



공개특허 10-2020-0096252



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0096252  
(43) 공개일자 2020년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*A63H 33/08* (2006.01) *A63H 9/00* (2006.01)  
*B29C 64/124* (2017.01) *B33Y 80/00* (2015.01)  
(52) CPC특허분류  
*A63H 33/08* (2013.01)  
*A63H 33/086* (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-7018357  
(22) 출원일자(국제) 2018년11월30일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2020년06월25일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/083095  
(87) 국제공개번호 WO 2019/106133  
국제공개일자 2019년06월06일  
(30) 우선권주장  
PA201770902 2017년12월01일 덴마크(DK)

(71) 출원인  
레고 에이/에스  
덴마크 디케이-7190 빌룬드 아스트베이 1  
(72) 발명자  
요한센 루이스 토스터  
덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
내  
슈리크팅 라파엘  
덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양영준

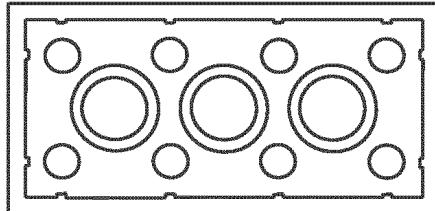
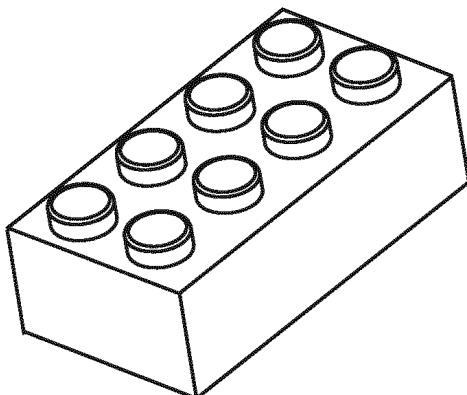
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 적층 제조된 장난감 빌딩 벽돌

### (57) 요 약

본 발명은 제조 프로세스로서 적층 제조 기술을 사용하여 폴리머 재료로 제조된 장난감 빌딩 요소의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 적층 제조 프로세스에 의해 제조된 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

*A63H 9/00* (2013.01)

*B29C 64/124* (2017.08)

*B29C 64/141* (2017.08)

*B33Y 10/00* (2013.01)

*B33Y 80/00* (2013.01)

(72) 발명자

**하다르 로넨**

덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스

내

**미켈센 뢰네**

덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
내

## 명세서

## 청구범위

## 청구항 1

장난감 빌딩 요소가 필라멘트 압출 기반 적층 제조를 포함하는 적층 제조 기술을 사용하여 제조되지 않는다는 단서 하에 요소가 적층 방식으로 제조되는 적층 제조 기술을 사용하여 폴리머 재료로 제조된 장난감 빌딩 요소의 제조 방법.

## 청구항 2

제1항에 있어서, 요소가 제조되는 적층 제조 기술은, 광중합 적층 제조 또는 열가소성 적층 제조, 예컨대 액체 기반 적층 제조, 토너 기반 적층 제조, 분말 기반 적층 제조 또는 과립 기반 적층 제조인, 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 적층 제조된 장난감 빌딩 요소는 ISO 4287:1997에 따라 측정될 때 프로파일의 산술 평균 높이( $R_a$ )가 100  $\mu\text{m}$  미만이고 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이( $R_q$ )가 100  $\mu\text{m}$  미만인 것으로 정의되는 표면 거칠기를 갖는, 방법.

## 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 제조되는 적층 제조된 장난감 빌딩 요소.

## 청구항 5

폴리머 재료로 제조되고 ISO 4287:1997에 따라 측정될 때 프로파일의 산술 평균 높이( $R_a$ )가  $100 \mu\text{m}$  미만이고 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이( $R_q$ )가  $100 \mu\text{m}$  미만인 것으로 정의되는 표면 거칠기를 갖는 적층 제조된 장난감 빌딩 요소.

## 청구항 6

제5항에 있어서, 제1항 또는 제2항에 따른 방법에 의해 제조되는, 장난감 빌딩 요소.

청구항 7

제4항 또는 제6항에 있어서, 요소는 포토폴리머 또는 열가소성 폴리머를 포함하는 폴리머 재료로 제조되는, 장난감 빌딩 요소.

## 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 포토폴리머 또는 열가소성 폴리머는 바이오 기반 폴리머, 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 석유 기반 폴리머 또는 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 석유 기반 폴리머의 혼합물인, 장난감 빌딩 요소.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 포토폴리머는 에폭시 기반 포토폴리머 및 아크릴레이트 기반 포토폴리머 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 장난감 빌딩 요소.

## 청구항 10

terephthalate)(PET), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(polybutylene terephthalate)(PBT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트(polytrimethylene terephthalate)(PTT), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 글리콜 변성(polyethylene terephthalate glycol-modified)(PETG), 폴리에틸렌 테레프탈레이트-이소프탈산 코폴리머(polyethylene terephthalate - isophthalic acid copolymer)(PET-IPA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 나프탈렌(polyethylene terephthalate naphthalene)(PETN), 폴리부티레이트 아디페이트 테레프탈레이트(polybutyrate adipate terephthalate)(PBAT), 열가소성 엘라스토머(thermoplastic elastomer)(TPE), 열가소성 폴리우레탄(thermoplastic polyurethane)(TPU 또는 TPE-U), 폴리아미드-폴리에테르 엘라스토머(polyamide-polyether elastomer)(TPA), 열가소성 스티렌 엘라스토머(thermoplastic Styrene Elastomer)(TPE-S 또는 TPS), 열가소성 폴리에스테르 엘라스토머(thermoplastic Polyester Elastomer)(TPE, TPE-0 또는 TPO), 폴리올레핀 플라스토머(polyolefin plastomer)(POP), 폴리올레핀 엘라스토머(polyolefin elastomer)(POE), 올레핀 블록 코폴리머(olefin Block Copolymer)(OBC), 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(ethylene Propylene Diene Monomer)(EPDM), 프로필렌-에틸렌 코폴리머(propylene-ethylene copolymer), 변성된 열가소성 올레핀(modified Thermoplastic olefin)(mTPO), 스티렌-에틸렌-부틸렌-에틸렌(styrene-ethylene-butylene-ethylene)(SEBS), 스티렌 부틸렌 스티렌(styrene butylene styrene)(SBS), 5-히드록시이소프탈산(5-hydroxyisophthalic acid)(HIPA), 폴리카보네이트(polycarbonate)(PC), 폴리옥시메틸렌(polyoxymethylene)(POM), 폴리케톤(polyketone)(PK) 및 셀룰로오스아세테이트(cellulose acetate)(CA) 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 장난감 빌딩 요소.

## 청구항 11

제4항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 요소는 충전제 및/또는 섬유를 더 포함하는 폴리머 재료로 제조되는, 장난감 빌딩 요소.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 제조 프로세스로서 적층 제조 기술(additive manufacturing technique)을 사용하여 폴리머 재료로 제조된 장난감 빌딩 요소(toy building element)의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 적층 제조 프로세스에 의해 제조된 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 3D 인쇄로도 공지된 적층 제조는 3차원 물체를 만드는 데에 사용되는 프로세스를 지칭하며, 3차원 물체는 충별 방식으로 또는 3차원 물체를 형성하도록 재료를 연속적으로 부가함으로써 만들어진다. 3차원 물체는 다양한 형태 및 기하형상으로 될 수 있으며 새로 부가된 재료의 상단에 대한 재료의 연속적인 부가를 제어하는 컴퓨터 지원 설계(computer-aided design)(CAD) 소프트웨어를 사용하여 만들어진다.

[0003] 장난감 빌딩 요소는 다년간 제조 및 판매되었다. 한가지 유형의 장난감 빌딩 요소는 상부면 상의 노브 및 하부면 상의 상보적인 튜브가 제공되는 전통적인 박스형 빌딩 벽돌을 특징으로 할 수 있다. 그러한 박스형 빌딩 벽돌은 US 3,005,282호에 처음으로 개시되었으며 오늘날 상표명 LEGO® 및 LEGO® DUPLO® 하에 제조 및 판매된다.

[0004] 필라멘트 압출 기반 적층 제조 기술을 포함하는 적층 제조 기술을 사용하여 장난감 빌딩 요소를 만드는 것이, 예를 들어 YouTube로부터 공지되어 있다. 그러나, 이 기술은 치수 정밀도가 열악하고 감도가 낮은 것을 특징으로 하므로, 복잡한 기하형상을 갖는 3차원 물체는 필라멘트 압출 기반 적층 제조 기술에 의해 제조될 수 없다. 더욱이, 필라멘트 압출 기반 적층 제조 기술을 사용하여 프린터에 의해 제조된 물체는 비균일한 표면을 가지며 개별 층들이 육안으로 보인다.

[0005] 따라서, 치수 정밀도, 허용 가능한 표면 거칠기 및 허용 가능한 가시적 외관을 갖는 장난감 빌딩 요소를 만들 수 있는 적층 제조 기술을 개발 및/또는 수정하는 것에 대한 요구가 존재한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

## 과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명은 적층 제조 기술을 사용하여 장난감 빌딩 요소를 제조하는 신규한 방법에 관한 것이다. 본 발명의 발명자는 놀랍게도 재료의 개별 첨가가 육안으로 보이지 않도록 개선된 치수 정밀도, 개선된 표면 거칠기 및 개선된 가시적 표면 외관을 갖는 장난감 빌딩 요소를 적층 제조할 수 있음을 발견하였다.
- [0007] 제1 양태에서, 본 발명은, 장난감 빌딩 요소가 필라멘트 압출 기반 적층 제조 기술을 포함하는 적층 제조 프로세스를 사용하여 제조되지 않는다는 단서 하에 적층 제조 기술을 사용하여 폴리머 재료로 제조된 장난감 빌딩 요소의 신규한 제조 방법에 관한 것이다.
- [0008] 제2 양태에서, 본 발명은, 필라멘트 압출 기반 적층 제조 기술이 아닌 기술을 사용하여 만들어지는, 폴리머 재료로 제조되는 적층 제조된 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다.

## 도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 전통적인 박스형 LEGO® 2\*4 벽돌이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 본 발명은, 장난감 빌딩 요소가 필라멘트 압출 기반 적층 제조 기술을 포함하는 적층 제조 프로세스를 사용하여 제조되지 않는다는 단서 하에 적층 제조 기술을 사용하여 폴리머 재료로 제조된 장난감 빌딩 요소의 신규한 제조 방법에 관한 것이다.
- [0011] 본 명세서에 사용된 용어 "장난감 빌딩 요소"는 상부면 상의 노브 및 하부면 상의 상보적인 튜브가 제공된 박스형 빌딩 벽돌 형태의 전통적인 장난감 빌딩 요소를 포함한다. 전통적인 박스형 장난감 빌딩 벽돌은 US 3,005,282호에 처음 개시되었으며 상표명 LEGO® 및 LEGO® DUPLO® 하에 널리 판매되고 있다. 이 용어는 또한 LEGO Group 이외의 다른 회사에서 제조되고 이에 따라 상표 LEGO 이외의 다른 상표 하에 판매되는 다른 유사한 박스형 빌딩 벽돌을 포함한다.
- [0012] 용어 "장난감 빌딩 요소"는 또한 통상적으로 서로 호환 가능하고 이에 따라 서로 상호 연결될 수 있는 복수의 빌딩 요소를 포함하는 장난감 빌딩 세트의 일부를 형성하는 다른 종류의 장난감 빌딩 요소를 포함한다. 그러한 장난감 빌딩 세트는 또한 LEGO® bricks, LEGO® Technic 및 LEGO® DUPLO®와 같은 상표 LEGO 하에 판매된다. 이들 장난감 빌딩 세트 중 일부는 하부면 상에 상보적인 튜브를 갖는 장난감 빌딩 피겨를 포함하여, 피겨가 장난감 빌딩 세트의 다른 장난감 빌딩 요소에 연결될 수 있다. 그러한 장난감 빌딩 피겨는 또한 용어 "장난감 빌딩 요소"에 의해 포함된다. 이 용어는 또한 LEGO Group 이외의 다른 회사에서 제조되고 이에 따라 상표 LEGO 이외의 다른 상표 하에 판매되는 유사한 장난감 빌딩 요소를 포함한다.
- [0013] 장난감 빌딩 요소는 적층 제조에 의해 제조된다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "적층 제조(additive manufacturing)" 또는 "적층 제조된(additively manufactured)"은 벽돌이 적층 방식으로, 즉 기재의 상단 또는 새로 부가된 재료의 상단 상에 새로운 재료를 부가하는 것에 의해, 기재 또는 미리 고형화된 액체층 또는 액적상에 얇은 액체층 또는 액적의 반복된 고형화에 의해, 또는 기재 또는 미리 인쇄된 플라스틱 재료 상에 열가소성 폴리머 재료를 이용한 반복된 인쇄에 의해, 또는 예를 들어 레이저의 이용에 의해 플라스틱 재료의 적층 방식으로 반복된 솔더링에 의해 만들어지는 것을 의미한다.
- [0014] 일부 실시예에서, 적층 제조 기술은 광중합 적층 제조 또는 열가소성 적층 제조이다. 열가소성 적층 제조의 적절한 예는 액체 기반 적층 제조, 토너 기반 적층 제조, 분말 기반 적층 제조 및 과립 기반 적층 제조를 포함한다.
- [0015] 광중합 적층 제조는 액체, 에너지/복사선 경화성 수지 및/또는 포토폴리머가 에너지에 반응하는 프로세스이다. 에너지(광, 레이저, UV 등)에 노출되면, 화학 프로세스가 시작되고 수지가 고형화된다. 이어서, 이 프로세스가 반복되어 재료를 부가하고 3차원 형상을 만든다. 일부 적층 제조 광중합 기반 기술은 에너지(레이저, 광, UV 등)에 선택적으로 노출되는 액체 충전된 용기를 기초로 하고 일부 기술은 수지의 분사 또는 퇴적 및 이어지는 경화 프로세스를 기초로 한다. 이들 프로세스에 사용되는 재료는 또한 충전제, 섬유, 첨가제 등을 포함할 수 있다.
- [0016] 열가소성 적층 제조는 3D 프린터에 공급되는 재료가 열가소성 액체 형태가 되도록 가열되거나 화학 물질, 압력 또는 다른 수단에 의해 액화될 때 폴리머가 유연해지거나 연화되는 프로세스이다. 이들 기술은, 새롭게 퇴적된

재료가 층 내에 그리고 층들 사이에 결합되도록, 열가소성 재료를 먼저 용융/반용융/액화시킨 다음 선택적으로 퇴적시키거나 또는 먼저 재료를 퇴적시킨 다음, 선택적으로 용융/반용융/소결시킬 수 있다. 그 후, 재료는 냉각되거나 화학 물질이 폴리머로부터 확산/증발될 때 경화되거나 또는 재료는 임의의 다른 수단에 의해 고형화된다. 이어서, 적층 제조 프로세스가 반복되어 재료를 부가하고 3차원 형상을 만든다. 이를 프로세스에 사용되는 재료는 또한 충전제, 섬유, 첨가제 등을 포함할 수 있다.

[0017] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "액체 기반 적층 제조"라 함은 폴리머가 기재 상에 또는 미리 퇴적된 액체층 또는 액적 상에 퇴적하기 전에 액체 상태라는 것을 의미한다. 액체는 열을 사용하지 않고 획득된다.

[0018] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "토너 기반 적층 제조"라 함은 폴리머가 기재 상에 또는 미리 퇴적된 분말 상에 퇴적하기 전에 고체 분말 상태라는 것을 의미한다. 분말은 최대 30  $\mu\text{m}$  크기의 매우 미세한 입자 형태를 갖는다. 분말을 이 상태로 유지하는 데에 화학적 첨가제가 요구되지 않는다.

[0019] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "분말 기반 적층 제조"라 함은 폴리머가 기재 상에 또는 미리 퇴적된 분말 상에 퇴적하기 전에 고체 분말 상태라는 것을 의미한다. 분말은 30  $\mu\text{m}$ 보다 큰 크기의 미세한 입자 형태를 갖는다. 분말을 이 상태로 유지하는 데에 화학적 첨가제가 요구되지 않는다.

[0020] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "파립 기반 적층 제조"라 함은 폴리머가 용융된 다음 기재 상에 또는 미리 퇴적된 파립 상에 퇴적되기 전에 고체 펠릿 상태라는 것을 의미한다. 그러한 고체 펠릿 상태는 또한 사출 성형에 사용된다. 분말을 이 상태로 유지하는 데에 화학적 첨가제가 요구되지 않는다.

[0021] 적층 제조 프로세스에서, 재료의 제1 층 또는 액적은 기재 상에 부가된다. 통상적인 실시예에서, 기재는 최종 3차원 물체가 얹어졌을 때 3차원 물체로부터 분리되는 빌딩 플랫폼이다. 다른 실시예에서, 기재는 최종 3차원 물체의 일부를 형성하는 구성요소일 수 있다. 그러한 구성요소의 적절한 예는 판 또는 튜브 또는 박스 또는 사출 성형된 장난감 빌딩 요소일 수 있다. 구성요소는 폴리머 재료로 제조되거나 또는 구성요소는 금속 재료, 목재 또는 세라믹으로 제조될 수 있다.

[0022] 돌출부 또는 기타 복잡한 기하형상을 갖는 요소를 제조하기 위해서는 지지 구조가 필요할 수 있다. 이 구조는 장난감 빌딩 요소와 동일한 재료로 제조될 수 있거나 또는 지지 재료로 제조될 수 있다. 적층 제조 프로세스는 전술한 바와 같이 빌딩 재료에 대한 것과 동일하다. 유일한 차이점은 이 구조 또는 지지 재료를 나중에 제거해야 한다는 것이다. 제거 프로세스는 액체 또는 캠버에서 수동으로, 반자동으로 또는 심지어는 완전 자동화된 프로세스로 수행될 수 있다.

[0023] 총 적층 제조 프로세스는 4 단계로 세분될 수 있다:

[0024] - 장난감 빌딩 요소의 실제 인쇄 이전의 모든 프로세스를 포함하고 재료 취급(예컨대, 온도, 습기 수준 등의 제어), 기계 준비(예컨대, 세정, 교정, 가열 등) 및 파일 준비(예컨대, 프린터의 제조 캠버에서 슬라이싱 및 디지털 위치 설정)에 관한 모든 프로세스를 포함하는 예비 인쇄 단계,

[0025] - 장난감 빌딩 요소를 생성하는 언급된 기술 중 임의의 기술을 사용하여 장난감 빌딩 요소를 실제로 만드는 프로세스인 인쇄 단계,

[0026] - 임의로, 장난감 빌딩 요소 기하형상으로부터 지지 재료 또는 구조를 제거하는 프로세스인 구조 또는 지지 재료 제거 단계, 및

[0027] - 임의로, 표면 거칠기와 같은 표면 품질에 영향을 주고 및/또는 개선시키는 표면 처리를 포함하는 임의의 프로세스를 지칭하는 후처리 단계.

[0028] 일 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 광중합 적층 제조를 사용하여 만들어진다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 열가소성 적층 제조를 사용하여 만들어진다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 액체 기반 적층 제조를 사용하여 만들어진다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 토너 기반 적층 제조를 사용하여 만들어진다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 분말 기반 적층 제조를 사용하여 만들어진다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 과립 기반 적층 제조를 사용하여 만들어진다.

[0029] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 방법에 의해 제조되는 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다.

[0030] 본 발명에 따른 장난감 빌딩 요소의 중요하고 유리한 특징은 YouTube에서 보여준 종래 기술의 장난감 빌딩 요소와 비교하여 표면 거칠기가 현저히 감소된다는 것이다. 따라서, 본 발명의 장난감 빌딩 요소는 재료의 각각의 개별 첨가물이 육안으로 보이지 않는다는 점에서 표면 외관이 현저히 개선되었다. 이러한 개선된 표면 외관은

적층 제조된 장난감 빌딩 요소를 표면 거칠기에 영향을 미치는 임의의 종류의 후처리를 받지 않게 하고 획득된다.

[0031] 본 발명의 장난감 빌딩 요소의 표면 거칠기는 ISO 4287:1997에 설명된 방법을 사용하여 측정된다. "표면 거칠기"는 인쇄 단계 및 임의적인 지지 제거 단계 후에, 하지만 인쇄된 요소를 표면 거칠기에 영향을 미치거나 개선 시킬 수 있는 임의적인 후처리 단계를 받게 하기 전에 결정된 표면의 거칠기를 지칭한다는 점에 주목하는 것이 중요하다.

[0032] 일부 실시예에서, 적층 제조된 장난감 빌딩 요소의 표면 거칠기는 ISO 4287:1997에 따라 측정될 때 프로파일의 산술 평균 높이(Ra)가 100  $\mu\text{m}$  미만이고 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이(Rq)가 100  $\mu\text{m}$  미만인 것으로 정의된다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소의 표면 거칠기는 ISO 4287:1997에 따라 측정될 때 프로파일의 산술 평균 높이(Ra)가 75  $\mu\text{m}$  미만이고 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이(Rq)가 75  $\mu\text{m}$  미만인 것으로 정의된다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소의 표면 거칠기는 ISO 4287:1997에 따라 측정될 때 프로파일의 산술 평균 높이(Ra)가 50  $\mu\text{m}$  미만이고 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이(Rq)가 50  $\mu\text{m}$  미만인 것으로 정의된다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소의 표면 거칠기는 ISO 4287:1997에 따라 측정될 때 프로파일의 산술 평균 높이(Ra)가 25  $\mu\text{m}$  미만이고 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이(Rq)가 30  $\mu\text{m}$  미만인 것으로 정의된다.

[0033] 본 발명의 장난감 빌딩 요소는 요소가 만들어진 적층 제조 기술에 따라 포토폴리머 또는 열가소성 폴리머를 포함하는 폴리머 재료로 제조된다.

[0034] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 하나의 포토폴리머를 포함하는 폴리머 재료로 제조되며, 여기서 포토폴리머는 바이오 기반 폴리머, 하이브리드 바이오 기반 폴리머 또는 석유 기반 폴리머이다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 2개 이상의 포토폴리머를 포함하는 폴리머 재료로 제조되며, 여기서 상기 포토폴리머는 바이오 기반 폴리머, 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 석유 기반 폴리머 또는 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 석유 기반 폴리머의 혼합물일 수 있다.

[0035] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 하나의 열가소성 폴리머를 포함하는 폴리머 재료로 제조되며, 여기서 열가소성 폴리머는 바이오 기반 폴리머, 하이브리드 바이오 기반 폴리머 또는 석유 기반 폴리머이다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 2개 이상의 열가소성 폴리머를 포함하는 폴리머 재료로 제조되며, 여기서 상기 열가소성 폴리머는 바이오 기반 폴리머, 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 석유 기반 폴리머 또는 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 석유 기반 폴리머의 혼합물일 수 있다.

[0036] 일부 실시예에서, 바이오 기반 폴리머와 석유 기반 폴리머의 혼합물은 적어도 25%의 바이오 기반 폴리머와 최대 75%의 석유 기반 폴리머, 예컨대 적어도 50%의 바이오 기반 폴리머와 최대 50%의 석유 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 60%의 바이오 기반 폴리머와 최대 40%의 석유 기반 폴리머를 포함한다. 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머와 석유 기반 폴리머의 혼합물은 적어도 70%의 바이오 기반 폴리머와 최대 30%의 석유 기반 폴리머, 예컨대 적어도 80%의 바이오 기반 폴리머와 최대 20%의 석유 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 90%의 바이오 기반 폴리머와 최대 10%의 석유 기반 폴리머를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머와 석유 기반 폴리머의 혼합물은 적어도 95%의 바이오 기반 폴리머와 최대 5%의 석유 기반 폴리머, 예컨대 적어도 97%의 바이오 기반 폴리머와 최대 3%의 석유 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 99%의 바이오 기반 폴리머와 최대 1%의 석유 기반 폴리머를 포함한다.

[0037] 일부 실시예에서, 바이오 기반 폴리머와 하이브리드 바이오 기반 폴리머의 혼합물은 적어도 25%의 바이오 기반 폴리머와 최대 75%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 예컨대 적어도 50%의 바이오 기반 폴리머와 최대 50%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 60%의 바이오 기반 폴리머와 최대 40%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다. 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머와 하이브리드 바이오 기반 폴리머의 혼합물은 적어도 70%의 바이오 기반 폴리머와 최대 30%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 예컨대 적어도 80%의 바이오 기반 폴리머와 최대 20%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 90%의 바이오 기반 폴리머와 최대 10%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머와 하이브리드 바이오 기반 폴리머의 혼합물은 적어도 95%의 바이오 기반 폴리머와 최대 5%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 예컨대 적어도 97%의 바이오 기반 폴리머와 최대 3%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 99%의 바이오 기반 폴리머와 최대 1%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다.

[0038] 일부 실시예에서, 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 석유 기반 폴리머의 혼합물은 적어도 25%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 75%의 석유 기반 폴리머, 예컨대 적어도 50%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대

50%의 석유 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 60%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 40%의 석유 기반 폴리머를 포함한다. 다른 실시예에서, 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 석유 기반 폴리머의 혼합률은 적어도 70%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 30%의 석유 기반 폴리머, 예컨대 적어도 80%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 20%의 석유 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 90%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 10%의 석유 기반 폴리머를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 석유 기반 폴리머의 혼합률은 적어도 95%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 5%의 석유 기반 폴리머, 예컨대 적어도 97%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 3%의 석유 기반 폴리머, 예를 들어 적어도 99%의 하이브리드 바이오 기반 폴리머와 최대 1%의 석유 기반 폴리머를 포함한다.

[0039] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "바이오 기반 폴리머"라 함은 바이오 매스로부터 유도된 모노머의 화학적 또는 생화학적 중합에 의해 제조되는 폴리머를 의미한다. 바이오 기반 폴리머는 바이오 매스로부터 유도된 하나의 유형의 모노머의 중합에 의해 제조되는 폴리머 뿐만 아니라 바이오 매스로부터 유도된 적어도 2개의 상이한 모노머의 중합에 의해 제조되는 폴리머를 포함한다.

[0040] 바람직한 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 바이오 매스로부터 모두 유도된 모노머의 화학적 또는 생화학적 중합에 의해 제조된다.

[0041] 바이오 기반 폴리머는 3개의 그룹으로 세분될 수 있다.

[0042] 1. 생화학적 중합에 의해, 즉 예를 들어 미생물의 사용에 의해 제조된 폴리머. 모노머는 기재로서 바이오 매스를 사용하여 제조된다. 그러한 폴리머의 예는 폴리히드록시알카노에이트, 예를 들어 폴리히드록시발레레이트 및 폴리(하드록시부티레이트-하드록시발레레이트)를 포함한다.

[0043] 2. 화학적 중합, 즉 화학적 합성에 의해 제조된 폴리머. 모노머는 기재로서 바이오 매스를 사용하여 제조된다. 그러한 폴리머의 예는 폴리락트산을 포함한다.

[0044] 3. 식물에서 유도된 폴리머. 폴리머는 통상적으로 성장 동안 식물 내부의 생화학적 프로세스에 의해 생성된다. 폴리머는 단리되고 임의로 후속하여 수정된다. 그러한 폴리머의 예는, 예를 들어 셀룰로오스 아세테이트와 같은 수정된 셀룰로오스를 포함한다.

[0045] 일부 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 생화학적 중합에 의해 제조된다. 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 화학적 중합에 의해 제조된다. 또 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 생화학적 또는 화학적 중합에 의해 제조된다. 또 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 식물로부터 유도된다.

[0046] 바이오 기반 폴리머는 또한 석유 기반 폴리머와 동일한 분자 구조를 갖지만, 바이오 매스로부터 유도된 모노머의 화학적 또는 생화학적 중합에 의해 생성된 폴리머를 포함한다.

[0047] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "석유 기반 폴리머"라 함은 석유, 석유 부산물 또는 석유 유도된 공급 원료로부터 유도된 모노머의 화학적 중합에 의해 제조된 폴리머를 의미한다. 예는 폴리에틸렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 폴리메틸메타크릴레이트를 포함한다.

[0048] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "하이브리드 바이오 기반 폴리머"라 함은 적어도 2개의 상이한 모노머의 중합에 의해 제조된 폴리머를 의미하며, 여기서 적어도 하나의 모노머는 바이오 매스로부터 유도되고 적어도 하나의 모노머는 석유, 석유 부산물 또는 석유 유도된 공급 원료로부터 유도된다. 중합 프로세스는 통상적으로 화학적 중합 프로세스이다.

[0049] 용어 "바이오 기반 폴리머", "하이브리드 바이오 기반 폴리머" 및 "석유 기반 폴리머"는 또한 재활용 폴리머를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "재활용 폴리머"라 함은 스크랩 또는 폐기 플라스틱을 회수하고 이를 유용한 폴리머 재료로 재처리함으로써 획득된 폴리머를 의미한다.

[0050] 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 또한 총 탄소 함량당 바이오 기반 탄소의 함량을 특징으로 할 수 있다. 일부 실시예에서, 하이브리드 바이오 기반 폴리머에서 바이오 기반 탄소의 함량은 총 탄소 함량을 기준으로 적어도 25%, 예컨대 적어도 30% 또는 적어도 40%이다. 다른 실시예에서, 하이브리드 바이오 기반 폴리머에서 바이오 기반 탄소의 함량은 총 탄소 함량을 기준으로 적어도 50%, 예컨대 적어도 60%, 예를 들어 적어도 70%, 예컨대 적어도 80%이다.

[0051] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "바이오 기반 탄소"는 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머의 일부를 형성하는 모노머의 제조에서 기재로서 사용되는 바이오 매스로부터 유래된 탄소 원자를 지

칭한다. 하이브리드 바이오 기반 폴리머에서 바이오 기반 탄소의 함량은, 예를 들어 ASTM D6866 또는 CEN/TS 16137 또는 동등한 프로토콜에 명시된 탄소-14 동위 원소 함량에 의해 결정될 수 있다.

[0052] 또한, 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 석유 기반 폴리머를 포함하는 수지는 총 탄소 함량당 바이오 기반 탄소의 함량을 특징으로 할 수 있다. 일부 실시예에서, 수지 중 바이오 기반 탄소의 함량은 수지 중 총 탄소 함량을 기준으로 적어도 25%, 예를 들어 적어도 30% 또는 적어도 40%이다. 다른 실시예에서, 수지 중 바이오 기반 탄소의 함량은 수지 중 총 탄소 함량을 기준으로 적어도 50%, 예컨대 적어도 60%, 예를 들어 적어도 70%, 예컨대 적어도 80%, 바람직하게는 적어도 90% 또는 적어도 95%이다.

[0053] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 및 하나 이상의 충전제를 포함하는 폴리머 재료로 제조된다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및 하나 이상의 충전제를 포함하는 폴리머 재료로 제조된다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 적어도 하나의 석유 기반 폴리머 및 하나 이상의 충전제를 포함하는 폴리머 재료로 제조된다. 충전제의 적절한 예는 천연 충전제, 미네랄 충전제 및 금속 충전제를 포함한다.

[0054] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 광중합 적층 제조 기술을 사용하여 만들어진다. 그러한 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 예폭시 기반 포토폴리머 및 아크릴레이트 기반 포토폴리머 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 포토폴리머를 포함하는 포토폴리머 재료로 제조된다. 임의로, 포토폴리머 재료는 또한 충전제 및/또는 섬유를 포함할 수 있다. 충전제의 적절한 예는 천연 충전제, 미네랄 충전제 및 금속 충전제를 포함한다.

[0055] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 열가소성 적층 제조 기술을 사용하여 만들어진다. 그러한 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 폴리아미드(polyamide)(PA), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(acrylonitrile butadiene styrene)(ABS), 폴리락트산(polylactic acid)(PLA), 폴리에틸렌(polyethylene)(PE), 폴리프로필렌(polypropylene)(PP), 폴리에틸렌 푸라노에이트(polyethylene furanoate)(PEF), 폴리부틸렌 푸라노에이트(polybutylene furanoate)(PBF), 폴리트리메틸렌 푸란디카르복실레이트(polytrimethylene furandicarboxylate)(PTF), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)(PET), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(polybutylene terephthalate)(PBT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트(polytrimethylene terephthalate)(PTT), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 글리콜 변성(polyethylene terephthalate glycol-modified)(PETG), 폴리에틸렌 테레프탈레이트-이소프탈산 코폴리머(polyethylene terephthalate - isophthalic acid copolymer)(PET-IPA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 나프탈렌(polyethylene terephthalate naphthalene)(PETN), 폴리부티레이트 아디페이트 테레프탈레이트(polybutyrate adipate terephthalate)(PBAT), 열가소성 엘라스토머(thermoplastic elastomer)(TPE), 열가소성 폴리우레탄(thermoplastic polyurethane)(TPU 또는 TPE-U), 폴리아미드-폴리에테르 엘라스토머(polyamide-polyether elastomer)(TPA), 열가소성 스티렌 엘라스토머(thermoplastic Styrene Elastomer)(TPE-S 또는 TPS), 열가소성 폴리에스테르 엘라스토머(thermoplastic Polyester Elastomer)(TPE, TPE-0 또는 TPO), 폴리올레핀 플라스토머(polyolefin plastomer)(POP), 폴리올레핀 엘라스토머(polyolefin elastomer)(POE), 올레핀 블록 코폴리머(olefin Block Copolymer)(OBC), 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(ethylene Propylene Diene Monomer)(EPDM), 프로필렌-에틸렌 코폴리머(propylene-ethylene copolymer), 변성된 열가소성 올레핀(modified Thermoplastic olefin)(mTPO), 스티렌-에틸렌-부틸렌-에틸렌(styrene-ethylene-butylene-ethylene)(SEBS), 스티렌 부틸렌 스티렌(styrene butylene styrene)(SBS), 5-히드록시이소프탈산(5-hydroxyisophthalic acid)(HIPA), 폴리카보네이트(polycarbonate)(PC), 폴리옥시메틸렌(polyoxymethylene)(POM), 폴리케톤(polyketone)(PK) 및 셀룰로오스 아세테이트(cellulose acetate)(CA) 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 열가소성 폴리머를 포함하는 열가소성 재료로 제조된다.

[0056] 임의로, 열가소성 재료는 또한 충전제 및/또는 섬유를 포함할 수 있다. 충전제의 적절한 예는 천연 충전제, 미네랄 충전제 및 금속 충전제를 포함한다.

[0057] 예

[0058] 아래의 예에서, 장난감 빌딩 벽돌이 적층 제조에 의해 어떻게 제조되는 지가 설명된다. 이어서, 제조된 벽돌의 표면 특성을 결정하기 위해 제조된 벽돌을 "표면 거칠기 테스트" 및 "벽돌 조립 테스트"에 의해 분석하였다.

[0059] 표면 거칠기 테스트

[0060] 스타일러스 프로파일로미터(stylus profilometer) Taylor Hobson FormTalySurf 50을 사용하여 측정을 수행하였다.

[0061] 측방향 표면에서 측정을 수행하였다. 스타일러스는 길이가 5 mm인 프로파일을 측정하였다.

[0062] 분석:

[0063] 측정값 분석은 소프트웨어 SPIP 버전 6.7.2를 사용하여 수행하였다.

[0064] 프로파일 설정:

[0065] 프로파일 설정은 라인 형태 제거를 통해 이루어졌다.

[0066] 필터:

[0067] 필터( $\lambda_s$  및  $\lambda_c$  - ISO 13565-1:1996 제품의 기하 특성 사양(Geometrical Product Specification)(GPS) -- 표면 텍스처: 프로파일 방법; 계층화된 기능 특성을 갖는 표면 -- 파트 1: 필터링 및 일반 측정 조건으로부터)는 적용되지 않았다.

#### [0068] 벽돌 조립 테스트

[0069] 목적: 특정 재료로 제조된 전통적인 LEGO® 2\*4 벽돌(시험편)을 조립하고 이후에 분해하는 데에 필요한 물리적 노력을 평가하고 점수를 기록한다.

[0070] 피검자: 피검자는 평균 성인이다.

[0071] 테스트 조건: 테스트는 온도가 20-25°C이고 상대 습도가 20-65%인 실내에서 수행해야 한다.

[0072] 시험편: 테스트는 관련 재료로 제조된 2개의 유사한 색상의 LEGO® 2\*4 벽돌에 대해 수행된다. 제조 후, 시험편은 20-25°C 및 20-65% 상대 습도의 실내 조건에서 보관해야 한다.

[0073] 테스트: 테스트는 제조 후 2-10일 이내에 수행된다. 2개의 시험편이 테스트에 사용되고 한 벽돌의 상부면이 다른 벽돌의 하부면과 정렬한 다음, 이를 벽돌이 상부면 상의 모든 노브와 하부면 상의 모든 튜브를 사용하여 조립 및 분해된다. 피검자는 총 10회 사이클을 잇달아 손으로 테스트 벽돌을 조립하고 비틀지 않고 즉시 분해한다. 각 사이클마다, 피검자는 아래에 명시된 바와 같이 테스트 점수를 기록한다.

[0074] 스코어링: 처음 2회의 조립/분해 사이클의 스코어링은 무시된다. 최종 테스트 점수는 사이클 3-10회에 대해 얻은 평균 점수로서 기록된다.

테스트 점수	설명
1	벽돌을 조립하는 데에 노력이 거의 필요하지 않고 벽돌이 매우 느슨하게 연결된 것 같다. 벽돌을 분해하는 데에 노력이 거의 또는 전혀 필요하지 않다.
5	벽돌을 조립하는 데에 노력이 낮음에서 중간 정도 필요하고 벽돌이 잘 연결된 것 같다. 벽돌을 분해하는 데에 노력이 낮음에서 중간 정도 필요하다.
10	벽돌을 조립하는 데에 노력이 중간에서 높음 정도 필요하고 완전히 조립되면 벽돌이 매우 단단하게 연결된 것 같다. 피검자가 벽돌을 분해하는 데에 최대의 노력이 필요하다.

[0075]

[0076] 조립된 벽돌 세트를 손으로 분해할 수 없는 경우, 시험편은 테스트에서 ND의 점수를 받는다.

[0077] 장난감 빌딩 요소의 제조에 사용하기에 허용 가능한 재료는 3 내지 7 범위의 평균 테스트 점수를 받게 된다.

[0078] ABS로 제조된 상업용 LEGO® 2\*4 벽돌은 정의마다 5의 점수를 받는다.

#### [0079] 일반적인 설명. 적층 제조된 장난감 빌딩 벽돌의 제조

[0080] 일반적으로, 장난감 빌딩 요소는 다음의 설명을 사용하여 만들 수 있다:

[0081] 디지털 CAD 파일은 3D 프린터/적층 제조(Additive Manufacturing)(AM) 기계에 의해 판독될 수 있는, STL, 3MF 또는 이와 유사한 형식과 같은 파일 형식으로 저장해야 한다. 이 파일은 관련 프린터의 슬라이싱 소프트웨어로 가져와야 한다. 파일은 사실상 작은 수평층으로 절단된다. 이들 층/슬라이스의 두께는 프린터의 해상도에 따라 좌우된다. 층 내의 추가 공구 경로는 선택된 AM 기술에 따라 좌우된다. 액적 기반 AM 기술의 경우, 공구 경로는 오히려 퇴적 패턴 또는 액적 매트릭스이다. 이어서, 전통적인 LEGO® 2\*4 벽돌이 각각의 AM 기술로 층별로 제조된다.

[0082] 돌출부 또는 기타 복잡한 기하형상을 갖는 요소를 제조하기 위해서는 지지 구조가 필요할 수 있다. 이 구조는 동일한 재료로 또는 지지 재료로 제조될 수 있다. 제조/퇴적 프로세스는 전술한 바와 같이 빌딩 재료에 대한 것과 동일하다. 유일한 차이점은 이 지지 구조를 나중에 제거해야 한다는 것이다. 제거 프로세스는 액체 또는 챔버에서 수동으로, 반자동으로 또는 심지어는 완전 자동화된 프로세스로 수행될 수 있다.

#### [0083] 예 1. 과립 적층 제조 기술을 사용한 장난감 빌딩 벽돌의 제조.

[0084] ARBURG Freeformer에서 PLA(3100HP, Natureworks에서 구입)로 LEGO® 2\*4 장난감 빌딩 벽돌을 인쇄하려면, 2개의 유형의 파라미터 세트를 조절해야 한다. 기계측에서는, 구형의 균일하게 압출된 액적 형상에 대한 파라미터 세트가 필요하다. Freeformer은 재료, 압력 및 나사 이동 측면에서 반 자체 조절 시스템이지만, 일부 파라미터는 수동으로 설정해야 한다. 소프트웨어측에서, 장난감 빌딩 요소는 노즐이 액적을 퇴적하는 공구 경로를 규정하기 위해 올바른 파라미터 세트로 슬라이스되어야 한다.

#### [0085] 기계 파라미터 세트:

[0086]  $T_{챔버} = 60^{\circ}\text{C}$

[0087]  $T_{노즐} = 200^{\circ}\text{C}$

[0088]  $T_{구역2} = 180^{\circ}\text{C}$

[0089]  $T_{구역1} = 155^{\circ}\text{C}$

[0090] 방전 측정 = 74%

#### [0091] 슬라이싱 파라미터 세트:

[0092] 이송 속도 연속 압출 = 40

[0093] 이송 속도 이산 압출 = 40

[0094] 낙하 형상비 = 1.04

[0095] 경계 윤곽의 수 = 1

[0096] 내부 보상 계수 = 0.2

[0097] 정렬 = 인사이드 아웃

[0098] 영역 충전이 경계 윤곽과 오버랩 = 50%

[0099] 시작 각도 = 45도

[0100] 증분 각도 = 90도

[0101] 충전도 = 95%

#### [0102] 표면 거칠기:

[0103] 적층 제조된 벽돌에 대해 표면 거칠기 테스트를 수행하여 다음의 결과를 획득하였다.

[0104] ISO 4287:1997(제품의 기하 특성 사양(Geometrical Product Specification)(GPS) - 표면 텍스쳐: 프로파일 방법 - 용어, 정의 및 표면 텍스쳐 파라미터) 후에, 프로파일의 산술 평균 높이( $R_a$ ) 및 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이( $R_q$ )를 계산하였다.

[0105]  $R_a$ 의 값은  $25 \mu\text{m}$  미만이었고  $R_q$ 의 값은  $30 \mu\text{m}$  미만이었다.

- [0106] 결과는 벽돌이 허용 가능한 표면 거칠기를 갖는다는 것을 보여준다.
- [0107] 벽돌 조립 테스트:
- [0108] 제조된 2\*4 빌딩 벽돌은 벽돌 조립 테스트에 설명된 절차에 따라 5 명이 시험하였다. 평균 테스트 점수는 2 점이었다.
- [0109] 벽돌 조립 테스트의 점수는 벽돌이 조립 및 분해될 수 있지만, 벽돌이 느슨하게 연결되어 있어 벽돌을 분해하는 데에 노력이 거의 또는 전혀 필요하지 않다는 것을 보여준다.
- [0110] 벽돌 조립 테스트의 점수는 제조된 장난감 빌딩 벽돌의 표면 마찰이 낮고 이에 따라 벽돌이 덜 느슨하게 연결되도록 허용 가능한 표면 마찰을 갖는 장난감 빌딩 요소를 제조하기 위해서는 테스트된 PLA의 추가 수정이 필요하다는 것을 보여준다.
- [0111] 예 2. 분말 기반 적층 제조 기술을 사용한 장난감 빌딩 벽돌의 제조
- [0112] LEGO® 2\*4 장난감 빌딩 벽돌은 EOS Formiga 프린터에서 0.1 mm의 층 두께 및 0.25 mm의 표준 해치 간격을 갖는 표준 EOS 슬라이싱 설정을 사용하여 PA12(EOS의 PA2200)로 인쇄된다. 윤곽의 수는 2이다. 노출 유형은 "EOS"이다. 챔버 온도는 169°C이다. 벽돌의 노브는 위쪽을 향하고 튜브면은 아래쪽을 향한다. 요소의 저단 표면의 배치는 슬라이싱층에 정렬되므로, 중간이 아닌 층에서 정확하게 시작된다.
- [0113] 벽돌은 풀어놓고 분말을 제거하며, 추가적인 후처리는 사용되지 않는다.
- [0114] 표면 거칠기:
- [0115] 적층 제조된 벽돌에 대해 표면 거칠기 테스트를 수행하여 다음의 결과를 획득하였다:
- [0116] ISO 4287:1997(제품의 기하 특성 사양(Geometrical Product Specification)(GPS) - 표면 텍스쳐: 프로파일 방법 - 용어, 정의 및 표면 텍스쳐 파라미터) 후에, 프로파일의 산술 평균 높이(Ra) 및 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이(Rq)를 계산하였다.
- [0117] Ra의 값은 25  $\mu\text{m}$  미만이었고 Rq의 값은 30  $\mu\text{m}$  미만이었다.
- [0118] 결과는 벽돌이 허용 가능한 표면 거칠기를 갖는다는 것을 보여준다.
- [0119] 벽돌 조립 테스트:
- [0120] 제조된 2\*4 빌딩 벽돌은 벽돌 조립 테스트에 설명된 절차에 따라 5 명이 시험하였다. 평균 테스트 점수는 1 점이었다.
- [0121] 벽돌 조립 테스트의 점수는 벽돌이 조립 및 분해될 수 있지만, 벽돌이 매우 느슨하게 연결되어 있어 벽돌을 분해하는 데에 노력이 거의 또는 전혀 필요하지 않다는 것을 보여준다.
- [0122] 벽돌 조립 테스트의 점수는 제조된 장난감 빌딩 벽돌의 표면 마찰이 낮고 이에 따라 벽돌이 덜 느슨하게 연결되도록 허용 가능한 표면 마찰을 갖는 장난감 빌딩 요소를 제조하기 위해서는 테스트된 PA12의 추가 수정이 필요하다는 것을 보여준다.
- [0123] 예 3. 광중합 적층 제조 기술을 사용한 장난감 빌딩 벽돌의 제조
- [0124] LEGO® 2\*4 장난감 빌딩 벽돌은 Stratasys Objet 350 Connex 2 프린터에서 16  $\mu\text{m}$ 의 층 두께를 갖는 고품질(High Quality)(HQ) 설정을 사용하여 아크릴 화합물(Stratasys의 "vero blue")로 인쇄된다. 벽돌의 노브는 아래쪽을 향하고 튜브면은 위쪽을 향한다.
- [0125] 지지 재료는 세정에 의해 제거되며, 추가적인 후처리는 사용되지 않는다.
- [0126] 표면 거칠기:
- [0127] 적층 제조된 벽돌에 대해 표면 거칠기 테스트를 수행하여 다음의 결과를 획득하였다:
- [0128] ISO 4287:1997(제품의 기하 특성 사양(Geometrical Product Specification)(GPS) - 표면 텍스쳐: 프로파일 방법 - 용어, 정의 및 표면 텍스쳐 파라미터) 후에, 프로파일의 산술 평균 높이(Ra) 및 프로파일의 제곱 평균 제곱근 높이(Rq)를 계산하였다.
- [0129] Ra의 값은 25  $\mu\text{m}$  미만이었고 Rq의 값은 30  $\mu\text{m}$  미만이었다.

[0130] 결과는 벽돌이 허용 가능한 표면 거칠기를 갖는다는 것을 보여준다.

[0131] 벽돌 조립 테스트:

[0132] 제조된 2\*4 빌딩 벽돌은 벽돌 조립 테스트에 설명된 절차에 따라 5 명이 시험하였다. 평균 테스트 점수는 8 점이었다.

[0133] 벽돌 조립 테스트의 점수는 벽돌이 조립 및 분해될 수 있지만, 벽돌이 단단히 연결되어 있어 벽돌을 분해하는데에 많은 노력이 필요하다는 것을 보여준다.

[0134] 벽돌 조립 테스트의 점수는 제조된 장난감 빌딩 벽돌의 표면 마찰이 높고 이에 따라 벽돌이 덜 단단하게 연결되도록 허용 가능한 표면 마찰을 갖는 장난감 빌딩 요소를 제조하기 위해서는 테스트된 아크릴 화합물의 추가 수정이 필요하다는 것을 보여준다.

[0135] **결론**

[0136] 예 1 내지 3에서, 장난감 빌딩 요소는 3개의 상이한 적층 제조 방법을 사용하여 3개의 상이한 재료로 제조될 수 있다는 것을 보여주었다. 결과는 만족스러운 표면 거칠기를 갖는 적층 제조된 장난감 빌딩 요소를 제조할 수 있음을 보여준다. 결과는 또한 벽돌 조립 테스트를 만족시킬 수 있는 허용 가능한 표면 마찰을 갖는 빌딩 요소를 획득하기 위해서는 시험된 재료의 추가 수정이 필요하다는 것을 보여준다.

## 도면

### 도면1

