
건축용 3D 프린터의 용화 필라멘트 코어 구조



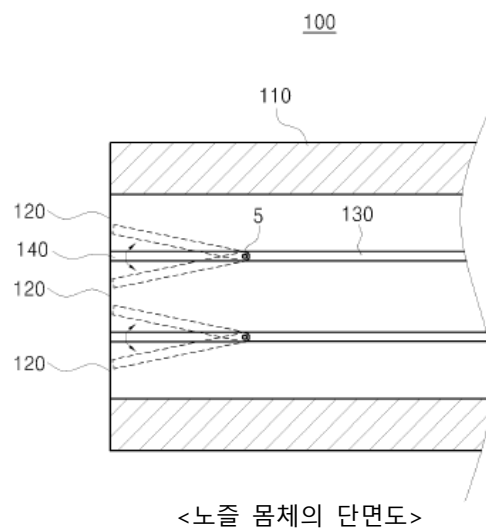
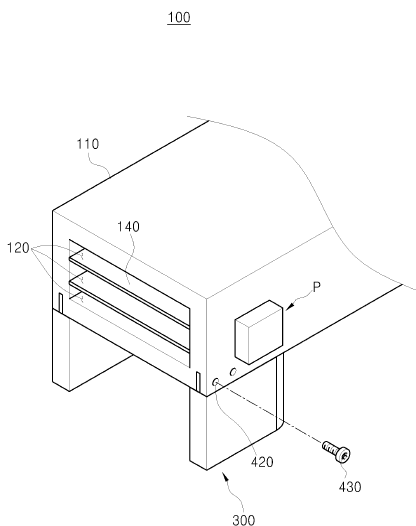
대표발명자 : 김동현 교수

건축용 3D 프린터의 용화 필라멘트 코어 구조

□ 기술개요

- 본 발명은 하나의 노즐 상에서 서로 다른 종류의 재료를 동시에 토출 및 적층하는 이중 재료의 토출이 가능한 건축용 3차원 프린터의 노즐 관련 기술임
- 적층하고자 하는 건축 부재의 길이방향을 따라 배치되는 노즐몸체(110), 및 노즐몸체의 길이방향을 따라 형성되어 상기 건축 부재의 구조재료를 토출하는 토출구(120)를 포함하되, 토출구는 서로 다른 종류의 구조재료가 토출될 수 있도록 적어도 하나의 분할 플레이트(130)에 의해 분할 형성되고, 분할 플레이트 사이의 간격은 가변되거나 조절되며, 토출구가 형성된 방향으로 배치된 분할 플레이트의 길이방향 일단부에는 토출구의 높이방향 또는 폭방향으로 선회되어 토출구의 간격을 조절하는 회동 플레이트(140)가 마련됨
- 하나의 노즐몸체 상에서 서로 다른 종류의 구조재료를 동시에 토출함과 동시에 그 토출량도 조절 가능하므로, 구조적으로 안정적인 건축물 또는 구조체를 제작할 수 있음

□ 대표도면



100: 건축용 3차원 프린터의 노즐	110 : 노즐몸체
120 : 토출구	130 : 분할 플레이트
140 : 회동 플레이트	300 : 컷팅부
320 : 유동방지부재	

□ 기술의 특징 및 우수성

- 본 기술은 한 노즐의 가로방향 3단 뿐만 아니라 세로방향으로도 단을 둘 수 있고, 코어재료의 위치를 다양하게 가져감으로 인하여 한 패스의 재료에 작용하는 Pre-stress를 다양하게 분포시킬 수 있는 장점이 있음

[표] 기술의 특징 및 우수성

종래기술 문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 방식인 하나의 재료를 이용하여 구멍이 하나인 노즐 방식은, 서로 다른 종류의 구조재료를 적층하기 위해서 다수개의 노즐을 이용하거나 패스마다, 노즐로 공급되는 구조재료의 종류를 변경해야 함 • 건축용 3D 프린팅에서 구조물의 강성 또는 강도가 약해짐 • 건축 분야에서 3D 프린팅 기술로 서로 다른 종류의 구조재료를 적층하는데 사용되는 비용 및 시간의 증가
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> • 본 발명은 노즐 단부가 복수개의 섹션으로 구획되어 있고 각 섹션의 크기를 가변시킬 수 있는 구조를 채용한 구조임 • 즉, 노즐몸체의 토출구가 서로 다른 종류의 구조 재료를 토출하도록 분할 플레이트에 의해 분할 형성하되, 분할 플레이트의 단부에 분할 플레이트 사이의 간격을 가변 및 조절하기 위한 회동 플레이트가 마련됨 • 건축용 3D 프린터의 단일 노즐을 통해서 물리적 성질이 다른 다수의 이종 재료를 동시에 토출시키되, 노즐 이송속도 또는 이송위치에 따라서 재료의 토출량을 조절하기 위해서 각 재료에 따른 노즐의 개폐량을 조절하는 구조로 마련됨 • 노즐 안에 다수의 구멍이 있도록 하고 온도가 다른 이종 재료를 투입하여 이들이 한 패스에서 하나의 노즐을 통하여 동시에 토출한 후 상호 결합시킴으로써 용화 필라멘트 코어 구조를 형성함
기술의 특징 및 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 여러 재료를 가지고 구멍이 여러 개인 노즐을 사용하여 구조적으로 안정적이고 경제적인 건축물 또는 구조체를 만들 수 있음 • 적층된 구조재료들 간에 결합력이 증대되어 건축물 또는 구조체의 내구성을 향상 • 온도가 다른 다수의 구조재료를 하나의 노즐에서 동시에 토출 및 적층하여 내부 응력이 발생됨과 동시에 서로 결합된 양상의 용화 필라멘트 코어 구조(fused filament-cored structure)를 용이하게 구현

□ 기술의 효과

- 하나의 노즐몸체 상에서 서로 다른 종류의 구조재료를 동시에 토출함과 동시에 그 토출량도 조절 가능하여 구조적으로 안정적인 건축물 또는 구조체를 제작할 수 있음
- 이종 재료는 온도 차이로 인해 서로 접촉한 상태로 온도가 내려가 한 패스의 내부 각 부분에 인장과 압축과 같은 응력이 발생하면서 서로 결합하는 용화(Fused)되는 양상을 가지므로, 온도가 높은 재료는 압축하여 사전 압축 응력을 가지기 때문에 구조체가 완성되고 나서 인장력이 많이 발생하는 부분에 효과적으로 적용 가능함
- 본 발명의 건축용 3차원 프린터의 노즐은, 적층된 구조재료들 간에 결합력이 증대되어 건축물 또는 구조체의 내구성을 향상시킬 수 있음
- 본 발명은 용화 필라멘트 코어 구조(fused filament-cored structure)를 용이하게 구현할 수 있음

□ 기술의 완성도(TRL)

기초 연구 단계		실험 단계		시작품 단계		제품화 단계		사업화
기본원리 파악	기본개념 정립	기능 및 개념 검증	연구실환경 테스트	유사환경 테스트	파일럿현장 테스트	상용모델 개발	실제 환경 최종테스트	상용운영
		●						

□ 기술 키워드

한글키워드	건축용 3D 프린터, 노즐, 용화 필라멘트 코어 구조, 프리 스트레스
영문키워드	3D printer, nozzle, fused filament cored structure, pre-stressed

□ 기술의 적용분야

- 본 기술은 3D 프린터의 노즐로 사용될 수 있으며, 특히 건축용 3D 프린터의 이종 재료의 토출이 가능한 노즐로 사용 가능함

[표] 적용분야

3D 프린터	건축용 3D 프린터
노즐	이종 재료의 토출이 가능한 노즐

□ 기술경쟁력

- 이종 재료를 한 패스에서 동시에 토출시키는 노즐을 사용하여 구조적으로 안정적이고 경제적인 구조체를 생성
- 문제가 될 수 있는 구조물의 강성 또는 강도가 약해지는 단점을 보완
- 온도가 다른 이종 재료를 한 패스에서 동시에 토출시킨 후 서로 접촉된 상태로 냉각시켜 용화 필라멘트 코어 구조를 형성시키므로, 재료 토출 이후에 수행되는 별도의 강도 강화 공정을 생략할 수 있고, 성질이 다른 다수개의 재료는 동시에 토출하는 간단한 방법으로 강성 확보가 가능함

□ 기술실시에 따른 기업에서의 이점

- 건축 분야의 3D 프린팅 기술 확보에 선제 대응 가능함에 따라 시장 경쟁력 확보 가능하며, 콘크리트 등의 재료를 적층하여 구조물을 만들 때 구조적 강도의 확보가 주재료의 토출만으로도 신속하고 간편하게 요구 강도를 충분히 확보할 수 있음. 특히 건축용 3D 프린팅 기술의 파급효과는 매우 클 것으로 예측되는 바, 예상 기술 수요가 적지 않을 것으로 판단됨

[표] 건축물 대상 3D 프린팅 장비 관련 SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 국내 3D 프린팅 시장 급속한 성장 전망 • 정부차원의 한국형 스마트공장 기술개발과 시범구축을 통한 3D 프린팅 지원 사업 진행 • 1995년~2015년까지 3D 프린팅 관련 특허 출원 건수가 2위 (미국 1위) • 정부부처 주관 3D 프린팅 기반 조성사업 지원 프로젝트 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국 대비 건설산업 내 3D 프린팅 수요에 대한 시장형성이 미흡함 • 선진국 대비 특허 출원 비중(6.8%) 미흡 • 글로벌 건설시장 선점을 위한 3D 프린팅 원천기술개발 연구인프라 미흡 • 국내 3D 프린팅 산업 도입 초기 단계 • 주요 선진국 대비 건축산업 내 활용 분야 부족(모형 및 인테리어 소품 제작)
기회요인(Opportunity)	위협요인(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린팅 글로벌 시장규모는 2018년 162억 달러로 예상 • 도시성장에 따른 건축도시 분야 지속가능개발을 위한 창의적 원천기술 개발 필요 • 폐기물 배출과 재사용/재활용, 이산화탄소 배출 등에 대해 극복하여, 글로벌시장 점유율을 높일 수 있는 융복합 건설기술 수요 증가 • 비정형 건축물 생산에 직면한 기술적 한계(생산단가상승, 정밀한 생산방식 필요, 생산의 비효율성 급증 등)에 대한 새로운 기술 및 생산체계 수요 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 건설시장 내 FDM방식의 3D 프린팅 건축물 시장 형성 및 선점 국가(중국) 및 기업(Winsun)이 존재함 • 주요 선진국들의 3D 프린팅 기술개발 및 인프라 조성 국내 대비 집중투자 확대 • 3D 프린팅 원천기술 특허장벽으로 장비, 소재 등 기술개발의 제한 • 주요 선진국의 3D 프린팅 산업의 상업화 수준으로 진입 • 주요 선진국들의 글로벌 시장점유율이 전체 시장의 절반 이상을 차지

□ 특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	이종 재료의 토출이 가능한 건축용 3차원 프린터의 노즐	10-2015-0061963 (2015.04.30)	10-1648764 (2016.08.10)	한국