

차세대 에어로겔 소재 기반
『산업용 고기능성 단열재 및 단열도료』

Oct 25, 2024



연세대학교 에어로겔소재연구센터 센터장
(주)에이피아이티 대표이사 : 박 형호

목 차

01. 기술 소개

02. 시장 현황

03. 사업화 전략

04. 회사 소개



01

기술 소개

사업화 추진배경

솔루션

초단열성·초경량성·불연성·고온안정성·발수성 등의 다기능 특성의 차세대 에어로겔 소재를 기반으로,
산업용 고기능성 단열재 및 단열도료의 사업화를 추진

문제점

유기 단열재의 유해성과 무기 단열재의
낮은 적용성의 한계

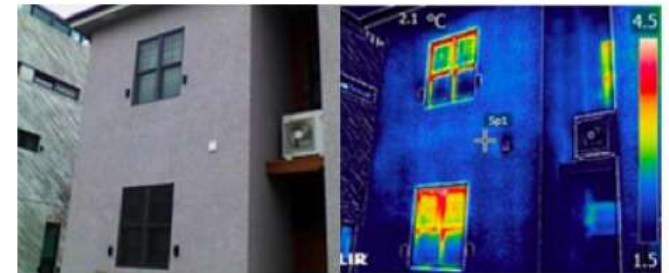
우수한 특성과 높은 가격 경쟁력 가진
에어로겔 제품의 부재

산업 전반의 에너지
손실 저감

기존 단열재의 한계 극복
가능한 단열 솔루션

건축·산업용 고기능성
단열재 수요 급증

필요성



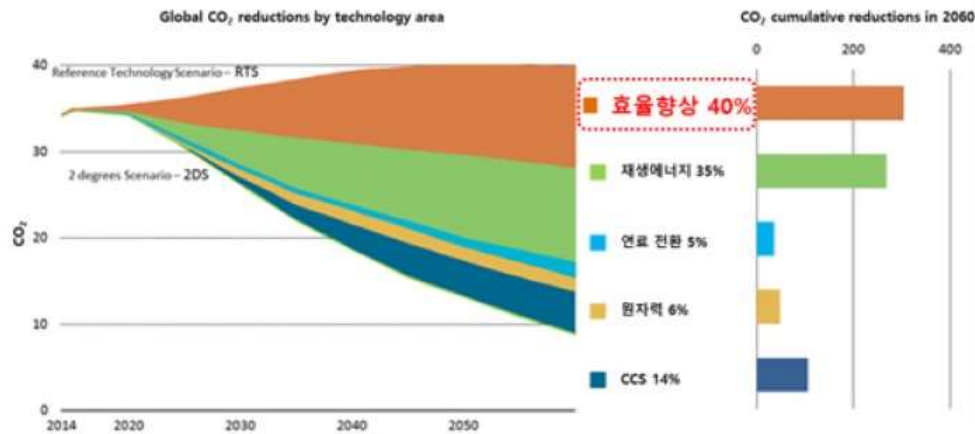
열 손실 저감 단열재의 필요성

✓ 파리 기후협약-온실가스저감

한국: 2030년까지 37% 감축(45.6조원 필요)

✓ 열 손실 저감 단열재 ⇒ 에너지 효율향상 기술

⇒ 온실가스(CO₂) 저감량의 약 40% 담당



기술분야별 온실가스 저감 목표량

에너지 효율향상: 고단열/고효율/난연/내부식/발수 특성의 무기기반의 에어로겔 단열소재에 대한 요구 증가



HD현대오일뱅크

(보온품질 저하시 손실)
고온 파이프 라인에서
연간 1.64억원/km의 열 손실
이 발생가능

POSCO

500도 이상
고온 적용

LG화학

보온재
부식
문제해결

GS칼텍스

실측온도
저하
고효율
고단열

KPIA 한국석유화학협회

저유탱크
단열로 열
류량 확인

기존 단열소재의 문제점과 해결방안

분류

유기 단열소재



스티로폼 우레탄폼 아크릴

낮은 시공 비용, 높은 적용성

가연성, 유독성 VOCs

장점

단점

분류

고상 단열소재



높은 단열성, 불연성

높은 시공비용, 이음새 열 손실, 높은 중량

장점

단점

무기 단열소재



암면 유리면 펄라이트

낮은 가격, 불연성, 무독성

높은 시공 비용, 낮은 적용성, 고중량, 이음새 열 손실

+

액상 단열소재



낮은 시공비용, 높은 적용성, 이음새 부재, 낮은 중량

낮은 단열성, 가연성, 유독성

기존 단열재의 한계극복을 위해 **다기능 특성을 갖는 차세대 무기 액상 단열도료** 개발이 필요

불연성



+

고효율성



수월성



+

초단열성



초경량성



초발수성



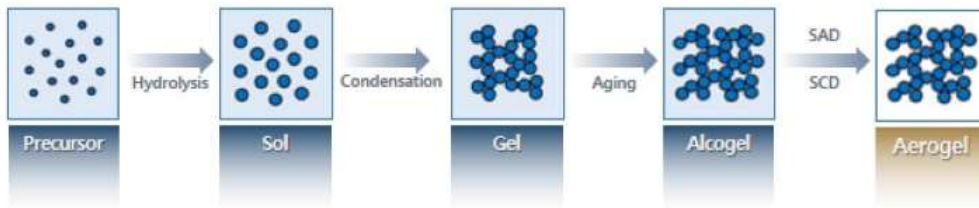
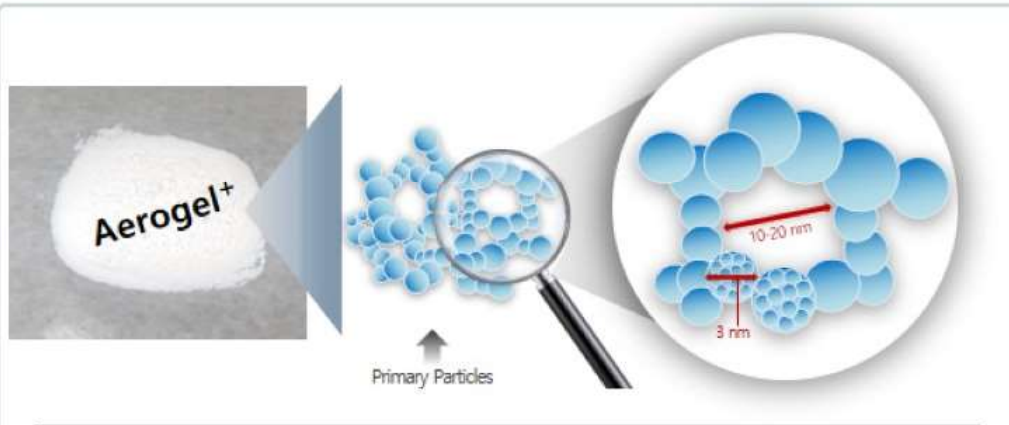
초다공성 물질인 **에어로겔**을 통해 한계 극복 · 극한 특성의 발현이 가능

에어로겔 소재 특성

에어로겔(Aerogel)

공기에 가까운 특유의 극대화된 기공특성으로 고유의 다양한 물성특성 발현

99%이상 공기 ⇒ 지구상 가장 가벼운 고체



극대화된 기공특성으로 세계 10대 유망소재

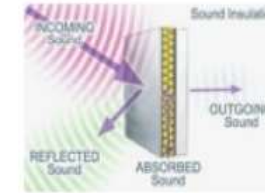
초단열성

열전도도 : 0.02 W/m·K



방음성

음속 : 100 m/s



초경량성

밀도 : 0.08 g/cm³ 이하



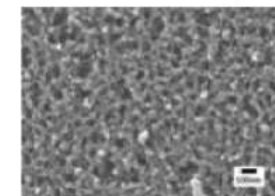
소수성

Hydrophobicity



넓은 비표면적

비표면적 : 1000 m²/g 이상



사업화 기술 개요

사업화 핵심 기술

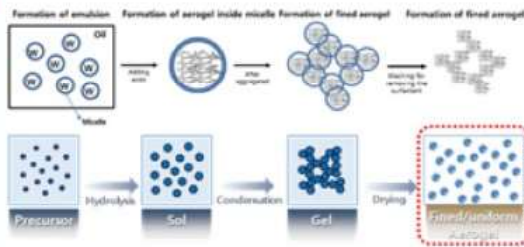
01 에어로겔 합성 기술

기공 특성 최적화 및 미세구조 최적화 기술 기반 실리카 에어로겔 분말 합성

02 에어로겔 활용 기술

진공 함침, 혼합, 표면처리 등 활용 기술 기반 다양한 에어로겔 응용 제품 개발

01 미세화된 에어로겔 분말 제조 기술

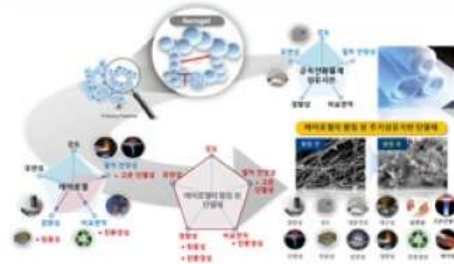


산업적 효율성 및 물성을 극대화한
미세화/균일화된 에어로겔 분말 제조

미세화/균일화를 통해 열전도 및 복사를
억제하여, 낮은 열전도도를 구현

후처리 없는 one-step 합성을 통한
공정비용 감소 및 효율성 증대

02 에어로겔 단열시트 제조공정 최적화



금속산화물 에어로겔을 기반으로 한
섬유강화 단열재의 제조공정 최적화

블랭킷 내부의 공기 함량을 최소화하여
에어로겔 함침량을 극대화

블랭킷의 표면 처리를 통한 화학적 결합을
유도하여 분진 날림을 최소화

03 무기 세라믹 기반 단열 페인트 제조 기술



무기 세라믹 바인더와 에어로겔의
불연특성을 통해 고온에서 안정

수성 기반의 무독성 특성으로
VOCs가 검출되지 않는 친환경 도료

액상 형태를 통해 기존 고상 단열재 적용
취약 부분을 보완하는 등 적용성 향상

주요 제품

에어로겔 분말소재

에어로겔+(Aerogel+)



Aerogel+ 분말소재

제품명	에어로겔+
입자크기	1 - 10 μm
비표면적	> 900 m^2/g
열전도도	0.02 - 0.03 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$
밀도	0.06 g/cm^3
기공률	98%
접촉각	144°

단열재 시트

배터리 열폭주 방지용 에어로겔 겹 패드



배터리용 겹 패드

제품명	Aerogel Gap pad
색상	흰색
가용온도	> 1000°C
열전도도	> 0.04 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$
두께	3.5 mm
내화성능	1100°C 이상의 온도에서도 불연

에어로겔 단열 블랭킷/페이퍼



단열 시트

제품명	AeroGuard Blanket
색상	흰색
가용온도	> 700°C
열전도도	0.03 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$
두께	10 mm
밀도	0.12 g/cm^3 이하
부착 가능 소재	플라스틱, 금속, 종이, 나무 등

에어로겔 단열 패드



유연성 단열 패드

제품명	AeroGuard HeatSaver
색상	흰색
가용온도	- 180°C
열전도도	0.04 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$
도막 밀도	0.3 - 0.6 g/cm^3
제작 가능 크기	5 cm - 100 cm
제작 가능 두께	0.5 mm - 3 mm

단열도료

무기기반 에어로겔 단열도료



고온용 불연성 단열도료

제품명	AeroGuard H
색상	흰색
액체도료 비중	0.7 - 0.8 g/ml
가용온도	- 500°C
열전도도	0.05 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 이하
건조 후 도막 밀도	0.2 - 0.5 g/cm^3
도포면적	4 L : 1 - 2 m^2 (도장두께: 0.5-1 mm) 20 L : 5-10 m^2 (도장두께: 0.5-1 mm)
시공방법	붓, 롤러, 스프레이 시공

유기기반 에어로겔 단열도료




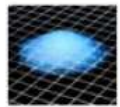








유연성 경량 단열도료

제품명	AeroGuard S
색상	흰색
액체 도료 비중	0.5 - 0.6 g/ml
가용온도	- 180°C
열전도도	0.04 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$
건조 후 도막 밀도	0.3 - 0.5 g/cm^3
도포면적	4 L : 1 - 2 m^2 (도장두께: 0.5-1 mm) 20 L : 5-10 m^2 (도장두께: 0.5-1 mm)
시공방법	붓, 롤러, 스프레이 시공

주요 경쟁제품과의 성능 비교

에어로겔 분말소재

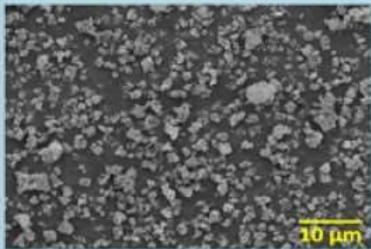
- 미세하고 균일한 입자크기로 인한 특성의 균일화
- 액상 도료내 높은 분산 특성으로 우수한 단열 특성 구현 가능

회사명	APIT	A사	B사	C사	D사	E사	F사	G사	H사	I사
사진										
소수성 여부	○	○	○	○	△	○	△	△	○	○
Porosity (%)	98	90	90-95	>90	97	90-99	90	-	92	90
열전도도 (mW/m-K)	19-23	18-23	12	17-22	18-22	18-20	12	-	<18	-
입경(μm)	<10	10-80	2-40	5-40	10-80	20-80	-	10-80	-	-
ρ_T (g/cc)	<0.06	0.12-0.15	0.12-0.15	0.04-0.1	0.040-0.15	0.07-0.15	0.08-0.12	-	<0.08	<0.10
비표면적 (m ² /g)	>900	600-800	600-800	600-800	100-750	300-350	500-650	100-1,100	600-800	>700

주요 경쟁제품과의 성능 비교 (에어로겔 분말소재)

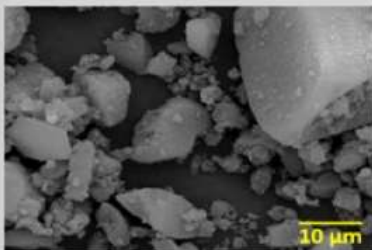
미세화/균일화 ↑

[APIT 에어로겔⁺]



- 입경사이즈: 1-10 μm
- 밀도: 0.06 g/cm³
- 비표면적: 900 m²/g

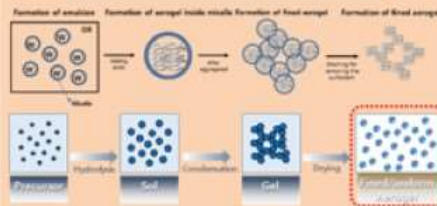
[타사 에어로겔]



- 입경사이즈: 5-100 μm
- 밀도: 0.07~0.2 g/cm³
- 비표면적: 700 m²/g 이하

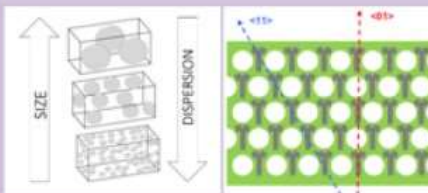
공정 비용 ↓

One-step 합성



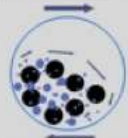
- 물성의 높은 균일성
- 경제성 있는 공정 (물리적 미세화 처리시 가격 40% 증가)
- 높은 적용 효율성

물성 (단열) ↑



- 입자크기 ↓
✓ 분산도 ↑ & 열 흐름성 ↓
- 열전도 및 복사 억제
- 낮은 열전도도 구현

긴 블-밀링 공정시간



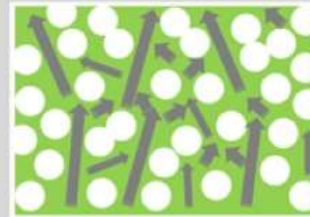
에너지 낭비 및
공정시간 증가

제한된 용기 용량



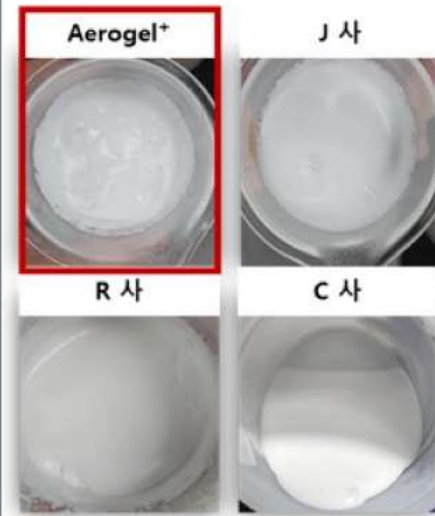
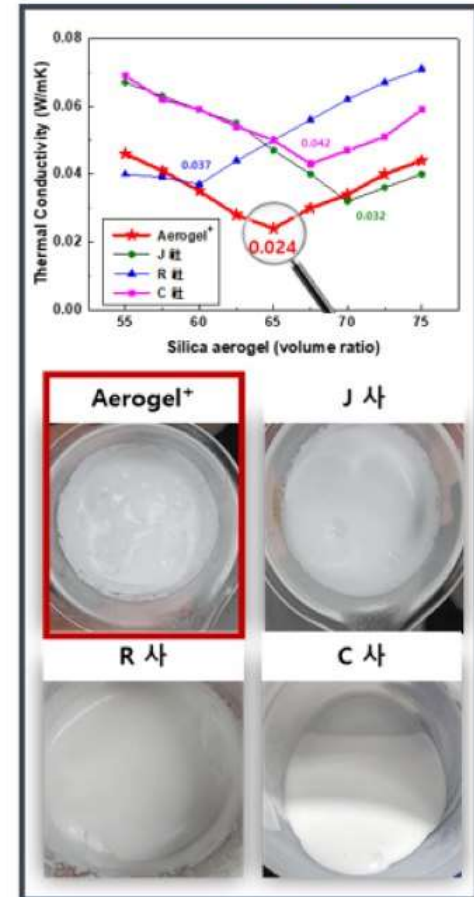
공정 효율성 및
정량부피 감소

- 물성 불균일화 및 높은 공정 비용



- 입자크기 ↑
✓ 분산도 ↓ & 열 흐름성 ↑
- 열전도 및 복사 억제 어려움
- 높은 열전도도 구현

복합화 ↑



주요 경쟁제품과의 성능 비교

고형/액형 유기/무기 단열재

차세대 무기기반 에어로겔 단열도료

분류	고형 단열재				액형 단열 도료						차세대 무기기반 에어로겔 단열도료	
	유기 단열재		무기 단열재		유기기반 단열 도료						유기기반 단열 도료	무기기반 단열 도료
회사명	J사	K사	L사	M사	N사	O사	P사	M사	R사	S사	APIT	
소재	우레탄폼	페놀폼	세라믹울	글라스울	아크릴						아크릴변성	세라믹
제품 사진												
가용온도 (°C)	80 ~ 140	120	1100	650	180	180	177	177	120	160	180	> 500
도료밀도 (g/cc)	0.025 - 0.05	0.035 - 0.06	0.06-0.13	0.05 - 0.06	0.5 - 0.6	0.5 - 0.6	0.6 - 0.7	0.63	0.58	-	0.5 - 0.6	0.7 - 0.8
단열성 (W/m·K)	0.023	0.021	0.033	0.032	0.040	0.041	0.1	0.0698	0.037	0.036	< 0.04	< 0.05
난연성	가연	난연	불연	불연	가연	가연	가연	난연	가연	가연	가연	불연
장점	<ul style="list-style-type: none"> 높은 접착력 제조 간편성 낮은 열전도도 	<ul style="list-style-type: none"> 내열성 우수 내약품성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> 높은 가용온도 	<ul style="list-style-type: none"> 높은 가용온도 	<ul style="list-style-type: none"> 높은 적용성 						<ul style="list-style-type: none"> 유기도료 중 최고 가용온도 높은 적용성 빠른 건조속도 우수한 저장성 	<ul style="list-style-type: none"> 높은 가용온도 고단열/고효율 불연특성 VOCs free 내열성
단점	<ul style="list-style-type: none"> 산에 약함 습기에 약함 분진 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 기계적 물성 낮음 높은 흡습성 	<ul style="list-style-type: none"> 약한 점착강도 분진발생 동절기 시공불가 	<ul style="list-style-type: none"> 분진발생 수분흡수로 인한 단열성능 저하 	<ul style="list-style-type: none"> 가용온도 낮음 유독 가스 발생 불에 약함 						<ul style="list-style-type: none"> 무기기반 대비 낮은 가용온도 유독 가스 발생 불에 약함 	-

주요 경쟁제품과의 성능 비교

열폭주 방지용 겹패드

	APIT	3M TRB 600/700 series 	ATB 1000 	아라미드 내열 시트 	Norseal TRP Series 	Mica 내열 유연시트 	알루미나 세라믹 내열 시트 
제품명	열폭주 방지용 에어로겔 겹패드	3M TRB 600/700 series	ATB 1000	아라미드 내열 시트	Norseal TRP Series	Mica 내열 유연시트	알루미나 세라믹 내열 시트
제품 사진							
제품 크기	50 cm × 10 cm × 3.5 T	3.2 T	3 T	120 cm × 500 cm × 0.4 T	4.5 T	20 cm × 30 cm × 1 T	10 cm × 10 cm × 1 T
패드밀도 (g/cm ³)	~0.06	~0.42	0.2	~1.40	~0.24	~2.00	~2.70
열전도도 (W/mK)	> 0.04	~0.045	~0.024	-	~0.039	-	-
주성분	Silica aerogel & SiO ₂ fiber	-	-	아라미드 섬유	-	SiO ₂	Al ₂ O ₃
최대 가용 온도	1,000 °C	1,200 °C	650 °C	500 °C	200	-	700 °C



02

시장 현황

시장의 규모 및 현황

에어로겔 시장

글로벌 에어로겔 시장



※ 출처: Aerogel Market Size, Grand view research(22)

- 전기자동차 배터리의 열폭주를 차단하는 고기능성 단열재 수요 급증
- 방염 소재 중 열전도도가 낮은 에어로겔이 핵심소재로 부상
- 세계 에어로겔 배터리용 단열재 시장은 '30년까지 5.4배 성장 전망

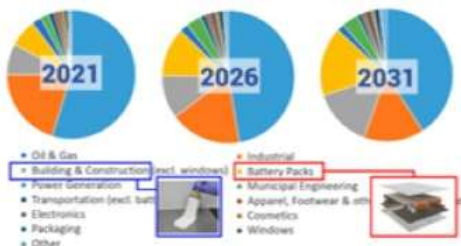
Aspen Aerogels 매출



※ 출처: stockanalysis.com (24)

- Aspen은 2023년에 2억 4천만 달러의 매출을 기록하였으며, 이는 전년 대비 32% 성장
- 특히 전기차(EV) 시장에서 수요가 크게 증가한 것이 주요 원인으로 작용

에어로겔 응용 분야별 전망



※ 출처: Aerogels 2021-2031 Technologies, Markets and Players, ID TechEx(21)

에어로겔 배터리 단열재 시장



※ 출처: Aspen Aerogels(23)

관련 기사

LG화학, 당진에 3100억 들여 첨단소재 에어로겔·열분해 공장 착공

기사승인 2023-03-30 15:50:48

※ 출처: 10477.com/industry/industry/20230330155048

나노팀, 현대·기아 열폭주방지소재 프로젝트 5000억대 수주...독점 공급 위해 생산공장 신설 나서

※ 출처: 10477.com/industry/industry/20230330155048

아스펜 에어로겔, 코호 벤처 캐피탈로부터 배터리 열 폭주 방지 기술개발 자금 1억5000만 달러 유치

※ 출처: 10477.com/industry/industry/20230330155048

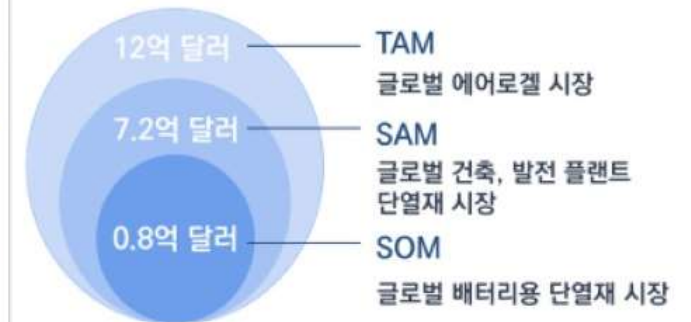
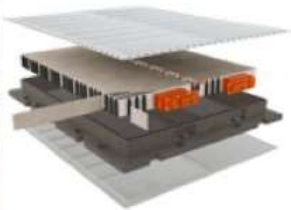
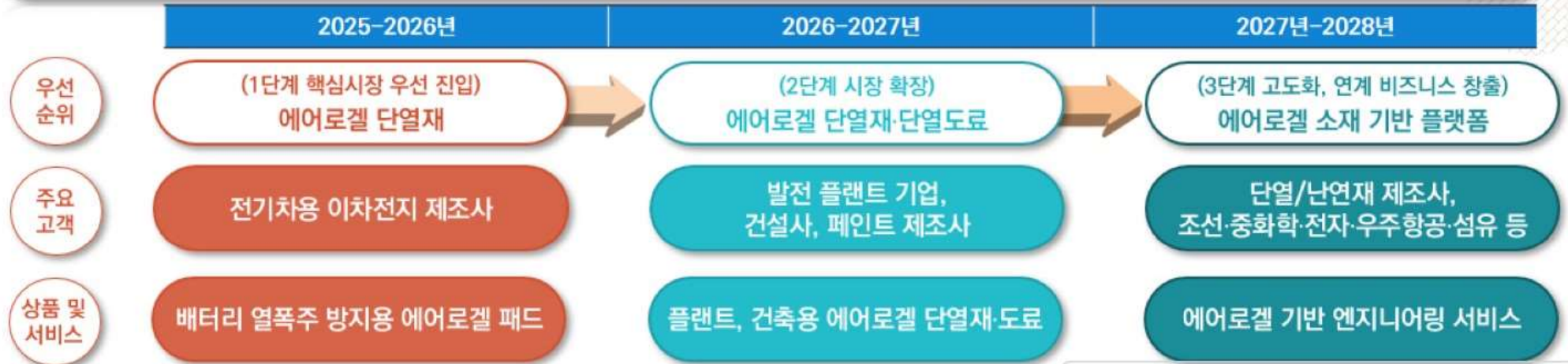


03

사업화 계획

목표 시장 및 비즈니스 모델

- ① 고기능성 에어로겔에 대한 수요가 급증하고 있는 **전기자동차 배터리용 단열재시장에 우선 진입**
 ② 기술 및 제품 고도화를 기반으로 **건축, 발전 플랜트 등 응용분야 확장** ③ **에어로겔 소재 기반 플랫폼으로 BM 고도화**



※ 출처 : Aerogel Market Size, Grand view research(22) & Aerogels 2021-2031, IDTechEx(21)

📁 제품/서비스 로드맵

구분	제품 및 서비스	2024년	2025년	2026년	2027년		
에어로겔 분말소재	에어로겔+	시장 확대		해외 출시			
단열재 시트	배터리 열폭주 방지용 에어로겔 겹 패드	레퍼런스 검증	시제품 완료	인증획득, 국내 출시	시장 확대	해외 출시	
	에어로겔 단열 패드 및 단열 블랭킷/페이퍼		레퍼런스 검증	시제품 완료	인증획득, 국내 출시	시장 확대	해외 출시
	자동차 배터리용 유/무기 혼성 에어로겔 기반 대면적 단열재	산업통상자원부 주관 공동연구 수행					
단열도료	무기기반 에어로겔 단열도료	레퍼런스 검증	시제품 완료	인증획득, 국내 출시	시장 확대	해외 출시	
	유기기반 에어로겔 단열도료	레퍼런스 검증	시제품 완료	인증획득, 국내 출시	시장 확대	해외 출시	
에어로겔 소재 기반 플랫폼	플랫폼 서비스		산업별 포트폴리오 구축	산업별 레퍼런스 구축	플랫폼 인프라 구축	플랫폼 시범 서비스 플랫폼 정식 운영	



04

회사 소개

대표이사, 구성원 및 역량

열전지용 단열시트 납품



- 에어로겔* 소재 기반의 단열시트를 열전지용 고기능성 단열재로 납품
- 공인시험 평가 등을 통해, 총 3억원 규모로 납품 완료

국제발명전시회 및 엑스포에서 금상 수상



- 2021년도 서울국제발명전시회에 참가하여, 에어로겔 소재와 단열제품 기술을 통해 금상과 동상을 수상
- 2023년도 대만 이노테크 엑스포 전시회에 참가하여, 에어로겔 소재와 단열제품 기술 관련 아이디어를 통해 금상과 특별상을 수상



경영책임자
박형호

- 연세대학교 교수 겸 APIT 대표이사
- 에어로겔소재연구센터(AMRC) 센터장

-에어로겔 분야 세계 최고 수준 연구자로 차세대 에어로겔 소재 합성공정 및 단열재 제조 관련 원천기술을 보유
-에어로겔 합성/혼성화/복합 및 재료 합성/평가/응용 관련 SCI/E급 논문 600여 편과 국내·외 특허 70여 건을 보유

기술 영업 부문	플랜트 운영 부문	품질 관리 부문	연구 개발 부문
책임자: 박형호 박형호 (대표이사) - 에어로겔 기반 소재 기술개발 총괄, 제품 영업, 사업화, 품질관리 전반 검토 및 관리	책임자: A A (선임연구원) - 에어로겔 분말소재 합성 및 개선연구, 플랜트 운영 및 사업화 행정 부문 관리 B (연구원) - 에어로겔 단열재 및 분말소재 합성 및 평가, 단열재 제품의 양산화 공정 관리	책임자: C C (연구원) - 제품 합성, 특성 분석 및 평가, 에어로겔 제품 특성 및 품질관리 D (연구원) - 합성된 제품의 특성 분석 및 개선, 단열재 제품 특성 및 품질관리	책임자: E E (연구원) - 에어로겔 단열도료 및 나노시트 단열재 F (연구원) - 에어로겔 단열도료 및 나노분말 단열재 G (연구원) - 에어로겔 기반 유기 및 무기 조성물 제조
해당 분야 경력 기간 도합 100년 이상의 경력자로 연구원 구성			

혁신벤처기업 선정



R&D 수행과제 진행현황

과제명	수행기간	진행현황
예비창업패키지	2021.05 ~ 2022.01	완료
창업성장기술개발사업	2022.07 ~ 2024.06	진행중
12개기관 컨소시엄구성 소재부품기술개발사업	2024.07 ~ 2027.12	진행중



예비창업패키지
(2021.05 ~ 2022.01)

창업성장기술개발사업
(2022.07 ~ 2024.06)

12개기관 컨소시엄구성
소재부품기술개발사업
(2024.07 ~ 2027.12)

기술구분	출원국	상태	등록(출원)번호	특허명
열목주 방지용 에어로겔 단열패드 (핵심특허)	대한민국	등록	10-2680958	열전달 방지용 단열 패드와 그 제조 방법 및 열전달 방지용 단열 패드가 적용된 배터리팩
	미국	출원	18/882,505	
에어로겔 단열재 (핵심특허)	대한민국	등록	10-2658253	고온 안정성 및 고단열성을 갖는 혼성 에어로겔, 혼성 에어로겔의 제조 방법, 에어로겔 기반 단열재 및 에어로겔 기반 단열재의 제조 방법
	미국	출원	18/654,291	
에어로겔 단열도료 (핵심특허)	대한민국	출원	10-2023-0073059	고분산성 및 고단열성을 갖는 에어로겔 기반 단열 도료와 그 제조 방법 및 에어로겔 기반 단열 도료로부터 형성된 단열 도막

※ 상기 핵심특허 외 대한민국 출원 1건 및 등록 5건, 미국 출원 2건 보유 (총 국내 9건, 해외 4건)

미션과 비전



미션

에어로겔 기반 에너지 저감을 통해 탄소 제로 사회 구현에 기여

비전

에너지 저감 및 환경소재 분야 **글로벌 플랫폼 기업**

핵심 가치

초고효율·초경량화

소통과 창의

에너지 저감과 친환경 사회에 기여

핵심 목표

단기

배터리용 에어로겔
단열재 상용화

중기

에어로겔 단열재 및 단열도료
상용화 (응용분야 확장)

장기

에어로겔 소재 기반
비즈니스 플랫폼 구축

핵심 전략

① 대용량 공정 정립 및
제조·생산 기반 구축

② 핵심 레퍼런스 구축 및
스케일업을 위한 투자유치

③ 에어로겔 플랫폼 기술
기반 비즈니스 모델 고도화

미션과 비전



석기시대는 돌이 부족해서
끝난 것이 아니다...





감사합니다.