



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0129871  
(43) 공개일자 2016년11월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B22F 3/105 (2006.01) B23K 26/06 (2014.01)  
B23K 26/08 (2014.01) B23K 26/12 (2014.01)  
B23K 26/144 (2014.01) B29C 67/00 (2006.01)  
B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 30/00 (2015.01)  
B33Y 50/02 (2015.01)
- (52) CPC특허분류  
B22F 3/1055 (2013.01)  
B23K 26/0643 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7027064  
(22) 출원일자(국제) 2015년03월20일  
심사청구일자 2016년09월29일
- (85) 번역문제출일자 2016년09월29일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/058496  
(87) 국제공개번호 WO 2015/151864  
국제공개일자 2015년10월08일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2014-074058 2014년03월31일 일본(JP)

- (71) 출원인  
미츠비시 주교교 가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 미나토꾸 고난 2초메 16방 5고
- (72) 발명자  
요시무라 히토시  
일본 도쿄도 미나토꾸 고난 2초메 16방 5고 미츠비시 주교교 가부시키키가이샤 내
- (74) 대리인  
제일특허법인

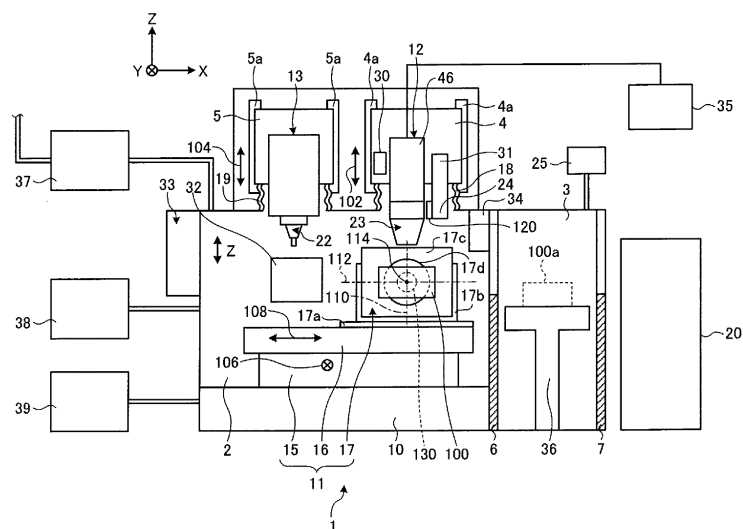
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 3차원 적층 장치 및 3차원 적층 방법

(57) 요약

3차원 형상물을 정밀하게 제조하는 3차원 적층 장치 및 3차원 적층 방법을 제공한다. 3차원 적층 장치는, 베이스부에 성형층을 적층시켜 3차원 형상을 형성하는 3차원 적층 장치로서, 분말 재료를 공급하는 분말 공급부와, 분말 재료에 광 빔을 조사하고, 광 빔이 조사된 분말 재료의 적어도 일부를 소결 또는 용융 고화시켜 성형층을 형성하는 광 조사부와, 베이스부 또는 성형층의 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역 또는 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역을 선택적으로 가열하는 가열부와, 분말 공급부, 광 조사부 및 가열부의 동작을 제어하는 제어 장치를 갖는다.

대표도



(52) CPC특허분류

*B23K 26/082* (2015.10)

*B23K 26/127* (2013.01)

*B23K 26/144* (2015.10)

*B29C 67/0077* (2013.01)

*B33Y 10/00* (2013.01)

*B33Y 30/00* (2013.01)

*B33Y 50/02* (2013.01)

*B22F 2003/1056* (2013.01)

*B22F 2003/1057* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

베이스부에 성형층을 적층시켜 3차원 형상을 형성하는 3차원 적층 장치로서,

분말 재료를 공급하는 분말 공급부와,

상기 분말 재료에 광 빔을 조사하고, 상기 광 빔이 조사된 상기 분말 재료의 적어도 일부를 소결 또는 용융 고화시켜 상기 성형층을 형성하는 광 조사부와,

상기 베이스부 또는 성형층의 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역 또는 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역을 선택적으로 가열하는 가열부와,

상기 분말 공급부, 상기 광 조사부 및 상기 가열부의 동작을 제어하는 제어 장치

를 갖는 3차원 적층 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 분말 공급부는, 상기 베이스부로 향해 상기 분말 재료를 분사하고,

상기 광 조사부는, 상기 분말 공급부로부터 상기 베이스부로 향해 이동하는 상기 분말 재료에 광 빔을 조사하고, 상기 분말 재료를 용융시키고, 용융된 상기 분말 재료를 상기 베이스부상에서 고화시켜 상기 성형층을 형성하는

3차원 적층 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 분말 공급부는, 상기 광 조사부의 외주에 동심원 형상으로 배치되고, 상기 광 조사부의 상기 광 빔이 통과하는 경로를 둘러싸는 내관과 상기 내관을 덮는 외관의 사이가 상기 분말 재료가 흐르는 분말 유로가 되는 3차원 적층 장치.

#### 청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 광 조사부 및 상기 분말 공급부와, 상기 베이스부를 상대 이동시키는 이동 기구를 갖고,

상기 제어 장치는, 상기 이동 기구에 의해 상기 베이스부에 대하여 상기 광 조사부 및 상기 분말 공급부가 통과하는 경로를 결정하는

3차원 적층 장치.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가열부는, 광 빔을 출력하는 광원 유닛을 갖고,  
상기 광원 유닛으로부터 출력하는 광 빔을 조사하여 가열을 행하는  
3차원 적층 장치.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,  
상기 광 빔은, 레이저광인 3차원 적층 장치.

#### 청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,  
상기 가열부는, 상기 광원 유닛으로부터 출력된 광 빔을 반사하는 미러 및 상기 미러의 각도를 조정하는 각도  
조정 기구를 구비하는 조사 위치 조정 기구를 구비하는 3차원 적층 장치.

#### 청구항 8

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 광원 유닛은, 레이저광을 출력하는 반도체 레이저와, 상기 반도체 레이저로부터 출력된 레이저광을 집광하  
는 집광부와, 상기 집광부에서 집광된 레이저광이 입사되는 광파이버를 갖는 3차원 적층 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,  
상기 광원 유닛은, 상기 반도체 레이저와 상기 집광부를 복수 갖고,  
복수의 상기 반도체 레이저에서 출력되고, 각각의 상기 집광부에서 집광된 레이저광이 1개의 광파이버에 입사되  
는  
3차원 적층 장치.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,  
상기 반도체 레이저는, 수직 발광형 반도체 레이저인 3차원 적층 장치.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,  
상기 반도체 레이저를 복수 갖고,  
상기 집광부는, 복수의 상기 반도체 레이저의 각각에 배치된 콜리메이트 렌즈와, 복수의 상기 콜리메이트 렌즈  
에서 콜리메이트된 레이저광을 합파(合波)하여 상기 광파이버에 입사시키는 합파부를 갖는  
3차원 적층 장치.

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형층의 표면의 온도와 분포를 검출하는 온도 검출부를 갖고,

상기 제어 장치는, 상기 온도 검출부에 의한 상기 성형층의 표면 온도의 계측 결과에 따라, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는

3차원 적층 장치.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 온도 검출부에 의한 상기 성형층의 표면 온도의 계측 결과와, 상기 베이스부 및 상기 성형층의 특성에 근거하여, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는 3차원 적층 장치.

#### 청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형층의 표면의 플라즈마 발광을 검출하는 플라즈마 발광 검출부를 갖고,

상기 제어 장치는, 상기 플라즈마 발광 검출부에 의한 계측 결과에 따라, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는

3차원 적층 장치.

#### 청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형층의 표면으로부터의 반사광을 검출하는 반사광 검출부를 갖고,

상기 제어 장치는, 상기 반사광 검출부에 의한 계측 결과에 따라, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는

3차원 적층 장치.

#### 청구항 16

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가열부는, 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역을 가열하는 3차원 적층 장치.

#### 청구항 17

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가열부는, 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역을 가열하는 3차원 적층 장치.

#### 청구항 18

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광 조사부와 상기 가열부의 상대 위치를 전환하는 전환 기구를 갖고,

상기 제어 장치는, 상기 광 조사부와 상기 가열부와, 상기 베이스부의 상대 이동의 방향과, 상기 가열부에서 가열하는 영역이, 상기 베이스부 또는 성형층의 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역인지 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역인지에 따라, 상기 전환 기구에 의해 상기 광 조사부와 상기 가열부의 상대 위치를 제어하는

3차원 적층 장치.

## 청구항 19

베이스부에 성형층을 적층하여 3차원 형상물을 형성하는 3차원 적층 방법으로서,

분말 재료를 베이스부로 향해 분사하면서, 상기 분말 재료에 광 빔을 조사하는 것에 의해 상기 분말 재료를 용융시키고, 상기 용융된 분말 재료를 상기 베이스부상에서 고화시키는 것에 의해 상기 베이스부상에 성형층을 형성하고, 상기 성형층을 적층하는 적층 스텝과,

상기 베이스부 또는 성형층의 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역 또는 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역에 광 빔을 조사하여 선택적으로 가열하는 스텝

을 갖는 3차원 적층 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 적층에 의해 3차원 형상물을 제조하는 3차원 적층 장치 및 3차원 적층 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 3차원 형상물을 제조하는 기술로서, 금속 분말 재료에 광 빔을 조사하는 것에 의해 3차원 형상물을 제조하는 적층 조형 기술이 알려져 있다. 예컨대, 특허 문헌 1에는, 금속 분말 재료로 형성된 분말층에 광 빔을 조사하여 소결층을 형성하고, 그것을 반복하는 것에 의해 복수의 소결층이 일체로서 적층된 3차원 형상 조형물을 제조하는 방법이 기재되어 있다. 또한, 특허 문헌 2에는, 착탈이 자유로운 원뿔형 노즐에 형성된 중앙 개구로부터 레이저 빔과 분말화 금속을 출력하고, 가공 대상의 워크에 레이저를 조사하여, 액화된 금속의 얇은 고임을 형성하고, 그 위치에 분말화 금속을 공급함으로써 패딩을 행하는 장치가 기재되어 있다.

[0003] (선행 기술 문헌)

[0004] (특허 문헌)

[0005] (특허 문헌 1) 일본 특허 공개 2009-1900호 공보

[0006] (특허 문헌 2) 일본 특허 공표 평 10-501463호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 그런데, 3차원 형상물을 제조하는 적층 조형 기술에 있어서, 3차원 형상물을 정밀하게 제조하는 기술이 요구되고 있다.

[0008] 본 발명은, 3차원 형상물을 정밀하게 제조하는 3차원 적층 장치 및 3차원 적층 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상술한 과제를 해결하고, 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 베이스부에 성형층을 적층시켜 3차원 형상을 형성하는 3차원 적층 장치로서, 분말 재료를 공급하는 분말 공급부와, 상기 분말 재료에 광 빔을 조사하고, 상기 광 빔이 조사된 상기 분말 재료의 적어도 일부를 소결 또는 용융 고화시켜 상기 성형층을 형성하는 광 조사부와, 상기 베이스부 또는 성형층의 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역 또는 상기 광 빔이 조사되는 위치를

통과하기 전의 영역을 선택적으로 가열하는 가열부와, 상기 분말 공급부, 상기 광 조사부 및 상기 가열부의 동작을 제어하는 제어 장치를 갖는다.

- [0010] 또한, 상기 분말 공급부는, 상기 베이스부를 향해 상기 분말 재료를 분사하고, 상기 광 조사부는, 상기 분말 공급부로부터 상기 베이스부를 향해 이동하는 상기 분말 재료에 광 빔을 조사하고, 상기 분말 재료를 용융시키고, 용융된 상기 분말 재료를 상기 베이스부상에서 고화시켜 상기 성형층을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0011] 또한, 상기 분말 공급부는, 상기 광 조사부의 외주에 동심원 형상으로 배치되고, 상기 광 조사부의 상기 광 빔이 통과하는 경로를 둘러싸는 내관과 상기 내관을 덮는 외관의 사이가 상기 분말 재료가 흐르는 분말 유로가 되는 것이 바람직하다.
- [0012] 또한, 상기 광 조사부 및 상기 분말 공급부와, 상기 베이스부를 상대 이동시키는 이동 기구를 갖고, 상기 제어 장치는, 상기 이동 기구에 의해 상기 베이스부에 대하여 상기 광 조사부 및 상기 분말 공급부가 통과하는 경로를 결정하는 것이 바람직하다.
- [0013] 또한, 상기 가열부는, 광 빔을 출력하는 광원 유닛을 갖고, 상기 광원 유닛으로부터 출력하는 광 빔을 조사하여 가열을 행하는 것이 바람직하다.
- [0014] 또한, 상기 광 빔은, 레이저광인 것이 바람직하다.
- [0015] 또한, 상기 가열부는, 상기 광원 유닛으로부터 출력된 광 빔을 반사하는 미러 및 상기 미러의 각도를 조정하는 각도 조정 기구를 구비하는 조사 위치 조정 기구를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0016] 또한, 상기 광원 유닛은, 레이저광을 출력하는 반도체 레이저와, 상기 반도체 레이저로부터 출력된 레이저광을 집광하는 집광부와, 상기 집광부에서 집광된 레이저광이 입사되는 광파이버를 갖는 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 상기 광원 유닛은, 상기 반도체 레이저와 상기 집광부를 복수 갖고, 복수의 상기 반도체 레이저에서 출력되고, 각각의 상기 집광부에서 집광된 레이저광이 1개의 광파이버에 입사되는 것이 바람직하다.
- [0018] 또한, 상기 반도체 레이저는, 수직 발광형 반도체 레이저인 것이 바람직하다.
- [0019] 또한, 상기 반도체 레이저를 복수 갖고, 상기 집광부는, 복수의 상기 반도체 레이저의 각각에 배치된 콜리메이트 렌즈와, 복수의 상기 콜리메이트 렌즈에서 콜리메이트된 레이저광을 합파(合波)하여 상기 광파이버에 입사시키는 합파부를 갖는 것이 바람직하다.
- [0020] 또한, 상기 성형층의 표면의 온도를 검출하는 온도 검출부를 갖고, 상기 제어 장치는, 상기 온도 검출부에 의한 상기 성형층의 표면 온도의 측정 결과에 따라, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 제어 장치는, 상기 온도 검출부에 의한 상기 성형층의 표면 온도의 측정 결과와, 상기 베이스부 및 상기 성형층의 특성에 근거하여, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 상기 성형층의 표면의 플라즈마 발광을 검출하는 플라즈마 발광 검출부를 갖고, 상기 제어 장치는, 상기 플라즈마 발광 검출부에 의한 측정 결과에 따라, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는 것이 바람직하다.
- [0023] 또한, 상기 성형층의 표면으로부터의 반사광을 검출하는 반사광 검출부를 갖고, 상기 제어 장치는, 상기 반사광 검출부에 의한 측정 결과에 따라, 상기 가열부에 의한 가열을 제어하는 것이 바람직하다.
- [0024] 또한, 상기 가열부는, 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역을 가열하는 것이 바람직하다.
- [0025] 또한, 상기 가열부는, 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역을 가열하는 것이 바람직하다.
- [0026] 또한, 상기 광 조사부와 상기 가열부의 상대 위치를 전환하는 전환 기구를 갖고, 상기 제어 장치는, 상기 광 조사부와 상기 가열부와, 상기 베이스부의 상대 이동의 방향과, 상기 가열부에서 가열하는 영역이, 상기 베이스부 또는 성형층의 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역인지 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역인지에 따라, 상기 전환 기구에 의해 상기 광 조사부와 상기 가열부의 상대 위치를 제어하는 것이 바람직하다.
- [0027] 상술한 과제를 해결하고, 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 베이스부에 성형층을 적층하여 3차원 형상물을 형성하는 3차원 적층 방법으로서, 분말 재료를 베이스부를 향해 분사하면서, 상기 분말 재료에 광 빔을 조사하는 것에 의해 상기 분말 재료를 용융시키고, 상기 용융된 분말 재료를 상기 베이스부상에서 고화시키는 것에 의해 상기 베이스부상에 성형층을 형성하고, 해당 성형층을 적층하는 적층 스텝과, 상기 베이스부 또는 성형층의 상

기 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역 또는 상기 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역에 광 빔을 조사하고 선택적으로 가열하는 스텝을 갖는다.

### 발명의 효과

[0028]

본 발명에 의하면, 3차원 형상물을 적층하는 기구와 가열부를 구비하고, 광 빔이 조사되는 위치를 통과한 영역 또는 광 빔이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역을 선택적으로 가열할 수 있는 새로운 장치 및 방법을 제공할 수 있다. 이것에 의해, 3차원 형상물을 정밀하게 제조할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0029]

도 1은 본 실시 형태의 3차원 적층 장치를 나타내는 모식도이다.

도 2는 적층 헤드의 선단부의 일례를 나타내는 단면도이다.

도 3은 적층 헤드의 분말 재료를 공급하는 구조의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

도 4는 적층 헤드의 분배부와 분기관을 개략 구성을 나타내는 전개도이다.

도 5는 적층 헤드의 노즐 주변의 분말 재료를 공급하는 구조의 개략 구성을 나타내는 사시도이다.

도 6은 제어 장치의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 7은 적층 헤드 수납실에 설치된 각 부의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

도 8은 가열 헤드의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

도 9는 가열 헤드의 광원 유닛의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

도 10은 가열 헤드의 개략 구성을 나타내는 사시도이다.

도 11은 가열 헤드의 광원 유닛의 다른 예의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

도 12는 가열 헤드의 다른 예의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

도 13은 기계 가공부 계측부의 일례를 나타내는 모식도이다.

도 14(a)는 분말 도입부의 일례를 나타내는 모식도이다.

도 14(b)는 분말 도입부의 일례를 나타내는 모식도이다.

도 15는 분말 회수부의 일례를 나타내는 모식도이다.

도 16은 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 나타내는 설명도이다.

도 17(a)는 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 나타내는 설명도이다.

도 17(b)는 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 나타내는 설명도이다.

도 17(c)는 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 나타내는 설명도이다.

도 18은 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 공정을 나타내는 플로차트이다.

도 19는 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치에 의한 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다.

도 20은 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다.

도 21은 3차원 적층 장치의 적층 헤드의 주변부의 다른 예를 나타내는 모식도이다.

도 22는 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다.

도 23은 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다.



도 24는 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다.

도 25는 적층 헤드 수납실의 다른 예를 나타내는 모식도이다.

도 26은 3차원 적층 장치에 의한 처리 동작의 일례를 나타내는 플로차트이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하에 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 적합한 실시 형태를 상세하게 설명한다. 또, 이 실시 형태에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니고, 또한, 실시 형태가 복수 있는 경우에는, 각 실시예를 조합하여 구성하는 것도 포함하는 것이다.
- [0031] 도 1은 본 실시 형태의 3차원 적층 장치(1)를 나타내는 모식도이다. 여기서, 본 실시 형태에서는, 수평면 내의 한 방향을 X축 방향, 수평면 내에 있어서 X축 방향과 직교하는 방향을 Y축 방향, X축 방향 및 Y축 방향의 각각과 직교하는 방향(즉 연직 방향)을 Z축 방향으로 한다.
- [0032] 도 1에 나타내는 3차원 적층 장치(1)는, 베이스부(100)에 3차원 형상물을 제조하는 장치이다. 베이스부(100)는, 3차원 형상물이 형성되는 토대가 되는 부재이고, 3차원 적층 장치(1)에서 소정의 위치로 반송되고, 표면에 3차원 형상물이 형성된다. 본 실시 형태의 베이스부(100)는, 판 형상의 부재이다. 또, 베이스부(100)는, 이것으로 한정되지 않는다. 베이스부(100)는, 3차원 형상물의 토대가 되는 부재를 이용하더라도 좋고, 3차원 형상물을 부가하는 부재를 이용하더라도 좋다. 소정의 위치에 3차원 형상물이 형성됨으로써, 부품, 제품이 되는 부재를 베이스부(100)로서 이용하더라도 좋다.
- [0033] 3차원 적층 장치(1)는, 3차원 적층실(2)과, 예비실(3)과, 적층 헤드 수납실(4)과, 기계 가공부 수납실(5)과, 베드(10)와, 테이블부(11)와, 적층 헤드(12)와, 기계 가공부(13)와, 제어 장치(20)와, 가열 헤드(31)와, 기계 가공부 계측부(32)와, 공구 교환부(33)와, 노즐 교환부(34)와, 분말 도입부(35)와, 공기 배출부(37)와, 가스 도입부(38)와, 분말 회수부(39)와, 온도 검출부(120)와, 질량 검출부(130)를 갖는다.
- [0034] 3차원 적층실(2)은, 접속된 배관 등의 설계된 연통 부분 이외가 외부로부터 밀봉되어 있는 하우징(챔버)이다. 또, 설계된 연통 부분은, 밀폐 상태와 개방 상태를 전환하는 밸브 등이 마련되어 있고, 필요에 따라서, 3차원 적층실(2)을 밀폐 상태로 할 수 있다. 3차원 적층실(2)은, 베드(10)와, 테이블부(11)와, 적층 헤드(12)와, 기계 가공부(13)의 일부와, 가열 헤드(31)의 일부와, 기계 가공부 계측부(32)와, 공구 교환부(33)와, 노즐 교환부(34)가 내부에 배치되어 있다.
- [0035] 예비실(3)은, 3차원 적층실(2)에 인접하여 마련되어 있다. 예비실(3)은, 접속된 배관 등의 설계된 연통 부분 이외가 외부로부터 밀봉되어 있다. 예비실(3)은, 외부와 3차원 적층실(2)을 접속하는 감압실로 되어 있다. 예비실(3) 내에는, 베이스 이동부(36)가 마련되어 있다. 여기서, 예비실(3)은, 3차원 적층실(2)의 접속부에 예컨대 기밀성을 갖는 문(6)이 마련되어 있다. 또한, 예비실(3)은, 기밀성을 갖는 문(7)에 의해 외부와 접속되어 있다. 또한, 예비실(3)에는, 예비실(3)로부터 공기를 배출하는 공기 배출부(25)가 마련되어 있다. 예비실(3)은, 문(7)을 여는 것에 의해, 외부로부터 필요한 부재를 내부로 반입할 수 있다. 또한, 예비실(3)은, 문(6)을 여는 것에 의해, 3차원 적층실(2)과의 사이에서 부재의 반입, 반출을 행할 수 있다.
- [0036] 적층 헤드 수납실(4)은, 3차원 적층실(2)의 Z축 방향 위쪽의 면에 마련되어 있다. 적층 헤드 수납실(4)은, Z축 슬라이드부(4a)에서 3차원 적층실(2)에 대하여 Z축 방향(화살표 102)으로 이동 가능한 상태로 지지되어 있다. 적층 헤드 수납실(4)은, Z축 방향 아래쪽의 면이 벨로즈(18)에 의해 3차원 적층실(2)과 연결되어 있다. 벨로즈(18)는, 적층 헤드 수납실(4)의 Z축 방향 아래쪽의 면과 3차원 적층실(2)을 연결하고, 적층 헤드 수납실(4)의 Z축 방향 아래쪽의 면을 3차원 적층실(2)의 일부로 한다. 또한, 3차원 적층실(2)은, 벨로즈(18)로 둘러싸인 영역에 개구가 형성되어 있다. 적층 헤드 수납실(4)의 Z축 방향 아래쪽의 면과 벨로즈(18)로 둘러싸인 공간은, 3차원 적층실(2)과 연결되고, 3차원 적층실(2)과 함께 밀폐되어 있다. 적층 헤드 수납실(4)은, 적층 헤드(12)와, 형상 계측부(30)와, 가열 헤드(31)를 지지하고 있다. 또한, 적층 헤드 수납실(4)은, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 포함하는 일부와, 가열 헤드(31)의 선단부(24)를 포함하는 일부가 Z축 방향 아래쪽의 면으로부터 3차원 적층실(2)로 향해 돌출하고 있다.
- [0037] 적층 헤드 수납실(4)은, Z축 슬라이드부(4a)에서 Z축 방향으로 이동함으로써, 유지하고 있는 적층 헤드(12)와, 형상 계측부(30)와, 가열 헤드(31)를 Z축 방향으로 이동시킨다. 또한, 적층 헤드 수납실(4)은, 벨로즈(18)를 사이에 두고 3차원 적층실(2)과 접속하고 있는 것에 의해, 벨로즈(18)가 Z축 방향의 이동에 맞추어 변형하고, 3

차원 적층실(2)과 적층 헤드 수납실(4)의 사이의 밀폐 상태를 유지할 수 있다.

- [0038] 기계 가공부 수납실(5)은, 3차원 적층실(2)의 Z축 방향 위쪽의 면에 마련되어 있다. 또한, 기계 가공부 수납실(5)은, 적층 헤드 수납실(4)에 인접하여 배치되어 있다. 기계 가공부 수납실(5)은, Z축 슬라이드부(5a)에서 3차원 적층실(2)에 대하여 Z축 방향(화살표 104의 방향)으로 이동 가능한 상태로 지지되어 있다. 기계 가공부 수납실(5)은, Z축 방향 아래쪽의 면이 벨로즈(19)에 의해 3차원 적층실(2)과 연결되어 있다. 벨로즈(19)는, 기계 가공부 수납실(5)의 Z축 방향 아래쪽의 면과 3차원 적층실(2)을 연결하고, 기계 가공부 수납실(5)의 Z축 방향 아래쪽의 면을 3차원 적층실(2)의 일부로 한다. 또한, 3차원 적층실(2)은, 벨로즈(19)로 둘러싸인 영역에 개구가 형성되어 있다. 기계 가공부 수납실(5)의 Z축 방향 아래쪽의 면과 벨로즈(19)로 둘러싸인 공간은, 3차원 적층실(2)과 연결되고, 3차원 적층실(2)과 함께 밀폐되어 있다. 기계 가공부 수납실(5)은, 기계 가공부(13)를 지지하고 있다. 또한, 기계 가공부 수납실(5)은, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 포함하는 일부가 Z축 방향 아래쪽의 면으로부터 3차원 적층실(2)로 향해 돌출하고 있다.
- [0039] 기계 가공부 수납실(5)은, Z축 슬라이드부(5a)에서 Z축 방향으로 이동함으로써, 유지하고 있는 기계 가공부(13)를 Z축 방향으로 이동시킨다. 또한, 기계 가공부 수납실(5)은, 벨로즈(19)를 사이에 두고 3차원 적층실(2)과 접촉하고 있는 것에 의해, 벨로즈(19)가 Z축 방향의 이동에 맞추어 변형하고, 3차원 적층실(2)과 기계 가공부 수납실(5)의 사이의 밀폐 상태를 유지할 수 있다.
- [0040] 베드(10)는, 3차원 적층실(2) 내의 Z축 방향의 저부에 마련되어 있다. 베드(10)는, 테이블부(11)를 지지하고 있다. 베드(10)는, 각종 배선이나 배관이나 구동 기구가 배치되어 있다.
- [0041] 테이블부(11)는, 베드(10)의 상면에 배치되고, 베이스부(100)를 지지한다. 테이블부(11)는, Y축 슬라이드부(15)와, X축 슬라이드부(16)와, 회전 테이블부(17)를 갖는다. 테이블부(11)는, 베이스부(100)를 장치하여 베이스부(100)를 베드(10)상에서 이동시킨다.
- [0042] Y축 슬라이드부(15)는, 베드(10)에 대하여 X축 슬라이드부(16)를 Y축 방향(화살표 106의 방향)을 따라 이동시킨다. X축 슬라이드부(16)는, Y축 슬라이드부(15)의 가동부가 되는 부재에 고정되어 있고, Y축 슬라이드부(15)에 대하여 회전 테이블부(17)를 X축 방향(화살표 108의 방향)을 따라 이동시킨다. 회전 테이블부(17)는, X축 슬라이드부(16)의 가동부가 되는 부재에 고정되어 있고, 베이스부(100)를 지지하고 있다. 회전 테이블부(17)는, 예컨대 경사 원 테이블이고, 고정대(17a)와, 회전 테이블(17b)과, 경사 테이블(17c)과, 회전 테이블(17d)을 갖는다. 고정대(17a)는, X축 슬라이드부(16)의 가동부가 되는 부재에 고정되어 있다. 회전 테이블(17b)은, 고정대(17a)에 지지되어 있고, Z축 방향과 평행한 회전축(110)을 회전축으로 하여 회전한다. 경사 테이블(17c)은, 회전 테이블(17b)에 지지되어 있고, 회전 테이블(17b)이 지지되어 있는 면에 직교하는 회전축(112)을 축으로 하여 회전된다. 회전 테이블(17d)은, 경사 테이블(17c)에 지지되어 있고, 경사 테이블(17c)이 지지되어 있는 면에 직교하는 회전축(114)을 축으로 하여 회전된다. 회전 테이블(17d)은, 베이스부(100)를 고정하고 있다. 이와 같이, 회전 테이블부(17)는, 회전축(110, 112, 114)을 축으로 하여 각 부를 회전시킴으로써, 베이스부(100)를 직교하는 3축 주위로 회전시킬 수 있다. 테이블부(11)는, 회전 테이블부(17)에 고정되어 있는 베이스부(100)를, Y축 슬라이드부(15) 및 X축 슬라이드부(16)에 의해, Y축 방향 및 X축 방향으로 이동시킨다. 또한, 테이블부(11)는, 회전 테이블부(17)에 의해 회전축(110, 112, 114)을 축으로 하여 각 부를 회전시킴으로써, 베이스부(100)를 직교하는 3축 주위로 회전시킨다. 테이블부(11)는, 또한 Z축 방향을 따라 베이스부(100)를 이동시키더라도 좋다.
- [0043] 적층 헤드(12)는, 베이스부(100)를 향해 분말 재료를 분사하고, 또한 분사한 분말 재료에 레이저광을 조사하는 것에 의해 분말을 용융시키고, 용융된 분말을 베이스부(100)상에서 고화시켜 성형층을 형성한다. 적층 헤드(12)에 도입되는 분말은, 3차원 형상물의 원료가 되는 재료의 분말이다. 본 실시 형태에 있어서, 분말은, 예컨대 철, 구리, 알루미늄 또는 티탄 등의 금속 재료 등을 이용할 수 있다. 또, 분말로서는, 세라믹 등 금속 재료 이외의 재료를 이용하더라도 좋다. 적층 헤드(12)는, 베드(10)의 Z축 방향의 위쪽의 면에 대면하는 위치에 마련되어 있고, 테이블부(11)와 대면하고 있다. 적층 헤드(12)는, Z축 방향의 하부에 노즐(23)이 설치되어 있다. 적층 헤드(12)는, 본체(46)에 노즐(23)이 장착되어 있다.
- [0044] 우선, 도 2를 이용하여 노즐(23)에 대하여 설명한다. 도 2는 적층 헤드(12)의 노즐(23)의 일례를 나타내는 단면도이다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 노즐(23)은, 외관(41)과, 외관(41)의 내부에 삽입된 내관(42)을 갖는 이중관이다. 외관(41)은, 관 형상의 부재이고, 건단(Z축 방향 아래쪽)으로 향해 지름이 작아지고 있다. 내관(42)은, 외관(41)의 내부에 삽입되어 있다. 내관(42)도, 관 형상의 부재이고, 선단(Z축 방향 아래쪽)으로 향해 지름이 작아지는 형상이다. 노즐(23)은, 외관(41)의 내주와 내관(42)의 외주의 사이가 분말 재료(분말) P가 통

과하는 분말 유로(43)가 된다. 내관(42)의 내주면측이 레이저광 L이 통과하는 레이저 경로(44)가 된다. 여기서, 노즐(23)이 장착되어 있는 본체(46)는, 노즐(23)과 마찬가지로 이중관이고, 분말 유로(43)와 레이저 경로(44)도 마찬가지로 형성되어 있다. 적층 헤드(12)는, 레이저 경로(44)의 주위를 둘러싸도록 분말 유로(43)가 배치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 분말 유로(43)가 분말을 분사하는 분말 분사부가 된다. 적층 헤드(12)는, 분말 도입부(35)로부터 도입된 분말 재료 P가 분말 유로(43)를 흐르고, 외관(41)과 내관(42)의 사이의 단부의 개구인 노즐 분사구부(45)로부터 분사된다.

[0045] 또한, 적층 헤드(12)는, 광원(47)과 광파이버(48)와 집광부(49)를 갖는다. 광원(47)은, 레이저광 L을 출력한다. 광파이버(48)는, 광원(47)으로부터 출력된 레이저광 L을 레이저 경로(44)로 안내한다. 집광부(49)는, 레이저 경로(44)에 배치되고, 광파이버(48)로부터 출력된 레이저광 L의 광로에 배치되어 있다. 집광부(49)는, 광파이버(48)로부터 출력된 레이저광 L을 집광한다. 집광부(49)에서 집광된 레이저광 L은, 내관(42)의 단부로부터 출력된다.

[0046] 3차원 적층 장치(1)는, 초점 위치 조정부(140)를 갖는다. 초점 위치 조정부(140)는, 집광부(49)를 레이저광 L의 진행 방향을 따라 이동시킨다. 초점 위치 조정부(140)는, 집광부(49)의 위치를 레이저광 L의 진행 방향을 따라 이동시킴으로써, 레이저광 L의 초점 위치를 조정할 수 있다. 또, 초점 위치 조정부(140)로서는, 집광부(49)의 초점 거리를 조정하는 기구를 이용할 수도 있다. 또한, 3차원 적층 장치(1)는, Z축 슬라이드부(4a)도 초점 위치 조정부의 하나가 된다. Z축 슬라이드부(4a)는, 레이저광 L의 초점 위치 P1과 분말 재료가 분사되는 위치(예컨대 분사되는 분말 재료의 초점 위치 P2)가 일체로 이동하고, 초점 위치 조정부(140)는, 분말 재료가 분사되는 초점 위치 P2에 대해서도 레이저광 L의 초점 위치 P1을 이동시킬 수 있다. 3차원 적층 장치(1)는, 조정하는 대상에 따라 제어하는 대상을 전환할 수 있다.

[0047] 적층 헤드(12)는, 분말 유로(43)로부터 분말 P를 분사하고, 레이저 경로(44)로부터 레이저광 L을 출력한다. 적층 헤드(12)로부터 분사된 분말 P는, 적층 헤드(12)로부터 출력된 레이저광 L이 조사되는 영역에 침입하고, 레이저광 L에 의해 가열된다. 레이저광 L이 조사된 분말 P는 용융된 후, 베이스부(100)상에 도달한다. 용융된 상태로 베이스부(100)상에 도달한 분말 P는, 냉각되어 고화된다. 이것에 의해, 베이스부(100)상에 성형층을 형성한다.

[0048] 여기서, 본 실시 형태의 적층 헤드(12)는, 광원(47)으로부터 출력된 레이저광 L을 광파이버(48)로 안내했지만 광파이버 이외의 광학 부재로 안내하더라도 좋다. 또한, 집광부(49)는, 본체(46)에 마련하더라도 노즐(23)에 마련하더라도, 양쪽에 마련하더라도 좋다. 본 실시 형태의 적층 헤드(12)는, 효과적으로 가공할 수 있기 위해, 분말 P를 분사하는 분말 유로(43)와, 레이저광 L을 조사하는 레이저 경로(44)를 동축에 마련했지만 이것으로 한정되지 않는다. 적층 헤드(12)는, 분말 P를 분사하는 기구와 레이저광 L을 조사하는 기구를 별체로 하더라도 좋다. 본 실시 형태의 적층 헤드(12)는, 분말 재료에 레이저광 L을 조사했지만, 분말 재료를 용해 또는 소결시킬 수 있으면 되고, 레이저광 이외의 광 빔을 조사하더라도 좋다.

[0049] 다음으로, 적층 헤드(12)의 분말 재료가 공급되는 경로에 대하여 보다 상세하게 설명한다. 도 3은 적층 헤드의 분말 재료를 공급하는 구조의 개략 구성을 나타내는 모식도이다. 도 4는 적층 헤드의 분배부와 분기관(154)의 개략 구성을 나타내는 전개도이다. 도 5는 적층 헤드의 노즐 주변의 분말 재료를 공급하는 구조의 개략 구성을 나타내는 사시도이다. 도 6은 혼합부의 개략 구성을 나타내는 모식도이다. 도 7은 혼합부의 단면의 천이를 나타내는 설명도이다. 도 3에 나타내는 바와 같이 적층 헤드(12)는, 분말 도입부(35)로부터 분말 공급관(150)을 거쳐서 분말 재료가 공급된다. 적층 헤드(12)는, 공급된 분말 재료를 분말 유로(43)에 공급하는 기구로서, 분배부(152)와, 복수의 분기관(154)을 갖는다.

[0050] 분배부(디스트리뷰터)(152)는, 분말 공급관(150)으로부터 공급되는 분말을 균일화하여 분기관(154)에 공급한다. 복수의 분기관(154)은, 분배부(152)와 분말 유로(43)를 접속하는 관로이고, 분배부(152)로부터 공급된 분말 P를 분말 유로(43)에 공급한다. 본 실시 형태의 적층 헤드(12)는, 도 5에 나타내는 바와 같이 3개의 분기관(154)이 둘레 방향으로 균등하게, 다시 말해 120° 간격으로 배치되어 있다.

[0051] 분기관(154)은, 내부에 혼합부(156)가 마련되어 있다. 혼합부(156)는, 분기관(154)을 흐르는 분말 P를 분기관(154) 내에서 균일화하는 기구이고, 복수의 교반판(156a)이 배치되어 있다. 교반판(156a)은, 분기관(154)의 흐름 방향을 따라 분기관(154)의 축 방향 주위로 비틀린 구조이다. 또한, 교반판(156a)과 흐름 방향으로 인접하는 교반판(156a)은, 비틀리는 방향이 반대가 된다. 이것에 의해, 혼합부(156)를 통과하는 유체의 흐름은, 분기관(154)의 축 방향의 위치에 따라 변화하는 흐름이 된다. 이것에 의해 교반이 촉진된다. 또, 본 실시 형태에서는, 분기관(154)을 3개로 했지만, 개수는 특별히 한정되지 않는다. 분기관(154)은, 둘레 방향으로 균등하게,

다시 말해 일정 각도 간격으로 배치되어 있는 것이 바람직하다.

- [0052] 또한, 적층 헤드(12)는, 분말 유로(43)에 정류 장치(158)가 설치되어 있다. 정류 장치(158)는, 3개의 분기관(154)으로부터 공급된 분말 재료를 포함하는 흐름을 정류한다. 이것에 의해, 적층 헤드(12)는, 분말 유로(43)로부터 분사하는 분말 재료의 흐름을 정돈된 흐름으로 할 수 있고, 목적하는 위치에 보다 높은 정밀도로 공급할 수 있다.
- [0053] 기계 가공부(13)는, 예컨대 성형층 등을 기계 가공한다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 기계 가공부(13)는, 베드(10)의 Z축 방향의 위쪽의 면에 대면하는 위치에 마련되어 있고, 테이블부(11)와 대면하고 있다. 기계 가공부(13)는, Z축 방향의 하부에 공구(22)가 장착되어 있다. 또, 기계 가공부(13)는, 베드(10)보다 Z축 방향으로, 테이블부(11)에 의한 베이스부(100)의 이동 가능 범위에 마련되어 있으면 되고, 배치 위치는 본 실시 형태의 위치로 한정되지 않는다.
- [0054] 도 6은 제어 장치(20)의 구성을 나타내는 모식도이다. 제어 장치(20)는, 3차원 적층 장치(1)의 각 부와 전기적으로 접속되어 있고, 3차원 적층 장치(1)의 각 부의 동작을 제어한다. 제어 장치(20)는, 3차원 적층실(2)이나 예비실(3)의 외부에 설치되어 있다. 제어 장치(20)는, 도 6에 나타내는 바와 같이, 입력부(51)와, 제어부(52)와, 기억부(53)와, 출력부(54)와, 통신부(55)를 갖는다. 입력부(51)와, 제어부(52)와, 기억부(53)와, 출력부(54)와, 통신부(55)의 각 부는 전기적으로 접속되어 있다.
- [0055] 입력부(51)는, 예컨대 조작 패널이다. 작업자는, 입력부(51)에 정보나 지령 등을 입력한다. 제어부(52)는, 예컨대 CPU(Central Processing Unit) 및 메모리이다. 제어부(52)는, 3차원 적층 장치(1)의 각 부에, 3차원 적층 장치(1)의 각 부의 동작을 제어하는 지령을 출력한다. 또한, 제어부(52)에는, 3차원 적층 장치(1)의 각 부로부터의 정보 등이 입력된다. 기억부(53)는, 예컨대 RAM(Random Access Memory) 또는 ROM(Read Only Memory) 등의 기억 장치이다. 기억부(53)에는, 제어부(52)에서 실행됨으로써 각 부의 동작을 제어하는 3차원 적층 장치(1)의 운전 프로그램이나, 3차원 적층 장치(1)의 정보, 또는 3차원 형상물의 설계 정보 등이 기억된다. 출력부(54)는, 예컨대 디스플레이이다. 출력부(54)는, 예컨대 3차원 적층 장치(1)의 각 부로부터의 정보 등을 표시한다. 통신부(55)는, 예컨대 인터넷 또는 LAN(Local Area Network) 등과 같은 통신 회선과 통신하여, 통신 회선과의 사이에서 정보를 교환한다. 또, 제어 장치(20)는, 적어도 제어부(52) 및 기억부(53)를 갖고 있으면 된다. 제어 장치(20)는, 제어부(52) 및 기억부(53)를 갖고 있으면, 3차원 적층 장치(1)의 각 부에 지령을 출력할 수 있다.
- [0056] 형상 계측부(30)는, 적층 헤드 수납실(4)에 고정되어 있다. 형상 계측부(30)는, 적층 헤드(12)에 인접하여 배치되어 있다. 형상 계측부(30)는, 베이스부(100)상에 형성된 성형층의 표면 형상을 계측한다. 형상 계측부(30)는, 예컨대 3D 스캐너나 상대 거리를 계측하는 장치를 이용할 수 있다. 형상 계측부(30)는, 예컨대 베이스부(100)상의 성형층의 표면에 레이저광을 스캐닝(주사)시키고, 그 반사광으로부터 성형층의 표면의 위치 정보(화살표 160의 거리)를 산출하는 것에 의해, 성형층의 표면 형상을 계측한다. 또한, 본 실시 형태에 있어서, 형상 계측부(30)는, 적층 헤드 수납실(4)에 장치되어 있지만, 베이스부(100)상에 형성된 성형층의 표면 형상을 계측할 수 있으면 되고, 다른 위치에 장치되더라도 좋다.
- [0057] 도 7은 적층 헤드 수납실에 설치된 각 부의 개략 구성을 나타내는 모식도이다. 가열 헤드(31)는, 베이스부(100), 베이스부(100)상의 성형층 또는 용융된 분말 P 등을 가열한다. 가열 헤드(31)는, 도 1 및 도 7에 나타내는 바와 같이 적층 헤드(12)에 인접하여 배치되어 있고, 적층 헤드(12)로 가공되는 영역의 상류측의 부분(가공되기 전의 부분), 하류측의 부분(가공된 후의 부분)을 선택적으로 가열한다. 가열 헤드(31)는, 적층 헤드 수납실(4)에 고정되어 있다. 가열 헤드(31)는, 적층 헤드(12)에 인접하여 배치되어 있다. 가열 헤드(31)는, 레이저광(162)을 조사하고, 베이스부(100), 성형층, 용융된 분말 P(용융체 A), 고화체 B 등을 가열한다. 가열 헤드(31)로 성형층 또는 용융된 분말 P를 가열함으로써, 성형층 또는 용융된 분말 P의 온도를 제어할 수 있다. 이것에 의해, 성형층 또는 용융된 분말 P의 급격한 온도 저하를 억제하거나, 분말 P가 용융되기 쉬운 분위기(높은 온도 환경)를 형성하거나 할 수 있다. 또한, 가열 헤드(31)는, 용융체 A가 부착되기 전, 다시 말해 적층 헤드(12)로 성형층이 형성되기 전의 성형층이나 베이스부(100)를 가열할 수도 있다.
- [0058] 도 8 내지 도 10을 이용하여, 가열 헤드(31)의 일례를 설명한다. 도 8은 가열 헤드의 개략 구성을 나타내는 모식도이다. 도 9는 가열 헤드의 광원 유닛의 개략 구성을 나타내는 모식도이다. 도 10은 가열 헤드의 개략 구성을 나타내는 사시도이다. 가열 헤드(31)는, 광원 유닛(502)과, 가열 위치 조정 기구(504)를 갖는다.
- [0059] 광원 유닛(502)은, 성형층이나 베이스부(100) 등을 가열하는 레이저광(162)을 출력한다. 광원 유닛(502)은, 도



9에 나타내는 바와 같이, 2개의 반도체 레이저(540)와, 2개의 집광부(542)와, 광파이버(544)를 갖는다. 2개의 반도체 레이저(540)는, 각각 레이저광을 출력한다. 집광부(542)는, 반도체 레이저(540)의 각각에 대하여 설치되어 있고, 반도체 레이저(540)로부터 출력된 레이저를 집광한다. 광파이버(544)는, 2개의 집광부(542)의 각각에서 집광된 레이저광이 입사된다. 광파이버(544)는, 입사된 레이저광을 가열 위치 조정 기구(504)를 향해 출력한다.

[0060] 광원 유닛(502)은, 2개의 반도체 레이저(540)로부터 입사된 광을 집광부(542)에서 집광하여, 1개의 광파이버(544)에 입사시킨다. 이것에 의해, 광원 유닛(502)으로부터는, 2개의 반도체 레이저(540)로부터 출력된 레이저광이 합과(합류)된 레이저광(162)이 출력된다. 또, 본 실시 형태에서는, 2개의 반도체 레이저(540)의 레이저광을 합쳤지만, 반도체 레이저의 수는, 2개로 한정되지 않고, 1개이더라도 3개 이상이더라도 좋다. 광원 유닛(502)은, 반도체 레이저의 수를 늘림으로써, 레이저광(162)의 출력을 크게 할 수 있다.

[0061] 가열 위치 조정 기구(504)는, 미러(512)와, 갈바노 미러(514)를 갖는다. 가열 위치 조정 기구(504)는, 광원 유닛(502)으로부터 출력된 레이저광(162)을 미러(512)에서 반사시킨 후, 갈바노 미러(514)에 반사시킴으로써 방향을 바꾸어, 베이스부(100)의 영역(532)에 조사시킨다. 갈바노 미러(514)는, 미러(520)와, 회전축(521)을 축으로 하여 미러(520)를 회전시켜, 미러(520)의 방향을 바꾸는 각도 위치 조정 기구(522)를 갖는다. 갈바노 미러(514)는, 회전축(521) 주위로 미러(520)를 회전시킴으로써, 도 10에 나타내는 바와 같이, 미러(520)의 방향에 의해, 베이스부(100)의 표면에 있어서 레이저광(162)이 조사되는 위치를 이동시킬 수 있다. 본 실시 형태에서는, 영역(532)의 범위에서 레이저광(162)의 조사 위치를 이동시킬 수 있다. 가열 위치 조정 기구(504)는, 갈바노 미러(514)로 미러(520)를 소정의 속도 패턴으로 회전시킴으로써, 레이저광을 주사시킬 수 있다. 가열 위치 조정 기구(504)는, 베이스부(100) 또는 성형층과 가열 헤드(31)의 상대 이동 방향인 화살표 528의 방향에 직교하는 방향으로 레이저광을 주사시킨다. 이것에 의해, 영역(532)은, 화살표 528에 직교하는 방향이 긴 방향이 된다. 또, 가열 위치 조정 기구(504)로 레이저광을 이동시키는 방향은, 이것으로 한정되지 않고, 필요에 따라서, 임의의 방향으로 하면 된다. 가열 위치 조정 기구(504)는, 예컨대 갈바노 미러(514)의 회전축(521)의 방향을 조정함으로써, 레이저광이 이동 가능한 방향을 조정할 수 있다.

[0062] 가열 헤드(31)는, 광원 유닛(502)으로부터 출력된 레이저광(162)을 가열 위치 조정 기구(504)로 이동시킴으로써 영역(532)에 있는 베이스부(100) 또는 성형층을 가열한다. 가열 헤드(31)는, 레이저광의 조사 위치를 이동할 수 있는 것에 의해 가열을 행하는 베이스부(100)의 위치를 높은 정밀도로 조정할 수 있고, 높은 정밀도로 가열을 행하는 것이 가능하게 된다.

[0063] 가열 헤드(31)는, 레이저 광원으로서, 반도체 레이저(540)를 이용함으로써, 파장이 짧은 레이저광을 출력할 수 있고, 베이스부(100), 성형층 등에 대한 에너지 흡수율을 높게 할 수 있다. 이것에 의해, 효율적으로 가열을 행할 수 있다. 또한 효율적으로 가열할 수 있는 것에 의해, 발진기를 작게 할 수 있고, 광원 유닛(502)을 작게 할 수 있다. 또한, 상기 실시 형태에서는, 장치를 소형화할 수 있기 때문에, 광원 유닛(502)을 가열 헤드(31)의 하우징의 내부에 배치했지만, 하우징의 밖에 배치하더라도 좋다.

[0064] 여기서, 가열 헤드의 광원 유닛은, 레이저 광원으로서, 기판면에 수직 방향으로 빔을 출력하는 수직 공진기형 면발광 레이저(VCSEL, Vertical Cavity Surface Emitting Laser)를 이용하는 것이 바람직하다.

[0065] 도 11은 가열 헤드의 광원 유닛의 다른 예의 개략 구성을 나타내는 모식도이다. 광원 유닛(502a)은, 2개의 반도체 레이저(540a)와, 합과부(550)와, 광파이버(544)를 갖는다. 합과부(550)는, 2개의 콜리메이트 렌즈(551)와, 회절 격자(552)와, 집광부(554)를 갖는다. 2개의 반도체 레이저(540a)는, 각각 레이저광을 출력한다. 반도체 레이저(540a)는, 수직 공진기형 면발광 레이저이다. 콜리메이트 렌즈(551)는, 반도체 레이저(540a)의 각각에 대하여 설치되어 있고, 반도체 레이저(540a)로부터 출력된 레이저를 콜리메이트한다. 회절 격자(552)는, 2개의 콜리메이트 렌즈(551)에서 콜리메이트된 레이저광이 입사한다. 회절 격자(552)는, 상이한 2개의 방향으로부터 입사한 레이저광의 적어도 한쪽을 회절시키고, 동일한 방향의 레이저광으로 한다. 집광부(554)는, 회절 격자(552)를 통과한 레이저광을 집광하여 광파이버(544)에 입사시킨다. 광파이버(544)는, 집광부(554)에서 집광된 레이저광이 입사된다. 광파이버(544)는, 입사된 레이저광을 가열 위치 조정 기구(504)를 향해 출력한다.

[0066] 광원 유닛(502a)은, 수직 공진기형 면발광 레이저를 이용함으로써, 광원 유닛을 보다 작게 할 수 있다. 또한, 상기 실시 형태에서는, 레이저광을 광파이버에 입사시켰지만, 광파이버를 이용하지 않더라도 좋다.

[0067] 또한, 상기 실시 형태의 가열 헤드는, 1축 방향으로 주사 가능하게 했지만, 레이저광을 다축 방향으로 주사 가

능하게 하는 것이 바람직하다. 도 12는 가열 헤드의 다른 예의 개략 구성을 나타내는 모식도이다. 도 12에 나타내는 가열 헤드(31a)는, 광원 유닛(502)과, 가열 위치 조정 기구(504a)를 갖는다. 가열 위치 조정 기구(504a)는, 가열 위치 조정 기구(504)의 미러(512) 대신에, 갈바노 미러(512a)를 갖는다.

[0068] 가열 위치 조정 기구(504a)는, 갈바노 미러(512a)와, 갈바노 미러(514)를 갖는다. 가열 위치 조정 기구(504a)는, 광원 유닛(502)으로부터 출력된 레이저광(162)을 갈바노 미러(512a)에서 반사시킨 후, 갈바노 미러(514)에 반사시킴으로써 방향을 바꾸어, 베이스부(100)의 영역(532)에 조사시킨다. 갈바노 미러(512a)는, 미러(560)와, 회전축(564)을 축으로 하여 미러(560)를 회전시켜, 미러(560)의 방향을 바꾸는 각도 위치 조정 기구(562)를 갖는다. 여기서, 회전축(564)은, 회전축(521)과는 상이한 방향의 축이다. 갈바노 미러(512a)는, 회전축(564) 주위로 미러(560)를 회전시킴으로써, 도 12에 나타내는 바와 같이, 미러(560)의 방향에 의해, 갈바노 미러(520)에 도달하는 레이저광(162)의 위치를 이동시킬 수 있다.

[0069] 가열 위치 조정 기구(504a)는, 갈바노 미러(512a)의 미러(560)를 회전시켜 미러(520)에 도달하는 레이저광의 위치를 변화시키고, 또한, 갈바노 미러(514)의 미러(520)를 회전시켜, 베이스부(100)에 도달하는 레이저광의 위치를 변화시킴으로써, 베이스부(100)에 도달하는 레이저광의 위치를 이차원 방향으로 이동시킬 수 있다. 이와 같이, 가열 헤드(31a)는, 레이저광(162)의 조사 위치를 베이스부(100)의 표면에서 2축 방향으로 이동시킴으로써, 이차원으로 조사 위치를 조정할 수 있다. 이것에 의해, 가열 헤드(31a)는, 베이스부(100)상에서 가열을 행하는 위치를 보다 높은 정밀도로 조정할 수 있고, 보다 높은 정밀도로 가열을 행하는 것이 가능하게 된다.

[0070] 또, 본 실시 형태의 가열 헤드(31a)는, 레이저광을 조사하여 대상의 영역을 가열했지만, 이것으로 한정되지 않는다. 가열 헤드(31a)는, 가열 영역을 선택적으로 가열할 수 있으면 되고, 레이저광 이외의 광, 예컨대 적외광과의 광 빔을 이용하여 가열을 행하더라도 좋고, 전자파 등을 조사하여 가열을 행하더라도 좋다.

[0071] 온도 검출부(120)는, 가열 헤드(31)에 인접하여 배치되어 있다. 온도 검출부(120)는, 도 7에 나타내는 바와 같이, 레이저광 L이 조사되는 위치와, 가열 헤드(31)로 레이저광(162)이 조사되어 가열되는 범위를 포함하는 범위에 측정파(164)를 출력하고, 온도를 측정한다. 온도 검출부(120)는, 성형층이 형성되는 표면의 온도를 측정하는 각종 온도 센서를 이용할 수 있다.

[0072] 질량 검출부(130)는, 회전 테이블부(17)의 회전 테이블(17d)에 장치되는 베이스부(100)의 질량을 검출한다. 질량 검출부(130)는, 로드 셀을 이용할 수 있다.

[0073] 기계 가공부 계측부(32)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)의 위치를 측정한다. 도 13은 기계 가공부 계측부(32)의 일례를 나타내는 모식도이다. 도 13에 나타내는 바와 같이, 기계 가공부 계측부(32)는, 광원부(57)와, 촬상부(58)를 갖는다. 기계 가공부 계측부(32)는, 광원부(57)와 촬상부(58)의 사이에, 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)을 위치시킨다. 광원부(57)는, 예컨대 LED이다. 촬상부(58)는, 예컨대 CCD(Charge Coupled Device) 카메라이다. 기계 가공부 계측부(32)는, 광원부(57)와 촬상부(58)의 사이에 공구(22)의 선단(56)을 배치한 상태에서, 광원부(57)로부터 촬상부(58)를 향해 광 LI를 조사하고, 촬상부(58)에서 화상을 취득한다. 이것에 의해, 공구(22)의 선단(56)에 의해, 광이 차단된 화상을 취득할 수 있다. 기계 가공부 계측부(32)는, 촬상부(58)에서 취득한 화상을 해석하고, 구체적으로는, 광이 입사한 위치와 광이 입사하고 있지 않은 위치의 경계를 검출함으로써, 선단(56)의 형상, 위치를 취득할 수 있다. 제어 장치(20)는, 취득한 공구(22)의 선단(56)의 위치와 기계 가공부(13)의 위치(기계 가공부 수납실(5)의 위치)에 근거하여, 기계 가공부(13)에 장착된 공구(22)의 선단(56)의 정확한 위치를 검출한다. 또, 기계 가공부 계측부(32)는, 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치를 측정하는 것이면, 이 구성으로 한정되지 않고, 예컨대 레이저광에 의해 측정하더라도 좋다.

[0074] 공구 교환부(33)는, 3차원 적층실(2)의 내부에 배치되어 있다. 공구 교환부(33)는, 기계 가공부(13)에 장착되는 공구(22)를 교환한다. 공구 교환부(33)는, 공구(22)를 파지하고 있지 않은 부분을 기계 가공부(13)와 대면하는 위치로 이동시킨다. 그 후, 공구 교환부(33)는, 기계 가공부(13)와 대면하는 위치로 공구(22)를 파지하고 있지 않은 부분을 이동시킨다. 그 후, 기계 가공부(13)에 장착되어 있는 공구(22)를 떼어내는 처리를 실행한다. 그 후, 기계 가공부(13)에 장착하는 다른 공구(22)를 파지하고 있는 부분을 기계 가공부(13)에 대면하는 위치로 이동시켜, 기계 가공부(13)에 다른 공구(22)를 장치한다. 이와 같이, 공구 교환부(33)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 착탈하는 것에 의해, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환할 수 있다. 또, 공구 교환부(33)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환할 수 있으면, 이 구성으로 한정되지 않는다.

[0075] 노즐 교환부(34)는, 3차원 적층실(2)의 내부에 배치되어 있다. 노즐 교환부(34)는, 적층 헤드(12)에 장착되는

노즐(23)을 교환한다. 노즐 교환부(34)는, 공구 교환부(33)와 마찬가지로의 구조를 이용할 수 있다.

[0076] 분말 도입부(35)는, 적층 헤드(12)에 3차원 형상물의 원료가 되는 분말 재료를 도입한다. 도 14(a) 및 도 14(b)는 각각 분말 도입부의 일례를 나타내는 모식도이다. 도 14(a)에 나타내는 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서, 분말 P는 카트리지(83)에 봉입된 상태로 관리된다. 즉, 분말 P는, 예컨대 재료의 종류마다 카트리지(83) 내에 봉입되어 출하된다. 카트리지(83)에는 재료 표시부(84)가 마련된다. 재료 표시부(84)는, 예컨대 재료의 종류 등의 분말의 정보를 나타내는 표시이다. 재료 표시부(84)는, 육안으로 확인할 수 있는 정보로 한정되지 않고, IC 칩, 이차원 코드 또는 마크 등, 판독기로 판독함으로써 정보를 취득할 수 있는 표시이더라도 좋다. 재료 표시부(84)는, 분말의 재료의 종류를 나타낼 수 있으면, 이들로 한정되지 않는다. 재료 표시부(84)는, 분말의 재료의 종류 이외에도, 예컨대 분말의 입도, 중량, 순도 또는 산소 함유량 등의, 3차원 형상물 제조상 필요한 분말의 정보를 나타낼 수 있다. 또한, 재료 표시부(84)는, 분말이 정상품인지 아닌지를 나타내는 정보를 포함하고 있더라도 좋다.

[0077] 분말 도입부(35)는, 분말 수납부(81) 및 분말 식별부(82)를 갖는다. 분말 수납부(81)는, 예컨대 상자 형상의 부재이고, 내부에 카트리지(83)를 수납한다. 분말 수납부(81)는, 분말을 반출하기 위한 반송 공기 공급부나, 분말을 적층 헤드(12)에 반송하는 반송 경로가 접속되어 있다. 분말 수납부(81)는, 카트리지(83)가 수납된 경우, 카트리지(83)에 저장되어 있는 분말을 적층 헤드(12)에 도입한다. 분말 식별부(82)는, 분말 수납부(81)에 카트리지(83)가 수납된 것을 검출하면, 카트리지(83)의 재료 표시부(84)를 판독하고, 카트리지(83)에 저장되어 있는 분말의 정보를 판독한다. 분말 도입부(35)는, 분말 식별부(82)에서 분말의 정보를 취득함으로써, 적층 헤드(12)에 기존의 분말을 공급할 수 있다.

[0078] 여기서, 분말 도입부(35)는, 카트리지(83) 내에 봉입된 상태로 관리되고 있지 않은 분말을 적층 헤드(12)에 공급하도록 하더라도 좋다. 도 14(b)는 분말이 카트리지(83)에 봉입되지 않는 경우의 분말 도입부(35A)를 나타내고 있다. 분말 도입부(35A)는, 분말 수납부(81A)와, 분말 식별부(82A)와, 분말 수납부(81A)와 분말 식별부(82A)를 연결하는 분말 안내관(89)을 갖는다. 분말 수납부(81A)는, 예컨대 상자 형상의 부재이고, 내부에 분말 P를 수납한다. 분말 식별부(82A)는, 분말 안내관(89)을 거쳐서 공급된 분말 P를 분석하고, 분말 P의 재료의 종류, 입도, 중량, 순도, 산화물 피막 또는 산소 함유량 등의, 3차원 형상물 제조상 필요한 분말 P의 정보를 측정한다. 분말 식별부(82A)로서는, 분광 분석에 의해 분말의 재료를 식별하는 분광 분석 장치를 갖고, 입도 분석에 의해 분말 P의 입도를 측정하는 입도 분석 장치, 분말의 중량을 측정하는 중량계 등을 이용할 수 있다. 분말 식별부(82A)는, 예컨대 측정된 분말 P의 재료의 종류, 입도 및 중량 등으로부터, 분말의 순도를 측정한다. 또한, 분말 식별부(82)는, 예컨대 도전율에 의해, 분말의 산화물 피막을 측정한다. 분말 도입부(35A)도, 분말 식별부(82A)에서 분말의 정보를 취득함으로써, 적층 헤드(12)에 기존의 분말을 공급할 수 있다.

[0079] 베이스 이동부(36)는, 예비실(3)에 배치되어 있다. 베이스 이동부(36)는, 베이스부(100a)를 예비실(3) 내로부터 3차원 적층실(2) 내로 이동시키고, 3차원 적층실(2) 내의 베이스부(100)를 예비실(3) 내로 이동시킨다. 베이스 이동부(36)는, 외부로부터 예비실(3) 내로 반입된 베이스부(100a)가 장치된다. 베이스 이동부(36)는, 장치된 베이스부(100a)를 예비실(3)로부터 3차원 적층실(2) 내로 반입한다. 보다 자세하게는, 베이스 이동부(36)는, 베이스 이동부(36)에 장치된 베이스부(100)를, 3차원 적층실(2) 내로 이동시켜, 회전 테이블부(17)에 장치한다. 베이스 이동부(36)는, 예컨대 로봇 암이나 직교축 반송 기구에 의해, 베이스부(100)를 이동시킨다.

[0080] 공기 배출부(37)는, 예컨대 진공 펌프이고, 3차원 적층실(2) 내의 공기를 배출한다. 가스 도입부(38)는, 3차원 적층실(2) 내에 소정 성분의 가스, 예컨대 아르곤, 질소 등의 불활성 가스를 도입한다. 3차원 적층 장치(1)는, 공기 배출부(37)에 의해 3차원 적층실(2)의 공기를 배출하고, 가스 도입부(38)에 의해 3차원 적층실(2)에 가스를 도입한다. 이것에 의해, 3차원 적층 장치(1)는, 3차원 적층실(2) 내를 소망하는 가스 분위기로 할 수 있다. 여기서, 본 실시 형태에 있어서, 가스 도입부(38)는, 공기 배출부(37)보다 Z축 방향 아래쪽에 마련된다. 가스 도입부(38)를 공기 배출부(37)보다 Z축 방향 아래쪽에 마련함으로써, 공기 중의 산소 등의 기체보다 비중이 높은 아르곤을 도입하는 가스를 이용한 경우, 3차원 적층실(2) 내에 적합하게 아르곤 가스를 채울 수 있다. 또, 도입하는 가스를 공기보다 가벼운 가스로 하는 경우, 배관의 배치를 반대로 하면 된다.

[0081] 분말 회수부(39)는, 적층 헤드(12)의 노즐 분사구부(45)로부터 분사된 분말 P로서, 성형층을 형성하지 않은 분말 P를 회수한다. 분말 회수부(39)는, 3차원 적층실(2) 내의 공기를 흡인하여, 공기 중에 포함되는 분말 P를 회수한다. 적층 헤드(12)로부터 분사된 분말 P는, 레이저광 L에 의해 용융 고화되어, 성형층을 형성한다. 그러나, 분말 P의 일부는, 예컨대 레이저광 L이 조사되지 않음으로써, 그대로 3차원 적층실(2) 내에 남는 경우가 있다. 또한, 기계 가공부(13)에 의해 절삭되어 성형층으로부터 배출된 절분이 3차원 적층실(2)에 남는다. 분말 회수

부(39)는, 3차원 적층실(2)에 남은 분말 P나 절분을 회수한다. 분말 회수부(39)는, 브러시 등 기계적으로 분말을 회수하는 기구를 구비하고 있더라도 좋다.

[0082] 도 15는 분말 회수부(39)의 일례를 나타내는 모식도이다. 도 15에 나타내는 바와 같이, 분말 회수부(39)는, 도입부(85)와, 사이클론부(86)와, 기체 배출부(87)와, 분말 배출부(88)를 갖는다. 도입부(85)는, 예컨대 관 형상의 부재이고, 한쪽의 단부가 예컨대 3차원 적층실(2) 내에 접속되어 있다. 사이클론부(86)는, 예컨대 중공(中空)의 원뿔대 형상의 부재이고, 예컨대 연직 방향 아래쪽으로 향해 지름이 작아진다. 도입부(85)의 다른 쪽의 단부는, 사이클론부(86)의 외주의 접선 방향을 따라, 사이클론부(86)에 접속되어 있다. 기체 배출부(87)는, 관 형상의 부재이고, 한쪽의 단부가 사이클론부(86)의 연직 방향 위쪽의 단부에 접속되어 있다. 분말 배출부(88)는, 관 형상의 부재이고, 한쪽의 단부가 사이클론부(86)의 연직 방향 아래쪽의 단부에 접속되어 있다.

[0083] 기체 배출부(87)의 다른 쪽의 단부에는, 예컨대 기체를 흡인하는 펌프가 접속되어 있다. 따라서, 기체 배출부(87)는, 사이클론부(86)로부터 기체를 흡인하여, 사이클론부(86)를 부압으로 한다. 사이클론부(86)는 부압이 되기 때문에, 도입부(85)는, 3차원 적층실(2)로부터 기체를 흡인한다. 도입부(85)는, 3차원 적층실(2) 내의 기체와 함께, 성형층을 형성하지 않은 분말 P를 흡인한다. 도입부(85)는, 사이클론부(86)의 외주의 접선 방향을 따라, 사이클론부(86)에 접속되어 있다. 따라서, 도입부(85)에 흡인된 기체 및 분말 P는, 사이클론부(86)의 내주를 따라 선회한다. 분말 P는, 기체보다 비중이 높기 때문에, 사이클론부(86)의 내주의 방사 방향 바깥쪽으로 원심 분리된다. 분말 P는, 자중에 의해 연장 방향 아래쪽의 분말 배출부(88)로 향해, 분말 배출부(88)로부터 배출된다. 또한, 기체는 기체 배출부(87)에 의해 배출된다.

[0084] 분말 회수부(39)는, 이와 같이 하여 성형층을 형성하지 않은 분말 P를 회수한다. 또한, 본 실시 형태에 있어서의 분말 회수부(39)는, 분말 P를 비중마다 나누어 회수하더라도 좋다. 예컨대 비중이 낮은 분말은, 자중에 작기 때문에, 분말 배출부(88)로 향하지 않고, 기체 배출부(87)에 흡인된다. 따라서, 분말 회수부(39)는, 비중마다 분말 P를 분별하여 회수할 수 있다. 또, 분말 회수부(39)는, 성형층을 형성하지 않은 분말 P를 회수할 수 있으면, 이와 같은 구성으로 한정되지 않는다.

[0085] 다음으로, 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 방법에 대하여 설명한다. 도 16은 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 나타내는 모식도이다. 또한, 도 16에 나타내는 제조 방법은, 제어 장치(20)가 각 부의 동작을 제어함으로써 실행할 수 있다. 본 실시 형태에 있어서는, 대좌(臺座)(91)상에 3차원 형상물을 제조하는 경우로서 설명한다. 대좌(91)는, 예컨대 금속제의 관 형상 부재이지만, 상부에 3차원 형상물이 제조되는 것이면, 형상 및 재료는 임의이다. 대좌(91)는, 베이스부(100)상에 장치된다. 베이스부(100)는, 대좌(91)와 함께, 테이블부(11)의 회전 테이블부(17)에 고정된다. 또, 대좌(91)를 베이스부(100)로 할 수도 있다.

[0086] 제어 장치(20)는, 스텝 S1에 나타내는 바와 같이, 테이블부(11)에 의해, 베이스부(100)상의 대좌(91)가 적층 헤드(12)의 Z축 방향 아래쪽에 배치되도록, 베이스부(100)를 이동시킨다.

[0087] 다음으로, 제어 장치(20)는, 스텝 S2에 나타내는 바와 같이, 분말 도입부(35)로부터 적층 헤드(12)에 분말 P를 도입하고, 적층 헤드(12)로부터 기체와 함께 분말 P를 분사하면서, 레이저광 L을 조사한다. 분말 P는, 소정의 수축 지름으로, 베이스부(100)상의 대좌(91)로 향해 분사된다. 레이저광 L은, 적층 헤드(12)와 대좌(91)의 사이에 있어서, 소정의 스폿 지름으로 분말 P에 조사된다. 여기서, 분말 P의 수축 지름의 Z축 방향에서의 위치에 대한 레이저광 L의 스폿 지름의 Z축 방향에서의 위치 및 분말 P의 수축 지름의 Z축 방향에서의 위치에 있어서의 스폿 지름은, 예컨대 집광부(49)의 위치를 움직이는 것에 의해 제어할 수 있다.

[0088] 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)에 의해 레이저광 L을 조사하면서 분말 P를 분사함으로써, 스텝 S3에 나타내는 바와 같이, 분말 P가 레이저광 L의 조사에 의해 용융된다. 용융된 분말 P는, 용융체 A로서, 베이스부(100)상의 대좌(91)로 향해 Z축 방향 아래쪽으로 낙하한다.

[0089] Z축 방향 아래쪽으로 낙하한 용융체 A는, 베이스부(100)상의 대좌(91)의 소정의 위치에 도달한다. 대좌(91)상의 용융체 A는, 대좌(91)상의 소정의 위치에서, 예컨대 방랭되는 것에 의해 냉각된다. 냉각된 용융체 A는, 스텝 S4에 나타내는 바와 같이, 대좌(91)상에서 고화체 B로서 고화된다.

[0090] 제어 장치(20)는, 테이블부(11)에 의해 베이스부(100)를 소정의 위치로 이동시키면서, 스텝 S2 내지 스텝 S4에 나타내는 순서로 적층 헤드(12)에 의해 고화체 B를 베이스부(100)상에 형성한다. 이들 순서를 반복하는 것에 의해, 스텝 S5에 나타내는 바와 같이, 고화체 B는, 대좌(91)상에서 소정의 형상을 갖는 성형층(92)을 형성한다.

[0091] 제어 장치(20)는, 스텝 S6에 나타내는 바와 같이, 대좌(91)에 형성된 성형층(92)이 기계 가공부(13)의 Z축 방향



아래쪽에 배치되도록, 테이블부(11)에 의해 베이스부(100)의 대좌(91)를 이동시킨다. 또한, 제어 장치(20)는, 기계 가공부(13)에 의해, 성형층(92)을 기계 가공한다. 제어 장치(20)는, 기계 가공부(13)에 의한 기계 가공을 실시하는지 아닌지를 선택하고, 불필요한 경우는 실행하지 않더라도 좋다. 따라서, 스텝 S6에 나타내는 기계 가공은, 제어 장치(20)의 지령에 따라서는, 실시되지 않는 경우가 있다.

[0092] 다음으로, 제어 장치(20)는, 스텝 S7에 나타내는 바와 같이, 테이블부(11)는, 제어 장치(20)의 지령에 의해, 베이스부(100)를, 예컨대 성형층(92)이 적층 헤드(12)의 Z축 방향 아래쪽에 위치하도록 이동시킨다. 그리고, 스텝 S2 내지 스텝 S6에 나타내는 순서를 반복하고, 성형층(92)의 위에 성형층(93)이 순차적으로 적층되어, 3차원 형상물이 제조된다.

[0093] 이상을 정리하면, 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치(1)는, 다음과 같이 3차원 형상물을 제조한다. 적층 헤드(12)의 분말 분사부는, 분말 P를 베이스부(100)상의 대좌(91)로 향해 분사한다. 또한, 적층 헤드(12)의 내관(42)은, 적층 헤드(12)와 대좌(91)의 사이에 있어서, 분말 P에 레이저광 L을 조사한다. 레이저광 L이 조사된 분말 P는, 용융되고, 베이스부(100)상의 대좌(91)상에서 고화되어, 성형층(92)을 형성한다. 3차원 적층 장치(1)는, 성형층(92)상에 순차적으로 성형층(93)을 적층하고, 기계 가공부(13)에 의해 성형층(92, 93)에 적당히 기계 가공을 가하여, 3차원 형상물을 제조한다.

[0094] 본 실시 형태에 있어서, 3차원 형상물은, 대좌(91)상에 제조되었지만, 3차원 형상물은, 대좌(91)상에 제조되지 않더라도 좋다. 3차원 형상물은, 예컨대 베이스부(100)상에 직접 제조되더라도 좋다. 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 기존의 조형 물상에 성형층을 적층하는 것에 의해, 이른바 패딩 용접을 행하더라도 좋다.

[0095] 본 실시 형태에 있어서, 기계 가공부(13)는, 예컨대 성형층(92)의 표면을 기계 가공하지만, 그 이외의 기계 가공을 행하더라도 좋다. 도 17(a) 내지 도 17(c)는 각각 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 나타내는 설명도이다. 도 17(a) 내지 도 17(c)는 3차원 적층 장치(1)가 도 17(c)에 나타내는 부재(99)를 제조하는 순서를 나타내고 있다.

[0096] 부재(99)는, 원판부(95)와, 축부(97)와, 원뿔대부(98)를 갖는다. 또한, 부재(99)는, 원판부(95)에 나사구멍부(96)가 형성되어 있다. 도 17(c)에 나타내는 바와 같이, 원판부(95)는 원판 형상의 부재이다. 축부(97)는, 원판부(95)보다 지름이 작은 축 형상의 부재이고, 원판부(95)의 한쪽의 면의 중앙부로부터 연장된다. 나사구멍부(96)는, 원판부(95)의 축부(97)보다 바깥쪽에 마련된다. 원뿔대부(98)는, 축부(97)의 선단에 마련되고, 원판부(95)와 반대 방향으로 향함에 따라, 외경이 커진다. 원뿔대부(98)의 긴지름은, 예컨대 원판부(95)의 외경과 동일한 크기이다. 즉, 나사구멍부(96)는, 원뿔대부(98)의 긴지름보다 안쪽에 위치한다.

[0097] 다음으로, 3차원 적층 장치(1)에 의한 부재(99)의 제조 순서에 대하여 설명한다. 3차원 적층 장치(1)는, 도 17(a)에 나타내는 바와 같이, 적층 헤드(12)에 의한 성형층의 적층에 의해 원판부(95) 및 축부(97)를 형성한다. 3차원 적층 장치(1)는, 원판부(95) 및 축부(97)를 제조한 후에, 도 17(b)에 나타내는 바와 같이, 기계 가공부(13)에 의해 나사구멍부(96)를 형성한다. 3차원 적층 장치(1)는, 나사구멍부(96)를 형성한 후에, 적층 헤드(12)에 의한 성형층의 적층에 의해, 축부(97)상에 원뿔대부(98)를 형성한다. 부재(99)는, 이와 같이 하여 제조된다.

[0098] 여기서, 원뿔대부(98)의 긴지름 부분은, 나사구멍부(96)보다 바깥쪽에 위치한다. 바꿔 말하면, 나사구멍부(96)는, 원뿔대부(98)에 의해 상부가 덮여 있다. 따라서, 예컨대 기계 가공에 의해 부재(99)를 제조하는 경우, 원뿔대부(98)의 상부로부터 원판부(95)로 향해, 나사구멍부(96)의 가공 공구를 이동시킬 수 없다. 그러나, 3차원 적층 장치(1)는, 원뿔대부(98)가 제조되기 전에, 나사구멍부(96)를 형성한다. 이 경우, 나사구멍부(96)의 상부는 덮여 있지 않다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 기계 가공부(13)를, Z축 방향 상부로부터 Z축 방향을 따라 이동시키는 것에 의해, 나사구멍부(96)를 가공할 수 있다. 이와 같이, 기계 가공부(13)는, 성형층의 형성과 기계 가공의 타이밍을 조정하는 것에 의해, 기계 가공을 용이하게 할 수 있다.

[0099] 다음으로, 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조의 상세한 공정에 대하여 설명한다. 도 18은 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 공정을 나타내는 플로차트이다. 제어 장치(20)는, 예컨대 기억부(53) 내에 기억된 3차원 형상물의 설계 정보를 판독한다.

[0100] 다음으로, 제어 장치(20)는, 공기 배출부(37)에 의해 3차원 적층실(2) 내의 공기를 배출한다(스텝 S11). 여기서, 3차원 적층실(2)은, 문(6)이 닫혀 있고, 예비실(3)과 분리되어 있다. 또한, 3차원 적층실(2)은, 다른 외기와 연통하고 있는 부분도 닫혀져, 밀봉되어 있다. 제어 장치(20)는, 예컨대, 공기 배출부(37)에 의해 공기를 배출함으로써, 3차원 적층실(2) 내의 산소 농도를 100ppm 이하, 바람직하게는 10ppm 이하로 한다. 제어 장치

(20)는, 3차원 적층실(2) 내의 산소 농도를 100ppm 이하로 함으로써, 불활성 상태로 할 수 있고, 10ppm 이하로 함으로써, 보다 확실히 불활성 상태로 할 수 있다.

[0101] 다음으로, 대좌(91)를 갖는 베이스부(100)를 예비실(3) 내의 베이스 이동부(36)에 장치한다(스텝 S12). 또, 3차원 적층 장치(1)는, 스텝 S12의 처리를, 스텝 S11의 처리보다 먼저 행하더라도 좋다.

[0102] 제어 장치(20)는, 예비실(3) 내의 베이스 이동부(36)가 장치되면, 예비실(3)의 문(7)을 닫고, 공기 배출부(25)에 의해, 예비실(3) 내의 공기를 배출한다(스텝 S13). 제어 장치(20)는, 공기 배출부(25)로 공기를 배출함으로써, 예비실(3) 내의 산소 농도를 저하시킨다. 예비실(3) 내의 산소 농도는, 예컨대 3차원 적층실(2) 내와 동일한 산소 농도가 되는 것이 바람직하다.

[0103] 제어 장치(20)는, 예비실(3)의 공기의 배출이 완료되면, 3차원 적층실(2)의 문(6)을 열고, 베이스 이동부(36)에 의해 3차원 적층실(2) 내의 회전 테이블부(17)에 베이스부(100)를 장치한다(스텝 S14). 베이스부(100)는, 회전 테이블부(17)에 고정된다. 제어 장치(20)는, 베이스부(100)를 회전 테이블부(17)에 장치하면, 베이스 이동부(36)를 예비실(3) 내에 되돌리고, 문(6)을 닫는다.

[0104] 제어 장치(20)가, 베이스부(100)를 회전 테이블부(17)에 세트하면, 가스 도입부(38)에 의해 3차원 적층실(2) 내에 가스를 도입한다(스텝 S15). 제어 장치(20)는, 가스 도입부(38)에 의해, 3차원 적층실(2) 내를, 도입한 가스 분위기로 한다. 본 실시 형태에 있어서, 가스 도입부(38)가 도입하는 가스는, 질소 또는 아르곤 등의 불활성 가스이다. 가스 도입부(38)는, 3차원 적층실(2) 내의 잔류 산소 농도가 100ppm 이하가 되도록, 불활성 가스를 도입한다.

[0105] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 분말 재료의 종류에 따라서는, 스텝 S11, 스텝 S13, 스텝 S15를 생략하더라도 좋다. 예컨대 분말 재료의 산화에 의해서도 3차원 형상물의 품질 등이 문제가 되지 않는 경우는, 이들 스텝을 생략하고, 3차원 적층실(2) 및 예비실(3)을 대기 분위기로 하더라도 좋다.

[0106] 제어 장치(20)는, 3차원 적층실(2)로의 불활성 가스의 도입이 완료되면, 베이스부(100)상의 대좌(91)에 대하여 기계 가공을 행할지를 판단한다(스텝 S16). 예컨대, 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 대좌(91)의 표면 형상을 계측시킨다. 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)의 계측 결과에 근거하여, 대좌(91)에 대하여 기계 가공을 행할지를 판단한다. 제어 장치(20)는, 예컨대, 대좌(91)의 표면 거칠기가 소정의 값보다 큰 경우, 대좌(91)의 기계 가공을 행한다고 판단한다. 단, 제어 장치(20)에 의한 대좌(91)의 기계 가공의 여부 판단은, 이것으로 한정되지 않고, 형상 계측부(30)의 계측 결과에 의존하지 않더라도 좋다. 제어 장치(20)는, 예컨대, 기억부(53) 내에 대좌(91)의 정보를 기억시켜 두고, 대좌(91)의 정보와 3차원 형상물의 설계 정보로부터, 대좌(91)의 가공 여부를 판단하더라도 좋다. 또한, 제어 장치(20)는, 항상 대좌(91)를 가공하는 설정으로 하더라도 좋다.

[0107] 제어 장치(20)는, 대좌(91)의 기계 가공이 필요하다고 판단한 경우(스텝 S16에서 예), 기계 가공부(13)에 의해, 소정의 조건으로 대좌(91)의 기계 가공을 행한다(스텝 S17). 제어 장치(20)는, 예컨대 형상 계측부(30)에 의한 대좌(91)의 형상 계측 결과, 또는 대좌(91)의 정보와 3차원 형상물의 설계 정보 등에 근거하여, 대좌(91)의 기계 가공의 조건을 결정한다.

[0108] 제어 장치(20)는, 대좌(91)의 가공이 필요하지 않다고 판단한 경우(스텝 S16에서 아니오), 또는, 소정의 조건으로 대좌(91)의 기계 가공을 행한 경우, 예컨대 기억부(53)로부터 판독한 3차원 형상물의 설계 정보에 근거하여, 성형층의 형성 조건을 결정한다(스텝 S18). 성형층의 형성 조건이란, 예컨대, 성형층의 각 층의 형상, 분말 P의 종류, 분말 P의 분사 속도, 분말 P의 분사 압력, 레이저광 L의 조사 조건, 분말 P의 수축 지름과 레이저광 L의 스폿 지름과 성형층 표면의 위치 관계, 공기 중에서 용융된 분말 P의 치수, 온도, 형성 중의 성형층 표면 용융 풀의 치수, 냉각 속도, 또는 테이블부(11)에 의한 베이스부(100)의 이동 속도 등, 성형층을 형성함에 있어서 필요한 조건이다.

[0109] 제어 장치(20)는, 성형층의 형성 조건을 결정하면, 적층 헤드(12)에 의해, 분말 P를 베이스부(100)상의 대좌(91)로 향해 분사하고, 레이저광 L을 조사하여, 베이스부(100)의 가열을 개시한다(스텝 S19). 제어 장치(20)는, 분말 P를 분사하면서, 레이저광 L을 조사함으로써, 레이저광 L에 의해 분말 P를 용융시키고, 용융된 분말 P를 고화시킬 수 있고, 대좌(91)상에 고화체 B가 형성된다. 또한, 제어 장치(20)는, 가열 헤드(31)로부터 레이저광 L을 베이스부(100)에 조사하고, 베이스부(100)의 가열을 개시한다.

[0110] 제어 장치(20)는, 분말 P를 분사하면서, 레이저광 L을 조사하고, 테이블부(11)에 의해 베이스부(100)를 이동시킴으로써, 대좌(91)상에 성형층(92)을 형성한다(스텝 S20). 제어 장치(20)는, 가열 헤드(31)로 가열을 행함으

로써, 형성된 성형층(92)을 가열하거나, 고화체 B가 부착되기 전의 부분을 가열하거나 한다.

- [0111] 제어 장치(20)는, 성형층(92)을 형성하면, 성형층(92)에 기계 가공이 필요한지를 판단한다(스텝 S21). 제어 장치(20)는, 예컨대 형상 계측부(30)에, 성형층(92)의 표면 형상을 계측시킨다. 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)의 계측 결과에 근거하여, 성형층(92)의 기계 가공의 여부를 판단한다. 예컨대, 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 표면 거칠기가 소정의 값보다 큰 경우, 성형층(92)의 기계 가공을 행한다고 판단한다. 단, 성형층(92)의 기계 가공의 여부 판단의 기준은, 이것으로 한정되지 않는다. 제어 장치(20)는, 예컨대 3차원 형상물의 설계 정보와 성형층의 형성 조건으로부터, 성형층(92)의 기계 가공의 여부를 판단하더라도 괜찮다. 예컨대, 제어 장치(20)는, 성형층의 형성 조건으로부터 산출된 성형층(92)의 표면 거칠기가 3차원 형상물의 설계 정보에 근거하는 필요한 표면 거칠기보다 큰 경우, 성형층(92)에 기계 가공이 필요하다고 판단하도록 하더라도 좋다.
- [0112] 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공이 필요하지 않다고 판단한 경우(스텝 S21에서 아니오), 스텝 S24로 진행한다. 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공이 필요하다(스텝 S21에서 예)고 판단한 경우, 성형층(92)의 기계 가공의 가공 조건을 결정한다(스텝 S22). 예컨대, 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)의 계측 결과, 또는 3차원 형상물의 설계 정보와 성형층의 형성 조건 등에 근거하여, 가공 조건을 결정한다. 제어 장치(20)는, 성형층 가공 조건을 결정하면, 기계 가공부(13)에 의해, 결정한 가공 조건에 근거하여 성형층(92)을 기계 가공한다(스텝 S23).
- [0113] 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공을 행한 경우, 또는, 성형층(92)의 기계 가공이 필요하지 않다고 판단한 경우, 성형층(92)의 위에 더 성형층(93)을 적층할 필요가 있는지를 판단한다(스텝 S24). 제어 장치(20)는, 예컨대 기억부(53)로부터 판독한 3차원 형상물의 설계 정보에 근거하여, 성형층(92)의 위에 더 성형층(93)을 적층할 필요가 있는지를 판단한다.
- [0114] 제어 장치(20)는, 성형층(93)의 적층이 필요하다고 판단한 경우(스텝 S24에서 예), 스텝 S18로 돌아가서, 성형층(92)상에 성형층(93)을 적층한다. 제어 장치(20)는, 성형층(93)의 적층이 불필요하다(스텝 S24에서 아니오)고 판단한 경우, 3차원 형상물의 제조가 완료가 된다.
- [0115] 3차원 적층 장치(1)는, 이와 같이 하여 3차원 형상물을 제조한다. 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치(1)는, 적층 헤드(12)에 의해 분말 P를 분사하여, 분말 P에 레이저광 L을 조사하는 것에 의해, 3차원 형상물을 제조한다. 구체적으로는, 3차원 적층 장치(1)는, 대상물로 향하고 있는 분말 P에 레이저광 L을 조사하고, 대상물에 도달하기 전에 용융시켜, 용융체 A를 대상물에 부착시킨다. 이것에 의해, 레이저광 L로 대상물을 용해시키지 않고, 또는 용해시키는 양을 적게 하여 성형층을 형성할 수 있다. 이것에 의해, 제조한 대상물이나 성형층에 레이저광이 주는 영향을 적게 할 수 있고, 형성된 것에 고화체 B를 더 적층하는 가공을 행할 수 있다. 이 상으로, 3차원 적층 장치(1)는, 3차원 형상물을 정밀하게 제조할 수 있다.
- [0116] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 가열 헤드(31)를 이용하여, 가열 위치를 선택하면서, 베이스부 또는 성형층을 가열함으로써, 성형층을 형성하는 조건을 보다 적절히 제어할 수 있다. 예컨대, 가열 헤드(31)를 이용하여, 성형층의 레이저광이 조사되는 위치를 통과한 영역, 다시 말해 성형층이 형성된 후의 영역을 가열함으로써, 성형층의 감온 속도를 조정할 수 있다. 이것에 의해 성형층의 상태를 보다 정밀하게 제어할 수 있고 성형층의 강도 등을 조정할 수 있다. 또는, 가열 헤드(31)는, 레이저광이 조사되는 위치를 통과하기 전의 영역, 다시 말해 용융체 A가 부착되기 전의 베이스부 또는 성형층을 가열함으로써, 용융체가 부착된 경우에 급격하게 냉각되는 것을 억제할 수 있고, 분말을 보다 확실히 용융체로 할 수 있다. 이것에 의해, 3차원 적층 장치(1)는, 보다 정밀한 가공이 가능하게 되고, 높은 정밀도로 3차원 형상물을 제조할 수 있다.
- [0117] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 기계 가공부(13)에 의해, 성형층(92)에 적당히 기계 가공을 가할 수 있다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 3차원 형상물을 정밀하게 제조할 수 있다. 또, 상기 실시 형태에서는, 기계 가공부(13)를 이용하여, 성형층(92)이나, 베이스부(100)에 대하여 기계 가공을 행함으로써, 보다 높은 정밀도의 가공을 행할 수 있지만, 기계 가공부(13)를 마련하지 않고 기계 가공을 행하지 않더라도 좋다.
- [0118] 또한, 베이스 이동부(36)는, 3차원 적층실(2)의 내부로 베이스부(100)를 이동시킨다. 3차원 적층실(2)의 내부에는, 공기가 배출되어 있는 경우가 있다. 베이스 이동부(36)는, 예컨대 작업자가 3차원 적층실(2)의 내부에 들어가지 않더라도, 3차원 적층실(2)의 내부로 베이스부(100)를 이동시킬 수 있다.
- [0119] 여기서, 3차원 적층 장치(1)는, 형상 계측부(30)를 갖는 것에 의해, 성형층의 형성 조건을 결정하는 것이 바람직하다. 도 19는 본 실시 형태와 관련되는 3차원 적층 장치(1)에 의한 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다. 도 19의 처리는, 도 18의 스텝 S18의 처리의 일부로서 실행할 수 있다. 제어

장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의해, 성형층(92)의 형상을 계측한다(스텝 S31). 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)에 성형층(92)을 형성시키면서, 형상 계측부(30)에 성형층(92)의 형상을 측정시키더라도 좋다. 형상 계측부(30)는, 적층 헤드(12)가 고화체 B를 형성하고자 하는 개소의 형상과, 그 개소에 형성된 고화체 B의 형상의 양쪽의 형상을 계측할 수 있다. 즉, 형상 계측부(30)는, 성형층(92)의 형성 전후에 있어서의 표면 형상을 계측할 수 있다. 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 형상을 계측하면, 형상 계측부(30)의 측정 결과에 근거하여, 가열 조건을 포함하는 성형층(92)의 형성 조건을 결정한다(스텝 S33).

[0120] 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의한 성형층(92)의 표면 형상의 계측 결과에 따라, 가열 조건을 결정함으로써, 성형층(92)의 형상에 따라, 각 위치의 가열량을 결정할 수 있고, 보다 적절히 각 위치를 가열할 수 있다. 이것에 의해, 각 위치의 온도를 균일하게 하거나, 온도 변화를 균일하게 하거나 할 수 있고, 보다 정밀한 가공을 행할 수 있다.

[0121] 또한, 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의한 성형층(92)의 표면 형상의 계측 결과에 따라, 성형층의 형성 조건을 결정하고, 적층 헤드(12)의 동작을 제어한다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 성형층을 형성하는 개소와 적층 헤드(12)의 사이의 거리를 일정하게 하는 등, 성형층의 형성을 보다 적절히 행할 수 있다. 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 적층 헤드(12)에 의해 성형층을 형성시키면서, 형상 계측부(30)에 의해 성형층(92)의 형상을 계측할 수 있다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 성형층의 형성 조건을 보다 적절한 것으로 할 수 있고, 3차원 형상물을 보다 정밀하게 제조할 수 있다. 여기서, 상기 실시 형태에서는, 적층 헤드(12)에 의한 가공에 대하여 설명했지만, 기계 가공부(13)에 의한 가공도 마찬가지로 행할 수 있다. 또한, 상기 실시 형태에서 결정하는 성형층의 형성 조건은, 위치에 따라 변동하는 조건으로 하더라도 좋고, 일정한 조건으로 하더라도 좋다.

[0122] 3차원 적층 장치(1)는, 검출 결과에 근거하여, 성형층의 형성 조건으로서, 적층 헤드(12)의 이동 경로, 다시 말해, 적층 헤드(12)의 Z축 방향의 위치와 테이블부(11)에 의한 이동의 상대 관계를 결정하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 적층되는 성형층의 두께나 응고부 온도, 적층 속도를 균일화할 수 있다.

[0123] 3차원 적층 장치(1)는, 온도 검출부(120)에서 검출한 온도 분포에 근거하여 처리 동작을 결정하더라도 좋다. 도 20은 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다. 제어 장치(20)는, 온도 검출부(120)에서 성형층의 표면의 온도 분포를 검출한다(스텝 S42). 제어 장치(20)는, 테이블부(11)에서 베이스부(100)를 이동시키면서, 온도 검출부(120)에서 계측을 행함으로써, 성형층의 표면의 전역의 온도 분포를 검출할 수 있다. 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)에서의 가공을 행하기 전에 계측을 행하더라도 좋고, 적층 헤드(12)에서의 가공을 행하고 있는 동안에 계측을 행하더라도 좋다.

[0124] 제어 장치(20)는, 온도 분포를 검출하면, 형상 계측부(30)에서 성형층의 형상(표면 형상)을 검출한다(스텝 S44). 성형층의 표면 형상의 검출과 온도 분포의 검출은 동시에 행하더라도 좋다.

[0125] 제어 장치(20)는, 성형층의 형상을 검출하면, 성형층의 형상과 온도 분포에 근거하여, 온도 검출부에서 온도를 검출하는 검출 위치를 특정하고(스텝 S46), 특정한 위치의 온도를 검출한다(스텝 S48). 제어 장치(20)는, 검출한 온도에 근거하여 가열 조건을 포함하는 성형층의 형성 조건을 결정하고(스텝 S49), 본 공정을 종료한다.

[0126] 3차원 적층 장치(1)는, 특정된 위치, 예컨대 차가워지기 어려운 곳이나 따뜻해지기 쉬운 곳에 대하여 온도를 계측하여 가열 조건을 결정함으로써, 각 위치의 온도나 온도 변화를 높은 정밀도로 제어할 수 있고, 보다 적절한 가공을 행할 수 있다.

[0127] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 온도 분포와 형상에 근거하여 가공 조건으로서 적층 헤드(12)의 이동 경로를 결정함으로써, 다시 말해 온도 분포도 가미하여 가공 조건을 결정함으로써, 적층되는 성형층의 두께나 응고부 온도, 적층 속도를 균일화할 수 있다. 다시 말해 차가워지기 어려운 곳이나 따뜻해지기 쉬운 곳을 파악하여, 가공 조건을 결정할 수 있고, 보다 균일한 가공을 행하는 것이 가능하게 된다.

[0128] 또한, 도 20에 나타내는 예에서는, 온도를 재차 검출했지만, 스텝 S46과 스텝 S48의 처리는 행하지 않고 가열 조건을 포함하는 성형층의 형성 조건을 결정하더라도 좋다. 3차원 적층 장치(1)는, 온도 분포와 형상에 근거하여 가열 조건을 결정함으로써, 각 위치의 온도나 온도 변화를 높은 정밀도로 제어할 수 있다.

[0129] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 질량 검출부(130)의 검출 결과를 이용하여, 처리 동작을 결정하더라도 좋다. 예컨대, 형성한 성형물에 의해 생기는 질량의 변화를 검출하고, 제조하고 있는 3차원 적층물을 평가하도록 하더라도 좋다. 구체적으로는, 형성한 크기와 질량의 변화를 검출함으로써, 3차원 적층물의 밀도를 산출할 수 있고, 3차원 적층물에 공극이 형성되어 있지 않은지를 판정할 수 있다. 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 질량 검출부(130)의 중량에 근거하여, 베이스부(100)에 이물, 구체적으로는, 용융되지 않은 분말 재료나 기계 가공부(13)에



의한 가공으로 생성된 절분이 부착되어 있지 않은지를 검출할 수도 있다. 이것에 의해, 분말 회수부(39)의 동작의 제어에 이용할 수 있다.

[0130] 3차원 적층 장치는, 형성 조건을 제어하기 위한 파라미터를 검출하는 장치로서, 다른 검출부를 더 구비하고 있더라도 좋다. 도 21은 3차원 적층 장치의 적층 헤드의 주변부의 다른 예를 나타내는 모식도이다. 도 21에 나타내는 3차원 적층 장치는, 적층 헤드의 레이저광의 경로의 주변에, 온도 검출부(120a)와, 하프 미러(182)와, 플라즈마 발광 검출부(190)와, 반사광 검출부(192)를 갖는다. 하프 미러(182)는, 광원(47)과 집광부(49)의 사이에 배치되고, 광원(47)으로부터 집광부(49)로 향하는 레이저광을 투과시키고, 집광부(49)로부터 광원(47)으로 향하는 레이저광을 반사한다. 다시 말해 하프 미러(182)는, 베이스부(100)나 성형층에서 반사된 레이저광을 소정의 방향으로 반사한다.

[0131] 플라즈마 발광 검출부(190)는, 베이스부(100)나 성형층, 공급되는 분말에 레이저광 L이 조사됨으로써 발생하는 플라즈마를 검출한다. 반사광 검출부(192)는, 하프 미러(182)에서 반사된 레이저광 L을 검출한다. 또한, 온도 검출부(120a)는, 하프 미러(182)에서 반사되어 비치는 레이저광의 조사 위치의 상태에 근거하여 온도를 검출한다.

[0132] 다음으로, 도 22 내지 도 24를 이용하여, 각 부를 이용하여 실행하는 제어의 일례를 설명한다. 도 22는 성형층의 형성 조건, 구체적으로는 가열 헤드에 의한 가열 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다. 도 22 내지 도 24의 처리는, 적층 헤드에 의한 가공시에 병행하여 행하는 것이 바람직하지만, 형성 조건을 결정할 때에 실행하더라도 좋다. 제어 장치(20)는, 온도 검출부(120a)에서 온도를 검출하고(스텝 S102), 검출한 온도(결과)에 근거하여, 가열 조건을 결정하고(스텝 S104), 본 처리를 종료한다. 제어 장치(20)는, 온도 검출부(120a)에서 검출한 결과에 근거하여 가열 헤드(31)에 의한 가열의 조건을 결정함으로써, 성형층의 온도를 보다 균일하게 할 수 있고, 보다 정밀한 가공을 행할 수 있다. 또, 온도 검출부(120)의 경우도 마찬가지로의 제어를 행할 수 있다.

[0133] 도 23은 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다. 제어 장치(20)는, 플라즈마 발광 검출부(190)에서 플라즈마 발광을 검출하고(스텝 S112), 검출한 플라즈마 발광에 근거하여, 가열 조건을 결정하고(스텝 S114), 본 처리를 종료한다. 제어 장치(20)는, 플라즈마 발광 검출부(190)에서 검출한 결과에 근거하여 가열 헤드(31)에 의한 가열의 조건을 결정함으로써, 성형층의 온도를 보다 균일하게 할 수 있고, 보다 정밀한 가공을 행할 수 있다. 여기서, 제어 장치(20)는, 플라즈마 발광 검출부(190)에서 플라즈마 발광을 검출함으로써, 레이저의 초점 위치의 온도를 감시할 수 있다. 또한 분사된 분말이 레이저광에 들어가 용융되는 경우에 발광하는 플라즈마를 검출함으로써 가스 중의 분말 용융 상태를 감시할 수 있다.

[0134] 도 24는 성형층의 형성 조건을 결정하는 공정의 일례를 나타내는 플로차트이다. 제어 장치(20)는, 반사광 검출부(192)에서 반사광을 검출하고(스텝 S122), 검출한 반사광에 근거하여, 가열 조건을 결정하고(스텝 S124), 본 처리를 종료한다. 제어 장치(20)는, 반사광 검출부(192)에서 검출한 결과에 근거하여 가열 헤드(31)에 의한 가열의 조건을 결정함으로써, 성형층의 온도를 보다 균일하게 할 수 있고, 보다 정밀한 가공을 행할 수 있다. 여기서, 제어 장치(20)는, 반사광 검출부(192)에서 반사광을 검출함으로써, 용융체 A가 부착되는 위치의 온도를 감시할 수 있다.

[0135] 여기서, 3차원 적층 장치(1)는, 온도 검출부(120) 및 가열 헤드(31)를 적층 헤드(12)에 대하여, Z축 주위로 회전할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 테이블부(11)의 이동 방향에 따라, 적층 헤드(12)와 온도 검출부(120) 및 가열 헤드(31)의 상대 위치를 일정하게 하거나, 전환하거나 할 수 있다. 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 온도 검출부(120) 및 가열 헤드(31)를 적층 헤드(12)에 대하여 2개 마련하고, 적층 헤드(12)를 사이에 두도록 배치하더라도 좋다.

[0136] 도 25는 적층 헤드 수납실의 다른 예를 나타내는 모식도이다. 도 25에 나타내는 적층 헤드 수납실(570)은, 적층 헤드(12)와, 형상 계측부(30)와, 가열 헤드(31)를 지지하고 있다. 적층 헤드 수납실(570)은, 적층 헤드(12)와, 형상 계측부(30)와, 가열 헤드(31)를 지지하고 있는 부분이 전환 기구(580)가 된다. 전환 기구(580)는, 고정부(581)와, 가동부(582)와, 회전 기구(584)와, 밀봉부(586)를 갖는다. 고정부(581)는, Z축 슬라이드부(4a)에 지지되고, 저면이 벨로즈(18)와 연결되어 있다. 가동부(582)는, 고정부(581)에 내장되고, 적층 헤드(12)와, 형상 계측부(30)와, 가열 헤드(31)를 고정하고 있다. 회전 기구(584)는, 고정부(581)에 대하여 가동부(582)를 축(590) 주위로 회전시킨다. 밀봉부(586)는, 연직 방향 아래쪽의 면, 다시 말해, 3차원 적층실(2)에 노출되어 있는 면의 고정부(581)와 가동부(582)의 사이를 회전이 자유로운 상태로 밀폐하고 있다.

- [0137] 전환 기구(580)는, 고정부(581)에 대하여 가동부(582)를 회전시킴으로써, 가동부(582)가 지지하고 있는 적층 헤드(12)와 가열 헤드(31)의 상대 위치를 전환할 수 있다. 이것에 의해, 전환 기구(580)는, 적층 헤드(12)와 베이스부(100)의 상대 이동 방향, 다시 말해 테이블부(11)가 베이스부(100)를 이동시키는 방향에 대하여, 적층 헤드(12)가 가열 헤드(31)보다 상류측에 있는 상태와, 적층 헤드(12)가 가열 헤드(31)보다 하류측에 있는 상태를 전환할 수 있다. 다시 말해, 동일한 방향으로 베이스부(100)가 이동하고 있는 경우는, 가동부(582)를 180도 회전시킴으로써 적층 헤드(12)와 가열 헤드(31)의 가공 위치에 대한 전후 관계를 교체할 수 있다. 이것에 의해, 가열 헤드(31)가, 적층 헤드(12)를 통과하기 전(성형층의 형성을 행하기 전)의 베이스부(100) 또는 성형층을 가열할지, 적층 헤드(12)를 통과한 후(성형층의 형성을 행한 후)의 베이스부(100) 또는 성형층을 가열할지를 전환할 수 있다.
- [0138] 도 26은 3차원 적층 장치에 의한 처리 동작의 일례를 나타내는 플로차트이다. 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)와 베이스부(100)의 상대 이동 방향을 검출하고(스텝 S170), 가열 헤드(31)의 가열 영역을 특정한다(스텝 S172). 가열 헤드(31)의 가열 영역이란, 적층 헤드(12)로 가공되는 베이스부(100)에 대하여 설정되어 있고, 적층 헤드(12)를 통과하기 전의 베이스부(100) 또는 성형층을 가열하는 영역, 적층 헤드(12)를 통과한 후의 베이스부(100) 또는 성형층을 가열하는 영역이 있다.
- [0139] 제어 장치(20)는, 가열 헤드(31)가 적층 헤드(12)에 대하여 적절한 위치인지를 판정한다(스텝 S174). 다시 말해, 적층 헤드(12)와 베이스부(100)의 상대 이동 방향과 가열 영역과 현재 상태의 적층 헤드(12)와 가열 헤드(31)의 상대 위치에 근거하여, 가열 헤드가 가열 영역을 가열할 수 있는 위치인지를 판정한다.
- [0140] 제어 장치(20)는, 가열 헤드(31)가 적층 헤드(12)에 대하여 적절한 위치이다(스텝 S174에서 예)라고 판정한 경우, 스텝 S178로 진행한다. 제어 장치(20)는, 가열 헤드(31)가 적층 헤드(12)에 대하여 적절한 위치가 아니다(스텝 S174에서 아니오)라고 판정한 경우, 전환 기구(580)에서, 가열 헤드(31)와 적층 헤드(12)의 상대 위치를 전환하고(스텝 S176), 스텝 S178로 진행한다.
- [0141] 제어 장치(20)는, 스텝 S174에서 예 또는 스텝 S176의 처리를 행한 경우, 적층 헤드(12)와 베이스부(100)의 상대 이동 방향이 변경되었는지를 판정한다(스텝 S178). 제어 장치(20)는, 이동 방향이 변경되었다(스텝 S178에서 예)고 판정한 경우, 스텝 S170으로 돌아온다. 제어 장치(20)는, 이동 방향이 변경되어 있지 않다(스텝 S178에서 아니오)고 판정한 경우, 제조 종료인지를 판정한다(스텝 S179). 제어 장치(20)는, 제조 종료가 아니다(스텝 S179에서 아니오)라고 판정한 경우, 스텝 S178로 돌아가고, 제조 종료이다(스텝 S179에서 예)라고 판정한 경우, 본 처리를 종료한다.
- [0142] 3차원 적층 장치(1)는, 도 26에 나타내는 처리를 행하고, 적층 헤드와 베이스부의 상대 이동 방향에 따라, 적층 헤드와 가열 헤드의 상대 위치를 전환함으로써, 가공 위치에 대한 적층 헤드와 가열 헤드의 관계를 설정에 따른 위치로 할 수 있다. 이것에 의해, 적층 헤드와 베이스부의 상대 이동에 의해, 적층 헤드가 가공하는 위치에 대하여 가열 헤드로 가열하는 위치가 변화하는 것을 억제할 수 있다. 이것에 의해, 보다 정밀한 가공을 행할 수 있다.
- [0143] 이상, 본 발명의 실시 형태를 설명했지만, 이들 실시 형태의 내용에 의해 이들 실시 형태가 한정되는 것은 아니다. 또한, 기술한 구성 요소에는, 당업자가 용이하게 상정할 수 있는 것, 실질적으로 동일한 것, 이른바 균등한 범위의 것이 포함된다. 또한, 기술한 구성 요소는 적당히 조합하는 것이 가능하다. 또한, 기술한 실시 형태 등의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 구성 요소의 다양한 생략, 치환 또는 변경을 행할 수 있다. 예컨대, 3차원 적층 장치(1)는, 적층 헤드(12)에 의해 분말 P를 분사하여, 분말 P에 레이저광 L을 조사하는 구성으로 한정되지 않는다. 3차원 적층 장치(1)는, 분말 P를 공급하여 분말 P에 레이저광 L을 조사하는 것에 의해 성형층을 형성하고, 성형층에 적당히 기계 가공을 가할 수 있으면 된다. 예컨대, 3차원 적층 장치(1)는, 분말 공급부에 의해 분말층을 형성하고, 분말층의 일부에 레이저광 L을 조사하여 분말을 소결시키는 것에 의해, 성형층을 형성하는 것이더라도 좋다.

## 부호의 설명

- [0144] 1 : 3차원 적층 장치  
2 : 3차원 적층실  
3 : 예비실

4 : 적층 헤드 수납실  
 4a, 5a : Z축 슬라이드부  
 5 : 기계 가공부 수납실  
 6, 7 : 문  
 10 : 베드  
 11 : 테이블부  
 12 : 적층 헤드  
 13 : 기계 가공부  
 15 : Y축 슬라이드부  
 16 : X축 슬라이드부  
 17 : 회전 테이블부  
 18, 19 : 벨로즈  
 20 : 제어 장치  
 22 : 공구  
 23 : 노즐  
 24 : 선단부  
 25 : 공기 배출부  
 30 : 형상 계측부  
 31, 31a : 가열 헤드  
 32 : 기계 가공부 계측부  
 33 : 공구 교환부  
 34 : 노즐 교환부  
 35, 35A : 분말 도입부  
 36 : 베이스 이동부  
 37 : 공기 배출부  
 38 : 가스 도입부  
 39 : 분말 회수부  
 41 : 외관  
 42 : 내관  
 43 : 분말 유로  
 44 : 레이저 경로  
 46 : 본체  
 47 : 광원  
 48 : 광파이버  
 49 : 집광부  
 51 : 입력부

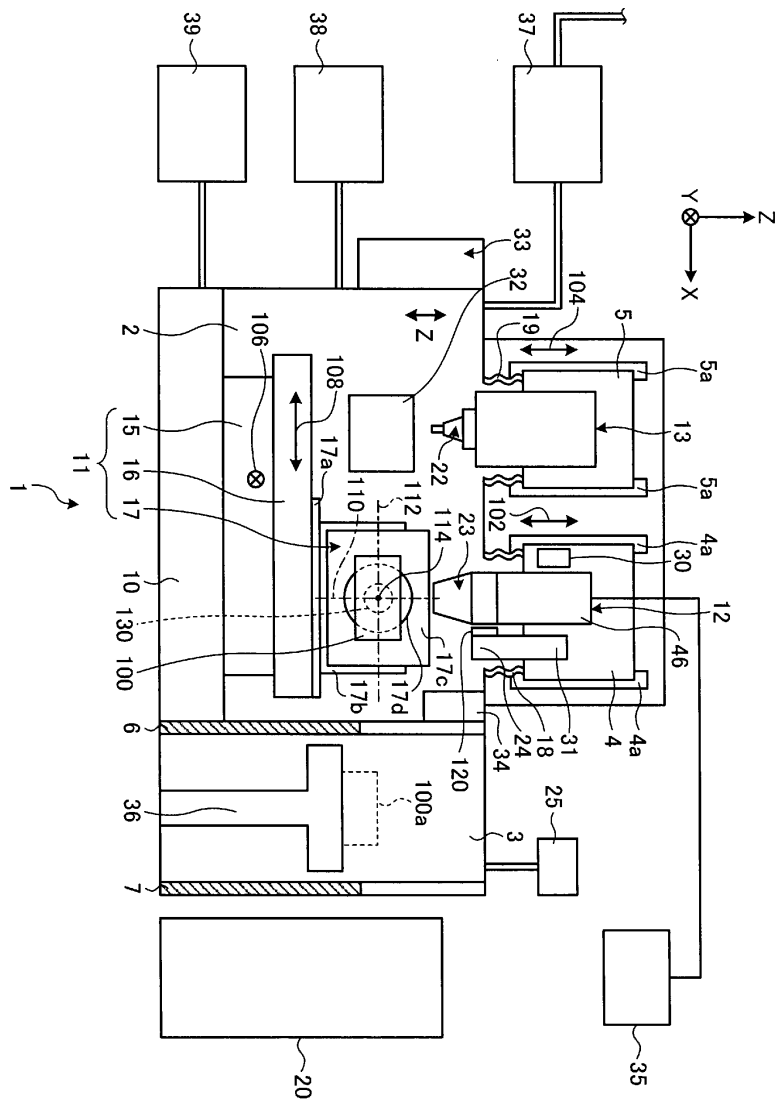
52 : 제어부  
53 : 기억부  
54 : 출력부  
55 : 통신부  
56 : 선단  
57 : 광원부  
58 : 촬상부  
81, 81A : 분말 수납부  
82, 82A : 분말 식별부  
83 : 카트리지  
84 : 재료 표시부  
85 : 도입부  
86 : 사이클론부  
87 : 기체 배출부  
88 : 분말 배출부  
91 : 대좌  
92, 93 : 성형층  
95 : 원판부  
96 : 나사구멍부  
97 : 축부  
98 : 원뿔대부  
99 : 부재  
100 : 베이스부  
102, 104, 106, 108 : 화살표  
110, 112, 114 : 회전축  
120, 120a : 온도 검출부  
130 : 질량 검출부  
140 : 초점 위치 조정부  
150 : 분말 공급관  
152 : 분배부  
154 : 분기관  
156 : 혼합부  
156a : 교반판  
158 : 정류 장치  
162 : 레이저광  
164 : 측정과



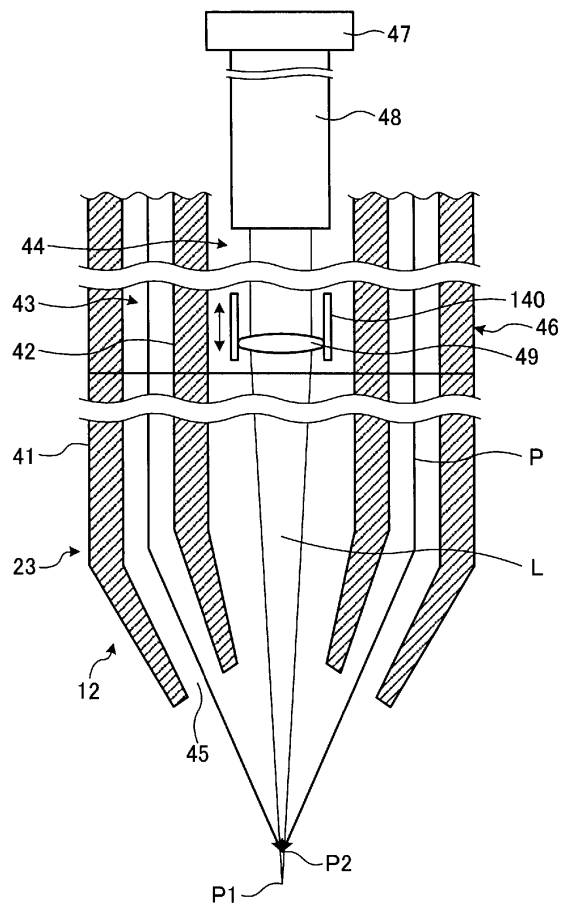
182 : 하프 미러  
190 : 플라즈마 발광 검출부  
192 : 반사광 검출부  
502, 502a : 광원 유닛  
504, 504a : 가열 위치 조정 기구  
512, 520, 560 : 미러  
512a, 514 : 갈바노 미러  
522, 562 : 각도 위치 조정 기구  
532 : 영역  
540, 540a : 반도체 레이저  
542 : 집광부  
544 : 광파이버  
550 : 합파부  
551 : 콜리메이트 렌즈  
552 : 회절 격자  
554 : 집광부  
A : 용융체  
B : 고화체  
L : 레이저광  
P : 분말  
P1, P2 : 초점 위치

도면

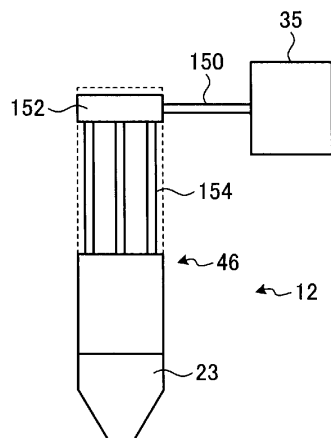
도면1



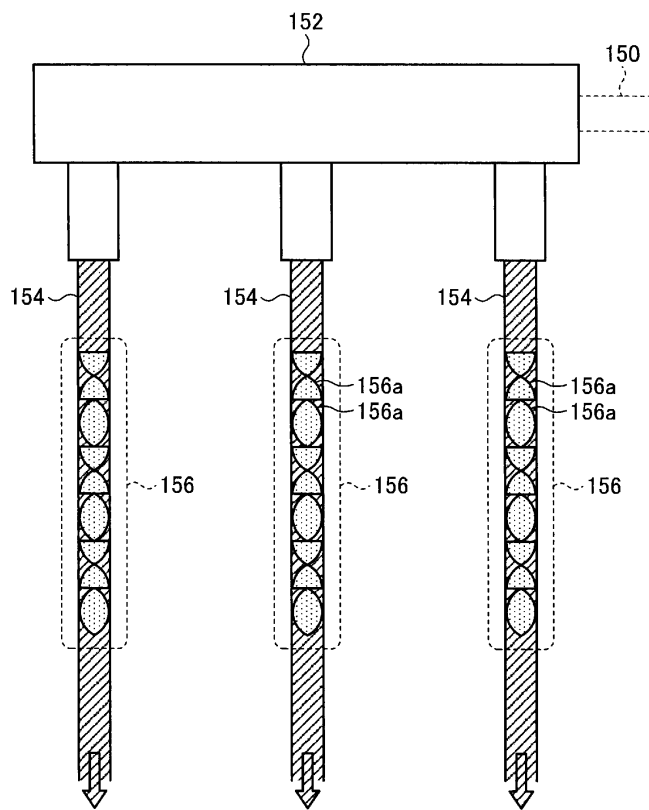
도면2



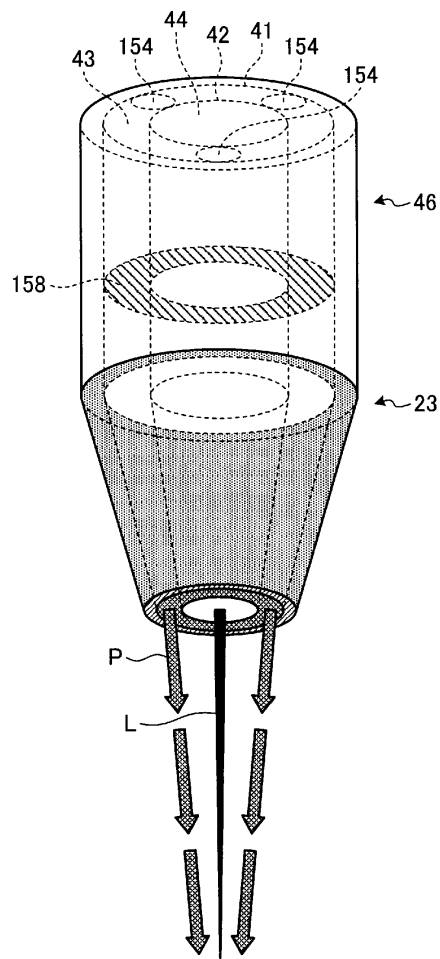
도면3



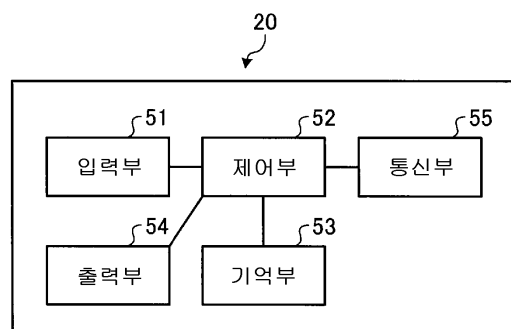
도면4



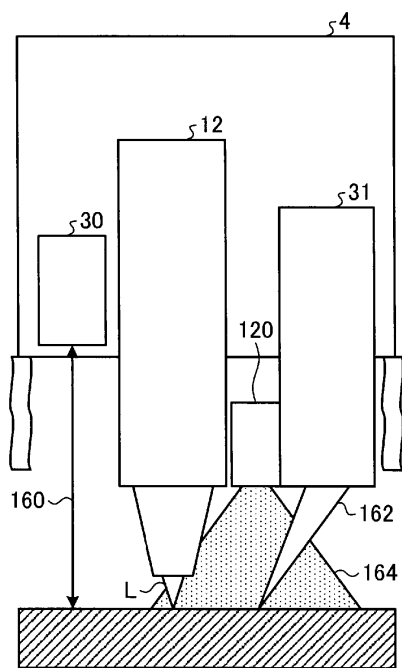
도면5



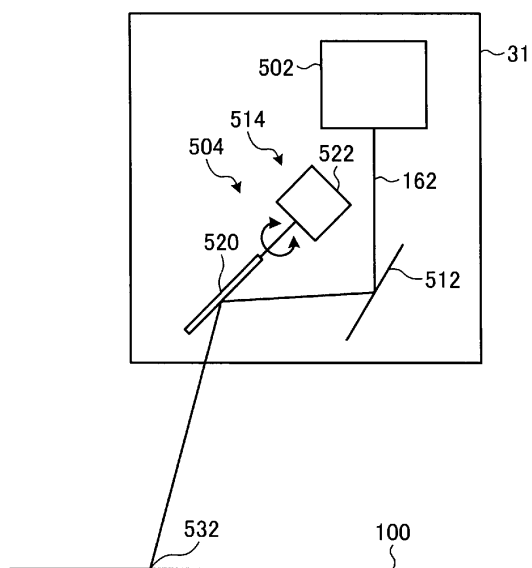
도면6



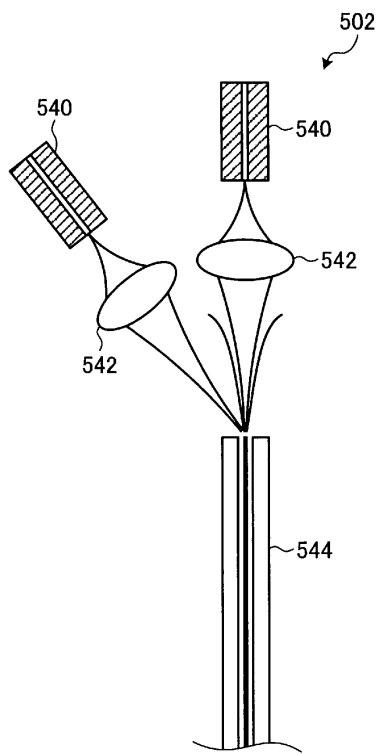
도면7



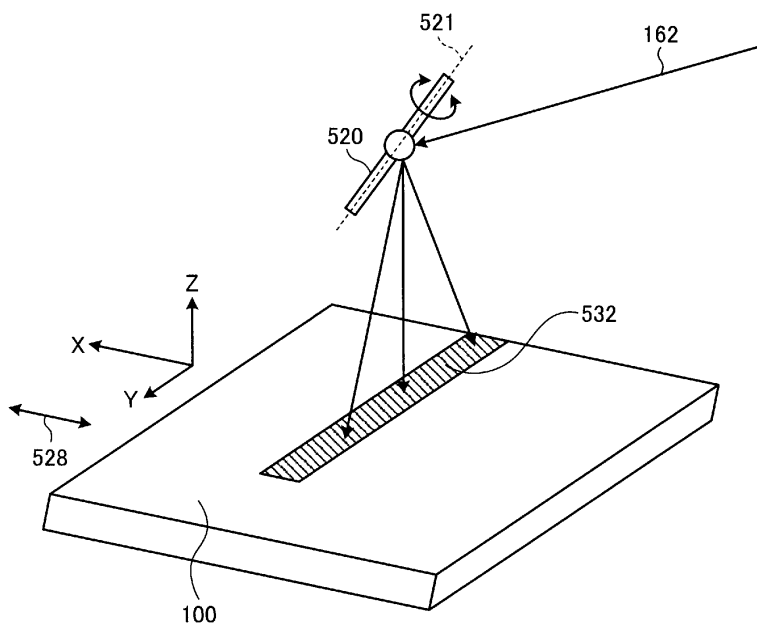
도면8



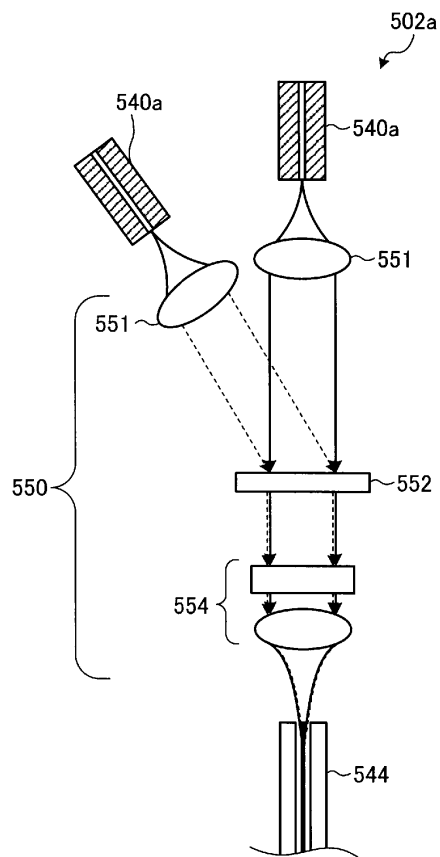
도면9



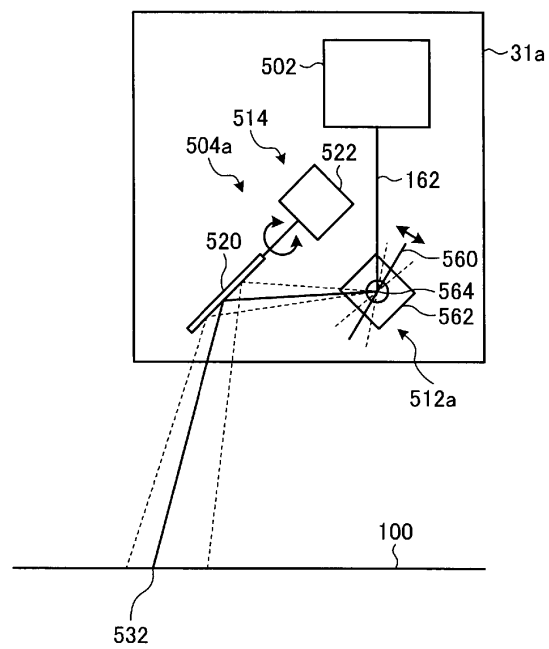
도면10



도면11

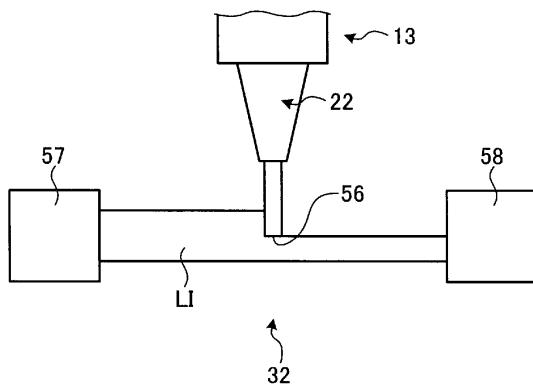


도면12

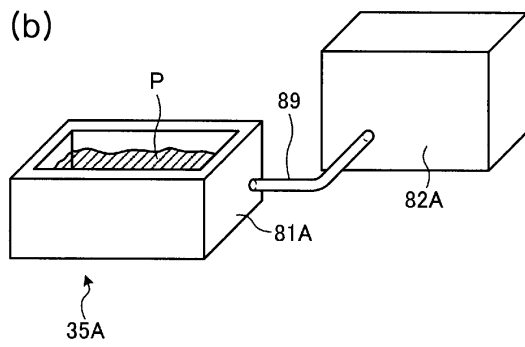
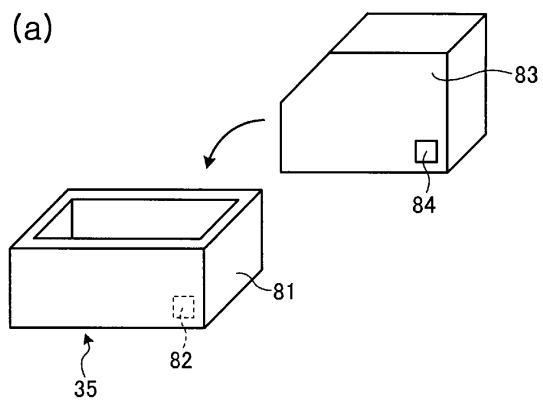




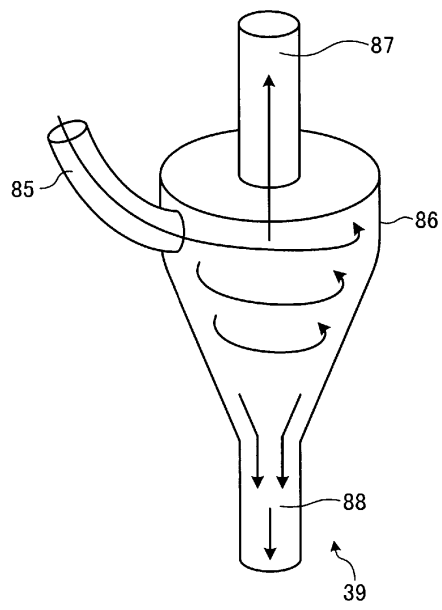
도면13



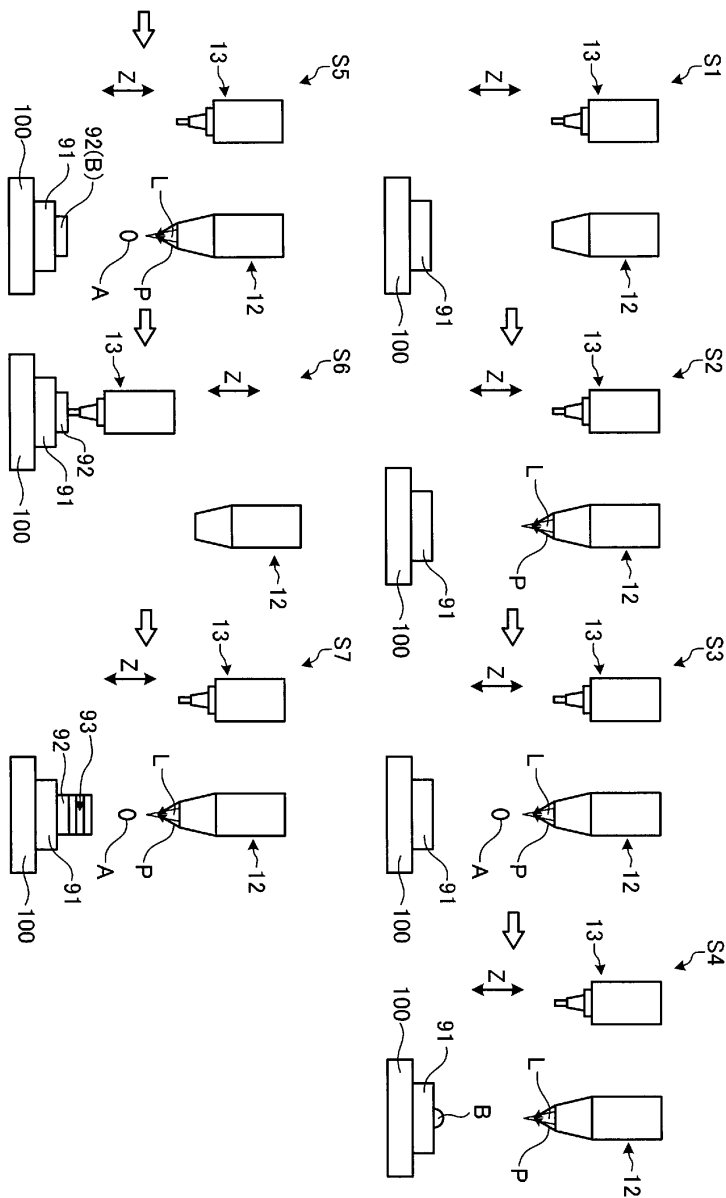
도면14



도면15

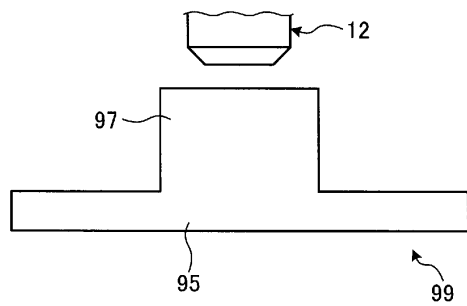


도면16

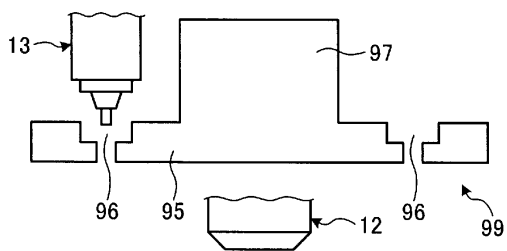


도면17

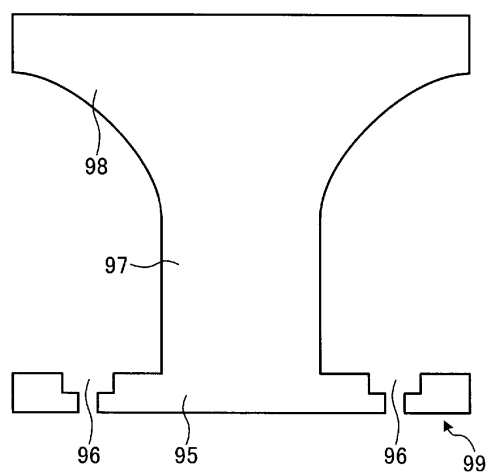
(a)



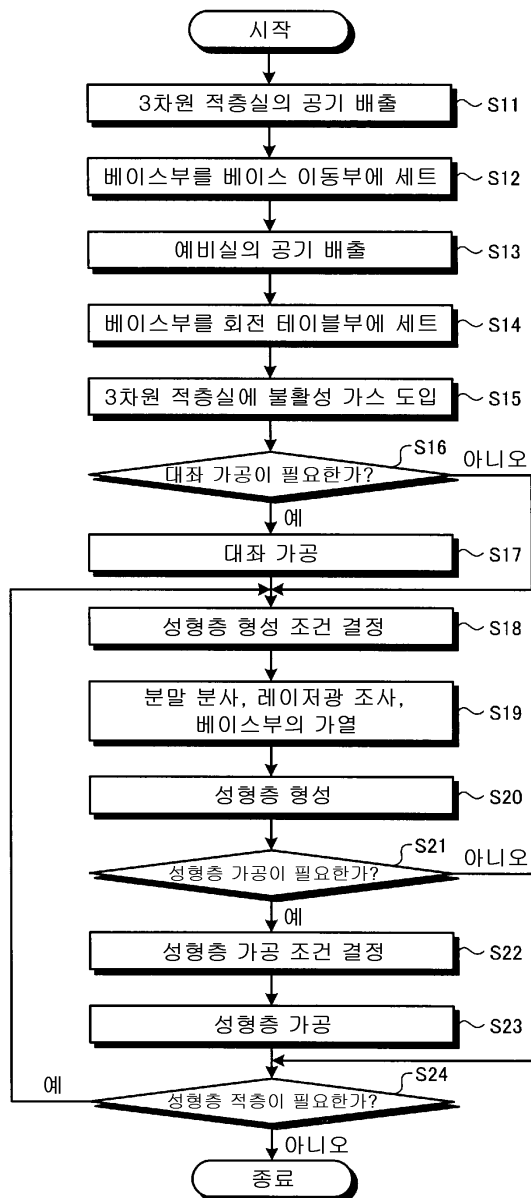
(b)



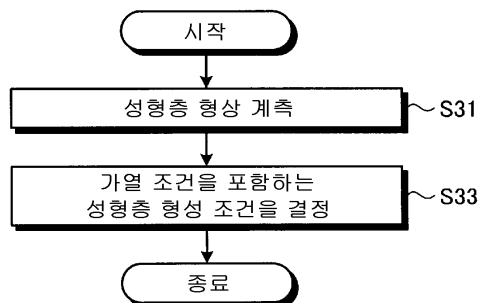
(c)



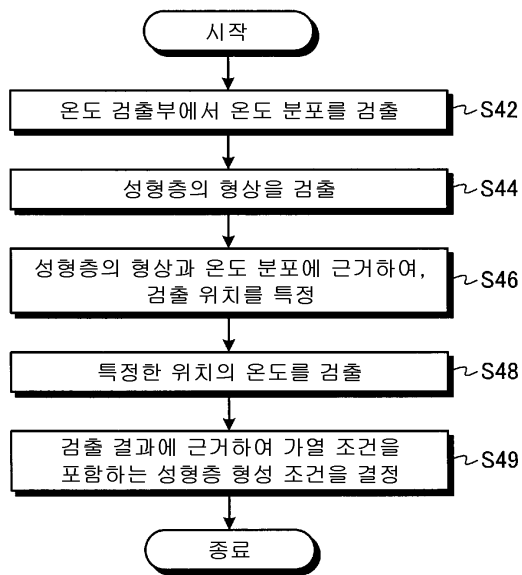
도면18



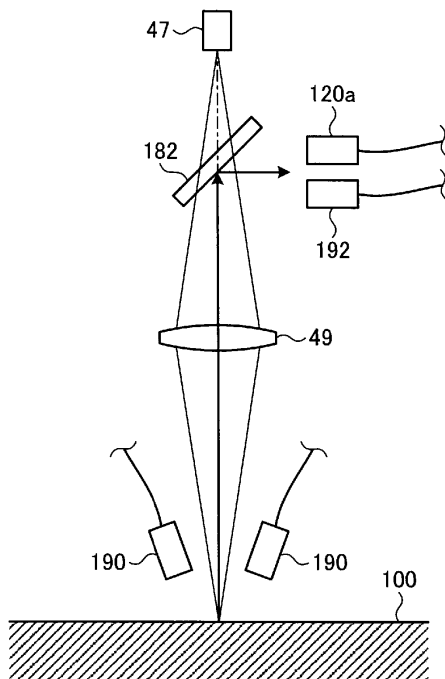
도면19



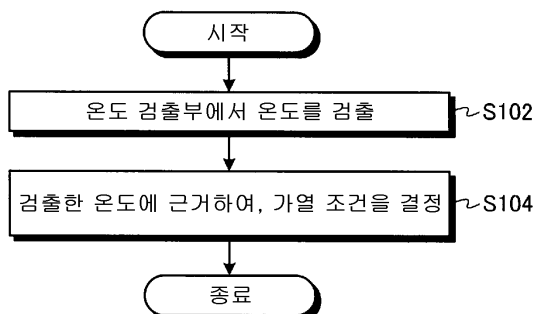
도면20



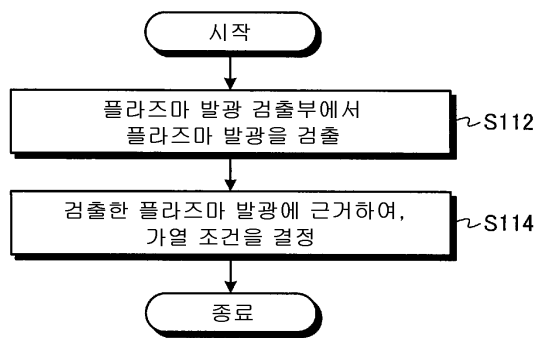
도면21



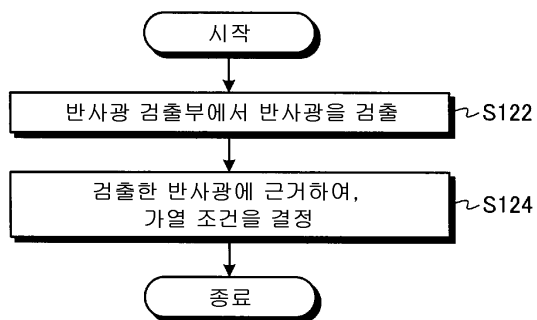
도면22



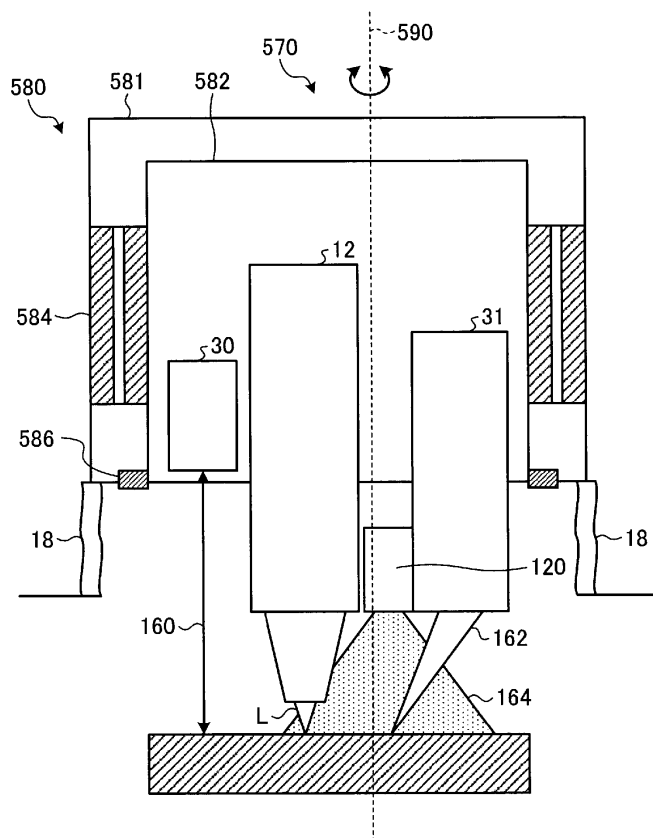
도면23



도면24



도면25



도면26

