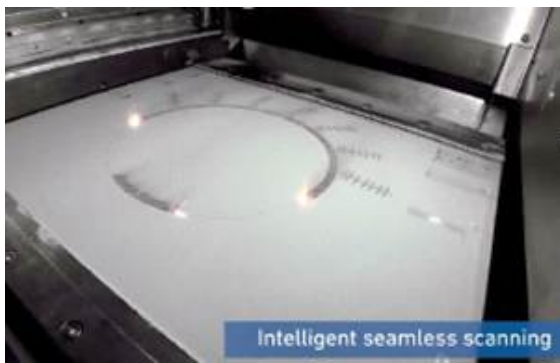


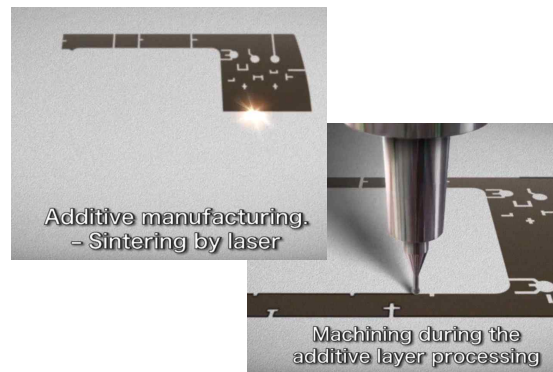
연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : 비행체 저가화 및 성능향상을 위한 대형(800mm급) 및 정밀($\pm 15\mu\text{m}/200\text{mm}$ 급) 금속 3D 프린팅 기술 및 제조 공정 개발

1. 개요



대형 PBF 공정 예



하이브리드 PBF 공정 예

가. 기술의 개념 및 정의

- 기존에는 제작공정의 제한적 요소에 의해서 부품성능 저하를 감수해야 했으나 3D 프린터의 등장으로 부품성능 극대화가 가능함
- 비행체의 핵심부품에 3D 프린팅 기술을 적용하기 위해서는 대형 (800*800*800mm) 또는 정밀(표면조도 Ra 1.0 μm 이하, 치수정밀도 $\pm 15 \mu\text{m}/200 \text{ mm}$)부품의 제작이 가능해야 함
- 3D 프린팅 기술을 적용하여 원하는 형상과 기계적 특성을 지닌 부품을 제작하기 위해서는 소재 및 제작형상의 특성에 맞는 공정 최적화 기술 개발 필요
- 고정밀 하이브리드 PBF 프린터는 고정밀 하이브리드 전용 캠(5축 가공 등)과 고속 절삭가공을 적용하여 기존 하이브리드 PBF 장비 대비 높은 형상 정밀도 및 표면 조도 확보 가능
- 대형부품 대응 PBF 프린터를 활용하면 여러 개의 레이저를 활용하거나

레이저 빔을 조사하는 레이저 스캐너가 이송되는 방식 등을 활용하여 기존 PBF 프린팅 영역의 한계를 넘어 대형부품 프린팅이 가능

나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

o 기술의 중요성/필요성

- 국방 및 민수 분야에서 기술의 발전으로 기술혁신을 위한 새로운 돌파구를 찾기 어려운 시점에서 가공방법에 제한적 요소를 제거한 3D 프린터의 등장으로 혁신적인 부품 제작이 가능함
- 적층 방식으로 제작하는 3D 프린팅의 특성으로 부품의 기능과 성능의 혁신이 가능하여, 민·군 비행체 분야에서 경량화를 비롯한 신뢰성 향상을 통한 경쟁 우위를 확보하는데 필수적임

o 기술개발의 시급성

- 미국 보잉과 GE는 항공기 분야에서 3D 프린팅을 통한 기술혁신의 마스터 플랜을 수립하여 추진하고 있으며 가시적 성과를 거두고 있음
- 해외의 대형 제조사들이 인수합병 등을 통하여 3D 프린팅 장비 및 소재를 독점하려는 움직임이 있음
- 최근 미사일기술통제(MTCR) 품목으로 3D 프린팅 관련 품목을 지정하려는 움직임이 있는데, 주요 선진국들이 관련 기술을 모두 확보하게 되면 실제로 통제품목으로 지정될 가능성이 있음
- 따라서 국내에서도 3D 프린팅 관련 기술 개발에 시급히 착수해야 함

다. 연구개발 최종 목표

○ 민·군수용

항 목	목 표 성 능
하이브리드 PBF 3D 프린터	Build volume $\geq 250\text{mm(L)} \times 250\text{mm(W)} \times 250\text{mm(H)}$ 표면조도 : Ra 1.0 μm 이하 치수정밀도 : $\pm 15 \mu\text{m}/200 \text{ mm}$ 주축 속도 50,000 rpm 급 가공기 적용 전용 SW: 3차원 모델을 입력받아 공정계획 작성
대형부품 대응 PBF 프린터	Build volume $\geq 800\text{mm(L)} \times 800\text{mm(W)} \times 800\text{mm(H)}$ 표면조도 : Ra 15 μm 이하 치수정밀도 : $\pm 100 \mu\text{m}/500 \text{ mm}$ 전용 SW: 3차원 모델을 입력받아 공정계획 작성
비행체 핵심 부품 프린팅 기술	형상과 소재에 따라 요구된 치수정밀도와 표면조도 등을 만족 하는 부품 제작 공정 최적화 기술

2. 국내외 기술현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

- 기존 부품의 설계 변경 없이 프린팅 공정을 적용하여 기존 가공공정을 대체할 수 있는지에 대한 탐색 연구가 주로 진행되고 있음
- 국내에 도입되었거나 개발 중인 PBF 장비는 최대 제작 크기가 500mm 급을 넘지 못하고 있음
- 정밀 부품의 제작이 가능한 하이브리드 PBF 장비는 일부 업체의 개발 과제 수행 및 상용화 실적이 있으나 비행체용 정밀부품 제작용으로는 미흡
- 비행체 정밀부품 제작용 장비와 기술개발이 초기단계로서, 소재 및 제작형상의 특성에 맞는 공정 최적화 기술에 대한 인식과 수준이 낮음

나. 국외 기술동향 및 전망

- 3D 프린팅 기술을 기반으로 한 설계를 통해 제조혁신적인 부품을 상용화한 다수의 사례가 보고되고 있음
- 최근 build volume이 1m³급 이상의 PBF 프린터가 개발되는 등 대형 금속 부품의 프린팅 기술 개발이 가속화되고 있음
- 하이브리드 PBF 장비는 일본을 중심으로 출시되고 있으며 고속 및 정밀가공을 위한 마이크로 가공기 적용
- 글로벌 기업에서 상용 부품 개발을 위한 전주기 체계를 갖추고, 공정 적용 확대를 위해 각 단계별로 최적화를 진행하고 있음

3. 연구개발계획

가. 단계별 연구개발 목표

- 민·군수용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용	주요결과물
응용연구	하이브리드 PBF 3D 프린터	고정밀 하이브리드 전용 캠(CAM) 개발 50,000 rpm의 고속 주축 milling 고속 프린팅을 위한 프린팅 공정기술 개발 실시간 공정 감시기술 전용SW: 3차원 모델을 입력, 공정계획 작성	3D 프린터 및 전용 SW
	대형 PBF 3D 프린터	대형 부품의 제작이 가능한 프린터 장비 및 공정기술 개발 전용SW: 3차원 모델을 입력, 공정계획 작성	3D 프린터 및 전용 SW
	비행체 부품 3D 프린팅 공정 개발	PBF 프린팅 공정 연구(시험개발 단계 제작 대상을 위한 기초 공정 연구)	소재별 주요 공정변수
시험개발	비행체 부품 3D 프린팅 공정 개발	PBF 프린팅 공정 및 후처리 기술 최적화 열처리를 통한 물성향상	비행체 부품 (10종)
	부품 평가기술	기계 물성 및 기계정밀도 평가 기술	

나. 사업기간 및 연구개발비

- 사업기간 : 5년(응용연구 3년, 시험개발 2년)
- 총 연구개발비(정부출연금) : 105억원 이내(응용연구 77억, 시험개발 28억)

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

- 민수 : 항공기, 제트엔진, 인공위성, 임플란트, 대형 관절, 자동차 등
- 군수 : 유도무기, 육해공 플랫폼, 개인화기, 드론 및 무인기 등

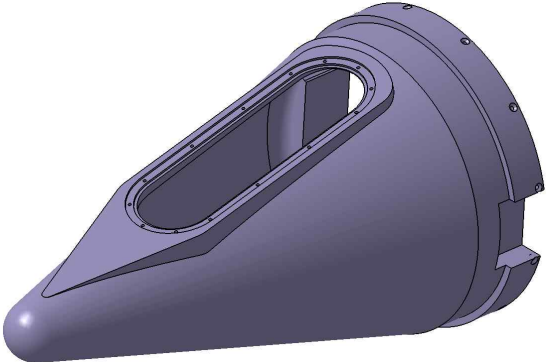
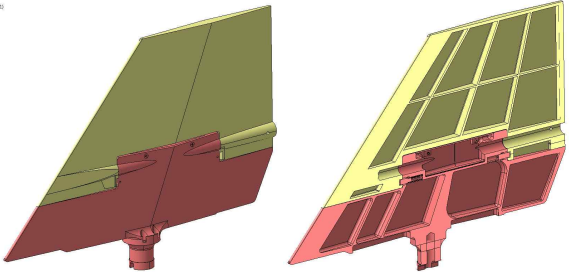
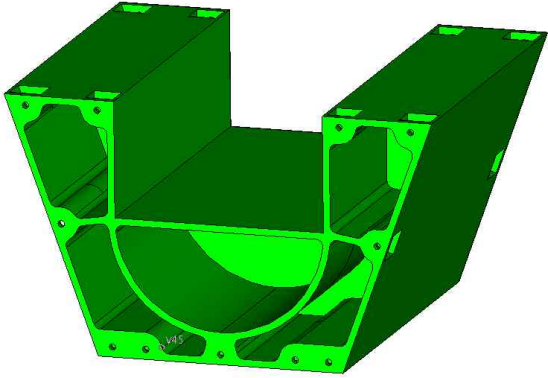
나. 파급효과

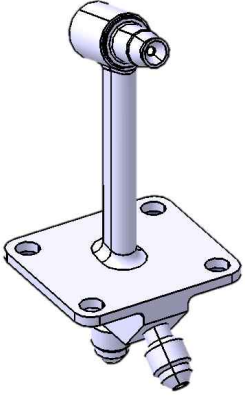
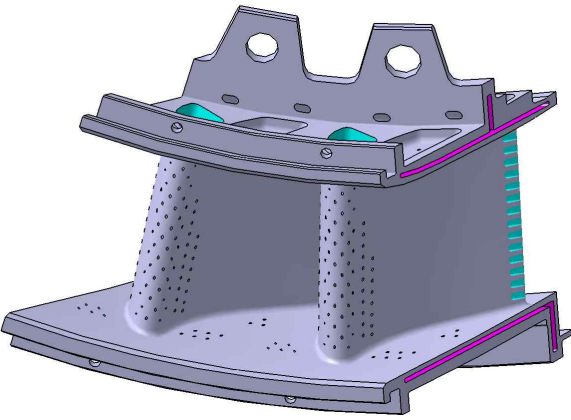
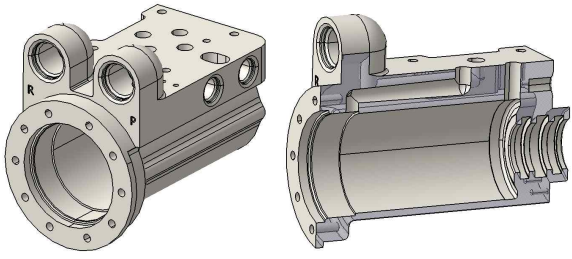
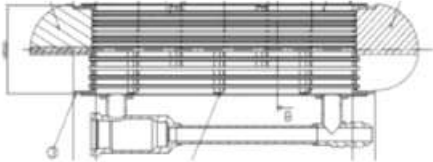
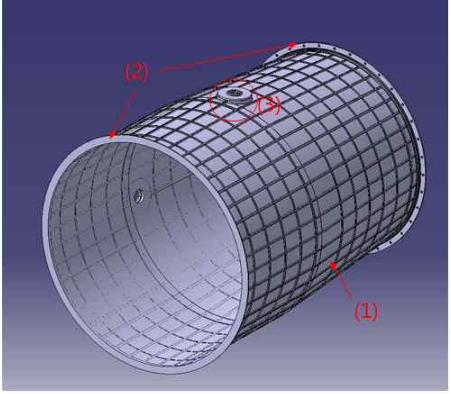
- 기술적 측면 :
 - 항공기 부품 중에서 내부 유로의 높은 치수정밀도와 표면조도를 요구하는 부품의 경우는 기존의 PBF 프린팅으로 기계정밀도를 만족시킬 수 없어 적용이 불가능했던 부품에 적용이 가능함
 - 대형 금속 부품에 대한 PBF 프린팅 공정 및 장비 기술 확보를 통해 발전, 수송 등 분야 고부가가치 대형 금속 부품 제작을 위한 기반 기술 확보
- 경제·산업적 측면 :
 - 방산분야의 소요를 기반으로 장비 및 공정을 개발하여 민수분야로 파급
 - 유도무기 저가화를 통한 국내 방산분야의 가격 경쟁력 향상
 - 3D 프린팅 상용화를 위한 전주기적 체계 구축을 통해 3D 프린팅 기반 금속 부품 상용화가 확대되어 고부가가치 신산업군 창출이 가능함
- 군사적 측면 :
 - 유도무기의 저가화 및 성능향상을 통한 전투력 증강 기여
 - 현재 운용중인 군수품의 파손 시 신속한 보수를 통한 활용성 증대

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

- 대형 PBF 프린터 및 전용 SW
 - Build volume $\geq 800\text{mm(L)} \times 800\text{mm(W)} \times 800\text{mm(H)}$
- 정밀한 형상 제작이 가능한 하이브리드 PBF 프린터 및 전용 SW
 - Build volume $\geq 250\text{mm(L)} \times 250\text{mm(W)} \times 250\text{mm(H)}$
 - 주축 모터 : 50,000 rpm
- 3D 프린팅 공정 적용 비행체용 부품 10종
 - 기술현황 및 개발소요 변화 등에 의하여 변경될 수 있으며, 시험개발 단계 착수 전에 확정

	
전방동체(Ti64, D300*H530mm)	날개(Inconel625, 590*90*35/670*250*75mm)
	
엔진 프레임(Inconel 625, D585*H240mm)	구조물(Ti64, 360*600*400mm)

	
엔진 연소기 노즐(Hastelloy-X, 120*65*52)	엔진 터빈 블레이드(MAR-M-247, 110*100*70mm)
	
터보펌프 공기흡입부(STS, D140*95mm)	유압식 작동기 하우징(Ti64, 100*60*85mm)
 	
오일 열교환기(STS316, D100*200mm)	엔진 부품(Ti64)

나. 연구개발 결과 평가항목

항 목	평 가 내 용	비고
하이브리드 PBF 프린터 build volume	$\geq 250\text{mm(L)} \times 250\text{mm(W)} \times 250\text{mm(H)}$	
하이브리드 PBF 프린터 표면조도	Ra 1.0 μm 이하	평가용 파트 제작
하이브리드 PBF 프린터 치수정밀도	$\pm 15 \mu\text{m}/200 \text{ mm}$	평가용 파트 제작
하이브리드 PBF 프린터 가공기	주축속도 50,000 rpm 급 가공기 적용 유무	
하이브리드 PBF 프린터 전용 SW	지정 포맷(*.STL등)의 3차원 파일 오픈 및 공정계획 생성	
대형 PBF 프린터 build volume	$\geq 800\text{mm(L)} \times 800\text{mm(W)} \times 800\text{mm(H)}$	
대형 PBF 프린터 표면조도	Ra 15 μm 이하	평가용 파트 제작
대형 PBF 프린터 치수정밀도	$\pm 100 \mu\text{m}/500 \text{ mm}$	평가용 파트 제작
대형 PBF 프린터 전용 SW	지정 포맷(*.STL등)의 3차원 파일 오픈 및 공정계획 생성	
비행체 부품 형상	요구치수 및 공차 만족	
비행체 부품 물성	소재별 요구 물성 만족 - 공정/소재별 선진국 수준 강도 확보 - 열처리 전후 강도 제시	
품질보증	제품별 형상, 치수, 강도, 결함을 확인할 수 있는 방법 제시	

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구기관 및 참여기관 : 민·군기술협력사업 촉진법 제7조제2항 및 동법 영 제14조제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
- 기업분담율 : 민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조(별표4)

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 수행할 수 있어야 한다.
- 과제 신청요건 : 주관연구기관은 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며, 필요시 컨소시엄을 구성할 수 있다.

다. 기타: 해당 없음

7. 참고문헌

8. 과제 문의사항 연락처

소속	성명	연락처
민군협력진흥원	서일성	042-607-6046