

2025 제 10 회 초소형위성 워크숍

Presentation [1-7]

# **바인더젯팅 3D 프린팅 기술을 활용한 SiC 반사경 제작**

**정 영 석**  
매이드



# 바인더젯팅 3D 프린팅 기술을 활용한 SiC 반사경 제작

정영석\*, 오지원, 조신후  
(주)매이드



## OUR COMPANY

Company Name	주식회사 매이드
CEO	조신후
Founded	2023년 6월 21일
Address	서울시 성동구 연무장길89 2층: Office/Research Center 서울시 성동구 상원 1길 22 5층: Pilot Line
# of Employees	24명
Website	www.madde.co.kr
Contact	madde@madde.co.kr

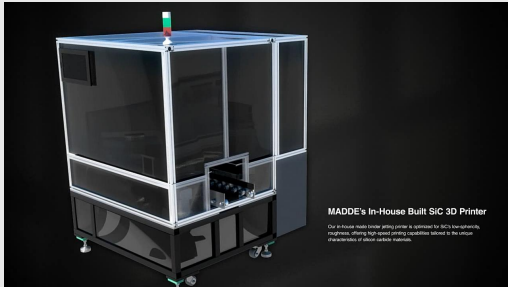


- 2023.07.12  
현대자동차  
사내스타트업 분사
- 2023.07.21  
Seed 투자 유치
- 2023.08.23  
벤처기업 선정
- 2023.09.16  
Pre-A 투자 유치
- 2023.09.26  
기업부설연구소 설립
- 2023.10.10  
TECH밸리 기업 선정
- 2023.12.16  
독점 Pilot 라인 오픈
- 2024.07.02  
딥테크팁스(TIPS) 선정
- 2024.12.13  
Series-A 투자유치

# TECHNOLOGY & PRODUCT

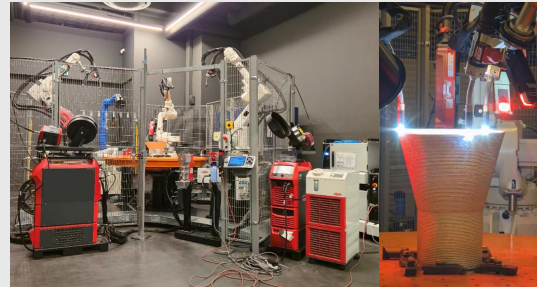
## 01 Binder Jetting (BJT)

실리콘 카바이드(SiC) 전용 자체개발 바인더젯 3D프린터를 활용한 SiC 부품 제조 기술



## 02 WAAM

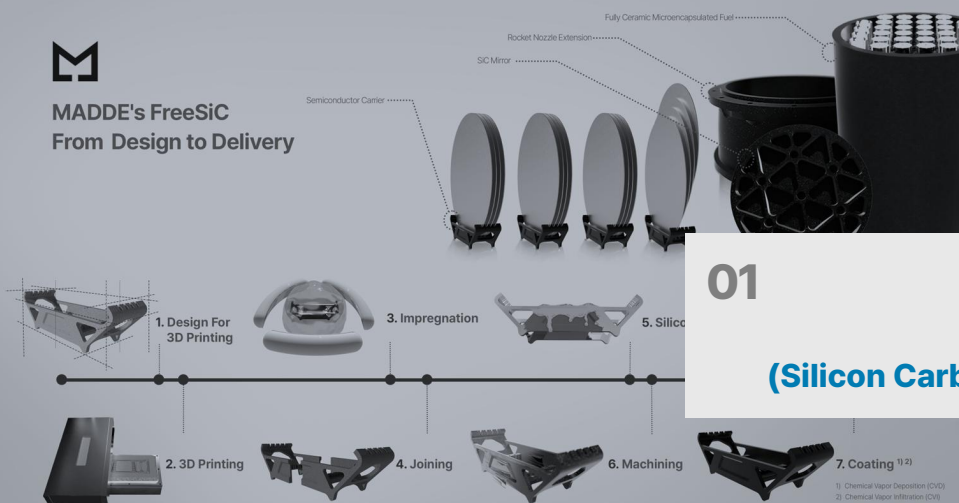
멀티 로봇 기반의 금속 와이어 아크 3D 프린팅  
(Wire Arc Additive Manufacturing)



MADDE, Inc.



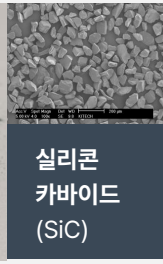
MADDE's FreeSiC  
From Design to Delivery



01

## SiC BJT

(Silicon Carbide Binder Jetting)

실리콘  
카바이드  
(SiC)

## SiC 소재의 장점



고온 물성



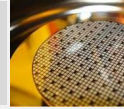
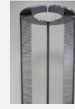
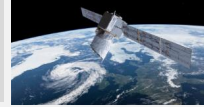
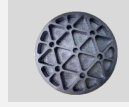
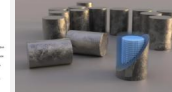
화학적 안정성



물리적 안정성



내마모성

반도체산업,  
반도체 공정  
소모품고온 물성  
내산화성  
내부식성우주산업,  
우주 망원경고온 물성  
열 충격성신재생에너지,  
핵연료 피복관  
코팅고온 물성  
내부식성국방,  
마찰·마모성  
소모품고온 물성  
내마모성

## PROBLEM

## SiC의 우수한 경도로 인해

## 현재 절삭가공 위주의 제작방법은 많은 비용과 시간이 발생

1. 난삭재인 SiC 특성 상 값비싼 다이아몬드 tip 을 사용하여 장시간 절삭 가공해야하는 문제점
2. SiC 소재가 세라믹 성질을 갖고 있어 작은 공정 오차에도 쉽게 깨지기 쉬움 → 단순 형상만 가공가능

## 고비용

낮은 수익성



- 1 Tool 비용 및 가공시간 증가
- 2 낮은 소재 사용효율  
(Buy-to-Fly ratio 낮음)

## 장시간

납기일 지키기 어려움



- 1 다단계 제작 공정으로 가공시간  
다수 소요 (수개월 소요)



[SiC 제작 공정 프로세스]

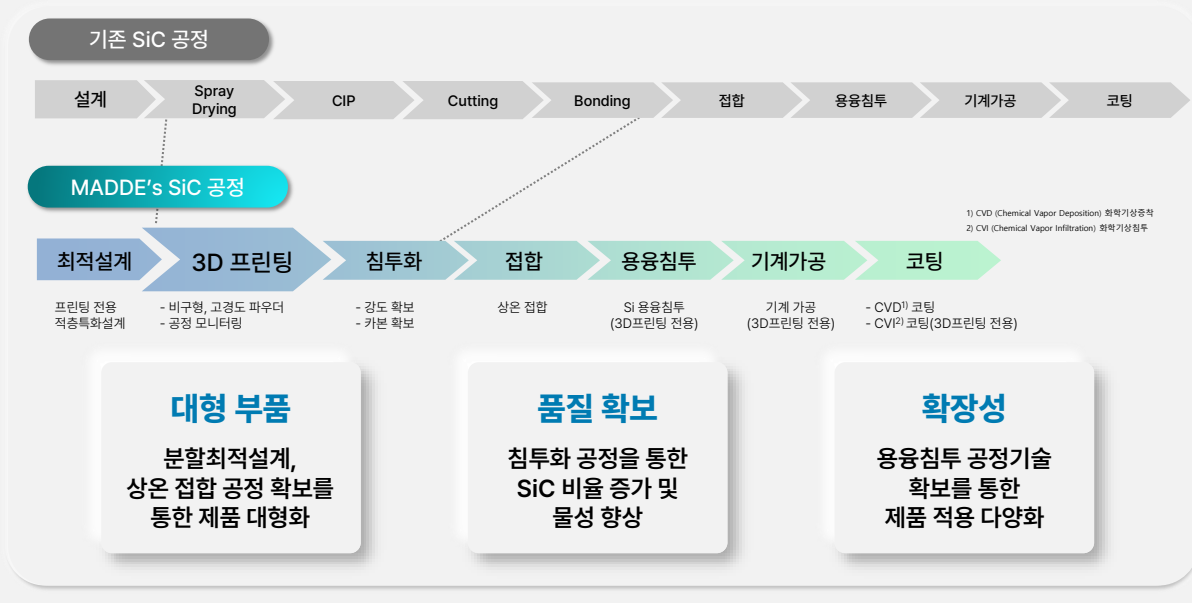
## 단순 형상

확장성 낮음, 비용저감 한계



- 1 제품별 몰드 제작 필요하여  
타 부품/산업으로 확장 어려움
- 2 살 빼기를 통한  
소재/공정 비용 저감 불가

# SOLUTION



# TECHNICAL EXCELLENCE



시편 단위 평가를 통해 3D프린팅으로 제작된 물성이 기존 절삭가공법 대비 동등 이상의 성능임을 검증했습니다.

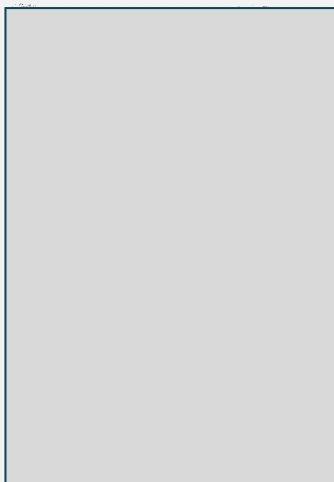
구분	세부 내용	기존 공법	3D 프린팅 공법	비고
제작 및 기초 물성	Size (mm) 제작 크기	-	~m 급	프린팅 후 접합 가능
	Composition SiC: Si (Vol%) 구성 부피 비율	70:30 ~	60:40 ~ 80:20	
	Purity(%) 순도	>99.9 (CVD>7N)	>99.9 (CVD>7N)	공인성적서
	Bulk Density(g/cm³) 밀도	>2.95	2.86~3.02	공인성적서
물리적 특성	Load0.5Kg HV1=9.807N Vickers Hardness(GPa) 비커스경도	22	23.2	공인성적서
	Bending Strength(MPa) 굽힘강도	>240	>240	공인성적서
	Youngs Modulus(GPa) 영률	>340	372	공인성적서
열적 특성	Thermal Conductivity(W/mK) 열전도	120~200	140	공인성적서
	Thermal Expansion(x10 <sup>-6</sup> /°C) 열팽창계수	25~400°C: 3.8 25~800°C: 4.6	25~1400°C: 4.7	공인성적서
	Specific Heat([RT]J/kg.K) 비열	0.7	0.63	공인성적서
	Operation Temperature (°C) 작동 온도	1200	1200	실리콘 작동 온도
표면 특성	Surface Roughness (Ra, μm)	0.3~0.5	0.3~0.5	프린팅 직후: 60 표면가공: 0.3~0.5

# SiC Mirror Manufacturing



# Applications

## Space Satellite Structure



## Rocket Nozzle Extension



## Semiconductor Component







## 설계부터 3D프린팅, 용융침투, 가공, CVD/CVI 후처리 공정까지 맞춤형 SiC 부품 제작

SiC에 최적화된 3D 프린팅과  
후처리 공정으로 고품질 생산



02

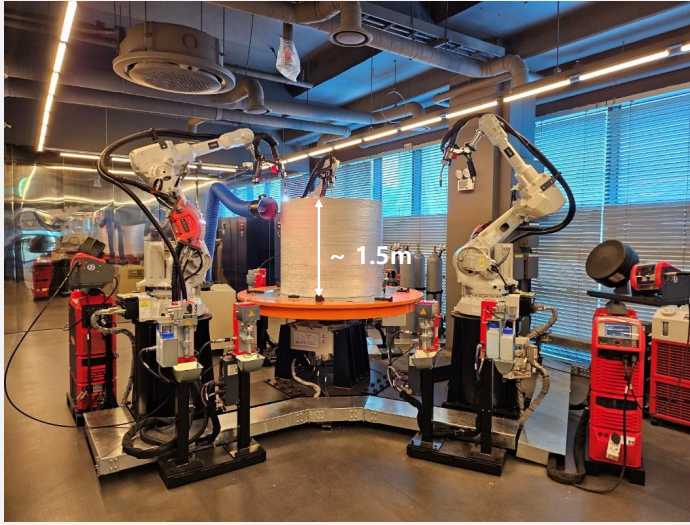
## WAAM

(Wire-arc additive manufacturing)



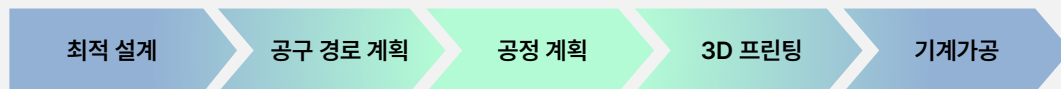
## WAAM(Wire Arc Additive Manufacturing)

멀티 로봇 기반의 아크 용접을 활용한 대형 금속 3D 프린팅



구분	세부 내용
로봇	ABB IRB 2600-20/1.65 x 3
작업대	회전 테이블
작업 영역	직경 x 높이: 1.8m x 1.5m (멀티 로봇 공동 작업 기준)
용접기	Fronius iWave 500i (CMT AC/DC) (각 로봇)
용접기 관리 장치	토치 팁 교체 장치 및 토치 클리닝 장치 (알루미늄/스틸) (각 용접기)
모니터링	ArcView2 Camera (각 로봇)
소재	알루미늄, 스테인리스 등
적층 경로 S/W	상용 SW 테스트 및 자체 개발 중

## TECHNOLOGY



프린팅 전용 최적설계

- 적층 경로 생성
- 소재 및 형상 특성 고려
- 열 관리

- 멀티 로봇 충돌 방지
- 공정 자동화

공정 모니터링

- 체결 부면 가공
- 표면 조도 확보

재료 다양성  
및 활용성

비용 절약

대형 부품  
제작

빠른  
제작 시간

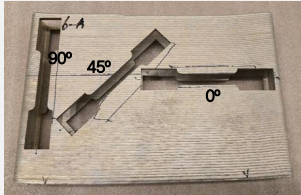
# TECHNICAL EXCELLENCE



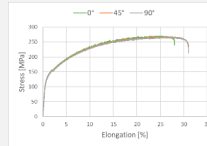
시편 단위 평가를 통해 3D프린팅으로 제작된 물성이 공급 와이어 대비 동등 이상의 품질을 검증했습니다.

구분	세부 내용	공급 와이어 (from MIG WELD)	3D 프린팅 (0°/45°/90°)	비고
물리적 특성 (Al 5356, AlMg5Cr)	Yield Strength [MPa] 항복강도	110	118.9±0.7 / 118.9±0.7 / 119.7±0.9	공인성적서 (ISO 6892-1)
	Tensile Strength [MPa] 인장강도	240	269.7±1.2 / 268.2±1.5 / 269.7±1.2	
	Elongation [%] 연신율	17	30.0±1.8 / 29.7±1.5 / 28.9±2.0	

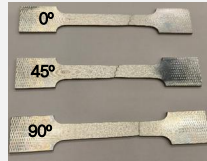
시편 제작을 위한 샘플 모델 및 가공 영역



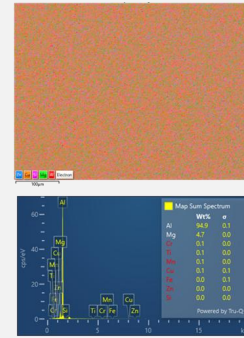
응력-변형률 그래프



파단 시편



EDS 분석 결과



# TECHNICAL EXCELLENCE



단일 로봇 대비 멀티 로봇을 활용해 제작할 경우 크고 복잡한 제품을 빠르고 고품질로 제작할 수 있습니다.

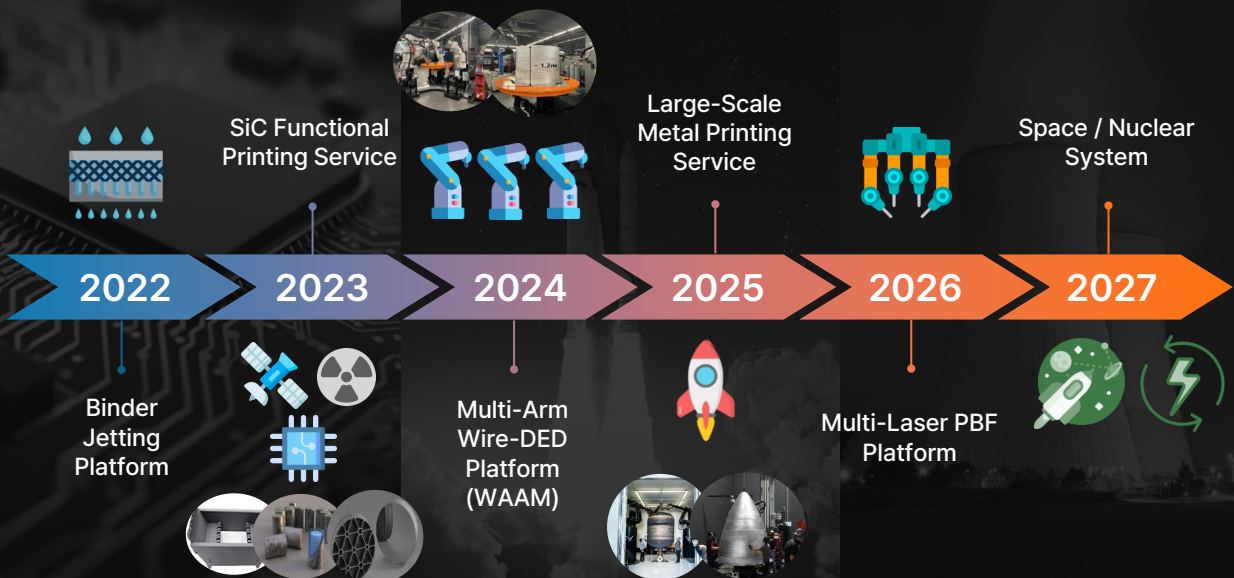
세부 내용	1 - Robot System	3 - Robot System
Building area w/o external axis	3 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>
Printing R1000 V1000 cylinder	33 hours	11 hours *
Deposition rate	2 kg/h	6 kg/h *
Redundancy in case of failure	No	Yes
Distributed heat load	No	Yes
Maintenance schedule	Regular breaks from production	Auto-maintenance while other robots are working
Scalability options	Bigger robot	Bigger robots
	External axes (complexity ↑)	More robots
		External axes (complexity ↑)

\* Can be easily improved by adding more robots with little additional development

# Business Plan



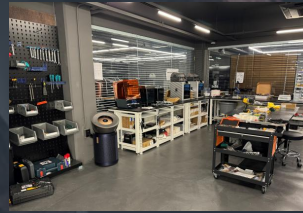
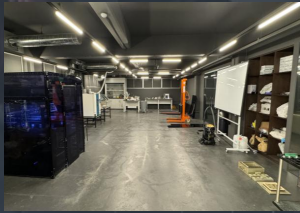
## TECHNICAL ROAD MAP





## MAIN OFFICE AND R&D CENTER

for Advanced 3D printing Technologies and Process Optimizations



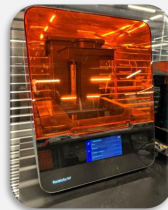
3D printer for research



Oven



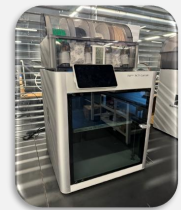
Depowdering Machine



SLA 3D Printer  
(Formlabs Form 3+)



Hume Hood



FDM 3D Printer #2  
(Bambu Lab X1-Carbon)

## REACTION-BONDED SiC PILOT LINE

(Urban Factory) for serial productions in Ttukseom



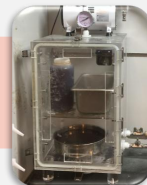
Binder Jetting



Curing Oven



Depowdering  
Machine



Impregnation  
Desiccator



Debinding Oven

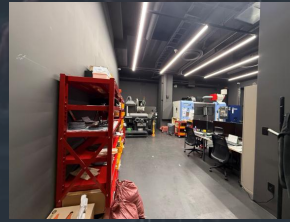


LSI  
(Liquid Silicon Infiltration)



CVD/CVI  
(Chemical Vapor Deposition)

# SiC Machining Center & WAAM Lab (Urban Factory) for serial productions in Ttukseom



Surface Grinding Machine



Machining Center



Rotary Grinding Machine



WAAM



FE-SEM

Freedom in Manufacturing

**We Print Universe**



