

대분류		전기·전자	적용산업	반도체소자및시스템
RFP명		대면적 진공전사기술을 활용한 6인치 이상 웨이퍼 스케일 이차원 소재 기반 광센서 양산기술개발		
기초·원천기술 과제명		그래핀 배리스터 기반 삼진로직 소자 개발 및 집적공정 연구		
과제고유번호		2016M3A7B4909942	과제수행기관	포항공과대학교
총괄책임자		이병훈	연락처	bhlee1@postech.ac.kr / 054-279-2217
기술개요	개념	<ul style="list-style-type: none"> 진공전사기술을 활용하여 차세대 소재로 주목받는 이차원 소재(그래핀, MoS2 등)를 6인치 이상의 웨이퍼 스케일로 전사하여 소자 산포를 10% 이내로 줄이는 파운드리 공정 기술 개발 단일 이차원 소재를 활용한 FET 소자 뿐만 아니라 Si 소재와 접목한 배리스터 소자, 이차원 적층 소자 등 이차원 소재의 대량 생산부터 고집적화 공정까지 아우르는 공정 플랫폼 개발 해당 기술을 활용하여 광센서, 가스센서, 방사선 센서 등 다양한 센서 소자 공정 플랫폼을 확보하고 다양한 수요기업에 파운드리 제공이 가능한 수준의 양산 기술 개발 		
	내용	<p><개요></p> <ul style="list-style-type: none"> 본 기술은 그래핀, MoS2 등 이차원 소재를 대면적 진공전사기술로 6인치 웨이퍼 스케일 상에 균일하게 전사하고 이를 기반으로 광센서 소자 및 어레이를 양산 가능한 수준으로 구현하는 공정 플랫폼 개발 기술임 기존의 이차원 소재 기반 센서는 우수한 광응답 특성에도 불구하고 대면적 공정 재현성 부족, 전사과정 중 결함 발생, 웨이퍼 내 소자 특성 편차, 후속 미세공정과과의 호환성 부족 등으로 연구실 수준의 단위소자 검증에 머무르고 있음 본 과제에서는 대면적 진공전사 공정을 활용하여 이차원 소재를 웨이퍼 단위로 고균일하게 구현하고 반도체공정과 연계한 웨이퍼 스케일 광센서 제조 플랫폼을 개발하고자 함. 이를 통해 단일소자 수준을 넘어 어레이화, 수율확보, 공정 표준화, 시제품 제작까지 가능한 양산형 기술체계를 확보하는 것을 목표로 함 <p><연구개발 내용></p> <ul style="list-style-type: none"> 이차원 소재의 6인치 이상 대면적 진공전사기술 표준화 확보 <ul style="list-style-type: none"> 그래핀 뿐만 아니라 다양한 이차원 소재를 진공전사기술을 이용하여 Si, 1화합물반도체, 유리기판 등 다양한 구조체에 다층 적층 기술을 표준화하고 소재의 전기적, 물리적 산포 분석 프로토콜 개발 이차원 소재 기반 센서 공정 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> 전사한 이차원 소재를 이용하여 기본적인 FET 구조체 뿐만 아니라 광센서, 가스센서, 방사선 센서 등 미세공정을 통한 소자 및 집적회로를 구현한 공정 플랫폼 개발 		

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 양산 수준의 센서 소자의 성능 평가 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 소자 및 회로의 단위 평가를 토대로 기존 상용화 소자와 비슷하거나 더 높은 수준의 성능 지표를 달성하고 산포 및 수율을 개선하여 상용화 파운드리가 가능한 수준의 양산 기술 개발 <p><연차별 연구개발 내용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (1차년도) 이차원 소재 대면적 진공전사기술 표준화 및 광센서 기초 공정 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀, MoS₂ 등 광센서 적용성이 높은 이차원 소재를 대상으로 6인치 이상 대면적 진공전사 공정 조건 확보 - 전사 후 소재 특성의 정량 평가를 위한 면저항, Raman shift, FWHM, 표면 거칠기, 결함도 분석 프로토콜 확립 - Si/SiO₂, 유리, 산화막 기판 등 다양한 목적기판에 대한 전사 특성 비교 평가 및 최적 기판 구조 선정 - 광센서용 기본 소자 구조(FET형 또는 광도전형)의 설계하고 단위소자 수준의 초기 소자 제작 및 구동 특성 검증 - 포토공정, 전극공정, 식각, 패시베이션 등을 포함한 기본 센서 공정 플로우 정립 - 웨이퍼 내 위치별 소자 특성 측정을 통한 편차 분석 및 주요 불량모드 도출 - 양산 대응을 위한 공정 표준서(SOP) 및 품질평가 항목 초안 마련 ○ (2차년도) 이차원 소재의 다층구조체 또는 이종접합 기반 광소자 공정 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 최적 공정을 기반으로 웨이퍼 단위 반복 전사 및 재현성 검증 - 단일층/다층 구조, 이종접합 구조 등 광센서 성능 향상을 위한 이차원 소재 구조를 설계 및 공정 적용 - 광검출 성능 향상을 위한 채널구조, 전극접촉, 계면제어, 패시베이션 조건 최적화 - 픽셀형 또는 어레이형 광센서 제작을 통한 웨이퍼 스케일 집적 공정 검증 - 응답도, 검출도, 암전류, 응답속도, 안정성 등 핵심 광센서 성능평가 수행 - 웨이퍼 내 소자 산포, 양품률, 반복공정 재현성 등 양산성 지표 검증 - 파일럿 수준 시제품 제작 및 수요기업 연계 성능 검증 및 적용성 평가 수행 - 공정 표준서 고도화, 양산이관 가능 제조조건, 사업화 로드맵 수립
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none">○ (3차년도) 웨이퍼 스케일 광센서 양산공정 확립 및 시제품 실증<ul style="list-style-type: none">- 이차원 소재 기반 다층구조체 광센서의 대면적 균일도, 소자 특성분포, 공정 안정성에 대한 통합 검증 수행- 6인치 웨이퍼 전면 기준 전사균일도, 면저항 산포, Raman 특성 편차, 표면결함 수준 평가 및 공정 허용 범위 설정- 어레이형 광센서 및 모듈 수준 시제품 제작을 통해 광응답특성, 장기 신뢰성, 환경 안정성, 반복구동 특성 평가- 양품률 향상 및 제조원가 절감을 위한 핵심 공정변수 최적화와 수율 개선 활동- 파운드리 또는 양산 대응이 가능한 수준으로 표준 공정 패키지, 검사기준, 품질관리 기준 확립- 기술이전, 사업화, 고객사 대응을 위한 양산공정 운영지침 및 상용화 실행전략 수립																																																		
	목표	<ul style="list-style-type: none">○ (최종목표) 진공전사기술을 활용한 6인치 이상 스케일의 대면적 소자 공정 플랫폼 개발 및 이를 이용한 차세대 센서 기술 확보○ 양품률 기준<ul style="list-style-type: none">- 소자 광응답도: 0.3A/W 이상- 암전류: 10⁻⁹A 이하 <table><tr><th colspan="2">성능 지표</th><th>단위</th><th>달성 목표</th></tr><tr><td>1</td><td colspan="2">전사 면적</td><td>inch</td><td>>6inch wafer scale</td></tr><tr><td>2</td><td rowspan="4">전사 균일도</td><td>면저항 산포</td><td>%</td><td><15</td></tr><tr><td>3</td><td>Raman shift</td><td>cm⁻¹</td><td><5</td></tr><tr><td>4</td><td>FWHM 편차</td><td>%</td><td><15</td></tr><tr><td>5</td><td>Roughness</td><td>nm</td><td><3</td></tr><tr><td>6</td><td colspan="2">소자 광응답도</td><td>A/W</td><td>>0.3</td></tr><tr><td>7</td><td colspan="2">암전류</td><td>A</td><td>10⁻⁹</td></tr><tr><td>8</td><td colspan="2">응답속도</td><td>ms</td><td><20</td></tr><tr><td>9</td><td colspan="2">웨이퍼 내 소자 특성 산포</td><td>%</td><td><20</td></tr><tr><td>10</td><td colspan="2">반복공정 재현성 및 양품률</td><td>%</td><td>>70</td></tr></table>	성능 지표		단위	달성 목표	1	전사 면적		inch	>6inch wafer scale	2	전사 균일도	면저항 산포	%	<15	3	Raman shift	cm ⁻¹	<5	4	FWHM 편차	%	<15	5	Roughness	nm	<3	6	소자 광응답도		A/W	>0.3	7	암전류		A	10 ⁻⁹	8	응답속도		ms	<20	9	웨이퍼 내 소자 특성 산포		%	<20	10	반복공정 재현성 및 양품률		%
성능 지표		단위	달성 목표																																																	
1	전사 면적		inch	>6inch wafer scale																																																
2	전사 균일도	면저항 산포	%	<15																																																
3		Raman shift	cm ⁻¹	<5																																																
4		FWHM 편차	%	<15																																																
5		Roughness	nm	<3																																																
6	소자 광응답도		A/W	>0.3																																																
7	암전류		A	10 ⁻⁹																																																
8	응답속도		ms	<20																																																
9	웨이퍼 내 소자 특성 산포		%	<20																																																
10	반복공정 재현성 및 양품률		%	>70																																																
지원필요성		<ul style="list-style-type: none">○ 이차원 소재는 초박막 구조에 기반한 우수한 광흡수·전하 수송·유연 집적 특성으로 차세대 광센서용 핵심 소재로 주목받고 있으나, 현재 국내 기술 수준은 대부분 소면적 개별 소자 제작 및 단위 특성 검증 단계에 머물러 있으며 특히, 대면적 전사 공정의 불안정성, 공정 중 결함 및 오염 유입, 웨이퍼 내 불균일성, 후속 반도체 공정과의 호환성 부족으로 인해 실제 양산기술로 이어지지 못하고 있음○ 반면 산업현장에서는 반도체, 디스플레이, 바이오, 모빌리티, 산업안전 분야를 중심으로 고감도·저전력·대면적 집적이 가능한 차세대 광센서 수요가 증가하고 있으므로 연구실 수준의 단위소자 기술을 넘어, 웨이퍼 단위 공정 재현성 확보, 양품률 향상, 표준화된 제조공정 구축, 시제품 공급 가능 수준의 제조기반 확보가 매우 중요함																																																		

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중소기업은 공정장비, 시제품 대응, 수요기업 협업, 사업화 전환에 강점을 가지고 있으나, 장기간·고위험의 공정 플랫폼 개발에는 자체 투자만으로 한계가 있으므로 본 과제는 중소기업이 주관하여 대면적 진공전사 기반 이차원 소재 광센서 양산기술을 선점하고, 향후 국내 수요기업에 공정서비스 및 시제품을 제공할 수 있는 기반을 마련하기 위해 정책적 지원이 필요함 ○ 또한 본 기술은 수입 의존도가 높은 고성능 센서 분야의 국산화와 공급망 안정화 측면에서도 의미가 큼
<p>활용(응용)분야</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제를 통해 확보되는 기술은 단순한 단일 광센서 소자 개발에 그치지 않고, 다양한 산업분야에 적용 가능한 플랫폼형 제조기술로 활용될 수 있음 ○ 반도체 및 전자부품 분야 <ul style="list-style-type: none"> - CMOS 호환형 차세대 광센서 - 웨이퍼 레벨 집적 광검출 소자 - 저전력·고감도 포토디텍터 어레이 ○ 디스플레이 및 이미징 분야 <ul style="list-style-type: none"> - 이미지 센서용 광검출 소자 - 플렉시블·투명 광센서 - 대면적 광감응 어레이 소자 ○ 산업·환경 모니터링 분야 <ul style="list-style-type: none"> - 산업용 광계측 센서 - 화염, 누설, 오염 감지를 위한 광센서 - 환경 모니터링용 고감도 검출소자 ○ 바이오·헬스케어 분야 <ul style="list-style-type: none"> - 생체신호 검출용 광센서 - 웨어러블 광센서 플랫폼 - 바이오 이미징 및 진단용 검출소자 ○ 모빌리티·국방·우주 분야 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행용 광검출 부품 - 저조도/특수파장 검출 센서 - 경량·고집적 광센서 모듈 ○ 확장 응용분야 <ul style="list-style-type: none"> - 본 과제에서 확립되는 대면적 진공전사 및 이차원 소재 공정 플랫폼은 향후 광센서뿐 아니라 가스센서, 방사선센서, 바이오센서, 이중집적 소자로도 확장 가능하며, 중소기업 중심의 센서 파운드리형 사업 모델로 발전할 수 있음

<p>지원기간</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발기간: 24개월 ○ 정부출연금: 총 정부지원연구개발비 10억 원 이내 (1차년도: 1.67억원 이내) ○ 주관연구개발기관: 중소기업 (기초·원천기술 보유자 및 소속기관의 공동연구개발기관 참여 필수) ○ 기술료 징수여부: 징수
--------------------	--