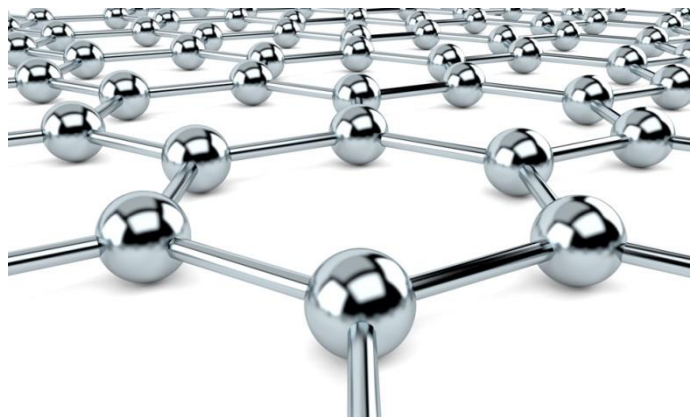


국일그래핀(주) 회사소개서

2020 . 09



KUK IL GRAPHENE
www.kukilgraphene.com

Contents

1. 회사소개
2. 그래핀 소개 (Graphene)
3. 사업범위
4. 보유기술
5. 산업환경 및 전망
6. 사업성과
7. 미래전략

1. 회사소개



KUK IL GRAPHENE www.kukilgraphene.com *Large-scale CVD Graphene Nanocomposite Company*

2018년 설립한 국일그래핀은 그래핀계 나노소재 및 CVD 그래핀 기술을 바탕으로 초경량/고강도 그래핀 복합소재 분야 및 전기적 특성을 활용한 고전도성 복합소재 분야에 선두기업이 될 것입니다.



국일그래핀은 천연 및 합성 섬유를 활용한 특수지, 특수 소재 분야에서 국내 최고의 전문기업인 국일제지가 100% 출자한 그래핀 전문 기업으로, 저가-대면적 박막형 필름, 직접 전사CVD 기술 등 원소재 원천기술과 더불어 소재기반의 원천기술을 확대 응용하는 분야로 사업을 확장하고 있습니다. 산학협력을 통해 개발된 그래핀 원천기술과 특수 소재 전문기업인 국일제지의 응용기술을 더하여, 전도성 복합소재, 플렉시블 디스플레이, 고기능성 그래핀 응용 산업에서 최첨단 핵심기업이 될 것입니다.

1. 회사소개

● 회사개요

회 사 명	국일그래핀 주식회사
대표이사	최 우 식
설립년월	2018년 11월 6일
사업장	경기 성남시 중원구 갈마치로 302 (성남우림라이온스밸리 5차 A동 3층)
자 본 금	6,500 백만원 (2019년 기준)
최대주주	국일제지 (100%)

● 회사연혁

2020년 이전	'18. 11 국일그래핀 주식회사 설립 '18. 12 8인치 CVD 장비 도입 및 사무실, 연구실 구성 '19. 4 미국특허 등록 (US 10,246,795) '19. 5 8" Si Wafer CVD방식 박막 그래핀 합성 성공 '19. 5 자본금 600 백만원으로 증자 '19. 8 8" PET CVD방식의 박막 그래핀 합성 성공 '19. 8 그래핀 박막의 무전사 제조방법 특허등록 '19. 10 자본금 6,500 백만원으로 증자 '19. 10 대면적 그래핀 양산화를 위한 설비 제작 계약 '19. 11 IDTechEx Show(Santa Clara) 참가
2020년 이후	'20. 3 국일그래핀(주) 성남피엠센터 개소 '20. 4 대면적 그래핀 양산용 Roll to Roll 설비 입고 '20. 6 12인치 Batch식 그래핀 합성설비 입고

2. 그래핀 소개 (Graphene)

● 특성

• Physical / Mechanical Properties

- 1Tpa 이상의 인장 강도
- 다른 어떤 재료보다 가벼움.
(0.77mg/m²)
- 구조깨짐 없이 20%까지 인장 가능
- 수소 원자외 그래핀 구조를 통과 할 수 없음.

특성	수치	비고
강도(Breaking Strength)	42Nm ⁻¹	강철보다 100 배 이상
탄성한계	~20%	
전자이동도(실온 기준)	200,000cm ² V ⁻¹ s ⁻¹	Si보다 100 배 이상
열 전도성	~5,000Wm ⁻¹ K ⁻¹	Cu보다 10 배 이상
최대전류밀도	>10 ⁸ Acm ⁻¹	Cu보다 ~ 100 배 더 큼
광 흡수계수	2.3%	GaAs보다 ~ 50 배 높음

• Thermal Properties

- 완벽한 열 전도성
- : 다이아몬드나 탄소나노튜브보다 높음(over 5,000W/m/K).

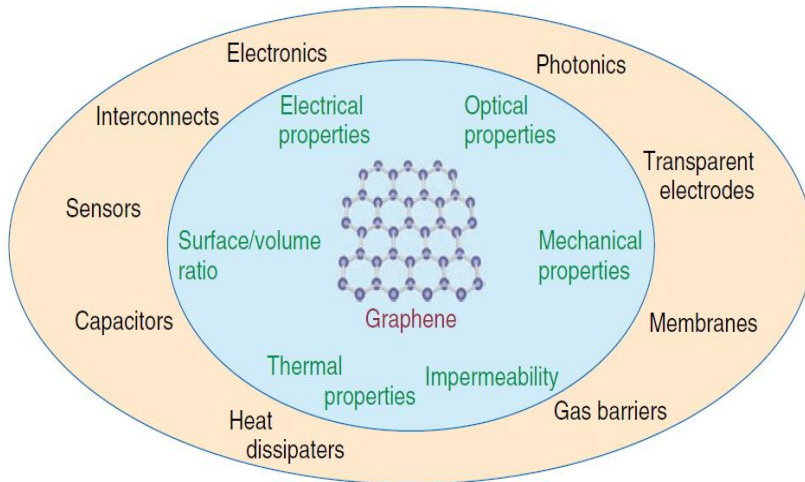
• Electronic Properties

• Optical Properties

- 투과성 높은 극단적인 얇은 두께
- : 그래핀 한 층당 2.3%의 백색광 흡수

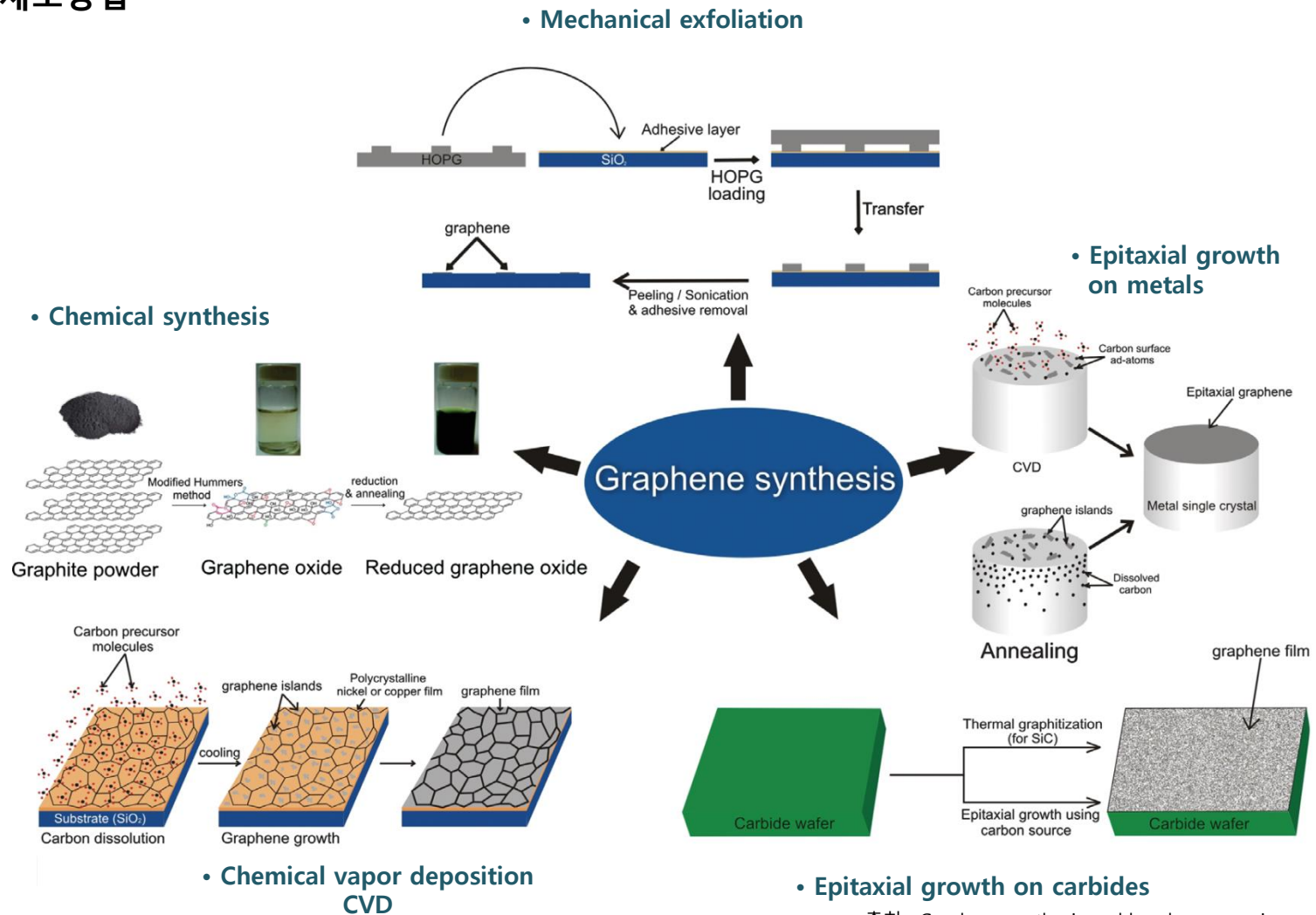
• Chemical Properties

- 통상 불활성이며, 다른 원자와 반응성이 낮음.



2. 그래핀 소개 (Graphene)

● 제조방법



출처 : Graphene synthesis and band gap opening
 Deep Jariwala, et al, J. Nanosci. & Nanotech., 11(8), 6621, 2019

3. 사업범위

• Energy industry

- 태양전지, 연료전지
- 배터리
- 원전
- 열전
- 알코올 증류

• Medicine

- 제약/유전 전달체
- 암 치료
- 조직 공학/세포 치료
- 치아 이식

• Electronics

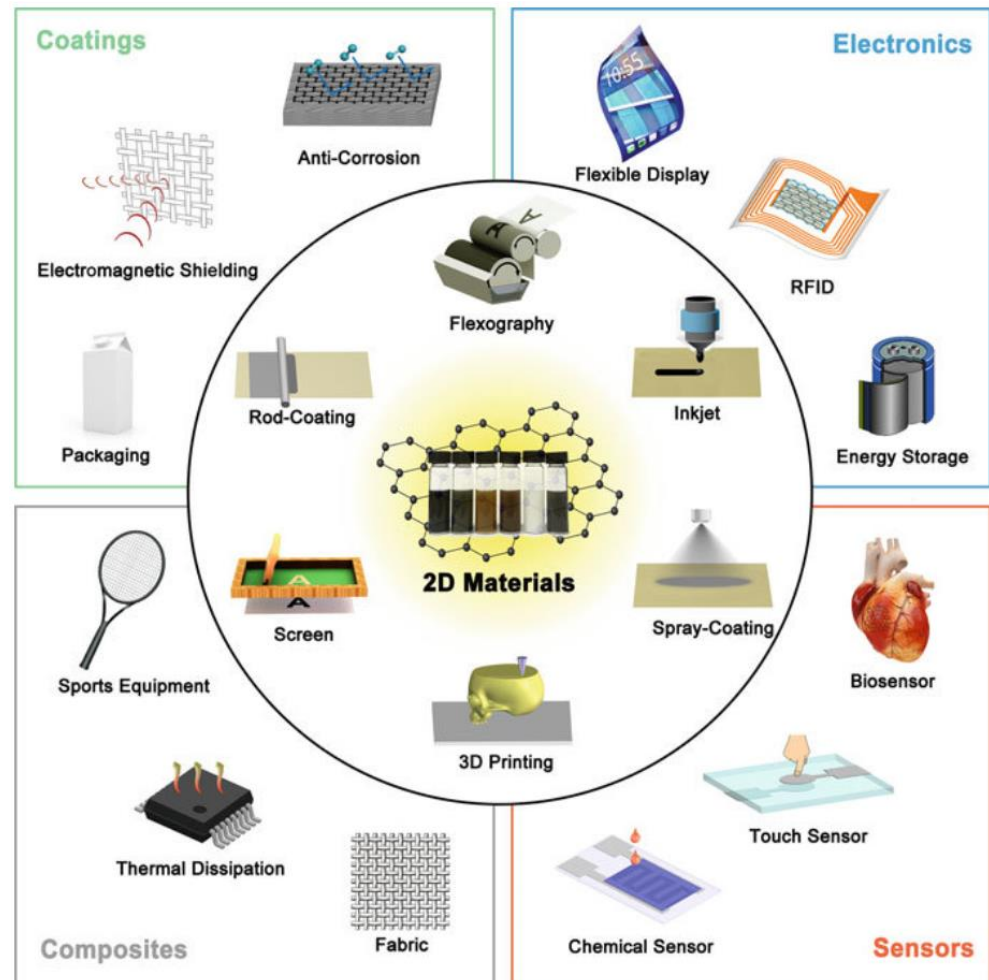
- 발열
- 트랜지스터/초전도체
- 방수/웨어러블 전자제품
- 터치스크린/플렉시블 스크린
- 하드 드라이브/메모리
- 광전자/광학 센서

• Food industry

- 식품포장/수분 정화

• Others

- 스포츠(신발, 헬멧, 타이어), 시멘트, 단열재, 의류, 헤드폰, 자동차, 비행기

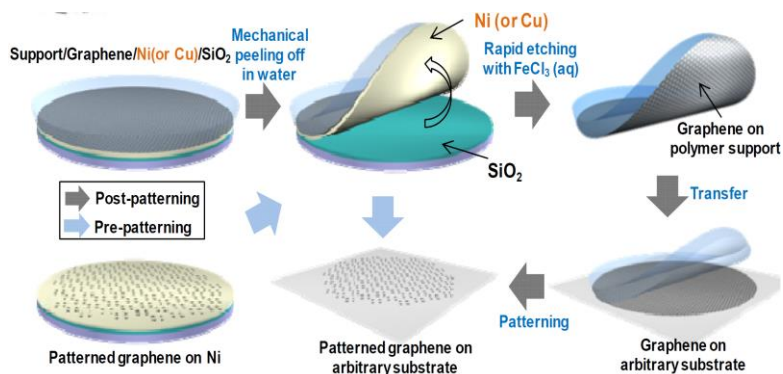


출처 : Printing of Graphene and Related 2D Materials
Leonard W. T. Ng, et al, Springer, 2019

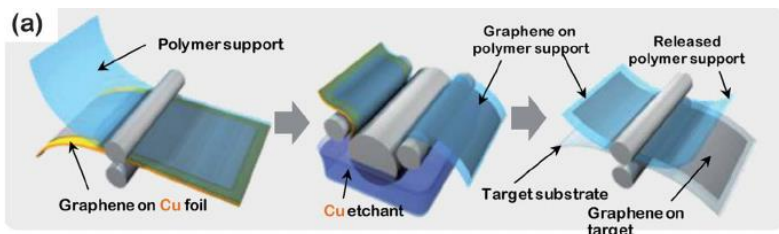
4. 보유기술 (I)

기존 기술 : Multi-transfer Graphene

- 전사공정이 많아 높은 그래핀 불량률
- 복잡한 공정으로 높은 제조원가
- 多공정으로 대면적 그래핀 상용화 어려움



(K S Kim, et al, Nature, 2009, 457, 706-710)

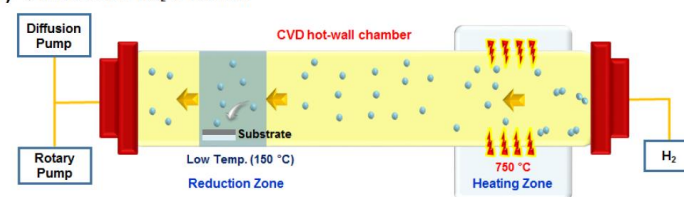


(Chao Yan, et al, Nanoscale, 2012, 4(16), 4870)

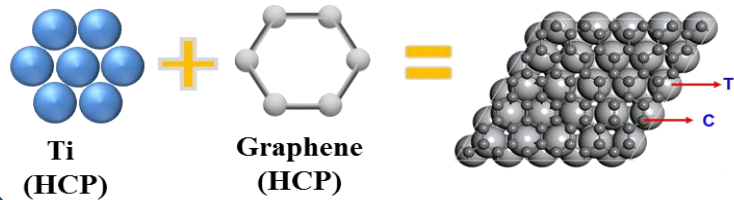
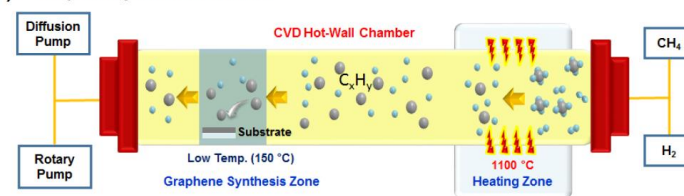
국일 기술 : *in-situ* Growth Graphene

- 전사공정 없는 직접 성장으로 무결점 완성
- 간편하고 축소된 제조공정으로 낮은 제조원가
- *in-situ* 방법으로 대면적 그래핀 상용화 가능

(a) ♦ Reduction of TiO₂ to Titanium



(b) ♦ Graphene Synthesis on Titanium

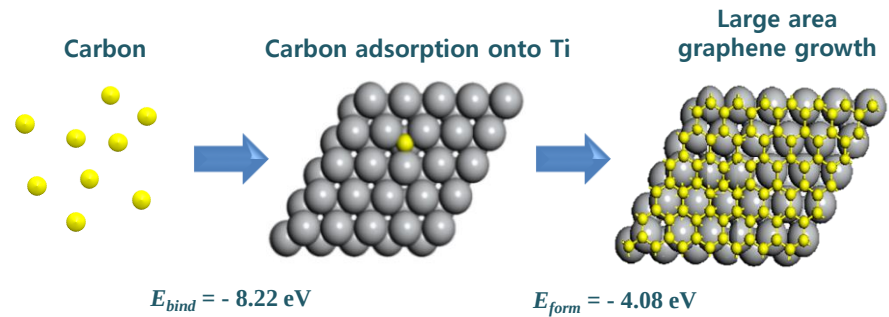


(B J Park, et al, ACS Nano, 2018, 12, 2008)

4. 보유기술 (II)

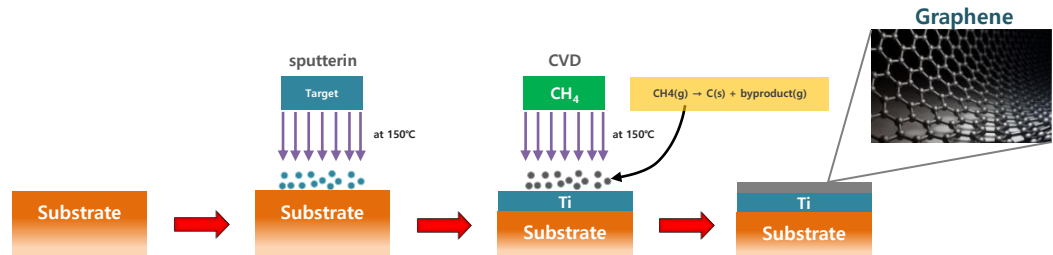
1) Ti-buffered

- 그래핀과 티탄 버퍼층간 우수한 결합력
- 그래핀 물성에 영향없는 티탄 버퍼층
- 높은 내식성 및 내마모성



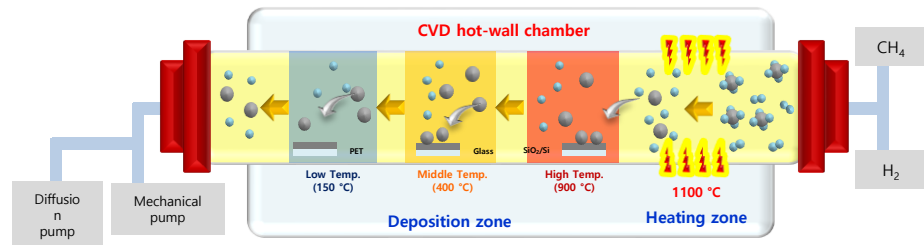
2) Transfer-free

- 간편하고 빠른 제조공정
- 축소된 공정을 낮은 제조원가
- 고품질 무결점의 단일층 그래핀



3) Low temperature

- 낮은 에너지 제조단가
- 유연(Flexible) 물질 적용가능
- 넓은 응용으로 산업범위 확대

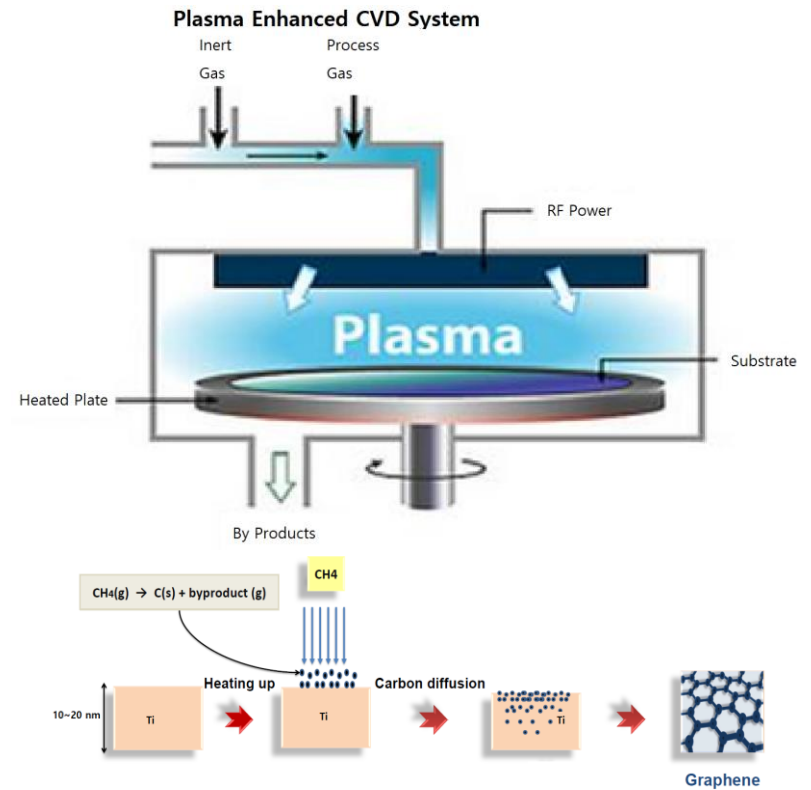


4. 보유기술 (Ⅲ)

4) Chemical vapor deposition (CVD)

진공장치내에서 화학반응을 통해 분해된 증기를 가열된 기판위에 증착하는 방식이며, 화학반응 형태에 따라 아래와 같이 구분 되어짐.

• In-side Temp.	
Hot wall CVD	
Cold wall CVD	
	• In-side Pressure
	APCVD(Atmosphere Pressure CVD)
	LPCVD(Low Pressure CVD)
• Energy Supply	
Thermal CVD	
PECVD(Plasma Enhanced CVD)	
PACVD(Photo assisted CVD)	
	• Reaction Temp.
	High Temp. CVD
	Low Temp. CVD
• Thin Film	
DielectricCVD, Poly and Metal CVD	



4. 보유기술 (IV)

● 보유 설비

- Roll to Roll PECVD



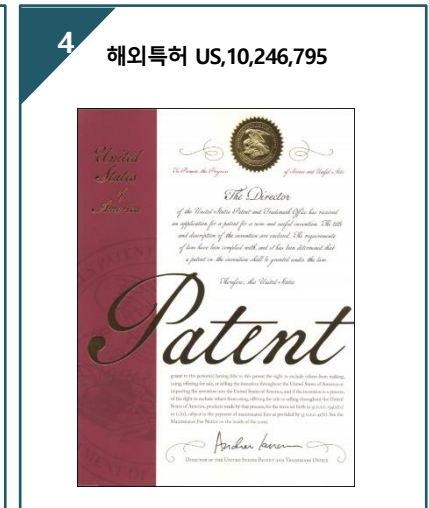
- 12" Batch식 제조설비



4. 보유기술 (V)

● 국내특허 6건, 해외특허 2건

구분	발명의 명칭	등록/출원번호
1	국내특허 대면적 그래핀 박막의 in-situ 제조방법	10-1877500
2	국내특허 무전사식 그래핀층의 형성방법	10-1886659
3	국내특허 그래핀 박막의 무전사 제조방법	10-2017251
4	해외특허 Transfer-Free Method for Forming Graphene Layer	US 10,246,795
5	해외특허 Transfer-Free Method for Producing Graphene Thin Film	US 15/994.184
6	국내특허 대면적 그래핀 증착방법 및 이를 이용한 그래핀 연속 증착장치	1020190163901
7	국내특허 다중 챔버 시스템을 이용한 그래핀 연속 합성장치	1020200034993
8	국내특허 열분해(Thermal CVD) 증착원 및 분급장치를 포함한 저온 무전사 박막 그래핀 및 제조방법	1020200039641

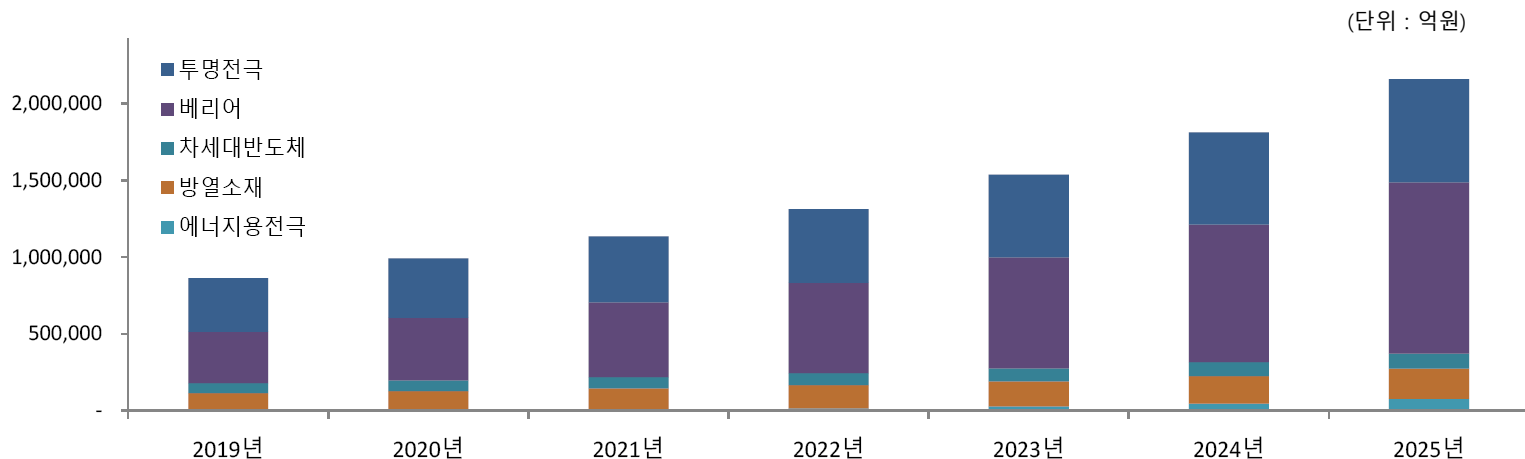


5. 산업환경 및 전망

● 그래핀 나노소재 산업

- Bottom-up 제작(CVD공법)과 Top-down제조(흑연 - GO, rGO)
- 그래핀을 활용하여 나노 원소재를 생산하는 분야 vs 가공된 나노 소재를 활용하는 분야
- "2015 그래핀 사업화 촉진 기술 로드맵"에 따라 상용화 6대 전략 분야 선정

< 그래핀 시장전망 >



<출처 : 그래핀 사업화 촉진 기술 로드맵 (미래부 - 산자부), 2015>

● 인쇄전자용 잉크, 터치패널용 투명전극 등 초기시장 형성 단계

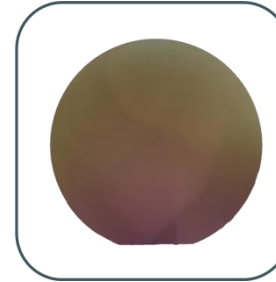
- 고기능성 베리어, 에너지 전극 등에 응용되면 각 분야별 2020년 47.5억 달러, 2025년 171억 달러 예상
- 그래핀 투명전극이 터치패널 응용시(ITO패널 10% 대체시) 2020년 5억 달러이상 예상

6. 사업성과

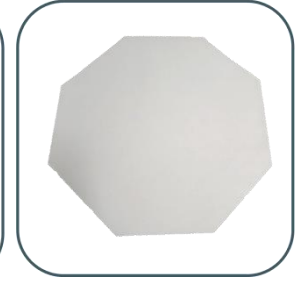
① 제품 성과 (Si Wafer / PET Wafer) 및 특허 출원

- 4인치, 8인치 실리콘 웨이퍼(Si Wafer) / PET 웨이퍼 (Pet Wafer)
저온 무전사 직접 CVD 방식의 박막 그래핀 합성 성공
→ 제품성가에 근거한 제조방식 특허 등록 및 설비 특허 출원

Graphene on SiO₂/Si



Graphene on PET

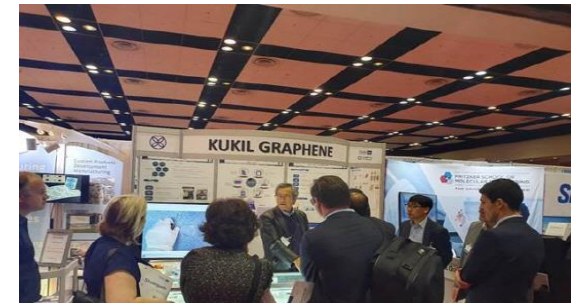


② 2019 Graphene & 2D Materials USA 전시회 참가

- 국외 전시회 참가 (전세계 270업체 참가)
- 4인치, 8인치의 Si / PET Wafer Thin Film 제품 샘플 전시
- Mono layer / double layer Graphene Thin Film 샘플 전시



- 그래핀 필름 제조 방식 차별성의 “국일그래핀” 인지도 상승
- 국내외 협업 및 마케팅 성과 창출
- 대면적 그래핀 양산화 설비 능력 가시적 홍보



6. 사업성과

③ 성남 PM 센터 준공

- 그래핀 합성&응용 연구 및 Pilot 생산 기능 수행
- 그래핀 물성 분석 기술 및 CVD 제조 공정 표준화
- 대형 양산화(Roll to Roll, Batch type) 장치설비 설계 및 현실화

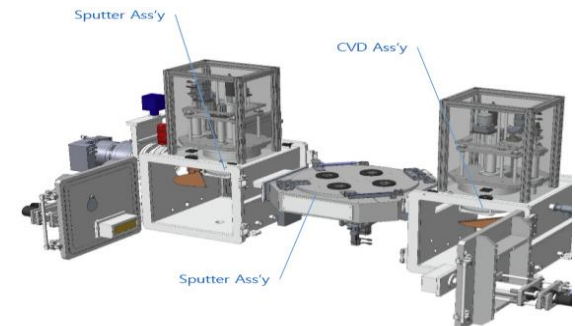


④ 설비 시스템 구축

- 대면적 Roll to Roll 그래핀 양산화 설비 구축 (2020. 4월)
- 12인치 Batch식 제조설비 설치 (2020.6월)



- 플렉시블 유연전극용 대면적 그래핀의 직접 성장 가능
- 다중 챔버를 활용한 그래핀 박막 증착 가능
→ "국일그래핀" 에서만의 연속식 및 단품제품군
제작 가능한 설비 보유



7. 미래전략

● 첨단 기술 발전

- R2R 제조공정의 대규모 연구개발과 제조공정 투자 확대
- 플렉시블 전도성 투명 전극 제품군 응용범위 확대를 위한 고품질 대량생산 체제 확립

● 산학관 및 연구기관

- 응용범위 확대를 위한 산,학,연 협업 연구 시스템 구축
- 선도적 원천기술을 바탕으로 시너지 효과

● 연구개발 및 운영

- 전문 연구인력 양성화 및 협업 콜라보레이션 확대
- 제조공정, 품질관리, 응용화 시스템 / 프로세스 표준화

