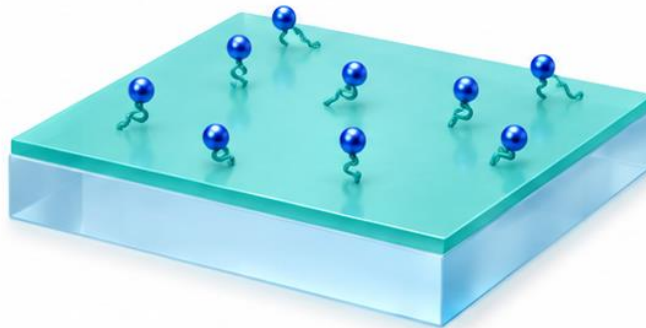
구리 핵 생성



연속 구리막



PDA
Cu 이온 결합



회색: Pd 촉매 / 청록색: PDA / 파란색: Cu 이온 / 주황색: 금속 Cu

DMAB를 이용한 구리 도금 조건

Lee·Messersmith 특허 실시예 5에 명시된 배합

성분	농도	역할
CuCl ₂	50 mM	구리 이온 공급
EDTA	50 mM	착화
붕산	100 mM	도금욕 조성 성분
DMAB	100 mM	환원제 · 사용 직전 첨가

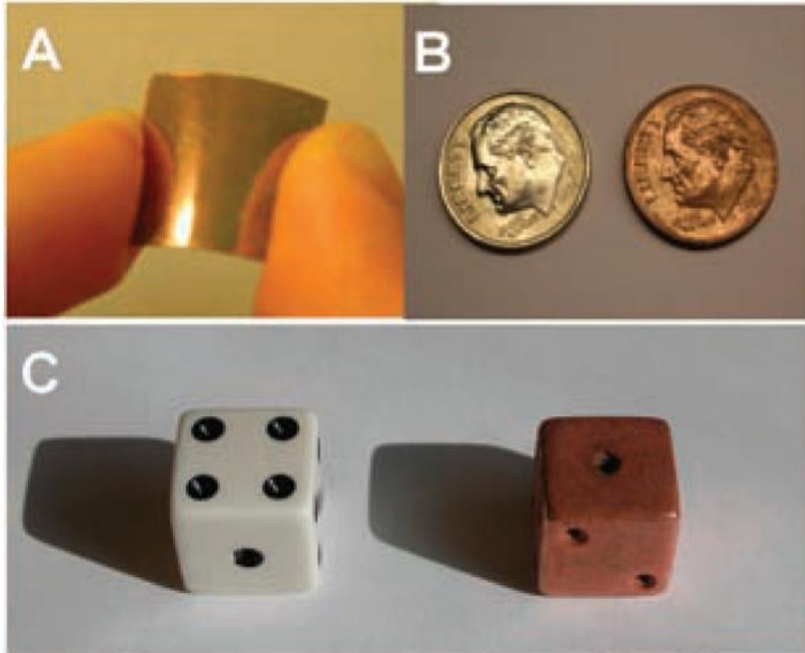
pH 7.0 30°C 2~3시간

PDA는 계면을 준비하고, DMAB는 구리 환원을 구동

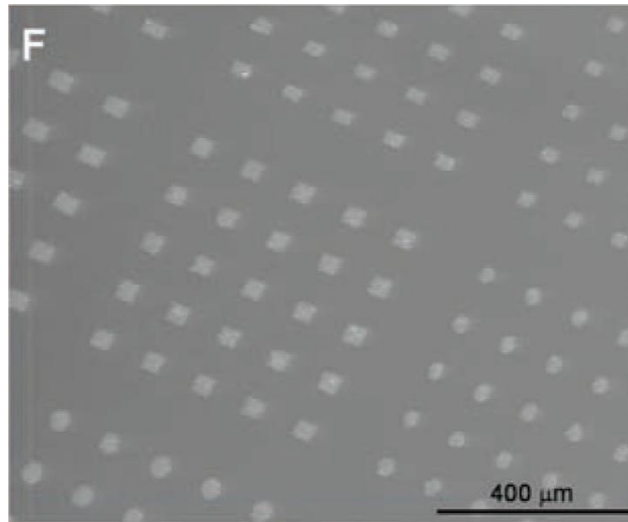
출처: US8999452B2, Example 5. PDA 코팅욕과 구리 도금욕은 별도 용액

실제 연구에서 확인한 PDA 위 구리도금

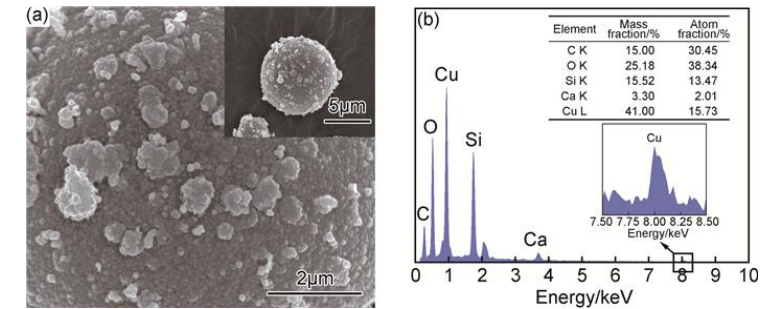
다양한 형상과 유리 표면 위 금속 구리 형성 보고



유연 필름·입체 플라스틱



유리 위 Cu 패턴



유리 미세구의 Cu 확인

SEM 표면 관찰과
EDS 구리 신호

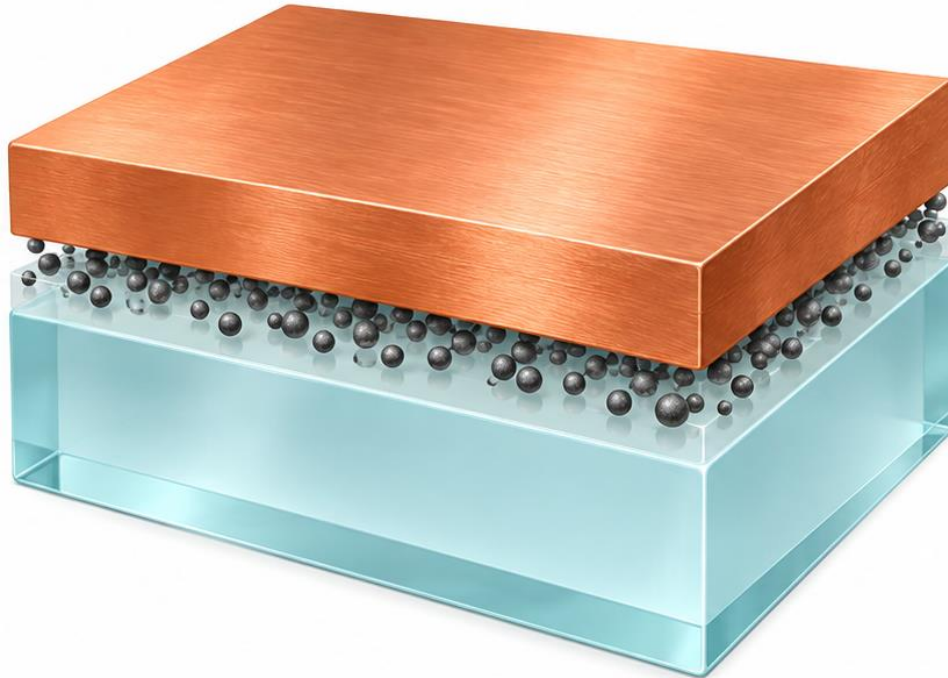
PDA 계면 구리 금속화의 실험적 입증

좌·중: Lee et al., Science (2007), Fig. 2A–C, F. 우: Hu et al. (2018), Fig. 5

접착을 담당하는 계면의 차이

기판-구리 사이 잔존 PDA를 통한 계면 화학결합·막 형성 설계

일반 촉매 기반 계면



기판 표면처리와 촉매층의
부착 상태가 접착에 영향

PDA 기반 접착 계면



PDA 조성·연속성으로
기판과 금속의 결합을 조절

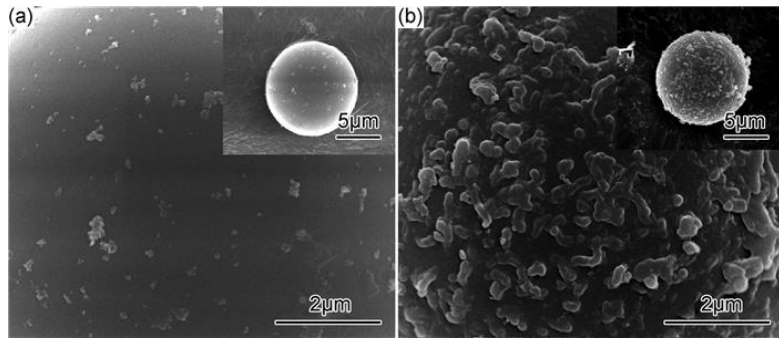
비아 도금액 침투에 활용하는 PDA

금속 형성 전, 도금액 젖음성이 높은 비아 내벽 계면 준비

친수성 계면 형성

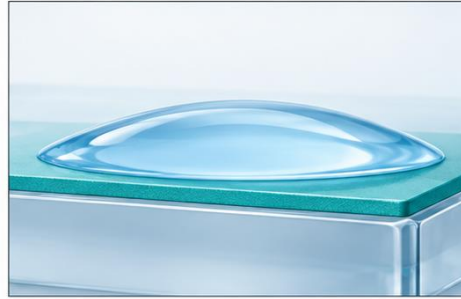
도금액이 내벽에 접촉

젖은 표면에서
구리 핵생성 시작



유리 미세구의 PDA 처리 전(a)·후(b)

좌측 SEM: Hu et al. (2018), Fig. 2



비아 적용 원리

일반 방식과 PDA 방식의 비교

구리 석출 원리는 공유, 계면과 초기 활성화 경로의 전환

항목	일반 Sn/Pd 기반	PDA·DMAB 직접 구리화
시작점	Pd 촉매	PDA 결합 Cu 이온
계면 설계	기판 전처리·촉매 부착	PDA의 결합기·막 형성
환원제	포름알데히드 등	DMAB
욕 조건	알칼리 HCHO 욕 등	중성 pH 7.0
공정 이점	축적된 생산·욕 관리 경험	Sn/Pd 활성화 생략
관리 변수	촉매 분포·욕 안정성	PDA 피복·핵생성·욕 안정성

PDA의 직접적인 가치는 접착 계면 설계와 활성화 경로의 단순화

대표 경로 간 비교. PDA 접착층 위 Pd 촉매를 더하는 혼합 구성으로도 확장

쿨스 TGV 무전해 시드 금속화 경로

PDA 접착 계면 위 무전해 구리 시드 형성과 전해도금 성장

1 PDA 계면 코팅



2 무전해 Cu 시드



3 전해 Cu 성장



접착 계면과 도금 시작점을 함께 설계하는 습식 금속화

비아 내벽 PDA 계면 코팅 → 무전해 Cu 시드 → 전해 Cu 성장



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
