

관리번호		2024-패키지-이차전지-11		과제 유형	<input checked="" type="checkbox"/> 통합형 <input type="checkbox"/> 병렬형 <input type="checkbox"/> 일반형	
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	전지	소분류	이차전지
산업기술분류2	대분류	전기·전자	중분류	전지 (에너지·환경소재)	소분류	전지재료 (에너지저장소재)
융합분류		<input type="checkbox"/> 산업고도화형 <input type="checkbox"/> 사회문제해결형 <input checked="" type="checkbox"/> 신산업창출형 <input type="checkbox"/> 해당없음				
해당여부		<input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 해외연계 <input checked="" type="checkbox"/> 특허연계 <input type="checkbox"/> 안전과제				
		<input type="checkbox"/> 경쟁형R&D <input type="checkbox"/> 복수형R&D <input checked="" type="checkbox"/> 대형통합형 <input type="checkbox"/> 보안과제				
과제명	총괄	열분해유 기반 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발				
	1세부	열분해유 기반 배터리 음극소재용 중간원료 제조 기술 개발				
	2세부	95% 이상 흑연화도가 향상된 인조흑연 제조기술 개발				
	3세부	배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발				
1. 개요 및 필요성						
<p>○ (개요) 리튬배터리용 4대 핵심소재 중 수입의존도가 95% 수준에 해당하는 음극 활물질 공급망 확보, 중·대형 배터리 시장 성장에 따른 고성능·고안정성 음극소재 수요 증가 등 대·내외 환경변화 대응을 위한 열분해유 기반 고성능 음극소재 제조 공정 기술 개발</p> <p>- 열분해유(PFO) 기반 리튬배터리용 인조흑연*계 음극활물질 제조 및 공정 기술 개발</p> <p>* 인조흑연은 결정특성 차이로 인해 천연흑연 대비 낮은 용량특성을 가지고 있으나, 인공적으로 합성된 흑연으로 불순물 제어에 유리하며, 균일한 물성으로의 제품화에 유리함. 특히 고수명, 고출력 및 급속충전 특성의 장점으로, 전기차 등의 중대형 전지 시장 성장에 따라 그 수요가 급격하게 증가하고 있음.</p> <p>○ (필요성) 현재 중대형 배터리용 음극활물질로 인조흑연의 사용 비율은 60% 이상으로 전기차 시장 성장에 따라 수요량이 급증하고 있으나, 94.3% 이상을 중국으로부터 수입하고 있어, 향후 전기차 배터리 시장의 국내 경쟁력 제고를 위해서는 음극활물질 수급 안정성 확보가 시급</p> <p>- 국내 인조흑연 음극재 시장규모는 1.6만톤 수준이며, 중국에 대한 수입 의존도는 94.3%으로 매우 높은 수준임</p> <p>- 미국은 인플레이션 감축법(IRA) 시행을 발표하였으며, 이에 따라 미국내 유입되는 리튬배터리 제조에 사용되는 핵심 광물의 40%이상 (2027년 이후부터는 80%로 강화)을 미국 혹은 미국과의 FTA 체결국에서 생산, 가공하여야 함</p> <p>- 최근 강화되고 있는 중국의 흑연 수출규제 또한 국내 배터리 시장의 위험성을 상승시키는 요소로, 국내 배터리 산업의 안정화를 위해서는 음극재용 인조흑연 제조기술의 내재화가 시급함</p> <p>- 국내에 포스코 퓨처엠에서 석탄(콜타르)계 인조흑연 음극재를 생산(포스코MC 머터리얼즈의 석탄계 코크스 기반)하고 있으나, 원료 수급 안정성 측면에서 원료의 이원화가 필요함</p> <p>- 석유화학산업에서 발생하는 부산물인 열분해유 또한 인조흑연 합성 원료로 적용 가능하며, 관련 연구가 진행되고 있음</p> <p>- 열분해유는 현재 마땅한 활용 기술이 없어 주로 열원으로 사용되어 왔으나, 온실가스 및 미세먼지 발생 등의 환경문제 야기로 활용처가 감소하고 있음</p>						

- 국내 열분해유 발생량은 100만톤/년으로, 음극소재 제조 기술 개발 시, 국내 인조흑연 수요량을 전체를 대체 가능함
- 인조흑연 사업화를 위해서는 중간원료 및 인조흑연의 소재 생산을 위한 단계별 요구 수출 및 단위 생산량에 대한 공정기술이 반드시 확보되어야 함
- **(기대효과)** 현재 수입 의존도가 매우 높은 리튬배터리용 음극소재의 제조 기술 확보와 국내 공급 안정성 확보 및 이를 통한 리튬배터리 시장 경쟁력 향상, 석유화학산업 연계를 통한 국내 관련 기업의 경쟁력 제고
- 열분해유 기반 인조흑연의 배터리 음극활물질로의 소재 실증화를 통해 성장하는 배터리 시장에 대비하여 배터리 음극소재 제조산업의 국산화·글로벌 경쟁력 확보 및 대외 의존도 감소
- 고성능(고출력, 고수명 등) 음극소재 제조 기술 개발을 통한 전기자동차용 중·대형 배터리 분야 기술 선점 및 초격차 확보
- 국내 석유화학기업의 배터리 소재 산업으로의 사업 다각화를 통한 석유화학 제품의 고부가가치화 및 산업경쟁력 확보

2. 연구목표

- **최종목표** : 열분해유 기반 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발
(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)
 - 열분해유 기반 배터리 음극소재용 중간원료 제조 기술 개발
 - 95% 이상 흑연화도가 향상된 인조흑연 제조기술 개발
 - 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발
- **역할 및 기능**
 - 세부과제 종합관리 및 사업추진 방향 조정
 - 연구개발을 통해 획득된 유·무형의 성과물 관리, 사업화 전략 수립지원
 - 사업성과(실적)관리 및 보고 총괄 등

3. 지원기간/예산/추진체계

- **개발기간** : 42개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내)
- **정부연구개발비** : 총 정부연구개발비 150.7억원 이내 (1차년도 : 22.1억원 이내)
 - **총괄주관연구개발비** : 총 연구개발비 0.7억원 이내 (1차년도 : 0.1억원 이내)
- **주관기관** : 기업
- **기술료 징수여부** : 비징수
- **기타사항** : 해당없음

관리번호	2024-패키지-이차전자-11-01		사업구분	소재부품기술개발(패키지형)		
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	전지	소분류	이차전지
산업기술분류2	대분류	전기·전자	중분류	전지 (에너지·환경소재)	소분류	전지재료 (에너지저장소재)
총괄과제명	열분해유 기반 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발					
세부과제명	(1세부) 열분해유 기반 배터리 음극소재용 중간원료 제조 기술 개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요) 열분해유(PFO) 기반 리튬배터리 음극활물질 제조용 중간원료 합성 기술 개발 및 전극 적용을 위한 입자화 등 전처리 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 열분해유의 중합을 통한 음극활물질 원료용 피치 및 코크스 합성, 탄화(Carbonization), 소성(Calcination), 입자화 등 음극소재 적용을 위한 중간원료 제조 기술 개발 <p>○ (필요성) 피치 및 코크스 합성기술은 가장 기본적인 인조흑연 전구체로 음극활물질 제조에 있어 핵심기술이며, 다양한 기반 산업(제철·제강 분야, 반도체 분야, 우주·항공기 분야, 원자력·태양광 등 에너지 분야)에 대한 파급효과가 매우 큼</p> <ul style="list-style-type: none"> * 피치는 흑연화가 가능한 다층축화된 판상구조인 방향족 분자들의 집합체로, 콜타르, 열분해유 등 방향족 탄화수소로부터 제조됨 * 코크스는 흑연화 구조로의 발달이 가능한 고밀도 다층 그래핀 구조를 갖는 입자상 재료로 방향족 탄화수소를 지연코킹 공정에서 합성하거나, 피치의 탄화를 통해 제조됨 - 기존 인조흑연 원료로 사용되어온 콜타르의 경우 1980년대 일본 등을 중심으로 활발하게 연구되어 왔으며, 이를 통해 제철·제강, 원자력, 반도체 산업에서의 인조흑연 기술에 있어 독보적인 국가로 성장함 - 국내 콜타르계 음극활물질의 경우 지속적인 지원을 바탕으로 상용화에 가시적인 성과를 거두었으나, 열분해유 기반 음극활물질의 경우 아직 기술적 부족으로 상용화 단계에 접어들지 못 해 이에 대한 지원이 필요한 상황임 - 국내 석유화학 기초유분(에틸렌) 생산능력은 세계 4위에 해당하며, 플라스틱 사용량 증가에 따라 관련 석유화학공정 설비가 계속해서 증설되고 있음 - 석유의 화학 제품화 과정에서 필연적으로 열분해유가 발생하나, 현재 마땅한 활용 기술이 없어 주로 열원으로 사용되어 왔으나, 연소과정에서 발생하는 온실가스 및 미세먼지가 환경문제를 야기하여 그 활용성이 감소하고 있음 - 열분해유는 콜타르와 원료의 조성(질소, 황, 금속 불순물 등) 및 화학구조(분자량, 관능기의 형태 등)에 큰 차이가 있어, 코크스 및 피치로의 중합을 위해서 서로다른 공정기술이 요구되며 음극활물질 제조용 중간원료로 적용하기 위한 기술의 경우 성숙도가 낮아 상당한 연구개발이 필요한 상황임 - 세계 4위 규모를 가지는 석유화학 공정에서 발생하는 풍부한 열분해유의 고부가가치화와 세계 1위인 배터리 산업의 세계시장 경쟁력 초격차 확보를 위해 열분해유를 활용한 음극활물질 원소재 합성 기술에 대한 국가 차원의 투자가 절실함 					

- **(기대효과)** 기존 활용가치가 낮은 석유화학산업 부산물인 열분해유의 고부가가치화와 전량 수입에 의존하는 음극활물질의 원료 제조기술 및 공급망 확보를 통한 배터리 분야의 글로벌 시장 경쟁력 강화 및 신산업 육성
 - 열분해유 기반 리튬배터리 음극활물질로의 소재 실증화를 통해 성장하는 전기자동차용 중·대형 배터리 시장에 대비한 배터리 소재의 제조 기술 국산화와 대외 의존도 감소 그리고 이를 통한 리튬배터리 분야 글로벌 경쟁력 초격차 확보
 - 열분해유 기반 음극활물질 합성기술을 바탕으로 기술적 파급력이 높은 국내 인조흑연 전후방 산업을 연결하여 국내 최초 인조흑연 산업 밸류체인 완성
 - 전자부품 산업, 반도체산업, 기계부품산업, 방열소재 산업, 단열제 산업, 인조흑연 중간원료 산업 등의 인조흑연과 연관된 산업의 인조흑연 부품 및 완제품 상용화를 위한 연계 연구에 활용

2. 연구목표

- **최종목표 : 열분해유 기반 배터리 음극소재용 중간원료 제조 기술 개발**
(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)
 - 열분해유 기반 배터리 음극활물질 전구체 합성공정 기술개발 및 최적화
 - 탄소계 전구체 소성 공정 (Carbonization) 기술개발 및 최적화
 - 인조흑연용 중간원료 요구생산수율 공정변수 확보

○ 개발목표

성능지표			단위	달성목표	국내 최고 수준	세계 최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	밀도 (열처리 후)		g/cc	≥ 2.0	2.0	2.0 (일본 / C-Chem)
2	피치	생 산량	kg/batch	≥ 25	(150L급 기준)	-
		수율	%	≥ 25		-
3	코크스	생 산량	kg/batch	≥ 15	-	-
		수율	%	≥ 60	-	-

3. 지원기간/예산/추진체계

- **개발기간 : 42개월 이내** (1차년도 : 6개월 이내)
- **정부연구개발비 : 총 정부연구개발비 50억원 이내** (1차년도 : 7억원 이내)
- **주관기관 : 기업**
- **기술료 징수여부 : 징수**
- **기타사항 : 해당없음**

관리번호	2024-패키지-이차전자-11-02		사업구분	소재부품기술개발(패키지형)		
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	전지	소분류	이차전자
산업기술분류2	대분류	전기·전자	중분류	전지 (에너지·환경소재)	소분류	전지재료 (에너지저장소재)
총괄과제명	열분해유 기반 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발					
세부과제명	(2세부) 95% 이상 흑연화도가 향상된 인조흑연 제조기술 개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요) 열분해유 기반의 고결정성 인조흑연 제조기술 확보 및 고성능 인조흑연계 음극활물질 제조를 위한 고흑연화도 공정 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 음극재용 인조흑연 제조 기술은 등방흑연 블록, 제철제강에 사용하는 전극봉용 인조흑연을 제조하는 공정과 함께 기술의 난이도가 매우 높은 편에 속하며 고속 충방전/고용량/고안전성 음극재용 인조흑연의 경우 음극재용으로 인조흑연 가공 기술이 요구됨 <p>○ (필요성) 열분해유 기반 리튬배터리용 인조흑연 소재 제조기술은 고가·대규모 장치를 기반으로 집중 기술개발이 수행되어야 하므로, 초기원천기술개발 과정에서 기술개발이 필요함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인조흑연은 내부 구조의 균일성·안정성에 의한 천연흑연 대비 많은 리튬 삽입 경로 보유 및 적은 스웰링 현상으로 높은 효율과 수명 특성으로 인해 긴 수명과 급속 충전을 요구하는 EV용 배터리 음극소재로 활용되며, 글로벌 전기자동차 시장 성장에 따라 국내 수요가 급격하게 증가하고 있음 * 인조흑연의 국내 시장은 '19년 10,666억원에서 지속 성장하여 '30년 15,120억원의 국내 시장을 형성할 것으로 예상됨 - 국내에는 수년전까지 천연흑연조차 음극재 생산으로 연결한 기업이 부재하였으며, 더욱이 인조흑연 음극재 사업을 추진한 기업의 부재로 이 분야의 연구가 정체되어 있으므로 정부차원에서 체계적인 정부 지원이 절실함. - 인조흑연 기반 음극활물질의 국산화를 위해서는 인조흑연 및 이종소재 간의 복합계면 형성 원리, 반응 기작을 규명하여, 국가의 원천적인 제조기술, 가격 및 기술 경쟁력을 확보하는 것이 국가기반 산업 및 국가경쟁력 제고 차원에서 대단히 중요함. <p>○ (기대효과) 현재 전량 수입 의존하는 리튬배터리용 석유계 인조흑연의 원료 공급망 및 제조기술 확보를 통한 국내 배터리 시장 경쟁력 확보 및 석유화학산업 연계(제조 클러스터 구축)를 통한 전·후방 산업육성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 석유계 열분해유 기반 인조흑연의 리튬배터리용 음극활물질로의 소재화를 통해 성장하는 전기자동차용 중·대형 배터리 시장에 대비하여 배터리 음극소재 제조산업의 국산화, 글로벌 배터리 시장경쟁력 확보 및 대외 의존도 감소 - 국내 석유화학기업의 배터리 소재 산업으로의 사업 다각화를 통한 석유화학 부산물의 고부가가치화 및 석유화학 산업경쟁력 향상 - 인조흑연 기반 음극소재 제조 공정 효율화를 위한 물성 분석 신기술 개발 					

2. 연구목표

○ 최종목표 : 95% 이상 흑연화도가 향상된 인조흑연 제조기술 개발
(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)

- 중간원료 기반 흑연화 공정 (Graphitization) 기술개발 및 최적화
- 인조흑연 기반 음극활물질 제조 공정 기술개발
- 고온 원자단위 실시간 이미징 기반 음극활물질 최적화 공정기술개발

○ 개발목표

성능지표		단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	흑연화도	%	≥ 95	-	-
2	결정구조 (d_{002})	nm	≤ 0.336	-	0.336 (중국, BTR)
3	흑연화 수율	%	≥ 95	-	-

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 42개월 이내 (1차년도 : 7개월 이내)
- 정부연구개발비 : 총 정부연구개발비 45억원 이내 (1차년도 : 7억원 이내)
- 주관기관 : 중소·중견
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당없음

관리번호	2024-패키지-이차전지-13-03		사업구분	소재부품기술개발(패키지형)		
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	전지	소분류	이차전지
산업기술분류2	대분류	전기·전자	중분류	전지 (에너지·환경소재)	소분류	전지재료 (에너지저장소재)
총괄과제명	열분해유 기반 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발					
세부과제명	(3세부) 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요) 리튬이차전지 4대핵심소재 중 전량 수입에 의존하는 인조흑연의 원재료 공급망 확보, 중·대형 이차전지 시장 성장에 따른 고성능·고안정성 음극소재 수요 증가 등 대·내외 환경변화 대응을 위한 열분해유 기반 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발</p> <p>- 열분해유 기반(PFO)으로 제조된 음극활물질 기반 음극소재 제조공정 확보 및 실증화</p> <p>○ (필요성) 현재 상용 이차전지 음극소재용 인조흑연 제조기술은 콜타르 기반 인조흑연 제조에 초점이 맞춰진 상황이며, 석유계 잔사유로부터 고출력 배터리용 인조흑연 소재 제조기술은 미흡하고 상용화 사례는 전무함</p> <p>- 이차전지 음극소재용 인조흑연 제조공정은 중국 및 일본계 제조사가 글로벌 시장을 선도 및 점유*하고 있어 인조흑연의 대외 의존도가 높은 상황임</p> <p>* 중국 - BTR, PUTAILAI, ShanShan, Kaijin, Zhongke Electric, XFH, SHANGTAITECH 등 일본 - HITACHI, Mitsubishi 등 한국 - POSCO FUTURE M</p> <p>* 2020년 글로벌 음극재 시장은 BTR, ShanShan, Zichen(PUTAILAI)이 점유율 1~3위를 기록하고 있으며, 다음으로 Hitachi, Kaijin, Mitsubishi 등이 TOP 6에 해당함</p> <p>- 국내 이차전지용 인조흑연 제조사로는 콜타르계 원료를 기반으로 하는 POSCO FUTURE M이 있지만 국내 인조흑연 음극재 생산 리스크를 줄이기 위한 원료 이원화가 필수적임</p> <p>- 국내 석유화학산업은 전체 제조업 생산의 6.1%에 해당하나, 공정 중 발생하는 석유계 잔사유*에 대한 고부가가치 기술개발은 매우 부족한 실정이며 풍부한 석유계 잔사유를 활용한 인조흑연 제조기술 개발을 통해 이차전지용 인조흑연의 국산화 및 석유화학기업의 사업 다각화가 필요함</p> <p>* 국내 석유화학기업의 원유정제 공정으로부터 매년 100만톤 이상의 부생 석유계 잔사유가 발생하고 있음</p> <p>○ (기대효과) 현재 전량 수입 의존하는 이차전지용 인조흑연의 원료 공급망 및 제조기술 확보를 통한 석유화학산업 연계 기반 이차전지 음극소재 국산화 및 제조 클러스터 구축</p> <p>- 열분해유 기반 인조흑연의 배터리 음극활물질로의 소재 개발을 통해 성장하는 전기자동차용 중·대형 이차전지 시장에 대비하여 이차전지 음극소재 제조산업의 국산화·글로벌 경쟁력 확보 및 대외 의존도 감소</p> <p>- 국내 석유화학기업의 이차전지 소재 산업으로의 사업 다각화를 통한 석유화학제품의 고부가가치화 및 산업경쟁력 확보</p> <p>- 탄소 코팅 기술을 통한 고효율 음극 소재 제조 기술 개발 및 이를 통한 국내 이차전지 음극 소재 산업의 글로벌 경쟁력 확보</p>					

2. 연구목표

○ 최종목표 : 배터리용 350 mAh/g 급 인조흑연 음극소재 제조공정 기술 개발
(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)

- 열분해유 기반 인조흑연계 음극소재 제조 공정 기술 개발
- 음극소재 입자 형상 제어(입자화 및 구형화) 및 표면처리(코팅) 기술 개발
- 석유계 음극소재의 이차전지 셀 성능 평가 및 성능 평가인증

○ 개발목표

성능지표			단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	용량		mAh/g	≥ 350	320	350 (일본/Panasonic)
2	용량 유지율 (100 cycle)		%	≥ 93	75	90 (일본/Panasonic)
3	율속 특성 (3C/0.2C)		%	≥ 66	-	65 (일본/Panasonic)
4	음극 활물질	생 산량	kg/day	≥ 10	-	-
		가공 수율	%	≥ 65	-	-

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 42개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내)
- 정부연구개발비 : 총 정부연구개발비 55억원 이내 (1차년도 : 8억원 이내)
- 주관기관 : 기업
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당없음