

# 스마트 잉크기반 3D프린팅 기술 (3D프린터 및 기능성 잉크)

나노융합연구센터 | 설승권

○ 본 기술은 3차원 구조물을 제작함에 있어 고체소재를 이용하는 기존 3D프린팅 기술과 차별성을 가지는 기술로, 다양한 나노소재잉크를 이용하여 기능성 3차원 구조물을 제작하는 신개념의 고정밀 (~mm) 3D프린팅 및 잉크 기술임

## 기술개념 및 구성

### 기술개념

▶ 본 기술은 다중소재의 고정밀 (~mm) 기능성 3차원 구조물을 제작할 수 있는 나노소재잉크 및 3D프린팅 기술에 대한 것임.

### 기술의 구성도

▶ 다양한 나노소재잉크(금속, 전도성고분자, 그래핀, 탄소나노튜브 등)를 이용하여 기능성 3차원 구조물을 제작할 수 있는 고정밀 (~mm) 3D 프린팅 및 잉크 기술



<잉크기반 고정밀 3D프린팅 기술 / 다중소재 3D 미세구조물>

## 1. 기술 개요

### 기술개발의 필요성

- ▶ 3D프린팅 기술은 제조업, 의료, IT분야 등 다방면에서 기술적 패러다임을 바꾸며, 산업 혁신을 이끌 것으로 기대되고 있음. 이에 발맞추어 미국, EU, 일본, 중국 등의 다양한 국가들에서도 3D프린팅 산업을 각국의 주요한 산업으로 선정하고 진흥하기 위해 다양한 정책들을 제시하고 있음
- ▶ 최근에는 3D프린팅 기술을 이용하여 다양한 3차원 전기·전자부품을 제작을 통해 프린팅으로 완전한 전자제품을 제조하려는 연구가 진행되고 있음
- ▶ 기존 3D프린팅 기술들의 경우, 낮은 해상도와 전도도를 갖는 구조물이 제작되는 것과 하나의 프린팅 방식으로 프린팅할 수 있는 소재의 제한이 있어 기능성 전기·전자소자를 구현하는데 어려움이 있음. 이를 위해 다양한 소재에 적용이 용이한 잉크기반의 고정밀 3D 프린팅 기술의 개발이 요구되고 있음

## 2. 기술 내용

### 기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
  - 다양한 종류의 나노소재를 잉크화하여 스마트 전자소자용 기능성 3차원 미세패턴을 인쇄할 수 있는 고정밀 (~mm) 3D 프린팅 기술

- 잉크를 사용하기 때문에 기능화 및 다중소재에 적용이 용이하며 기존 3D프린팅 기술들과 비교하여 프린팅 해상도를 높일 수 있음
- 프린팅 공정이 간단하여 기존 3D프린터와 융합이 가능
- ▶ 기술의 상세 규격
  - 3차원 적용이 가능한 저점도의 나노소재잉크 (금속, 전도성고분자, 그래핀, 탄소나노튜브 등)
  - 프린팅 해상도: ~ 1 mm, 도전체의 비저항: 10<sup>-5</sup> Ω -m

### 경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
  - 잉크기반 다중소재 3D프린팅 기술

구분	기술명	기술내용
국내	기술명	EHD를 이용한 3D프린팅 기술
	기술 내용	EHD방식을 이용하여 수mm의 프린팅 해상도를 가지나 잉크의 점도가 낮아야 하기 때문에 잉크에 사용될 수 있는 프린팅 소재 농도에 제한을 받음. 그로 인해 프린팅 속도 및 프린팅된 구조물의 완성도가 낮음.
국외	기술명	Extrusion기반 3D 프린팅 기술
	기술 내용	Extrusion 및 3차원 형상 유지를 위해 고점도의 잉크가 필요하며, 이를 위해 많은 양의 프린팅 소재와 고분자가 사용됨. 프린팅을 위해서 외부에서 압력을 인가하여 잉크를 토출 시킴. 주로 수백mm의 프린팅 해상도를 가짐.

### ▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
잉크기반 다중소재 3D프린팅 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저점도의 기능성 나노소재잉크를 이용하고 압력의 인가없이 펜으로 글씨를 쓰는 3차원 구조물을 제작하는 기술로 수<sub>μm</sub> 이하의 높은 프린팅 해상도를 가지며 프린팅 구조물의 완성도가 높음.</li> <li>• 저점도의 잉크를 사용할 수 있기 때문에 기존에 2차원 인쇄에 사용되었던 잉크들을 약간의 보완을 통해 3D프린팅에 적용할 수 있음.</li> </ul>

## 3. 기술의 시장성

### 기술 응용분야 및 제품

- 전기전자소자용 3D프린터 (제품)
- 3차원 인쇄전자분야 구현을 위한 공정 기술
- 각종 센서, 인쇄형 PCB, 스마트 글라스(콘택트렌즈) 제작 등

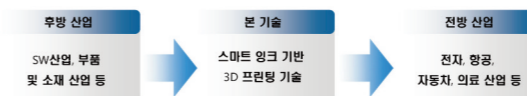


### 시장이슈

- 3D 프린팅 설계 기술 진화로 일체화·경량화 등 제품혁신이 가속되고 소재 다변화, 장비성능 개선을 통해 활용분야 확대 중임
- 최근 HP, GE, 지멘스 등의 글로벌 업체도 3D 프린팅 시장에 진출하였으며, 글로벌 업체의 성장드라이브에 따라 3D 프린팅 시스템 도입이 늘어날 것으로 전망됨

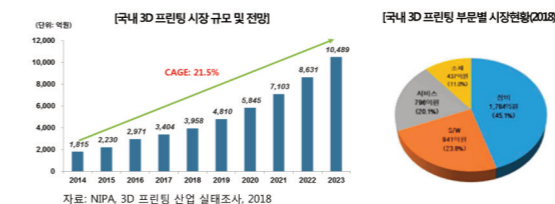
### Supply chain

- 본 기술은 스마트 잉크 기반 3D 프린팅 기술로, △각종 센서, △인쇄 PCB, △헬스케어, △스마트렌즈 등에 적용이 가능하며, 전자, 항공, 자동차, 의료 산업 등에 공급됨



### 수요전망

- 2018년 기준, 국내 3D 프린팅 시장은 전년 대비 16.3% 증가한 3,958억 원으로 2023년까지 1조원 규모로 지속적으로 성장할 전망이다(CAGR: 21.5%)
- 공공부문에 국산 보급형 3D 공급 확대로 3D 프린팅 장비·소재·SW의 제품 시장이 전체 시장의 79.9%의 점유율을 차지함



## 4. 주요 연구성과

### 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	다중 노즐을 이용해 고정밀 나노 와이어 어레이를 제조하는 시스템 및 방법	한국	10-1324478	2013
등록	혼합 용액 내 전기장 제어를 통한 전도성고분자와 탄소나노튜브 복합체의 3차원 미세와이어 제조 방법	한국	10-1367687	2014
등록	전기도금방식을 이용한 3D프린팅 장치 및 방법	한국	10-1593219	2016
출원	그래핀 나노 패턴 인쇄 방법, 그에 사용되는 장치 및 잉크	한국 /PCT	10-2014-0156361/PCT; R2015/011627	2015
출원	고전도도의 탄소나노튜브 미세 구조체의 3D 프린팅 방법 및 그에 사용되는 잉크	한국 /PCT	10-2016-0092843/PCT; R2016/012553	2016
출원	3D 프린팅용 잉크 및 이를 이용한 3D 프린팅 방법	한국	10-2017-0055237	2017
출원	도금용 촉매 잉크 및 이를 이용한 무전해 도금 방법	한국	10-2018-0114732	2018
출원	3차원 구조체 형성을 위한 도금용 촉매 잉크 및 이를 이용한 3차원 구조체의 제조 방법	한국	10-2018-0119246	2018

### 기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계
- ▶ 개발 기술 범위
  - 다중소재 3D프린팅용 잉크화 기술
  - 잉크기반 고정밀 3D프린팅 기술 및 3D프린터
- ▶ 기술개발 완료 시기
  - 2018년 10월 : 3D프린팅용 기능성 잉크, 고정밀 3D 프린팅 기술 및 3D프린터 확립

## 5. 기대 효과

### 기술 도입 효과

- ▶ 경제적 효과
  - 글로벌 3D 프린팅 기술 및 관련 시장은 2019년 61억 달러로 전망되나 3D 프린팅으로 제조된 제품의 가치를 더할 경우 133억 달러에 달할 것으로 전망되고 있음. 특히, 본 기술 도입을 통해 웨어러블을 비롯한 사물 인터넷 (IoT) 시대에 최적의 기술이 될 것이라 평가받고 있는 인쇄전자 분야와 융합될 경우 그 파급효과는 클 것으로 예상됨
  - 전기전자소자를 구현할 수 있는 3D 프린터 개발을 통해 세계적으로 3D 프린팅의 전기전자 응용 분야에 대한 지배적 사업자 부재 시기에 주도권 확보에 기여하며, 다품종 소량생산의 고부가가치 전자소자 구현을 가능하게 하여 중소기업의 신 성장동력 제공

### 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
  - 기존의 인쇄용 잉크들의 활용을 통해 큰 부담없이 기능성 3차원 구조물을 프린팅 할 수 있는 기술을 제공함으로써 인쇄전자기술 발전에 기여
  - 프린팅된 구조물의 해상도, 기능성 향상을 통해 3D프린팅 기술의 응용 분야 확대에 기여
  - 기존 3D프린팅 기술과 융합을 통해 새로운 개념의 3D 프린팅 기술 제공