

3D프린팅 기술 현황

- 소재산업을 중심으로

〈목 차〉

- I. 제품개요
- II. 업계동향
- III. 기술경쟁력
- IV. 당행 대응전략

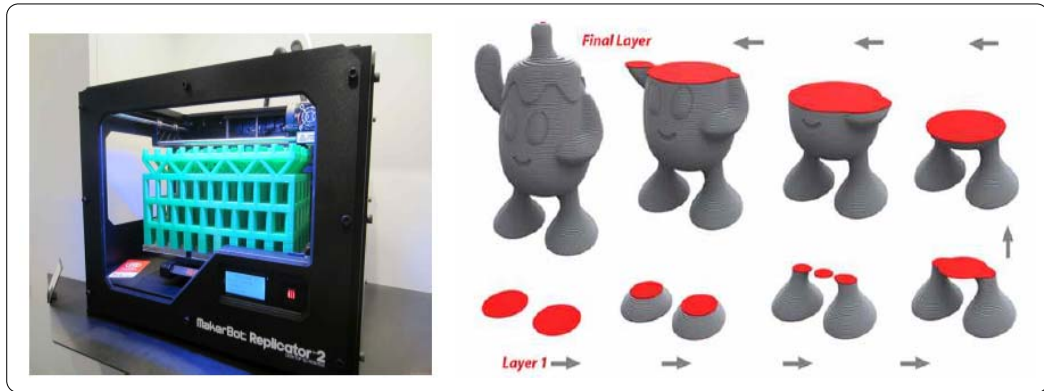
I 제품개요

1. 3D프린팅 개요

- 3D프린팅은 분말, 액체, 고체(실, 와이어, 펠릿) 형태의 특정 물질을 한 층씩 쌓아올려 3차원 형태의 입체물을 제조하는 것임
 - 구현하고자 하는 물체를 3차원 그래픽 설계를 통해 가상의 물체로 디지털화한 후, 매우 얇은 단면(약 0.015~0.10mm)을 한층씩 형상을 쌓아 결과물을 만들어 냄
 - 적층제조(AM : Additive Manufacturing)라고도 불리며, 입체물을 기계가공 등을 통하여 자르거나 깎는 절삭가공(Subtractive Manufacturing) 제조방식과 반대되는 개념임

* 본고는 기술평가부 고재경 연구원이 집필하였으며, 본고의 내용은 집필자의 견해로 당행의 공식입장이 아님

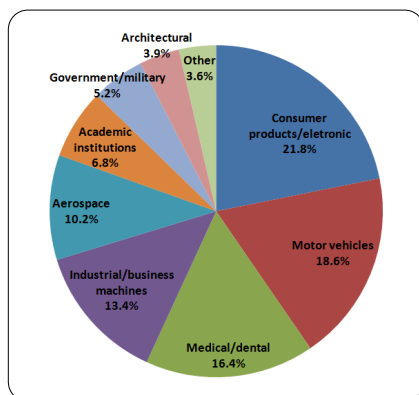
3D프린터와 기본원리



자료 : 최성권(2010), “신속조형기술 RP활용가이드”

- 3D프린팅은 '84년 최초로 개발된 이후 '00년대까지 단순히 제품모형 및 시제품 제작에 일부 사용되었으나, 최근 기술진보 및 경제성확보 등으로 활용범위가 확대되며 광범위한 영향력을 가지게 됨
- 3D프린팅은 '12년 기준으로 소비자·전자(21.8%), 자동차(18.6%), 메디컬·덴탈(16.4%), 산업기계·사무기기(13.4%), 항공·우주(10.2%) 등 다양한 산업분야에 적용되며, 기능성 부품 제조에 주로 활용되고 있음

3D프린터의 적용분야



3D프린터 활용사례

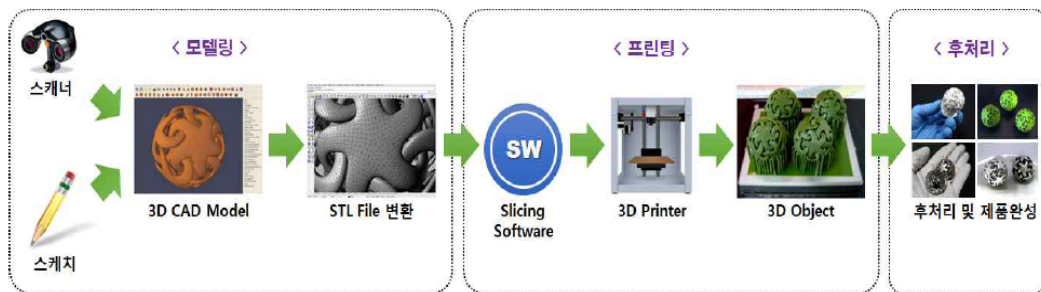
구분	사례			비고
소비자	<식품> (일본, FabCafe) 사람모양 젤리	<완구> (미국, Sandbox) 캐릭터 미니이저 제작	<주얼리> (캐나다, Pop Factory) 의제서리 제작	다품종 소량생산
주력산업	<자동차> (미국, Kor Ecologic) 3D프린터로 Body를 제작	<항공> (중국, AMC 레이저) 전투기용 티타늄 부품	<기계> (캐나다, Solid-Ideas) 정밀기계 제작	생산 공정 시간·비용 절감
의료메디컬	<인공 장기> (미국, Organovo) 인공 간세포	<수술용 인공기관> (미국, 켈스스 의대) 기관지 이식	<치아 임플란트> (이스라엘, AB-Dental) 수술용 가이드	환자 맞춤형 의료 서비스

자료 : Wohlers Associate(2013)

미래창조과학부 및 산업통상자원부(2014), “3D프린팅 산업 발전전략”

- 3D프린팅은 제품을 설계하는 모델링 공정, 디지털화된 모델을 적층하여 입체물을 만드는 프린팅 공정, 최종적으로 표면을 연마하거나 염색하는 후처리 공정의 3단계로 나눌 수 있음
 - 전 공정을 처리하기 위해서는 광학기술, 전기·전자, 기계, 소프트웨어, 재료 등 종합적인 기술력이 필요한 분야임

3D프린팅 공정



자료 : 미래창조과학부 및 산업통상자원부(2014), “3D프린팅 산업 발전전략”

- 3D프린팅은 '14년 혁신을 유발할 것으로 예상되는 12개 기술 중 하나로 선정되었으며, 세일가스·타이트오일 관련 기술보다 큰 경제적 파급효과가 예상되고 있음
 - 3D프린팅 기술의 경제적 파급효과 크기는 가정용 3D프린터, 맞춤형 고부가 산업용 부품, 공구 및 금형 순으로 예상되며, '25년 시장규모는 약 230~550억 달러로 추정되고 있음¹⁾
 - 3D프린팅 기술의 경제적 파급효과는 소비패턴 변화, 창업 활성화, 신제품·서비스 창출 및 생산성 증가를 중심으로 전개될 것으로 전망되고 있음

1) 한국기계연구원(2014), “글로벌 3D 프린터산업 기술동향 분석” 재인용

맥킨지가 선정한 12대 기술의 '25년 경제적 파급효과

(단위 : 십억 달러)

번호	기술명	경제적 파급효과	
		최소	최대
1	모바일 인터넷(Mobile Internet)	3,700	10,800
2	지식 노동의 자동화(Automation of Knowledge Work)	5,200	6,700
3	사물인터넷(Internet of Things)	2,700	6,200
4	클라우드 기술(Cloud Technology)	1,700	6,200
5	첨단 로봇(Advanced Robotics)	1,700	4,500
6	자율적 운송수단(Autonomous and Near-autonomous Vehicles)	200	1,900
7	차세대 지노믹스(Next-Generation Genomics)	700	1,600
8	에너지 저장장치(Energy Storage)	90	635
9	3D프린팅(3D Printing)	230	550
10	첨단 재료(Advanced materials)	150	500
11	첨단 원유·가스 탐사 및 복구(Advanced Oil & Gas Exploration & Recovery) (글로벌 셰일가스·타이트오일 개발)	95	460
12	재생에너지(Renewable Energy) - 태양광, 풍력	165	275
계		16,630	40,320

자료 : 한국기계연구원(2014), "글로벌 3D 프린터산업 기술동향 분석"

2. 3D프린팅 산업의 특성

- 3D프린팅은 다품종 소량생산과 개인 맞춤형 제작이 용이한 산업으로, 규모의 경제와 저임 노동비 우위를 가진 전통적인 방식과 다른 형태의 생산/유통/소비 방식을 탄생시키고 있음
 - 3D프린터는 시제품의 제작비용 및 시간 절감, 다품종 소량 생산, 제조공정 간소화 등 많은 장점을 보유하고 있음
 - 단, 시제품이 아닌 일반제품의 생산과 관련하여 긴 제조시간 및 고비용 등의 한계로 일반제품의 대량생산을 대체하기는 어려울 것으로 보임

기존 제조방식 vs 3D프린팅 제조방식

	기존 제조공정	3D프린팅 제조공정
제조 방식	금형을 이용하여 주조 등으로 부품을 생산하고 이를 조립하여 완성품 제작	원료를 한 층씩 적층하여 조립공정 없이 최종 완성품 제작
장점	- 대량생산에 유리 - 단순 형상의 제품제작 용이	- 다품종 소량 생산에 유리 - 복잡한 형상의 제품제작 용이 - 1개 장비로 다양한 제품 생산 - 시제품의 제작비용 및 시간 절감
단점	- 제품별로 서로 다른 금형, 생산라인 등이 필요 - 조립 등의 추가공정이 필요	- 일반제품 제조시간은 오래 걸림 - 표면의 정밀도가 다소 떨어짐

자료 : 한국산업은행 기술평가부

- 3D프린팅을 통한 제조방식은 미리 재고를 확보해둘 필요 없이 맞춤형 주문생산이 가능하여, [생산 → 유통 → 소비]의 산업체계를 [소비 → 생산 → 유통]의 순서로 바꾸어 선주문, 후생산하는 방식으로 제조업을 확장시킴
- 3D프린팅은 제조업의 혁신 뿐 아니라 투자, 판매, 재무관리 등의 전 단계에 변화를 가져올 수 있는 기회를 제공하고 있음
- 3D프린팅은 금형 투자의 고정비용을 낮춰주고 시장에서의 반응을 살펴보기 위한 소량 생산을 가능케 하며, 재고자산을 줄여주어 경영리스크를 감소시켜줄 수 있음
- 업체 뿐 아니라 관련된 채권자, 투자자 등의 입장에서조차 사업리스크를 경감시켜준다는 점에서 여신, 투자 등의 의사결정 방식에 영향을 줄 수 있을 것임

전통제조업과 3D프린팅을 통한 제조업 비교

	투자	생산	판매	재무 관리
전통 제조업의 한계	금형비 비용 및 디자인 자유도 측면에서 제품 개발 단계의 가장 큰 걸림돌 수천만원에서 수억원에 이르는 금형 제작 비용 및 수개월의 제작 기간 금형으로 구현 가능하고 경제적인 디자인으로 타협 필요	재고관리비 부품과 완제품의 적정재고 운영 필수 재고유지 및 주문비용, 이에 따른 기회비용 부품수급(SCM) 다수의 부품을 제작, 수급하여 조립하므로 SCM 비용이 높고 복잡	최소 주문 비용타산이 맞지 않는 소량주문고객 판매 불가능 고객만족도 맞춤형 제품의 높은 가격 제조공정의 한계로 Optimum design 구현 불가능	투자의사 결정 높은 초기 투자비용에 따른 의사결정 어려움 및 투자비 회수관리 재고자산의 회수 불확실성 현금유동성에 악영향 중소기업의 경우 흑자도산의 원인이 되기도 함
3D 프린팅이 바꾸는 제조업	금형 투자의 고정비용을 낮춰 소량 생산 가능 금형의 디자인 한계를 없앴	주문제작으로 재고 수준 낮춤 부품을 통합하여 조립 비용 절감 SCM 단순화	최소 주문 수량 감소 Mass customization 향상된 성능과 디자인	투자 실패 리스크 감소 회수 불확실 자산의 감소로 경영 리스크 감소

자료 : KT경제경영연구소(2012), "ICT와 3D프린팅에 의한 제3차 산업혁명"

3. 3D프린팅 기술현황

1) 3D프린팅 기술분류

- 재료의 종류와 적층하는 방식에 따라 다양한 기술유형이 존재하며, 적층방식에 따라서 구분하면 압출형, 광조형, 소결형, 고에너지형, 층층형 등이 있음
 - 현재는 정밀성 및 효율성 등이 높은 소결형의 SLS(Selective Laser Sintering), 압출형의 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식이 주류를 이루고 있는 상황임
 - SLS는 원료를 레이저로 가열하는 소결²⁾방식의 적층방법으로, 높은 정밀성과 다양한 원료 사용 등의 장점이 있음
 - FDM은 수지 등의 원료가 녹아 노즐을 통해 압출되어 경화된 얇은 막을 쌓아가는 방식으로 제작비용과 시간 면에서 효율적임
 - ※ 재료의 종류에 따른 분류는 이번 조사 대상으로서, 뒷부분에서 자세히 살펴보기로 함

2) 재료가 압축·가열되어 녹으면서 서로 결합이 일어나며 고형화되는 현상

3D프린팅 기술 분류

적층방식	기술 원리	기술명	재료
압출형 (Extrusion)	가열된 노즐을 통해 재료가 압출되어 나오면서 경화된 층을 쌓는 방식	FDM	수지, 금속
분사형 (Jetting)	액체 원료를 고압으로 분출시키는 방식	Polyjet	수지
광조형 (Light Polymerized)	액체 재료가 원하는 형상에 맞게 조사된 빛에 의해 부분적으로 경화되는 방식	SLA DLP	수지
소결형 (Sintering)	편평하게 깔린 재료에 부분적인 용융이 일어날 정도로 가열하여 경화시키는 방식	SLS	수지, 금속, 세라믹
고에너지형 (Directed Energy Deposition)	레이저 등의 고출력 에너지를 통해 재료의 분사와 동시에 재료를 완전히 녹여서 결합시키는 방식	DMT DMD	금속
층층형 (Laminated)	필름형태의 재료를 한 장씩 놓고 모양대로 잘라낸 후 접착제 등을 통해 쌓아가는 방식	LOM	수지필름, 종이

주 : FDM(Fused Deposition Modeling), SLA(Stereolithography), DLP(Digital Light Processing), SLS (Selected Laser Sintering), DMT(Direct Metal Tooling), LOM(Laminated Object Manufacturing)

자료 : 한국산업은행 기술평가부

2) 소재별 3D프린팅 기술

- 3D프린팅에 활용되는 소재는 수지, 금속, 종이, 목재, 식재료 등 매우 다양하며 액체, 파우더, 고체 등 사용하는 재료의 형태에 따라 조형성, 견고함 등의 특성이 상이함
 - 액체 기반의 방식들은 정확한 조형이 가능하다는 장점이 있으나 내구성이 떨어진다는 단점이 있음
 - 파우더 기반 방식은 다양한 원료의 사용이 가능하며 액체 기반의 방식보다 결과물이 견고하다는 장점이 있음
 - 고체 기반 방식은 낮은 제조단가와 내습성 등의 장점을 보유하였으나 열에 다소 취약한 편임

재료 형태에 따른 3D프린팅 기술 분류

형태	재료 종류	특성	기술 사례
액체	액체 형태의 수지	뛰어난 표면과 미세형상 구현이 가능하나 내구성이 다소 떨어짐	3D systems(美)의 SLA
분말	수지, 모래, 금속 성분의 가루	다양한 재료의 선택이 가능 하며 높은 정밀도, 견고함 등의 장점을 보유	3D systems(美)의 SLS EOS(獨)의 SLS
고체	와이어, 필라멘트 형태의 수지	낮은 제조단가, 내습성 등의 장점을 보유하였으나 정밀성 면에서 다소 떨어짐	Stratasys(美)의 FDM
	왁스 성질을 가진 패럿	매끄러운 표면, 신속성, 정밀성, 다양한 복합재료 사용 등의 장점을 보유	Stratasys(美)의 Polyjet
	얇은 플라스틱, 종이 필름 형태의 재료	재료비가 매우 저렴하고 대형 제품의 제작이 가능하나 내구성이 떨어짐	Helisys(美)의 LOM

자료 : KB금융지주경영연구소(2013) 자료 재구성

- 주요 소재로는 수지와 금속이 사용되고 있으며, 수지를 활용한 3D프린팅은 기술적 완성단계로 주로 저가형(가정용)에 적용되고 있고, 금속의 경우 기술개발 초기단계로 고가형의 산업용 프린터에 주로 사용되고 있음
 - 수지의 경우 플라스틱, Glass, CFRP와 같은 복합재료 등 거의 모든 재료가 사용되어 시제품, 완구 등에 적용되고 있으며, 기술적으로 완성단계에 있음
 - 금속의 경우 알루미늄, 티타늄이 많이 사용되어 의료, 기계부품 등에 적용되고 있으며, 이종재료 적층, 고정밀 적층, 적층율 향상 등에 초점을 맞춘 기술개발 초기단계에 있음

3D프린팅 소재의 적용

소재	종류	적용 제품	비고
수지	폴리스티렌, 나일론, ABS 등	패션, 완구, 시제품	기술개발 완성단계
금속	티타늄, 알루미늄, 코발트, 철 등	금형, 기계부품, 의료	기술개발 초기단계
기타	종이, 목재, 식재료, 고무 등	건축, 음식	-

자료 : 한국산업은행 기술평가부

II 업계동향

1. 기술개발 및 연구 동향

1) 글로벌 기술개발 및 연구 동향

- 3D프린팅 관련 특허출원은 '05년까지 19건에 불과하던 것이 '06~'11년 59건이 출원되면서 증가 추세를 보이고 있고, 다양한 원료물질이 개발되면서 적용 분야가 확대되고 있음³⁾
 - 특히, FDM 특허가 만료된 이후 저가 프린팅 장비가 시장에 등장하여 대중화가 확산되고 있음

3D프린팅 대표기술 만료시기 및 파급효과

대표기술	만료시기	파급효과
SLA(美)	'04.08월	최초 특허 만료로 관심증대 및 가격인하
FDM(美)	'09.10월	3D프린팅 대중화(ReaRap 확산)
SLS(美)	'14.02월	주요 공정특허 만료로 제2차 확산
DMLS(美)	'14.08월	Metal 3D프린팅 확산 예상
3DP(美)	'14.09월	트루컬러 구현 3D프린팅 확산 예상


자료 : 미래창조과학부 및 산업통상자원부(2014), "3D프린팅 산업 발전전략"

- 기술관련 주요 이슈로는 핵심 특허권의 만료, 위상기하학 최적화, 새로운 프로세스 기술개발, 금속물질의 개발 및 진화 등이 있음
 - 기존의 특허가 만료됨에 따라 이를 발전시키거나 새로운 방식의 기술을 개발하려는 노력이 진행되고 있음
 - 위상기하학 최적화는 수학적 계산을 통해 구조를 설계하고 재료를 배치하여 강도, 중량, 소요시간 등을 개선시키는 기술임

3) 정보통신산업진흥원(2013), "3D프린팅 산업 동향"

- 기술개발 초기단계인 금속 소재의 기술개발이 빠르게 진행되고 있으며, 수요산업과 연계된 다양한 소재가 등장하고 있음
- 기본 재질을 여러 층으로 구성하여 물리적 특성을 결과물에 부여하는 연구 등이 수행되고 있음

기술관련 주요 이슈

핵심 특허권의 만료	<ul style="list-style-type: none"> • Scott Crump가 출원한 FDM 제조방식의 원천기술 특허권이 만료되었을 때 오픈소스 프로젝트인 RepRap과 같은 시스템이 가능해졌으며, 그 결과 2011년 2만대 이상의 개인용 3D 프린터가 보급되었음 • Texas 주립대학과 Carl Deckard 교수가 보유한 SLS 기술 특허권이 2014년 만료 예정으로, 새로운 발전이 이루어질 것으로 예상
위상기하학 최적화 (Topology optimization)	<ul style="list-style-type: none"> • 수학적 계산을 통해 재료를 배치하여 제품의 강도, 중량, 소요시간을 획기적으로 개선시키는 기술 • 전통 제조 방식에서는 비싸고 불가능했으나 3D 프린팅에서는 가능
	 <p>항공기 엔진 부품에 사용된 금속 경험</p>
	<p>(뒤) 예전 방식 디자인 (앞) 예전과 동일한 강도를 갖지만 중량은 절반으로 줄인 디자인</p>
새로운 프로세스 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • Loughborough 대학의 레이저 용형기술: 현재의 SLS 기법보다 빠른 속도 • LuXeXcel 그룹의 Printoptical 기술: 사후 프로세스 생략 가능
금속 물질의 진화	<ul style="list-style-type: none"> • 플라스틱에 이어 최근 금속 물질 기술이 빠르게 발전 • 연철 물질과 동일하나 주물 성분의 강도를 뛰어넘는 다양한 재료 등장 (알루미늄 합금, 티타늄 합금, 니켈 성분 초합금 등)

자료 : KT경제경영연구소(2012), "ICT와 3D프린팅에 의한 제3차 산업혁명"

- 글로벌 기술개발 동향으로는 제조시간 단축, 가격경쟁력 강화, 정밀성 향상, 금속소재 개발 등으로 상용화 단계를 가속시키기 위한 3D프린팅 기술을 개발하는 것이 추세임
 - 미국에서는 3D프린팅 기술을 적용하여 반도체 제조기술을 상용화 단계에 진입시켰고, 시제품으로 배터리를 제조함
 - 독일에서는 인공혈관을 만드는데 성공하여 의료분야 기술에 상당한 역량을 축적하고 있음
 - 영국에서는 3D프린팅 기술을 적용하여 티타늄으로 항공기 부품을 제조하는 방법을 개발하고 있음

2) 소재분야 기술개발 동향

- 최근 개발이 진행되고 있는 3D프린팅의 소재는 금속 분야에 집중되고 있으며, 주로 티타늄합금과 초내열합금 등과 같은 고부가가치 소재가 주로 연구되고 있음
 - 한 예로 티타늄으로 항공용 부품인 Bracket 제조시 기존 가공법(절삭)으로는 손실되는 원료가 많아 원가상승의 주요원인이 되지만, 3D프린팅을 적용시 버려지는 원료를 약 1/30로 줄일 수 있음⁴⁾
 - 이에 따라 저비용으로 고품질의 티타늄 분말을 제조하는 기술개발이 지속적으로 요구되고 있음

3D프린팅용 소재 기술개발

	단 기	중 장 기
분야	항공, 자동차 등의 고부가가치 부품	의료, 바이오 분야의 기능성 제품
소재	티타늄 합금, 금속세라믹 복합소재, 탄소 폴리머 등	인공장기용 생체친화성 소재, 약품용 바이오 소재 등

자료 : 한국산업은행 기술평가부

- 단, 금속소재의 특성상 높은 가격, 가공방법, 소결온도 및 폭발 위험성 등으로 인해 산업용으로 주로 활용되어 개인 용도로의 확산은 상대적으로 느릴 것으로 예상
 - 수지 소재 시장은 이미 미국, 유럽 등 선진국들의 주도하에 선점되어 있으며, 가격 또한 개인용으로 사용될 수 있는 수준으로 내려옴

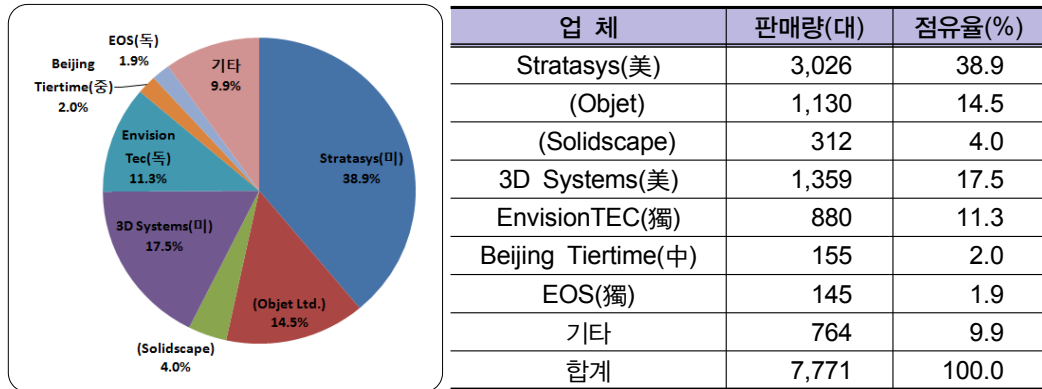
4) 미래창조과학부(2014), “3D프린팅 산업 발전전략”

2. 세계 시장동향 및 전망

- 3D프린팅 시장은 개인용, 산업용으로 분류할 수 있으며 '12년 기준으로 산업용 3D프린팅 시장의 규모가 개인용 대비 약 18배⁵⁾ 이상 큰 것으로 추정되고 있음
 - 산업용 및 개인용 3D프린팅 모두 소수 선두업체들이 시장의 약 70% 이상을 과점하며, 장비업체가 직접 소재개발을 통해 소재 공급까지 주도하고 있는 상황임
- 산업용 3D프린터 시장은 최근 3년간 연평균 성장률(27.4%)이 10년간 연평균 성장률(17.1%)을 압도하며, '05년 이후 서비스시장 증가율이 제품시장 증가율을 추월하는 양상을 보임
 - '12년 글로벌 산업용 3D프린터 산업 총 규모는 약 22억 달러로, 그 중 제품시장 규모는 약 9억 9,000만 달러, 서비스시장 규모는 약 12억 1,000만 달러로 예상됨
 - 제품시장은 프린터 장비, A/S 부품, 시스템 유틸리티, 재료 등을 포괄하며, 서비스시장은 프린팅 대행, 유지보수, 사용자 훈련, 세미나, 출판, 컨설팅 등을 포괄함
 - '12년 산업용 3D프린터의 보급대수는 약 56,800대를 돌파하였으며, '12년 판매대수는 약 7,700대 수준임
- 산업용 3D프린터 시장은 M&A를 통해 성장한 Stratasys(美)와 3D Systems(美) 양사의 과점 체계가 구축되어 있음
 - 업계 1위 Stratasys(美)는 '11년 5월 Solidscape(美), '12년 5월 Objet(伊)을 인수하며 전체 시장규모의 절반 이상을 차지하고 있음
 - 업계 2위 3D systems(美)는 SLA와 SLS 기술에 대한 원천특허를 보유하고 있으며, '11년 이후에만 25건의 M&A를 통해 시장 점유율을 확대 중임

5) 기준년도를 동일하게 적용하지 않았으나, '12년 개인용 3D프린터 시장의 규모가 '13년(1.2억 달러)보다 적거나 비슷할 것으로 예상하여, '13년 개인용 3D프린터 시장과 '12년 산업용 3D프린터 시장(22억 달러)을 비교하여 계산하였음

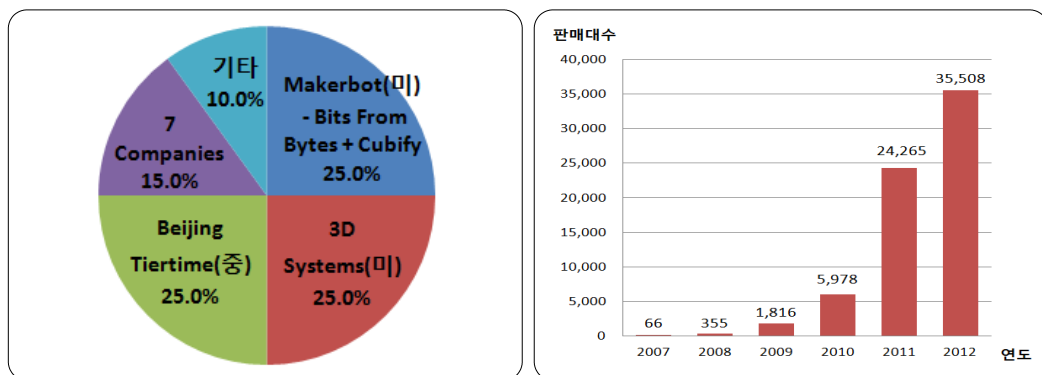
산업용 3D프린터 시장 점유율 및 판매현황('12년)



자료 : 한국기계연구원(2014), “글로벌 3D 프린터산업 기술동향 분석”

- 개인용 3D프린터 시장은 '13년 1억 2,000만 달러로 절대 규모는 미미하나, '10년 이후 높은 성장세를 기록하며 '12년 보급대수 35,000대를 돌파하였음
- 개인용 3D프린터 시장은 산업용 제품 시장에서 지배적인 위치를 차지하고 있는 기업의 자회사들이 시장을 주도하고 있는 상황임
 - Stratasys(美)가 인수한 MakerBot(美)과 3D systems(美)의 자회사 (Bits From Bytes, Cubify), Beijing Tiertime(中) 3사가 전체 시장의 절반을 차지하고 있음

개인용 3D프린터 시장 점유율 및 판매현황('12년)



자료 : 한국기계연구원(2014), “글로벌 3D 프린터산업 기술동향 분석”

3. 국내시장 및 주요업체 현황

- 국내 시장규모는 아직 미미한 수준으로 3D프린터 장비의 경우 '12년 기준 약 300억원이며, 전년대비 약 30% 증가 하였으나 대부분 고가의 산업용 장비를 수입(약 90%)하고 있음⁶⁾
 - 제작대행, 콘텐츠 유통 등 서비스 거래시장이 성장 중인 해외와 달리, 국내에서는 장비 공급업체 주도의 활용교육, 컨설팅 제공이 중심임
 - 소재 또한 장비와 소재를 연계하여 판매하는 산업구조로 인해 대부분 해외수입에 의존하고 있는 상황임
- 국내 3D프린터를 제조하는 업체로는 (주)캐리마, (주)인스텍, (주)로킷 등 소수의 업체가 시장에 참여하고 있음
 - 이외에도 개인용 3D프린터를 제작하는 오픈크리에이터, 윌리봇이 있으며, 3D 설계 소프트웨어 기술을 보유한 (주)아이너스기술 등이 있음
 - (주)아이너스기술은 우수한 3D 소프트웨어 기술력을 인정받아 '12년 3D Systems(美)에 약 3,500만 달러에 인수되었음
- (주)캐리마는 기계적인 구조가 복잡하지 않은 DLP⁷⁾방식의 산업용 프린터를 제조하고 있으며, 아크릴, 에폭시 등 5종의 광경화성 소재를 자체적으로 개발하여 생산·판매하고 있음
 - 핵심부인 DLP모듈은 외부(Texas Instrument)에서 구입하여 사용하고 있으며, 수출 실적을 늘리며 성장 중이나 '12년 매출규모는 약 16억원 수준으로 미미한 편임
- (주)인스텍은 대부분 기술을 자체적으로 개발하는데 성공한 것으로 알려져 있는 산업용 3D프린터 제조업체로, DMT(Directed Metal Tooling) 원천기술을 보유하고 있음

6) IRS Global(2013)

7) DLP(Digital Light Processing) : 초소형 거울이 신호에 따라 반사각도를 조절하며 이미지의 고정밀 표시를 구현하는 기술로, 캐리마는 디지털 현상기를 제작하였던 기존 기술을 바탕으로 3D프린터 산업에 진출하였음

- 고에너지형(Directed Energy Deposition) 기술을 미국에 이어 세계에서 2번째로 개발한 것으로 알려져 있으며, LG전자(주), 현대자동차(주) 등 전자·자동차·의료 등 다양한 분야에 장비를 납품하고 있음
- SLS는 금속분말을 층 단위로 넓게 깔고 레이저를 선택적으로 조사하는 기술이며, 이와 달리 DMT는 원료를 공급하는 동시에 고출력 레이저를 통해 바로 용융·경화시키는 기술임

SLS 기술 vs DMT 기술

	SLS	DMT
기술개요	금속분말을 편평하게 깔고 레이저를 선택적으로 조사하면, 금속분말이 국부적으로 소결되어 금속층을 제작	조형과정에서 금속분말을 실시간에 공급하는 동시에 레이저를 조사하여 정밀한 금속층을 제작
해당기술 보유업체	3D systems(美), EOS(獨), Phoneix(佛), Arcam(瑞) 등	인스텍(韓), Optomec(美), POM(美) 등
사용원료	Binder로 둘러싸인 특수 금속분말	일반 산업용 금속분말

자료 : (주)인스텍 자료 재구성

- (주)로킷은 오픈소스 기반으로 제작된 FDM 방식의 개인용 3D프린터를 제조하고 있는 업체로, 포토샵과 유사한 기능의 소프트웨어 공급으로 시장 확대를 추진 중임
 - 주요 제품인 ‘에디슨 듀오’의 가격은 약 190~200만원으로 2가지 색상의 프린팅이 가능하며, 재료는 우드, 나일론, 수용성 필라멘트 등을 사용하고 있음

III 기술경쟁력

1. 3D프린팅 핵심기술

- 3D프린팅은 모델링, 프린팅, 후처리, 소재 등의 분야에서 아래와 같은 핵심 요소기술이 있음
 - 모델링 공정은 CAD 등의 컴퓨터 그래픽 설계 프로그램을 이용해 물체의 모양을 3차원으로 구성하는 단계로, 물체를 스캔하거나 디자인하여 데이터로 변환하는 기술이 필요함
 - 프린팅 공정은 디지털화된 파일을 불러들여 무수히 많은 얇은 층으로 데이터를 분석하고 조형을 하는 단계로, 해상도 및 제조시간 등을 개선시키기 위해 필요한 기술임
 - 원료를 데이터 분석에 따른 위치에 맞게 분사하고, 이를 경화시키기 위해 필요한 에너지를 제어하는 난이도 높은 기술을 필요로 함
 - 후처리 공정은 표면의 불순물을 제거하거나 매끄럽게 하는 과정으로 코팅, 페인팅 과정을 거쳐 결과물로 완성되며, 최근 프린터에 후처리 공정을 일체화시킨 기술이 개발되고 있음
 - 소재 분야는 프린팅 공정에서 사용되는 기술의 방식과 수요산업에서 필요로 하는 제품에 맞추어 개발이 필요하며, 고부가가치를 창출하는 합금, 바이오 소재 위주로 연구가 되고 있음

3D프린팅 분야에 따른 요소기술

분야		요소 기술
모델링(소프트웨어)		3D디자인 변환, 3D 스캐닝, 3D디자인 SW 등
프린팅	분사·인쇄기술	미세노즐, 미세분사기술 등
	에너지원	에너지원(열, 레이저, 전자빔 등)출력 및 조절기술
	위치·제어기술	정밀 위치제어, 고속제어 기술 등
후처리		착색, 연마, 표면재료증착 기술 등
소재		적정용점 및 경화 제어기술 등

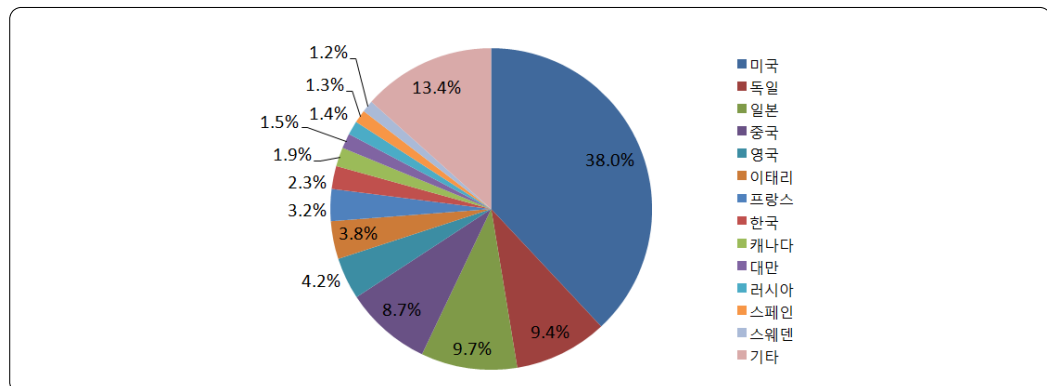
자료 : 미래창조과학부 및 산업통상자원부(2014), “3D프린팅 산업 발전전략”

2. 기술경쟁력

1) 국내의 3D프린팅 기술 수준

- 국가별로 3D프린팅 기술을 활용하는 수준은 미국, 일본, 독일, 중국 순으로 활용도가 높으며, 한국의 경우 약 2.3%의 미미한 수준으로 지원과 개발이 많이 뒤쳐져 있는 상황임
 - 한국산업기술평가관리원에 따르면, 플라스틱 기반 시장은 국내 기술수준이 세계수준에 10년 이상 뒤쳐져 있는 것으로 조사되었음

국가별 3D프린팅 기술 활용도(설치대수)



자료 : Wohlers Associate(2012)

- 장비의 경우 글로벌 선도기업이 핵심 원천기술(SLS, SLA)을 주도 중이며, 국내는 고부가가치 장비개발을 위한 기술력이 다소 미흡한 편임
 - 단, DMT 원천기술을 보유한 (주)인스텍이 산업용 고부가가치 장비를 지속적으로 개발하고 있으며, 고에너지형(Directed Energy Deposition) 기술 선두업체인 Optomec(美)과의 기술격차는 크지 않을 것으로 예상됨
- 소재의 경우 고부가가치(금속, 세라믹, 바이오, 복합소재 등)로 활용분야가 다양화되고 있으나, 국내 관련 연구개발은 전무한 것으로 알려져 있음
 - 3D Systems(美), EnvisionTEC(獨) 등 글로벌 선두 장비 업체는 전용소재만 사용가능하여 고부가소재의 종속이 우려됨
 - (주)인스텍의 DMT 기술은 산업용 분말을 원료로 사용할 수 있어, 소재 자체를 개발하고 있지는 않은 상황임
- 소프트웨어 또한 대부분 외산에 의존하고 있으며, 특히 산업 활성화의 촉매가 되는 콘텐츠 생성관련 소프트웨어 기술개발이 시급한 상황임
- 국내에서는 3D프린터 장비나 소프트웨어의 개발은 일부 분야에서 이루어지고 있으나, 소재 분야의 경우 수지를 제외한 금속소재의 개발은 거의 진행되지 않고 있는 상황임
 - 장비의 경우 일부 DLP, DMT 분야에서 양호한 기술력을 보유하고 있으나 주류 기술인 SLS, FDM 분야에서는 다소 뒤쳐져 있는 것으로 보이고,
 - 소프트웨어 기술은 아이너스기술(주)가 외국에 인수된 사례처럼 IT분야에서의 3D 소프트웨어 잠재력은 높은 것으로 판단되며,
 - 소재 분야는 탄소섬유, 티타늄, 생체조직 등 신소재의 개발이 활발한 외국과 달리, 국내에서는 기업이 아닌 학계와 연구소 위주로 개발이 시작되는 것으로 보임

2) 소재 개발에 따른 3D프린팅 기술경쟁력

- 장비를 제조하는 업체에서는 자체적으로 개발한 소재를 공급하여 매출의 약 25~30%를 창출하는 산업구조를 형성하고 있어, 장비와 소재의 동시개발이

필수적인 상황임

- 업체 1, 2위인 Stratasys(美)와 3D Systems(美)는 '12년 매출의 25~30%를 재료 판매를 통해 획득하는 수익구조를 형성하고 있음⁸⁾
- 소재는 각기 업체의 3D프린터 특성에 맞게 개발되어야 하는 바, 장비와 연계되지 않은 독자적 소재 개발은 어려우며 이는 기술적 진입장벽으로 작용할 수 있음
 - 각 업체의 프린터별로 소재의 적정용점, 제어방식 등이 상이하여 일반적인 소재를 사용하기에는 어려운 점이 있음
 - 일부 DMT 기술과 같이 일반 산업용 금속분말을 원료로 사용할 수 있는 분야도 있음⁹⁾
- 3D프린팅에 원료로 사용되는 금속소재는 적절한 유동성, 낮은 열전도성, 결합력 등의 일정 물성치를 충족시켜야 하는 바, 3D프린팅용 금속소재는 특수성이 있어 개발에 난이도가 있음
 - 적층 제어에 적절한 유동성을 갖추기 위해 일정 크기의 입도분포와 형상의 분말이어야 하며, 주변으로 열이 전달되지 않기 위해 열전도성이 낮아야 함
 - 알루미늄, 텅스텐 등은 열전도성이 높아 고온의 열을 받으면 주변의 금속분말을 같이 녹여 제어가 어려운 편임
- 수지 계열의 소재는 금속소재와 같이 요구되는 특성이 많지 않아 소재의 특수성이 낮은 편이며, 이에 따라 국내업체도 비교적 용이하게 자체적으로 수지 소재를 개발하는 편임
 - 수지소재가 주로 활용되는 분야 또한 패션, 완구 등으로 최종제품의 물성치 보다는 형상에 중요성을 두고 있어, 소재 개발이 비교적 용이할 것으로 판단됨
- 따라서, 3D프린팅에 적합한 소재의 개발과 원료의 고품질 저비용 제조 기술력은 필수적이며, 이는 높은 진입장벽으로 작용되어 기술경쟁력의 우위를 점할 수 있을 것으로 판단됨

8) KB금융지주경영연구소(2013), “3D 프린터 시장 현황과 파급효과”에서 인용

9) 일반적으로(SLS) 분말을 둘러싼 binder끼리 서로 결합되는 방식으로 경화되어 특수 소재가 필요하나, DMT 기술은 분말끼리 직접 결합시키는 방식이기 때문에 일반 산업용 분말을 사용할 수 있음

3. 기술적 한계 및 전망

- 현재 3D프린팅의 한계로 지적되는 제조시간, 해상도, 강도, 표면특성 등의 문제는 프린터와 소재의 문제가 결합된 것으로 볼 수 있음
 - 조형속도가 매우 느린 편으로 대중화된 FDM 방식에서 약 60cm³ 플라스틱 조형물 생산에 약 50~60분 정도 소요되는 것으로 알려짐
 - 사출 성형 공정에서 1분 내에 똑같은 부피의 제품을 여러 개가 제작 가능하여 현재 양산성 확보는 어려운 수준임
 - 표면 해상도가 수십 나노미터대의 정밀도 구현이 가능한 수준이나 금형 제조방식과 비교하여 다소 떨어지며, 적층방식 제조로 단층방향의 힘에 약한 편임
 - 소재는 현재까지 광경화성 수지, 레이저 소결 수지, ABS 필라멘트 및 금속 등 일부만 활용 가능한 한계가 있음
- 현재 3D프린팅은 여러 가지 기술적 측면에서 제한적인 성능을 보이고 있으나, 신기술 개발, 재료물질의 발전 및 핵심 특허권 만료 등의 긍정적 요인들로 인해 수년 내 빠른 속도의 발전이 예상됨

3D프린팅 기술적 한계 및 미래발전 예측

제약사항		현재	미래예측
느린조형속도		반나절~하루 소요 • 20cm 조형물 기준 3cm/hr 기준	수분~한 시간 이내 소요
제한적 재료 선택		플라스틱류 중심, 1~2개 재료만 가능 (ABS, 아크릴 등)	다양한 재료(스테인리스, 티타늄, 유연한 섬유세라믹, Carbon Fiber, 유리, 구리 등), 여러 가지 색깔이 가능
최대조형 사이즈		약 30cm ³ 박스 크기 미만	수십 m ³ 큐빅 사이즈 이상 가능
상품 디자인	복잡도	- 3D CAD 전문가들 중심으로 디자인 - 주로 외형 디자인에 집중 - 제한된 내부 부품 개수 처리 가능	- 초보자용 S/W 등장으로 쉽게 디자인 - 복잡한 외형디자인과 수백, 수천 개 내부 부품 등 복잡한 디자인 처리 가능
	정밀도	0.5mm~0.01mm 조형 해상도	복잡한 집적레벨 나노 스케일 정밀도 가능

자료 : KT경제경영연구소(2012), "ICT와 3D프린팅에 의한 제3차 산업혁명"

IV 당행 대응전략

▶ 사업화 초기단계로서 안정적 수익모델의 출현 모니터링 필요

- 3D프린팅은 고유의 장점을 활용할 수 있는 응용분야를 많이 개척하는 것이 성장의 관건으로, 현재는 초기단계이기 때문에 안정된 수익모델을 갖춘 사업의 출현을 지켜볼 필요가 있음
 - 3D 프린팅은 '80년대 개발된 기술로 새로운 분야가 아니라는 인식을 바탕으로 신중히 지켜봐야 할 것이며, 비교적 시장이 형성된 외국에서의 검증된 수익모델을 확인할 필요가 있음

▶ 특허 및 저작권이 주요한 이슈로 기술분쟁 가능성 존재

- 3D프린터의 보급 확산에 따라 제품 디자인에 대한 특허 및 저작권 침해 문제가 주요한 이슈로 발생할 것으로 예상되는 바, 금융 지원시 철저한 특허 및 저작권 분석이 필요할 것임
 - 업계에서는 제품 디자인의 저작권 침해 및 인터넷 불법 유통 등의 문제로 인해 설계도면 제작 등 창의적인 분야의 성장을 저해할 것을 우려하고 있음
 - Makerbot(美)은 3D 설계 도면을 공유할 수 있는 사이트를 운영하는데, 로봇 피규어 제조업체인 Games Workshop(英)의 제품 설계도면이 공유되어 저작권 소송을 당한 바 있음

▶ 장비와 소재의 동시개발을 통한 기술경쟁력 우위가 중요

- 3D프린터 제조업체의 원료 매출이 전체의 약 20~30% 수준으로 기여도가 높은 바, 장비와 소재의 동시개발을 통해 기술경쟁력을 갖추는 것이 중요함
 - 2D프린터 업체인 HP(美)의 경우 잉크 등의 소모품 판매를 통한 매출이 전체의 약 60% 수준으로 수익 창출에 지속적으로 기여하고 있는 상황임

- '13년 3D Systems(美)의 전체 매출 중 소재 비중이 50%를 돌파한 것으로 조사되어, 향후 3D 프린팅 소재의 역할은 더욱 중요해질 것으로 예상됨

▶ 수요 연계형 기술개발 전략과 종합적인 기술력 요구

- 업체 발굴시 3D프린팅의 특성에 맞춘 제품을 목표로 수요 연계형 기술개발 전략을 수립하여 장비, 소재, 소프트웨어 등에서 종합적으로 기술력을 갖추었는지 검토할 필요가 있음
 - 3D프린팅은 장단점이 뚜렷하여 전통적인 제조방식에서 유리하게 생산되는 제품과 목표시장이 상이한 바, 초기단계부터 수요와 연계된 기술개발이 필요할 것임