

# 3D 프린팅 소재기술 개발동향

2015년 11월 9일

제조혁신을 위한  
3D프린팅 기술과 미래가치 세미나

**KE·TI** 전자부품연구원  
Korea Electronics Technology Institute

윤범진

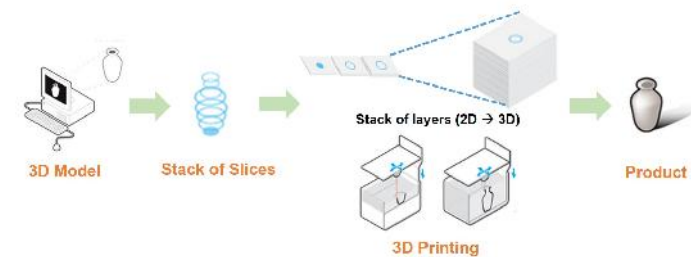
## 목차

- I. 3D Printing 기술 및 소재의 정의
- II. 3D Printing 공정 및 응용분야별 소재
- III. 소재분야 요소기술
- IV. 소재분야 전망

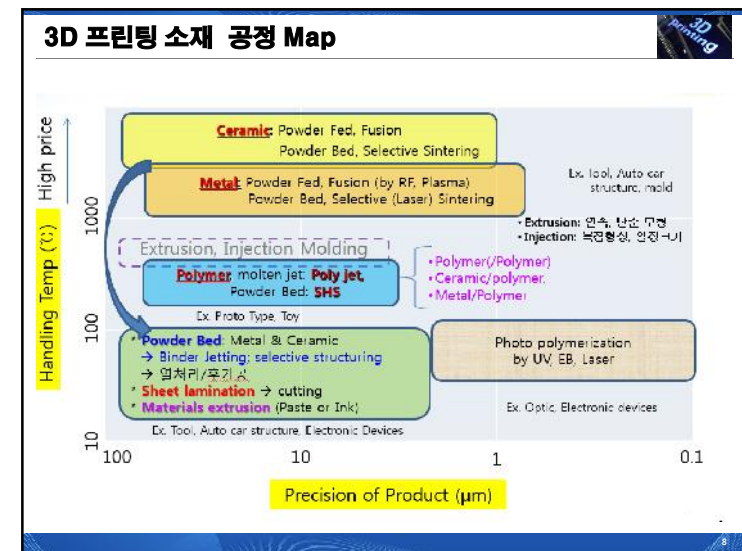
## 목차

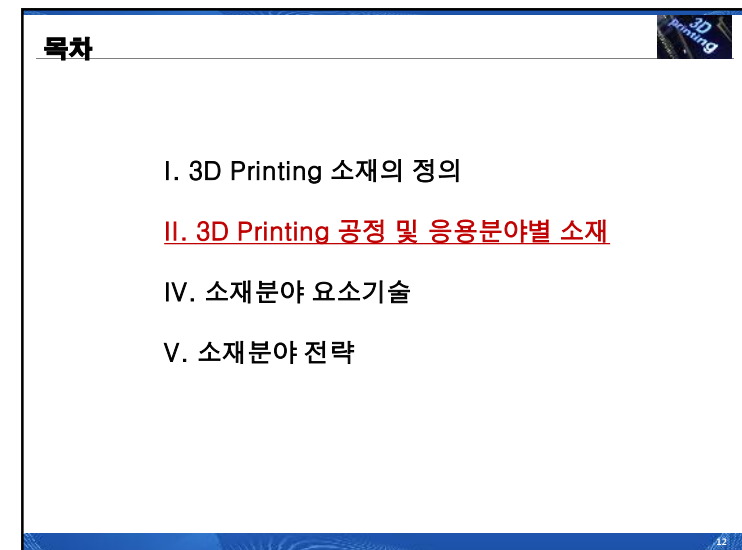
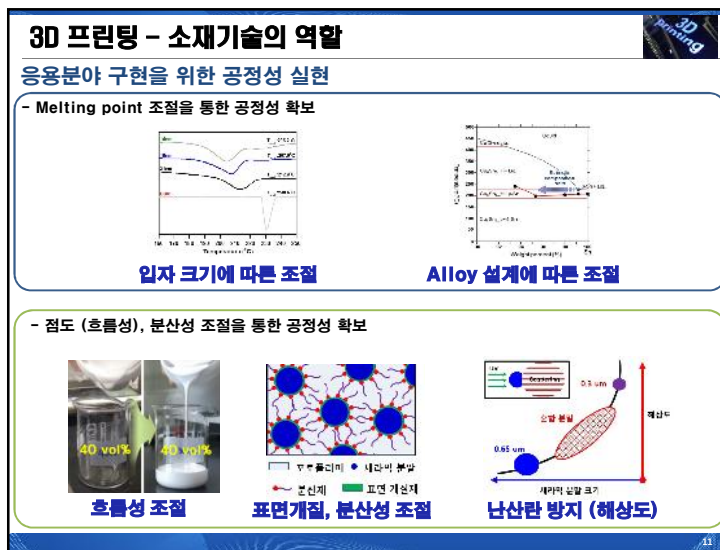
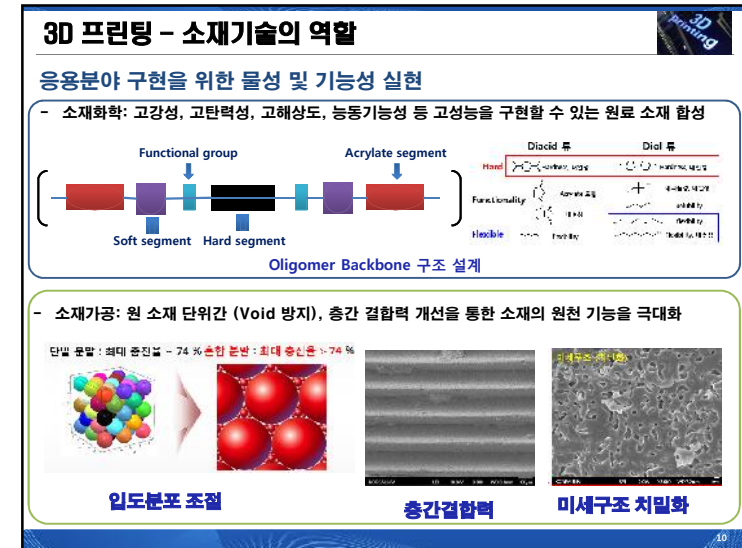
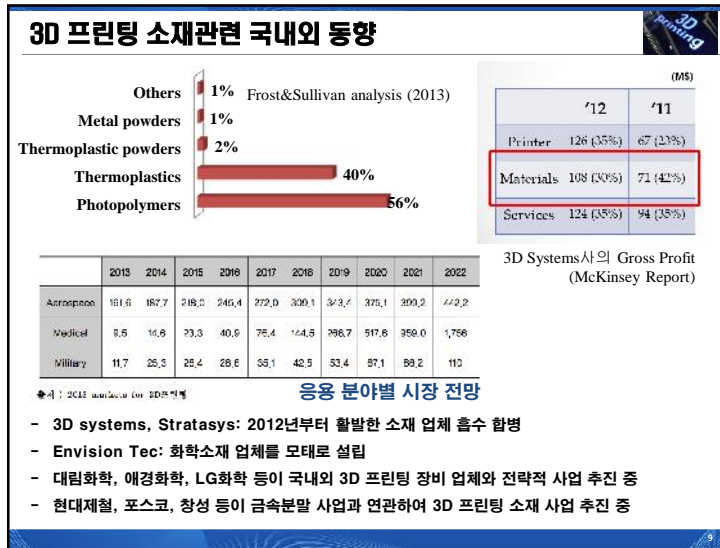
- I. 3D Printing 기술 및 소재의 정의
- II. 3D Printing 공정 및 응용분야별 소재
- III. 소재분야 요소기술
- IV. 소재분야 전망




## 3D 프린팅 개요






Additive manufacturing, also referred to as 3D printing, is **layer by layer** technique of **producing 3D objects** directly from a **digital model**





3D 프린팅 장비별 소재			
		소재	이슈
광중합 방식 [PJ] (Photo Polymerization) 빛의 조사로 플라스틱 소재의 중합반응을 일으켜 선택적 고형화 시킴	 SLA, DLP 등	고분자 고분자 - 세라믹 복합물	출력을 물성 조절 복합물 해상도
재료압출 방식 [ME] (Material Extrusion) 고온 가열한 재료를 노즐을 통해 압력으로 연속적으로 밀어내며 위치를 이동시켜 물체를 형성시킴	 FDM 등	고분자 생체재료	낮은 해상도 충간 결합력 공정 중 소재 변형
접착재분사 방식 [BJ] (Binder Jetting) 기후 형태의 모재 위에 액체 형태의 접착제를 투출시켜 무지를 선택시킴	 3D가 등	금속 세라믹 고분자	낮은 해상도 출력을 안정성

3D 프린팅 장비별 소재			
		소재	이슈
재료분사 방식 [MJ] (Material Jetting) 액체 형태의 소재를 Jetting으로 투출시켜 고 지오선 등으로 경화시킴	 Polyjet 등	고분자	해상도 (~0.1 mm) 특허권, 고가의 장비 복합물 적용의 난해성
분말적층용융 방식 [PBF] (Power Bed Fusion) 가루 형태의 모재 위에 고에너지빔(레이저나 전자빔 등)을 주사하여 조사해 선택적으로 경화시킴	 SLS 등	금속 고분자 세라믹	조형 크기 제한 기공, 균열 발생 이종소재 사용 난해
고에너지직접조사 방식 [DED] (Direct Energy Deposition) 고에너지빔(레이저나 전자빔 등)으로 원소재를 녹여 투출시킴	 LMI 등	금속	낮은 해상도 표면 조도 높은 장비-공정 비용

# 3D 프린팅 10대 핵심 활용분야

3D 프린팅 K-Top10		설명	분야
치과용 의료기기		• 치술 시행에 사용되는 치아 모델과 임시치아, 투명교정기 등과 같은 치료용 또는 치료보조용 의료기기, 치과용 임플란트 구성물 등의 치과용 의료기기	의료
인체이식 의료기기		• 인체조직 또는 기능을 대체할 수 있는 임플란트, 스케폴드, 인공연골, 인체 삽입형 디바이스 등 인체에 이식되어 영구/반영구적으로 사용되는 치료용 의료기기	
맞춤형 치료물		• 기존 방식으로 제작이 어렵거나, 불가능한 재외용 치료물, 시술을 위해 임시로 인체에 삽입 또는 시술 보조용으로 사용되는 장치 또는 부분물 등의 인체 맞춤형 치료물	
스마트 금형		• 특수한 기능을 가진 금형코어 및 복잡형상의 지능형 금형 관련 제품	부리산업
맞춤형 개인 용품		• 개인이 착용할 수 있는 다양한 종류의 기능성 용품(스포츠, 주얼리, 국방 등)	문화체육/ 국방
3D 전자부품		• 다양한 기능성 복합소재를 활용한 전자기기 부품(Wearable, Embedded PCB 등)	전기전자
수송기기 부품		• 자동차, 항공, 조선 등 수송기기에 사용되는 부품류(샤시, 동력계, 튜닝 등)	자동차/ 항공/조선
발전용 부품		• 발전용 가스터빈 등에 사용되는 효율 향상 부품 및 구조물(블레이드, 연소기 등)	에너지
3D 프린팅 디자인 서비스		• 온라인 캐드를 서비스, 협업 디자인을 지원하는 서비스 플랫폼 및 서비스	서비스
3D 프린팅 콘텐츠 유통 서비스		• 3D 프린팅을 위한 모델 및 파트 거래, 3D 프린팅을 활용한 2차 저작물의 활용, 거래 등을 지원 하는 유통 플랫폼 및 서비스	

4

# 3D 프린팅 소재 5대 전략기술

## ⑥ 생체적합성 소재

개요	• 생체 적합성이 검증된 3D프린팅용 금속, 세라믹, 고분자, 복합소재 등
중요성	• 치료를 목적으로 인체에 부착, 삽입하는 치과용 의료기기, 맞춤형 치료물, 인체이식 의료기기(인체와 맞닿아 작용하는 맞춤형 개인용품 등의 제작에 필수적인 핵심 소재기술)
적용분야	• 치과 의료기기, 인체이식 의료기기, 맞춤형 치료물

## ⑦ 맞춤형 금속분말 소재 및 공정기술


개요	• 3D프린팅 공정으로 제작되는 금속부품을 위한 설계, 비철계, 합금계 금속분말 소재 설계 및 제조공정 기술
중요성	• 의료-치료물, 스마트 금형, 수송기기 부품, 발전용 부품 등의 안정성, 효율성, 정밀성, 경량화 등을 실현하는 핵심 소재기술
적용분야	• 치과 의료기기, 인체이식 의료기기, 맞춤형 치료물, 스마트 금형, 수송기기 부품, 발전용 부품

## ⑧ 세라믹 소재 및 공정기술

개요	• 세라믹 고유의 내성형성을 극복하고 전-후 공정을 간소화하여 세라믹 소재의 특성을 극대화 하는 기술
중요성	• 구조 세라믹, 기능성 세라믹, 복합 세라믹 소재의 범용화 및 3D프린팅 기술의 신 응용분야 개척에 핵심적인 소재기술
적용분야	• 치과 의료기기, 인체이식 의료기기, 맞춤형 치료물, 3D 전자부품, 수송기기 부품, 발전용 부품

16

### 3D 프린팅 소재 5대 전략기술



**⑨ 복합 기능성 고분자 소재**

**개요**


- 3D프린팅 기술을 통해 복합 기능 및 환경친화성을 실현하는 고분자 소재 기술

**중요성**

- 의료-치료물의 고기능화, 유연성 3D 전자부품의 범용화, 수술기기 경량화 등을 실현하는 핵심 소재기술

**적용분야**

- 치과 의료기기, 인체이식 의료기기, 맞춤형 치료물/맞춤형 개인용품, 3D 전자부품, 수술기기 부품



**⑩ 능동형 하이브리드 스마트 소재**

**개요**

- 기존의 방법으로 구현되지 않는 창의적인 능동 기능성 및 용도를 갖는 새로운 실험상 부품 및 디바이스를 창출하는 스마트 소재기술

**중요성**

- 성형 단계에서부터 능동 기능성을 구현, 제품실현을 위해 필수적인 핵심 소재기술

**적용분야**

- 맞춤형 치료물, 스마트 금형, 맞춤형 개인용품, 3D 전자부품, 수술기기 부품, 발전용 부품

### 3D 프린팅 10대 핵심 활용분야 - 소재 5대 전략기술 연계도

15대 전략기술		3D 프린팅 K-Top10									
		치과 의료기기	인체이식 의료기기	맞춤형 치료물	스마트 금형	맞춤형 개인용품	3D 전자부품	수술기기 부품	발전용 부품	디지털 서비스	콘텐츠 유통
장비	대형 금속구조물용 프린터							○	○		
	복합가공(AM/SM)용 프린터			○	○			○	○		
	공정통합형 다중복합 SLS 프린터	○	○	○		○	○				
	고속/고정밀 광조형 프린터			○	○	○					
소재	정밀 검사·역설계용 스캐너				○			○	○	○	
	생체적합성 소재	○	○	○							
	맞춤형 금속분말 소재 및 공정기술	○	○	○	○			○	○		
	세라믹 소재 및 공정기술	○	○	○			○	○	○		
S/W	복합기능성 고분자 소재	○	○	○		○	○	○			
	능동형 하이브리드 스마트 소재			○	○	○	○	○	○		
	변환합성 기반 비정형 3D 모델링 SW	○	○	○							○
	개방형 협업-저작 솔루션					○	○	○	○	○	
	3D 프린팅 시뮬레이터	○	○	○			○	○	○	○	
	지능형 출력계획-관리 솔루션	○	○	○	○			○	○	○	○
	저작물 관리-활용-오용방지 솔루션	○	○	○			○	○	○		○

### 목차

- I. 3D Printing 소재의 정의
- II. 3D Printing 공정 및 응용분야별 소재
- III. 소재분야 요소기술
- IV. 소재분야 전망

### 생체 적합성 소재

**생체적합성 소재**

- 생체적합성이 검증된 3D 프린팅용 금속, 세라믹, 고분자, 복합 소재들을 통칭
- 치료를 목적으로 인체에 부착, 시술, 삽입하는 치과용 의료기기, 맞춤형 치료물, 인체이식 의료기기

기과 인체와 맞닿아 작용하는 맞춤형 개인용품 등의 제작에 필수적인 핵심 소재기술

세부시장	매출(\$M)	시장점유율(%)
치과용품 (Dental Products)	317.0	63.8
의료용 임플란트 (Medical Implants)	127.3	25.6
바이오 프린팅 조직 (Bioprinted Tissue)	2.8	0.6
기타 (Others) <comprising prototypes, medical models, surgical guides and instruments etc.>	49.4	10.0
Total Product Market	447.1	90

(출처: Visiongain 2015)



## 맞춤형 금속분말 소재 및 공정기술

## 금속 분말 3D 프린팅 소재의 한계점

구분	내 용	비고 사항
소재산업의 현황	AW 분야에 국한하여 위생적인 소재가 폭넓게 부 속으로 적용되고 있다. 특히, NTC, 열전소자 등 신재료, AEMT 기술소재는 4층 수준	차세대소재로 및 소재 기술 개발 확보
늘은 소재기업	AW 금속소재 분야에 집중하여 소재기업의 부족 현상, 특히 수반기업의 심도부족 및 소재 수반기 업의 경쟁력 부족 문제가 대외적으로 지적 되어 있어 정부의 집중적인 지원에 따라 개선의 가능성은 높았으나 회복도 느린, 경제협력개발기구(OECD)에 국제적으로 비교대상에서 제외되어 있는 문제도 지적 가능	비밀한 소재기업의 해외출 발가능, 소재 선출을 위 한 중소 회사로 반드시 확 정된 것 중 중점기업 선정 이, 전진조, COOP
AW 공정의 특화형성	광장기판과 공정기술이 비싸서 자립도상에 영향 을 미쳐서 소재의 자립도와 고, 소재소재에 공 정기술이 소극적으로 참여 자립도의 소재-공정 협업의 중요성은 두 가지에 대한 사실성 강제 늘음	소재 경제, 공정기술의 학기 전 개발에 대한 지원할 사 를 늘려야 하고, 그렇지만 국내 기술로 자립

25

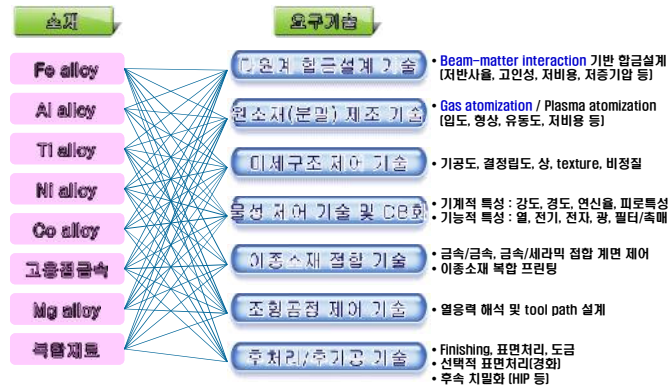
## 맞춤형 금속분말 소재 및 공정기술

## 금속 분말 3D 프린팅 소재의 종류별 문제점

구분	소재	문 제 점	비고
Fe 합금	금구강, SUS, 17-4PH	<ul style="list-style-type: none"> <li>가장 많이 사용되고 있음</li> <li>다양하게 합금 조성 필요</li> <li>고온내화물 위한 극미세화</li> <li>저비용 부합 대량생산</li> </ul>	
Al 합금	Al-Si, 6000계, 7000계	<ul style="list-style-type: none"> <li>고강소재로 인한 고출력 열점 필요</li> <li>다양계 합금 조성 필요</li> </ul>	
Ti 합금	Ti-6Al-4V, TiAl, TiNi	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온성으로 인한 분말 제조 어려움</li> <li>금속간화합물의 낮은 인성</li> </ul>	
Refractory Metals	W, Mo, Re	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온성으로 인한 분말 제조 어려움</li> <li>금속간화합물이 낮은 인성</li> <li>조형시 고출력 열원 필요</li> </ul>	
Ni 및 Co 합금	Superalloy, Co-Cr	<ul style="list-style-type: none"> <li>비교적 고출력에 따른 낮은 저밀도 (추가금 필요)</li> <li>낮은 점성으로 인한 분말 내부 Void 형성</li> </ul>	
Mg 합금	Mg 합금	<ul style="list-style-type: none"> <li>폭발적인 산소진화력</li> <li>높은 증기압에 따른 증발 문제 (합금조성 제어 어려움)</li> </ul>	

26

## 맞춤형 금속분말 소재 및 공정기술

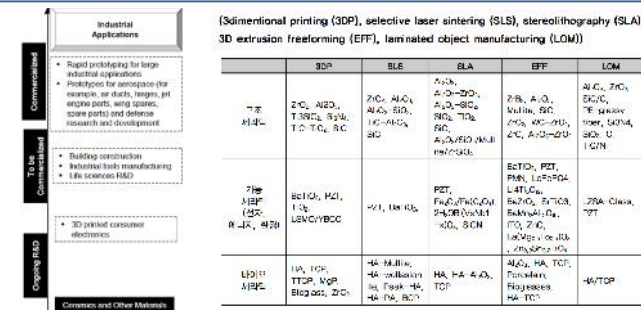


27

## 세라믹 소재 및 공정 기술

## 세라믹 소재 및 공정 기술

- 세라믹 고유의 난 성형성을 극복하고, 전-후 공정을 간소화 하여 세라믹 소재의 특성을 극대화 하는 기술
- 구조세라믹, 기능성 세라믹, 복합 세라믹 소재의 범용화 및 3D 프린팅 기술의 신 응용분야 개척에 핵심적인 소재기술



28



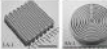


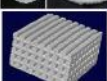
## 세라믹 소재 및 공정 기술

## 3D 프린팅용 세라믹 소재의 요구 특성

특 성	요 구	연 관 산 업
경도/내구성	오래지속하는 결정구조 스크래치에 견디는 표면	항공, 디자인, 덴탈, 피규어
열저항	극단적인 열 및 빠른 열 변화에 견디는 특성	micro-processing/전자/항공/센서/절연
마감	전문적이고 반짝이는 고품질의 마감	주얼리, 디자인, 치아, 프로토타입
화학적 안정성, 생물학적 불활성	피부 접촉시에 알러지 반응이 없는 특성	주얼리, 의료 기기/ 센서

## 세라믹 소재 및 공정 기술

## 세라믹 3D 프린팅 주요 공정

공정	공정 방법	작 용 예 시
FCO (Fused Deposition of Ceramic)	세라믹/열가소성/고분자 복합체 필라멘트 또는 액상 적용	
Ceramic SLA	세라믹 분말에 분산된 광경화성 액체에 레이저 광학의 투사체에 의해	
Robocasting	세라믹/고분자 복합체를 얇은 층으로 증착하여 표면처리를 통해 완성	
Freeze-Form Extrusion	세라믹 슬러리를 인출통에 통과시켜 동결하여 적층 구조	
Hard-Block Deposition	세라믹 세라믹스 블록을 증착하여 증착된 층의 미세 구조를 형성	
3D Ceramic Co-deposition	고분자와 세라믹 미립자를 혼합하여 증착하여 3D 적층 구조	

## 세라믹 소재 및 공정 기술

## 세라믹 3D 프린팅 구현

부품 제조	방 법	소 재
3D Ceram (FRA)	Vat photopolymerization	Ceramics
3D Printsmith (US)	Prototyping, consulting	Ceramics, metals
CAM-LEM (US)	Sheet lamination, prototyping	Ceramics, metals
Ceralink Inc. (US)	Binder jetting, R&D, consulting, materials development	Ceramics, metals
Materials Solutions (UK)	Powder bed fusion, R&D, consulting	Ceramics, metals
Robocasting Enterprises (US)	Materials extrusion	Ceramics
Shapeways (US)	Binder jetting	Ceramics, metals
Viridis 3D (US)	Binder jetting, R&D, consulting	Ceramics, metals

## 세라믹 소재 및 공정 기술

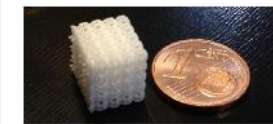
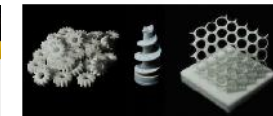
## Lithograph-based ceramic manufacturing (LCM)/ Lithoz GmbH

## Advantage

: High performance ceramics (dense ceramics), prototype, small-quantity, complex

## Disadvantage

: Currently limited to small size parts only



### 복합 기능성 고분자 소재

**복합 기능성 고분자 소재**

- 3D 프린팅 기술을 통해 복합 기능 및 환경 친화성을 실현하는 고분자 소재기술
- 의료 치료물의 고기능화, 유연성 3D 전자부품의 범용화, 수송기기 경량화 등을 실현하는 핵심 소재 기술

**상용화 완료된 FDM용 Filament 소재**

	PLA	ABS
종 류	Poly(lactic acid)	Acrylonitrile Butadiene Styrene
산 투	생분해성, 친환경 3D 프린팅 용	가연, 불연성, 투명, 자외선 차단, 전도성
중 점	3D 프린팅 용도로 180~220°C에서 사용 가능	3D 프린팅 용도로 220~250°C에서 사용 가능
고 점	유연성, 내충격성, 내열성	강성, 내충격성, 내열성

### 복합 기능성 고분자 소재

**상용화 단계의 FDM용 고분자 소재**

종 류	성질	특징
Nylon	Polyamide	인장강도, 내충격성, 내열성이 우수함
PVA	Polyvinyl alcohol	Supporter로 사용됨
PC	Polycarbonate	내충격성 및 투명도가 높음
PE	Polyethylene	전기 절연성이 우수함
HDPE	High density Polyethylene	고충격성, 높은 강도가 우수함
EVA	Ethylene Vinyl Acetate	내충격성, 투명성이 높음
TPE	Rubber 계열	탄성 및 자가복합성이 높음
PMMA	Poly methylmethacrylate	광학성이 우수함
TPU	Thermoplastic polyurethane	탄성, 내충격성, 내열성이 우수함
ULTEM	Polyetherimide	내열성 및 내충격성 우수

### 목차

- I. 3D Printing 소재의 정의
- II. 3D Printing 공정 및 응용분야별 소재
- III. 소재분야 요소기술
- IV. 소재분야 전망**

### 3D 프린팅 소재분야 전망

**BM 1: B2C Market**

3D 프린팅 보유 소비자

**BM 2: B2B Market (프린터 장비업체를 통한 유통)**

소비자

- 소재는 소비자에게 직접 공급하는 경로 및 장비업체를 통한 공급 모두를 대비하여 전략 수립 필요
- 3D 프린팅 시장 성숙기 이후에는 소재분야 매출 비중 증가 (cf. 인쇄용 프린팅 시장)
- 기반 구축 속도: 시장의 필요와 시기를 맞추는 기반구축 요구됨.  
(3D 프린팅 소재 및 시장 전체의 외국 종속 우려)
- 장비연계형 소재기술 개발 전략을 통한 맞춤형 소재개발 전략 수립 필요

