



등록특허 10-2699873



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월29일  
(11) 등록번호 10-2699873  
(24) 등록일자 2024년08월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*A63H 33/08* (2006.01) *A63H 9/00* (2006.01)  
*B29B 17/04* (2006.01) *B29C 45/00* (2006.01)  
*B29C 64/10* (2017.01) *C08L 101/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*A63H 33/086* (2013.01)  
*A63H 9/00* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7018522
- (22) 출원일자(국제) 2018년11월30일  
심사청구일자 2021년11월10일
- (85) 번역문제출일자 2020년06월26일
- (65) 공개번호 10-2020-0096558
- (43) 공개일자 2020년08월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2018/083090
- (87) 국제공개번호 WO 2019/106129  
국제공개일자 2019년06월06일
- (30) 우선권주장  
PA201770901 2017년12월01일 덴마크(DK)
- (56) 선행기술조사문현  
JP2017529441 A\*  
WO2011083173 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

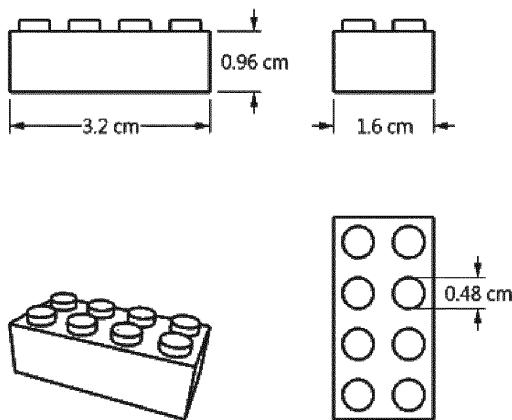
전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 임형근

(54) 발명의 명칭 바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 벽돌

**(57) 요약**

본 발명은 바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 장난감 빌딩 요소를 제조하는 방법에 관한 것이다.

**대 표 도** - 도1

(52) CPC특허분류

*B29C 45/0001* (2013.01)

*B29C 64/10* (2021.08)

*C08L 101/00* (2013.01)

*B29B 2017/042* (2013.01)

*C08L 2207/20* (2013.01)

(72) 발명자

**안데르센 비스트라**

덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
내

**요한센 루이스 토스티**

덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
내

**크리스텐센 미카엘**

덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
내

---

**울프 카를린 요한나**

덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
내

**메릴드 한나 크리스티나**

덴마크 7190 빌룬드 아스트베이 1 레고 에이/에스  
내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 요소로서,

상기 바이오 폴리머 재료의 탄성 계수는 ISO 527에 따라 측정될 때 적어도 2000 MPa이고,

장난감 빌딩 요소는

- 폴리머 재료를 용융하여 획득한 기계적 재활용 폴리머 및/또는
- 폴리머 재료를 화학적으로 분해하여 모노머 및/또는 올리고머를 획득하고, 획득한 모노머 및/또는 올리고머를 중합하여 획득한 화학적 재활용 폴리머

를 포함하는 수지의 처리에 의해 제조되는,

장난감 빌딩 요소.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 장난감 빌딩 요소는 기계적 재활용 폴리머 및/또는 화학적 재활용 폴리머를 포함하는 수지의 사출 성형 및/또는 적층 제조에 의해 제조되는, 장난감 빌딩 요소.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 재활용 폴리머는 폴리락트산(PLA), 폴리트리메틸렌 푸란디카르복실레이트(PTF), 폴리아미드(PA), 폴리에스테르 아미드(PEA), 폴리에틸렌 푸라노에이트(PEF), 폴리부틸렌 푸라노에이트(PBF), 폴리트리메틸 푸라노에이트(PTF), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 글리콜 변성(PETG), 폴리에틸렌 테레프탈레이트-이소프탈산 코폴리머(PET-IPA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 나프탈렌(PETN), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트(PTT), 셀룰로오스 아세테이트(CA), 디페닐이소소르비드, 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리옥시메틸렌(POM) 및 폴리케톤(PK)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 장난감 빌딩 요소.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 수지 중 재활용 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 25%(w/w)인, 장난감 빌딩 요소.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 수지 중 총 탄소 함량당 바이오 기반 탄소의 함량은 적어도 50%, 예컨대 적어도 60%, 예를 들어 적어도 70%, 바람직하게는 적어도 80%, 더 바람직하게는 적어도 90%인, 장난감 빌딩 요소.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 장난감 빌딩 요소는 LEGO®-크기 또는 LEGO® DUPLO®-크기인, 장난감 빌딩 요소.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 장난감 빌딩 요소는 ABS로 제조되는, 장난감 빌딩 요소.

#### 청구항 8

바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 요소의 제조 방법으로서,

상기 바이오 폴리머 재료의 탄성 계수는 ISO 527에 따라 측정될 때 적어도 2000 MPa이고,

a) 수지를 제공하는 단계로서, 상기 수지는

- 폴리머 재료를 용융하여 획득한 기계적 재활용 폴리머 및/또는
- 폴리머 재료를 화학적으로 분해하여 모노머 및/또는 올리고머를 획득하고, 획득한 모노머 및/또는 올리고머를 중합하여 획득한 화학적 재활용 폴리머

를 포함하는, 단계, 및

b) 상기 수지를 처리하는 단계를 포함하는, 장난감 빌딩 요소의 제조 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 재활용 폴리머는 폴리락트산(PLA), 폴리트리메틸렌 푸란디카르복실레이트(PTF), 폴리아미드(PA), 폴리에스테르 아미드(PEA), 폴리에틸렌 푸라노에이트(PEF), 폴리부틸렌 푸라노에이트(PBF), 폴리트리메틸 푸라노에이트(PTF), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 글리콜 변성(PETG), 폴리에틸렌 테레프탈레이트-이소프탈산 코폴리머(PET-IPA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 나프탈렌(PETN), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트(PTT), 셀룰로오스 아세테이트(CA), 디페닐이소소르비드, 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리옥시메틸렌(POM) 및 폴리케톤(PK)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 방법.

#### 청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 수지 중 재활용 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 25%(w/w)인, 방법.

#### 청구항 11

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 장난감 빌딩 요소는 기계적 재활용 폴리머 및/또는 화학적 재활용 폴리머를 포함하는 수지의 사출 성형 및/또는 적층 제조에 의해 제조되는, 방법.

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 장난감 빌딩 요소의 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 장난감 빌딩 요소는 다년간 제조 및 판매되었다. 전통적으로 그러한 장난감 빌딩 요소는 ABS와 같은 석유 기반 폴리머로 제조된다. 그러나, 석유 자원의 감소 및 지구 온난화의 영향에 대한 우려가 증가됨에 따라 장난감 빌딩 요소 뿐만 아니라 다른 종류의 장난감의 제조에 사용하도록 대안적인 지속 가능한 재료의 개발이 장려되었다. 오늘날, 석유 기반 폴리머의 생산에 대한 재생 가능한 대안은 단 하나뿐이며 바이오 매스를 재생 자원으로 사용하여 제조되는 바이오 기반 폴리머를 사용하는 것이다.

[0003] 한가지 유형의 장난감 빌딩 요소는 상부면 상의 노브 및 하부면 상의 상보적인 튜브가 제공되는 전통적인 박스 형 빌딩 벽돌을 특징으로 할 수 있다. 그러한 박스형 빌딩 벽돌은 US 3,005,282호에 처음으로 개시되었으며 오늘날 2개의 크기, 즉 전통적인 LEGO®-크기 및 더 큰 LEGO® DUPLO®-크기로 제조 및 판매된다.

[0004] LEGO® DUPLO®-크기와 유사한 크기의 일부 장난감 빌딩 벽돌이, 예를 들어 중국 장난감 회사인 BanBao에 의해 시장에 출시되었다. 이들 빌딩 벽돌은, 폴리에틸렌이 사탕 수수를 재생 자원으로 사용하여 생산된 지속 가능한 바이오 기반 폴리에틸렌 재료로 제조된 것으로 판매되었다.

[0005] 전통적인 LEGO®-크기의 장난감 빌딩 요소는 아직 지속 가능한 바이오 기반 재료로 제조되지 않았다. LEGO®-크기의 벽돌을 제조하는 데에 따른 과제는 다수의 이유로 더 큰 LEGO® DUPLO®-크기의 장난감 빌딩 벽돌을 제조하는 것과 비교하여 더 크다. 그러한 이유 중 하나는 LEGO® DUPLO® 벽돌에 대한 것보다 LEGO® 벽돌에 대해 더 요구하는, 벽돌의 표면 특성에 관한 요건과 관련이 있다.

[0006] 일반적으로, LEGO® DUPLO®-크기의 벽돌은 2-5세 연령의 어린이를 위한 장난감으로 사용하도록 제조되며, LEGO® DUPLO® 벽돌에 대한 주요 요구는, 벽돌이 허물어지지 않고 한 장소에서 다른 장소로 이동될 수 있는 오래 지속되는 구조를 만드는 일 없이 벽돌을 서로 상하로 쌓는 것이다. 이와 달리, LEGO® 벽돌은 건설용 벽돌로 제조되고, 즉, LEGO® 벽돌의 목적은 벽돌이 허물어지지 않고 한 장소에서 다른 장소로 이동될 수 있는 더 크고 오래 지속되는 구조를 만드는 것이다. 따라서, LEGO® 벽돌의 결합력은, 사람이 벽돌을 조립 및 분리하는 데에 필요한 노력을 나타내며 또한 크고 오래 지속되는 구조로 다년간 조립 상태를 유지할 수 있는 벽돌 능력을 나타내는, 중요한 특성이다.

[0007] 본 발명의 발명자는 그러한 과제를 극복했으며, 오늘날 벽돌이 허물어지지 않고 한 장소에서 다른 장소로 이동될 수 있는 오래 지속되는 구조를 만들 수 있게 하는 표면 특성을 갖는 바이오 폴리머 재료로 장난감 빌딩 벽돌을 제조할 수 있다. 장난감 빌딩 요소는 사출 성형 및 적층 제조를 사용하여 제조될 수 있다.

### 발명의 내용

#### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 바이오 폴리머 재료로 제조되는 새로운 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다. 본 발명의 발명자는 놀랍게도 LEGO®-크기의 장난감 빌딩 요소가 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 및/또는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머를 포함하는 수지의 처리에 의해 제조될 수 있음을 발견하였다.

[0009] 제1 양태에서, 본 발명은 바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다.

[0010] 제2 양태에서, 본 발명은 바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 요소의 제조 방법에 관한 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 LEGO®-크기의 전통적인 박스형 LEGO® 2\*4 벽돌을 도시한다.  
도 2는 LEGO® DUPLO®-크기의 전통적인 박스형 LEGO® 2\*4 벽돌을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명은 바이오 폴리머 재료로 제조되는 장난감 빌딩 요소에 관한 것이다.
- [0013] 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.
- [0014] 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. 이를 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.
- [0015] 장난감 빌딩 요소는 다양한 형상, 크기 및 색상으로 이용 가능하다. LEGO® 벽돌과 LEGO® DUPLO® 벽돌 사이의 한가지 차이점은 크기로서 LEGO® DUPLO® 벽돌은 모든 치수가 LEGO® 벽돌의 크기의 2배이다. 상부면 상에 4\*2 노브를 갖는 전통적인 박스형 LEGO® 장난감 빌딩 벽돌의 크기는 길이가 약 3.2 cm, 폭이 약 1.6 cm, 높이가 약 0.96 cm(노브 제외)이며, 각 노브의 직경은 약 0.48 cm이다. 이와 달리, 상부면 상에 4\*2 노브를 갖는 LEGO® DUPLO® 벽돌의 크기는 길이가 약 6.4 cm, 폭은 약 3.2 cm, 높이는 약 1.92 cm(노브 제외)이며, 각 노브의 직경은 약 0.96 cm이다.
- [0016] 전술한 치수 및 크기는 장난감 빌딩 요소가 서로 "호환 가능하고 이에 의해 연결될 수 있도록" 최대 1%까지 달라질 수 있다.
- [0017] 일반적으로, 더 큰 LEGO® DUPLO® 벽돌과 비교하여 더 작은 LEGO® 벽돌을 제조할 때 치수 정밀도에 대한 요구가 더 큰데, 그 이유는, 벽돌들이 여러 번 쉽게 조립되고 분리될 수 있도록 그리고 또한 크고 오래 지속되는 구조에서 수년 동안 조립된 상태를 유지하는 능력을 벽돌이 지니도록 더 작은 벽돌에게는 함께 정확하게 끼워맞출 되는 것이 더 중요하기 때문이다.
- [0018] 또한, 노브와 상보적인 튜브 사이의 표면 압력은 LEGO® DUPLO® 벽돌보다 LEGO® 벽돌의 경우에 더 높다. 결과적으로, LEGO® 벽돌을 제조할 때, 내마모성, 내스크래치성 및 크리프/응력 완화와 관련하여 재료에 대한 요구가 훨씬 더 높다.
- [0019] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "LEGO®-크기" 또는 "LEGO®-크기의 장난감 빌딩 요소"는, 도 1에 도시된 바와 같은 전통적인 박스형 LEGO® 장난감 빌딩 벽돌 또는 LEGO® 벽돌과 동일한 크기의 노브 및/또는 상보적인 튜브를 갖는 임의의 다른 종류의 장난감 빌딩 요소이고, 상표 LEGO® 또는 LEGO® Technic 하에 판매되는 장난감 빌딩 세트의 일부를 형성하는 장난감 빌딩 요소를 의미한다. 이 용어는 또한 동일하거나 유사한 형상 및 크기를 갖지만 LEGO Group 이외의 다른 회사에서 제조되고 이에 따라 상표 LEGO 이외의 다른 상표 하에 판매되는 유사한 벽돌을 포함한다.
- [0020] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "LEGO® DUPLO®-크기" 또는 "LEGO® DUPLO®-크기의 장난감 빌딩 요소"는, 도 2에 도시된 바와 같은 전통적인 박스형 LEGO® DUPLO® 장난감 빌딩 벽돌 또는 LEGO® DUPLO® 벽돌과 동일한 크기의 노브 및/또는 상보적인 튜브를 갖는 임의의 다른 종류의 장난감 빌딩 요소이고, 상표 LEGO® DUPLO® 하에 판매되는 장난감 빌딩 세트의 일부를 형성하는 장난감 빌딩 요소를 의미한다. 이 용어는 또한 동일하거나 유사한 형상 및 크기를 갖지만 LEGO Group 이외의 다른 회사에서 제조되고 이에 따라 상표 LEGO 이외의 다른 상표 하에 판매되는 유사한 벽돌을 포함한다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 전통적인 박스형 LEGO® 장난감 빌딩 벽돌이다. 본 발명의 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 전통적인 박스형 LEGO® 장난감 빌딩 벽돌, 또는 서로 그리고 전통적인 박스형

LEGO® 장난감 빌딩 벽돌과 호환 가능하고 이에 따라 상호 연결될 수 있는 복수의 빌딩 요소를 통상적으로 포함하는 장난감 빌딩 세트의 일부를 형성하는 임의의 다른 종류의 장난감 빌딩 요소이다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 LEGO®-크기의 장난감 빌딩 요소이다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 전통적인 박스형 LEGO® DUPLO® 장난감 빌딩 벽돌이다. 본 발명의 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 전통적인 박스형 LEGO® DUPLO® 장난감 빌딩 벽돌, 또는 서로 그리고 전통적인 박스형 LEGO® DUPLO® 장난감 빌딩 벽돌과 호환 가능하고 이에 따라 상호 연결될 수 있는 복수의 빌딩 요소를 통상적으로 포함하는 장난감 빌딩 세트의 일부를 형성하는 임의의 다른 종류의 장난감 빌딩 요소이다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 LEGO® DUPLO®-크기의 장난감 빌딩 요소이다.

[0023] 바람직한 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 장난감 구조 요소이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "장난감 구조 요소"는 벽돌이 허물어지지 않고 한 장소에서 다른 장소로 이동될 수 있는 크고 오래 지속되는 구조의 일부를 형성하는 벽돌로서 사용될 수 있도록 필요한 표면 특성을 갖는 장난감 빌딩 요소를 의미한다. 장난감 구조 요소는 임의의 형상, 크기 및 색상을 가질 수 있으며, 즉 장난감 구조 요소는, 표면 특성이 벽돌이 허물어지지 않고 한 장소에서 다른 장소로 이동될 수 있는 오래 지속되는 장난감 구조의 일부를 형성할 수 있게 하는 한 LEGO®-크기 및 LEGO® DUPLO®-크기 모두에서 위에서 정의된 임의의 장난감 빌딩 요소와 동일할 수 있다.

[0024] 장난감 빌딩 요소는 바이오 폴리머 재료로 제조되고 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머를 포함하는 수지의 처리에 의해 제조된다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "바이오 폴리머 재료"라 함은 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 또는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머 또는 재활용 폴리머를 포함하는 수지의 처리 후에 획득된 재료를 의미한다. 상기 용어는 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 또는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머 또는 재활용 폴리머를 포함하는 수지의 사출 성형 또는 적층 제조 후에 획득된 재료를 포함한다.

[0025] 특히, 장난감 빌딩 요소는 사출 성형에 의해 또는 적층 제조에 의해 또는 사출 성형 및 적층 제조의 조합에 의해 제조된다.

[0026] 장난감 빌딩 요소의 사출 성형은 장난감 빌딩 벽돌을 제조하는 전통적인 방법이다. 이 제조 기술은 수년간 사용되어 왔으며 본 기술 분야의 속련자에게 매우 잘 알려져 있다.

[0027] 최근에, 예를 들어 폴리머 재료로 물체를 만들기 위한 새로운 적층 제조 기술이 개발되었다. 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 액적 상에 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.

[0028] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 사출 성형에 의해 제조된다. 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 적층 제조에 의해 제조된다. 또 다른 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 사출 성형 및 적층 제조의 조합에 의해 제조된다. 그러한 조합된 제조 기술은 예를 들어, 전통적인 사출 성형된 박스형 빌딩 벽돌의 표면 상에 충별 방식으로 재료를 부가함으로써 설계 개성이 높은 장난감 빌딩 요소가 제조되는 WO 2014/005591호에 설명되어 있다.

[0029] 장난감 빌딩 요소로 처리되는 수지는 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 또는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함하거나 수지가 재활용 폴리머를 포함한다.

[0030] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "바이오 기반 폴리머"는 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.

[0031] 바람직한 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 바이오 매스로부터 모두 유도된 모노머의 화학적 또는 생화학적 중합에 의해 제조된다.

[0032] 바이오 기반 폴리머는 3개의 그룹으로 세분될 수 있다:

[0033] 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(히드록시부티레이트-히드록시발레레이트)를 포함한다.

[0034] 2. 화학적 중합, 즉 화학적 합성에 의해 제조된 폴리머. 모노머는 기재로서 바이오 매스를 사용하여 제조된다. 그러한 폴리머의 예는 폴리락트산을 포함한다.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 바이오 기반 폴리머는 또한 석유 기반 폴리머와 동일한 분자 구조를 갖지만, 바이오 매스로부터 유도된 모노머의 화학적 또는 생화학적 중합에 의해 생성된 폴리머를 포함한다.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "재활용 폴리머"라 함은 스크랩 또는 폐기 플라스틱을 회수하고 이를 유용한 폴리머 재료로 재처리함으로써 획득된 폴리머를 의미한다. 재활용 폴리머 재료는 바이오 기반 폴리머 및/ 또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/ 또는 석유 기반 폴리머를 포함할 수 있다. 이 용어는 기계적 재활용 폴리머 및 화학적 재활용 폴리머 모두를 포함한다. 용어 "기계적 재활용 폴리머"라 함은 용융되고, 임의로 업그레이드되어 폴리머 사슬의 길이가 증가된 다음, 후속하는 사출 성형 프로세스에서 또는 사출 성형 전 배합 프로세스에서 사용하기 위해 펠릿 등으로 형성된 폴리머 재료를 의미한다. 용어 "화학적 재활용 폴리머"라 함은, 예를 들어 미생물을 사용하여 폴리머 재료를 그 모노머 및/ 또는 올리고머로 화학적으로 분해하고, 모노머/올리고머를 정제한 다음, 재활용 폴리머를 획득하도록 모노머/올리고머를 중합함으로써 획득되는 폴리머 재료를 의미한다.

[0041] 일부 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 폴리락트산(polylactic acid)(PLA), 폴리에틸렌(polyethylene)(PE), 폴리프로필렌(polypropylene)(PP), 폴리글리콜산(polyglycolic acid)(PGA), 폴리(락티드-코-글리콜라이드)(poly(lactide-co-glycolide))(PLGA), 폴리부틸렌 숙시네이트(polybutylene succinate)(PBS), 폴리트리메틸렌 푸란디카르복실레이트(polytrimethylene furandicarboxylate)(PTF), 폴리히드록시부티레이트(polyhydroxybutyrate)(PHB), 폴리히드록시발레레이트(polyhydroxyvalerate)(PHV), 폴리(히드록시부티레이트-히드록시발레레이트)(poly(hydroxybutyrate-hydroxyvalerate))(PHBV), 폴리아미드(polyamide)(PA), 폴리에스테르 아미드(polyester amide)(PEA), 폴리에틸렌 푸라노에이트(polyethylene furanoate)(PEF), 폴리부틸렌 푸라노에이트(polybutylene furanoate)(PBF), 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), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(polybutylene terephthalate)(PBT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트(polytrimethylene terephthalate)(PTT), 열가소성 폴리우레탄(thermoplastic polyurethane)(TPU), 셀룰로오스 아세테이트(cellulose acetate)(CA), 열가소성 전분(thermoplastic starch)(TPS), 디페닐이소소르비드(diphenylisosorbide), 폴리비닐 아세테이트(polyvinyl acetate)(PVA) 및 폴리메틸 메타크릴레이트(polymethyl methacrylate)(PMMA)로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0042] 일 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 셀룰로오스 재료가 아니다. 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 폴리에틸렌(PE)이 아니다. 또 다른 실시예에서, 바이오 기반 폴리머는 폴리프로필렌(PP)이 아니다.

[0043] 일부 실시예에서, 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 폴리(락티드-코-글리콜라이드)(PLGA), 폴리부틸렌 숙시네이트(PBS), 폴리트리메틸렌 푸란디카르복실레이트(PTF), 폴리아미드(PA), 폴리에스테르 아미드(PEA), 폴리에틸렌

푸라노에이트(PEF), 폴리부틸렌 푸라노에이트(PBF), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트(PTT), 열가소성 폴리우레탄(TPU), 디페닐이소소르비드, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(acrylonitrile butadiene styrene)(ABS), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 글리콜 변성(PETG), 폴리에틸렌 테레프탈레이트-이소프탈산 코폴리머(PET-IPA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 나프탈렌(PETN), 폴리부티레이트 아디페이트 테레프탈레이트(polybutyrate adipate terephthalate)(PBAT) 및 스티렌-에틸렌-부틸렌-에틸렌(styrene-ethylene-butylene-ethylene)(SEBS)로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0044] 일부 실시예에서, 석유 기반 폴리머는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리카보네이트 (polycarbonate)(PC), 폴리옥시메틸렌(polyoxymethylene)(POM), 폴리케톤(polyketone)(PK), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리비닐 아세테이트(PVA), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 글리콜 변성(PETG), 폴리에틸렌 테레프탈레이트-이소프탈산 코폴리머(PET IPA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 나프탈렌(PETN), 폴리부티레이트 아디페이트 테레프탈레이트(PBAT), 열가소성 폴리우레탄(TPU), 변성된 열가소성 올레핀(modified thermoplastic olefin)(mTPO) 및 스티렌-에틸렌-부틸렌-에틸렌(SEBS)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0045] 일부 실시예에서, 재활용 폴리머는 폴리락트산(PLA), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리글리콜산(PGA), 폴리(락티드-코-글리콜라이드)(PLGA), 폴리부틸렌 속시네이트(PBS), 폴리트리메틸렌 푸란디카르복실레이트(PTF), 폴리히드록시부티레이트(PHB), 폴리히드록시발레레이트(PHV), 폴리(히드록시부티레이트-히드록시발레레이트)(PHBV), 폴리아미드(PA), 폴리에스테르 아미드(PEA), 폴리에틸렌 푸라노에이트(PEF), 폴리부틸렌 푸라노에이트(PBF), 폴리트리메틸 푸라노에이트(PTF), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 글리콜 변성(PETG), 폴리에틸렌 테레프탈레이트-이소프탈산 코폴리머(PET-IPA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 나프탈렌(PETN), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트(PTT), 열가소성 폴리우레탄(TPU), 변성된 열가소성 올레핀(mTPO), 셀룰로오스 아세테이트(CA), 열가소성 전분(TPS), 디페닐이소소르비드, 폴리비닐 아세테이트(PVA), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리부티레이트 아디페이트 테레프탈레이트(PBAT), 스티렌-에틸렌-부틸렌-에틸렌(SEBS), 폴리카보네이트(PC), 폴리옥시메틸렌(POM) 및 폴리케톤(PK)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0046] 일부 실시예에서, 수지는 하나의 바이오 기반 폴리머를 포함하고 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 수지는 2개의 바이오 기반 폴리머를 포함하고 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 또 다른 실시예에서, 수지는 3개의 바이오 기반 폴리머를 포함하고 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 또 다른 실시예에서, 수지는 4, 5, 6 또는 7개의 바이오 기반 폴리머를 포함하고 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다.

[0047] 일부 실시예에서, 수지는 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함하고 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 수지는 2개의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함하고 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 또 다른 실시예에서, 수지는 3개의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함하고 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 또 다른 실시예에서, 수지는 4, 5, 6 또는 7개의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함하고 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다.

[0048] 일부 실시예에서, 수지는 하나의 바이오 기반 폴리머 및 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다. 다른 실시예에서, 수지는 2개의 바이오 기반 폴리머 및 1개의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 수지는 3개의 바이오 기반 폴리머 및 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다. 다른 실시예에서, 수지는 하나의 바이오 기반 폴리머 및 2개의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 수지는 하나의 바이오 기반 폴리머 및 3개의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다.

[0049] 일부 실시예에서, 수지는 적어도 하나의 재활용 폴리머를 포함하고 바이오 기반 폴리머 및 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 수지는 적어도 하나의 재활용 폴리머 및 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머를 포함하고 하이브리드 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 수지는 적어도 하나의 재활용 폴리머 및 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함하고 바이오 기반 폴리머는 포함하지 않는다. 또 다른 실시예에서, 수지는 적어도 하나의 재활용 폴리머 및 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 및 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머를 포함한다.

[0050] 일부 실시예에서, 수지 중 바이오 기반 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 25%(w/w), 예를 들어 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 30%(w/w), 예컨대 적어도 40%(w/w)이다.

- [0051] 일부 실시예에서, 수지 중 바이오 기반 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 50%(w/w), 예컨대 적어도 60%(w/w), 예를 들어 적어도 70%(w/w), 예컨대 적어도 80%(w/w), 예를 들어 적어도 90%(w/w), 예컨대 적어도 95%(w/w)이다.
- [0052] 다른 실시예에서, 수지 중 하이브리드 바이오 기반 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 25%(w/w), 예를 들어 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 30%(w/w), 예컨대 적어도 40%(w/w)이다. 일부 실시예에서, 수지 중 하이브리드 바이오 기반 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 50%(w/w), 예컨대 적어도 60%(w/w), 예를 들어 적어도 70%(w/w), 예컨대 적어도 80%(w/w), 예를 들어 적어도 90%(w/w), 예컨대 적어도 95%(w/w)이다.
- [0053] 또 다른 실시예에서, 수지 중 재활용 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 25%(w/w), 예를 들어 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 30%(w/w), 예컨대 적어도 40%(w/w)이다.
- [0054] 일부 실시예에서, 수지 중 재활용 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 50%(w/w), 예컨대 적어도 60%(w/w), 예를 들어 적어도 70%(w/w), 예컨대 적어도 80%(w/w), 예를 들어 적어도 90%(w/w), 예컨대 적어도 95%(w/w)이다.
- [0055] 일부 실시예에서, 수지는 재활용 폴리머 및 석유 기반 폴리머의 혼합물을 포함하고, 여기서 수지 중 재활용 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 25%(w/w), 예를 들어 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 30%(w/w), 예컨대 적어도 40%(w/w)이다. 일부 실시예에서, 수지 중 재활용 폴리머의 양은 수지의 총 중량을 기준으로 적어도 50%(w/w), 예컨대 적어도 60%(w/w), 예를 들어 적어도 70%(w/w), 예컨대 적어도 80%(w/w), 예를 들어 적어도 90%(w/w), 예컨대 적어도 95%(w/w)이다.
- [0056] 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%, 예를 들어 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%, 바람직하게는 적어도 80%, 더 바람직하게는 적어도 90%이다.
- [0057] 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 지칭한다. 하이브리드 바이오 기반 폴리머에서 바이오 기반 탄소의 함량은 ASTM D6866 또는 CEN/TS 16137 또는 동등한 프로토콜에 명시된 탄소-14 동위 원소 함량에 의해 결정될 수 있다.
- [0058] 재활용 폴리머는 또한 총 탄소 함량당 바이오 기반 탄소의 함량을 특징으로 할 수 있다. 일부 실시예에서, 재활용 폴리머에서 바이오 기반 탄소의 함량은 총 탄소 함량을 기준으로 적어도 25%, 예를 들어 적어도 30% 또는 적어도 40%이다. 다른 실시예에서, 재활용 폴리머에서 바이오 기반 탄소의 함량은 총 탄소 함량을 기준으로 적어도 50%, 예컨대 적어도 60%, 예를 들어 적어도 70%, 바람직하게는 적어도 80%, 더 바람직하게는 적어도 90%이다.
- [0059] 또한, 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 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.
- [0060] 장난감 빌딩 요소는 LEGO®-크기 또는 LEGO® DUPLO®-크기이다. 바람직한 실시예에서, 장난감 빌딩 벽돌은 LEGO®-크기이다.
- [0061] 장난감 빌딩 요소는 특히 구조 요소로서의 기능을 위해 탄성 변형을 견딜 수 있어야 한다. 따라서, 바이오 폴리머 재료의 탄성 계수는 ISO 527에 따라 측정될 때 적어도 1500 MPa, 예컨대 적어도 1700 MPa, 바람직하게는 적어도 2000 MPa이어야 한다.
- [0062] 본 발명은 또한 a) 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 및/또는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머를 포함하는 수지를 제공하는 단계, 및 b) 상기 수지를 처리하는 단계를 포함하는 장난감 빌딩 요소의 제조 방법에 관한 것이다.

- [0063] 본 방법에서 제공되고 처리될 적절한 수지는 상기 설명된 것을 포함한다.
- [0064] 일부 실시예에서, 상기 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 및/또는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머를 포함하는 수지는 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머를 다른 첨가제, 예를 들어 윤활제, 충격 개질제, 난연제, 가소제, 충전제, 착색제, 슬립제 (slip agent), 표면 개량제, 조핵제(nucleating agent), 상용화제(compatibilizer) 및 산화방지제와 혼합시킴으로써 제공된다. 임의로, 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머는 또한 수지의 일부를 형성하는 다른 폴리머와 혼합될 수 있다.
- [0065] 다른 실시예에서, 적어도 하나의 바이오 기반 폴리머 및/또는 적어도 하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머를 포함하는 수지는 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머를 석유 기반 폴리머와 혼합시킴으로써 제공된다.
- [0066] 또 다른 실시예에서, 수지는 단하나의 바이오 기반 폴리머, 예를 들어 폴리락트산으로 제조된다. 그러한 경우에, 수지를 제공하기 위해 혼합이 필요하지 않다; 수지는 공급업자로부터 구입한 수지를 개봉하여 간단히 제공된다. 다른 실시예에서, 수지는 단하나의 하이브리드 바이오 기반 폴리머로 제조되며, 이 경우 수지를 제공하기 위한 혼합이 또한 필요하지 않다. 또 다른 실시예에서, 수지는 재활용 폴리머 재료로 제조되며, 이 경우 수지를 제공하기 위한 혼합이 또한 필요하지 않다.
- [0067] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 사출 성형에 의해 제조된다. 그러한 실시예에서, 바이오 기반 폴리머 및/또는 하이브리드 바이오 기반 폴리머 및/또는 재활용 폴리머와 다른 첨가제 및/또는 다른 석유 기반 폴리머의 혼합은 수지를 사출 성형기에 공급하기 전에 일어날 수 있다. 일부 실시예에서, 혼합은 건식 혼합 단계로서 수행될 수 있다. 다른 실시예에서, 혼합은 사출 성형 단계 전에 압출기에서 배합 단계를 사용하여 수행될 수 있다. 대안적으로, 혼합은 수지를 사출 성형기에 공급하는 동안 일어날 수 있다.
- [0068] 일부 실시예에서, 장난감 빌딩 요소는 적층 제조에 의해 제조된다. 적층 제조 기술의 적절한 예는 장난감 빌딩 요소가 광중합 적층 제조 또는 열가소성 적층 제조, 예컨대 액체 기반 적층 제조, 토너 기반 적층 제조, 분말 기반 적층 제조 또는 과립 기반 적층 제조에 의해 만들어지는 것이다.
- [0069] 예
- [0070] 아래의 예에서, 장난감 빌딩 벽돌이 사출 성형에 의해 또는 적층 제조에 의해 어떻게 제조되는지가 설명된다. 이어서, 예 1 및 2에서 제조된 벽돌을 "벽돌 조립 테스트"에 의해 시험하였다. 이 테스트는 2개의 벽돌이 조립 및 분리되는 마찰 결합력을 평가한다. 이어서, 예 3에서 제조된 벽돌을 "낙하 테스트" 및 "샤르피 v-노치 테스트"에 의해 시험하였다. 이들 테스트는 사출 성형된 벽돌의 충격 강도를 평가한다.
- [0071] **벽돌 조립 테스트**
- [0072] 목적: 특정 재료로 제조된 전통적인 LEGO® 2\*4 벽돌(시험편)을 조립하고 이후에 분해하는 데에 필요한 물리적 노력을 평가하고 점수를 기록한다.
- [0073] 피검자: 피검자는 평균 성인이다.
- [0074] 테스트 조건: 테스트는 온도가 20-25°C이고 상대 습도가 20-65%인 실내에서 수행해야 한다.
- [0075] 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.
- [0076] 테스트: 테스트는 제조 후 2-10일 이내에 수행된다. 2개의 시험편이 테스트에 사용되고 한 벽돌의 상부면이 다른 벽돌의 하부면과 정렬한 다음, 이들 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.
- [0077] 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.

[0078]

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

[0080]

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

[0081]

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

[0082]

## 낙하 테스트

[0083]

목적: 시험편이 파손되는 특정 높이를 결정하기 위해 철제 추(iron plumb)를 다양한 높이에서 테스트 벽돌 위로 낙하시킴으로써, 특정 재료로 제조된 전통적인 LEGO® 2\*4 벽돌(시험편이라고도 지칭됨)의 충격 강도를 평가한다. 전통적인 LEGO® 2\*4 벽돌이 도 1에 도시되어 있다.

[0084]

피검자: 피검자는 평균 성인이다.

[0085]

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

[0086]

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

[0087]

테스트 장비: 테스트 장비는 안전 표준 EN 71-1: 2014 기계적 및 물리적 특성, 섹션 8.7; 충격 테스트에 설명된 것과 유사하다. 추는 상이한 특정 낙하 높이에서 시험편 위로 낙하된다. 배관에는 낙하 전에 제자리에 유지하기 위한 액슬이 끼워져 있고 스플릿을 당겨 낙하 타이밍을 제어할 수 있는 해제 메커니즘이 액슬에 내장된다. 추의 홀더는 수직 로드에 연결되고 낙하 높이는 이 수직 로드의 위아래로 추의 홀더를 활주시킴으로써 제어된다. 총 추/액슬 중량은 1.00 kg이고 추는 8 cm의 직경을 갖는다. 시험편을 유지하는 테스트 장비의 베이스 판은 철로 구성된다.

[0088]

테스트: 테스트는 다음 절차에 따라 제조 후 2-10일 이내에 수행된다:

[0089]

- 추는 추의 하단이 베이스 판의 10 cm 위에 있는 위치에 고정된다.

[0090]

- 시험편은 상부면 상의 결합 노브가 아래쪽을 향하고 하부면 상의 상보적인 튜브가 위쪽을 향한 상태에서 추 바로 아래에 베이스 판 상에 위치된다.

[0091]

- 테스트 벽돌 위로 추가 낙하되고 벽돌은 파손, 즉 파열 또는 균열의 징후에 대해 검사된다.

[0092]

- 시험편에 파손의 징후가 없으면, 추는 다시 홀더 내에 위치되고 추의 높이가 2 cm 만큼 증가된다.

[0093]

- 전술한 바와 같이 새로운 시험편을 추 아래에 놓고 추를 다시 한번 해제시켜 시험편을 검사한다.

[0094]

- 시험편이 파손되는 특정 높이에 도달할 때까지 이 절차가 반복되고 추 높이가 2 cm 씩 증가된다. 이 높이에서, 새로운 제2 시험편이 시험되고 이 시험편이 또한 파손되면 추 높이가 파손 높이로 기록된다. 제2 시험편이 파손되지 않는 경우, 추 높이가 2 cm 더 증가되고 새로운 시험편이 시험된다.

[0095]

- 최종 파손 높이는 2개의 연속적인 파손을 유발하는 추 높이로 설명된다.

## [0096] 샤르피 v-노치 테스트

[0097]  $6.0 \times 4.0 \times 50.0 \text{ mm}^3$ , B x W x H의 치수를 갖고 시험될 관련 재료로 성형된 플라스틱 로드를 노치 텁 직경이 0.5 mm인 노치 커터(ZNO, 독일 즈빅 소재)를 사용하여 ISO 179-1/1 eA에 따라 절단하였다. 노치된 시험편을 v-노치 대향 진자와 함께 배치하고, ISO 179-1:2010에 설명된 원리에 따라 진자 충격기(HOT, 독일 즈빅 소재)에서 시험하였다.

## [0098] 예 1: LEGO®-크기의 사출 성형된 장난감 빌딩 벽돌의 제조

[0099] 폴리락트산(PLA) 재료(3100HP, Natureworks에서 구입)를  $80^\circ\text{C}$ 에서 6 시간 동안 건조시켰다. 그 후, 30 mm 나사가 장착된 Arburg Allrounder 470 E 1000-400 사출 성형기를 사용하여 재료를 LEGO® 2\*4 벽돌로 사출 성형하였다.

[0100] 사출 성형 파라미터는 다음과 같다:

[0101] PLA의 용융 온도:  $190^\circ\text{C}$

[0102] 몰드 온도:  $110^\circ\text{C}$

[0103] 유지 압력: 600 bar

[0104] 냉각 시간: 60 초.

[0105] 제조된 2\*4 빌딩 벽돌은 벽돌 조립 테스트에 설명된 절차에 따라 5 명이 시험하였다. 평균 테스트 점수는 10 점이었다.

[0106] 벽돌 조립 테스트의 점수는, 벽돌이 조립 및 분해될 수 있지만, 제조되는 장난감 빌딩 벽돌의 표면 마찰이 높고 이에 따라 너무 많은 노력을 필요로 하지 않고 2개의 조립된 벽돌이 나중에 분해될 수 있도록 허용 가능한 표면 마찰을 갖는 장난감 빌딩 요소를 제조하기 위해서는 시험된 PLA 수지의 추가 수정이 필요하다는 것을 보여준다.

## [0107] 예 2: LEGO®-크기의 적층 제조되는 장난감 빌딩 벽돌의 제조

[0108] 일반적으로, 장난감 빌딩 요소는 다음의 설명을 사용하여 만들 수 있다:

[0109] 디지털 CAD 파일은 3D 프린터/적층 제조(Additive Manufacturing)(AM) 기계에 의해 관독될 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.

[0110] 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.

## [0111] 과립 적층 제조 기술을 사용한 장난감 빌딩 벽돌의 제조.

[0112] 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.

## [0113] 기계 파라미터 세트:

[0114]  $T_{챔버} = 60^\circ\text{C}$

[0115]  $T_{노즐} = 200^\circ\text{C}$

[0116]  $T_{구역2} = 180^\circ\text{C}$

- [0117]  $T_{구역1} = 155^{\circ}\text{C}$
- [0118] 방전 측정 = 74%
- [0119] 슬라이싱 파라미터 세트:
- [0120] 이송 속도 연속 압출 = 40
- [0121] 이송 속도 이산 압출 = 40
- [0122] 낙하 형상비 = 1.04
- [0123] 경계 윤곽의 수 = 1
- [0124] 내부 보상 계수 = 0.2
- [0125] 정렬 = 인사이드 아웃
- [0126] 영역 충전이 경계 윤곽과 오버랩 = 50%
- [0127] 시작 각도 = 45도
- [0128] 증분 각도 = 90도
- [0129] 충전도 = 95%
- [0130] 제조된 2\*4 빌딩 벽돌은 벽돌 조립 테스트에 설명된 절차에 따라 5 명이 시험하였다. 평균 테스트 점수는 2 점 이었다.
- [0131] 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.
- [0132] 벽돌 조립 테스트의 점수는 제조되는 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.
- [0133] 예 3: PET 수지를 사용한 LEGO®-크기의 사출 성형된 장난감 빌딩 벽돌의 제조
- [0134] 다음 등급의 PET가 시험되었다:
- [0135] · 0.82 dL/g의 IV를 갖는 상업용 등급의 소비자가 사용한 후의 rPET CB-602R(Far Eastern New Century (FENC)에 의해 공급)
- [0136] · 0.77 dL/g의 IV를 갖는 부분적 바이오 기반 병 등급 PET CB-602AB(Far Eastern New Century (FENC)에 의해 공급). 이 등급에서, MEG 모노머는 바이오 기반이다.
- [0137] 다음 등급의 충격 개질제가 시험되었다:
- [0138] · 에틸렌, 부틸 아크릴레이트 및 글리시딜 메타크릴레이트(에폭사이드 기능성)의 반응성 랜덤 터폴리머인 Lotader® AX8700(Arkema에 의해 공급)
- [0139] · 에틸렌, 부틸 아크릴레이트 및 말레산 무수물(무수물 기능성)의 반응성 랜덤 터폴리머인 Lotader® 3430(Arkema에 의해 공급)
- [0140] · 실리콘-아크릴레이트 및 글리시딜 메타크릴레이트(에폭사이드 기능성)로 구성된 반응성 고무인 Metablen® S-2200(Mitsubishi Chemical에 의해 공급)
- [0141] PET 샘플은 150°C에서 50-100 ppm 수분 함량으로 건조시켰다. 건조된 PET 샘플을 50°C 미만으로 주변 냉각시, 샘플을 하기 표에 언급된 양으로 충격 개질제와 건식 혼합하고 압출(트윈 스크류(Twin screw), Labtech Engineering Company Ltd, 대만)을 통해 처리한 다음 사출 성형(Arburg, Allrounder 470 E 1000-400, 30 mm 스크류, 독일)하였다.
- [0142] 불행히도, 실험 동안 몰드가 파괴되었고 이에 따라 대체되었다. 따라서, 시험 3-1 내지 3-2에서 제조된 벽돌은 시험 3-3 및 3-6에서 제조된 벽돌과 다른 몰드를 사용하여 사출 성형되었다. 제1 몰드(시험 3-1 내지 3-2에서 사용)는 특정 벽 두께와 지지 리브를 갖는 벽돌을 제조하는 반면, 제2 몰드(시험 3-3 내지 3-6에서 사용)는 중

가된 벽 두께를 갖지만 지지 리브가 없는 벽돌을 제조한다. 결과적으로, 제1 몰드를 사용하여 제조된 벽돌의 충격 강도는 제2 몰드를 사용하여 제조된 벽돌의 충격 강도와 직접 비교될 수 없다.

시험	PET 등급	개질제	충격 바	2*4 벽돌
3-1	CB-602R	없음	X	X
3-2	CB-602R	1% (w/w) AX8700	-	X
3-3	CB-602R	6% (w/w) 3430	X	X
3-4	CB-602R	6% (w/w) S-2200	X	X
3-5	CB-602AB	없음	X	X
3-6	CB-602AB	6% (w/w) AX8700	X	X

[0143]

사출 성형 처리 파라미터는 다음과 같다:

용융 온도: 295°C

핫 러너 온도: 300°C

몰드 온도: 20°C

획득된 2\*4 벽돌 및 충격 바는 전술한 바와 같이 낙하 테스트 및 샤르피 v-노치 테스트에서 각각 시험되었다. 결과는 아래 표에 나타내었다.

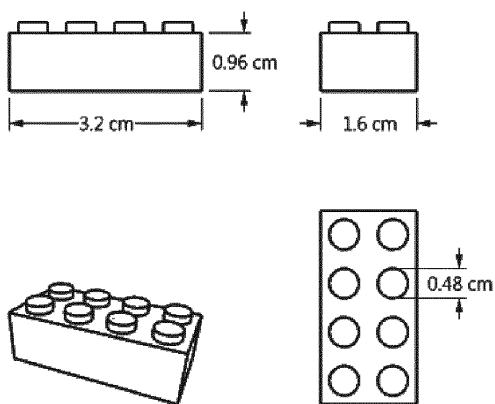
시험	샤르피 v-노치 (kJ/m <sup>2</sup> )	낙하 테스트(2*4 벽돌) Cm
3-1	4.2	40
3-2	-	44
3-3	4.5	38
3-4	4.5	44
3-5	4.2	36
3-6	5.8	66

[0149]

결과는 장난감 빌딩 요소가 재활용 PET 및 하이브리드 바이오 기반 PET 폴리머, 즉 모노머(MEG) 중 하나가 기재로서 바이오 매스를 사용하여 제조된 PET를 포함하는 수지를 사출 성형함으로써 제조될 수 있음을 나타낸다.

## 도면

### 도면1



도면2

