

Y-IN

(주)와인 · Y-IN Co., Ltd.

TECHNICAL GUIDE
2026

ADHESION DESIGN GUIDE

접착 설계 가이드

재질별 표준 전처리 · 검증 절차 · 박리 사전 차단

3-TIER CHAMBER

60L · 300L · 1100L

Parylene 정밀 코팅 전문 · y-inno.com

CONTENTS · HOW TO USE

이 가이드 사용법

이 문서는 Parylene 코팅의 **접착(밀착) 설계**를 다루는 실무 가이드입니다. 부품 설계·품질·구매 엔지니어가 재질별 전처리 방향, 검증 기준, 박리 사전 차단 체크리스트를 부품 검토에 바로 활용할 수 있도록 구성했습니다.

03	왜 접착이 관건인가	Why Adhesion	12	폴리머 선택과 접착 (C·N)	Polymer
04	접착 실패 메커니즘	Failure Modes	13	마스킹 & 경계 설계	Masking
05	접착 설계 프레임워크	Framework	14	접착력 검증 — Cross-hatch	Verification
06	재질군 개요 · 난이도 맵	Substrate Map	15	신뢰성 · 환경 검증	Reliability
07	전처리 ① 금속류	Metals	16	박리 사전 차단 체크리스트	Checklist
08	전처리 ② 플라스틱·폴리머	Plastics	17	실패 원인 진단 & 리포트	Troubleshoot
09	전처리 ③ 세라믹·유리·복합	Ceramics	18	협업 프로세스 & 문의	Contact
10	전처리 ④ PCB·엘라스토머	PCB/Elastomer			
11	표면 전처리 공정 상세	Surface Prep			

◆ **확인 필요** 표시는 사내 확정 후 채워지는 값입니다.

원칙 1

재질 맞춤 접착 설계

재질에 따라 접착력·향상 방법이 다릅니다. 8가지 재질별 표준 공정으로 대응.

원칙 2

Cross-hatch 검증

격자 테이프 박리 시험 10/10(박리 없음)로 접착을 검증한 뒤 사양 확정.

원칙 3

데이터 리포트

두께·외관·Cross-hatch 결과를 리포트로 제공(요청 시 환경 가속 포함).

? 이 가이드로 답하는 질문

- 우리 부품 재질에는 어떤 전처리가 맞는가?
- 박리를 어떻게 설계 단계에서 사전 차단하는가?

- 접착은 어떻게 검증하고 무엇으로 판정하는가?
- 접수 전 무엇을 준비·공유하면 되는가?

— WHY ADHESION

박리는 사후 분석이 아닌, 사전 차단

접착(밀착)은 Parylene 코팅의 성능을 결정하는 첫 관문입니다. 아무리 균일한 박막도 표면에서 들뜨면(박리) 보호 기능을 잃습니다. Parylene 공정의 오랜 과제였던 표면 접착력을, Y-IN은 재질별 맞춤 공정 설계로 안정적으로 확보합니다.



◆ 박리가 초래하는 비용

절연 열화

들뜬 계면으로 수분·이온이 침투해 절연 성능과 신뢰성이 저하됩니다.

보호 상실

박막이 표면에서 분리되면 부식·결로 차단 기능을 그 지점에서 잃습니다.

필드 고장

초기에는 정상으로 보여도 환경 스트레스 누적 후 필드에서 지연 고장으로 드러납니다.

그래서 "검증 후 확정"입니다

접착 성능을 Cross-hatch로 검증한 뒤에 폴리머·두께·전처리 사양을 확정합니다.

◆ 박리는 늦게 드러납니다



그래서 초기 접착을 Cross-hatch로 확인하고, 환경 가속으로 스트레스를 미리 가해 검증합니다.

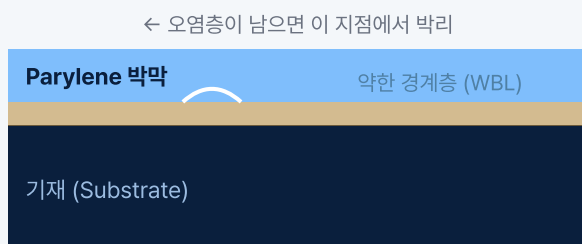
— FAILURE MECHANISMS

박리는 계면에서 시작됩니다

접착 실패는 대부분 코팅 자체가 아니라 **기재-박막 계면**에서 비롯됩니다. 아래는 표면공학에서 알려진 대표적 원인으로, 전처리 설계의 출발점입니다.

- **계면 오염** — 유분·이형제·먼지 등 약한 경계층(WBL)이 남으면 밀착이 저해됩니다.
- **낮은 표면에너지** — 젖음성이 부족한 표면(일부 플라스틱)은 결합 형성이 어렵습니다.
- **잔류·열 응력** — 열팽창 차이·기계적 응력이 계면에 집중되면 들뜸이 발생합니다.
- **습기·이온 침투** — 계면으로 수분·이온이 침투하면 결합이 시간에 따라 약화됩니다.
- **부적절한 전처리** — 재질 특성에 맞지 않는 전처리는 위 원인을 남깁니다.

계면 단면 개념



전처리의 핵심 목표: 약한 경계층 제거 + 표면 활성화.

◆ 접착을 만드는 네 가지 원리

① 청정 계면

약한 경계층(오염·이형제) 제거가 모든 접착의 전제입니다.

② 젖음성

표면에너지를 높여 코팅 분자가 표면에 고르게 닿게 합니다.

③ 화학적 결합

재질별 접착증진 공정으로 계면 결합을 형성·강화합니다.

④ 응력 관리

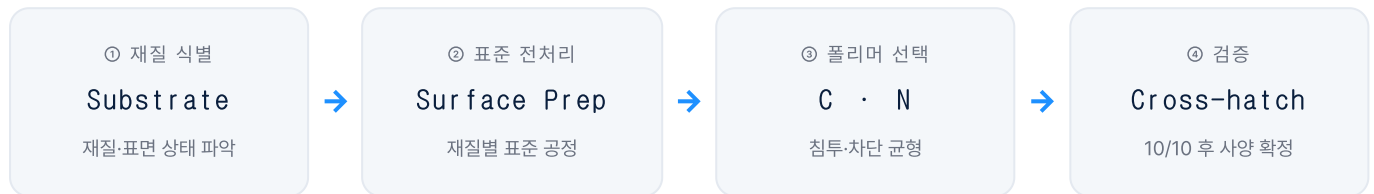
열·기계 응력이 계면에 집중되지 않도록 폴리머·두께를 설계합니다.

※ 위 메커니즘은 일반 표면공학 원리입니다. 특정 부품의 지배적 원인은 샘플·사양 검토로 판별합니다. **확인 필요** 사내 표준 용어·판별 기준.

— DESIGN FRAMEWORK

재질 → 전처리 → 폴리머 → 검증

Y-IN의 접착 설계는 네 단계의 표준 흐름을 따릅니다. 재질에 따라 접착력과 향상 방법이 다르므로, 재질 식별에서 출발해 **8가지 재질별 표준 공정** 중 적합한 경로를 선택합니다.



8가지 재질별 표준 공정

재질군마다 오염 특성·표면에너지·응력 거동이 다르므로, 단일 전처리가 아니라 **재질별로 검증된 표준 공정**을 운영합니다. 부품 재질을 알려주시면 해당 경로를 선택해 제안합니다.

8+

재질별 표준 공정

M1 M2 M3 P1 P2 C1 B1 E1

(예시 경로)

검증 후 확정 원칙

- 시제품(60L)에서 접착을 먼저 검증 — 통상 약 1주.
- Cross-hatch 10/10 확인 후 폴리머·두께·전처리 사양 확정.
- 확정 조건을 300L·1100L로 동일 파라미터 이관.

◆ 각 단계에서 결정되는 것

재질 식별

전처리 경로 선택

전처리

밀착 기반 형성

폴리머(C·N)

침투·차단 균형

검증

사양 확정(10/10)

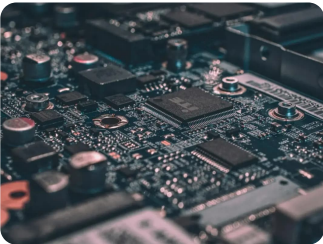
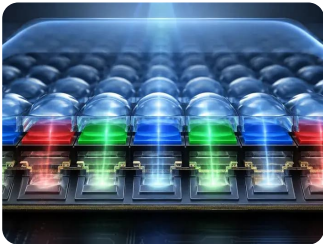
8재질·경로(M·P·C·B·E)는 **일반 예시안**입니다. **확인 필요** 사내 확정 목록·명칭으로 대체 예정.

SUBSTRATE MAP

재질군별 접착 난이도 맵

재질을 8가지 표준 경로로 구분해 대응합니다. 아래는 일반 예시안이며, 실제 부품은 표면 상태·이력에 따라 달라질 수 있습니다.

경로	재질	대표 예	난이도	핵심 과제
M1	스테인리스·니켈합금	STS304/316 · Ni합금	중	부동태 산화막·가공유
M2	알루미늄·경금속	Al 합금 · Mg	중	자연 산화막·이형제
M3	구리·구리합금	Cu · 황동 · 청동	중~높음	빠른 산화·변색
P1	극성 엔지니어링 플라스틱	PC · ABS · PA · PEEK	중	표면 청정·수분
P2	저표면에너지 플라스틱	PP · PE · POM · PTFE 계열	높음	낮은 젖음성
C1	세라믹·유리	알루미나 · 유리 · 무기 복합	중	청정도·흡착 수분
B1	PCB·실장 보드	FR-4 · 실장 PCB	중	플렉스 잔사·솔더마스크
E1	엘라스토머·연질재	실리콘 고무 · 우레탄	높음	이형제·가스방출



경로 코드(M·P·C·B·E)는 예시 표기입니다. **확인 필요** 사내 확정 8재질·경로 명칭 및 난이도 기준으로 대체 예정.

— PRE-TREATMENT · METALS

금속류 — 산화막·유분 관리가 핵심

스테인리스·알루미늄·구리합금 등 금속류는 표면 산화막과 가공 유분·이형제 관리가 접착의 관건입니다. 표준 흐름은 세정 → 표면 활성화 → 접착증진(재질별 적용)입니다.

M1 스테인리스·니켈 M2 알루미늄·경금속 M3 구리합금

표준 접근

- **세정·탈지** — 가공 유분·이형제 등 약한 경계층 제거.
- **표면 활성화** — 젖음성·결합 사이트 확보.
- **접착증진** — 재질에 따라 접착증진제·표면 개질 공정을 적용(세부 화학 비공개).

세정·활성화 조건 **확인 필요** · 접착증진 세부 화학은 비공개



체크 포인트

가공 후 방청유·이형제 잔류, 표면 산화 상태, 이종 금속 도금층 유무를 사전 공유해 주시면 전처리 경로 선택이 정확해집니다.

◆ 금속군별 요점

경로	금속	주의점	접근 방향
M1	스테인리스·니켈합금	부동태 산화막·가공유	탈지 세정 → 활성화 → 접착증진
M2	알루미늄·경금속	자연 산화막·이형제	산화막 관리 → 활성화
M3	구리·구리합금	빠른 산화·변색	산화 억제 → 신속 처리

— PRE-TREATMENT · PLASTICS

플라스틱 — **젖음성을 높이는 것이 관건**

일부 플라스틱은 표면에너지가 낮아 젖음성이 부족하고, 이 때문에 결합 형성이 어렵습니다. 표면 활성화로 젖음성을 개선하는 것이 접착의 출발점입니다.

P1 극성 엔지니어링 플라스틱(PC·ABS·PA·PEEK)

P2 저표면에너지(PP·PE·POM·PTFE)

저표면에너지 대응

- 표면 활성화로 **젖음성(접촉각 감소)** 확보.
- 이형제·가소제 블리드아웃 관리.
- 재료별 편차가 크므로 **샘플 검증**을 권장.

활성화 방식·조건 **확인 필요**

젖음성 개념

큰 접촉각 · 젖음 나쁨

작은 접촉각 · 젖음 좋음

활성화로 접촉각을 낮춰 결합 사이트를 늘립니다.

◆ **플라스틱군별 요점****P1 극성 엔지니어링 플라스틱**

PC · ABS · PA · PEEK 등. 상대적으로 접착이 유리하나, 표면 청정·수분·이형제 관리가 필요합니다.

P2 저표면에너지 플라스틱

PP · PE · POM · PTFE 등. 젖음성이 낮아 표면 활성화가 필수이며, 재료 편차가 커 샘플 검증을 권장합니다.



— PRE-TREATMENT · CERAMICS / GLASS

세라믹·유리 — 청정도·수분 관리

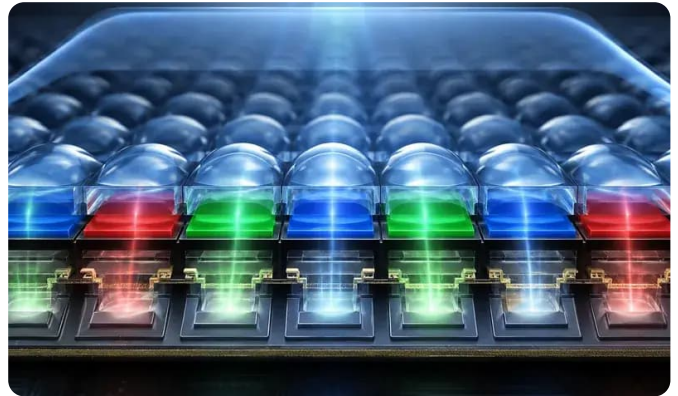
세라믹·유리 등 무기질 표면은 비교적 안정적이거나, 표면 청정도와 흡착 수분 관리가 접착 안정성에 영향을 줍니다.
광학·절연 부품에서 특히 중요합니다.

C1 세라믹·유리·무기 복합(알루미나·유리 등)

표준 접근

- 정밀 세정 — 입자·유기물 잔류 제거.
- 수분 관리 — 흡착 수분 제어로 계면 안정화.
- 표면 활성화(선택) — 사양에 따라 적용.

세정·활성화 조건 확인 필요



연계 참고

광학·이미지 센서 등 광 투과가 중요한 부품은 코팅의 투명성(광학 투과 유지)과 함께 접착을 검토합니다.

◆ 대표 적용 & 고려사항

대표 적용

- 광학·이미지 센서 커버 글라스
- 세라믹 기판·절연 부품
- 무기 복합 하우징

고려사항

- 표면 청정도(입자·유기물) 확보
- 흡착 수분 제어로 계면 안정화
- 광 투과가 필요하면 두께·투명성 함께 검토

— PRE-TREATMENT · PCB / ELASTOMER

PCB·연질재 — 잔사·가스방출 관리

실장 PCB는 플렉스 잔사·솔더마스크 상태가, 엘라스토머 등 연질재는 가스방출·이형제·유연성이 접착에 영향을 줍니다.

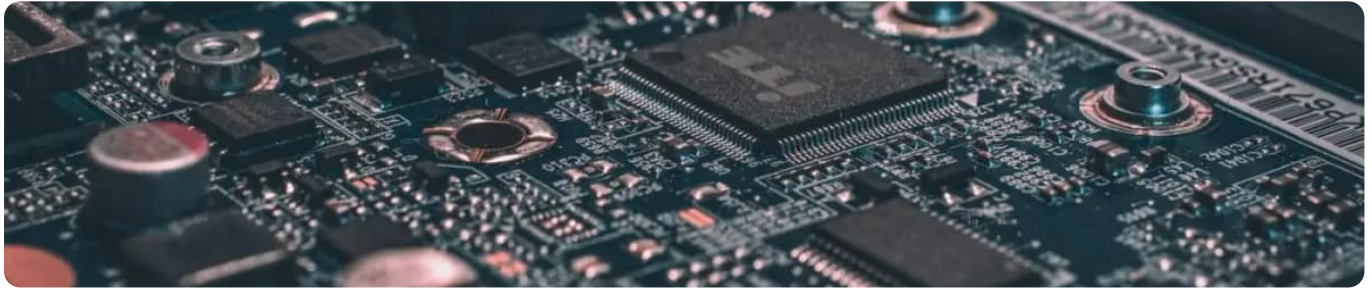
B1 PCB·실장 보드(FR-4) **E1** 엘라스토머·연질재(실리콘·우레탄)

PCB · 실장 보드

- 플렉스 잔사·오염 관리로 계면 청정도 확보.
- 솔더마스크 종류·상태에 따라 전처리 조정.
- 후공정(SMT·본딩) 영역은 마스킹으로 제외 → P13 참조.

엘라스토머 · 연질재

- 표면 이형제·블리드 성분 관리.
- 유연 변형 시에도 밀착 유지 여부를 검증.
- 재료 편차가 커 **샘플 검증** 권장.



◆ 대표 적용

PCB · 실장 보드

제어 보드 · 전장 회로 · 산업 IoT 보드의 절연·부식 보호.

엘라스토머 · 연질재

실링 · 연질 커넥터 · 유연 부품의 표면 보호.

후공정과 함께 설계하세요

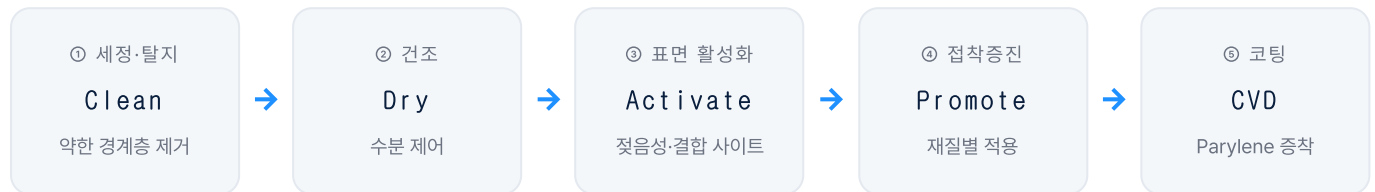
SMT · 본딩 · 조립 등 후공정 계획과 코팅 제외 영역을 함께 공유해 주시면, 마스킹(P13)과 전처리를 한 번에 설계합니다.

구체 전처리 방법·조건 **확인 필요**

— SURFACE PREPARATION

공통 전처리 파이프라인

재질군이 달라도 전처리는 공통 골격을 따릅니다. 각 단계의 **목적**은 아래와 같으며, 구체 방법·장비·약품은 재질과 사양에 맞춰 선택합니다.



각 단계의 목적

- **세정·탈지** — 유분·이형제·입자 등 약한 경계층 제거(밀착의 전제).
- **건조·수분 제어** — 계면 수분을 낮춰 초기 결합 안정화.
- **표면 활성화** — 표면에너지·결합 사이트를 높여 젖음성 개선.
- **접착증진** — 재질에 따라 실란계 접착증진제(A-174 등)와 표면 개질 공정을 적용해 계면 결합을 강화합니다. 세부 화학·조건은 당사 고유 공정으로 비공개합니다.

확인 필요 세정·활성화 단계의 구체 약품·방식·파라미터. (접착증진은 재질별로 적용하며 세부 화학은 비공개)



전처리 정확도를 높이려면

- 재질과 표면 상태(산화·이형제·잔사)를 사전 공유.
- 가공·세척 이력과 보관 조건 공유.
- 대표 샘플 제공 — 실제 표면에서 전처리를 검증합니다.

— POLYMER & ADHESION

Parylene C · N 선택과 접착

폴리머 선택은 접착·침투·차단 특성에 영향을 줍니다. Y-IN은 대부분 사양을 커버하는 C·N을 표준 운영하며, 부품 특성에 맞춰 선택합니다.

폴리머	특성	접착·침투 관점
Parylene C 범용 표준	우수한 수분·가스 차단성, 생체 적합성(USP VI·ISO 10993 평가 폴리머).	범용 보호에 적합. 차단성 중심 사양에서 표준.
Parylene N 침투·미세구조	저유전율·고유전강도, 미세 균열 침투와 RF 신호 투과 우수.	미세 구조·틈새 침투가 중요한 부품에 적합.
D · HT · AF-4 특수	고온·특수 요구 사양.	사양 협의로 진행.

선택 가이드

재질·환경·두께 목표와 함께 부품 형상(미세 구조·틈새 여부)을 알려주시면, 접착·침투·차단 균형을 고려해 폴리머와 두께(0.5~50µm)를 제안합니다.



◆ 두께 설계 기준 (일반)

환경 · 목적	두께(일반)	비고
정밀 절연·박막	0.5 – 2 µm	절연·내습 확보, 형상 영향 최소
일반 보호	사양별 (0.5 – 50 µm)	부품·환경에 맞춰 결정
옥외·부식 환경	10 – 25 µm	배리어 강화

— MASKING & EDGE

경계부에서의 밀착·번짐 관리

코팅부와 비코팅부의 경계는 접착 품질과 후공정에 직접 영향을 줍니다. Y-IN은 메탈/폴리머 마스크와 dam-and-fill 방식을 사양에 맞춰 운영합니다.

마스킹 운영

- 메탈 마스크 · 폴리머 마스크 · dam-and-fill 방식 선택.
- 경계 정밀도 **약 100 μ m** 수준에서 운영.
- 접점·커넥터 등 후공정 영역은 코팅 제외.

경계 단면 개념



◆ 마스킹 방식 비교

방식	특징	적합
메탈 마스크	재사용 · 정밀 경계	반복 양산 · 정형 형상
폴리머 마스크	형상 적응성	다품종 · 비정형 영역
dam-and-fill	국부 봉지 · 경계 형성	커넥터 · 개구부 주변

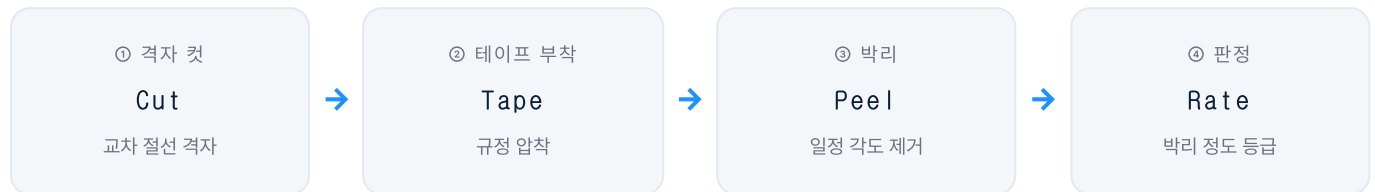


어셈블리 도면·후공정 사양을 공유해 주시면 마스킹 방식과 경계 설계를 함께 제안합니다.

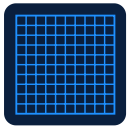
— ADHESION VERIFICATION

Cross-hatch로 10/10를 확인합니다

Y-IN은 격자 테이프 박리(Cross-hatch) 시험으로 재질별 접착력을 검증합니다. 격자를 낸 뒤 테이프로 떼어 박리 정도를 판정하며, **박리 없음(10/10)**을 확인한 뒤 사양을 확정합니다.



판정



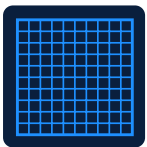
10/10 · 박리 없음 (5B)

격자 모서리·면에서 들뜸이 없는 상태. 이 기준을 통과해야 사양을 확정합니다.

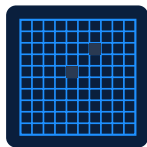
검증 원칙

- 시제품(60L) 단계에서 접착을 먼저 검증.
- 재질·전처리·폴리머 조합별로 확인.
- 결과는 리포트로 제공(P17).

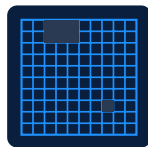
◆ 판정 등급 (0B ~ 5B)

**5B**

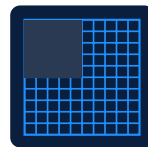
0% · 박리 없음
합격

**4B**

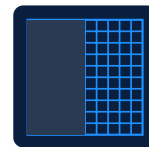
< 5%

**3B**

5 ~ 15%

**2B**

15 ~ 35%

**1B**

35 ~ 65%

**0B**

> 65%

* 격자 테이프 박리 시험의 표준 분류(0B ~ 5B, ASTM D3359 Method B 기준)입니다. 5B(박리 없음)를 합격 기준으로 적용하며, 본 가이드에서는 이를 **10/10**으로 표기합니다. 등급 도해는 개념 예시입니다.

— RELIABILITY & ENVIRONMENT

환경에서도 밀착이 유지되는가

Cross-hatch로 초기 접착을 확인한 뒤, 사양에 따라 환경·신뢰성 시험으로 **스트레스 후에도 박리가 없는지**를 검증합니다.

시험	목적	대표 조건
절연 파괴 강도	코팅 절연 성능 확인	전장 예: 200+ V/μm
항온항습 가속	습열 후 박리·절연 열화 확인	85°C / 85%RH
열충격 사이클	열팽창 응력 후 박리 확인	차량 예: -40°C ↔ 85°C
염수 · 내황	부식성 환경 내구	salt spray · H ₂ S
진동 · 충격	기계 스트레스 후 무결성	MIL-STD / IEC 계열

환경 시험은 "박리"와 연결해 판정합니다

가속 시험 후에도 박리·절연 열화가 없는지를 함께 확인해 사양의 신뢰성을 담보합니다.

◆ 산업별 대표 검증 (예)

의료 USP VI-ISO 10993 평가 · Cross-hatch 10/10 · 85/85 가속	자동차 절연 파괴 강도 · -40↔85°C 열충격 · 85/85	반도체 두께 균일성 · 저응력 · Cross- hatch 10/10	산업·특수 염수·H₂S · 진동(MIL/IEC) · 필드 내구
--	--	--	--

대표 조건 중 수치(200+ V/μm, -40↔85°C 등)는 해당 산업 사양 기준 예시입니다. 부품별 적용 항목·조건은 OEM 사양에 맞춰 조정합니다.

— DESIGN-FOR-ADHESION CHECKLIST

접수 전 사전 차단 체크리스트

아래 항목을 사전에 확인·공유해 주시면 박리 위험을 설계 단계에서 낮추고, 검증 반복을 줄일 수 있습니다.

- | | |
|---|--|
| ☐ 부품 재질 을 명확히 명시했는가 (이종 재질·도금 포함) | ☐ 필요한 마스킹 경계 정밀도를 검토했는가 |
| ☐ 표면에 이형제·방청유·유분 잔류 가능성이 있는가 | ☐ 적용할 검증 기준 (Cross-hatch 10/10)을 합의했는가 |
| ☐ 가공·세척 이력 과 현재 표면 상태를 공유했는가 | ☐ 필요한 환경 시험 항목을 사양서에 반영했는가 |
| ☐ PCB의 경우 플렉스 잔사·솔더마스크 상태를 확인했는가 | ☐ 대표 샘플 과 사양서를 함께 준비했는가 |
| ☐ 목표 사용 환경 (온도·습도·부식·진동)을 정의했는가 | ☐ 이종 접합· 도금/도장 층 유무를 확인했는가 |
| ☐ 목표 두께 (0.5~50μm)와 성능 우선순위를 정했는가 | ☐ 보관·배송 중 오염 가능성을 고려했는가 |
| ☐ 후공정 (SMT·본딩·조립) 계획이 있는가 | ☐ 광학·투명성 등 기능 요구 를 정의했는가 |
| ☐ 코팅 제외 영역 (접점·커넥터)을 지정했는가 | ☐ 양산 수량·납기 목표를 공유했는가 |

체크가 어려운 항목이 있어도 괜찮습니다. 샘플과 함께 알려주시면, Y-IN이 전처리 경로와 검증 방식을 제안하며 함께 채워갑니다.

— TROUBLESHOOTING & REPORT

증상 → 원인 → 대책

박리 증상은 원인이 계면에 있는 경우가 많습니다. 아래는 진단의 출발점이며, 실제 원인은 샘플 분석으로 확정합니다.

증상	가능 원인	대책 방향
경계부 들뜸	마스킹 경계 오염·번짐	마스킹 방식·경계 설계 재검토(P13)
전면 박리	계면 오염·전처리 부족	세정·활성화 강화, 재질별 경로 재선택(P7-11)
부분 들뜸	국부 오염·형상 그림자	표면 상태 점검·형상별 검토
환경 시험 후 박리	응력·습기 침투	폴리머·두께 재선택, 환경 조건 반영(P12-15)

◆ 제공 리포트 구성

두께 측정 지정 포인트 측정값.	외관 검사 결함·이물·커버리지.	Cross-hatch 박리 시험 결과(10/10 판정).	환경 가속 (요청 시) 85/85·열충격 등.
-----------------------------	-----------------------------	---	-------------------------------------

진단보다 예방이 저렴합니다

P16 체크리스트를 접수 전에 채우면, 위 증상 대부분을 설계 단계에서 차단할 수 있습니다.

◆ 리포트 활용

사양 확정 Cross-hatch 10/10·두께 데이터로 폴리머·두께·전처리 사양을 확정합니다.	양산 추적 로트별 두께·외관 데이터로 양산 품질을 추적·관리합니다.
---	---

리포트는 1개 문서로 제공하며, 양식은 OEM 사양에 맞춰 조정 가능합니다. 양산 단계에서는 로트별 두께·외관 데이터를 포함합니다.

HOW TO WORK WITH US

샘플로 접착부터 검증합니다

사양서와 샘플을 보내주시면 재질에 맞는 전처리·접착 설계와 검증 방식을 먼저 회신드립니다.

접수 시 동봉

재질

수량

사용 환경

목표 두께

01 접수

사양서 · 샘플



02 설계

전처리·접착 설계



03 시제품

60L 접착 검증

약 1주 · Cross-hatch



04 양산

300·1100L 이관

전화 · 팩스

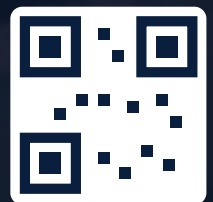
055-713-1592 / F. 055-713-1593

이메일 · 웹

y-in@y-inno.com / y-inno.com

주소 · 영업시간

경상남도 창원시 성산구 완암로 50, 테크동 817호 (SK테크노파크) · 평일 09:00-18:00

문의: y-
inno.com/contact