

2024년도 차세대반도체대응미세기판기술개발사업 신규과제 공모

과학기술정보통신부에서는 반도체 패키징용 기판의 국내 기업 시장 점유율 확대 및 기술 장악력 확보를 위한 차세대 첨단기판 핵심기술 개발을 위하여 「차세대반도체 대응미세기판기술개발사업」의 2024년도 신규과제 선정계획을 아래와 같이 공고 하오니 연구자분들의 많은 관심과 참여 바랍니다.

2024년 2월 27일

〈주무부처〉 과학기술정보통신부 장관 이 종 호
〈전문기관〉 한국연구재단 이사장 이 광 복

1. 사업개요

□ 사업목적

- 반도체 패키징용 기판의 국내 기업 시장 점유율 확대 및 기술 장악력 확보를 위한 차세대 첨단기판 핵심기술 확보

□ 사업내용

- (인터포저, 고밀도기판) 첨단 후공정 기술 발전에 대응하는 차세대 인터포저 및 초고밀도 미세피치 적층가능 첨단기판 기술 개발
- (플랫폼) 반도체 첨단 패키징 및 미세기판 분야 협력 네트워크 활성화 및 기술 개발 성과확산 지원

2. 지원내용

□ 지원분야

구분	과제제안요구서(RFP) 명	선정 과제 수
인터포저	(2024-반도체-06) 2.xD 첨단 패키징용 폴리머 인터포저 소재 및 공정 핵심기술 개발	1
	(2024-반도체-07) 유리 인터포저용 고집적 마이크로홀 형성 기술 개발	1
	(2024-반도체-08) 유리 인터포저 기판의 미세배선 및 고신뢰성 비아홀 Cu Filling 기술 개발	1
	(2024-반도체-09) 차세대 인터포저용 비접촉식 캐리어 디본딩 기술 개발	1
고밀도 기판	(2024-반도체-10) 차세대 2.1D 반도체 패키징용 L/S 2 μ m/2 μ m급 수직 적층형 미세기판 개발	1
	(2024-반도체-11) 초미세회로 유기/글라스 기판 기술 구현을 위한 소재, 공정, 장비 기술 개발	3
플랫폼	(2024-반도체-12) 첨단 패키징 및 미세기판 R&D 성과지원 플랫폼	1

□ 과제별 지원기간 및 연구비 규모

- 과제형식 : 단위과제(필요시, 공동, 위탁 포함 가능)

RFP번호	1단계('24.4.~'26.12. / 33개월)			2단계('27.1.~'28.12. / 24개월)	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
	'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
2024-반도체-06	1,200백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원
2024-반도체-07	645백만원	860백만원	860백만원	—	—
2024-반도체-08	720백만원	960백만원	960백만원	—	—
2024-반도체-09	570백만원	760백만원	760백만원	—	—
2024-반도체-10	1,200백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원
2024-반도체-11	645백만원	860백만원	860백만원	—	—
2024-반도체-12	140백만원	185백만원	185백만원	185백만원	185백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

3. 신청자격 및 신청제한

□ 연구개발기관의 자격

- 「국가연구개발혁신법」 제2조제3호에 따른 기관 및 단체
 - ※ 외국 법인 기관과의 공동 연구 구성 시 주관연구개발기관은 국내 기관으로 한정함
- 단 기업의 경우, 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조의2제1항에 따라 인정받은 기업부설 연구소 또는 연구개발전담부서를 보유한 기관 및 단체

혁신법 제2조(정의) 3. "연구개발기관"이란 다음 각 목의 기관·단체 중 국가연구개발사업을 수행하는 기관·단체를 말한다.

- 가. 국가 또는 지방자치단체가 직접 설치하여 운영하는 연구기관
- 나. 「고등교육법」 제2조에 따른 학교(이하 "대학"이라 한다)
- 다. 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제2조에 따른 정부출연연구기관
- 라. 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제2조에 따른 과학기술분야 정부출연연구기관
- 마. 「지방자치단체출연 연구원의 설립 및 운영에 관한 법률」 제2조에 따른 지방자치단체출연 연구원
- 바. 「특정연구기관 육성법」 제2조에 따른 특정연구기관
- 사. 「상법」 제169조에 따른 회사
- 아. 그 밖에 대통령령으로 정하는 기관·단체

시행령 제2조(연구개발기관) ① 「국가연구개발혁신법」(이하 "법"이라 한다) 제2조제3호아목에서 "대통령령으로 정하는 기관·단체"란 다음 각 호의 기관·단체를 말한다.

1. 「중소기업기본법」 제2조에 따른 중소기업
 2. 「민법」 또는 다른 법률에 따라 설립된 비영리법인
 3. 외국에서 외국 법령에 따라 설립된 외국법인(국내 연구개발기관과 연구개발과제를 공동으로 수행하는 경우로 한정한다)
- ② 연구개발기관의 종류는 다음 각 호로 구분한다.
1. 주관연구개발기관: 연구개발과제를 주관하여 수행하는 연구개발기관
 2. 공동연구개발기관: 주관연구개발기관과의 연구개발과제협약에 따라 연구개발과제를 분담하여 공동으로 수행하는 연구개발기관
 3. 위탁연구개발기관: 주관연구개발기관으로부터 연구개발과제의 일부(특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정한다)의 위탁을 그 소관 중앙행정기관의 장의 승인을 받아 수행하는 연구개발기관

○ 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조제1항에서 정하는 기관 및 단체

제14조(특정연구개발사업의 추진) ① 과학기술정보통신부장관은 기초연구의 성과 등을 바탕으로 하여 국가 미래 유망기술과 융합기술을 중점적으로 개발하기 위한 연구개발사업(이하 "특정연구개발사업"이라 한다)에 대하여 계획을 수립하고, 연도별로 연구과제를 선정하여 이를 다음 각 호의 기관 또는 단체와 협약을 맺어 연구하게 할 수 있다. 이 경우 제2호의 기관 중 대표권이 없는 기관에 대하여는 그 기관이 속한 법인의 대표자와 협약할 수 있다. <개정 2013. 3. 23., 2015. 3. 11., 2016. 3. 22., 2017. 7. 26.>

1. 제6조제1항 각 호에 해당하는 기관
2. 제14조의2제1항에 따라 인정받은 기업부설연구소 또는 연구개발전담부서
3. 「산업기술연구조합 육성법」에 따른 산업기술연구조합
- 3의2. 「협동연구개발촉진법」 제2조제3호에 따른 과학기술인 협동조합
4. 「나노기술개발 촉진법」 제7조에 따른 나노기술연구협의회
5. 「민법」 또는 다른 법률에 따라 설립된 과학기술분야 비영리법인 중 연구 인력·시설 등 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 비영리법인
6. 「의료법」에 따라 설립된 의료법인 중 연구 인력·시설 등 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 의료법인
- 6의2. 「1인 창조기업 육성에 관한 법률」 제2조에 따른 1인 창조기업으로서 연구 인력 및 시설 등 대통령령으로 정하는 기준을 충족하는 기업
7. 그 밖에 연구 인력·시설 등 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 국내외 연구 기관 또는 단체 및 영리를 목적으로 하는 법인

○ 「과학기술정보통신부 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규정」 제15조제2항

② 주관연구개발기관이 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조의2제1항에 따른 기업부설 연구소로서 대표권이 없는 경우 연구개발과제는 주관연구개발기관의 책임 하에 수행하되 협약은 그 기관이 속한 법인의 대표자와 체결할 수 있으며, 그 대표자는 해당 연구개발과제에 대한 권리와 의무를 갖는다.

□ 연구책임자의 자격

- 「국가연구개발혁신법」 제2조제3호에서 정하는 기관 및 단체에 소속된 연구자
- 「국가연구개발혁신법」 제6조 및 제7조의 요건을 갖춘 자

제6조(연구개발기관의 책임과 역할) 연구개발기관은 이 법의 목적을 달성하기 위하여 다음 각 호의 사항을 성실히 이행하여야 한다.

1. 연구개발 역량 강화 및 연구개발의 효율적인 추진을 위하여 노력할 것
2. 소속 연구자가 우수한 연구개발성과를 창출할 수 있도록 연구지원에 최선을 다할 것
3. 소속 연구자의 고유의 연구개발 외 업무 부담이 과중하지 아니하도록 배려할 것

4. 소유하고 있는 연구개발성과가 신속·정확하게 권리로 확정되고 효과적으로 보호될 수 있도록 노력할 것
5. 소유하고 있는 연구개발성과가 경제적·사회적으로 널리 활용될 수 있도록 노력할 것
6. 연구개발성과 창출·활용에 기여한 소속 연구자에게 보상하도록 노력할 것
7. 소속 연구자가 제7조에 따른 책임과 역할을 다할 수 있도록 필요한 조치를 할 것

제7조(연구자의 책임과 역할) ① 연구자는 이 법의 목적을 달성하기 위하여 다음 각 호의 사항을 성실히 이행하여야 한다.

1. 자율과 책임을 바탕으로 성실하게 국가연구개발활동을 수행할 것
 2. 국가연구개발활동을 수행할 때 도전적으로 자신의 능력과 창의력을 발휘하되, 그 경제적·사회적 영향을 고려할 것
 3. 연구윤리를 준수하고 진실하고 투명하게 국가연구개발활동을 수행할 것
- ② 연구개발과제를 총괄하는 연구자(이하 "연구책임자"라 한다)는 그 연구개발에 참여하는 연구자가 연구개발 활동에 전념할 수 있도록 배려하여야 한다.

- 단 기업의 경우, 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조의2 제1항에 따라 인정받은 기업부설 연구소 또는 연구개발전담부서를 보유한 기관 및 단체에 소속된 연구자

□ 신청제한 사항

- (참여제한 중인 자) 국가연구개발사업 참여제한 중인 자는 신청할 수 없음
단, 신청 마감일 전일에 참여제한이 종료된 자는 과제 신청 및 수행 가능
※ 관련 : 「국가연구개발혁신법」 제32조 및 「동법 시행령」 제59조 제1항
- (연구개발과제 수의 제한-3책 5공) 모든 연구자의 국가연구개발사업에 동시에 참여할 수 있는 연구개발 과제 수는 5개 이내로 하며, 이 중 주관연구개발기관의 연구책임자로 수행할 수 있는 과제 수는 최대 3개임 (관련 : 「국가연구개발혁신법 시행령」 제64조)
※ 공동연구과제, 위탁연구과제를 수행하는 기관은 주관연구개발기관에 해당하지 않음
※ 연구개발 과제 수의 제한(3책5공) 조건을 초과하는 경우, 선정 취소(선정 후라도 협약 해약 사유)
※ 해당 사유로 선정 취소 발생시, 해당 RFP 선정평가 결과 차순위 과제 우선선정 예정이며, 차순위 과제가 없을 경우 재공고를 통해 추가 선정

시행령 제64조(연구개발과제 수의 제한) ① 중앙행정기관의 장은 법 제35조제1항에 따라 연구자가 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 5개로, 그 중 연구책임자로서 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 3개로 제한할 수 있다.

② 중앙행정기관의 장은 제2조제3호에 따른 외국법인인 연구개발기관(연구개발과제협약에 따라 연구개발비를 부담하는 연구개발기관으로 한정한다)과 연구개발과제를 공동으로 수행하는 국내 연구개발기관의 연구자에 대해서는 제1항에도 불구하고 연구자가 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 6개로, 그 중 연구책임자로서 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 4개로 제한할 수 있다.

③ 중앙행정기관의 장은 제1항 및 제2항에 따른 연구개발과제 수를 산정할 경우 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 연구개발과제는 그 수에 포함하지 않고 산정할 수 있다.

1. 제9조제2항 또는 제10조제2항에 따른 연구개발계획서의 제출 마감일부터 6개월 이내에 수행이 종료되는 연구개발과제
2. 사전 조사, 기획·평가연구 또는 시험·검사·분석에 관한 연구개발과제
3. 연구개발과제의 조정 및 관리를 목적으로 하는 연구개발과제
4. 연구개발을 주목적으로 하지 않는 기반 구축 사업, 제5조제1호·제2호의 사업, 인력 양성 사업 및 학술활동사업 관련 연구개발과제
- 4의2. 법 제3조제1호에 따른 사업 관련 연구개발과제
5. 법 제4조 단서의 기본사업 관련 연구개발과제
6. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 연구개발기관이 중소기업과 공동으로 수행하는 연구개발과제로서 과학기술정보통신부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 그 연구개발비를 별도로 정하는 연구개발과제
가. 법 제2조제3호나목부터 바목까지의 규정에 해당하는 연구개발기관
나. 「산업기술혁신 촉진법」 제42조에 따른 전문생산기술연구소
7. 그 밖에 연구개발 촉진 등을 위하여 연구개발과제 수에 포함하지 않고 산정할 필요가 있어 국가 과학기술자문회의의 심의를 거친 연구개발과제

국가연구개발사업 동시수행 연구개발과제 수 제한 기준

제4조(참여연구원 기준) ① 영 제2조제2항나목에 따른 주관연구개발기관의 책임자는 영 제59조에 따른 연구책임자로 보고, 주관연구개발기관의 책임자 외 연구개발과제에 참여하는 연구자(이하 “참여연구원”이라 한다)는 영 제59조에 따른 연구책임자가 아닌 연구자로 본다.

② 영 제2조제2항나목에 따른 공동연구개발기관의 책임자와 책임자 외 참여연구원은 영 제59조에 따른 연구책임자가 아닌 연구자로 본다.

③ 영 제2조제2항다목에 따른 위탁연구개발기관의 책임자와 책임자 외 참여연구원은 영 제59조에 따른 연구자로 보지 아니한다.

- **(인건비 계상률)** 연구책임자를 포함하여 모든 연구자가 수행중인 국가연구개발사업 과제의 **총인건비계상률이 100%***를 초과하여 신청할 수 없음

* 정부출연(연) 및 특정연구기관 등 130%

- **(중복 신청 제한)**

- ① 연구책임자는 본 사업 내 1개의 과제(RFP)에만 신청할 수 있음(주관연구개발기관 또는 공동연구개발기관 책임자 중 1개의 자격으로 신청)

※ 위탁연구개발기관은 중복 신청 시 평가 제외하지 않으나 지양 권고

- ② 연구책임자 자격(주관/공동/위탁)은 동일한 과제(RFP)내에서 중복으로 신청할 수 없음
 - ①, ② 모두 중복신청자가 포함된 모든 과제는 평가 대상에서 제외되며, 중복 신청 과제가 공동/위탁연구개발기관인 경우에도 상위 주관연구개발기관을 포함하여 평가에서 제외

- **(유사과제 신청 제한)** 기존에 유사과제를 수행하거나 참여하고 있는 경우는 신청을 지양하고, 신청하고자 하는 연구계획과 기 지원된 국가연구개발과제(타부처 포함)와의 차별성을 과제 신청 전 반드시 개별 확인

※ 방법 : www.ntis.go.kr 로그인 → 과제참여 · 관리 → 차별성검토

- 기존 국가연구개발사업 과제와 중복 과제로 판명 시 선정에서 제외

- **(과제구성 제한)** 동일과제 내 주관연구개발기관, 공동연구개발기관, 위탁연구개발기관은 모두 다른기관으로 구성해야 함

* 동일기관 여부: 법인등록번호 기준으로 판단(협약 시, 법인인증서 사용)

※ 사업자등록번호는 다르나, 법인번호가 같은 기관의 경우, 동일기관으로 협약체결 불가함

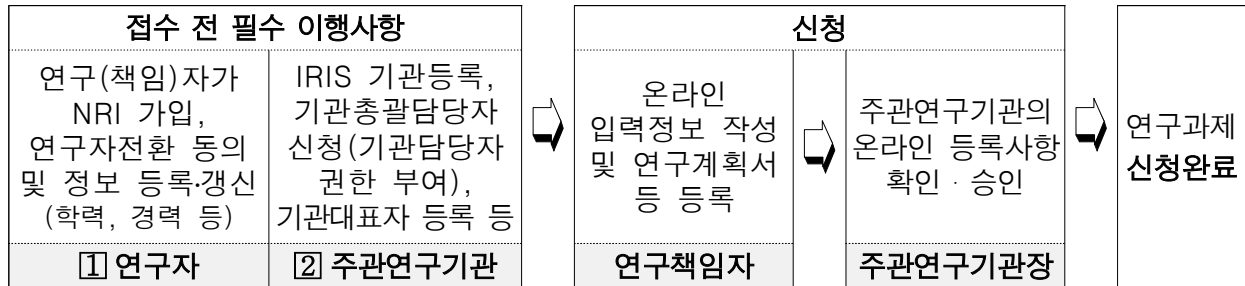
- 주관, 공동, 위탁연구개발기관이 동일기관으로 구성된 모든 과제는 상위 주관(단위)연구개발기관을 포함하여 평가 대상에서 제외

연구개발기관 구분	사례1	사례2	사례3	사례4	사례5
주관연구개발기관	A기관	A기관	A기관	A기관	A기관
공동연구개발기관1	B기관	A기관	B기관	B기관	B기관
공동연구개발기관2	C기관	B기관	B기관	C기관	C기관
위탁연구개발기관	D기관	D기관	C기관	A기관	B기관
사례별 신청 가능 여부	가능	불가능	불가능	불가능	불가능

4. 신청방법 및 제출서류

□ 신청방법 및 절차

- **범부처통합연구지원시스템(IRIS, <https://www.iris.go.kr>)**에 연구책임자가 로그인하여 온라인 입력정보 작성 및 연구계획서 등 탑재 후 주관연구기관 확인·승인
 - * (1) 연구개발계획서 1개 파일(HWP)과 (2) 기타증빙 1개 파일(PDF)로 각각 업로드 (공동/위탁은 주관(단위)과제 연구개발계획서에 같이 작성, 별도 연구계획서 제출 불필요)



※ 접수 전 소속기관의 연구관리 담당자에게 주관연구기관 승인 가능여부를 반드시 확인 요망

- ▶ IRIS를 통한 과제신청을 위해 **접수 전 필수 이행사항이 있으니 과제신청에 문제가 없도록 사전에 준비하여 주시기 바랍니다.**

※ 세부내용은 [별첨] 연구개발과제 접수 전 필수 이행사항(KISTEP IRIS운영단), IRIS 회원가입 (연구자 전환) 및 연구자정보 등록 매뉴얼 참조

- ① (연구자) ① IRIS 회원가입, ② IRIS 내 NRI(국가연구자정보시스템)로 이동하여 연구자전환 동의(국가 연구자번호 발급), ③ NRI 내 학력/경력* 및 주요 연구수행 실적** 정보 등록 필수

* 경력정보에서 근무(소속)부서 등록 필수

** 최근 5년간 수행완료 과제, 수행 중/신청 중 과제 목록 작성

- ※ ① 및 ②: 연구책임자 포함 참여연구자 전원 필수(학생인건비 통합관리 기관의 학생연구자는 제외), ③: 연구책임자만 필수

- ② (주관연구기관) IRIS 기관등록, 기관총괄담당자 신청(기관담당자 권한부여), 기관대표자 등록 등
- ※ 기관대표자 및 기관(총괄)담당자도 IRIS 회원가입 및 연구자전환 동의(국가연구자번호 발급)가 필수이며, 대표자 정보 미등록 시 연구자가 과제접수를 완료할 수 없으므로, 반드시 신청기간 시작 전까지 필수 이행사항 조치 필요

※ 기관보유 시설장비 입력 : NRI에 등록된 시설장비를 선택하여 추가

- 시설장비 등록방법 : 기관총괄담당자 로그인 >[R&D고객센터]>[보유장비정보] 메뉴에서 등록

<주관연구기관 선택 유의사항> ※ 세부내용은 [별첨] 주관연구기관 선택 및 승인권한 관련 안내 참조

- 과제신청 시 주관연구기관은 <00대학교 산학협력단>이 아닌, <00대학교>로 신청요망

- <00대학교>의 기관정보(기관대표자 등록, 기관총괄담당자 신청, 기관담당자 승인권한 부여 등) 등록 필수

- 승인권한은 산학협력단 기관담당자가 산학협력단 과제뿐만 아니라 본교명(00대학교)으로 신청한 과제까지 모두 승인 가능

※ 현재 <00대학교 산학협력단>으로만 기관정보(대표자 및 기관총괄담당자 등)가 등록되어 있고, 접수마감까지 시간이 촉박하여 <00대학교>로 정보를 변경하여 신청하기가 어려울 경우 <00대학교 산학협력단>으로도 신청가능

- ▶ IRIS 문의처: IRIS 콜센터 1877-2041 또는

IRIS 홈페이지>알림·고객>시스템·서비스문의>사용문의 게시판 활용

- **과제 접수 매뉴얼 참조** : 범부처통합연구지원시스템(<http://www.iris.go.kr>) 로그인 → R&D업무포털 클릭 및 접속 → R&D 고객센터 → IRIS 사용 매뉴얼 → [IRIS R&D 통합업무포털-연구자용] 접수 매뉴얼 다운로드

※ 접수 매뉴얼 미숙지로 인한 접수 오류의 귀책은 신청자에게 있음

- 연구개발계획서의 작성이 완료되면, 화면 우측상단의 ‘**최종확인**’ 완료 이후 ‘**제출**’이 가능함. 제출된 연구개발계획서는 추가 수정 또는 삭제 불가

□ **제출서류** ※ 상세 내용은 별첨 1. 신청 요강 참조

- 신규과제 연구개발계획서(HWP)
- 신규과제 기타증빙(PDF) ※ 서명 후, 스캔본 제출 요망

□ **연구계획서 분량 제한**

- 목차 1. 연구개발과제의 필요성 ~ 5. 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과 까지 내용을 과제 규모에 따라 아래 분량에 맞춰 작성

12개월 기준 정부지원연구개발비 규모	주관(단위) 과제 기준 계획서 분량
연 5억원 미만	30P
연 5억원 이상 20억원 미만	50P

※ 제한 분량 미준수 시 평가 결과에 불이익이 있을 수 있음

5. 신청기간 및 신청 시 유의사항

□ **신청기간**

구 분	내 용
연구책임자 신청 기간(신청마감일)	2024. 3. 14.(목) ~ 3. 28.(목) 18:00까지
주관연구기관 검토·승인기간	2024. 3. 14.(목) ~ 3. 29.(금) 18:00까지
신청 절차	주관연구책임자 접수 ▷ 주관연구기관 승인 ▷ 신청 완료

- ※ 연구책임자는 신청마감일까지 계획서 등록 및 기관검토 요청을 필히 완료해야 하며, 연구책임자의 신청사항에 대해 주관연구기관장의 승인이 완료되어야 신청접수가 최종 완료되는 것임.
- **연구책임자**: [연구책임자 신청 기간] 내에 계획서 등록(신청완료) 및 기관검토 요청까지 반드시 모두 완료하는 것을 원칙으로 함
- **연구수행기관**: [연구수행기관 검토·승인 기간] 내에 연구자가 신청 완료한 계획서에 대한 검토 및 승인을 완료해야 함 (단, 연구책임자 신청 기간에도 미리 검토·승인 가능함)
- **기간 내에 신청 완료되지 않은 과제에 대한 구제는 절대 불가**하며, 계획서 업로드 시 작성 오류가 빈번하므로(유효성검증 오류 등) 연구자 신청마감 최소 3일 전까지 업로드를 권장

□ **신청 시 유의사항**

- 과제제안요구서(RFP)별 응모자가 없거나 신규 선정과제 수 이하로 접수된 경우에 10일 이상 재공고함

- 연구데이터 관리계획(DMP, Data Management Plan) 등 필수작성 붙임 및 별첨 미작성, 미제출 시 평가 제외(요건탈락)
- 사업공고 등을 충족하는 과제가 없을 경우에 선정하지 않을 수 있음
- 마감일 이후 신청서 제출, 제출서류 미비, 타 과제와의 연구내용 중복, 신청 자격 부적격 등의 경우에 평가에서 제외 가능
- 과제제안요구서(RFP) 기획위원회에 참여한 전문가는 해당 과제 신청 및 참여제한
- 평가위원회·추진위원회 의견 등에 따라서 과제 목표 및 내용, 과제 구성, 연구비, 연구기간 등 조정 가능
- 단계평가 결과에 따라 연구개발 과제를 보완·변경·중단하거나 연구개발비 증·감액 등 가능
- 각종 증빙자료의 기산일은 공고일 기준임(단, 참여제한의 경우 신청마감일 전일을 기준으로 함)
- 사실과 다른 내용을 연구계획서, 별첨자료 등에 기재한 경우 제재(선정 취소 등) 가능
- 본 공고문에서 정하지 않은 사항은 관련 법령 및 규정에 의함
 - ※ 「과학기술기본법」, 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」, 「국가연구개발혁신법」, 「국가연구개발혁신법 시행령」, 「과학기술정보통신부 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규정」 등
- 본 공고문은 추후 공고 기간 내 수정사항이 발생할 수 있으며 수정사항이 발생할 경우, 별도 공지 예정
- (해당 시) 3천만원~1억원 연구장비 구입 계획 시 연구장비도입 심의요청서 제출
 - ※ 1억원 이상 연구 장비는 ‘국가연구시설·장비심의위원회’ 별도 심의 신청 필수
 - ※ 계획서 상 ‘연구시설·장비 구축·운영 계획’에 관련 내용 명시
- (해당 시) 주관연구개발기관 또는 공동연구개발기관이 기업인 경우 「국가연구개발혁신법 시행령」 제19조제3항에 따라 기관부담연구개발비를 부담하여야 함

6. 선정평가 ※ 선정평가계획 수립 시 일부 변경 가능

□ 평가기본방향

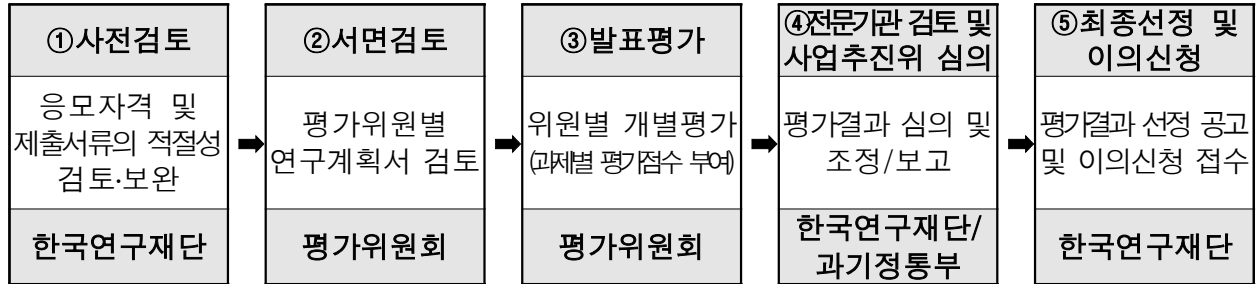
- 제출서류에 대한 전문가 서면검토 후 발표평가 추진
 - 필요시, 서면평가를 통해 지원규모의 2배수 내외의 발표평가 후보과제 선정 가능
- 발표평가를 원칙으로 하되, 감염병 확산 방지 등 필요한 경우 비대면 평가(화상평가, 온라인 서면평가)로 대체할 수 있음(해당시 별도 공지 예정)
- 평가점수가 60점 미만인 경우 탈락 처리. 다만, 접수된 과제 수가 신규 선정 과제 수 이하인 경우에는 평가점수 70점 미만을 탈락 처리
- 별도의 가점 및 감점 부여 기준을 적용하지 않음

□ 평가방법 : 발표평가 (연구책임자 발표 및 질의응답)

※ 평가대상 과제규모, 연구주제 등에 따라 분야별, 주제별 평가위원회 구성 가능

※ 발표시간 등 세부일정은 접수마감 이후 평가계획 확정 후에 개별 안내 예정

□ 평가절차



- (사전검토) 「국가연구개발혁신법 시행령」 제11조에 따라 선정평가 대상인 기관·단체·연구자가 참여제한 대상이 아니고 신청자격을 구비했는지 확인

혁신법 제10조(연구개발과제 및 수행 연구개발기관의 선정) ① 중앙행정기관의 장은 연구개발과제 수행을 신청한 기관·단체·연구자에 대하여 제32조에 따른 참여제한 대상 여부 등 대통령령으로 정하는 사항을 사전에 검토하여야 한다.

시행령 제11조(연구개발과제 및 연구개발기관에 대한 사전검토) 법 제10조제1항에서 "대통령령으로 정하는 사항"이란 연구개발과제 수행을 신청한 기관·단체·연구자에 대한 다음 각 호의 사항을 말한다.

1. 법 제32조제1항에 따른 참여제한 해당 여부
2. 제9조제1항제2호가목에 따른 신청 자격의 적합 여부

- (전문가 평가) 서면검토 → 발표평가

※ 과제별 최종 평가점수는 평가위원이 부여한 점수 중에 최고점과 최저점을 1개씩 제외한 점수의 산술평균값으로 도출(소수점 셋째 자리에서 반올림)

□ 평가항목(2024-반도체-06~11번 RFP)

평가항목	세부항목 및 지표	배점
연구계획 (50)	과제제안요구서(RFP)와의 부합성 연구개발계획의 창의성 및 원천성	25
	연구개발목표의 명확성, 타월성, 달성 가능성 연구방법의 구체성 및 추진체계의 합리성	25
연구역량 (30)	연구팀 구성의 우수성 - (공동) 연구책임자/연구진 구성의 우수성 및 역량 - (공동연구개발기관 구성 시) 구성의 타당성, 공동연구개발 기관의 연구개발 역량, 역할 및 참여 형태의 적정성	20
	연구기반 구축 수준 및 주관연구기관의 지원 의지	10
연구결과 (성과활용) (20)	연구결과 활용가능성 및 파급효과 연구결과의 실용성 및 적용방안의 구체성 (해당 시) 시작품 개발 및 성능평가/시연 계획의 구체성 (해당 시) 사업화 연계 가능성(기술사업화, 투자유치 등)	20

※ 평가점수가 동점일 경우, 배점의 평가항목 평가점수*가 높은 순으로 우선순위 부여

* (평가항목 평가점수) 각 위원이 부여한 점수 중 최대·최소값을 제외한 평균값

□ 평가항목(2024-반도체-12번 RFP)

평가항목	세부항목 및 지표	배점
연구계획	과제제안요구서(RFP) 목적과의 부합성 연구개발계획의 우수성 및 타당성 연구개발목표의 명확성, 타월성, 달성 가능성 연구방법의 구체성 및 추진체계의 합리성	40
연구역량	연구책임자/연구진(전담 인력, 참여연구원 등) 구성의 적절성 및 연구역량의 우수성 연구책임자의 관련 선행연구 및 연구성과의 우수성	30
인프라구축 및 성과지원	관계부처·기관과의 협력체계 및 성과확산 역량 - 관계부처·기관 등 협력네트워크 구축 계획의 구체성 - 신규사업 기획 지원, 성과 활용/확산 지원 등 R&D 성과 지원의 명확성 및 우수성	30

※ 평가점수가 동점일 경우, 배점의 평가항목 평가점수*가 높은 순으로 우선순위 부여

* (평가항목 평가점수) 각 위원이 부여한 점수 중 최대·최소값을 제외한 평균값

□ 차별성 검토

- 국가과학기술지식정보서비스(NTIS, www.ntis.go.kr) 및 전문가 의뢰를 통해
신청과제에 대한 차별성 검토

※ 관련 규정 : 국가연구개발혁신법 시행령 제12조 제3항

시행령 제12조(연구개발과제 및 연구개발기관에 대한 선정평가) ③ 중앙행정기관의 장은 제2항제1호에 따른 차별성을 검토하는 경우 선정평가 대상 연구개발과제와 다른 연구개발과제 간에 다음 각 호의 사항이 있는지를 평가해야 한다.

1. 경쟁 또는 상호보완의 필요성
2. 연구개발 주제·목표·수행방식의 차이점

7. 기타사항

- (假선정제도 운영) 평가위원회에서 최종협약 전 연구목표 및 내용 일부를 보완할 필요가 있다고 인정한 과제에 대해서는 PM과 연구자간 심층논의를 통해 연구 계획서를 수정·보완하는 상세계획단계 추가 수행

□ 연구개발과제의 성실 수행

- 연구개발과제에 참여하는 연구자는 연구노트(연구개발과제 수행 과정과 연구개발성과를 기록한 자료를 말한다)를 작성하고 관리하여야 함

국가연구개발사업 연구노트 지침

제8조(연구노트의 작성) ① 연구개발기관의 장은 연구개발과제의 협약(법 제4조제1호에 따른 다른 법률에 따라 직접 설립된 기관의 기본사업의 경우에는 해당 기관의 자체규정을 말한다)으로 정하는 바에 따라 소속 연구자가 연구노트를 작성하도록 관리하여야 한다. 이 경우, ~ 중략 ~ 인문·사회분야, 인력양성, 기반구축 등 연구노트 작성의 필요성이 크지 아니하다고 인정하는 연구개발과제의 경우에 법 제12조제4항에 따른 연차보고서 또는 제12조제5항에 따른 최종보고서(같은 항에 따른 단계보고서를 포함한다) 등의 작성을 연구노트 작성으로 볼 수 있다.

□ (인체유래물 이용 시) 기관생명윤리위원회(IRB) 심의 의무화

- 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」에 따라 인간대상연구* 및 인체유래물연구 수행 연구자는 연구계획서 제출 후 협약 체결 이전까지 기관생명윤리위원회(IRB)의 심의를 받아야 함
 - * 인간대상연구란 사람을 대상으로 물리적으로 개입하거나 의사소통, 대인접촉 등의 상호 작용을 통하여 수행하는 연구, 또는 개인을 식별할 수 있는 정보를 이용하는 정보로써 보건복지부령으로 정하는 연구 (생명윤리 및 안전에 관한 법률 제2조)
- 각 소속기관(대학 등)에서 IRB에 관련 사항 확인
 - IRB 심의결과 제출·관리 등은 연구자와 주관연구기관(IRB 포함)에서 담당
 - ※ 전문기관은 필요 시 주관연구기관을 통해 IRB 심의여부 결과(심의결과서 및 심의면제 확인서 등) 관리 현황 등을 제출 받아 확인
- 소속기관 IRB 이용이 곤란할 경우 국가생명윤리정책연구원의 공용 IRB에 확인
 - ※ 문의처 : 국가생명윤리정책연구원(02-737-8970~1)

□ (인체유래물 이용 시) 국립중앙인체자원은행 인체유래물 이용 안내

- 질병관리본부 국립중앙인체자원은행으로부터 인체유래물*을 분양받아 연구에 이용하려는 연구자는 반드시 담당 부서(질병관리본부 생물자원은행과(분양대표전화 1661-9070))에 사전 확인 후 자원 활용이 가능한 과제에 한해 신청해야 함.
 - * 인체유래물 : 혈청, 혈장, 소변, 혈액유래 DNA, LCL, LCL유래 DNA 등

□ (LMO 이용 시) 유전자변형생물체(LMO) 연구시설 및 수입 신고

- 유전자변형생물체(LMO)를 이용하는 연구자는 유전자 변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률에 따라 관련 절차를 이행해야 함.
- 시험·연구용 LMO 정보시스템(<https://www.lmosafety.or.kr/mps>) 확인

□ (해당시) 생명연구자원(소재+데이터) 기탁·등록 의무 이행

- 본 과제 선정 시, 산출되는 생명자원(생물자원 및 생명정보)을 「생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률」, 「국가연구개발혁신법 시행령」 제33조 등에서 정하는 바에 따라 기탁·등록 의무를 이행하여야 함
 - ※ 생명연구자원 빅데이터 구축전략('20.5.)에 따라 전문기관은 과제 점검 및 평가 시 등록 현황을 관리할 수 있음

□ (필수) 연구데이터 관리

- 본 과제 선정 시, 「국가연구개발 정보처리 기준」에서 정하는 바에 따라 연구데이터의 생산·보존·관리 및 공동활용 등에 관한 계획인 ‘데이터관리계획’ 수립 및 제출 의무 이행 필수(계획서 첨부 양식)

- ※ 연구데이터란 연구개발과제 수행 과정에서 실시하는 각종 실험, 관찰, 조사 및 분석 등을 통하여 산출된 사실 자료로서 연구결과의 검증에 필수적인 데이터를 말함
- 선정평가-최종평가 등 평가단계별로 연구데이터 관리계획(DMP)을 점검하고 평가위원회에서 수정·보완을 요청한 경우 이를 반영하여야 함
- 연구책임자가 DMP에 명시한 시점, 장소, 기간, 포맷대로 연구수행 중 또는 연구종료 후 데이터를 공개 및 공유해야 함
- ※ 데이터 생산 당해연도 등록(과제기간 중에는 데이터 생산 목록만 공개, 논문·특허 등 성과 발표 시 실 데이터 공개)

□ 연구개발과제 보고 및 평가 관련 안내사항

- 연차·최종보고서 제출의무 준수
 - ※ 관련 : 국가연구개발혁신법 제12조 및 동법 시행령 제18조
- 최종평가지 연구개발과제의 수행과정과 연구개발성과 등에 대하여 평가 예정
 - ※ 관련 : 국가연구개발혁신법 제12조 및 동법 시행령 제16~17조
- 특정 사유가 발생하는 경우 특별평가를 통해 연구개발과제의 변경 및 중단 여부를 결정
 - ※ 관련 : 국가연구개발혁신법 제15조 및 동법 시행령 제31조

8. 향후 일정

일정	내용
2024.3.14.(목) ~ 3.28.(목) 18:00	연구계획서 접수(신청 마감일)
2024.3.14.(목) ~ 3.29.(금) 18:00	주관연구기관 검토·승인기간
2024.4월	선정평가 실시
2024.4월	사업 추진위원회 심의
2024.4월	협약체결 및 연구개시

※ 상기 일정은 추진 상황에 따라 향후 변동될 수 있음

9. 적용 법령 및 규칙

- 본 공고, 사업, 본 공고에 기재되지 않은 사항은 법령 『과학기술기본법』, 『기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률』, 『국가연구개발혁신법』, 『국가연구개발혁신법 시행령』, 『국가연구개발사업 연구개발비 사용 기준』, 행정규칙 『과학기술정보통신부 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규정』, 시행계획 『과학기술정보통신부 연구개발사업 종합시행계획』, 『차세대반도체 대응미세기판기술개발사업 시행계획』 등을 적용

10. 문의처

□ 문의 절차

“문의 전화 폭주로 전화 연결이 원활하지 않을 수 있으니,
반드시 공고문 및 FAQ 확인 후 연구 수행기관을 통하여 질의 요망”



□ 공고문 및 양식 확인 방법

- 공고내용이 수정되는 경우에도 아래 사업 공지사항 메뉴를 통해 수정 사항이 게시되므로 지속 확인 필수 (수정사항을 개별 안내하지 않음)
- 과기정통부 (<https://msit.go.kr>) → 알림 → 사업공고
- 한국연구재단 (<https://www.nrf.re.kr>) → 사업안내 → 사업공고 → 사업공지

□ 관련 법령, 규칙, 매뉴얼 등 조회 방법

- 범부처 연구비통합관리시스템 홈페이지(<https://gaia.go.kr>) 접속
- 법,규정,규칙: 「국가R&D연구비관련 법·규정」→ ‘공통 법·규정’ → ‘과학기술정보통신부’, ‘과학기술정보통신부(한국연구재단)’ 관련 확인
- 연구·연구비 관리 매뉴얼: 「연구·연구비 관리 매뉴얼」 클릭



□ 문의처

① (범부처통합연구지원시스템 온라인 입력 및 제출 문의) Tel. 1877-2041

② (RFP 관련 문의) 한국연구재단 국책연구본부 반도체·디스플레이단

부서	연락처	이메일
반도체 · 디스플레이단	042-869-7865	kjh12@nrf.re.kr

③ (사업 및 접수문의) 한국연구재단 국책연구본부 반도체·디스플레이단

부서	연락처	이메일
반도체 · 디스플레이단	042-869-7868, 7869	nano123@nrf.re.kr

④ (평가문의) 한국연구재단 국책연구본부 국책사업평가1팀

부서	연락처	이메일
국책사업평가1팀	042-869-7762	ksy9295@nrf.re.kr

붙임 1. 과제제안요구서(RFP)

별첨 1. 신규과제 신청 요강

2. 신규과제 연구개발계획서 서식

3. 신규과제 기타증빙(별첨자료) 서식

4. 신규과제 신청 FAQ

5. IRIS 매뉴얼

붙임1
과제제안요구서(RFP)

RFP번호	2024-반도체-06	공모유형	지정공모형
사업명	차세대 반도체 대응 미세기관 기술개발사업 - 인터포저1		
RFP명	2.xD 첨단 패키지용 폴리머 인터포저 소재 및 공정 핵심기술 개발		
PM분야	반도체·디스플레이	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
☐ (개요) 폴리머 유전층 소재를 기반으로 다층의 재배선 층(redistribution layer, RDL)을 구현하여 인터포저를 구성하는 기술 ☐ (배경) 폴리머 인터포저는 현재 주류인 실리콘 인터포저의 높은 가격에 대한 대안으로서, 해당 소재 및 공정 기술의 선행개발을 통해 차세대 첨단 패키지의 가격경쟁력을 확보할 수 있음 ☐ (현황) ○ 국내 패키지 기관업체에서는 폴리머 기반의 약 5μm급 회로 폭을 가지는 대면적 인터포저를 개발하고 있음 ○ 대만 UMC에서는 대면적 기반의 2μm급 회로 구현이 가능한 대면적 인터포저 기술에 대대적인 투자를 진행하였으며, 곧 양산이 가능한 수준에 도달할 예정 ○ 폴리머 인터포저는 SPIL, JCET, Amkor, ASE, Shinko, Unimicron, TSMC, Samsung 등에서 4~6층의 재배선 층을 반도체 공정으로 개발하고 있으며, Bumping, Underfill, NCF 등을 활용한 패키지 솔루션도 동시 검토하고 있음 ☐ (필요성) ○ 폴리머 인터포저는 미세 회로 재배선 층 기술과 멀티 다리와 패키지 기관의 연결을 위한 마이크로 범핑 기술 구현으로 더 낮은 제조단가와 패키지 내 성능의 극대화 가능 ○ 첨단 패키지 시장은 2020년 304억 달러 규모에서 8%의 연평균 성장률로 2026년에는 481억 달러 전망(전체 패키지 시장 중, '26년 첨단 패키지의 점유율 약 50% 예상) ○ 정부는 국가첨단산업 육성전략('23.03.), 민관의 역량을 결집하는 반도체 초강대국 달성전략('22.07), 국가전략기술육성방안('22.10) 등 정책 발표를 통하여 반도체 첨단 패키징의 중요성과 지원 필요성을 강조한 바 있음 ☐ (기대효과) 초고밀도 미세피치 폴리머 인터포저의 소재 및 공정 핵심기술 확보를 기반으로, 인공지능 컴퓨팅 시대에 필요한 칩렛(Chiplet) 기반 멀티다이 이종집적 패키지 기술 확보로 나아감으로써 인공지능 반도체 패키지 강국으로 도약 견인 가능			

2. 연구개발목표

○ 최종 목표 : 초미세 배선이 적용된 폴리머 인터포저 기판을 위한 기술 개발

○ 단계별 목표

1단계 (’24~’26)	① 폴리머 인터포저 재료 개발 - 절연 소재의 Df 개선 및 다층화에 따른 물성 제어/신호 품질 최적화 기술 개발 - 폴리머 인터포저의 열전도율, Modulus 및 열팽창계수 제어를 통한 Warpage 최소화 기술 개발 - 폴리머 인터포저 재료의 상/고온에서의 물리적 DB확보 ②-1 폴리머 인터포저 공정 개발 - 미세 패턴 형성을 위한 노광 재료/공정 개발 - Metal Interconnection을 위한 Small Via 형성 기술 개발 - 미세 패턴 보호를 위한 Solder resistor 형성 기술 개발 - 박막의 인터포저 Handling을 위한 Carrier 재료/공정 개발 ②-2 실리콘 브릿지를 포함한 폴리머 인터포저 공정 개발 - 다중 Cavity 형성을 위한 폴리머층 정밀 가공 기술 개발 - 정밀 Chip Attach 기술 개발 ③ 폴리머 인터포저 측정/신뢰성 평가 기술 개발 - 비접촉식 Cu 배선에 대한 2D/3D 검사 기술 개발 - 박막의 열팽창 계수 측정 및 수치해석 시뮬레이션을 통한 발열 시 열응력 예측 기술 개발
2단계 (’27~’28)	① 폴리머 인터포저 재료 개발 - 절연 소재의 Df 개선 및 다층화에 따른 물성 제어 기술 개발 - 폴리머 인터포저의 열전도율 및 열팽창계수 제어를 통한 Warpage 최소화 기술 개발 ②-1 폴리머 인터포저 공정 개발 - 미세 금속배선과 절연층 소재의 접합강도 최적화 기술 개발 - 초미세 피치 마이크로 뱀프 형성 및 패키지 기판 접합 기술개발 - 미세 Via 형성 및 Metal Filling 기술 개발 - Carrier Debonding 시 Warpage 최소화 기술 개발 ②-2 실리콘 브릿지를 포함한 폴리머 인터포저 공정 개발 - 실리콘 브릿지(Si bridge) 연결 정합성 확보 기술 개발 - 임베딩된 Si과 기판에 폴리머층 적층 시 TTV(Total Thickness Variation) 최소화 기술 개발 ③ 폴리머 인터포저 측정/신뢰성 평가 기술 개발 - 비접촉식 Cu 배선에 대한 2D/3D 검사 자동화 기술 - 이중 부품 집적화를 위한 인터포저 회로 디자인 최적화 - Mesoscale 열물성 측정을 통한 신뢰성 높은 시뮬레이션 구축 및 이를 통한 미세피치 물리적/열적 특성 최적화 설계

※ 기판 크기 : 1단계 200×200mm² 이상, 2단계 250×250mm² 이상

(대면적 기판 공정을 제안할 경우 평가 시 가점 반영)

○ 단계별 개발 목표 중 폴리머 인터포저 공정 개발 분리

- 최신 인터포저 기술은 폴리머 인터포저(2-1)와 실리콘 브릿지(2-2)를 포함하는 기술의 출현이 예상됨에 따라 첨단 반도체 패키징을 위해 각 기술에 대한 개별적 개발이 필요함. 성과 목표 설정 시 단계별 연속성은 유지할 것.

3. 연구개발내용 및 성과목표

- 2.xD 첨단 패키지용 폴리머 인터포저를 위한 소재, 공정 및 측정 평가 핵심기술 개발
- 단계별 성과

1단계 (‘24~’26)	① 재료 기술(@Peel 강도 : 0.5kgf/cm 이상, Tg : 150℃ 이상) - 유전율 및 유전손실(@10GHz) : 3.5 이하 및 0.012 이하 - 폴리머층 열팽창계수 : 40ppm/℃ 이하 ② 2.xD용 폴리머 인터포저 기술 개발 - 재배선층 선폭 및 선 간격 : 5/5μm 이하 - 비아 사이즈 : 20μm 이하 - 폴리머층 수 : 4층 이상 - Warpage 수준 : 1 % 이하(최고높이/대각선 길이*100) ③ Si-Bridge를 포함하는 2.xD용 폴리머 인터포저 기술 개발 - 재배선층 선폭 및 선 간격 : 7/8μm 이하 - Die 위치 정밀도 : Accuracy : ±10μm, Tilt : ±0.3° 이하 - 비아 사이즈 : 20μm 이하 - 폴리머층 수 : 4층 이상 - Warpage 수준 : 1 % 이하 4) 특허(출원 또는 등록) : 9건 5) 논문(SCI(E)급) : 8건
2단계 (‘27~’28)	① 재료 기술(@Peel 강도 : 0.5kgf/cm 이상, Tg : 150℃ 이상) - 유전율 및 유전손실 : 3.0 이하 및 0.005 이하 - 폴리머층 열팽창계수 : 30ppm/℃ 이하 ② 2.xD용 폴리머 인터포저 기술 개발 - 재배선층 선폭 및 선 간격 : 2/2μm 이하 - 비아 사이즈 : 10μm 이하 - 폴리머층 수 : 6층 이상 - Warpage 수준 : 1 % 이하 ③ Si-Bridge를 포함하는 2.xD용 폴리머 인터포저 기술 개발 - 재배선층 선폭 및 선 간격 : 5/5μm 이하 - Die 위치 정밀도 : Accuracy : ±5μm, Tilt : ±0.1° 이하 - 비아 사이즈 : 10μm 이하 - 폴리머층 수 : 6층 이상 - Warpage 수준 : 1 % 이하 4) 특허(출원 또는 등록) : 7건 5) 논문(SCI(E)급) : 6건

- 출원·등록 특허 및 게재 논문은 기여율이 50% 이상인 건에 한하여 성과를 인정함
(단계·최종평가위원회 검토사항)

4. 특기사항

- (연구개발계획서 제출 시) 성과목표 1, 2단계에서 ②, ③ 중에 하나 이상의 성과목표를 선택하여 지원해야하나, 단계별 목표 연속성은 유지해야 함
 - 단계 전환 시 목표 변경 불가 (ex. 1단계 ②에서 → 2단계 ③으로 변경 불가)
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 하며, 기존 기술 및 사업(연구과제)과의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- (과제수행) 전문기관의 협약변경 승인 없이 임의로 목표치 변경 불가
- (단계평가) 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속지원 여부를 결정함
 - 과제계획서 제출 시 단계별 개발 계획 및 실행 계획을 구체적으로 제시해야 함
- (주관연구개발기관) 본 사업의 주관연구개발기관은 1, 2단계 성과목표를 달성할 수 있는 종합적 수행능력을 보유한 기관이어야함
 - 참여기관 중 기업 참여 필수
- (연구책임자) 수행기관 소속 전문성을 보유한 연구자로, 과제 종료 시까지 정년이 보장된 연구자로 한정함
- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 1곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가한 경우 시험성적서 제출)*
 - * 외부평가 불가능하여 자체평가서 제출을 제안할 경우 구체적인 자체평가 실시 사유, 자체평가 항목/목표수치, 시험방법 등을 연구개발계획서에 제시하고, 자체평가 진행 시 위 1, 2의 인증기관 또는 평가기관 소속 외부인원 입회 및 확인서 확보 필수
- 차세대반도체대응미세기관기술개발사업 내 모든 연구과제는 차세대반도체대응미세기관기술개발사업 내 "R&D 성과지원 플랫폼" 연구과제와 연구활동 연계 필수
 - 연 1회 기술교류회(성과전시 및 성과확산 활동 등)에 참여 필수

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24.4 ~ '28.12 (총 57개월 내외, (3+2)33개월 + 24개월)
- 과제형식 : 단위과제
- 과제당 연구비 : 총 7,600백만원 내외('24년 1,200백만원 내외)

1단계('24.4 ~ '26.12 / 33개월)			2단계('27.1 ~ '28.12 / 24개월)	
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
1,200백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구 기간은 정부 예산 사정에 따라 변경 가능

- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	2024-반도체-07	공모유형	품목공모형
사업명	차세대 반도체 대응 미세기판 기술개발사업 - 인터포저2		
RFP명	유리 인터포저용 고집적 마이크로홀 형성 기술 개발		
PM분야	반도체·디스플레이	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
○ 2.5D 또는 3D 패키징 기술이 발전함에 따라 여러 소자들을 효율적으로 연결하기 위한 실리콘 인터포저 기술을 활용하고 있으나 최근 가격 경쟁력이 높고 고주파 대역에서 우월한 유리 인터포저에 대한 필요성이 대두되어 코닝, 쇼트에 이어 미국 인텔사는 2023년 6월 유리 인터포저 상용화에 투자한다고 발표하였음 ○ 유리 인터포저는 기존 실리콘 대비 가격경쟁력, 열적 및 전기적 특성이 우수하여 특히 고속, 고성능, 저전력 동작을 요하는 이동 통신용 반도체 및 AI용 칩 패키징 시장에서 수요가 증가하고 있으며, 국내 S사에서 5G 산업을 위해 적용을 적극 검토하고 있음 ○ 유리를 경쟁력 있는 인터포저로 사용하기 위해서는 crack-free, 고충횡비, 고속 가공이 반드시 필요하나 기존 기술(기계적, 화학적, laser ablation)은 crack 발생 및 긴 공정 시간 등의 한계가 있음 ○ Laser-induced etching (LIE) 공정 기반의 마이크로홀 유리 인터포저는 기존 대비 높은 충횡비 확보가 가능하여서 반도체 패키징용 미세화 및 고집적화에 높은 장점이 있으며, 유기 결합 구조 변경을 통해 식각 속도를 조절하는 기술이며, 광학계 구성에 따라 유리 기판에 마이크로홀 가공이 가능함			
2. 연구개발목표			
○ 최종 목표 : 차세대반도체 패키징용 초미세 유리 인터포저 홀 가공 기술 개발 ○ 단계별 목표			
1차년도 (’24~’25)	- Laser-induced etching 공정 기반의 유리 마이크로홀 형성 기술 개발 - 유리 마이크로 홀 비파괴 검사 기술 기초 연구 - 마이크로홀 유리 인터포저 및 패키징 기술 개발		
2차년도 (’25~’26)	- Laser-induced etching 공정 기반의 유리 마이크로홀 형성 기술 최적화 - 유리 마이크로 홀 비파괴 검사 기술 유효성 검증 및 고속화 - 마이크로홀 유리 인터포저 및 패키징 기술 최적화		
3차년도 (’26~’27)	- Laser-induced etching 공정 기반의 유리 마이크로홀 형성 기술 고신뢰성 확보 - 유리 마이크로 홀 비파괴 검사 기술 고도화 및 실증 - 마이크로홀 유리 인터포저 및 패키징 기술 안정화		

○ Laser-induced etching 기술관련

- 제품 성능 고도화 요구 및 I/O 수의 증가에 따라 Via Size가 작아지면서 High Aspect Ratio (고단차, Depth/Width)의 TGV 형성 기술이 핵심임. Laser에 의한 방법 또는 기타 기술에 대한 연구가 필요함. 기타 대체 가능한 방법이 있다면 방법론은 변경 가능

○ 검사 기술 목표 필요성

- 투명한 Glass 기판내의 불량 검출을 위한 검사 기술이 필수적임. 장비 개발 수준은 프로토타입 레벨

3. 성과목표

1차년도 (‘24~’25)	- 최소 가공면적: 200x200mm², 가공수율: > 90% - 종횡비: > 1:4, 두께: > 100μm - 홀 직경/간격: < 20/15μm, Taper 각도: 83, 홀 크기편차: 5μm
2차년도 (‘25~’26)	- 최소 가공 면적: 200 × 200mm², 가공수율: > 95% - 종횡비: > 1:6, 두께: > 100μm - 홀 직경/간격: < 10/10μm. Taper 각도: 86, 홀 크기편차: 3μm - 논문(SCI(E)급) 3편, 특허(출원 또는 등록) 4편 이상
3차년도 (‘26~’27)	- 최대 가공 면적: 510 × 515mm², 가공수율: > 95% - 종횡비: > 1:6, 두께: > 100μm - 홀 직경/간격: < 10/5μm, Taper 각도: 88, 홀 크기편차: 2μm - 마이크로홀 유리 인터포저 검사 장비 프로토타입 제작 - 논문(SCI(E)급) 3편, 특허(출원 또는 등록) 4편 이상

- 게재 논문 및 출원·등록 특허는 기여율이 50% 이상인 건에 한하여 성과를 인정함 (최종평가위원회 검토사항)

○ 종횡비 목표관련

- 세계최고수준 업체(Vittron) 스펙 참조, 단순 종횡비만 기준으로 하지 않고, 두께 인자를 동시에 고려해야 함. 또한 최소 가공면적을 동시에 만족할 것.

○ 3차년도 목표 설정 관련

- 패널단위 양산성을 고려한 수치로 대체 대안 가능. 검사 장비의 경우, 프로토타입 수준을 목표로 할 것.

4. 특기사항

- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 하며, 기존 기술 및 사업(과제)과의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- (과제수행) 전문기관의 협약변경 승인 없이 임의로 목표치 변경 불가

- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 1곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가한 경우 시험성적서 제출)*
* 외부평가 불가능하여 자체평가서 제출을 제안할 경우) 구체적인 자체평가 실시 사유, 자체평가 항목/목표수치, 시험방법 등을 연구개발계획서에 제시하고, 자체평가 진행 시 위 1, 2의 인증 기관 또는 평가기관 소속 외부인원 입회 및 확인서 확보 필수
- 기업 참여 권장, 사업화 방안 구체화 시 가점 반영
- 차세대반도체대응미세기관기술개발사업 내 모든 연구과제는 차세대반도체대응 미세기관기술개발사업 내 "R&D 성과지원 플랫폼" 연구과제와 연구활동 연계 필수
- 연 1회 기술교류회(성과전시 및 성과확산 활동 등)에 참여 필수

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24.4 ~ '26.12 (총 33개월 내외)
- 과제형식 : 단위과제
- 과제당 연구비 : 총 2,365백만원 내외('24년 645백만원 내외)

'24.4 ~ '26.12 / 33개월		
1차년도	2차년도	3차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12
645백만원	860백만원	860백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구 기간은 정부 예산 사정에 따라 변경 가능

- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	2024-반도체-08	공모유형	품목공모형
사업명	차세대 반도체 대응 미세기판 기술개발사업 - 인터포저2		
RFP명	유리 인터포저 기판의 미세배선 및 고신뢰성 비아홀 Cu Filling 기술 개발		
PM분야	반도체·디스플레이	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
○ 최근 반도체 산업은 저전력·고성능 구현을 위한 다기능·고집적 소자 제조 패러다임으로 전환 중이고, 패키징 기술은 응용 분야 및 비용 등 다양한 시장수요를 고려하여 다변화하였으며, 최근 첨단 패키징 기술 중 Glass를 이용한 TGV(Through Glass Via) 인터포저 시장 성장이 전망됨 ○ 실리콘 인터포저의 경우 반도체 기술을 기반으로 제작 되고 있어 매우 높은 제조비용을 요구되는 단점이 있음. 또한 고해상도 에칭의 한계점으로 fine rectangular hole 구현이 불가하며 고온공정에서의 열특성으로 인한 불량문제 등이 반도체 패키징 적용이 어려움 ○ 기존 TSV의 경우 단면 한 방향에서 약 60~80%만 홀을 가공하여 여기에 도전금속을 충전하고, 반대면을 연마하는 방법을 사용하는 반면, TGV의 경우 through hole을 가공하여 양쪽 면에서 도금을 하여 홀을 충전하는 도금 공정을 사용하여야 공정 시간 및 신뢰성을 향상시킬 수 있음 ○ 유리 기판의 TGV 기술은 레이저 및 불산을 이용하여 etching 공정으로 제작하므로 저비용 대량생산이 가능하며, 유전상수가 작아 향후 6G 및 초고속 반도체용 인터포저에 대응이 가능하나 via 균일 도금 공정, 정밀 평탄화를 위한 TGV 전용 CMP (Chemical Mechanical Polishing) 공정개발이 필요함			
2. 연구개발목표			
○ 최종 목표 : TGV용 미세배선 및 고신뢰성 비아홀 Cu Filling 기술 개발 ○ 단계별 목표			
1차년도 (’24~’25)	- Glass Via 내 버퍼층의 균일 코팅 - Void free TGV Cu filling 양면 도금 형성 기술 - CMP 공정 및 선택적 연마특성 기반기술		
2차년도 (’25~’26)	- Glass Via 내 버퍼층의 내면 거칠기 제어 - Void free TGV Cu filling 양면 도금 형성 기술 최적화 - CMP 공정 및 선택적 연마특성 향상 최적화		
3차년도 (’26~’27)	- Glass Via 내 버퍼층의 형성 공정 미세화 - Void free TGV Cu filling 양면 도금 형성 기술 고신뢰성 확보 - CMP 공정 및 선택적 연마특성 향상 고도화		

○ 양면도금 기술 필요성

- 양면 도금 형성 기술은 공정 시간 단축 및 배선 신뢰성 향상을 위한 한 방법으로 제시됨. 공정시간 단축 및 고밀도 충전이 가능한 대체 방법이 있다면 다른 전략 제시 요망

○ CMP 공정개발 필요성

- 고밀도 초미세 배선허성을 위해서는 high flatness 및 defect-free abrasive가 필수임. 또한 평탄화 공정시 Via 부근에서의 스트레스 집중을 방지하기 위한 대책이 중요함

3. 성과목표

1차년도 (’24~’25)	- 홀 사이즈: 20μm 이하 (4인치 이상 glass 기판) - 홀내 버퍼층 평탄도(Rz): 10μm - Cu filling 충전속도: 15h - CMP 후 평탄도(Ra): 20nm
2차년도 (’25~’26)	- 홀 사이즈: 15μm (4인치 이상 glass 기판) - 홀내 버퍼층 평탄도(Rz): 8μm - Void free Cu filling 충전속도: 12h - CMP 후 평탄도(Ra): 15nm - 논문(SCI(E)급) 3편, 특허(출원 또는 등록) 4편 이상
3차년도 (’26~’27)	- 홀 사이즈: 10μm (4인치 이상 glass 기판) - 홀내 버퍼층 평탄도(Rz): 5μm - Void free Cu filling 충전속도: 10h - CMP 후 평탄도(Ra): 10nm - 논문(SCI(E)급) 3편, 특허(출원 또는 등록) 4편 이상

- 게재 논문 및 출원·등록 특허는 기여율이 50% 이상인 건에 한하여 성과를 인정함 (최종평가위원회 검토사항)

○ 홀 사이즈 목표관련

- 세계최고수준 업체 (MICRO)의 스펙 참조한 것으로, 단순 종횡비만 기준으로 하지 않고, 두께 인자를 동시에 고려해야 함. 유리 기판 공정시 파손 방지를 위한 최소 두께를 고려하여 제시할 것.

○ 홀내 버퍼층 평탄도 목표관련

- Void free 및 protrusion 최소화와 관련된 항목으로 대체 인자 제시 가능

○ 평탄도 목표관련

- 신뢰성 향상을 위한 후열처리 공정 후의 Ra 증가를 고려하여 제시된 최소 수치임. 배선 신뢰성 향상을 위한 다른 항목이 있다면 기타 측정가능한 범위에서의 목표를 설정

4. 특기사항

- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 하며, 기존 기술 및 사업(과제)과의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- (과제수행) 전문기관의 협약변경 승인 없이 임의로 목표치 변경 불가
- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 1곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가능한 경우 시험성적서 제출)*
 - * 외부평가 불가능하여 자체평가서 제출을 제안할 경우)구체적인 자체평가 실시 사유, 자체평가 항목/목표수치, 시험방법 등을 연구개발계획서에 제시하고, 자체평가 진행 시 위 1, 2의 인증 기관 또는 평가기관 소속 외부인원 입회 및 확인서 확보 필수
- 기업 참여 권장, 사업화 방안 구체화 시 가점 반영
- 차세대반도체대응미세기관기술개발사업 내 모든 연구과제는 차세대반도체대응 미세기관기술개발사업 내 "R&D 성과지원 플랫폼" 연구과제와 연구활동 연계 필수
 - 연 1회 기술교류회(성과전시 및 성과확산 활동 등)에 참여 필수

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24.4 ~ '26.12 (총 33개월 내외)
- 과제형식 : 단위과제
- 과제당 연구비 : 총 2,640백만원 내외('24년 720백만원 내외)

'24.4 ~ '26.12 / 33개월		
1차년도	2차년도	3차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12
720백만원	960백만원	960백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구 기간은 정부 예산 사정에 따라 변경 가능

- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	2024-반도체-09	공모유형	품목공모형
사업명	차세대 반도체 대응 미세기판 기술개발사업 - 인터포저2		
RFP명	차세대 인터포저용 비접촉식 캐리어 디본딩 기술 개발		
PM분야	반도체·디스플레이	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
○ 반도체의 소자 미세화가 한계에 다다르고 있고, 미세화로 인한 경제적 이익이 약화됨에 따라 반도체칩의 3D 집적화를 포함한 첨단 패키징 기술을 통한 성능 향상이 주요한 기술적 의제로 떠오르고 있음 ○ 이와 같은 첨단 패키징 기술 중 2.5D 기술은 인터포저를 통한 칩간 거리 최단화 및 interconnection의 미세화, bandwidth의 확장이 주요 관심사임 ○ 이를 구현하기 위해서는 인터포저의 적용이 필수적이며, 인터포저내의 신뢰성을 담보하는 수직 배선 구현을 위해서는 인터포저의 두께를 최소화 해야함 ○ 박형의 인터포저의 후속공정 진행을 위해 캐리어의 적용이 필요하며, 현재 인터포저의 면적이 계속 증가함에 따라 기계적 신뢰성을 확보할 수 있는 비접촉식 디본딩 기술의 개발이 시급히 요구됨			
2. 연구개발목표			
○ 최종 목표 : 비접촉식, 대면적 인터포저용 캐리어 디본딩 기술 개발 - 기계적 신뢰성 담보를 위한 비접촉식 디본딩 기술 개발 - 비접촉식 디본딩용 접착제 개발 - 디본딩 residue free 기술			
1차년도 (’24~’25)	- 고신뢰성 비접촉식 디본딩 기술 기반 구축 - 본딩/디본딩 신뢰성 향상 기술 - 디본딩 residue free 기반 기술 개발		
2차년도 (’25~’26)	- 고신뢰성 비접촉식 디본딩 기술 최적화 - 본딩/디본딩 신뢰성 향상 기술 개발 - 디본딩 residue free 최적화		
3차년도 (’26~’27)	- 고신뢰성 비접촉식 디본딩 기술 고숙화 - 본딩/디본딩 신뢰성 향상 기술 고도화 - 디본딩 residue free 신뢰성 향상		
○ 고신뢰성 목표 설정 필요성 - 캐리어 기술은 소자 및 interposer에 대한 열적, 화학적 그리고 물리적 영향 (Crack, Residue)을 주지 않는 것이 핵심이며 Silicon 및 Glass 기판에서는			

Laser 방식이 범용으로 적용 중이나 폴리머 기판에 대해서는 기반기술이 취약하며 특히 얇은 박막형으로 기초연구가 절실히

- 기존 방식에서 아래 두 가지를 만족하는 기술 upgrade뿐만 아니라, 새로운 창의적 방법론도 가능

1. Temporary Bonding 후, interposer 제작공정 중에는 warpage를 방지할 수 있는 강성과, 공정 중의 불량발생을 방지할 수 있는 충분한 접착력이 필요
2. De-Bonding시 interposer (또는 Device)에 Defect를 남기지 않을 수 있는 재료 및 설비를 포함한 공정설계가 필요

3. 성과목표

1차년도 (’24~’25)	- 인터포저 두께 100μm급, 100x100mm 이상 - 접착력 분포 균일도 < 10% - 본딩시 접착력 : 400gf/inch
2차년도 (’25~’26)	- 인터포저 두께 50μm급, 150x150mm 이상 - 접착력 분포 균일도 < 8% - bonding residue free - 본딩시 접착력 : 500gf/inch - 논문(SCI(E)급) 3편, 특허(출원 또는 등록) 4편 이상
3차년도 (’26~’27)	- 인터포저 두께 50μm급, 200x200mm 이상 - 접착력 분포 균일도 < 5% - bonding residue free - 본딩시 접착력 : 700gf/inch - 논문(SCI(E)급) 3편, 특허(출원 또는 등록) 4편 이상

- 게재 논문 및 출원·등록 특허는 기여율이 50% 이상인 건에 한하여 성과를 인정함 (최종평가위원회 검토사항)
- 목표 설정 시 인터포저 대응 최소 사이즈 및 두께를 고려하여 제시할 것
- Bonding residue free 항목
 - 정량적 평가 방법이 없기 때문에 자체 기준을 제안하고 평가 진행할 것

4. 특기사항

- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 하며, 기존 기술 및 사업(과제)과의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- (과제수행) 전문기관의 협약변경 승인 없이 임의로 목표치 변경 불가
- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 1곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가한 경우 시험성적서 제출)*

* 외부평가 불가능하여 자체평가서 제출을 제안할 경우 구체적인 자체평가 실시 사유, 자체평가

항목/목표수치, 시험방법 등을 연구개발계획서에 제시하고, 자체평가 진행 시 위 1, 2의 인증 기관 또는 평가기관 소속 외부인원 입회 및 확인서 확보 필수

- 기업 참여 권장, 사업화 방안 구체화 시 가점 반영
- 차세대반도체대응미세기관기술개발사업 내 모든 연구과제는 차세대반도체대응 미세기관기술개발사업 내 "R&D 성과지원 플랫폼" 연구과제와 연구활동 연계 필수
 - 연 1회 기술교류회(성과전시 및 성과확산 활동 등)에 참여 필수

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24.4 ~ '26.12 (총 33개월 내외)
- 과제형식 : 단위과제
- 과제당 연구비 : 총 2,090백만원 내외('24년 570백만원 내외)

'24.4 ~ '26.12 / 33개월		
1차년도	2차년도	3차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12
570백만원	760백만원	760백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구 기간은 정부 예산 사정에 따라 변경 가능

- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	2024-반도체-10	공모유형	지정공모
사업명	차세대 반도체 대응 미세기판 기술개발사업 - 고밀도 기판1		
RFP명	차세대 2.1D 반도체 패키지용 L/S 2 μ m/2 μ m급 수직 적층형 미세기판 개발		
PM분야	반도체·디스플레이	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
○ 2.5D, 3D 이중집적 패키징기술은 TSMC, 삼성, 인텔 등 독자기술이 시장을 주도하고 있고, 칩렛 구조의 인터포저 기술이 확대 적용되고 있음. ○ AI, 데이터 서버 등의 관련 산업 성장에 따라서 반도체 칩과 메인보드를 연결해 전기적 신호와 전력을 전달하는 고집적 반도체 기판 및 패키징 기술이 제품 성능 차별화에 핵심이 되고 있음. 이에 따라 반도체 기판의 내부 층수 증가, 초미세회로 구현, 층간 미세 정합, 두께 슬림화 등 고난도 기술이 요구되고, 반도체 간 연결하는 패키징 기술로써 2.5D, 2.3D, 2.1D 패키징 기술이 개발되고 있음. ○ 첨단 패키징 기술은 반도체 패키지기판 기술과 2D enhanced architecture (유기물 기반 2.1D, 2.3D 기술 및 실리콘기반 2.5D 기술)에 의해 주도되고 있음. ○ 기존의 AI칩, CPU, GPU 등은 Si 인터포저를 기반으로 한 다수의 HBM 패키징을 탑재한 2.5D 구조가 사용되고 있으나, Si 인터포저의 높은 공정비용과 공급부족 문제가 발생하여 새로운 대체 기술 개발이 중요해지고 있음. ○ 현재 2.5D 유기기판의 RDL L/S > 5μm/5μm, 마이크로비아 직경은 30μm이 적용되고 있고 향후 L/S > 2μm/2μm, 비아직경 20μm 기술개발이 필요함. ○ 향후 HBM 적용이 늘어날수록 Si 인터포저의 생산성 향상 및 고비용의 한계가 더욱 심화될 것으로 판단됨. ○ 이를 해결하기 위하여 생산효율 증대와 저비용의 강점을 모두 가진 차세대 2.1D 미세기판 기술개발이 매우 시급하다고 판단됨. ○ TSV 기반의 실리콘 인터포저 기술은 이중접합을 위한 2.5D 첨단 패키징 기술로 가장 많이 활용되고 있으나, 칩 크기의 증가 등에 따라 가격이 비싸며, 소수의 반도체 대기업(TSMC 등)에서만 생산이 이루어지고 있는 단점이 있음. ○ 이러한 실리콘 인터포저를 대체하기 위한 기술로 패키지기판 위에 직접적으로 고밀도 다층 RDL을 형성하는 2.1D 기술과 임시기판 위에 폴리머기반 인터포저를 제작하여 패키지기판에 부착하는 2.3D 기술이 개발 중에 있음.			

○ 여러 패키징 기술 중에서 기판 상부에 초미세회로를 도입하는 2.1D 타입 패키징기술은 반도체 후공정 기술을 기반으로 하기 때문에 동일 면적 내 집적도가 우수함. 그러나 Si 인터포저를 기반으로 한 2.5D 패키징 기술에 비해서 2.1D 타입 패키징용 기판 및 대체 첨단 기판 개발에 대한 지원을 통한 국가 경쟁력 확보가 시급히 필요함.

○ 첨단 패키징 기술 분야의 성장세*를 고려하고, 국내 해당 기업들의 기반 기술 구축 및 성장 발전을 위해서는 2.xD 반도체 패키징용 미세피치 적용이 가능한 차세대 기판 제조 기술이 필요함.

* 첨단 패키지 시장은 2020년 508억 달러 규모에서 연평균 8.4%의 성장률로 2024년에는 702억 달러 규모로 성장할 것으로 전망됨. IC 기판 시장의 경우에는 2020년에 77억 3,000만 달러를 기록하고, 2027년에는 122억 4,000만 달러에 달하고, 예측기간 2022~2027년에 6.85%로 성장할 것으로 예측됨. (출처 : Mordor Intelligence, 2023/01)

2. 연구개발목표 및 성과목표

○ 최종목표 : 2.1D 반도체 패키징용 L/S 2 μ m/2 μ m 급 수직 적층형 미세기판 개발

- L $\leq$ 2 μ m, S $\leq$ 2 μ m 미세회로 형성 공정 기술 개발
- Top 비아직경 $\leq$ 10 μ m 미세홀 형성 공정 기술 개발
- 기판크기: 250mm $\times$ 250mm 이상
- 6층(RDL 1층이상)이상 미세기판 제작 기술 개발
- 기판대응 절연재 고균일도 평탄화 기술 개발
- 수요기업검증 또는 공인인증기관 성적서

○ 단계별 목표

1단계 (’24~’26)	○ L/S 3μm/3μm 미세회로 형성 기술 개발 - 저조도 절연층 적용 미세회로 형성 기술 개발 - 저조도 절연층에 대한 도체 밀착력 확보 기술 개발 ○ 비아직경 30μm급 미세 비아 형성 기술 개발 - 미세 비아 가공 및 스퍼터 Seed 형성 기술 개발 - 미세 비아 filling 기술 개발 ○ 미세회로형성을 위한 절연재 평탄화 기술 개발 - 균일도 10% 이하 평탄화 기술 개발 - 고속 평탄화 기술 개발 ○ 신뢰성 평가 - 접착 신뢰성 : HAST 96시간 - 비아 Hole 직경 30μm 신뢰성 : TC 500 Cycle - 절연 저항성 이온 마이그레이션 B-HAST 3.6V 미세회로 5μm/5μm 96시간
--------------------------	--

2단계
(‘27~’28)

- L/S $\leq 2\mu\text{m}/2\mu\text{m}$ 미세회로 형성 기술 개발
 - 저조도 절연층 SAP 공정 기술 개발
 - Seed 에칭 최적화 기술 개발
- 직경 $10\mu\text{m}$ 급 미세 비아 형성 기술개발
 - 감광성 소재 비아 형성기술 개발
 - 플라즈마 descum 공정기술 개발
- 미세회로형성을 위한 절연체 평탄화 기술 개발
 - 균일도 7% 이하 평탄화 기술 개발
 - 고속 평탄화 기술 개발
- 신뢰성 평가
 - 접착 신뢰성 HAST 96시간
 - 비아 Hole 직경 $10\mu\text{m}$ 신뢰성 TC 500 Cycle 달성
 - 절연 저항성 이온 마이그레이션 B-HAST 3.6V 미세회로 $2\mu\text{m}/2\mu\text{m}$ 96시간 달성
- 수요기업 검증 또는 공인인증기관 성적서

3. 성과목표

○ 이종집적 유기기판 RDL의 현재 기술수준 및 향후 로드맵

(단위: μm)	현재	향후 5년 (2024-2029)	비고
RDL L/S	> 5/5	> 2/2	Yole 2023, Advanced packaging roadmap
범프 I/O 피치	80 to 40	50 to 40	
볼 I/O 피치	300		
마이크로비아 직경	30	20	HIR 2021, Single- & Multi-chip roadmap

○ 성과목표

1단계
(‘24~’26)

- 저조도 절연체 적용 고밀도 미세회로 형성기술 개발
 - L/S = $3\mu\text{m}/3\mu\text{m}$
- 미세비아 가공 및 필링 기술개발
 - 층간 연결 비아/패드 직경 $30\mu\text{m}/60\mu\text{m}$
- 미세회로 형성을 위한 절연체 평탄화 기술 개발
 - 평탄화 균일도 10% 이하
- 대면적 고밀도 미세기판 개발
 - 기판크기: $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 이상
 - 층수: 6층 이상
 - 최 외층 RDL: 1층 이상
 - 범프 직경 / 피치 = $45/75\mu\text{m}$

	○ 고밀도 미세 기판 신뢰성 평가 - 비아 신뢰성 TC 500cycle, - 접착 신뢰성 HAST 168시간 이상 - 절연 저항성 및 이온 마이그레이션 B-HAST 3.6V 미세회로 5/5μm 96시간
2단계 (‘27~’28)	○ 저조도 절연체 적용 고밀도 미세회로 형성기술 개발 - $L \leq 2\mu$m, $S \leq 2\mu$m ○ 미세비아 가공 및 필링 기술개발 - 층간 연결 비아/패드 직경 10μm/30μm ○ 미세회로형성을 위한 절연체 평탄화 기술 개발 - 평탄화 균일도 8% 이하 ○ 대면적 고밀도 미세기판 개발 - 기판크기: 250mm×250mm 이상 - 층수: 6층 이상 - 최 외층 RDL: 1층 이상 - 범프 직경 / 피치 = 30μm/55μm ○ 고밀도 미세 기판 신뢰성 평가 - 비아 신뢰성 TC 500cycle, - 접착 신뢰성 HAST 168시간 이상 - 절연 저항성 및 이온 마이그레이션 B-HAST 3.6V 미세회로 2/2μm 96시간 ○ 수요기업 검증 또는 공인인증기관 성적서

- 1, 2단계 성과목표 중 기판 크기는 제시된 성과목표치보다 대면적을 제안하는 경우, 선정평가 시 가점 반영
- 시작품 제작 및 평가
 - 2.1D 기판제작 구조 및 달성지표 제시
 - 기판개발 소재 및 공정개발 최적화 제시
 - 기술보호 자율제시 : 특허출원·등록 및 SCI(E)급 논문게재 건 수
 - 국내외 특허 출원 및 등록 건수 자율 제시(국가 R&D 연구비 10억당 출원 2건 수준 고려)
 - ※ 출원·등록 특허는 기여율이 50% 이상인 특허에 한하여 성과를 인정함(단계·최종평가위원회 검토사항)
 - SCI(E)급 논문 게재 건수 자율 제시
 - ※ 게재 논문은 기여율이 50% 이상인 논문에 한하여 성과를 인정함(단계·최종평가위원회 검토사항)

4. 특기사항

- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 하며, 기존 기술 및 사업(과제)과의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- (과제수행) 전문기관의 협약변경 승인 없이 임의로 목표치 변경 불가
- (단계평가) 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속지원 여부를 결정함
 - 과제계획서 제출 시 단계별 개발 계획 및 실행 계획을 구체적으로 제시해야 함
- (연차점검, 단계평가 및 최종평가 등 보고서 제출 시) 참여기관을 제외한 평가기관 (산업체 혹은 공공기관) 1곳 이상에서 받은 개발 기술의 성능 목표 항목과 수치에 대한 시험성적서 또는 수요기업평가서 제출 필수
- (주관연구개발기관) 본 사업의 주관연구개발기관은 1, 2단계 성과목표를 달성할 수 있는 종합적 수행능력(공정, 분석)을 보유한 대학, 연구기관, 기업이어야 함.
 - 비영리 기관이 주관연구개발기관인 경우 기업 참여 필수
- (연구책임자) 수행기관 소속 전문성을 보유한 연구자로, 과제 종료 시까지 정년이 보장된 연구자로 한정함
- 연구개발결과는 TRL 5단계 충족 필수. TRL 6단계 권장

<TRL 평가지표 Code TRL070101>

구분	단계	TRL 정의	TRL 평가지표의 4W-1H				
			시험평가 주체 (Who)	시험평가 항목 (What)	생산수준 또는 결과물(How)	시험평가 환경 (Where)	개발연차 (When)
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관 또는 공인시험기관	생산기업 공급 사양 및 수요기업 지정 사양	준양산 시작품	실험실 평가/현장 평가	0차년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관 또는 공인시험기관	생산기업 공급 사양 및 수요기업 지정 사양	준양산 시작품	실험실 평가/현장 평가	0차년도

- 차세대반도체대응미세기관기술개발사업 내 모든 연구과제는 차세대반도체대응미세기관기술개발사업 내 "R&D 성과지원 플랫폼" 연구과제와 연구활동 연계 필수
 - 연 1회 기술교류회(성과전시 및 성과확산 활동 등)에 참여 필수

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 연구개발기간 : '24.4. ~ '28.12.(총 57개월 내외, (3+2) 33개월+24개월)
- 과제형식 : 단위과제
- 연구비 : 총 7,800백만원 내외('24년 1,200백만원)

1단계('24.4 ~ '26.12 / 33개월)			2단계('27.1 ~ '28.12 / 24개월)	
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
1,200백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원	1,600백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	2024-반도체-11	공모유형	분야공모형
세부사업명	차세대 반도체 대응 미세기판 기술개발사업 - 고밀도 기판2		
RFP명	초미세회로 유기/글라스 기판 기술 구현을 위한 소재, 공정, 장비 기술 개발		
PM분야	반도체·디스플레이	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
○ 반도체 공정 미세화의 한계를 극복하기 위해 반도체 패키지가 단순한 전기적 연결과 소자 보호 역할을 하는 것에서 고성능 반도체 공정 개발의 중심으로 변화되고 있음 ○ 2.xD 반도체 패키지 기술은 이종의 반도체 칩을 하나의 기판에 집적하여 시스템 성능을 극대화 할 수 있으며, 이를 통해 반도체 소자 미세화의 한계를 극복하고 수율을 향상시켜 수익성 극대화 가능 - Chiplet 구조는 반도체의 수율 향상이 가능하고, 패키지 기판 위에 기능별로 반도체를 모듈처럼 조립이 가능하기 때문에 효율적인 양산이 가능함 - 2.xD 패키지 및 칩단 IC 패키지 기판 기술의 경쟁력 없이 국내 반도체 생태계 육성은 불가능하므로, IC 패키지 기판 제조기업들과 기술개발에 대한 협력 체계를 구축하는 것이 매우 중요함 ○ 실리콘 인터포저 기술의 높은 가격에 대한 대안으로 유기와 글래스 인터포저에 대한 기술개발의 필요성이 있으며 공정비용이 상대적으로 높은 실리콘 인터포저 대체를 위한 저비용 실리콘 브릿지 기술 개발 필요 ○ 기판 미세화의 한계로 중간기판(인터포저)을 사용한 고밀도, 고성능 2.5D 패키지는 기존 기판 공정이 아닌 반도체 공정을 이용하여 진입 장벽이 높고, 제조 공정이 복잡하고, 높은 가격에 대한 대안으로 기존 플라스틱 소재 기판의 한계를 넘어 고성능 반도체를 구현하기 위해 글라스 기판이 주목받고 개발되고 있음 ○ 유기 인터포저와 유사하게 패키지 기판 상부에 미세회로(RDL) 형성이 가능한 미세 기판 제조기술도 필요 - Shinko의 i-THOP 2.1D Type 패키지와 유사하게 궁극적으로 인터포저를 사용하지 않는 패키지 기판의 구현을 위해 RDL 기반 초미세회로를 패키지 기판 위에 바로 형성할 수 있는 소재 및 공정 개발 필요			
2. 연구개발목표			
○ 초미세회로 유기/글라스 기판 구현을 위한 소재, 공정, 장비 기술 개발 ○ 아래 분야에 해당하는 초미세회로 유기/글라스 기판 구현을 위한 과제 제안			

- 소재, 공정, 장비 시작품의 특성 및 신뢰성 목표치 및 평가 방안 필수 제시 (목표치에 대한 근거자료 제시 필수)
- 상용화를 위한 대면적, 양산 수율 확보 전략 제시
- Assembly에 의한 신뢰성 기술 개발 등 제시

① 고신뢰성 Silicon Bridge embedding 기판 기술 개발

- L/S : $2\mu\text{m}/2\mu\text{m}$ 를 달성할 수 있는 요소기술 제안
- Silicon Bridge 제작 기술
- Silicon Bridge 임베딩을 위한 패키지 기판 가공, 적층공정 및 align 기술 등 개발
- Bridge를 PCB에 부착하는 기술 및 PCB scale 정밀 본더 장비
- Assembly를 위한 bumping 및 bonding 기술 개발
- Bridge embedding에 의한 신뢰성 기술 개발 등

② 고신뢰성 TGV Glass Core 기판 기술 개발

- TGV 두께 $> 0.5\text{mmT}$, TGV 종횡비 > 1.8 기준의 대면적 요소기술 제안
- TGV 비아 식각, 충전 공정 기술
- TGV 관련 소재 및 장비 기술
- 접착력/신뢰성 확보 기술 등

③ 다층 미세 배선 RDL 기판 기술 개발

- L/S : $2\mu\text{m}/2\mu\text{m}$ 를 달성할 수 있는 요소기술 제안
- 다층 미세 배선 RDL 기판 기술 개발
- 관련 소재 (PID, PR, 도금액, Slurry 등) 기술
- 관련 장비 기술 (노광, 현상, 에치, 도금, 계측 등)

3. 성과목표

- 초미세회로 유기/글라스 기판 구현을 위한 소재, 공정, 장비 원천 기술 시작품 특성 및 신뢰성 목표치에 대한 객관적 자료를 통한 성능 검증
- 국내외 특허 출원 및 등록 건수 자율 제시(국가 R&D 연구비 10억당 출원 2건 내외 수준 고려)
 - 출원 및 등록 특허는 기여율이 50% 이상인 특허에 한하여 성과를 인정함
- SCI(E)급 논문 게재 건수 자율 제시(국가 R&D 연구비 10억당 5편 내외 수준 고려)
 - 게재 논문은 기여율 50% 이상인 논문에 한하여 성과를 인정함.
- JCR 상위 10% 이내 논문 게재 건수 자율 제시
- 본 과제를 통한 석·박사 배출 예상 인원 자율 제시

4. 특기사항

- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 하며, 기존 기술 및 사업(과제)과의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- (과제수행) 전문기관의 협약변경 승인 없이 임의로 목표치 변경 불가
- (선정평가) 최종 선정과제 수는 ①~③번 분야 중 총 3개 선정(분야별 배분 없음)
- 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 제시한 성능목표의 타당성에 대한 객관적인 근거 자료제시
- 선정평가 시 시작품의 성능을 평가할 수 있는 정량적 지표를 필수로 제시해야 하며, 최종평가를 통해 연구자가 제시한 시작품 성능 관련 성과지표 달성 여부를 평가함
- 개발기술(성능평가 포함)의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 제시한 각 성능목표 항목과 수치에 대한 타당성을 입증하기 위해 객관적이고 공신력 있는 출처, 자료 등을 기술해야 하고 구체적 검증방안* 제시 필수
 - * 1) (제품 등 평가대상이 정해진 표준이나 기술규정이 있는 경우) 인증기관에서 발행한 인증서 확보
 - 2) (제품 등 평가대상이 정해진 표준이나 기술규정이 없는 경우) 참여기관을 제외한 평가기관(시험, 검사, 교정 등)에서 발행한 공인시험성적서(또는 상응하는 문서) 확보
 - 3) (위 1, 2가 불가능하여 자체평가서 제출을 제안할 경우) 구체적인 자체평가 실시 사유, 자체평가 항목/목표수치, 시험방법 등을 연구개발계획서에 제시하고, 자체평가 진행 시 위 1, 2의 인증기관 또는 평가기관 소속 외부인원 입회 및 확인서 확보 필수
- (연차점검, 최종평가 등 보고서 제출 시) 개발기술의 성능목표 항목과 수치에 대한 인증서, 공인시험성적서 등 제출 필수
- 기업 참여는 필수 사항 아님
- 차세대반도체대응미세기판기술개발사업 내 모든 연구과제는 차세대반도체대응미세기판기술개발사업 내 "R&D 성과지원 플랫폼" 연구과제와 연구활동 연계 필수
 - 연 1회 기술교류회(성과전시 및 성과확산 활동 등)에 참여 필수

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24.4 ~ '26.12 (총 33개월 내외)
- 과제 형식 : 단위과제
- 과제당 연구비 : 총 2,365백만원 내외('24년 645백만원 내외)

'24.4 ~ '26.12 / 33개월		
1차년도	2차년도	3차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12
645백만원	860백만원	860백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구 기간은 정부 예산 사정에 따라 변경 가능

- 선정 과제 수 : 3개 단위과제

RFP번호	2024-반도체-12	공모유형	지정공모형				
사업명	차세대 반도체 대응 미세기판 기술개발사업 - 플랫폼						
RFP명	첨단 패키징 및 미세기판 R&D 성과지원 플랫폼						
PM분야	반도체·디스플레이	보안과제 여부	일반				
1. 추진배경							
○ 반도체 첨단 패키징의 중요성이 커지고 있으나, 선도국 대비 국내 기술 역량의 격차*는 두드러지는 상황으로, 정부는 이 분야에 대한 다양한 R&D 지원 계획**을 추진 중 * 첨단패키징 분야 국내 기술력은 주요국과 3.4년 격차 존재, 반도체미래기술로드맵('23.5) ** 과기정통부 R&D 사업('24~) : 차세대반도체대응미세기판기술개발사업, 반도체첨단패키징핵심기술개발사업 등 ○ 첨단 패키징 관련 R&D 사업의 효과적인 성과 달성을 위해서는 단위과제 간의 효율적 협력·연계가 필요하며, 이를 체계적으로 지원할 수 있는 기능 조직 요구 - 국내 생태계가 충분히 성숙하지 못한 상황을 감안할 때, 정부 R&D 사업을 통한 산·학·연 협력 네트워크 기반 구축과 기술개발 성과확산 지원이 필요							
2. 연구개발목표							
○ 최종목표 : 반도체 첨단 패키징 및 미세기판 분야 협력 네트워크 활성화 및 기술개발 성과확산 지원 ○ 단계별 목표 <table><tr><td>1단계('24~'26)</td><td> ○ 첨단 패키징 및 미세기판 분야 산·학·연 협력 네트워크 구축운영 ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원 </td></tr><tr><td>2단계('27~'28)</td><td> ○ 첨단 패키징 및 미세기판 분야 산·학·연 협력 네트워크 활성화 ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원 ○ 신규 첨단 패키징 기술 국가연구개발사업 기획 연계 방안 수립 </td></tr></table>				1단계('24~'26)	○ 첨단 패키징 및 미세기판 분야 산·학·연 협력 네트워크 구축운영 ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원	2단계('27~'28)	○ 첨단 패키징 및 미세기판 분야 산·학·연 협력 네트워크 활성화 ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원 ○ 신규 첨단 패키징 기술 국가연구개발사업 기획 연계 방안 수립
1단계('24~'26)	○ 첨단 패키징 및 미세기판 분야 산·학·연 협력 네트워크 구축운영 ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원						
2단계('27~'28)	○ 첨단 패키징 및 미세기판 분야 산·학·연 협력 네트워크 활성화 ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원 ○ 신규 첨단 패키징 기술 국가연구개발사업 기획 연계 방안 수립						
3. 연구개발내용 및 성과목표							
○ 첨단 패키징 및 미세기판 분야 산·학·연 협력 네트워크 구축 및 활성화 - 산·학·연 간담회, 기술워크숍, 성과교류회 등 주기적인 교류 채널 제공 - 협력네트워크 기반 기술협력 및 공동연구 활성화 기회 제공 - 연구 현장 중심의 정책 수요 발굴 ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원 - 특허 분석(IP-R&D), 기술개발 컨설팅 등 기술개발 고도화 지원 - 표준화 활동, 사업화 컨설팅 등 성과확산 지원							

○ 신규 국가연구개발사업 기획 연계 방안 수립

- 후속 첨단 패키징 기술 국가연구개발 사업기획을 위한 프로그램 및 아이템 발굴 지원

○ 대국민 홍보 활동

- 언론보도, 성과전시회 등 연구개발 성과의 대국민 홍보 활동

○ 단계별 성과목표

1단계('24~'26)	○ 산·학·연 협력 네트워크 운영 활동 (2회/년) ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원 활동 (2회/년) ○ 성과전시회 포함 대국민 홍보 활동 (2회/년)
2단계('27~'28)	○ 산·학·연 협력 네트워크 운영 활동 (2회/년) ○ 기술개발 고도화 및 성과확산 지원 활동 (2회/년) ○ 후속 첨단 패키징 기술 사업기획 연계 방안 지원 (1회/년) ○ 성과전시회 포함 대국민 홍보 활동 (3회/년)

4. 특기사항

- (과제수행) 전문기관의 협약변경 승인 없이 임의로 목표치 변경 불가
- 기술 전문성 및 리더십, 산·학·연 정보협력 네트워킹 역량을 보유한 전담 인력 1인 이상 반드시 참여
- 운영위원회*구성을 통한 효율적 관리방안 마련 필요
 - * 과학기술정보통신부, 한국연구재단 및 관련 전문가 포함
- (단계평가) 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속 지원 여부 결정
 - 과제계획서 제출 시 단계별 개발 계획 및 실행 계획을 구체적으로 제시해야 함
- 본 과제는 첨단 패키징 및 미세기관 R&D 성과지원 플랫폼의 특성을 고려하여 가(假)선정 제도를 운영
 - ※ (假선정제도 운영) 평가위원회에서 최종협약 전 연구목표 및 내용 일부를 보완할 필요가 있다고 인정한 과제에 대해서는 PM과 연구자간 심층논의를 통해 연구계획서를 수정·보완하는 상세계획단계 추가 수행
- 반도체첨단패키징핵심기술개발사업, 차세대반도체대응미세기관기술개발사업, 차세대 반도체장비원천기술개발사업 내 모든 연구과제와 연구활동 연계 필수
 - 상기 사업 내 모든 연구과제는 년 1회 기술교류회(성과전시 및 성과확산 활동 등)에 참여 필수

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 연구개발기간 : '24.4. ~ '28.12.(총 57개월 내외, (3+2) 33개월+24개월)
- 연구비 : 총 880백만원 내외('24년 140백만원)

1단계('24.4.~ '26.12. / 33개월)			2단계('27.1.~ '28.12. / 24개월)	
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12.	'25.1.~'25.12.	'26.1.~'26.12.	'27.1.~'27.12.	'28.1.~'28.12.
140백만원	185백만원	185백만원	185백만원	185백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구 기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

※ 간접비는 직접비의 10% 이내로 제한

○ 과제형식 : 단위과제

○ 선정 과제 수 : 1개 단위과제