



전략품목 현황분석

부품/공정용 3D 프린팅 소재



CONTENTS

■ 전략품목

■ 부품/공정용 3D 프린팅 소재

1. 개요	6
2. 동향 조사 분석	11
3. 특허 동향	25
4. 전략품목 기술로드맵	35



부품/공정용 3D 프린팅 소재

전략품목 정의 및 범위

- 3D 프린팅(3D Printing)용 화학 소재는 3차원 그래픽 설계데이터를 기반으로 소재를 적층 방식(Layer by Layer)으로 쌓아 올려 3차원의 입체물을 형상화하는 데 사용되는 고분자 등으로 이루어진 화학 소재를 총칭
- 적층 제조(Additive Manufacturing)로 표준화되고 있는 3D 프린팅 기술에서 2차원 패턴의 소재를 적층 가공해 3차원 제품을 제조하는 기술의 원 소재로 화학 소재 중심

전략품목 관련 동향

◎ 시장전망 및 제품 동향

- **(시장전망)** '21년 20억 달러였던 세계 3D 프린팅 화학 소재 시장 규모는 '26년 49억 달러로 증가할 것으로 전망됨
- **(제품동향)** 세계적으로도 시장경쟁 성장 단계이지만 지대한 산업적 파급 효과인 3D 프린팅은 3D 프린팅 기술 적용을 통한 화학 소재의 새로운 물성 및 기능발현 가능성과 신규 적용 가능 분야가 다양하게 제시되면서 3D 프린팅 분야에 대한 새로운 관심

◎ 기술개발 및 플레이어 동향

- **(기술동향)** 산업화 수준의 기술 개발 및 보급이 가속화되는 3D 프린팅 기술은 와이어 또는 필라멘트 타입의 열가소성 소재를 열을 통해 녹인 후 노즐을 통해 압출되는 재료를 적층하여 형성시켰으나, 재료를 헤드에서 녹여 노즐을 통해 분사하는 방법으로 두 가지 이상의 물질을 동시에 프린팅하거나, 레이저나 강한 자외선을 이용하여 재료를 순간적으로 경화시켜 형상을 제작 DLP를 이용하여 속도를 높이기도 함
- **(플레이어)** Stratasys(미), 3D Systems(미), GE(미), 롯데케미칼(한), LG화학(한)
- **(중소기업)** 삼양사, 대림화학

◎ 핵심기술

- 3D 프린팅 쾌속 광경화 기술
- 3D 프린팅에 의한 미세패턴 형성 기술
- 3D 프린팅 제품의 고강도화 기술
- 고품량 필러 3D 프린팅을 위한 고분산성 기술
- 고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술

중소기업 기술개발 전략

- ➔ 3D 프린팅 산업의 특성상 적용 소재 및 3D 프린터 장비 자체도 매우 중요하므로 3D 프린터 개발기업과 관련 소재 기업의 공동연구가 개발 초기에 필요
- ➔ 3D 프린팅된 구조체의 물성을 엔지니어링 급으로 향상하는 소재 및 복합소재 연구가 필요함과 더불어 재활용 소재의 프린팅 및 3D 프린팅된 구조체의 재프린팅 가능한 소재 개발도 필요
- ➔ 3D 프린팅된 구조체의 물성을 기존의 사출물과 동일한 시험환경에서 평가하는 것은 개발 속도를 지연시킬 여지가 있으므로 따라서 새로운 3D 프린팅 구조체의 물성 인증기술 개발 필수

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 3D 프린팅(3D Printing)용 화학 소재는 3차원 그래픽 설계데이터를 기반으로 소재를 적층 방식(Layer by Layer)으로 쌓아 올려 3차원의 입체물을 형상화하는 데 사용되는 고분자 등으로 이루어진 화학 소재를 총칭
 - 3D 프린팅 화학 소재는 FDM 고체 기반 소재, SLA 액체 기반 소재, SLS 분말 기반 소재 등으로 Printer 기술에 따라 소재가 구분
 - FDM 고체 기반 소재 및 SLS 분말 기반 소재로는 열가소성 수지가 대상이며 용점 이상의 온도에서 고분자를 용융시켜 노즐을 통하여 프린팅하며, 주로, PLA, SAN 등이 사용
 - SLA 액체 기반 소재로는 아크릴레이트계 단량체 또는 열경화성 수지 올리고머가 대상이며, 노즐을 통하여 통과시켜 프린팅하며 레이저나 자외선을 조사시켜 순간적으로 중합반응 또는 경화 반응을 통하여 형상화
- 적층 제조(Additive Manufacturing)로 표준화되고 있는 3D 프린팅 기술에서 2차원 패턴의 소재를 적층 가공해 3차원 제품을 제조하는 기술의 원 소재로 화학 소재 중심
 - 고분자 수지의 고온에서의 용융화 또는 용매를 이용한 캐스팅에 의하여 2차원 패턴화에서 3D 프린팅 화학 소재로 확대
- 부품/공정용 3D 프린팅 소재는 유기/복합소재 분야 전반에 걸쳐 공통 기반이 되는 전략 품목으로, 4차산업혁명의 기초소재를 통해 유기/복합소재 분야에 있어서 중소기업의 기술경쟁력 확보가 가능할 것으로 전망됨

[유기/복합소재 품목로드맵 내 부품/공정용 3D 프린팅 소재]

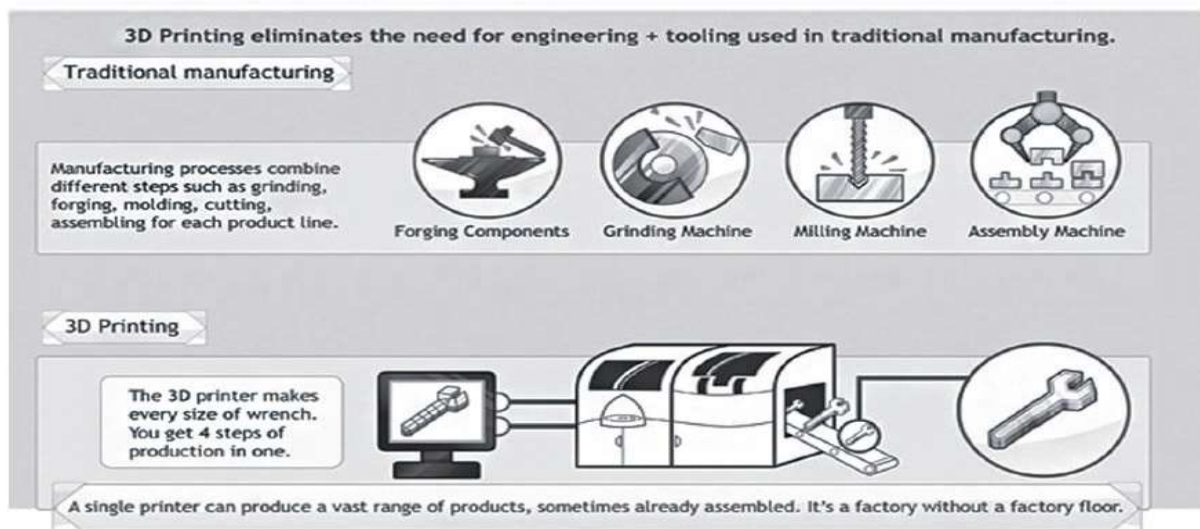


* 출처 : 자체작성

(2) 필요성

- 기존 3차원 제품 성형의 경우, 목형이나 금형을 별도로 제작해서 샘플을 만들고, 수정 또는 변경을 통해 최종 제품을 위한 틀이 정해지는 등, 긴 공정 시간 및 높은 가공 비용을 필요로 하나, 3D 프린팅의 경우 목형이나 금형을 별도로 제작하지 않고도 단시간 내에 샘플을 만들 수 있고, 손쉽게 수정 및 변경도 가능하여 생산원가의 저렴화 및 생산주기의 감축이 가능하여 제조업 혁신을 선도할 것으로 예상
 - 3D 프린팅은 모형이나 완구류 등의 제작에 주로 활용되고 있지만, 아직은 자동차, 항공기 등의 부품 제작에 직접 활용되지 못하고 있으나, 기계적 물성을 향상시키는 기술이 발전 중
 - 산업화 수준의 기술개발 및 보급이 가속화되는 3D 프린팅 [ASTM 용어로 적층제조(Additive manufacturing, AM)]기술은 고분자와 금속 재료용으로는 많은 발전이 되어 왔음
- 높은 금형가공 비용으로 인한 제품 가격의 부담이 장애 요인으로 작용하기도 했으나, 3D 프린팅 기술 발전으로 인해 다품종 소량 생산을 가능케 함
 - 자동차, 전자, 의료, 바이오 등의 복잡하고 다품종의 제품의 경우 3D 프린팅 기술 발전으로 인해 다품종 소량 생산을 가능케 함
 - 기존의 화학 소재 제품생산 기술로는 높은 금형가공 비용과 낮은 생산성으로 인해 화학 소재 적용 제약이 심한 반면, 세라믹 3D 프린팅 기술을 통해 복잡한 형상의 세라믹 제품 제조를 가능하게 하고, 공정비용 절감이 가능하여 획기적인 성능 향상, 새로운 기능 부여 및 추가적인 부가가치 창출이 가능
- 적층 기술 외에 쾌속조형(Rapid Prototyping, RP)이 관건으로 등장
 - 3D 프린팅 기법인 적층제조외에 쾌속조형을 위한 레이저 또는 자외선 조사에 의하여 중합반응 및 경화 반응이 일어나는 아크릴레이트 기반의 열가소성 수지 및 열경화성 수지 개발에 박차를 가함

[기존 전통적인 제조 공정과 3D 프린팅 공정 비교]



* 출처 : 3D 프린팅 제조혁명, 한국산업기술평가관리원

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- ☐ 부품/공정용 3D 프린팅 소재의 가치사슬은 향후 제조 패러다임을 변화시키며 산업혁신을 이끌 산업 분야로 수요산업군에 따라 맞춤형 소재 개발 요구
- ☐ 부품/공정용 3D 프린팅 소재의 후방산업은 3D 프린팅 소재, 3D 프린팅 공정장비, 모델생성 프로그램과 장비를 후방산업으로 함
 - 3D 프린팅 소재는 적층기구에 따라서 액상, 고상, 혼상의 형태로 구분되며 장비 연계 시장과 오픈 소스 개발 시장으로 구분
 - 3D 프린팅 소재는 소재별로 차이를 보이거나 기존 산업에 검증된 소재를 이용하여 3D 프린팅에 최적화하는 단계에서 제품 특성 중심으로 신소재를 개발하고 이를 제품화하는 단계로 전환
 - 화학 소재는 고온에서 용융시켜 사용하는 열가소성 수지와 레이저나 광(자외선) 조사에 의하여 중합 또는 경화 반응을 유도케 하는 열경화성 수지 등으로 구분되며, 고기능성, 감성, 창의형 폴리머 복합소재 기술, 다층구조 복합소재 기술, 고기능성 복합소재가 개발되고 있음
- ☐ 부품/공정용 3D 프린팅 소재의 전방산업은 자동차, 전자, 의료, 바이오 구조물 등 다양한 제품 시장을 전방산업으로 함
 - 3D 프린팅 화학소재 산업과 관련 소재산업은 기타 일반 소비재에 대응하는 3D 프린팅 산업과 달리 개별 소비자와 생산자에 직접 연계하는 단계에는 이르지 못하였으나, 향후 제조 패러다임을 변화시킬 잠재력이 있는 산업
 - 수요산업군은 자동차, 전자, 의료, 바이오 구조물 등으로 다양함

[부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목 산업구조]

후방산업	부품/공정용 3D 프린팅 소재	전방산업
화학 소재 원료	열가소성 수지 열경화성 수지	자동차, 전기·전자, 모바일, 의료, 바이오 구조물

* 출처 : 자체작성

(2) 용도별 분류

□ 화학 소재 관점에서의 3D 프린팅 기술 분류

- 출력 방식 (장비) 기술을 분류할 때는, 재료의 공급방식, 재료의 결합 방식, 공급하는 에너지의 종류 및 세기로 분류하며, ASTM F2792-12a 및 ISO TC261의 3D 프린팅 방식은 광중합 방식 (Photo Curing, PC), 재료 압출 방식 (Material Extrusion, ME), 접착제 분사 방식 (Binder Jetting, BJ), 재료 분사 방식 (Material Jetting, MJ), 고에너지 직접 조사 방식 (Direct Energy Deposition, DED), 분말 적층 용융 방식 (Powder Bed Fusion, PBF), 시트 적층 방식 (Sheet Lamination, SL)으로 분류

[조형 방법에 따른 3D 프린팅 방식 분류]

구분	명칭	원리
	광경화 방식 (Photo Curing, PC)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 광경화 소재 혹은 광경화 소재가 포함된 복합물에 UV 혹은 가시광선 영역 대의 빛을 조사하여, 선택적으로 고형화시키는 방식
	재료 압출 방식 (Material Extrusion, ME)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고온 가열 혹은 에너지를 가하여 흐름성이 확보된 재료를, 높은 압력을 이용하여 연속적으로 밀어내면서 원하는 3차원 위치에 도포하여 구조물을 형성
	접착제 분사 방식 (Binder Jetting, BJ)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 분말 형태의 소재 위에 액체 형태의 접착제를 토출시켜, 분말끼리의 결합을 유도, 3차원 구조물을 형성시키는 방식
	재료 분사 방식 (Material Jetting, MJ)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 용액 형태의 소재 자체를 Jetting으로 토출시키고, 자외선 등을 이용하여 고형화 시키는 방식
	고에너지 직접 조사 방식 (Direct Energy Deposition, DED)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 레이저, 전자빔 등 고 에너지원으로 원소재를 녹여 부착시키는 방식
	분말 적층 용융 방식 (Powder Bed Fusion, PBF)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 분말 형태의 소재 위에, 레이저나 전자빔 등을 주사하여 선택적으로 용융 및 경화를 일으켜 3차원 구조물을 형성하는 방식
	시트 적층방식 (Sheet Lamination, SL)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 얇은 필름 형태의 재료를 열, 접착제 등으로 붙여가며 (laminating) 적층하는 과정의 반복으로 3차원 구조물을 형성하는 방식

- 화학 소재의 높은 금형가공의 극복과 다품종소량생산을 가능케 할 수 있는 해법으로 3D 프린팅 기술이 부각되기 시작하면서, 화학 소재의 3D 프린팅 기술 적용으로 구분하여 액체 소재 기반, 고체 및 분말 소재 기반 화학 소재 등으로 분류
 - 액체 소재 기반 3D 프린팅은 레이저나 자외선 조사에 의하여 순간적으로 중합반응 및 경화 반응을 유도하여 성형체를 만들
 - 고체나 분말 소재 기반 3D 프린팅은 용융점 또는 연화점 이상의 온도의 고온에서 용융시켜 노즐을 통하여 성형체를 만들
- 화학 소재 관점에서의 3D 프린팅 기술 분류
 - PLA 및 ABS 소재는 3D 프린팅에서 국내뿐만 아니라 세계적으로 가장 많이 사용되는 화학 소재
 - PLA 및 ABS 소재는 필라멘트를 조사하여 필라멘트 유형 및 색상이 다양한 가운데, 대부분 3D 프린터의 경우 필라멘트 직경이 1.75 mm이고, 압출기 노즐직경은 0.4 mm이며, 압출된 플라스틱의 층높이는 0.1~0.3 mm임
 - ABS의 경우 압출기 온도는 230°C 및 바닥판 온도는 110°C이고, PLA의 경우 압출기 온도는 215°C 정도임

[3D 프린팅 화학 소재 예시]

소재명	프린팅 방법	원료 형태
열가소성 플라스틱 필라멘트	FDM 방식	ABS, PLA, Nylon 등
열가소성 플라스틱 파우더	BPF 방식	ABS, PLA, Nylon 등
광경화성 플라스틱 레진	PC 방식	Acrlated Resin, Epoxy Resin

2. 동향 조사 분석

가. 시장 분석

◎ 고부가가치 산업으로써 크게 성장 중

- ☐ 2014년 다보스 세계경제포럼은 세계 10대 유망기술 중의 하나로 3D프린터를 꼽았고, 미국의 오바마 대통령도 3D프린터가 제3의 산업혁명을 일으킬 것이라고 한 이후, 글로벌 제조산업 패러다임의 전환을 이끌 핵심 요소로 3D 프린팅 기술이 주목받기 시작하면서 글로벌 3D 프린팅 산업은 지속적인 확대 추세에 있음
 - 3D 프린팅 기술은 기존의 절삭가공 개념과는 다르게 입체물을 나타내는 데이터를 기초로 하여, 수치 등을 가공하여 조형하는 기술로, 적층 제조기술을 기반으로 한층 한층 재료를 적층하여 구조물을 제작하는 기술로 미국, EU, 중국, 일본 등 글로벌 주요국을 중심으로 관련 R&D가 확대되며 본격적인 3D 프린팅 기반의 스마트팩토리 구현 시점에 진입하고 있음
 - 3D프린팅은 인터넷의 발달, 협업 및 오픈 소스 커뮤니티 문화, 소프트웨어 및 컴퓨팅파워 등의 기술 발전에 힘입어 제품을 직접 생산해 낼 수 있게 됨으로써 제조업 혁명을 일으키고 있으며, 3D 프린팅은 생활용품, 식품, 엔터테인먼트, 홈 어플라이언스, 의료, 기계, 건축 등 다양한 산업 분야에서 응용이 확산하고 있음
- ☐ 신기술 도입을 통해 산업적으로 새로운 패러다임을 창출할 것으로 기대되며, 자동차, 전자, 의료 및 바이오 등 다양한 산업군에 적용할 수 있어 고부가가치를 창출할 것으로 예상됨
- ☐ 3D 프린팅 소재 산업은 초기 성장기의 산업으로, 3D 프린팅 산업 전반을 주도하고 있는 것은 장비산업임
 - 3D 프린팅 화학소재 산업은 장비산업의 영향으로 수요가 점차 확대되고 있으며, 장비관련 원천기술을 보유한 국내 업체가 없으므로 시장진출에 어려움을 겪고 있는 실정으로, 특화된 소재영역에서의 시장 선점 전략이 요구됨
- ☐ 제품의 대량생산 이전에 시뮬레이션, 모형, 시제품 등을 통해 다양한 제품을 소량 생산하는 방식 적용이 용이함
 - 기존의 목형 및 금형에 의한 대량 생산방식은 금형 제작에 고비용과 장시간이 소요되는 반면에, 3D 프린팅 산업은 적은 비용에 단시간에 제품을 생산할 수 있음
 - 3D 소프트웨어를 기반으로 정교하고 복잡한 출력물 제작이 가능하고 특정 품목에 맞는 맞춤형 생산이 가능하다는 장점을 가지고 있음
- ☐ 3D 프린팅 기술은 기존 다품종 소량 생산에 보다 적합한 기술적 특징을 보여주고 있음에도 최근에는 3D 프린팅 기술을 활용하여 대량생산 기반의 출력물 생산이 본격화되는 등 활용영역이 보다 확대되고 있음

◎ 산업적 파급효과가 큰 산업

- ☐ 3D 프린팅 기술 적용을 통한 화학소재의 새로운 물성 및 기능발현 가능성과 신규 적용 가능 분야가 다양하게 제시되면서 3D 프린팅 분야에 대한 새로운 관심을 받음
 - 전후방 산업간 높은 연계성을 가지며 제조 및 공정기술 개발과 기존 제품과의 차별화된 고부가가치 신제품 개발이 필요한 기술 집약형 산업임
 - 향후 우수한 기계적 물성 및 정밀한 형상 구현이 가능하도록 분자량분포 등을 고려한 3D 프린팅 맞춤형 화학소재 개발이 필요
 - 3D 프린팅뿐 아니라 다양한 소재의 개발, 융합연구 등 높은 수준의 기술력 및 설비, S/W에 대한 기술력과 투자가 요구되는 산업임
- ☐ 수요산업과의 연관성이 매우 밀접하게 나타나 경기에 대한 수요탄력성이 크고 다양한 소재 개발과 주력산업과의 연관성이 높음
 - 고부가가치 전방산업에 적용되기 때문에 우수한 특성의 소재 생산을 위한 기술 비중이 높은 편이며, 고비용의 생산방식으로, 생산효율 향상을 통해 비용 절감이 필요함.
- ☐ 3D 프린팅 화학 소재 산업은 국가 차원에서의 산업적 파급 효과가 큰 산업
 - 3D 프린팅의 잠재력을 인식하여 국가 차원에서 3D 산업의 발전을 위한 정책을 수립하고 지원하고 있음
 - 산업통상자원부와 미래창조과학부가 공동으로 2014년 ‘3D 프린팅 산업 발전 전략’을 통해 4대 전략을 수립하는 등 정책적 지원을 진행하고 있음
 - 상기 4대 전략과 함께 3D 프린팅 산업 발전을 위한 정책이 필요하고, 경쟁력 및 산업 파급 효과가 큰 국가 산업인 자동차 산업용 3D 프린팅 소재 집중 개발 및 이를 타 산업에 응용하는 발전 전략 필요하며, 소재의 기초적인 연구가 반드시 동반되어야 성공 가능성이 큼
 - 명확한 국가 발전 로드맵의 조기 제시 및 장기적 안목의 선행적 제도 준비 필요 국내의 경우 독자적인 기술과 특허를 보유하고 있음에도 기술 상용화에 이르지 못한 상태임
- ☐ 해외 선진국은 컴퓨터 → 네트워크 → 3D 프린팅의 순환으로 개인 생산 시대 개막을 촉진하고 소비자의 아이디어가 바로 소비자가 되는 새로운 유통 구조의 형성
 - 만드는 즐거움 : 개인 취미 생활의 활성화, DIY족의 증가 및 교육기관과 학생들의 3D 프린터에 대한 구매 증가 예상
 - 나만을 위한 제품 : 세상에서 하나밖에 없는 자신의 취향대로 디자인된 제품을 손쉽게 제작. Shapeways의 새로운 아이디어와 자신의 디자인을 이용하여 자신의 제품을 만들도록 한 지원업 모델은 개인의사
 - 구매의 불편함을 제거 : 소비자의 입장에서 구매와 소비의 시간적, 공간적 간격을 제거, 재고 부족 및 단종 문제점 해결 등 이점

◎ 국내 3D 프린팅 현황

☐ 고부가가치 첨단소재에 대한 기술개발이 글로벌 시장을 선점할 수 있는 기로

- 타이타늄, 알루미늄, 세라믹, 탄소섬유 등 첨단소재 및 융복합 소재에 대한 3D 프린팅 기술은 현재 일부 국가에서 독점하고 있어 기술적 장벽이 매우 높은 편
- 하지만, 기존 소재산업과 달리 3D 프린팅 소재산업은 개인맞춤형 생산 형식으로 자본 투입이 적고, 그만큼 투자 리스크도 상대적으로 낮은 편이므로, 부가가치율이 높은 소재 기술을 선제적으로 개발할 수 있다면 항공우주 등 고부가가치 시장에 대한 선점이 가능할 것으로 전망

☐ 3D 프린팅 장비 및 소재에 대해서는 특별한 표준화가 이루어지지 않아 이를 측정하고 시험하는 기업들의 수혜가 기대

- 특히, 투입 소재의 특성(화학조성 및 입도 등), 적층 가공 후 재료의 미세조직, 표면 마감 정도에 대한 측정 방법이나 측정기기 등과 관련한 표준 및 인증 방법이 부재한 상황
- 산업이 발달하고 대중화됨에 따라 표준화 문제는 곧 대두될 수밖에 없으며, 표준화를 마련하는 과정에서 기존 측정기기업체 또는 시험인증 업체들에 새로운 사업 기회로 다가올 수 있음

☐ 국내의 3D 프린팅 화학 소재산업에서 소재에 대한 경쟁력은 시장 선점을 위한 필수적인 요소이나, 소재를 개발하는 업체들은 매우 제한적이며, 관련 기술에 대한 개발도 부진한 상황

- 국내 기업은 대부분 장비업체로 구성되어 있으며, 소재를 개발하는 기업은 다 합쳐봐야 10개밖에 되지 않으며, 이 중에서도 스트라타시스코리아, 3D 시스템즈 코리아 등과 같이 글로벌 기업과 연계하여 재료를 판매하는 외산 장비 판매사들을 제외하면 SK케미칼, LG화학 같은 대기업, 대림화학, 쓰리디코리아와 같은 FFF용 필라멘트 개발사 등이 존재함. 최근에는 토종기술로 3D 프린팅 소재를 개발한 베앤케이 같은 업체들도 등장했으나, 이마저도 고분자 형태의 복합재료 소재의 다양성이 턱없이 부족한 형편

(1) 세계시장

- 2021년 20억 달러였던 3D 프린팅 화학 소재 세계시장 규모는 2026년 49억 달러로 증가할 것으로 전망됨
- 2020년부터 2026년까지의 연평균 성장률 19.61%로 전망
- 글로벌 시장조사 기관인 인터내셔널 데이터코퍼레이션(International Data Corporation, IDC)에서도 3D 프린팅 시장 규모는 2020년 165억 달러에서 연평균 18.4%로 성장하여 2022년 230억 달러에 이를 전망

[3D 프린팅 세라믹 분말 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR ('20~'26)
세계시장	1,675	2,003	2,396	2,865	3,427	4,100	4,904	19.61

* 출처 : 3D Printing Materials Market by Type - Global Forecast to 2025, marketsandmarkets, 2020 자료를 재구성하여 추산

(2) 국내시장

- 3D 프린팅 소재 국내시장 규모는 2021년 356억 원 규모에서 2026년 815억 원으로 증가할 것으로 전망

[3D 프린팅 소재 국내 시장규모 및 전망]

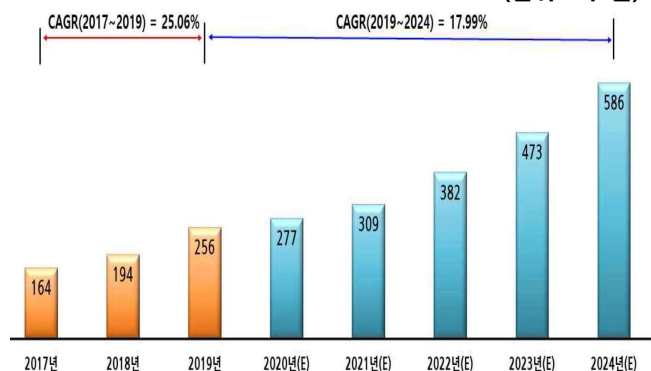
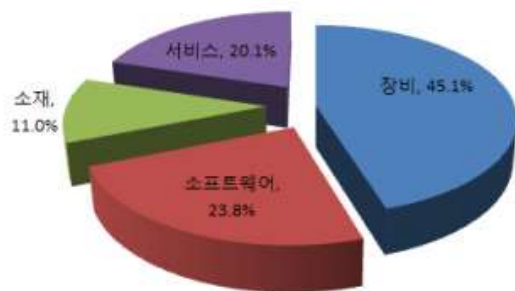
(단위 : 억 원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR ('20~'26)
국내시장	302	356	421	496	585	691	815	17.99

* 출처 : Verified Market Research, 2020, IP Next, 2020, KSIA 2021 자료를 재구성하여 추산

[국내 3D 프린팅 소재 시장 규모 및 전망]

(단위: 억 원)



* 출처 : 3D Printing Materials Market, MarketandMarkets, 2020

나. 기술개발 동향 분석

☐ 기술경쟁력

- 부품/공정용 3D 프린팅 소재는 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 83.7%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.4년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 66.8%, 기술격차는 2.6년으로 평가
- EU(87.2%)>일본(85.7%)>한국(83.7%)>중국(66.0%)의 순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)¹⁾

- 부품/공정용 3D 프린팅 소재는 5.75의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

(1) 기술개발 이슈

◎ 개선이 시급한 세라믹 3D 프린팅 기술개발

- ☐ 3D 프린팅 기술과 시장이 성숙하기 위해선 기존 제조방식과 동일한 물성을 확보할 수 있도록 원소재 공급기업과 3D 프린팅 장비회사 간 협업을 통한 플라스틱 소재 물성 개선이 시급한 것으로 나타남

- 세계적인 화학 소재 기업들은 소재 기술 역량 강화, 장비업체와의 협업, 인수합병을 통한 소규모 비즈니스 모델 개발 등 전략을 통해 미래를 준비하고 있는데, 이는 3D 프린팅 플라스틱 소재가 자동차 등 실제 부품을 만들 때 들어가는 기존 범용소재로 확장되는 경우 매력적인 시장으로 변하기 때문

- ☐ 최근 세계적인 화학기업 바스프는 HP와 함께 HP 3D프린터용 화학 소재를 개발했으며 롯데케미칼도 지난 2017년 9월 그룹 계열사인 캐논코리아의 신제품 보급용 3D프린터 ‘MARV MW15’ 전용 프리미엄 PLA 필라멘트를 개발해 판매

- 화학 소재 기업들은 소재의 특성과 시장의 요구를 잘 알고 있으므로 장비 기업들이 자체적으로 소재를 개발하는 것보다 장점이 많음
- 3D 프린팅 장비 업체가 원하는 속도 향상을 위해 롯데케미칼은 소재 결정화 속도를 빠르게 함으로써 출력 속도를 3~5배 향상시키고 부가적으로 내열성, 강도, 채색성까지 개선하는 효과를 거둠
- 3D 프린팅 시장이 본격적으로 커지기 위해선 출력제품의 물성이 기존 사출공정 대비 유사 또는 동등할 정도로 소재를 개발하는 것 시급함. 소재 물성과 함께 반드시 해결해 나가야 할 문제는 원가경쟁력으로, 단적으로 PA12를 3D 프린팅용으로 만들 경우, 가격이 9배 이상 뛰기 때문에 기존 공정의 가격경쟁력을 따라잡을 수 없음

1) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화 속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

- 3D 프린팅 기술은 일반적으로 분말 프린팅이라 알려진 접착제 분사방식(binder jetting, BJ), 열가소성 수지를 용융시켜 적층하는 FDM(fused deposition modeling)과 페이스트를 밀어내 적층하는 PED (paste extruding deposition)로 대표되는 재료 압출방식(material extrusion, ME), 그리고 SLA(stereo lithography) 혹은 DLP(digital light processing)로 통칭하는 광중합방식(photo polymerization, PP)이 세라믹 프린팅 기법으로 가장 많이 활용되고 있음

■ 광중합 방식 (PP)

- 광경화 소재 혹은 광경화 소재가 포함된 복합물에 UV 혹은 가시광선 영역의 빛을 선택적으로 조사하여, 3차원 형상을 제조하는 방식으로, 1986년 Hull에 의해 최초로 개발되었고, 세라믹을 사용한 결과는 1996년 Griffith에 의해 보고되었음
- 조사되는 형태는 coherency가 확보된 레이저 조사 형태를 취하는 경우와 일반 광원에 디지털 포토마스크가 적용된 형태의 DLP 형태로 구성될 수도 있으며, 레이저를 사용하는 경우를 SLA (Stereo Lithography) 방식으로, DLP를 사용하는 경우를 DLP 방식으로 세분화함
- 고분자-필러 혼합에 적용되는 경우, 광경화 수지와 필러의 혼합물에 광중합을 유도하는 방식으로 진행되며, 50% 이상의 필러 입자를 섞어 출력할 수 있으며, 필러 입자의 함유량은 입도, 분산도, 분산제 등에 따라 조절됨

■ 재료압출 방식 (ME)

- 고온 혹은 에너지를 가하는 등의 방식을 통해, 또는 에너지를 가하지 않더라도 흐름성이 확보된 재료를 높은 압력을 이용하여 연속적으로 밀어내면서 원하는 위치에 도포, 3차원 구조물을 형성하는 방식
- 열가소성 수지에 기능성 필러를 혼합한 필라멘트를 이용하여야 하며, 필러 충전률을 높이는 데에 한계가 존재함
- Filament를 이용하지 않고, 필러 페이스트를 이용하는 경우, 필러 충전률을 높일 수 있음

■ 접착제 분사방식 (BJ)

- 분말 형태의 소재 위에 액체 형태의 접착제를 토출시켜, 분말 사이의 결합을 유도, 3차원 구조물을 형성시키는 방식
- 현존하는 3D프린터 방식 중 가장 저렴한 비용에 Color 구현이 가능한데, 이는 분사하는 접착제의 색으로 조절할 수 있음
- 치밀체 제작 보다는, 사형금형 몰드, 도자기, 의료기기 등의 다공체 제작에 상대적으로 용이함

■ 재료 분사 방식 (MJ)

- 용액 형태의 소재 자체를 Jetting 토출시키고, 자외선 등을 이용하여 고형화 시키는 방식
- 필러가 포함할 경우, 점도가 높은 편에 속하는 광경화 수지와 필러 입자가 혼합된 페이스트를 노즐에 jetting 시키는 형태로 공정이 진행되어야 하므로, 입자의 입도 선택 및 공정제어가 상당히 어려울 것으로 예상됨

■ 고에너지 직접 조사 방식 (DED)

- 분말 형태로 공급되는 재료를 레이저, 전자빔 등 고 에너지원으로 원 소재를 녹여 부착시키는 방식

■ 분말적층 용융 방식 (PBF)

- 분말을 담은 분말 베드에 레이저, 전자빔 등 고에너지 소스를 선택적으로 조사하여 분말 재료의 선택적 용융-고화 현상의 반복으로 3차원 형상을 제작함
- 출력 속도의 문제 때문에, 충분한 용융을 발생시키기 힘든 원천적 단점이 있어, 분말 간 결합력 강화가 기술적 숙제로 남아 있으며, 초고온 소결 등 후처리를 통해 출력물의 강도를 향상시키는 연구들도 많이 진행됨

■ 시트 적층 방식 (SL)

- 시트나 필름 형태의 재료를 한 장씩 적층하고, 레이저 커터로 각 층을 재단하여 3차원 형상을 완성함

[소재 형태에 따른 3D 프린팅 기술 방식 비교]

소재 형태	소재 종류	프린팅 방식	특징 및 대표적 회사
액체형	액체 상태	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stereo lithography(SLA) ▪ Jetted Photopolymer ▪ Ink Jet Printing 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 액체 형태의 광경화성 수지 등의 재료 사용 ▪ 뛰어난 표면과 미세형상 구현이 가능하나 내구성이 다소 떨어짐 ▪ 미국 3D Systems의 SLA 시스템
분말형	미세플라스틱 분말 모래, 금속성분의 가루 등	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selective LaserSintering(SLS) ▪ Direct Metal Laser Sintering(DMLS) ▪ Three Dimensional Printing(3DP) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 분말 형태의 열가소성 수지에 열을 가해 결합한 후 제작 ▪ 소재 형태에 따라 접착제를 사용하거나 레이저를 사용 ▪ 미국 3D Systems의 SLS 시스템, 독일 EOS의 SLS 시스템
고체형	와이어 또는 필라멘트형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fused Deposition Modeling(FDM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 필라멘트 등의 열가소성 수지에 열을 가해 녹인 후 노즐을 거쳐 압출되는 재료를 적층하여 조형 ▪ 제조단가 낮고 내습성과 다양한 복합재료 사용 가능 ▪ 미국 Stratasys Ltd.의 FDM 시스템
	왁스 성질을 가진 펠릿형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laminated Object 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 재료를 헤드에서 녹여 노즐을 통해 분사 ▪ 이스라엘 Object 사의 Polyjet 시스템
	얇은 플라스틱 시트나 필름형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manufacturing(LOM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 플라스틱 시트를 접착하면서 칼을 사용해 절단 후 적층하여 조형 ▪ 미국 Helisys 사의 LMO 시스템

□ 3D 프린팅용 화학 소재 기술에 요구되는 특성

- 3D 프린팅용 화학 소재 기술에는 프린팅에 따른 표면거칠기(조도), 강도(압축강도, 항복강도), 내구성, 내충격성 등의 특성을 요구하며 자동차, 전자부품, 의료기기, 바이오 등 다양한 산업 분야에 적용되는 기술 개발이 요구됨

[3D 프린팅 화학 소재에 요구되는 특성]

특성	요구	연관산업
경도/내구성	장기 내구성 결정구조 스크래치에 견디는 표면	우주항공/수송기기/디자인/덴탈/피규어
열저항	극단적인 열 및 빠른 열 변화에 견디는 특성	micro-processing/전자/우주항공/수송 기기/센서/절연
마감	전문적이고 광택을 나타내는 고품질의 마감	주얼리. 디자인, 치아, 프로토타입
화학적 안정성, 생물학적 불활성	피부 접촉 및 식립 후에 알러지 반응 및 독성이 없는 특성	주얼리/의료기기/덴탈/센서

(2) 생태계 기술동향

◎ 해외 플레이어 동향

□ Stratasys(미국)

- 현재 세계 3D프린터 분야에서 최고의 위치를 지키고 있는데, 용융 증착 모델링(FDM)이라는 새로운 방식을 고안해 내 1989년 특허를 출원하여 스트라타시스 설립과 함께 '3D프린터'의 상표권을 소유함. FDM은 현재 3D프린터 기술 중에 가장 정형화된 방식으로 재료를 치약처럼 짜내서 쌓는 적층구조 형식으로 사물을 만들어가는 방식
- 스트라타시스는 3D프린터 장비, 재료 외에도 3D프린터 관련 서비스를 판매하고 있는데, 스트라타시스 다이렉트 매뉴팩처링과 같은 출력 서비스는 고객이 보내준 3D 도면을 전송받아 모형을 만들어 다음 날까지 고객에게 배송해 주고 있음. 또한 3D프린터에 관심이 있는 개인들에게 '싱기버스', 'GRABCAD커뮤니티'라는 3D 도면 공유 서비스를 제공하여 200만 개 이상의 3D 프린팅 설계도를 무료로 제공
- 3D프린터 기술에서 출력을 위해 필요한 핵심 장치가 바로 재료이기 때문에 단단하고 내구성 있는 물체를 만들기 위한 재료개발과 확보에도 주력하고 있는데, 이를 위해 열에 약하고 잘 부서지는 플라스틱 재료가 아닌 고열과 자외선에도 끄떡없는 고체 재료를 개발해 공급하고 확보
- 스트라타시스의 제품은 크게 두 가지 제품군으로 분류가 되는데 고체 재료를 사용하는 FDM 방식과 액체 재료를 사용하는 폴리제트 방식의 제품이 있음. 원래 스트라타시스의 주력 제품은 FDM 방식의 프린터였는데 최근에는 폴리제트 방식이 주목받으면서 다양한 제품이 나오는 추세로, 잉크젯 방식으로 다양한 액체를 분사해 출력하는 폴리제트 방식 역시 데스크톱형 'OBJET24/30PRIME, EDEN 260VS'와 다양한 재료를 조합하여 맞춤형 출력이 가능한 'OBJET CONNEX'까지 다양한 제품을 개발 중
- 최근에는 대형 출력이 가능한 'OBJET1000 PLUS 3D PRODUCTION SYSTEM'을 출시하였고, 이 제품은 표면이 매끄러우면서 단단한 대형 출력물을 제작 가능
- 스트라타시스의 제품은 초기에 보잉, 인텔, 포드와 같은 대기업 중심으로 사업을 펼쳐왔으나 최근에는 개인 3D프린터 시장이 성장하면서 개인이 사용할 수 있는 3D프린터 모델로 점차 확장해가는 추세로, 스트라타시스는 앞으로 3D프린터가 사용될 가능성이 높은 분야인 항공우주, 자동차, 소비재, 치과, 의료 분야에 초점을 맞춘 모델을 개발 중
- 3D 스캐너 기술 개발을 위해 소니, 캐논 등과 협력관계를 구축해 공동 연구를 진행 중

□ 3D Systems(미국)

- 광경화 수지 조형방식이라는 기술을 개발하여 특허를 보유하고 있으며, 산업용 3D프린터에 가장 많이 사용되는 '선택적 레이저 소결조형방식'에 대한 특허권도 확보하여 3D프린터 분야에서 가장 앞선 기술을 보유
- 3D 시스템즈도 3D프린터 서비스를 제공하고 있는데 대표적으로 'QUICKPARTS'가 있는데, 고객이 3D프린터 도면을 온라인으로 업로드하고 재료 출력 방식, 수량 등을 3D 시스템즈에 상담 요청하면 전문가가 상담해주고 일주일 내에 제품을 출력 배송해 줌. 스트라타시스의 다이렉트 매뉴팩처링과 비슷해 보이지만 스트라타시스의 시스템은 시제품에 불과한 반면, 3D 시스템즈는 전문가와 상담을 거쳐 완제품을 배송해준다는 점에서 3D 시스템즈의 서비스가 좀 더 고급화
- 3D 시스템즈의 제품군은 스트라타시스에 비해 좀 더 다양한데 그 이유는 M&A과정에서 다양한 방식으로 출력할 수 있는 기술들을 확보
- 3D 시스템즈는 프린터 외에도 3D 스캐너 '센스'를 판매하고 있는데, 이 제품은 3m 크기의 물체를 색까지 포함해 스캔할 수 있으며, 또한 'GEOMAGIC'라는 3D 디자인, 프린팅 검사를 할 수 있는 소프트웨어도 공급 중
- 3D 시스템즈는 두 가지 제품군인 스트라타시스에 비해 프린터 라인업을 대폭 확대함으로써 다양한 소비자의 개성에 맞춘 맞춤형 프린터 제작에 주력하고 있으며, 산업 분야에서는 특히 군수, 우주항공과 의료 분야에 집중하고 있는데, 군수, 우주항공 분야는 소량 다품종 생산이 필요한 분야이기 때문에 3D 시스템즈의 강점을 충분히 발휘할 수 있을 것으로 보이며, 이 밖에도 의료 분야에서는 개인맞춤형 치료, 수술 기구를 제작할 수 있는 3D프린터 기술과 서비스를 제공
- 의료 3D 프린팅에서는 수술 도구가 인체에 해가 없어야 하므로 다양한 소재를 개발 중이며 미국 FDA의 승인도 함께 진행하는 중으로, 특히 스트라타시스와 마찬가지로 특허가 종료되는 시점에 맞춰 프린터의 시스템화, 소프트웨어 및 현장 기술 지원 강화, 다양한 소재의 개발 등에 중점을 두며 미래를 준비

□ GE(미국)

- 오랫동안 적층제조 분야의 리더로 자리하며, 항공기 엔진 부품, 가스터빈 부품, 헬스케어에서의 임플란트 등 제품의 기획, 설계, 개발, 시제품 제작, 양산까지 3D 프린팅 기술을 도입
- 2016년 GE애디티브 사업부를 출범해, 금속 3D프린터와 적층제조 소재, 그리고 기술 엔지니어링 컨설팅 서비스를 제공하며, 고객의 적층 제조 기술 도입, 보급을 가속화
- 국내에서는 2018년 산업 및 제조업에 적층 제조 컨설팅 서비스를 제공하기 위해 GE애디티브 사업부를 설립하였고, 지난해에는 국내 첫 기술 쇼케이스 및 세미나 'GE 애디티브 데이(Additive Day) 2019'를 개최해, 적층 제조 기술을 실제 부품 양산 공정에 적용하고자 하는 국내 대기업 및 중소기업, 연구기관 등을 대상으로 GE의 적층 제조 기술과 전문 노하우를 공유

◎ 국내 플레이어 동향

☐ LG화학

- 2014년 국내 최대 화학 회사인 LG화학이 다른 경쟁 업체보다 빨리, 부상하는 3D 프린팅 시장에 뛰어들었는데, 동사는 세계 2위 3D 프린팅 업체인 미국 스트라타시스사 공급용으로 중국 후이저우에 연간 150,000만 톤의 생산 규모의 ABS 생산 공장을 세워, 국내외 165만 톤으로 확대 생산

☐ 롯데케미칼

- 2017년 9월 그룹 계열사인 캐논코리아의 신제품 보급용 3D프린터 'MARV MW15' 전용 프리미엄 PLA 필라멘트를 개발

◎ 국내 중소·중견기업

☐ 대림화학

- 2013년부터 신성장동력으로 3D 프린팅 소재 사업을 시작해 탄성을 가진 플라스틱 소재 '이플렉스(e-flex)' 상용화에도 성공함. 이 소재를 활용하면 스마트워치 같은 웨어러블 기기의 시곗줄을 프린팅할 수 있고, 3D프린터로 시곗줄을 출력하면 사용자의 이름을 새길 수 있으며 기성품에서는 보기 힘든 개성 강한 디자인을 구현
- 3D 프린팅 소재인 합성수지(ABS), 필라멘트(PLA)를 개발해 상업화에 성공했으며 최근에는 폴리메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐 알코올(PVA), 나일론(Nylon), 탄성중합체(Elastomer)등의 소재를 개발
- 동사는 3D 프린팅 장비 업계가 원하는 속도 향상을 위해 결정화 속도를 빠르게 함으로써 출력 속도를 3~5배 향상시키고 부가적으로 내열성, 강도, 채색성까지 개선하는 효과를 기대

☐ 삼양사

- 오픈 이노베이션으로 엔지니어링 플라스틱 기술을 이용한 3D 프린팅 관련 신기술을 개발해 정부로부터 '신기술(NET, New Excellent Technology) 인증'을 받음
- 현대자동차, 쓰리디팩토리 와 함께 '자동차부품 픽스처(검사구)용 적층·절삭 일체형 PC(폴리카보네이트)·CF(탄소섬유) 복합소재 3D 프린팅 기술'을 개발하고 국가 기술 표준원의 신기술 인증을 받음
- 기존 3D프린터는 출력 속도가 느리고 출력물의 크기가 작았으나 신기술을 이용하면 최대 10미터(m) 크기의 제품을 기존 3D프린터 대비 100배 이상 빠른 속도로 출력할 수 있어 활용 범위가 다양하며, 0.2밀리미터(mm) 이하의 정밀한 가공이 가능해 중·대형 부품용 초정밀 픽스처 제작이 가능
- 중/대형 부품용 초정밀 픽스처 생산이 가능해지면 신차 개발 속도를 단축할 수 있을 것으로 기대되고, 그동안은 새로운 부품이 만들어질 때마다 픽스처 역시 새로 제작되어야 해 신차 개발 속도를 떨어뜨리는 요인 중 하나로 지목되었는데, 기존의 픽스처는 설계, 제작부터 실제 적용까지 약 1개월 이상의 시간이 소요되었으나 신기술을 적용하면 제작 시간은 50% 이상, 비용은 30% 이상 절감

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[부품/공정용 3D 프린팅 소재 주요 연구조직 현황]

기관	연구분야
LG화학	<ul style="list-style-type: none"> ABS수지 165만 톤 생산 체제 갖추 Particle size analysis (PSD) 및 미세구조 확인(FE-SEM) FT-IR, UV-IR, TGA, XRD 장비를 통하여 외산 소재의 성분분석
삼양사	<ul style="list-style-type: none"> 3D 프린팅 관련 신기술을 개발해 정부로부터 신기술(NET, New Excellent Technology) 인증 획득 Fe계 금형강의 3D 프린팅 공정 database 구축 및 고밀도 적층 기술 개발 PC(폴리카보네이트)·CF(탄소섬유) 복합소재
한국재료연구원 (KIMS)	<ul style="list-style-type: none"> 탄소복합 재료연구실, 기능복합 재료연구실, 복합재료 구조시스템 연구실, 재료공정 연구실, 재료 인공지능·빅데이터 연구실, 항공재료 연구센터에서 유기/복합소재의 다양한 분야를 연구 중
고등기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> 융합소재 연구센터, 신소재 공정 센터에서 유기/복합소재의 다양한 분야를 연구 중

(2) 기관 기술개발 동향

☐ 한국화학연구원

- 비트리머 화학 기반 형상기억 고분자 합성 및 3D/4D 프린팅 소재물성 제어기술 개발
- 3D 비트리머 구조체의 구조·선택적 변형을 위한 프린팅 적용 가능 기능성 복합소재 개발
- 형상 기억 비트리머의 유변특성 제어를 통한 핫멜트 압출 및 FDM 3D 프린팅 적용 기술개발

☐ 인하대학교

- 3D/4D 프린팅용 형상 기억 고분자 소재의 개발
- 싸이클로덱스트린의 가역적 inclusion complex 형성을 이용하여 빛에 의해 inclusion complex가 가역적으로 형성될 수 있는 azobenzene과 빛에 의해 이합체화(dimerization)될 수 있는 anthracene이 도입된 SMP를 개발
- 고탄성률, 고탄성 회복, 적절한 유리 전이온도 등 형상 기억 효과를 최적화하기 위하여 가역적 결합과 및 가교 구조를 가지는 에폭시 비트리머를 제조하고 다양한 fillers와의 혼합을 통한 자극 감응형 형상 기억 에폭시 비트리머 복합재료 제조

□ 경인양행

- Vegetable Oil을 이용한 2,040급 Stereo lithography 3D 프린팅용 친환경 유기탄성 재료 및 공정 핵심기술 개발
- 3D 프린팅용 광경화 재료의 착색 및 도료 분산의 안정성 연구
- 3D 프린팅용 친환경 광경화 시제품 재료에 착색을 도입, 착색 재료에 대한 반응성의 분석과 최적화 연구
- 고해상도 3D프린터로 친환경 재료의 프린팅 시 반응성 분석 및 프린팅 공정 조건별 변화 연구

◎ 국내 부품/공정용 3D 프린팅 소재 관련 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
한국화학연구원	비트리머 화학 기반 형상기억 고분자 합성 및 3D/4D 프린팅 소재물성 제어기술 개발	2019~2022	<ul style="list-style-type: none"> • 비트리머 화학 기반 형상기억 고분자 합성 및 3D/4D 프린팅 소재물성 제어기술 개발 • 3D 비트리머 구조체의 구조·선택적 변형을 위한 프린팅 적용 가능 기능성 복합소재 개발 • 형상 기억 비트리머의 유변특성 제어를 통한 핫멜트 압출 및 FDM 3D 프린팅 적용 기술 개발
인하대학교	3D/4D 프린팅용 형상 기억 고분자 소재의 개발	2019~2022	<ul style="list-style-type: none"> • 싸이클로덱스트린의 가역적 inclusion complex 형성을 이용하여 빛에 의해 inclusion complex가 가역적으로 형성될 수 있는 azobenzene과 빛에 의해 dimerization될 수 있는 anthracene이 도입된 SMP를 개발 • 고탄성률, 고탄성 회복, 적절한 유리 전이온도 등 형상 기억 효과를 최적화하기 위하여 가역적 결합과 및 가교 구조를 가지는 에폭시 비트리머를 제조하고 다양한 fillers와의 혼합을 통한 자극 감응형 형상 기억 에폭시 비트리머 복합재료 제조
경인양행	Vegetable Oil을 이용한 2,040급 Stereo lithography 3D 프린팅용 친환경 유기탄성 재료 및 공정 핵심 기술개발	2018~2022	<ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린팅용 광경화 재료의 착색 및 도료 분산의 안정성 연구 • 3D 프린팅용 친환경 광경화 시제품 재료에 착색을 도입, 착색 재료에 대한 반응성의 분석과 최적화 연구 • 고해상도 3D프린터로 친환경 재료의 프린팅 시 반응성 분석 및 프린팅 공정 조건별 변화 연구
한국과학기술연구원	한옥 소재 기반 3D 프린팅 소재 및 공정 개발	2016~2021	<ul style="list-style-type: none"> • 한지와 옷칠을 이용한 셀룰로오스 강화 프린팅 소재 메커니즘 발굴 • 방탄, 방검 특성을 가진 옷 모방 접착제+종이 소재 복합소재 개발 • 3D 프린팅 공정 변수 및 내부 채움 조건에 따른 공정 최적화 연구 • 접착제 및 점도 조절제를 포함하는 3D 프린팅용 잉크 조성물을 제작함
성균관대학교 산학협력단	흡음·난연 특성을 동시 부여한 열전도율 0.051 W/m·K 이하 건축용 단열재를 위한 3D 프린팅 소재·공정·구조 연동설계 시스템 기술	2020~2021	<ul style="list-style-type: none"> • 다공성 구조의 열전달 및 소음 해석을 위한 3D 프린팅 재료 물성 DB 구축 • 흡음·난연 특성과 외부 구조 구현을 위한 복합재료 개발 및 물성 DB 구축

* 출처 : 자체작성

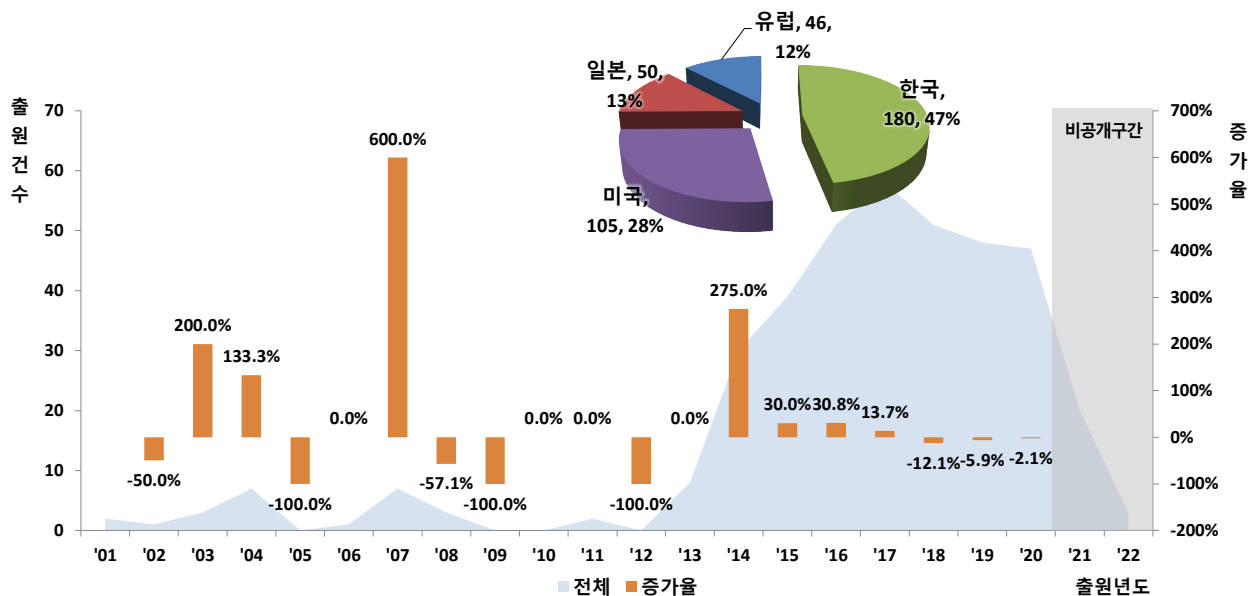
3. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 특허 증가율

- ☐ 과거부터 최근까지 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향 파악²⁾
- ☐ 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 특허기술 출원 점유율 분석을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악

연도별 출원증가율

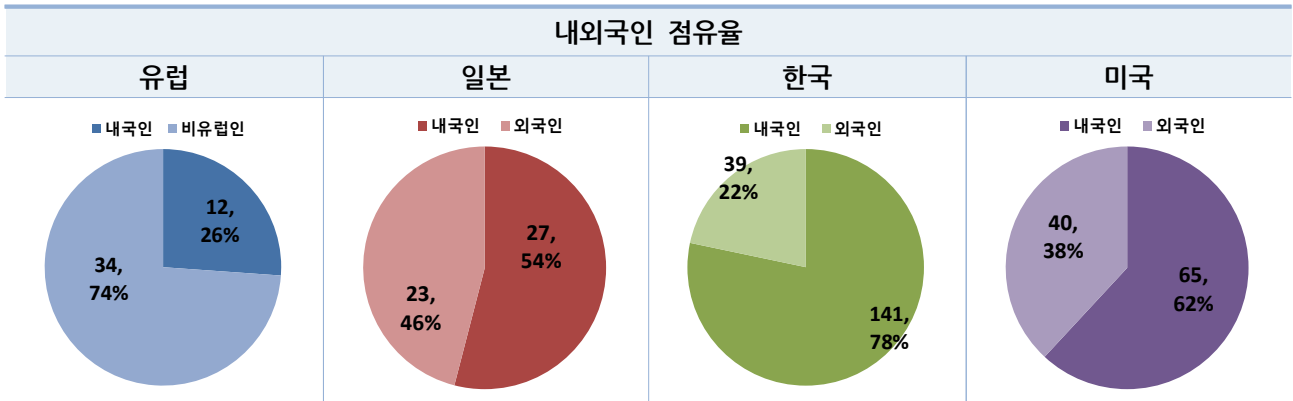


- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목은 2000년대에 특허 출원 증감 추이의 큰 변화가 없었으나 2010년대 들어서 증가하는 추세를 보임
- 각 국가별로 살펴보면 한국이 가장 활발한 출원 활동을 보이고 있는 것으로 나타났으며, 미국, 일본 및 유럽도 유사한 추세의 출원 활동이 진행되고 있는 것으로 나타남
- 전년대비 증가율을 보았을 때 2007년 600.0% 이상의 증가율을 보이고 있는 것으로 나타남. 다만, 이는 2007년 직전년도인 2006년 출원활동이 저조한 영향인 것으로 판단되며, 본 기술은 4차산업혁명과 함께 최근 들어 기술개발이 활발하게 이루어지고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 한국이 전체의 47%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 부품/공정용 3D 프린팅 소재 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 미국은 28%, 일본은 13%, 유럽은 12% 순으로 나타남

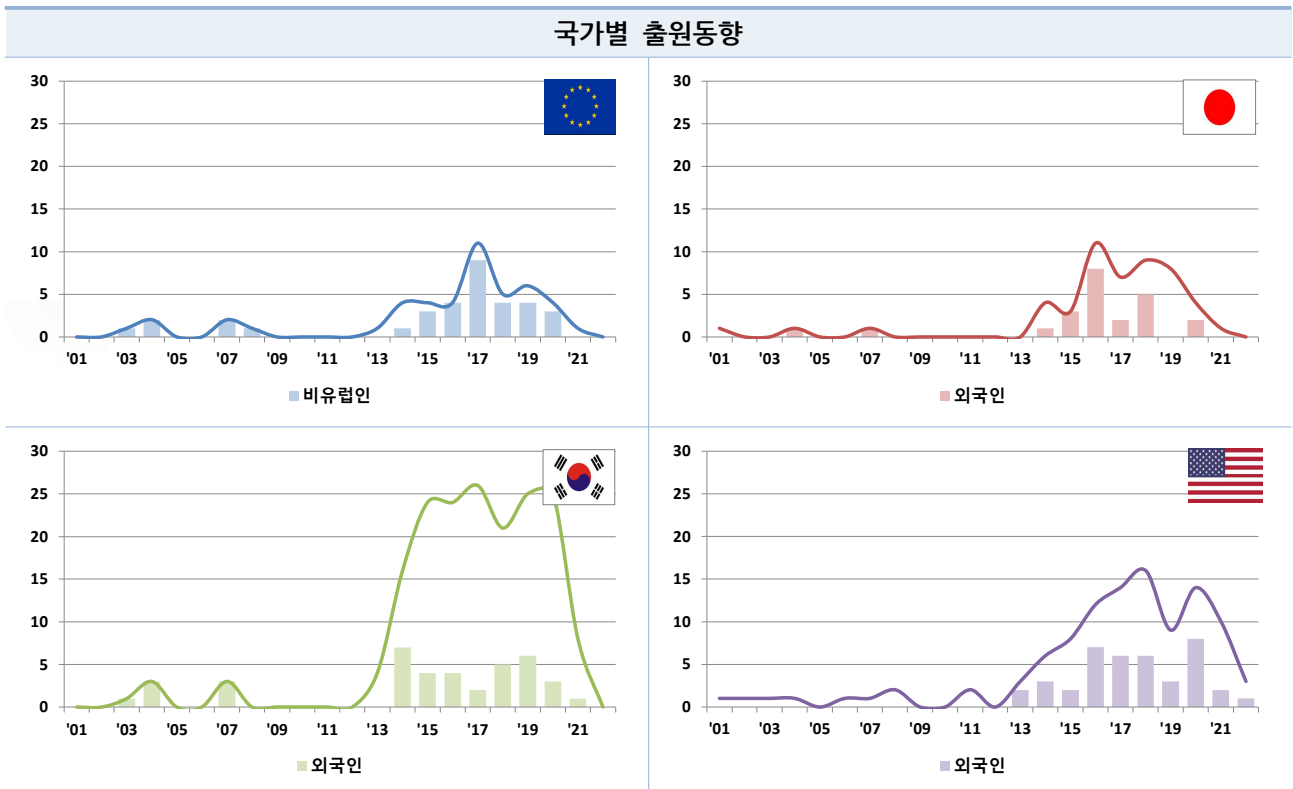
2) 특허출원 후 1년 6개월 경과 후 데이터가 공개되는 특허제도의 특성상, 2021년과 2022년에는 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터의 존재로 유효데이터가 적게 나타날 수 있음에 유의해야 함

(2) 특허 점유율

- 과거부터 최근까지의 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 기술적 위치 파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 내·외국인의 출원분포를 파악하여 해당 국가 내 국외기술의 유입상황 및 국외기술에 대한 의존도 여부, 자국 기술력 등을 유추



- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목에 있어, 한국은 내·외국인 비중이 78% 대 22%로 내국인의 출원 활동이 활발하며, 일본, 미국의 경우 외국인의 출원점유율이 더 낮은 것으로 나타남
- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목에 있어, 일본, 한국, 미국은 기술자립도가 높은 것으로 평가되며, 유럽은 외국 출원인에 의한 해외 기술 의존도가 높은 것으로 평가됨



- 한국의 출원활동이 가장 활발히 진행된 것으로 나타나며, 유럽의 출원 활동은 대부분 외국인에 의해 진행된 것으로 나타남

(3) 특허 영향력

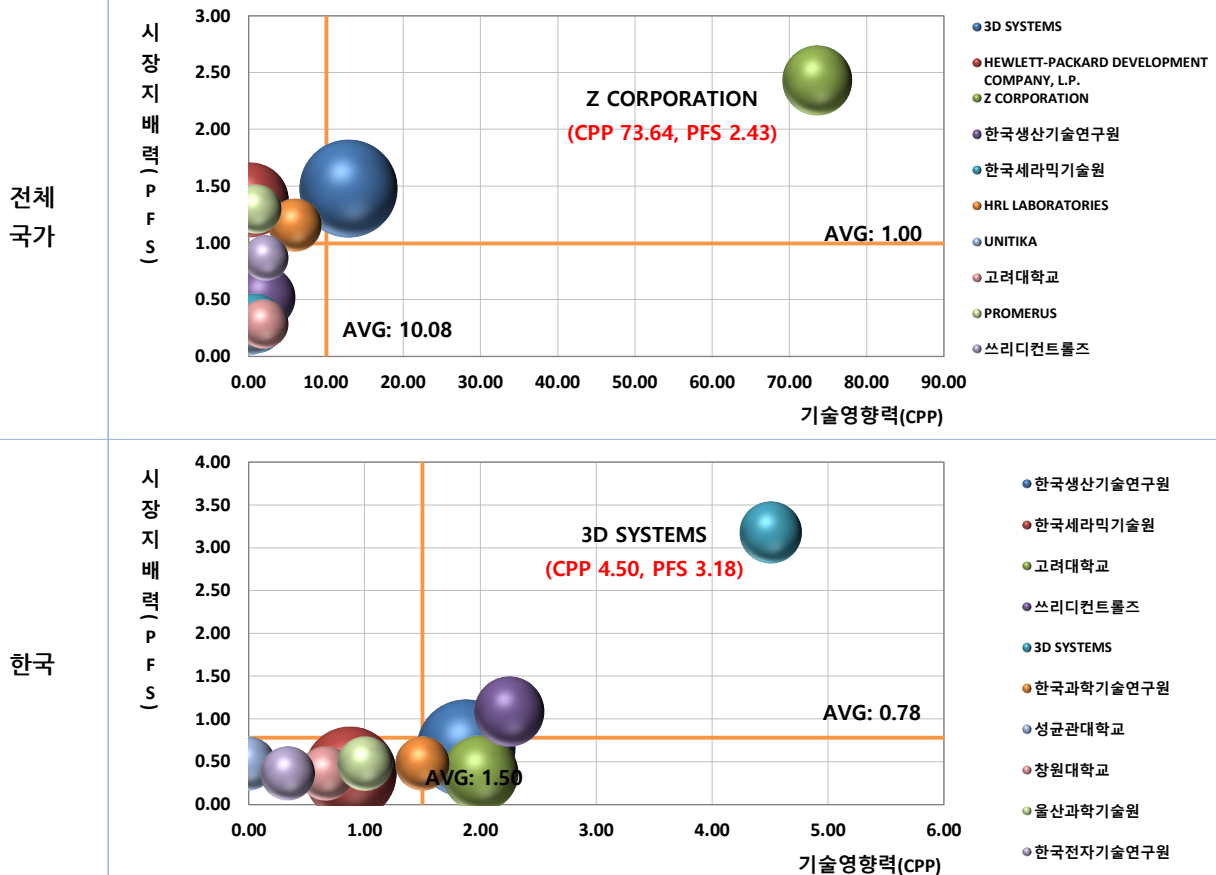
- 기술영향력(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 특허권자의 입장에서 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 핵심특허 또는 원천특허를 많이 보유하고 있을 가능성이 높다고 판단

* CPP = 특정 주체의 등록특허의 피인용 횟수 / 해당 주체의 등록특허 수

- 시장지배력(PFS) 지수는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌 시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능

* PFS = 특정 주체의 평균 패밀리 국가수 / 전체평균 패밀리 국가수

주요출원인 IP 경쟁력(기술성 vs 시장성)



- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목에 대한 주요출원인들의 IP 경쟁력 분석결과, 전체 국가에서는 Z CORPORATION이, 한국에서는 3D SYSTEMS가 기술영향력 및 시장확보력이 가장 높은 것으로 나타남. 전체 시장에서는 Z CORPORATION의 특허가, 한국시장에서는 3D SYSTEMS의 특허가 시장확보력 및 질적 수준이 높아 기술적 파급력과 상업적 가치가 큰 것으로 평가됨

(전체) Z CORPORATION : 기술영향력(CPP) 73.64 / 시장확보력(PFS) 2.43

(한국) 3D SYSTEMS : 기술영향력(CPP) 4.50 / 시장확보력(PFS) 3.18

- 한국출원인 중에는 전체 국가 및 한국에서 모두 쓰리디컨트롤즈의 기술영향력 및 시장확보력이 가장 높은 것으로 분석됨

(전체) 쓰리디컨트롤즈 : 기술영향력(CPP) 2.25 / 시장확보력(PFS) 0.87

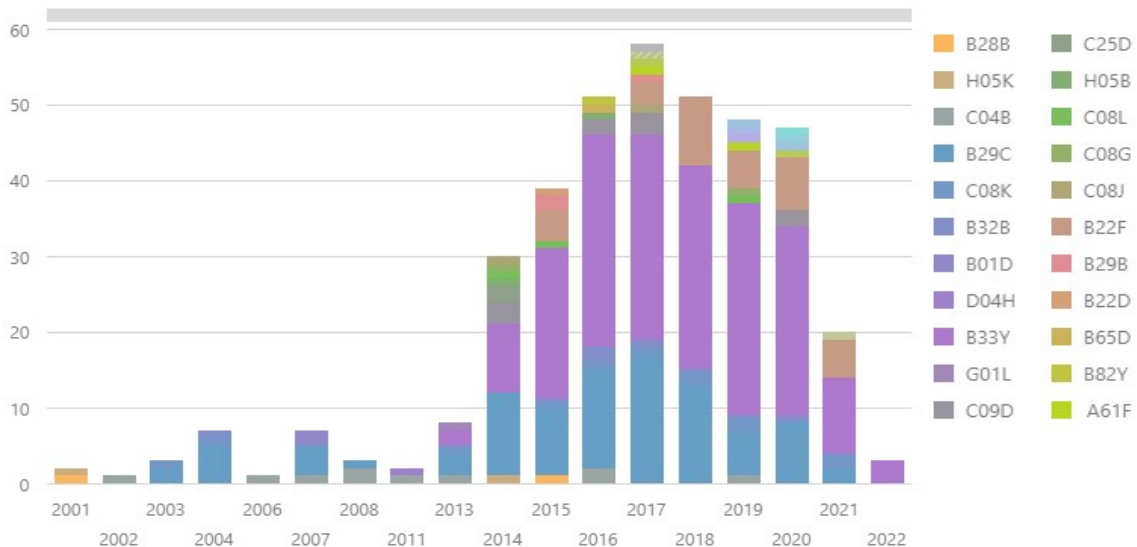
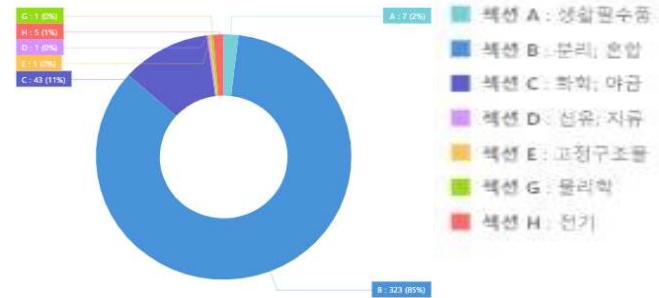
(한국) 쓰리디컨트롤즈 : 기술영향력(CPP) 2.25 / 시장확보력(PFS) 1.09

(2) 기술 현황 분석

- 전 세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중기술 분야를 확인할 수 있으며, 연도별 기술현황 변화추이를 확인함으로써 해당품목에 대한 기술변화 트렌드 변화를 유추

* IPC(International Patent Classification) : 국제특허분류

IPC 특허분류별 출원건수



- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목은 섹션 B 분리, 혼합 기술분야의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 첨삭가공, 즉. 첨삭 집합체, 첨삭복합체 또는 첨삭레이어링(Layering)에 의한 3차원[3D] 물체(B33Y) 기술분야에서 집중 연구가 되고 있는 것으로 분석됨
- 연도별 기술현황 변화추이를 보았을 때, 최근에는 (B33Y) 기술분야인 '첨삭가공, 즉. 첨삭 집합체, 첨삭복합체 또는 첨삭레이어링(Layering)에 의한 3차원[3D] 물체' 관련 분야와 (A23G) 기술분야인 '형상, 구조 또는 물리적 형태에 특징이 있는 것' 관련 분야에서 출원이 진행된 것으로 나타남

IPC - Sub Class	출원건수
(B33Y) 첨삭가공, 즉. 첨삭 집합체, 첨삭복합체 또는 첨삭레이어링(Layering)에 의한 3차원[3D] 물체	179
(C08K) 무기 또는 비고분자 유기 물질의 배합 성분으로서의 사용	12
(C08L) 고분자 화합물의 조성물(중합 단량체로 이루어진 조성물	3
(H05B) 전기 가열; 달리 제공되지 않는 전기 광원; 일반적인 전기 광원을 위한 회로 장치	2
(H05K) 인쇄 회로; 전기 장치의 케이싱 또는 구조적 세부; 전기 부품 조립체의 제조	2

(3) 기술 집중력 분석

- 주요출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단하는 것으로, 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우(CR1 지수는 50 이상일 경우, CR2 또는 CR3 지수는 75 이상일 경우) 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

* CRn(집중률지수, Concentration Ratio n) = (1위 출원인의 특허점유율) + ... + (n위 출원인의 특허점유율)

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	3D SYSTEMS	24	6.3	7	
	HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, L.P.	14	3.7	11	
	Z CORPORATION	12	3.1	14	
	한국생산기술연구원	10	2.6	17	4
	한국세라믹기술원	9	2.4	20	
	HRL LABORATORIES	7	1.8	22	
	UNITIKA	7	1.8	24	
	고려대학교	6	1.6	26	
	PROMERUS	6	1.6	27	
	쓰리디컨트롤즈	5	1.3	29	
	전체	381	100%	CR4 = 17	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	78	43.3	43.33	중소기업
	대기업	7	3.9		
	연구기관/대학	56	31.1		
	기타(외국인)	39	21.7		
	전체	180	100.0%	CR중소기업=43.33	

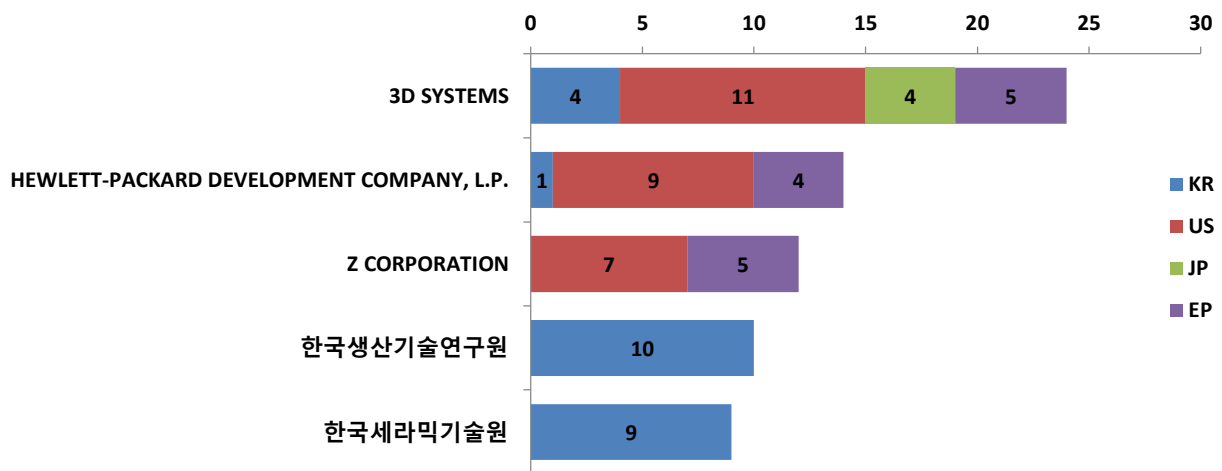
- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 17으로 독과점 정도가 낮은 수준으로 분석되어 주요 출원인들에 의한 기술 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 판단됨. 즉, 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목은 제품 구매자가 우위에 있는 기술 분야로 기업들 간의 경쟁 강도가 높고, 시장 진입 용이성이 높은 것으로 분석됨
- 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 43.3으로 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목에서 중소기업의 점유율은 높은 것으로 분석되고, 국내 시장에서 중소기업의 진입장벽은 높지 않은 것으로 판단됨

다. 주요 출원인 분석

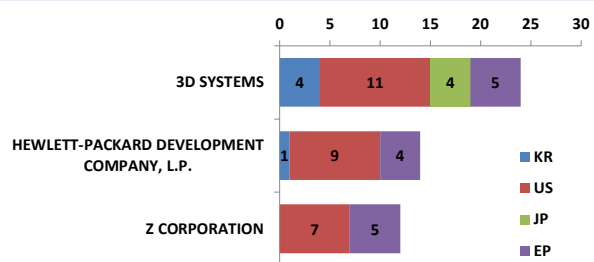
(1) 주요 출원인 동향

- 주요출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요출원인들이 고려하고 있는 주요시장국이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망
- 타 국가 대비 국내 기관 및 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 연구개발에 있어 비중 있는 사전 파악이 필요한 기관 및 기업 제시

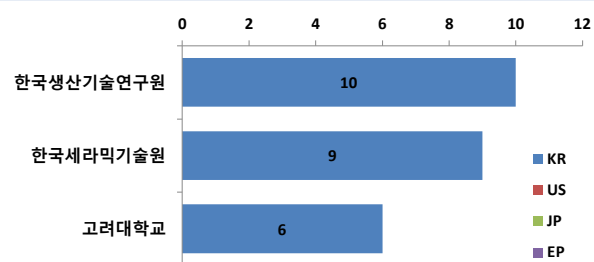
전체 주요출원인 동향



해외 주요 출원인



국내 주요 출원인



- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목의 전체 주요출원인(Top 5)을 살펴보면, 주로 미국 및 한국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 3D SYSTEMS인 것으로 나타남
- 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목 관련 국내 주요출원인으로 한국생산기술연구원 및 한국세라믹기술원이 도출되었으며, 한국에만 출원을 진행한 것으로 나타남
- 국내 주요출원인은 기업보다 국가연구기관의 출원인이 출원을 주도하고 있어, 국가 주도의 연구개발이 진행되고 있는 것으로 분석됨

(2) 주요 출원인 기술 키워드 및 주요특허 분석

- 주요출원인이 출원한 해당품목의 특허 기술 키워드 확인을 통해 출원인별 집중연구 분야를 파악할 수 있으며, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 주요특허를 사전검토 함으로써 주요출원인의 주력기술 분야를 예측

* 기술 키워드 분석범위 : 요약, * 키워드 구성 : 구문, * 키워드 출력 수 : 50개

* 주요특허 도출 기준 : 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 3D SYSTEMS

주요 키워드 및 주요특허 분석



- Dimensional Printing, Particulate Material, Powder Storage Module, Hydrogel Material, Build Module, Powder Layering, Lateral Location, Laterally Offset, Uncured Hydrogel Material, Cured Hydrogel Material

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 8167999 (2008.01.10)	Three-dimensional printing material system with improved color, article performance, and ease of use	3차원 인쇄에 의한 물품의 형성을 가능하게 하는 재료 시스템 및 방법이	90	7
US 9353284 (2014.03.14)	Three dimensional printing material system and method	3D 프린팅으로 물품을 형성할 수 있도록 재료 시스템 및 방법	36	5
US 8157908 (2011.01.28)	Three dimensional printing material system and method using peroxide cure	3차원 인쇄에 의한 물품의 형성을 가능하게 하는 재료 시스템 및 방법	18	8

- 3D SYSTEMS은 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 미국과 유럽을 위주로 출원을 진행하였으며, 라이닝 또는 피복, 즉 예비 성형된 층 또는 플라스틱의 피복에 적용하는 것 또는 그것을 위한 장치에 대한 높은 기술력을 보유한 것으로 조사됨

주요 키워드 및 주요특허 분석

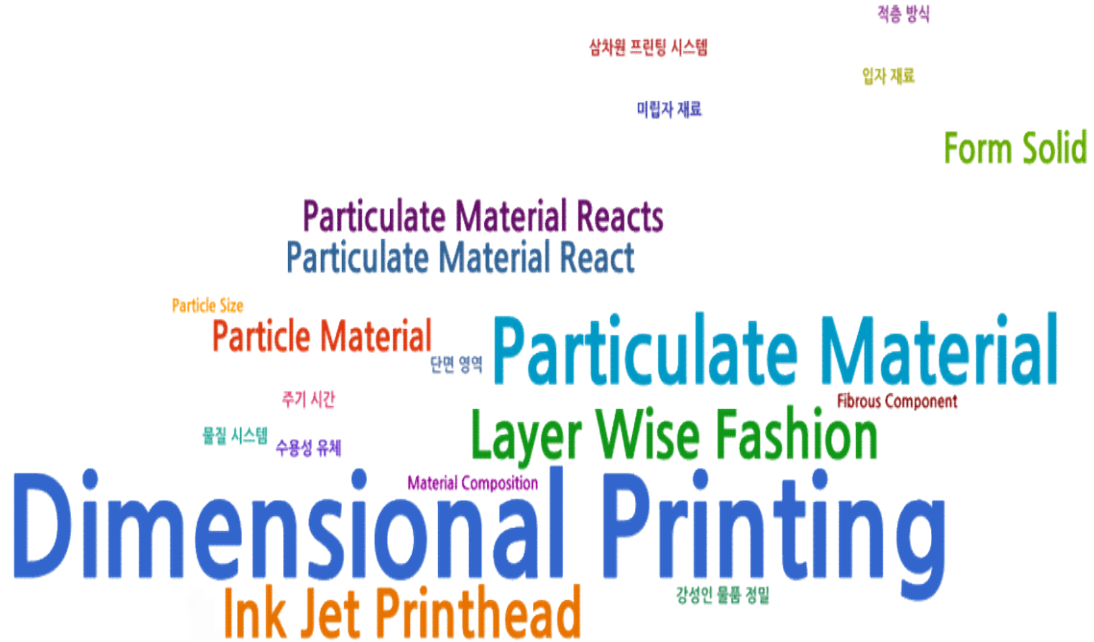


- 조형 재료, Dimensional Printer, Print Material Hopper, 보강 구조, Discharge Opening, Powdered Build Material, Build Material Container, Powder Bed Material, Print Material Shut, Discharge Print Material

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR 2207400 (2016.07.22)	분말 빌드 재료 취급(powder build material handling)	3차원 프린터를 위한 분말 빌드 재료 취급 시스템	1	8
EP 3448655 (2017.04.19)	3-dimensional printing method and 3-dimensional printing material set	인쇄된 부품을 3차원으로 인쇄하는 방법	0	8
US 11110660 (2016.07.22)	Powder build material handling	3차원 프린터용 분말 빌드 재료 핸들링 시스템	0	8

- HEWLETT-PACKARD은 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목과 관련하여 Top 2 출원인으로, 미국을 위주로 출원을 진행하였으며, 라이닝 또는 피복, 즉 예비 성형된 층 또는 플라스틱의 피복에 적용하는 것 또는 그것을 위한 장치에 대한 높은 기술력을 보유한 것으로 조사됨

주요 키워드 및 주요특허 분석



- Dimensional Printing, Particulate Material, Layer Wise Fashion, Ink Jet Printhead, Particle Material, Particulate Material React, Particulate Material Reacts, Form Solid, 미립자 재료, 입자 재료

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 7087109 (2002.09.25)	Three dimensional printing material system and method	3차원 프린팅 시스템 및 방법, 및 그로부터 제조된 물품	218	8
US 7569273 (2004.05.19)	Thermoplastic powder material system for appearance models from 3d printing systems	3차원 프린팅에 의한 물품의 형성을 가능하게 하는 재료 시스템 및 방법	173	11
US 6610429 (2001.04.10)	Three dimensional printing material system and method	3D 프린팅 재료 시스템 광고 방법 및 그로부터 제조된 물품	142	10

- Z CORPORATION은 부품/공정용 3D 프린팅 소재 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로, 한국을 위주로 출원을 진행하였으며, 모르타르, 콘크리트 또는 인조석, 조성물의 성질 또는 모르타르, 콘크리트, 인조석 또는 세라믹스의 후처리에 대한 높은 기술력을 지닌 것으로 조사됨

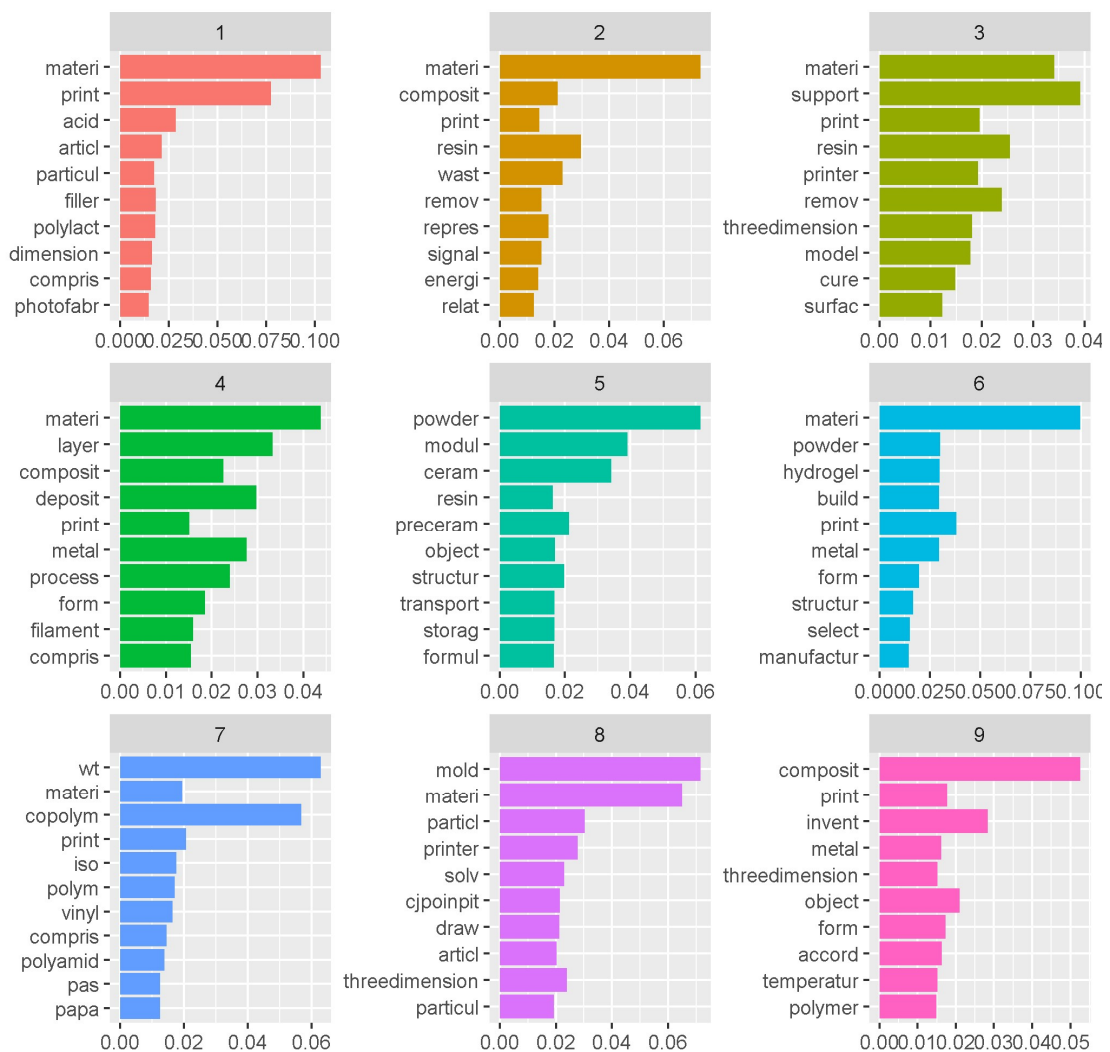
4. 전략품목 기술로드맵

가. 핵심기술

(1) 요소기술 도출

◎ 특허 키워드 클러스터링 기반 요소기술 후보도출

[부품/공정용 3D 프린팅 소재 토픽 클러스터링 결과]



* 출처 : 자체작성

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 후보도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	material print acid article filler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polylactic acid 3d printing material and preparation method therefor ▪ Three dimensional printing materials 	고함량 필러 3D 프린팅을 위한 고분산성 기술
클러스터 02	material resin waste composit repress	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3d printing waste material handling and transfer ▪ Photopolymerisable composition 	3차원 조형 후 후처리 공정기술
클러스터 03	support material resin remove print	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rapid photocuring 3d printer material box and 3d printer ▪ Self-modifying agitation process and apparatus for support removal in additive manufacturing and 3d printed material 	3D 프린팅 쾌속 광경화 기술
클러스터 04	material layer deposit metal process	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Method for producing a supply obtained from the recycling of plastic material of industrial and post-consumer residues ▪ to be used by 3d printers, Metal and ceramic composite joint prosthesis 	고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술
클러스터 05	powder module ceramic preceramic structure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formulations and methods for 3d printing of ceramic matrix composites ▪ Resin formulations for polymer-derived ceramic materials 	고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술
클러스터 06	material print powder hydrogel build	<ul style="list-style-type: none"> ▪ System and method for 3d printing with metal filament materials ▪ Method and extrusion apparatus for extrusion of fiber-reinforced plastic material for the additive manufacture of a component 	고분자 분말 복합재료를 이용한 3D 프린팅 기술
클러스터 07	wt copolymer print material iso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Use of molding materials based on vinyl aromatic/diene block copolymers for 3-d printing ▪ A vacuum conveyor for conveying granulate and/or powdery material 	고분자 분말 복합재료를 이용한 3D 프린팅 기술
클러스터 08	mold material particle printer threedimension	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Composite copper particle ▪ method of producing the same, and method of molding composite copper molded body using the same 	고분자 분말 복합재료를 이용한 3D 프린팅 기술
클러스터 09	composit invent object print form	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Method for preparing ferrite/reducing metal composite particles and method for preparing high temperature resistant stealth coating based on 3d laser printing ▪ Manufacturing of a ceramic article from a metal preform or metal matrix composite preform provided by 3d-printing or 3d-weaving 	3차원 구조체의 최종제품화를 위한 물성향상 및 신뢰성 확보 기술

* 출처 : 자체작성

◎ 특허 분류체계 기반 요소기술 후보도출

[IPC 분류체계에 기반 요소기술 후보도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B22F)금속 분말의 가공; 금속분말로부터 물품의 제조; 금속분말의 제조	(B22F-001) 금속분말의 특수처리, 예. 가공을 촉진하기 위한 것, 특성을 개선하기 위한 것; 금속분말 그 자체, 예. 상이한 조성의 입자의 혼합	고분자 분말 복합재료를 이용한 3D 프린팅 기술
	(B22F-003) 성형 또는 소결 방법에 특징이 있는 금속분말에서의 공작물 또는 물품의 제조; 특히 그것에 적합한 장치	고분자 분말 복합재료를 이용한 3D 프린팅 기술
(B28B)점토 또는 다른 세라믹 조성물; 웨이핑 슬래그; 시멘트질 물질을 포함하는 성형 혼합물, 예. 플라스터의 성형	(B28B-001) 재료로부터의 성형	고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술
(B29C)플라스틱의 성형 또는 접합; 소성 상태에 있는 물질의 성형으로서 달리 분류되지 않는 것; 성형품의 후처리, 예. 수선	(B29C-064) 첨가제 제조, 즉. 부가적 증착, 첨가제 응집 또는 첨가제 적층 (additive layering)에 의한 3차원 [3D] 물체의 제조, 예. 3D 프린팅, 광조형 또는 선택적 레이저 소결에 의한 것	3D 프린팅 쾌속 광경화 기술
	(B29C-067) 그룹 B29C 39	3차원 조형 후 후처리 공정기술
(C04B)석회; 마그네시아; 슬래그; 시멘트; 그 조성물, 예. 모르타르, 콘크리트 또는 유사한 건축재료; 인조석; 세라믹	(C04B-035) 조성에 특징을 갖는 성형세라믹제품; 세라믹조성(탄화물, 다이아몬드, 산화물, 붕화물, 질화물, 규화물에 결합된 유리금속, 예, 서메트(cermet). 또는 다른 금속화합물, 예. 산질화물 또는 황화물, 거시적인 강화제로서의 사용 이외의 유리금속을 함유하는 것 C22C); 세라믹제품의 제조전의 무기화합물의 처리분말	고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술
(C08F)탄소-탄소 불포화 결합만이 관여하는 반응으로 얻어지는 고분자 화합물	(C08F-002) 중합 방법	고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술
(C08K)무기 또는 비고분자 유기 물질의 배합 성분으로서의 사용	(C08K-003) 무기 배합 성분의 사용	고함량 필러 3D 프린팅을 위한 고분산성 기술
(C08L)고분자 화합물의 조성물	(C08L-067) 주사슬에 카르복실산에스테르 결합을 형성하는 반응으로 얻어지는 폴리에스테르의 조성물	고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술
(C09D)피복 조성물, 예. 페인트, 바니시 또는 락카; 충전용 반죽; 페인트 또는 잉크 제거제; 잉크; 수정액; 목재 물감(WOODSTAINS); 그 물질의 사용	(C09D-011) 잉크	고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술

* 출처 : 자체작성

◎ 최종 요소기술 도출

- ☐ 기술·시장 분석, 기술수요, 기술(특허)분석, 전문가 추천을 바탕으로 요소기술 후보 도출
- ☐ 요소기술 후보를 대상으로, 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술 확정

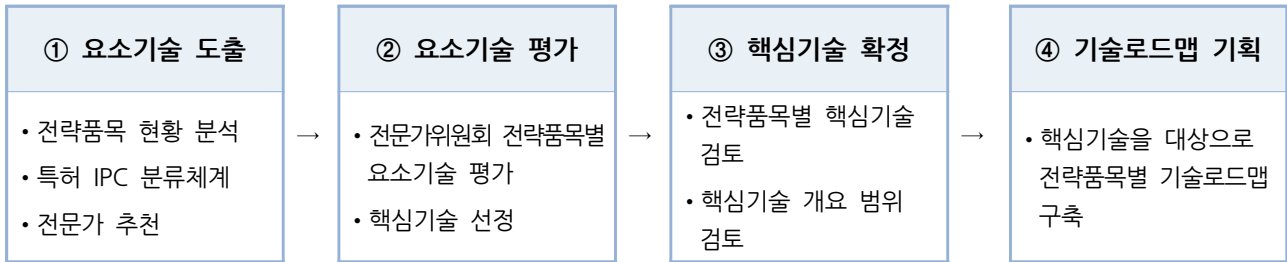
[부품/공정용 3D 프린팅 소재 요소기술 도출]

요소기술	출처
3D 프린팅 쾌속 광경화 기술	특허 클러스터링, IPC 분류체계
3D 프린팅에 의한 미세패턴 형성 기술	전문가추천
3D 프린팅 제품의 고강도화 기술	전문가추천
고함량 필러 3D 프린팅을 위한 고분산성 기술	IPC 분류체계
고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술	특허 클러스터링, IPC 분류체계
3차원 구조체의 최종제품화를 위한 물성향상 및 신뢰성 확보 기술	특허 클러스터링
3차원 조형 후 후처리 공정기술	특허 클러스터링, IPC 분류체계
고분자 분말 복합재료를 이용한 3D 프린팅 기술	특허 클러스터링, IPC 분류체계

(2) 핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 기술시장분석을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술 등을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 전문가위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성

[핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 프로세스]



(3) 핵심기술 리스트
















[부품/공정용 3D 프린팅 소재 핵심기술]

핵심기술	개요
3D 프린팅 쾌속 광경화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 자외선 광조사에 의한 쾌속 경화가 가능한 소재 조성물을 최적화하여 3D 프린팅과 동시에 경화가 일어나도록 유도하는 기술
3D 프린팅에 의한 미세패턴 형성 기술	<ul style="list-style-type: none"> 재활용 소재를 활용한 3D 프린팅용 소재 적용 및 3D 프린팅 구조체의 해체 후 재프린팅 가능한 소재 기술
3D 프린팅 제품의 고강도화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 3D 프린팅 제품의 집적에 따른 계면접착력 향상에 의한 압축강도 20MPa 구현 기술
고함량 필러 3D 프린팅을 위한 고분산성 기술	<ul style="list-style-type: none"> 고함량 필러 슬러리에 있어서 분산제에 의한 필러 분산성 향상 기술
고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술	<ul style="list-style-type: none"> 고분자-필러 복합재료의 고분산화에 따른 3D 프린팅 기술

나. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[부품/공정용 3D 프린팅 소재 기술개발 로드맵]

핵심기술	시스템 부품/공정용 3D 프린팅에 필요한 다양한 3D 프린팅용 소재 개발 및 기반 기술 고도화					최종 목표
	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	
3D 프린팅 쾌속 광경화 기술						30초 이내 경화가능 소재 적용 3D 프린팅 기술 개발
3D 프린팅에 의한 미세패턴 형성 기술						재활용 소재 50% 이상 함유된 3D 프린팅용 소재 개발
3D 프린팅 제품의 고강도화 기술						압축강도 20MPa 이상 가능한 3D 프린팅된 부품소재 개발
고함량 필러 3D 프린팅을 위한 고분산성 기술						필러가 고르게 분산된 3D프린팅용 복합소재 개발
고분자-필러 복합재료 3D 프린팅 기술						필러함량: 50% 이상

* 출처 : 자체작성

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[부품/공정용 3D 프린팅 소재 핵심기술 연구목표]

핵심기술	기술 요구사항	연차별 개발목표					최종목표	연계 R&D 유형
		1년차	2년차	3년차	4년차	5년차		
3D 프린팅 쾌속 광경화 기술	초속경화 (경화시간)	5분 이내	기능성 아크릴계 소재 적용 속경화기술 개발 (1분 이내)	투명성, 계면 특성이 우수한 광경화 3D 프린팅 소재 기술 (30초 이내)			30초 이내 경화 가능 소재 적용 3D 프린팅 기술개발	기술혁신
3D 프린팅에 의한 미세패턴 형성 기술	재활용소재 함량	폴리에스터계 재활용소재 함량 30% 이상		생분해성 재활용 고분자 함량 50% 이상			재활용 소재 50% 이상 함유된 3D 프린팅용 소재 개발	기술혁신
3D 프린팅 제품의 고강도화 기술	압축강도	8MPa	10MPa	12MPa	15MPa	20MPa	압축강도 20MPa 이상 가능한 3D 프린팅된 부품소재 개발	상용화
고함량 필러 3D 프린팅을 위한 고분산성 기술	고함량 필러 분산도	금속산화물 필러 분산도 60% 이상		탄소계 필러 분산도 80% 이상		기능성 필러 평균 분산도 90%이 상	필러가 고르게 분산된 3D프린팅용 복합소재 개발	산학연
고분자-필 러 복합재료 3D 프린팅 기술	고분자-필러 복합재료 필러함량	FDM 및 Binder Jet 3D 프린터 적용가능 복합소재 기술 (필러함량 40% 이상)			50%	50%	50% 이상	상용화

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ 3D 프린팅 산업의 특성상 적용 소재 및 3D 프린터 장비 자체도 매우 중요하므로 3D 프린터 개발기업과 관련 소재 기업의 공동연구가 개발 초기에 필요
- ☐ 3D 프린팅된 구조체의 물성을 엔지니어링 급으로 향상하는 소재 및 복합소재 연구가 필요함과 더불어 재활용 소재의 프린팅 및 3D 프린팅된 구조체의 재프린팅 할 수 있는 소재 개발도 필요
- ☐ 3D 프린팅된 구조체의 물성을 기존의 사출물과 같은 시험환경에서 평가하는 것은 개발 속도를 지연시킬 여지가 있으므로 따라서 새로운 3D 프린팅 구조체의 물성 인증 기술 개발 필수