(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월24일
(11) 등록번호 10-2182437
(24) 등록일자 2020년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 67/00 (2017.01) *B29C 48/00* (2019.01)
B29C 48/25 (2019.01) *B33Y 30/00* (2015.01)
(52) CPC특허분류
B29C 64/106 (2017.08)
B29C 48/05 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2017-0046470
(22) 출원일자 2017년04월11일
심사청구일자 2020년04월02일
(65) 공개번호 10-2017-0125706
(43) 공개일자 2017년11월15일
(30) 우선권주장
15/147,259 2016년05월05일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US06505089 B1
US20060158456 A1
US20140291886 A1
US20150151343 A1

(73) 특허권자
제록스 코포레이션
미국 06851-1056 코네티컷주 노워크 메리트 7 201 피.오. 박스 4505
(72) 발명자
데이비드, 에이. 맨텔
미합중국 14610 뉴욕주 로체스터 야머스 로드 275
피터, 제이. 니스트롬
미합중국 14580 뉴욕주 웹스터 글렌우드 드라이브 62
크리스토퍼, 지. 린
미합중국 14590 뉴욕주 윌코트 리미킬른 로드 5809
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 이상호

(54) 발명의 명칭 **3-차원 물체 프린터용 압출기 조립체**

(57) 요 약

3-차원 물체용 압출기 조립체는 더 빠르고 더 정밀하게 3-차원 물체를 프린팅할 수 있는 압출 슬롯을 갖는다. 상기 압출기 조립체는 연속적인 재료 필라멘트를 압출할 수 있는 압출 슬롯을 갖는 압출기 본체, 및 상기 압출기 본체에 작동가능하게 연결된 적어도 하나의 액추에이터를 포함한다. 상기 적어도 하나의 액추에이터는 상기 압출기 본체를 수평면에서 병진 이동시키고 상기 압출기 본체를 회전축 주위로 회전 운동시키도록 구성된다.

(52) CPC특허분류
B29C 48/252 (2019.02)
B29C 48/266 (2019.02)
B33Y 30/00 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체로서,

압출 슬롯을 갖는 압출기 본체로서, 상기 압출기 본체는 상기 압출 슬롯을 통해 연속적인 재료 필라멘트를 압출할 수 있고, 상기 압출 슬롯은 상기 압출 슬롯의 폭의 적어도 두 배인 길이를 가지는, 상기 압출기 본체;

상기 압출 슬롯의 길이 및 폭에 의해 형성된 평면에 평행하고 또한 평면인 페이스를 가지는 셔터 본체로서, 상기 셔터 본체의 상기 페이스는 상기 압출 슬롯의 길이보다 긴 길이 및 상기 압출 슬롯의 폭보다 넓은 폭을 가지는 개구를 구비하고, 상기 셔터 본체의 상기 페이스 내의 상기 개구는 상기 압출 슬롯의 기하학적 중심 주위로 회전 운동하도록 구성되는, 상기 셔터 본체;

상기 셔터 본체에 작동가능하게 연결된 액추에이터로서, 상기 액추에이터는, 상기 압출 슬롯의 제 1 위치를 폐쇄하고 또한 상기 압출 슬롯을 통해 압출되는 상기 필라멘트의 형상 및 및 크기를 변경하기 위하여, 상기 셔터 본체의 상기 페이스 내의 상기 개구의 길이가 상기 압출 슬롯의 길이와 평행한 위치로부터 상기 셔터 본체의 상기 페이스 내의 상기 개구의 길이가 상기 압출 슬롯의 길이에 직교하는 위치로 상기 압출 슬롯의 중심 주위로 상기 셔터 본체를 회전 운동시키도록 구성되는, 상기 액추에이터; 및

압출기 본체에 작동가능하게 연결된 적어도 하나의 액추에이터로서, 상기 적어도 하나의 액추에이터는 상기 압출기 본체를 수평면에서 병진 이동시키고 상기 압출기 본체를 회전축 주위로 회전 운동시키도록 구성된, 상기 적어도 하나의 액추에이터를 포함하는, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 액추에이터는,

상기 압출기 본체를 회전 운동시키도록 구성된 제 1 액추에이터; 및

상기 압출기 본체를 병진 이동시키도록 구성된 제 2 액추에이터를 더 포함하는, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 액추에이터는 상기 압출기 본체를 회전 운동시키면서 병진 이동시키도록 구성된 단일 액추에이터인, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 셔터 본체를 회전 운동시키도록 구성된 상기 액추에이터는 상기 압출 슬롯의 상기 기하학적 중심 주위로 360° 로 상기 셔터 본체를 회전 운동시키도록 더 구성되는, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 압출기 조립체는 상기 압출기 본체에 작동가능하게 연결된 저장조를 더 포함하고, 상기 저장조는 다량의 빌드 재료 (build material) 를 저장하고 또한 상기 빌드 재료를 상기 압출기 본체에 전달하도록 구성되는, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 압출 슬롯의 길이는 0.75 ㎜ ~ 6.4 ㎜ 이고, 상기 압출 슬롯의 폭은 0.2 ㎜ ~ 0.5 ㎜ 인, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 압출기 본체의 상기 회전축이 상기 압출 슬롯의 상기 기하학적 중심을 통과하는, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 8

3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체로서,

압출 슬롯을 갖는 압출기 본체로서, 상기 압출기 본체는 상기 압출 슬롯을 통해 연속적인 재료 필라멘트를 압출할 수 있는, 상기 압출기 본체;

압출기 본체에 작동가능하게 연결된 적어도 하나의 제 1 액추에이터로서, 상기 적어도 하나의 제 1 액추에이터는 상기 압출기 본체를 수평면에서 병진 이동시키도록 구성된, 상기 적어도 하나의 제 1 액추에이터;

경사면을 가지는 쐐기 형상의 콜릿 (wedge-shaped collet);

적어도 하나의 셔터 본체로서, 상기 적어도 하나의 셔터 본체는, 상기 압출 슬롯의 길이 및 폭에 의해 형성된 평면에서 상기 압출 슬롯의 기하학적 중심을 통해 연장되는 축에 평행한 수직축에 대해 각져 있고, 또한 상기 적어도 하나의 셔터 본체는 상기 쐐기 형상의 콜릿의 상기 경사면과 접촉하는, 상기 셔터 본체; 및

상기 쐐기 형상의 콜릿에 작동가능하게 연결된 제 2 액추에이터로서, 상기 제 2 액추에이터는 상기 쐐기 형상의 콜릿을 상기 수직축에 평행한 경로를 따라서 이동시켜 상기 적어도 하나의 셔터 본체를 상기 쐐기 형상의 콜릿의 상기 경사면을 따라서 선택적으로 이동시키도록 구성되어, 상기 적어도 하나의 셔터 본체는, 상기 압출 슬롯의 제 1 부분을 폐쇄 및 개방하고 또한 상기 압출 슬롯을 통해 압출되는 상기 필라멘트의 폭을 각각 감소 및 증가시키도록 상기 압출 슬롯을 가로질러 수평으로 이동시키는, 상기 제 2 액추에이터를 포함하는, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 문서에 개시된 시스템 및 방법은 3-차원 물체를 제조하는 프린터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이러한 프린터용 압출기 조립체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 디지털 적층 제조(digital additive manufacturing)라고도 알려진 디지털 3-차원 제조는 디지털 모델로부터 사실상 임의의 형상의 3-차원 입체물을 제조하는 공정이다. 3-차원 물체를 프린팅하는 것은 하나 이상의 압출기(extruder) 또는 이젝터(ejector) 조립체가 상이한 형상으로 기판 상에 연속적인 재료 층을 형성하는 적층 공정이다. 일부 종래의 3-차원 물체 프린터의 경우, 압출기는 재료 방울(drop)을 분출하여 층을 형성하는 이젝터 어레이가 아니라 연속적인 재료 스트림을 방출하여 층을 형성하는 압출기 어레이를 포함하기 때문에 문서 프린터의 프린트 헤드와 유사하다.

[0003] 다른 알려진 3-차원 물체 프린터에서, 압출기 조립체는 빌드 재료(build material)를 압출하여 프린트된 물체를 제조하는 층을 형성하도록 구성된 단일 노즐을 포함한다. 이 노즐은 일반적으로 빌드 재료의 연속 필라멘트

(filament)를 방출하는 작은 원형 구멍으로 구성된다. 이 필라멘트는 층마다 놓여 3-차원 부분을 형성한다. 이러한 압출기 조립체에서, 프린트된 물체는 신속하고 정확히 형성되어야 한다. 노즐의 직경은 이 부분의 최소 분해능, 및 물체를 형성할 수 있는 속력을 결정한다. 예를 들어, 더 큰 직경의 노즐은 물체를 더 빠르게 형성할 수 있지만 낮은 분해능을 갖는 반면, 더 작은 직경의 노즐은 더 작은 상세부분(detail)을 형성할 수 있지만 제품을 생산하는 시간이 더 많이 요구된다. 따라서, 종래의 3-차원 물체 프린터에서, 노즐의 사이즈는 빌드 속력과 빌드 해상도 사이에 트레이드-오프를 나타낸다.

[0004] 따라서, 물체가 보다 많은 상세부분을 갖고 생산 시간을 단축하는 압출기 조립체를 포함하는 프린터로 3-차원 물체를 형성하는 시스템 및 방법을 개선하는 것이 유리하다.

발명의 내용

[0005] 일 실시예에서, 3-차원 물체용 압출기 조립체는 3-차원 물체를 더 빠르고 더 정밀하게 프린팅할 수 있는 압출 슬롯을 갖는다. 상기 프린팅 시스템은 연속적인 재료 필라멘트를 압출할 수 있는 압출 슬롯을 갖는 압출기 본체, 및 상기 압출기 본체에 작동가능하게 연결된 적어도 하나의 액추에이터를 포함한다. 상기 적어도 하나의 액추에이터는 상기 압출기 본체를 수평면에서 병진 이동시키고 상기 압출기 본체를 회전축 주위로 회전 운동시키도록 구성된다.

[0006] 다른 실시예에서, 3-차원 빌드 물체를 형성하는 방법은 3-차원 물체를 더 빠르고 더 정밀하게 프린팅할 수 있다. 본 방법은 압출기 조립체의 압출기 본체의 압출 슬롯을 통해 빌드 재료를 압출하는 단계, 빌드 재료의 연속적인 리본을 형성하기 위해 빌드 재료를 압출하면서 상기 적어도 하나의 액추에이터로 수평면에서 상기 압출기 본체를 병진 이동시키는 단계, 및 상기 빌드 재료를 압출하면서 상기 적어도 하나의 액추에이터로 상기 압출기 본체를 회전축 주위로 회전 운동시키는 단계를 포함한다.

[0007] 본 발명에 따른 또 다른 실시예에서, 3-차원 물체 프린팅 시스템용 압출기 조립체는 압출 슬롯과, 더 우수한 정밀도와 더 빠른 빌드 시간으로 3-차원 물체를 프린팅하기 위해 상기 압출 슬롯의 압출 영역을 조정할 수 있는 셔터 본체(shutter body)를 구비한다. 상기 프린팅 시스템은 압출기 본체, 적어도 하나의 제1 액추에이터, 적어도 하나의 셔터 본체, 및 제2 액추에이터를 포함한다. 상기 압출기 본체는 연속적인 재료 필라멘트를 압출할 수 있는 압출 슬롯을 갖는다. 상기 적어도 하나의 제1 액추에이터는 상기 압출기 본체에 작동가능하게 연결되고, 상기 압출기 본체를 수평면에서 병진 이동시키도록 구성된다. 상기 제2 액추에이터는 상기 적어도 하나의 셔터 본체에 작동가능하게 연결되고, 상기 적어도 하나의 셔터 본체를 상기 압출 슬롯 위로 선택적으로 이동시켜, 상기 압출 슬롯의 제1 부분을 폐쇄하고 상기 압출 슬롯을 통해 압출되는 필라멘트의 폭을 감소시키도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0008] 압출기를 갖는 프린터 및 압출기를 갖는 프린터를 작동시키는 방법의 전술한 양태 및 다른 특징은 첨부된 도면과 관련하여 취해진 이하 상세한 설명에서 설명된다.

도 1은 압출 슬롯을 갖는 압출기 조립체를 구비하는 3-차원 물체 프린터의 개략도이다.

도 2는 압출 슬롯의 적어도 일부를 폐쇄하도록 구성된 선형으로 이동하는 셔터 본체를 갖는 도 1의 3D 물체 프린터용 셔터 시스템의 상부 부분 절개도를 도시한다.

도 3은 압출 슬롯의 일부를 폐쇄하도록 각각 구성된 2개의 선형으로 이동하는 셔터 본체를 갖는 도 1의 3D 물체 프린터용 셔터 시스템의 상부 부분 절개도를 도시한다.

도 4는 압출 슬롯의 일부를 폐쇄하도록 구성된 선형으로 이동하는 가요성 셔터 본체를 갖는 셔터 시스템을 구비하는 도 1의 3D 물체 프린터용 압출기 본체의 부분 측단면도를 도시한다.

도 5는 개방 위치에 있는 셔터 본체로 압출 슬롯의 일부를 폐쇄하기 위해 선회 축 주위로 회전가능한 셔터 본체를 갖는 도 1의 3D 물체 프린터용 셔터 시스템의 상부 부분 절개도를 도시한다.

도 6은 셔터 본체가 폐쇄 위치에 있는 도 5의 셔터 시스템의 상부 부분 절개도를 도시한다.

도 7은 콜릿 부재에 의해 각각 이동되어 압출 슬롯의 일부를 폐쇄하는 2개의 셔터 본체를 갖는 도 1의 3D 물체 프린터용 셔터 시스템의 상부 부분 절개도를 도시한다.

도 8은 셔터 본체가 압출 슬롯을 차단하는 않은 도 7의 셔터 시스템의 부분 측단면도를 도시한다.

도 9는 각 셔터 본체가 압출 슬롯의 일부를 차단한 도 8의 셔터 시스템의 부분 측단면도를 도시한다.

도 10은 빌드 물체를 제조하는 도 1의 3D 물체 프린터를 작동시키는 방법을 도시한다.

도 11은 도 10의 방법에 따라 도 1의 3D 물체 프린터에 의해 생성된 제1 층의 상면도를 도시한다.

도 12는 도 10의 방법에 따라 도 1의 3D 물체 프린터에 의해 생성된 도 11의 제1 층과 제2 층의 상면도를 도시한다.

도 13은 병진 이동과 회전 운동을 동시에 수행하여 곡선 형상(curved feature)을 형성하는 도 1의 압출기 본체의 상부 부분 개략도를 도시한다.

도 14는 도 1의 압출 슬롯을 사용하여 곡선 형상을 제조하기 위해 압출 폭에 대한 반경의 비율에 대해 압출 팩터를 그래프로 도시한 것이다.

도 15는 슬롯의 긴 에지(edge)가 주행 방향에 수직인 상태로 이동하는 도 1의 압출기 본체의 상부 부분 개략도를 도시한다.

도 16은 슬롯의 긴 에지가 주행 방향에 대해 45도 각도인 상태로 이동하는 도 1의 압출기 본체의 상부 부분 개략도를 도시한다.

도 17은 슬롯의 긴 에지가 주행 방향과 평행한 상태로 이동하는 도 1의 압출기 본체의 부분 개략 상면도를 도시한다.

도 18은 압출 슬롯을 갖는 압출기 조립체를 구비하고, 압출기 본체를 x, y, z 방향 및 회전 방향으로 각각 이동시키도록 구성된 별도의 액추에이터를 포함하는 3-차원 물체 프린터의 개략도이다.

도 19는 압출 슬롯을 갖는 제1 압출기 본체와, 압출 노즐을 갖는 제2 압출기 본체를 포함하는 압출기 조립체를 구비하는 3-차원 물체 프린터의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 명세서에 개시된 시스템 및 방법에 대한 환경뿐만 아니라 본 시스템 및 방법에 대한 상세부분을 보다 잘 이해하기 위해 도면을 참조한다. 도면에서, 동일한 참조 번호는 동일한 요소를 지칭하기 위해 전체적으로 사용되었다.

[0010] 도 1은 3-차원 물체 프린터(100)를 도시한다. 3-차원 물체 프린터(100)는 액추에이터 조립체(104), 압출기 조립체(108), 압반(112) 및 제어기(116)를 포함한다. 액추에이터 조립체(104)는 적어도 하나의 액추에이터(120), 및 지지 프레임(미도시)에 부착된 한 쌍의 레일(124)을 포함한다. 이들 레일(124)은 액추에이터(120) 및 압출기 조립체(108)를 지지하며, 액추에이터(120)가 압출기 조립체(108)를 x축(128), y축(132) 및 z축(136)을 따라 병진 이동시키고, 압출기 조립체(108)를 도시된 실시예에서 z축(136)과 평행한 회전축(140) 주위로 회전 운동시킬 수 있도록 구성된다.

[0011] 도 1의 실시예에서, 액추에이터 조립체(104)는, 압출기 조립체(108)를 각각 x축, y축 및 z축(128, 132, 136)으로 병진 이동시키고, 액추에이터를 회전축(140) 주위로 회전 운동시키도록 구성된 단일 액추에이터(120)를 포함한다. 다른 실시예에서, 액추에이터 조립체(104)는 압출기 조립체(108)를 x축, y축 및 z축(128, 132, 136)으로 이동시키도록 구성된 제1 액추에이터, 및 압출기 조립체(108)를 회전축(140) 주위로 회전 운동시키도록 구성된 제2 액추에이터를 포함한다. 도 18에 도시된 또 다른 실시예에서, 액추에이터 조립체(104A)는 압출기 본체(164)를 x 방향(128)으로 이동시키도록 구성된 제1 액추에이터(120X), 압출기 본체(164)를 y 방향(132)으로 이동시키도록 구성된 제2 액추에이터(120Y), 압출기 본체(164)를 z 방향(136)으로 이동시키도록 구성된 제3 액추에이터(120Z), 및 압출기 본체(164)를 회전 축(140) 주위로 회전 운동시키도록 구성된 제4 액추에이터(120R)를 포함한다.

[0012] 도 1을 다시 참조하면, 압출기 조립체(108)는 압출기 본체(160), 및 일정량의 빌드 재료를 저장하도록 구성된 저장조(164)를 포함한다. 압출 슬롯(168)(도 1의 도면은 축척에 맞지 않음)은 압출기 본체(160)의 바닥에 형성된다. 압출 슬롯(168)은 저장조(164)에 작동가능하게 연결되고, 저장조(164)로부터 수신된 빌드 재료를 압출하여 압반(112) 위에 빌드 물체(180)를 형성하도록 구성된다. 일 실시예에서, 압출 슬롯(168)의 길이는 약 0.75㎜ 내지 약 6.4㎜이고, 압출 슬롯의 폭은 약 0.2㎜ 내지 약 0.5㎜이다. 다른 특정 실시예에서, 압출 슬롯(168)의 길이는 약 1.2㎜이고, 압출 슬롯의 폭은 약 0.3㎜이다. 일부 실시예에서, 압출 슬롯(168)은 압반(112)의 표면의

평면과 평행하도록 구성되고, 축(140) 주위로 회전 운동하는 것은 압반의 표면과 평행한 배향으로 슬롯을 유지한다. 일부 상황에서 회전 운동하는 것은 압출된 리본의 원하는 사이즈에 기초하여 압출기의 운동 방향을 참조하여 조정된다.

[0013] 일부 실시예에서, 압출기 본체(160)는 압출 슬롯 또는 그 일부를 폐쇄하기 위한 셔터 시스템을 포함한다. 압출기 본체(160)에 사용하기 위한 여러 셔터 시스템(200, 220, 240, 260, 280)이 도 2 내지 도 9에 도시되어 있다. 도 2는 편평한 셔터 본체(204)를 갖는 셔터 시스템(200)을 도시한다. 편평한 셔터 본체(204)는 액추에이터(208)에 작동가능하게 연결되고 액추에이터는 편평한 셔터 본체(204)를 슬롯(168)을 가로질러 선형으로 슬라이딩시켜 슬롯의 일부를 폐쇄하도록 구성된다. 액추에이터(208)는 제어기(116)에 작동가능하게 연결되고 제어기는 아래에서 보다 상세히 설명된 바와 같이 액추에이터(208)를 작동시켜 압출된 리본의 원하는 사이즈에 기초하여 편평한 셔터 본체(204)의 위치를 설정하도록 구성된다.

[0014] 셔터 시스템(220)의 다른 실시예가 도 3에 도시되어 있다. 도 3의 실시예는, 셔터 시스템(220)이 액추에이터(232)에 작동가능하게 각각 연결된 2개의 편평한 셔터 본체(224, 228)를 포함한다는 것을 제외하고는, 도 2의 실시예와 유사하다. 액추에이터(232)는 제어기(116)에 작동가능하게 연결되고, 제어기는 액추에이터(232)를 작동시켜 각 편평한 셔터 본체(224, 228)의 위치를 설정하도록 구성된다. 일 실시예에서, 액추에이터(232)는 각 셔터 본체(224, 228)를 서로 독립적으로 이동시켜 슬롯(168)의 각 측에서 슬롯(168)의 상이한 부분을 폐쇄하도록 구성된다. 다른 실시예에서, 액추에이터(232)는 셔터 본체들을 서로 반대 방향으로 함께 이동시켜 슬롯(168)의 각 측에서 슬롯(168)의 동일한 부분을 폐쇄하도록 구성된다.

[0015] 도 4는 도 1의 압출기 본체(160)에 사용하기 위한 셔터 시스템(240)의 다른 실시예를 도시한다. 셔터 시스템(240)은 액추에이터(248)에 작동가능하게 연결된 가요성 셔터 본체(244)를 포함한다. 가요성 셔터 본체(244)는 일반적으로 압출기 본체(160)의 바닥벽과 측벽에 순응한다. 액추에이터(248)는 제어기(116)에 작동가능하게 연결되고, 제어기는 액추에이터(248)를 작동시켜 셔터 본체(244)를 압출기 본체(160)의 측벽과 바닥벽을 따라 이동시켜 슬롯(168)의 일부를 덮도록 구성된다.

[0016] 도 4에 도시된 실시예는 슬롯의 일 측에 있는 셔터 본체(244)를 도시한다. 그러나, 독자라면, 일부 실시예에서, 셔터 시스템(240)이, 슬롯(168)의 반대 측에서 액추에이터(248)에 작동가능하게 연결되어 도 3의 실시예와 유사한 방식으로 슬롯(168)의 반대 측의 일부를 폐쇄하도록 구성된 제2 셔터 본체를 포함할 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0017] 도 5 및 도 6은 도 1의 압출기 본체(160)에 사용하기 위한 다른 셔터 시스템(260)을 도시한다. 셔터 시스템(260)은 중심 개구(268)를 형성하는 원형 셔터 본체(264)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 중심 개구(268)는 타원형 형상이지만, 예를 들어, 직사각형, 사다리꼴 또는 삼각형과 같은 다른 원하는 형상이 다른 실시예에서 사용될 수 있다. 셔터 본체(264)는 셔터 본체를 회전 운동시키도록 구성된 액추에이터(272)에 작동가능하게 연결된다. 액추에이터(272)는 제어기(116)에 작동가능하게 연결되고, 제어기(116)는, 도 6에 도시된 바와 같이 액추에이터(272)를 작동시켜 셔터 본체(264)를 선회 축(276) 주위로 회전시켜 슬롯(168)의 적어도 일부를 셔터 본체(264)로 차단하도록 구성된다.

[0018] 도 7 내지 도 9는 도 1의 압출기 본체(160)에 사용하기 위한 셔터 시스템(280)의 다른 실시예를 도시한다. 셔터 시스템(280)은 2개의 셔터 본체(282, 284) 및 2개의 쐐기 형상의 콜릿 부재(wedge-shaped collet member)(286, 288)를 포함한다. 각 쐐기 형상의 콜릿 부재는 액추에이터(292)에 작동가능하게 연결된다. 도 8 및 도 9의 수직 단면도에서 볼 수 있는 바와 같이, 셔터 본체(282, 284)는 콜릿 부재(286, 288)의 경사면에 놓이는 핀(pin)이다.

[0019] 액추에이터(292)는 제어기(116)에 작동가능하게 연결되고, 제어기는 액추에이터(292)를 작동시켜 콜릿 부재(286, 288)를 수직으로 이동시킨다. 콜릿 부재(286, 288)가 상향 및 하향 이동하면 콜릿 부재(286, 288)의 경사면이 대응하는 셔터 본체(282, 284)와 상호 작용하며 셔터 본체(282, 284)를 수평으로 이동시킨다. 따라서, 콜릿 부재(286, 288)가 상향으로 이동하면, 도 9에 도시된 바와 같이, 셔터 본체(282, 284)는 서로를 향해 이동하여, 슬롯(168)의 일부를 폐쇄한다. 도시된 실시예에서, 액추에이터(292)는 두 콜릿 부재(286, 288)에 작동가능하게 연결된다. 그러나, 다른 실시예에서, 액추에이터(292)는 두 콜릿 부재(286, 288) 중 하나에만 연결되고, 두 콜릿 부재(286, 288)는 수직으로 함께 이동하도록 서로 연결된다.

[0020] 도 10은 3-차원 물체 프린터(100)를 작동시켜 빌드 재료를 압출하여 빌드 물체(180)를 형성하는 데 사용되는 일 공정(400)을 도시한다. 공정이 일부 작업 또는 기능을 수행하고 있다는 것은 제어기 또는 일반 목적 프로세서가

제어기 또는 프로세서에 작동가능하게 연결된 비-일시적인 컴퓨터 판독가능한 저장 매체에 저장된 프로그래밍된 명령을 실행하여 데이터를 조작하고 시스템의 하나 이상의 컴포넌트를 작동시켜 작업 또는 기능을 수행하고 있다는 것을 말한다. 전술한 3-차원 물체 프린터(100)의 제어기(116)는 공정(400)을 수행하는 제어기 또는 프로세서를 제공하기 위한 컴포넌트 및 프로그램된 명령으로 구성될 수 있다. 대안적으로, 제어기는 본 명세서에 설명된 하나 이상의 작업 또는 기능을 형성하도록 각각 구성된 둘 이상의 프로세서 및 관련 회로 및 컴포넌트로 구현될 수 있다.

[0021] 도 10 내지 도 12를 참조하면, 공정(400)은 제어기(116)가 액추에이터(120)를 작동시켜 압출기 본체(160)를 회전시켜 슬롯의 폭을 제1 층(440)(도 11)을 위해 주행 방향으로 정렬하는 것으로 시작된다(블록 404). 도 11에 도시된 실시예에서, 예를 들어, 제1 방향은 y 방향이다. 일부 실시예에서, 제어기(116)는 빌드 물체의 디지털 모델에 기초하여 원하는 주행 방향을 결정한다. 이후 제어기(116)는 슬롯(168)으로부터 재료를 압출하면서 액추에이터(120)를 작동시켜 압출기 본체(160)를 주행 방향으로 병진 이동시켜 빌드 재료의 스트립(442, 444, 446, 448, 450)을 압출하여 제1 층(440)을 형성한다(블록 408). 하나의 특정 실시예에서, 액추에이터(120)는 압출 공정 동안 압출기 본체(160)를 약 5000 ㎜/min 내지 8000 ㎜/min의 속력으로 이동시킨다. 다른 특정 실시예에서, 액추에이터는 압출 공정 동안 압출기 본체(160)를 약 6000 ㎜/min의 속력으로 이동시킨다.

[0022] 3-차원 물체 프린터의 일부 실시예에서, 제어기(116)는, 액추에이터(120)와 압출기 조립체(108)를 작동시켜, 먼저 중심 스트립(442)을 형성하고 나서, 인접한 스트립(444, 446)들을 형성하고, 마지막으로 외부 스트립(448, 450)들을 형성하는 것에 의해 스트립(442 내지 450)을 생성하여, 스트립(442 내지 450)들 사이의 접착력을 향상시키고 이에 따라 층의 구조적 강도를 향상시키도록 구성된다. 다른 실시예에서, 층(442 내지 450)들은 층 형성 속력을 증가시키기 위해 좌측에서 우측으로 또는 우측에서 좌측으로 형성된다. 일부 실시예에서, 스트립(442 내지 450)은 서로 다른 폭을 갖는다. 예를 들어, 외부 스트립(448, 450)은 내부 스트립(442, 444, 446)의 폭의 절반인 폭을 가질 수 있다.

[0023] 제1 층(440)이 완성되면, 제어기(116)는 액추에이터(120)를 작동시켜 압출기 본체(160)를 회전시켜 제2 방향으로 정렬시킨다(블록 412). 도시된 실시예에서, 제2 방향은 제1 방향과 직교하는 x 방향으로 정렬된다. 그러나, 독자라면, 제1 방향과 제2 방향 사이의 각도는 빌드 물체의 특성에 따라 다른 원하는 각도일 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 이후 제어기(116)는 슬롯(168)으로부터 재료를 압출하면서 액추에이터(120)를 작동시켜 압출기 본체(160)를 병진 이동시켜 빌드 재료의 스트립(462, 464, 466, 468, 470)을 압출하여 제2 층을 형성한다(블록 416).

[0024] 프린트될 추가적인 층이 남아 있다면, 제어기(116)는 액추에이터(120)를 작동시켜 압출기 본체(160)를 회전시켜 제3 방향으로 정렬하고 제3 방향으로 다른 층을 형성하거나, 또는 제어기(116)는 액추에이터(120)를 작동시켜 블록(400)의 처리를 반복하여 제1 방향과 제2 방향으로 부가적인 층을 생성할 수 있다. 도 11 및 도 12는 서로 다른 층(440, 460)의 스트립(442 내지 450, 462 내지 470)을 명확히 보여주기 위해 서로 분리된 것으로 스트립(442 내지 450, 462 내지 470)을 각각 도시하지만, 독자라면, 스트립(442 내지 450, 462 내지 470)이 일반적으로 연속적인 재료 층을 형성하도록 서로 인접하게 형성될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0025] 일반적으로, 빌드 물체는 불규칙한 층으로 형성되고, 도 11 및 도 12에 도시된 단순한 직사각형 층으로 형성되지 않는다. 이러한 불규칙한 층은 일반적으로 상기 도시된 스트립으로 형성될 수 없는 특징부를 포함한다. 따라서, 스트립으로 형성될 수 없는 상세부분에 대해서는 상세부분을 형성하는 것이 필요하다. 상세부분을 형성하는 것은 일반적으로 층의 대부분을 형성하는 스트립을 압출하기 직전, 압출한 직후, 또는 일부 경우, 압출하는 동안 수행된다(블록 408 및 블록 416).

[0026] 스트립으로 형성될 수 없는 상세부분의 일례는 곡선 형상이다. 곡선 상세부분을 형성하기 위해, 제어기(116)는 액추에이터(120)를 작동시키도록 구성되거나 또는 별도의 병진 이동 및 회전 운동 액추에이터, 즉 병진 이동 및 회전 운동 액추에이터를 모두 갖는 실시예에서는, 압출기 본체(160)를 동시에 회전 운동과 병진 이동을 수행하도록 구성된다(도 13). 압출기 본체(160)와 슬롯(168)이 회전 운동하면서 병진 이동할 때, 슬롯(168)의 외부 에지는 곡선의 외부 에지를 형성하는 반면, 슬롯(168)의 내부 에지는 곡선의 내부 에지를 형성한다. 압출 슬롯(168)의 외부 에지는 슬롯(168)의 내부 에지보다 더 먼 거리를 주행하기 때문에, 내부 에지와 외부 에지의 상이한 주행 거리를 고려하도록 압출을 조정하는 것이 요구된다. 특히, 곡선의 반경이 슬롯(168)의 폭에 비해 상대적으로 작은 경우, 압출되는 빌드 재료의 양이 조절되어야 한다. 예를 들어, 슬롯의 폭(r)과 동일한 반경을 갖는 작은 원을 압출하는 것은 πr^2와 같은 면적을 압출하지만, 외부 에지는 $2\pi r$의 직선 거리를 주행한다. 따라서 압출 속도(extrusion rate)는 $\pi r^2/(2\pi r)$ 또는 r/2에 비례하여야 한다. 한편, 매우 큰 반경(R)을 갖는 원의 경

우, 압출 슬롯(168)의 내부 에지와 외부 에지가 주행하는 거리들 사이의 차이는 최소이고, 압출 속도는 프린트된 영역($2\pi rR$)을 이 예에서 r 또는 슬롯 폭과 같은 경로 길이($2\pi R$)로 나눈 것에 비례한다. 도 14는 압출 폭 또는 슬롯 폭에 대한 반경의 비율에 대해 압출 계수를 나타내는 곡선을 도시한다.

[0027] 일부 실시예에서, 특정 상세부분은, 제어기(116)가 액추에이터(120)를 작동시켜 압출기 본체(160)를 주행 방향에 대해 소정의 각도로 회전시켜서, 도 14 내지 도 16에 도시된 바와 같이 주행 방향으로 압출되는 필라멘트의 유효 폭(480)을 감소시키는 것에 의해 형성된다. 예를 들어, 도 16에 도시된 바와 같이, 주행 방향에 수직인 압출된 리본의 폭(480)은 압출기 본체(160)가 45도만큼 회전될 때 약간 감소된다. 슬롯(168)의 긴 치수가 주행 방향과 평행하도록 압출기 본체(160)가 회전될 때, 압출 폭(480)은 도 17에 도시된 바와 같이 슬롯(168)의 최소 치수로 감소된다.

[0028] 전술한 셔터 시스템(200, 220, 240, 260, 280)을 갖는 3-차원 물체 프린팅 시스템의 실시예에서, 제어기(216)는 액추에이터(208, 232, 248, 272, 292)를 작동시켜 리본의 폭을 감소시켜 특정 상세부분을 형성하도록 구성된다. 제어기(216)는 액추에이터(208, 232, 248, 272, 292)를 작동시켜 관련 셔터 부재 또는 부재들을 이동시켜, 셔터 부재가 슬롯(168)의 일부를 덮어서 압출되는 빌드 재료의 리본 또는 필라멘트의 폭을 감소시킬 수 있다. 압출 폭이 감소되면, 제어기(216)는 액추에이터(120)를 작동시켜 압출기 본체(160)를 병진 이동시키거나, 회전 운동시키거나 또는 병진 이동과 회전 운동을 모두 수행하여 슬롯(168)의 사이즈보다 더 작은 빌드 물체의 상세부분을 형성할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어기(216)는 병진 이동/회전 운동 액추에이터(120)와 셔터 액추에이터(208, 232, 248, 272, 292)를 모두 동시에 작동시켜, 상세부분을 형성할 수 있는데, 예를 들어 삼각형 또는 사다리꼴 형상의 상세부분을 형성할 수 있다. 추가적인 실시예에서, 제어기(116)는 관련 액추에이터(208, 232, 248, 272, 292)를 작동시켜 전체 슬롯(168)을 덮어서, 압출기 본체(160)가 이동하는 동안 ("위핑(weeping)"이라고 알려진) 압출을 정지시켜 원치 않은 압출을 감소시키도록 구성된다.

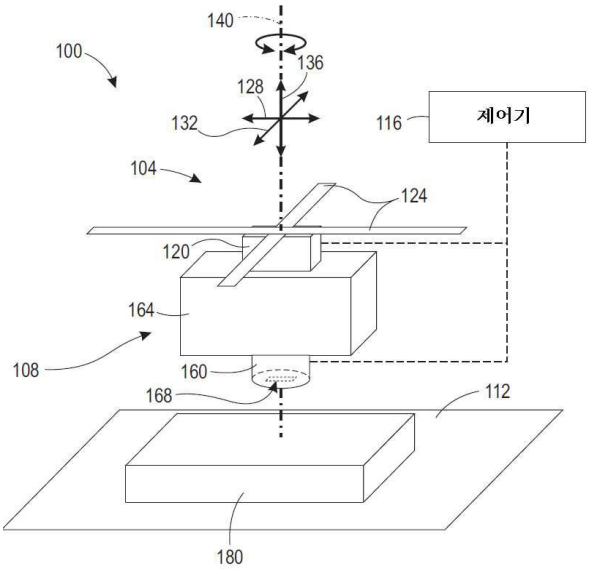
[0029] 3-차원 프린팅 시스템(100)의 실시예에 의해 구현되는 이들 기술은 슬롯(168)을 주행 방향으로 배향시키고 빌드 재료의 넓은 리본을 압출시킴으로써 빌드 물체의 층들을 신속하게 형성할 수 있다. 더욱이, z 방향으로 인접한 층들은 서로에 대해 소정 각도로 주행 방향으로 형성될 수 있고, 이에 의해 빌드 물체의 전체 구조적 강도를 증가시킬 수 있다. 나아가, 슬롯(168)을 통한 압출은 종래의 노즐을 통한 것보다 더 신속히 빌드 물체를 형성할 수 있지만, 셔터 시스템(200,220,240,260,280)을 사용하고 압출기 본체(160)를 회전시키는 것에 의해 3-차원 물체 프린팅 시스템(100)은 슬롯이 형성된 압출기를 구비하는 알려진 3-차원 물체 프린터로는 생성될 수 없는 작은 상세부분 및 곡선을 형성할 수 있다.

[0030] 도 19는 위에서 설명된 도 1의 실시예와 유사한 3-차원 물체 프린터(600)의 다른 실시예를 도시한다. 단순화를 위해, 도 19의 3-차원 물체 프린터(600)와 도 1의 3-차원 물체 프린터(100)의 차이점만이 여기에서 설명된다. 3-차원 물체 프린터(600)에서, 압출기 조립체(608)는 전술한 압출기 본체(160)에 더하여 제2 압출기 본체(672)를 포함한다. 제2 압출기 본체(672)는 저장조(164)에 작동가능하게 연결되고, 제1 압출기 본체(160)와 동일한 빌드 물질을 저장조(164)로부터 수용하도록 구성된다. 제2 압출기 본체는 압출기 본체(160)의 압출 슬롯(168)보다 더 작은 직경을 갖는 압출 노즐(676)을 형성한다.

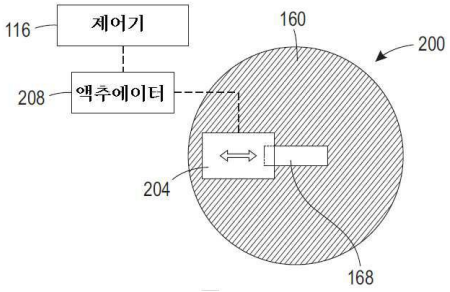
[0031] 제2 압출기 본체(672)는 제어기(116)에 작동가능하게 연결되고, 제어기는 제1 압출기 본체(160)를 작동시켜 압출 슬롯(168)을 통해 빌드 재료를 압출함으로써 빌드 물체(180) 위에 더 큰 물체를 생산하도록 구성된다. 제어기(116)는 제2 압출기 본체(672)를 작동시켜 노즐(676)을 통해 작은 필라멘트를 압출하여 빌드 물체(180) 위에 상세부분 및 더 작은 물체를 생성하도록 구성된다. 그 결과, 3D 물체 프린터(600)는 더 큰 물체를 신속히 생성할 수 있으면서, 빌드 물체(180) 위에 작은 상세부분을 생성하는 능력을 제공할 수 있다.

도면

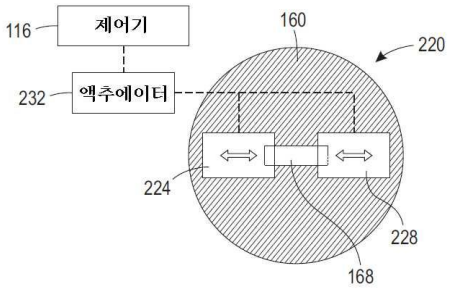
도면1



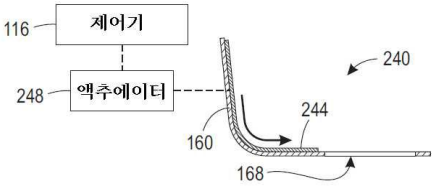
도면2



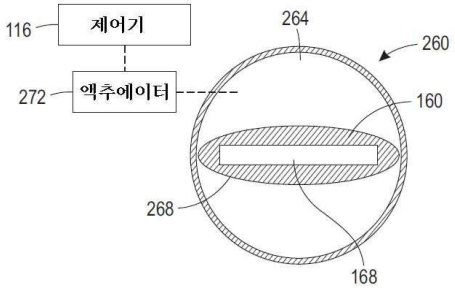
도면3



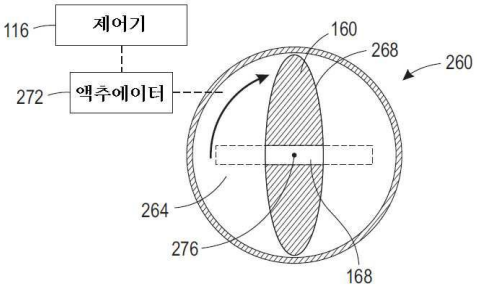
도면4



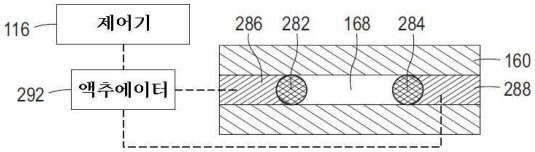
도면5



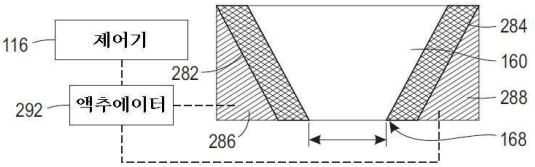
도면6



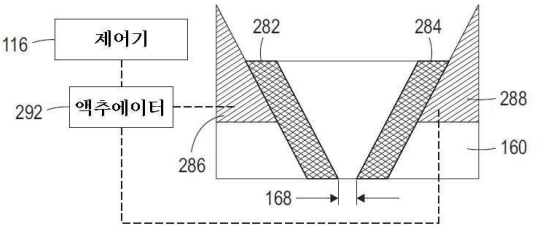
도면7



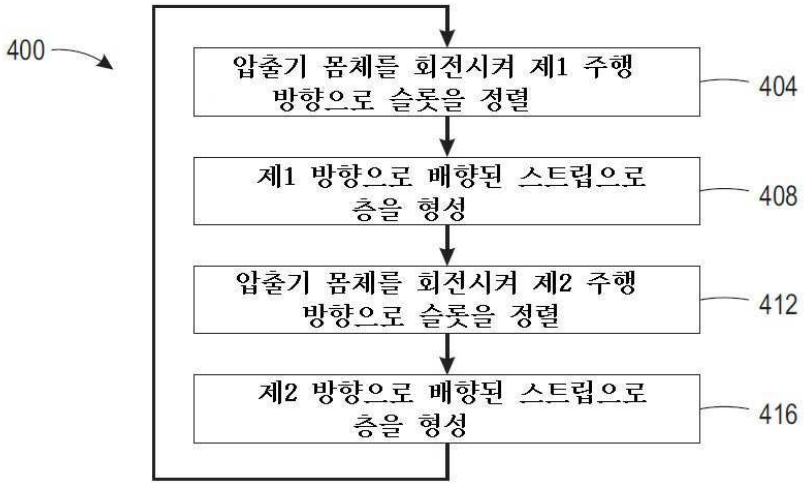
도면8



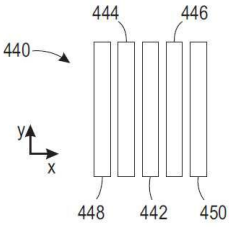
도면9



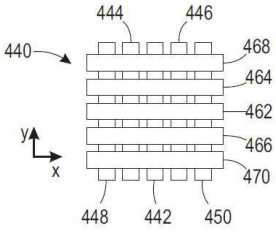
도면10



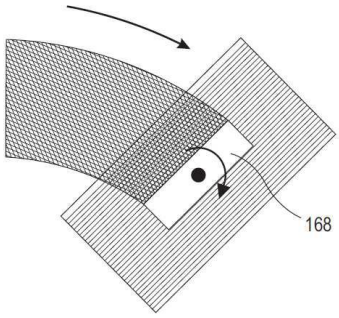
도면11



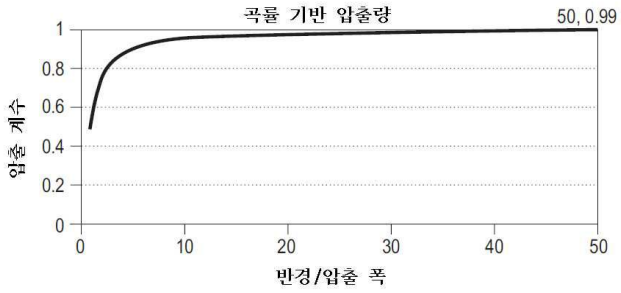
도면12



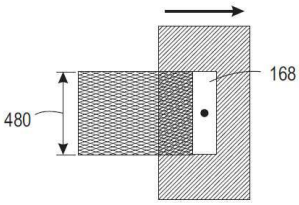
도면13



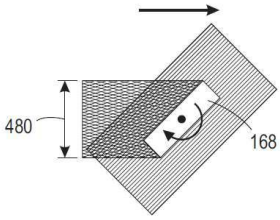
도면14



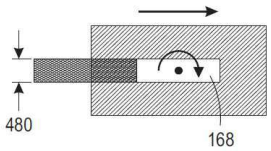
도면15



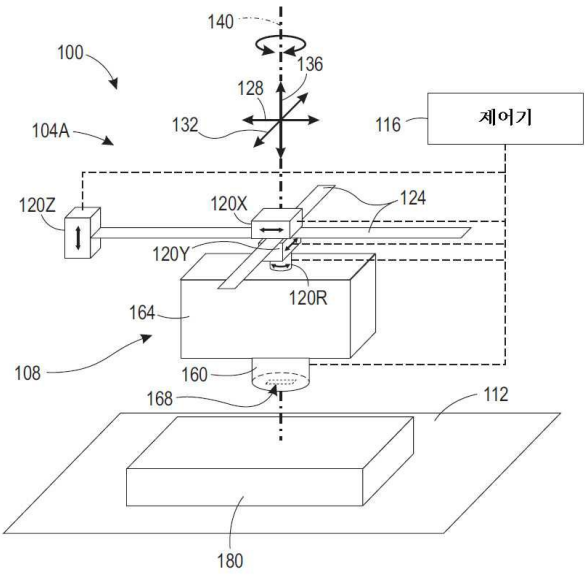
도면16



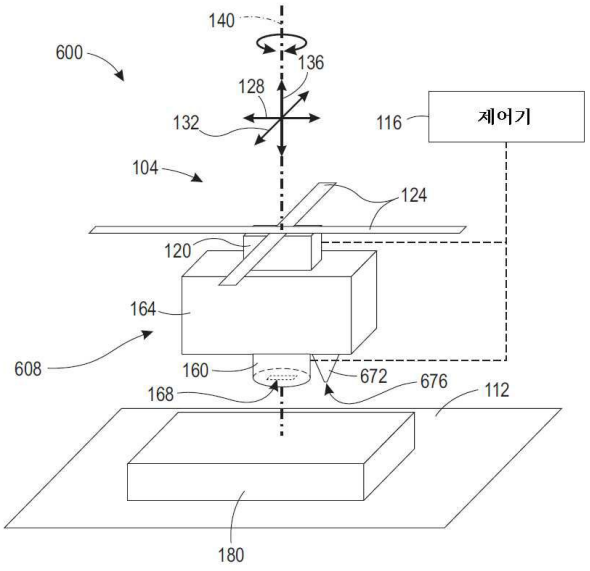
도면17



도면18


140
100
136
128
104A
132
116
제어기
120Z
120X
124
120Y
120R
164
108
160
168
112
180

도면19


140
600
136
128
132
116
제어기
104
124
120
164
608
160
672
676
168
112
180