

## 지정공모 RFP 통합형 총괄과제

관리번호	2026-S50054-확정-003		산업기술 분류	중분류 I	중분류 II
개발형태	<input type="checkbox"/> 원천기술형	<input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		표면처리	금속재료
혁신도전형	<input type="checkbox"/> 세계최초 <input type="checkbox"/> 세계최고 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음				
AI 연계	<input type="checkbox"/> AI 응용 및 활용(설계솔루션) <input type="checkbox"/> AI 응용 및 활용(자율실험실) <input type="checkbox"/> AI 기반				
	<input type="checkbox"/> 기타 AI 연계 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음				
지역 (비수도권) 연계	<input type="checkbox"/> 지역 산업 연계 <input type="checkbox"/> 지역 기업 성장 <input type="checkbox"/> 지역 인재 및 일자리 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음				
초격차프로젝트	분야	핵심소재			
	미션	미래 신산업 수요 맞춤형 유망소재 선제적 확보			
	프로젝트	미래 모빌리티·에너지·IT산업 수요맞춤형 성능한계 극복 신소재 개발			
	제품·기술	(금속)글로벌 규제대응 소재 및 공정 기술			
	세부기술	에너지 환경 대응 기술			
연계유형	<input type="checkbox"/> IP R&D연계 <input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 적합성인증연계 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음				
특성분류	<input type="checkbox"/> 경쟁형과제 <input type="checkbox"/> 복수형과제 <input type="checkbox"/> 국가핵심기술 <input type="checkbox"/> 국제공동 <input type="checkbox"/> 대형통합형				
	<input type="checkbox"/> 민간투자연계형 <input type="checkbox"/> 서비스형 <input type="checkbox"/> 안전관리형 <input type="checkbox"/> 원스톱형 <input type="checkbox"/> 유연 컨소시엄				
	<input type="checkbox"/> 초고난도 과제 <input type="checkbox"/> 탄소중립 <input type="checkbox"/> 핵심전략기술 <input type="checkbox"/> 보안과제				
ESG	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> 해당없음				
총괄 과제명	차세대 에너지 및 반도체 수요대응형 장수명 고균일 Ni-Fe 합금 전해도금 기술개발 (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)				
1세부 과제명	MW급 음이온 교환막 수전해 단위스택 전극용 Ni-Fe 합금 전해도금 기술개발				
2세부 과제명	10um급 극미세범프용 고속·고신뢰성 Ni-Fe 합금 도금 공정기술 개발				

### 1. 개념 및 정의

- ☐ 장수명 고균일 Ni-Fe 합금 전해도금기술은 도금액의 조성, 첨가제 및 전류조건을 제어하여 합금층의 조성, 두께, 미세구조를 정밀하게 제어하여 고품위 표면특성을 구현하는 기술로, 수전해 및 반도체 수요산업에서 요구되는 성능과 내구성/신뢰성을 갖춘 Ni-Fe 합금 도금층 구현 기술
- MW급 음이온교환막 수전해 세부 모듈 내 단위 스택용 전극 제작을 위한 Ni-Fe 합금 조성·두께 균일 제어 도금액 및 공정 최적화 기술
- 차세대 고집적, 고성능 반도체용 10um급 극미세범프 신뢰성 확보를 위한 Ni-Fe 합금 전해도금 기술

### 2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 수전해 및 반도체용 고균일, 장수명 Ni-Fe 합금 전해도금을 위한 도금액 레시피, 첨가제 최적화 및 도금 공정기술 개발
  - 500cm<sup>2</sup> 이상 대면적 고효율·고내구성 음이온교환막 수전해 전극용 Ni-Fe 합금 도금기술 개발
  - 10μm급 극미세 범프 구조에서 금속간화합물 (IMC, Intermetallic Compound) 성장을 최소화하고 접합 신뢰성을 확보할 수 있는 고신뢰성·고속 Ni-Fe 합금 도금 소재 및 공정 기술 개발

□ 공통 핵심기술

- 조성/두께 편차 5% 이내 고균일, 장수명 Ni-Fe 합금 도금액 및 공정기술 개발
  - 총괄 과제에서 개발하여 1세부로 이전하는 기술(총괄 1세부) : 500cm<sup>2</sup> 이상 대면적 고성능, 고내구성 음이온 교환막 수전해 전극용 고균일 Ni-Fe 합금 도금 기술 개발
  - 총괄 과제에서 개발하여 2세부로 이전하는 기술(총괄 2세부) : 10μm급 극미세 범프 구조에서 IMC 성장을 최소화하고 접합 신뢰성을 확보할 수 있는 고신뢰성·고속 Ni-Fe 합금 도금 소재 및 공정 기술 개발

\*공통핵심기술 관련 총괄 주관연구기관과 세부 주관연구개발기관과의 통상실시권 체결 결과물 제시

□ 개발 내용

- (1단계) 수소/반도체 수요산업 맞춤형 Ni-Fe 합금 도금액 조성 및 도금공정 공통 핵심기술 개발
  - Ni-Fe 합금 도금용 무기염(salt) 소재 선정과 도금액 조성 설계
  - 도금액 조성 및 공정조건에 따른 Ni-Fe 합금 도금층 조성 DB 구축
  - 도금액 및 공정 조건에 따른 도금층 미세조직 분석
  - 도금층 잔류응력 최소화를 위한 기술 개발
  - 도금층 두께 불균일도 최소화를 위한 도금액 및 공정기술 최적화
  - 도금액 장기 안정성 확보를 위한 도금 첨가제 최적화
  - Ni-Fe 합금 도금층 공정조건별 수전해 전극 활성 평가
  - Ni-Fe 합금 도금층 공정조건별 IMC 성장억제 효과 평가
  - 수전해/반도체 수요 맞춤형 Ni-Fe 합금 도금액 개발
- (2단계) 공통핵심기술의 세부과제 이전 후 세부과제의 기술 지원 및 스케일업 대응 도금액 및 공정 조건 최적화
  - 대면적·고속 도금을 위한 전류 분포 균일화 시스템 구축 지원
  - 수전해 전극 활성 극대화를 위한 도금액 조성 최적화 지원

500cm<sup>2</sup>급 수전해 전극용 Ni-Fe 합금 도금 공정조건 최적화 지원

- 반도체 미세범프 IMC 최소화를 위한 Ni-Fe 합금 함량 비율 및 두께 최적화 지원
- 8인치 이상 웨이퍼급 양산 가능성 확인을 위한 도금액 수명 평가 지원
- 세부 과제 종합관리 및 사업추진 방향 조정
- 연구개발을 통해 획득된 유무형의 성과물 관리, 사업화 전략 수립 지원
- 과제별 사업성과(실적) 관리 및 보고 총괄

○ 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	[공통 핵심지표] Ni-Fe 합금 함량 비율 불균일도 (KS D 1789)	%	≤ 5	-	-
2	[공통 핵심지표] Ni-Fe 합금 도금 두께 불균일도 (ASTM B487)	%	≤ 5	10	10 (미국, Macdermid Alpha)
3	[공통 핵심지표] Ni-Fe 합금 도금액 수명(조성/두께 불균일도 5% 이내 유지)	A.h/L	≥ 50	30	40 (미국, Macdermid Alpha)

□ TRL 핵심기술요소 (CTE)

연번	핵심 기술요소	최종 단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	(1세부) 수전해 전극용 Ni-Fe 합금 도금액/기술	7	고균일·고성능 수전해 전극(조성/두께 균일도 ≤ 5 %, η <sub>10</sub> ≤ 240 mV)	공인기관시험성적서
2	(2세부) 반도체 미세범프용 Ni-Fe 합금 도금액/기술	7	10um 범프 구현 8" 웨이퍼 (조성/두께 균일도 ≤ 5 %, 범프 도금속도 > 0.4μm/min)	공인기관시험성적서

### 3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- Ni-Fe 합금 도금 연구가 일부 진행되었으나, 대면적·고속·고균일 합금 도금 원천기술은 부재한 상태임
- 알칼라인 환경 수전해 전극은 Ni 기반이 주류이나, Ni-Fe 합금 전극을 통한 OER 활성 향상과 귀금속 대체 필요성이 커지고 있음. 국내에서는 Stainless steel, Ni foam 기반 도금 전극 내구성 검증이 일부 보고됨
- 현재 ENIG(Electroless Nickel Immersion Gold)/ENEPIG(Electroless Nickel- Palladium-Gold) 공정이 표준이나, Ni-Fe 합금이 IMC 성장 억제 및 신뢰성 개선에 기여할 수 있다는 연구·특허가 증가. 국내 파운드리 및 패키징 기업도 차세대 UBM(Under Bump Metallurgy)/Cap층 기술로 검토 중임

□ 국외 기술 동향

- 일본은 대면적 도금 균일도 85~90%를 확보했으며, 대형 기판 대응 Ni-Fe 합금 도금 기술 우위를 갖고 있음. 미국·유럽은 도금 및 열분사 하이브리드 방식을 병행하고 있음
- 미국·유럽에서는 Ni-Fe 합금 기반의 전극을 알칼라인 수전해 및 음이온교환막 수전해 시스템에 적용하여, 2,000 h 이상 내구성을 실증한 바 있으며, De Nora, Thyssenkrupp nucera 등 글로벌 기업은 Ni-Fe 합금 전극 적용을 확대 중에 있음
- 대만·일본 등 주요 파운드리에서는 Ni-Fe 합금을 차세대 배리어/캡층 후보로 연구하고 있으며, 300mm

웨이퍼에서 높은 균일도를 확보한 사례를 보고하였음

#### 4. 지원필요성

##### ☐ 기술적 지원필요성

- 수전해 시스템 실증용 스택 제작을 위해서는 대면적 전극 균일 코팅이 요구되며, Ni-Fe 합금 기반의 국산 전극 필요성이 증대되고 있음
- 첨단 패키징 신뢰성 향상을 위해서는 Ni-Fe 합금 조성의 범프 도금액이 필요하며, 8인치 웨이퍼 대응 기술 확보 시 경쟁력 강화가 가능함

##### ☐ 경제적 지원필요성

- 고속·고균일 도금 원천기술 확보로써 소재 국산화 및 장비 제작 역량 강화 및 수입 대체 효과가 기대됨
- 음이온교환막 수전해 스택의 귀금속 대체 전극 확보로 그린수소 LCOH 절감과 수소경제 확산에 기여할 수 있음
- 반도체용 미세범프의 IMC 억제로 수율 향상 및 재작업률의 감소와 공정 비용 절감을 통한 경제적 파급효과가 큼

##### ☐ 정부/정책적 지원필요성

- 민간 단독 개발은 리스크와 비용 부담이 크므로 정부 차원의 지원이 필요함
- 수소경제 로드맵 및 에너지 안보 차원에서 국가적 전략 투자가 필요함
- K-반도체 전략과 연계되며, 신뢰성 강화 소재의 국산화 정책에 부합함

#### 5. 활용방안 및 기대효과

##### ☐ 활용방안

- Ni-Fe 합금 전극 양산화 기술을 AEM 수전해 전극에 적용하여, 수전해 시스템 효율 증대 및 내구성 향상에 활용함
- Ni-Fe 합금 범프 도금액을 파운드리/OSAT(Outsourced Semiconductor Assembly and Test)에 공급함으로써 8인치급 웨이퍼 검증을 통해 소재 부품의 신뢰성을 확보함

##### ☐ 기술적 기대효과

- 대면적 Ni-Fe 합금 도금 플랫폼을 확립하여 고내구 Ni-Fe 합금 전극을 확보함으로써, 수전해 장치의 귀금속 촉매를 대체하고 장기적으로 안정 운영을 꾀할 수 있음
- 반도체 초미세 범프에서 IMC의 억제와 저응력 Ni-Fe 합금 Cap층을 확보함으로써 범프의 신뢰성을 향상할 수 있음

##### ☐ 경제적 기대효과

- 차세대 음이온교환막 수전해 전극 국산화로 수소 생산단가가 절감되고, 그린수소 상용화 촉진이 기대됨
- 반도체 공정 수율 향상과 공정 비용 절감 및 수출 경쟁력 강화로써, 수입 대체 및 수출 확대 기반 조성이 기대됨

##### ☐ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 친환경 도금 공정 도입으로 글로벌 환경 규제에 대응할 수 있고, 유관산업의 ESG 가치 제고 효과가 있음
- 수전해 장비 핵심부품의 저가격화 및 고효율화로써 탄소중립 실현 및 에너지 안보에 기여할 수 있음.

또한, ICT 산업의 신뢰성 강화와 국가 전략산업 경쟁력을 제고할 수 있음

#### 6. 지원기간 /예산/추진체계

- 연구개발기간 : 42개월 이내(1차년도 개발기간 : 6개월, 1단계 2차년도 : 12개월, 2단계 3,4차년도 : 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 5.4억원 이내(총 정부지원연구개발비 55.4억원 이내)
  - (총괄) 4.0억원 이내(1단계 총 정부지원연구개발비 10.0억원 이내, 2단계 총 정부지원연구개발비 4.0억원 이내) 세부과제는 각 RFP 참조
- 주관연구개발기관 : 제한없음 (영리기관이 연구개발기관으로 참여 필수)
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수