



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0041265
(43) 공개일자 2018년04월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/105 (2006.01) *B29C 64/153* (2017.01)
B29C 64/20 (2017.01) *B29C 64/386* (2017.01)
B33Y 30/00 (2015.01) *B33Y 50/02* (2015.01)
- (52) CPC특허분류
B22F 3/1055 (2013.01)
B29C 64/153 (2017.08)
- (21) 출원번호 10-2018-7010633(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2015년03월19일
 심사청구일자 2018년04월16일
- (62) 원출원 특허 10-2016-7026587
 원출원일자(국제) 2015년03월19일
 심사청구일자 2016년09월28일
- (85) 번역문제출일자 2018년04월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/058292
- (87) 국제공개번호 WO 2015/151839
 국제공개일자 2015년10월08일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2014-074056 2014년03월31일 일본(JP)

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

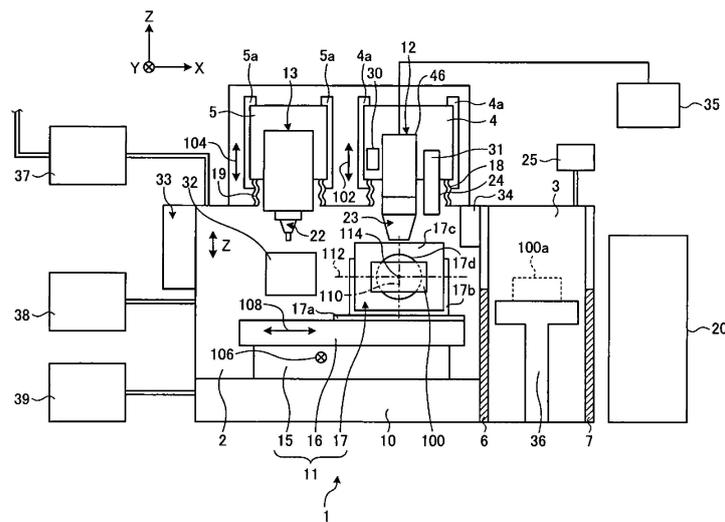
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 **3차원 적층 장치 및 3차원 적층 방법**

(57) 요약

3차원 적층 장치(1)는, 기대부(100)에 성형층을 적층시켜 3차원 형상물을 형성하는 3차원 적층 장치(1)로서, 분말 재료를 공급하는 분말 공급부와, 분말 재료에 광 비임을 조사하고, 광 비임이 조사된 분말 재료 중 적어도 일부를 소결 또는 용융 고화시켜 성형층을 형성하는 광 조사부와, 공구(22)를 구비하고, 공구(22)로 성형층을 기계 가공하는 기계 가공부(13)와, 분말 공급부, 광 조사부 및 기계 가공부(13) 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 제어 장치(20)로서의 제어부를 구비한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B29C 64/20 (2017.08)

B29C 64/386 (2017.08)

B33Y 30/00 (2013.01)

B33Y 50/02 (2013.01)

B22F 2003/1056 (2013.01)

B22F 2003/1057 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기대부에 성형층을 적층시켜 3차원 형상물을 형성하는 3차원 적층 장치에 있어서,

분말 재료를 공급하는 분말 공급부와,

상기 분말 재료에 광 비임을 조사하고, 상기 광 비임이 조사된 상기 분말 재료 중 적어도 일부를 소결 또는 용융 고화시켜 상기 성형층을 형성하는 광 조사부와,

상기 성형층의 표면 형상을 계측하는 형상 계측부와,

공구를 구비하고, 상기 공구로 상기 성형층을 기계 가공하는 기계 가공부와,

상기 분말 공급부, 상기 광 조사부, 상기 형상 계측부 및 상기 기계 가공부 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 분말 공급부는 상기 기대부를 향하여 상기 분말 재료를 분사하고,

상기 광 조사부는, 상기 분말 공급부로부터 상기 기대부를 향하여 이동하는 상기 분말 재료에 광 비임을 조사하여, 상기 분말 재료를 용융시키고, 용융한 상기 분말 재료를 상기 기대부 상에서 고화시키며,

상기 제어부는,

상기 형상 계측부에 의한 상기 성형층의 표면 형상의 계측 결과에 따라서, 상기 성형층에 기계 가공이 필요한지 아닌지를 판단하고, 필요하다고 판단한 경우에, 상기 기계 가공부에 의해 상기 성형층의 기계 가공을 실행하고,

기계 가공된 상기 성형층의 표면에 추가로 성형층을 적층할 필요가 있는지 없는지를 판단하고, 필요하다고 판단한 경우에, 기계 가공된 상기 성형층의 표면에, 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부에 의해 성형층을 형성시키는

3차원 적층 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 분말 공급부는 상기 분말 재료를 분사하는 노즐을 구비하고,

상기 분말 공급부의 상기 노즐을 착탈하는 것에 의해 상기 분말 공급부에 장착된 노즐을 교환하는 노즐 교환부를 갖는

3차원 적층 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기계 가공부의 상기 공구의 선단 위치를 계측하는 기계 가공부 계측부를 갖고,

상기 제어부는, 상기 형상 계측부에 의한 상기 표면 형상의 계측 결과 및 상기 기계 가공부 계측부에 의한 상기 공구의 선단 위치의 계측 결과에 따라서 상기 기계 가공부의 동작을 제어하는

3차원 적층 장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 분사된 분말 재료의 수축 위치 및 수축 직경 중 적어도 한쪽을 계측하는 분말 공급부 계측부를 갖는

3차원 적층 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 분말 공급부 계측부에서 계측한 분말 재료의 수속 위치 및 수속 직경 중 적어도 하나에 따라서 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부 중 적어도 하나의 동작을 제어하는

3차원 적층 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기계 가공부의 상기 공구의 선단 위치를 계측하는 기계 가공부 계측부와, 상기 분말 재료의 수속 위치 및 수속 직경 중 적어도 한쪽을 계측하는 분말 공급부 계측부를 갖고,

상기 기계 가공부 계측부와 상기 분말 공급부 계측부가 공통되는 장치인 것을 특징으로 하는

3차원 적층 장치.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기계 가공부의 공구를 착탈하는 것에 의해, 상기 기계 가공부에 장착된 상기 공구를 교환하는 공구 교환부를 갖는

3차원 적층 장치.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 분말 공급부에 공급하는 상기 분말 재료를 저장하는 저장부와, 상기 저장부에 저장되어 있는 상기 분말 재료를 식별하는 식별부를 구비하고, 상기 식별부에서 식별한 상기 저장부의 상기 분말 재료를 상기 분말 공급부에 도입시키는 분말 도입부를 갖고,

상기 제어부는, 상기 식별부의 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 상기 분말 도입부로부터 상기 분말 공급부로의 상기 분말 재료의 도입을 제어하는

3차원 적층 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 분말 도입부에 의한 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 또한 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부 중 적어도 한쪽의 동작을 제어하는

3차원 적층 장치.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 분말 공급부, 상기 광 조사부 및 상기 기계 가공부를 내장하는 3차원 적층실과,

상기 3차원 적층실의 외부로부터 상기 3차원 적층실의 내부에 상기 기대부를 이동시키는 기대 이동부를 갖는

3차원 적층 장치.

청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 형상 계측부에 의한 상기 성형층의 표면 거칠기의 측정 결과 값이 소정의 값보다 큰 경우, 상기 기계 가공부에 기계 가공을 실행시키는

3차원 적층 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 성형층의 형성 조건으로부터 산출된 상기 성형층의 표면 거칠기가 상기 3차원 형상물의 설계 정보에 근거하는 필요한 표면 거칠기보다 큰 경우에, 상기 성형층에 기계 가공이 필요하다고 판단하는

3차원 적층 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 형상 계측부는, 상기 성형층의 형성 전후에 있어서의 표면 형상을 계측하는 것이 가능하고,

상기 제어부는, 상기 형상 계측부에 의한 상기 성형층의 표면 형상의 계측 결과에 따라서, 상기 성형층을 형성하는 개소와 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부 사이의 거리를 일정하게 하도록, 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부의 위치를 제어하는

3차원 적층 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 형상 계측부는, 상기 기대부 상의 대좌의 표면 형상을 계측하는 것이 가능하고,

상기 제어부는, 상기 형상 계측부에 의한 상기 대좌의 계측 결과에 따라서, 상기 대좌에 기계 가공이 필요한지 아닌지를 판단하고,

기계 가공이 필요하다고 판단한 경우에, 상기 기계 가공부에 의한 기계 가공을 실행하고, 기계 가공된 상기 대좌의 표면에, 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부에 의해 성형층을 형성시키고,

기계 가공이 필요하지 않다고 판단한 경우에, 상기 기계 가공부에 의한 기계 가공을 실행하지 않고, 기계 가공되어 있지 않은 상기 대좌의 표면에, 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부에 의해 성형층을 형성시키는

3차원 적층 장치.

청구항 15

기대부에 분말 재료를 소결 또는 용융 고화시켜 형성한 성형층을 적층하여 3차원 형상물을 형성하는 3차원 적층 방법에 있어서,

분말 공급부에 의해 분말 재료를 기대부를 향하여 분사하면서, 광 조사부에 의해 상기 분말 재료에 광 비임을 조사하는 것에 의해 상기 분말 재료를 용융시켜, 상기 용융된 분말 재료를 상기 기대부 상에서 고화시키는 것에 의해 상기 기대부 상에 성형층을 형성하여, 상기 성형층을 적층하는 적층 단계와,

상기 성형층의 표면을 기계 가공하는 기계 가공 단계를 포함하며,

상기 기계 가공 단계는,

상기 성형층의 표면 형상을 계측하고,

상기 표면 형상의 계측 결과에 따라서 상기 성형층에 기계 가공이 필요한지 아닌지를 판단하고, 필요하다고 판단한 경우에, 상기 성형층의 기계 가공을 실행하고,

기계 가공된 상기 성형층의 표면에 추가로 성형층을 적층할 필요가 있는지 없는지를 판단하고, 필요하다고 판단

한 경우에, 기계 가공된 상기 성형층의 표면에 성형층을 형성시키는

3차원 적층 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 기계 가공 단계는, 상기 기계 가공을 실행하는 기계 가공부의 공구의 선단 위치를 계측하고, 상기 공구의 선단 위치의 계측 결과에 근거하여, 상기 성형층의 기계 가공의 가공 조건을 결정하는

3차원 적층 방법.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서,

상기 기계 가공 단계는, 상기 성형층의 표면 형상의 계측 결과에 근거하여, 상기 성형층의 기계 가공의 가공 조건을 결정하는

3차원 적층 방법.

청구항 18

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서,

상기 기계 가공 단계는, 상기 기계 가공을 실행하는 기계 가공부의 위치 및 상기 성형층의 표면 형상을 계측하고, 상기 성형층의 표면 형상 및 상기 기계 가공부의 위치의 계측 결과에 근거하여 상기 성형층의 기계 가공의 가공 조건을 결정하는

3차원 적층 방법.

청구항 19

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서,

상기 적층 단계는, 상기 기대부를 향하여 분사하는 상기 분말 재료를 식별하고, 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 상기 분말 재료를 분사하는 분말 공급부의 분말 재료의 도입 조건을 결정하는

3차원 적층 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 적층 단계는, 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 또한 상기 분말 재료의 분사 조건 또는 상기 광 비임의 조사 조건 중 적어도 한쪽을 결정하는

3차원 적층 방법.

청구항 21

제 15 항에 있어서,

상기 기계 가공 단계는, 상기 성형층의 표면 형상의 계측 결과에 따라서, 상기 성형층을 형성하는 개소와 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부 사이의 거리를 일정하게 하도록, 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부의 위치를 제어하는

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 비임을 조사하는 것에 의해 3차원 형상물을 제조하는 적층 조형 기술이 알려져 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에는, 금속 분말 재료로 형성된 분말층에 광 비임을 조사하여 소결층을 형성하고, 그것을 반복하는 것에 의해 복수의 소결층이 일체로 적층된 3차원 형상 조형물을 제조하는 방법이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제 2004-124200 호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그런데, 3차원 형상물을 제조하는 적층 조형 기술에 있어서, 3차원 형상물을 고정밀도로 제조하는 기술이 요구되고 있다.

[0005] 본 발명은 3차원 형상물을 고정밀도로 제조하는 3차원 적층 장치를 제공하는 것을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 과제를 해결하고, 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 3차원 적층 장치는, 기대부에 성형층을 적층시켜 3차원 형상물을 형성하는 3차원 적층 장치로서, 분말 재료를 공급하는 분말 공급부와, 상기 분말 재료에 광 비임을 조사하고, 상기 광 비임이 조사된 상기 분말 재료 중 적어도 일부를 소결 또는 용융 고화시켜 상기 성형층을 형성하는 광 조사부와, 공구를 구비하고, 상기 공구로 상기 성형층을 기계 가공하는 기계 가공부와, 상기 분말 공급부, 상기 광 조사부 및 상기 기계 가공부 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 제어부를 갖는다.

[0007] 이 3차원 적층 장치는, 분말 재료에 광 비임을 조사하여 성형층을 형성하고, 그 성형층에 적절히 기계 가공을 가할 수 있다. 따라서, 이 3차원 적층 장치는 3차원 형상물을 고정밀도로 제조할 수 있다.

[0008] 상기 3차원 적층 장치에 있어서, 상기 분말 공급부는 상기 기대부를 향하여 상기 분말 재료를 분사하고, 상기 광 조사부는 상기 분말 공급부로부터 상기 기대부를 향하여 이동하는 상기 분말 재료에 광 비임을 조사하고, 상기 분말 재료를 용융시키고, 용융된 상기 분말 재료를 상기 기대부 상에서 고화시키는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 분말 재료를 분사하고, 분사한 분말 재료에 광 비임을 조사하는 것에 의해, 성형층을 형성한다. 따라서, 이 3차원 적층 장치는 3차원 형상물을 고정밀도로 제조할 수 있다.

[0009] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 분말 공급부는 상기 분말 재료를 분사하는 노즐을 구비하고, 상기 분말 공급부의 상기 노즐을 착탈하는 것에 의해 상기 분말 공급부에 장착된 노즐을 교환하는 노즐 교환부를 갖는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는 분말 재료를 분사하는 노즐을 교환할 수 있기 때문에, 성형층의 형성을 보다 적절히 실행할 수 있다.

[0010] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 기계 가공부의 상기 공구의 선단 위치를 계측하는 기계 가공부 계측부를 갖고, 상기 제어부는 상기 기계 가공부 계측부에서 계측한 상기 공구의 선단 위치에 따라서 상기 기계 가공부의 동작을 제어하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 기계 가공부의 선단 위치의 측정 결과에 따라서 기계 가공부의 동작이 제어되기 때문에, 3차원 형상물을 보다 적절히 제조할 수 있다.

[0011] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 분사된 분말 재료의 수축(收束) 위치 및 수축 직경 중 적어도 한쪽을 계측하는 분말 공급부 계측부를 갖는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 분사된 분말 재료의 수축 위치와 수축 직경을 계측하기 때문에, 3차원 형상물을 보다 적절히 제조할 수 있다.

[0012] 상기 3차원 적층 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 분말 공급부 계측부에서 계측한 분말 재료의 수축 위치

및 수축 직경 중 적어도 한쪽에 따라서 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 분사된 분말 재료의 수축 위치 및 수축 직경 중 적어도 한쪽의 계측 결과에 근거하여, 분말 공급부 및 광 조사부 중 적어도 하나의 동작을 제어한다. 따라서, 이 3차원 적층 장치는 3차원 형상물을 보다 적절히 제조할 수 있다.

[0013] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 기계 가공부의 상기 공구의 선단 위치를 계측하는 기계 가공부 계측부와, 상기 분말 재료의 수축 위치 및 수축 직경 중 적어도 한쪽을 계측하는 분말 공급부 계측부를 갖고, 상기 기계 가공부 계측부와 상기 분말 공급부 계측부가 공통되는 장치인 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는 기계 가공부 계측부와 분말 공급부 계측부를 공통되는 장치로 하기 때문에, 3차원 적층 장치의 사이즈가 커지는 것을 억제한다.

[0014] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 기계 가공부의 공구를 착탈하는 것에 의해, 상기 기계 가공부에 장착된 상기 공구를 교환하는 공구 교환부를 갖는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 기계 가공부의 공구를 교환할 수 있기 때문에, 3차원 형상물의 절삭 가공을 보다 적절히 실행할 수 있다.

[0015] 상기 3차원 적층 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 광 조사부에서 상기 성형층을 형성한 후, 상기 기계 가공부에서 상기 성형층의 표면을 기계 가공하고, 기계 가공된 상기 성형층의 표면에 상기 광 조사부에서 추가로 성형층을 형성하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 기계 가공한 후에, 또한 성형층을 적층할 수 있기 때문에, 성형층의 형성을 보다 적절히 실행할 수 있다.

[0016] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 성형층의 표면 형상을 계측하는 형상 계측부를 갖고, 상기 제어부는, 상기 형상 계측부에 의한 상기 성형층의 표면 형상의 계측 결과에 따라서, 상기 분말 공급부, 상기 광 조사부 및 상기 기계 가공부 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 성형층의 표면 형상의 측정 결과에 따라서, 3차원 형상물의 제조 과정을 제어할 수 있기 때문에, 3차원 형상물의 제조를 보다 적절히 실행할 수 있다.

[0017] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 분말 공급부에 공급하는 상기 분말 재료를 저장하는 저장부와, 상기 저장부에 저장되어 있는 상기 분말 재료를 식별하는 식별부를 구비하고, 상기 식별부에서 식별한 상기 저장부의 상기 분말 재료를 상기 분말 공급부에 도입시키는 분말 도입부를 갖고, 상기 제어부는, 상기 식별부의 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 상기 분말 도입부로부터 상기 분말 공급부로의 상기 분말 재료의 도입을 제어하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 분말 재료의 식별 결과에 따라서 분말 공급부로의 분말 재료의 도입을 제어하기 때문에, 예를 들면 적정하지 않은 분말 재료에 의한 3차원 형상물의 제조를 억제하여, 3차원 형상물의 품질의 저하를 억제할 수 있다.

[0018] 상기 3차원 적층 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 분말 도입부에 의한 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 또한 상기 분말 공급부 및 상기 광 조사부 중 적어도 한쪽의 동작을 제어하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는, 분말 재료의 식별 결과에 따라서 3차원 형상물의 제조 과정을 제어할 수 있기 때문에, 3차원 형상물의 제조를 보다 적절히 실행할 수 있다.

[0019] 상기 3차원 적층 장치는, 상기 분말 공급부, 상기 광 조사부 및 상기 기계 가공부를 내장하는 3차원 적층실과, 상기 3차원 적층실의 외부로부터 상기 3차원 적층실의 내부에 상기 기대부를 이동시키는 기대 이동부를 갖는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 장치는 기대 이동부를 갖기 때문에, 예를 들면 작업자가 3차원 적층실의 내부에 들어가지 않아도, 3차원 적층실의 내부에 기대부를 이동시킬 수 있다.

[0020] 상술한 과제를 해결하고, 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 3차원 적층 방법은, 기대부에 분말 재료를 소결 또는 용융 고화시켜 형성한 성형층을 적층하고 3차원 형상물을 형성하는 3차원 적층 방법으로서, 분말 재료를 기대부를 향하여 분사하면서, 상기 분말 재료에 광 비입을 조사하는 것에 의해 상기 분말 재료를 용융시키고, 상기 용융된 분말 재료를 상기 기대부 상에서 고화시키는 것에 의해 상기 기대부 상에 성형층을 형성하고, 상기 성형층을 적층하는 적층 단계와, 형성된 상기 성형층의 표면을 기계 가공하는 기계 가공 단계를 갖는다. 이 3차원 적층 방법에 의하면, 분말 재료에 광 비입을 조사하여 성형층을 형성하고, 그 성형층에 적절하게 기계 가공을 가한다. 따라서, 이 3차원 적층 방법에 의하면, 3차원 형상물을 고정밀도로 제조할 수 있다.

[0021] 상기 3차원 적층 방법에 있어서, 상기 기계 가공 단계는, 상기 기계 가공을 실행하는 기계 가공부의 공구의 선단 위치를 계측하고, 상기 공구의 선단 위치의 계측 결과에 근거하여, 상기 성형층의 기계 가공의 가공 조건을 결정하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 방법에 의하면, 기계 가공부의 선단 위치의 측정 결과에 따라서 성형층의 기계 가공의 가공 조건을 결정하기 때문에, 3차원 형상물을 보다 적절히 제조할 수 있다.

[0022] 상기 3차원 적층 방법에 있어서, 상기 기계 가공 단계는, 상기 성형층의 표면 형상을 계측하고, 상기 성형층의 표면 형상의 계측 결과에 근거하여, 상기 성형층의 기계 가공의 가공 조건을 결정하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 방법은, 성형층의 표면 형상의 측정 결과에 따라서, 기계 가공의 가공 조건을 결정할 수 있기 때문에, 3차원 형상물의 제조를 보다 적절히 실행할 수 있다.

[0023] 상기 3차원 적층 방법에 있어서, 상기 기계 가공 단계는, 상기 기계 가공을 실행하는 기계 가공부의 위치 및 상기 성형층의 표면 형상을 계측하고, 상기 성형층의 표면 형상 및 상기 기계 가공부의 위치의 계측 결과에 근거하여 상기 성형층의 기계 가공의 가공 조건을 결정하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 방법에 의하면, 성형층의 표면 형상 및 기계 가공부의 위치의 계측 결과에 근거하여 성형층의 절삭 가공의 가공 조건을 결정하기 때문에, 성형층의 형성을 보다 적절히 실행할 수 있다.

[0024] 상기 3차원 적층 방법에 있어서, 상기 적층 단계는, 상기 기대부를 향하여 분사하는 상기 분말 재료를 식별하고, 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 상기 분말 재료를 분사하는 분말 공급부로의 분말 재료의 도입 조건을 결정하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 방법에 의하면, 분말 재료의 식별 결과에 따라서 분말 공급부로의 상기 분말 재료의 도입 조건을 결정하기 때문에, 예를 들면 적정하지 않은 분말 재료에 의한 3차원 형상물의 제조를 억제하여, 3차원 형상물의 품질의 저하를 억제할 수 있다.

[0025] 상기 3차원 적층 방법에 있어서, 상기 적층 단계는, 상기 분말 재료의 식별 결과에 따라서, 또한 상기 분말 재료의 분사 조건 또는 상기 광 비임의 조사 조건 중 적어도 한쪽을 결정하는 것이 바람직하다. 이 3차원 적층 방법에 의하면, 분말 재료의 식별 결과에 따라서 3차원 형상물의 제조 조건을 제어할 수 있기 때문에, 3차원 형상물의 제조를 보다 적절히 실행할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 의하면, 3차원 형상물을 고정밀도로 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 실시형태의 3차원 적층 장치를 도시하는 모식도이다.
- 도 2는 적층 헤드의 선단부의 일 예를 도시하는 단면도이다.
- 도 3은 제어 장치의 구성을 도시하는 모식도이다.
- 도 4는 장치 계측부의 일 예를 도시하는 모식도이다.
- 도 5는 공구 교환부의 일 예를 도시하는 모식도이다.
- 도 6은 노즐 교환부의 일 예를 도시하는 모식도이다.
- 도 7a는 분말 도입부의 일 예를 도시하는 모식도이다.
- 도 7b는 분말 도입부의 일 예를 도시하는 모식도이다.
- 도 8은 분말 회수부의 일 예를 도시하는 모식도이다.
- 도 9는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 도시하는 설명도이다.
- 도 10a는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 도시하는 설명도이다.
- 도 10b는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 도시하는 설명도이다.
- 도 10c는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 도시하는 설명도이다.
- 도 11은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 3차원 형상물의 제조 공정을 도시하는 흐름도이다.
- 도 12는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다.
- 도 13은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 성형층의 가공 조건을 결정하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다.
- 도 14는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 기계 가공부의 선단부를 교환하는 공정의 일 예를 도시하

는 흐름도이다.

도 15는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 적층 헤드의 선단부를 교환하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다.

도 16은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 분말의 식별 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다.

도 17은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치에 의한 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 매우 적합한 실시형태를 상세하게 설명한다. 또한, 이 실시형태에 의해 본 발명이 한정되는 것이 아니며, 또한 실시형태가 복수인 경우에는, 각 실시예를 조합하여 구성하는 것도 포함하는 것이다.

[0029] 도 1은 본 실시형태의 3차원 적층 장치(1)를 도시하는 모식도이다. 여기서, 본 실시형태에서는, 수평면 내의 일 방향을 X축 방향, 수평면 내에서 X축 방향과 직교하는 방향을 Y축 방향, X축 방향 및 Y축 방향의 각각과 직교하는 방향(즉, 연직 방향)을 Z축 방향으로 한다.

[0030] 도 1에 도시하는 3차원 적층 장치(1)는 기대부(100)에 3차원 형상물을 제조하는 장치이다. 기대부(100)는 3차원 형상물이 형성되는 토대가 되는 부재이며, 3차원 적층 장치(1)와 소정의 위치에 반송되며, 표면에 3차원 형상물이 형성된다. 본 실시형태의 기대부(100)는 판형상의 부재이다. 또한, 기대부(100)는 이에 한정되지 않는다. 기대부(100)는 3차원 형상물의 토대가 되는 부재를 이용하여도 좋고, 3차원 형상물을 부가하는 부재를 이용하여도 좋다. 소정의 위치에 3차원 형상물이 형성되는 것에 의해, 부품, 제품이 되는 부재를 기대부(100)로서 이용하여도 좋다.

[0031] 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, 형상 계측부(30)와, 가열 헤드(31)와, 장치 계측부(32)와, 공구 교환부(33)와, 노즐 교환부(34)와, 분말 도입부(35)와, 기대 이동부(36)와, 공기 배출부(37)와, 가스 도입부(38)와, 분말 회수부(39)를 갖는다.

[0032] 3차원 적층실(2)은, 접속된 배관 등의 설계된 연통 부분 이외가 외부로부터 밀봉되어 있는 하우징(챔버)이다. 또한, 설계된 연통 부분은 밀폐 상태와 개방 상태를 전환하는 밸브 등이 마련되어 있으며, 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, 장치 계측부(32)와, 공구 교환부(33)와, 노즐 교환부(34)가 내부에 배치되어 있다.

[0033] 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, 기대 이동부(36)가 마련되어 있다. 여기서, 예비실(3)은, 3차원 적층실(2)의 접속부에 예를 들면 기밀성을 갖는 도어(6)가 마련되어 있다. 또한, 예비실(3)은 기밀성을 갖는 도어(7)에 의해 외부와 접속되어 있다. 또한, 예비실(3)에는, 예비실(3)로부터 공기를 배출하는 공기 배출부(25)가 마련되어 있다. 예비실(3)은, 도어(7)를 개방하는 것에 의해, 외부로부터 필요한 부재를 내부로 반입할 수 있다. 또한, 예비실(3)은, 도어(6)를 개방하는 것에 의해, 3차원 적층실(2)과의 사이에서 부재의 반입, 반출을 실행할 수 있다.

[0034] 적층 헤드 수납실(4)은 3차원 적층실(2)의 Z축 방향 상측면에 마련되어 있다. 적층 헤드 수납실(4)은 Z축 슬라이드부(4a)에서 3차원 적층실(2)에 대하여 Z축 방향(화살표(102)의 방향)으로 이동 가능한 상태에서 지지되어 있다. 적층 헤드 수납실(4)은 Z축 방향 하측면이 벨로우즈(18)에 의해 3차원 적층실(2)과 연결되어 있다. 벨로우즈(18)는 적층 헤드 수납실(4)의 Z축 방향 하측면과 3차원 적층실(2)과 연결하고, 적층 헤드 수납실(4)의 Z축 방향 하측면을 3차원 적층실(2)의 일부로 한다. 또한, 3차원 적층실(2)은 벨로우즈(18)로 둘러싸인 영역에 개구가 형성되어 있다. 적층 헤드 수납실(4)의 Z축 방향 하측면과 벨로우즈(18)로 둘러싸인 공간은 3차원 적층실(2)과 연결되며, 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 하측면으로부터 3차원 적층실(2)을 향하여 돌출되어 있다.

- [0035] 적층 헤드 수납실(4)은, Z축 슬라이드부(4a)에서 Z축 방향으로 이동하는 것에 의해, 보지하고 있는 적층 헤드(12)와, 형상 계측부(30)와, 가열 헤드(31)를 Z축 방향으로 이동시킨다. 또한, 적층 헤드 수납실(4)은, 벨로우즈(18)를 거쳐서 3차원 적층실(2)과 접속하고 있는 것에 의해, 벨로우즈(18)가 Z축 방향의 이동에 맞추어 변형되어, 3차원 적층실(2)과 적층 헤드 수납실(4)의 사이의 밀폐 상태를 유지할 수 있다.
- [0036] 기계 가공부 수납실(5)은 3차원 적층실(2)의 Z축 방향 상측면에 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(104)의 방향)으로 이동 가능한 상태에서 지지되어 있다. 기계 가공부 수납실(5)은, Z축 방향 하측면이 벨로우즈(19)에 의해 3차원 적층실(2)과 연결되어 있다. 벨로우즈(19)는 기계 가공부 수납실(5)의 Z축 방향 하측면과 3차원 적층실(2)을 연결하고, 기계 가공부 수납실(5)의 Z축 방향 하측면을 3차원 적층실(2)의 일부로 한다. 또한, 3차원 적층실(2)은 벨로우즈(19)로 둘러싸인 영역에 개구가 형성되어 있다. 기계 가공부 수납실(5)의 Z축 방향 하측면과 벨로우즈(19)로 둘러싸인 공간은 3차원 적층실(2)과 연결되며, 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 하측면으로부터 3차원 적층실(2)을 향하여 돌출되어 있다.
- [0037] 기계 가공부 수납실(5)은, Z축 슬라이드부(5a)에서 Z축 방향으로 이동하는 것에 의해, 보지되어 있는 기계 가공부(13)를 Z축 방향으로 이동시킨다. 또한, 기계 가공부 수납실(5)은, 벨로우즈(19)를 거쳐서 3차원 적층실(2)과 접속하고 있는 것에 의해, 벨로우즈(19)가 Z축 방향의 이동에 맞추어 변형되며, 3차원 적층실(2)과 기계 가공부 수납실(5)의 사이의 밀폐 상태를 유지할 수 있다.
- [0038] 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.
- [0039] 테이블부(11)는 베드(10)의 상면에 배치되며, 기대부(100)를 지지한다. 테이블부(11)는 Y축 슬라이드부(15)와, X축 슬라이드부(16)와, 회전 테이블부(17)를 갖는다. 테이블부(11)는, 기대부(100)를 장착해서 기대부(100)를 베드(10) 상에서 이동시킨다.
- [0040] Y축 슬라이드부(15)는 베드(10)에 대하여 X축 슬라이드부(16)를 Y축 방향(화살표(106)의 방향)을 따라서 이동시킨다. X축 슬라이드부(16)는 Y축 슬라이드부(15)의 가동부가 되는 부재에 고정되어 있으며, Y축 슬라이드부(15)에 대하여 회전 테이블부(17)를 X축 방향(화살표(108)의 방향)을 따라서 이동시킨다. 회전 테이블부(17)는 X축 슬라이드부(16)의 가동부가 되는 부재에 고정되어 있으며, 기대부(100)를 지지하고 있다. 회전 테이블부(17)는, 예를 들면 경사 원 테이블이며, 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 있으며, Z축 방향과 평행한 회전축(110)을 회전축으로 하여 회전한다. 경사 테이블(17c)은 회전 테이블(17b)에 지지되어 있으며, 회전 테이블(17b)의 지지되어 있는 면에 직교하는 회전축(112)을 축으로 하여 회동된다. 회전 테이블(17d)은 경사 테이블(17c)에 지지되어 있으며, 경사 테이블(17c)이 지지되어 있는 면에 직교하는 회전축(114)을 축으로 하여 회전된다. 회전 테이블(17d)은 기대부(100)를 고정하고 있다. 이와 같이, 회전 테이블부(17)는, 회전축(110, 112, 114)을 축으로 하여 각 부(部)를 회전시킴으로써, 기대부(100)를 직교하는 3축 주위에 회전시킬 수 있다. 테이블부(11)는, 회전 테이블부(17)에 고정되어 있는 기대부(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 하고 각 부를 회전시키는 것에 의해, 기대부(100)를 직교하는 3축 주위로 회전시킨다. 테이블부(11)는, 또한 Z축 방향을 따라서 기대부(100)를 이동시켜도 좋다.
- [0041] 적층 헤드(12)는 기대부(100)를 향하여 분말 재료를 분사하고, 또한 분사한 분말 재료에 레이저 광을 조사하는 것에 의해 분말을 용융시키고, 용융된 분말을 기대부(100) 상에서 고화시켜 성형층을 형성한다. 적층 헤드(12)에 도입되는 분말은 3차원 형상물의 원료가 되는 재료의 분말이다. 본 실시형태에 있어서, 분말은, 예를 들면 철, 구리, 알루미늄 또는 티탄 등의 금속 재료 등을 이용할 수 있다. 또한, 분말로서는 세라믹 등의 금속 재료 이외의 재료를 이용하여도 좋다. 적층 헤드(12)는 베드(10)의 Z축 방향의 상측면에 대면하는 위치에 마련되어 있으며, 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.
- [0042] 도 2는 적층 헤드(12)의 노즐(23)의 일 예를 도시하는 단면도이다. 도 2에 도시하는 바와 같이, 노즐(23)은 외관(41)과, 외관(41)의 내부에 삽입된 내관(42)을 갖는 이중관이다. 외관(41)은 관형상의 부재이며, 선단(Z축

방향 하측)을 향하여 직경이 작게 되어 있다. 내관(42)은 외관(41)의 내부에 삽입되어 있다. 내관(42)도 관형상의 부재이며, 선단(Z축 방향 하측)을 향하여 직경이 작아지는 형상이다. 노즐(23)은 외관(41)의 내주와 내관(42)의 외주의 사이가 분말 재료(분말)(P)가 통과하는 분말 유로(43)가 된다. 내관(42)의 내주면측이 레이저 광이 통과하는 레이저 경로(44)가 된다. 여기서, 노즐(23)이 장착되어 있는 본체(46)는 노즐(23)과 마찬가지로 이중관이며, 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 실시형태에서는, 분말 유로(43)가 분말을 분사하는 분말 분사부가 된다. 적층 헤드(12)는, 분말 도입부(35)로부터 도입된 분말(P)이 분말 유로(43)를 흘러, 외관(41)과 내관(42) 사이의 단부의 개구인 노즐 분사구부(45)로부터 분사된다.

[0043] 적층 헤드(12)는, 분말(P)을, 소정의 수축 위치에서 소정의 수축 직경을 갖도록 분사한다. 여기에서, 수축 직경이란, 분사된 분말(P)의 궤적의 직경이 최소가 되는 경우의, 분말(P)의 궤적의 직경이다. 상술한 바와 같이, 노즐(23)은 선단을 향하여 직경이 작게 되어 있으므로, 적층 헤드(12)는 분말(P)을 방사 방향 내측에 수축하도록 분사한다. 즉, 적층 헤드(12)는, 분말(P)의 궤적이 소정의 수축 직경을 갖도록, 분말(P)을 분사한다. 또한, 수축 위치란, 분사된 분말(P)의 궤적이 수축되는 위치이다.

[0044] 또한, 적층 헤드(12)는 광원(47)과 광 파이버(48)와 집광부(49)를 갖는다. 광원(47)은 레이저 광을 출력한다. 광 파이버(48)는 광원(47)으로부터 출력된 레이저를 레이저 경로(44)에 안내한다. 집광부(49)는 레이저 경로(44)에 배치되며, 광 파이버(48)로부터 출력된 레이저의 광로에 배치되어 있다. 집광부(49)는 광 파이버(48)로부터 출력된 레이저 광(L)을 집광한다. 집광부(49)에서 집광된 레이저 광(L)은 내관(42)의 단부로부터 출력된다. 적층 헤드(12)는, 집광부(49)를 본체(46)에 배치했지만, 집광부(46)의 일부 또는 전부를 노즐(23)에 배치하여도 좋다. 노즐(23)에 집광부(46)의 일부 또는 전부를 배치한 경우, 노즐(23)을 교환하는 것에 의해, 초점 위치를 상이한 위치로 할 수 있다.

[0045] 적층 헤드(12)는 분말 유로(43)로부터 분말(P)을 분사하고, 레이저 경로(44)로부터 레이저 광(L)을 출력한다. 적층 헤드(12)로부터 분사된 분말(P)은 적층 헤드(12)로부터 출력된 레이저 광(L)이 조사되는 영역에 침입하고, 레이저 광(L)에 의해 가열된다. 레이저 광(L)이 조사된 분말(P)은 용융된 후, 기대부(100) 상에 도달한다. 용융된 상태에서 기대부(100) 상에 도달한 분말(P)은 냉각되며 고화된다. 이에 의해, 기대부(100) 상에 성형층을 형성한다.

[0046] 여기서, 본 실시형태의 적층 헤드(12)는, 광원(47)으로부터 출력된 레이저 광(L)을 광 파이버(48)에서 안내한 광 파이버가 아니어도 좋다. 또한, 집광부(49)는 본체(46)에 마련하여도 노즐(23)에 마련하여도, 양쪽에 마련하여도 좋다. 본 실시형태의 적층 헤드(12)는 효과적으로 가공을 할 수 있기 때문에, 분말(P)을 분사하는 분말 유로(43)와, 레이저 광(L)을 조사하는 레이저 경로(44)를 동축에 마련했지만 이에 한정되지 않는다. 적층 헤드(12)는 분말(P)을 분사하는 기구와 레이저 광(L)을 분사하는 기구를 별체로 하여도 좋다. 본 실시형태의 적층 헤드(12)는 분말 재료에 레이저 광을 조사했지만, 분말 재료를 용해 또는 소결시킬 수 있으면 좋으며, 레이저 광 이외의 광 비임을 조사하여도 좋다.

[0047] 기계 가공부(13)는, 예를 들면 성형층 등을 기계 가공한다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 기계 가공부(13)는 베드(10)의 Z축 방향의 상측면에 대면하는 위치에 마련되어 있으며, 테이블부(11)와 대면하고 있다. 기계 가공부(13)는 Z축 방향의 하부에 공구(22)가 장착되어 있다. 또한, 기계 가공부(13)는, 베드(10)보다 Z축 방향 상측에, 테이블부(11)에 의한 기대부(100)의 이동 가능 범위에 마련되어 있으면 좋고, 배치 위치는 본 실시형태의 위치에 한정되지 않는다.

[0048] 도 3은 제어 장치(20)의 구성을 도시하는 모식도이다. 제어 장치(20)는 3차원 적층 장치(1)의 각 부와 전기적으로 접속되어 있으며, 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 3에 도시하는 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.

[0049] 입력부(51)는, 예를 들면 조작 패널이다. 작업자는 입력부(51)에 정보나 지령 등을 입력한다. 제어부(52)는, 예를 들면 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, 예를 들면 RAM(Random Access Memory) 또는 ROM(Read Only Memory) 등의 기억 장치이다. 기억부(53)에는, 제어부(52)에서 실행되는 것에 의해 각 부의 동작을 제어하는 3차원 적층 장치(1)의 운전 프로그램이나, 3차원 적층 장치(1)의 정보, 또는 3차원 형상물의 설계 정보 등이 기

역된다. 출력부(54)는, 예를 들면 디스플레이이다. 출력부(54)는, 예를 들면 3차원 적층 장치(1)의 각 부분부터의 정보 등을 표시한다. 통신부(55)는, 예를 들면 인터넷 또는 LAN(Local Area Network) 등과 같은 통신 회선과 통신하며, 통신 회선과의 사이에 정보를 교환한다. 또한, 제어 장치(20)는 적어도 제어부(52) 및 기억부(53)를 갖고 있으면 좋다. 제어 장치(20)는, 제어부(52) 및 기억부(53)를 갖고 있으면, 3차원 적층 장치(1)의 각 부에 지령을 출력할 수 있다.

[0050] 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 기대부(100) 상에 형성된 성형층의 표면 형상을 계측한다. 형상 계측부(30)는, 예를 들면 3D 스캐너나 상대 거리를 계측하는 장치를 이용할 수 있다. 형상 계측부(30)는, 예를 들면 기대부(100) 상의 성형층의 표면에 레이저 광을 스캐닝(주사)시켜, 그 반사광으로부터 성형층의 표면의 위치 정보를 산출하는 것에 의해, 성형층의 표면 형상을 계측한다. 또한, 본 실시형태에 있어서, 형상 계측부(30)는 적층 헤드 수납실(4)에 장착되어 있지만, 기대부(100) 상에 형성된 성형층의 표면 형상을 계측할 수 있으면 좋고, 다른 위치에 장착되어도 좋다.

[0051] 가열 헤드(31)는 기대부(100) 상의 성형층 또는 용융된 분말(P) 등을 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, 예를 들면, 레이저 광, 적외광이나 전자파를 조사하여, 성형층 또는 용융된 분말(P)을 가열한다. 가열 헤드(31)에서 성형층 또는 용융된 분말(P)을 가열하는 것에 의해, 성형층 또는 용융된 분말(P)의 온도를 제어할 수 있다. 이에 의해, 성형층 또는 용융된 분말(P)의 급격한 온도 저하를 억제하거나, 분말(P)이 용융되기 쉬운 분위기(높은 온도 환경)를 형성할 수 있다. 또한, 가열 헤드(31)는, 예를 들면 성형층 표면의 온도를 계측하는 온도 센서를 추가로 마련하고, 온도 센서의 계측 결과에 근거하여, 가열을 제어하여도 좋다.

[0052] 장치 계측부(32)는, 기계 가공부 계측부로서, 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)의 위치를 계측한다. 도 4는 장치 계측부(32)의 일 예를 도시하는 모식도이며, 도 4에 도시하는 바와 같이, 장치 계측부(32)는 광원부(57)와, 촬상부(58)를 갖는다. 장치 계측부(32)는, 광원부(57)와 촬상부(58)의 사이에, 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)을 위치시킨다. 광원부(57)는, 예를 들면 LED이다. 촬상부(58)는, 예를 들면 CCD(Charge Coupled Device) 카메라이다. 장치 계측부(32)는, 광원부(57)와 촬상부(58)의 사이에 공구(22)의 선단(56)을 배치한 상태에서, 광원부(57)로부터 촬상부(58)를 향하여 광을 조사하여, 촬상부(58)에서 화상을 취득한다. 이에 의해, 공구(22)의 선단(56)에 의해, 광이 차단된 화상을 취득할 수 있다. 장치 계측부(32)는 촬상부(58)에서 취득한 화상을 해석하고, 구체적으로는, 광이 입사된 위치와 광이 입사되어 있지 않는 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 선단의 정확한 위치를 검출한다. 또한, 장치 계측부(32)는 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치를 계측하는 것이면, 이 구성에 한정되지 않으며, 예를 들면 레이저 광에 의해 계측하여도 좋다.

[0053] 장치 계측부(32)는, 또한, 분말 공급부 계측부로서, 적층 헤드(12)로부터 분사된 분말(P)의 수축 위치와 수축 직경을 측정한다. 장치 계측부(32)는, 광원부(57)와 촬상부(58)의 사이에 분말(P)이 수축되도록, 적층 헤드(12)를 위치시킨 상태에서, 광원부(57)로부터 촬상부(58)를 향하여 광을 조사하고, 촬상부(58)에서 화상을 취득한다. 그 때문에, 장치 계측부(32)는 분사된 분말(P)에 의해 광이 차단된 화상을 취득할 수 있다. 장치 계측부(32)는 촬상부(58)에서 취득한 화상을 해석하고, 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경을 취득한다. 구체적으로는, 장치 계측부(32)는 광이 차단되어 휘도가 낮은 개소를 분말(P)이 분사되어 있는 영역으로 하고, 취득한 화상으로부터 분말(P)의 분사 영역의 최소 직경 및 최소 직경의 위치를 계측하는 것에 의해, 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경을 취득한다. 또한, 장치 계측부(32)는 분말(P)의 수축 위치 또는 수축 직경 중 어느 하나만을 취득하여도 좋다.

[0054] 공구 교환부(33)는 3차원 적층실(2)의 내부에 배치되어 있다. 공구 교환부(33)는 기계 가공부(13)에 장착되는 공구(22)를 교환한다. 도 5는 공구 교환부(33)의 일 예를 도시하는 모식도이며, 도 5에 도시하는 바와 같이, 공구 교환부(33)는 축부(61)와, 원판부(62)와, 복수의 보지부(63)와, 이동부(66)를 갖는다.

[0055] 축부(61)는 축형상의 부재이며, 예를 들면 축 방향을 중심으로 회전한다. 원판부(62)는 원판형상의 부재이다. 원판부(62)는 중심에 개구부(67)를 갖는다. 또한, 원판부(62)는 외연부에 복수의 나사 구멍부(68)가 둘레 방향을 따라서 소정의 간격으로 마련되어 있다. 원판부(62)는 개구부(67)가 축부(61)에 고정되어 있다. 원판부(62)는 축부(61)의 회전을 따라서 회전한다.

[0056] 보지부(63)는, 원판부(62)의 외주에, 원판부(62)의 둘레 방향을 따라서 복수 마련되어 있다. 보지부(63)는 나

사 구멍부(69)를 갖는다. 보지부(63)는, 나사 구멍부(69)가 원판부(62)의 나사 구멍부(68)와 중첩되고 볼트(64)로 체결하는 것에 의해, 원판부(62)에 고정된다. 보지부(63)의 고정 방법으로 이에 한정되지 않는다. 보지부(63)는 파지부(65)를 갖는다. 파지부(65)는 원판부(62)의 방사 방향 외측으로 돌출되어 있다. 파지부(65)는, 예를 들면 2개 또는 돌기를 갖는 형상이며, 2개의 돌기의 사이에, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 파지할 수 있다. 공구 교환부(33)는, 크기나 실행하는 가공이 상이한 복수 종류의 공구(22)를 보지부(63)로 보지하고 있다.

[0057] 이동부(66)는 축부(61)에 장착되어 있다. 이동부(66)는, 축부(61)를 X축 방향 및 Y축 방향으로 이동시키는 것에 의해, 공구(22)를 보지하고 있는 보지부(63)를 X축 방향 및 Y축 방향으로 이동시킨다. 이동부(66)는, 축부(61)를 이동시키는 것에 의해, 원판부(62)의 보지부(63)로 보지한 공구(22)를 기계 가공부(13)에 대면하는 위치로부터, 가공 동작을 저해하지 않는 위치로 이동시킨다.

[0058] 공구 교환부(33)는, 이동부(66)에 의해, 원판부(62)를 기계 가공부(13)와 대면하는 위치로 이동시킨다. 그 후, 공구 교환부(33)는 축부(61)를 회전시키고, 기계 가공부(13)와 대면하는 위치에 공구(22)를 파지하고 있지 않은 파지부(65)를 이동시킨다. 그 후, 이동부(66)에 의해 파지부(65)를 이동시키고, 기계 가공부(13)에 장착되어 있는 공구(22)에 파지부(65)를 접촉시키고, 파지부(65)로 공구(22)를 파지한다. 이 상태에서, 기계 가공부(13)에서 공구(22)를 분리하는 처리를 실행한다. 그 후, 기계 가공부(13)에 장착하는 다른 공구(22)를 파지하고 있는 파지부(65)를 기계 가공부(13)에 대면하는 위치로 이동시키고, 기계 가공부(13)에 다른 공구(22)를 장착한다.

[0059] 이와 같이, 공구 교환부(33)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 착탈하는 것에 의해, 기계 가공부의 공구(22)를 교환할 수 있다. 또한, 공구 교환부(33)는 기계 가공부의 공구(22)를 교환할 수 있으면, 이 구성에 한정되지 않는다.

[0060] 노즐 교환부(34)는 3차원 적층실(2)의 내부에 배치되어 있다. 노즐 교환부(34)는 적층 헤드(12)에 장착되는 노즐(23)을 교환한다. 도 6은 노즐 교환부(34)의 일 예를 도시하는 모식도이다. 도 6에 도시하는 바와 같이, 노즐 교환부(34)는 축부(71)와, 원판부(72)와, 복수의 보지부(73)와, 이동부(76)를 갖는다. 노즐 교환부(34)는, 기계 가공부(13)의 공구(22) 대신에 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환하는 이외는, 공구 교환부(33)와 동일한 구성이다. 보다 상세하게는, 노즐 교환부(34)의 축부(71), 원판부(72), 보지부(73), 볼트(74), 파지부(75), 이동부(76), 개구부(77), 나사 구멍부(78) 및 나사 구멍부(79)는 각각 공구 교환부(33)의 축부(61), 원판부(62), 보지부(63), 볼트(64), 파지부(65), 이동부(66), 개구부(67), 나사 구멍부(68) 및 나사 구멍부(69)에 상당한다. 따라서, 노즐 교환부(34)의 설명은 생략한다.

[0061] 분말 도입부(35)는 적층 헤드(12)에 3차원 형상물의 원료가 되는 분말 재료를 적층 헤드(12)에 도입한다. 도 7a 및 도 7b는 각각 분말 도입부의 일 예를 도시하는 모식도이다. 도 7a에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태에 있어서, 분말(P)은 카트리지(83)에 봉입된 상태에서 관리된다. 즉, 분말은, 예를 들면 재료의 종류마다 카트리지(83) 내에 봉입되어 출하된다. 카트리지(83)에는, 재료 표시부(84)가 마련된다. 재료 표시부(84)는, 예를 들면 재료의 종류 등의 분말의 정보를 나타내는 표시이다. 재료 표시부(84)는 육안으로 확인할 수 있는 정보에 한정되지 않으며, IC 칩, 2차원 코드 또는 마크 등 판독기로 판독하는 것에 의해 정보를 취득할 수 있는 표시라도 좋다. 재료 표시부(84)는 분말 재료의 종류를 나타낼 수 있으면, 이들에 한정되지 않는다. 재료 표시부(84)는, 분말의 재료의 종류 이외에도, 예를 들면 분말의 입도, 중량, 순도 또는 산화물 피막 등의 3차원 형상물 제조상에서 필요한 분말의 정보를 나타낼 수 있다. 또한, 재료 표시부(84)는 분말이 정구품인지의 여부를 나타내는 정보를 포함하고 있어도 좋다.

[0062] 분말 도입부(35)는 저장부로서의 분말 수납부(81) 및 식별부로서의 분말 식별부(82)를 갖는다. 분말 수납부(81)는, 예를 들면 상자형상의 부재이며, 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 취득하는 것에 의해, 적층 헤드(12)에 기지(既知)의 분말을 공급할 수 있다.

[0063] 여기서, 분말 도입부(35)는 카트리지(83) 내에 봉입된 상태에서 관리되어 있지 않은 분말을 적층 헤드(12)에 공급하도록 하여도 좋다. 도 7b는 분말이 카트리지에 봉입되지 않는 경우의 분말 도입부(35A)를 도시하고 있다. 분말 도입부(35A)는 분말 수납부(81A)와, 분말 식별부(82A)와, 분말 수용부(81A)와, 분말 식별부(82A)를 연결하

는 분말 안내관(89)을 갖는다. 분말 수납부(81A)는, 예를 들면 상자형상의 부재이며, 내부에 분말(P)을 수납한다. 분말 식별부(82A)는 분말 안내관(89)을 거쳐서 공급된 분말을 분석하고, 분말의 재료의 종류, 입도, 중량, 순도 또는 산화물 피막 등의 3차원 형상물 제조상에 필요한 분말의 정보를 계측한다. 분말 식별부(82A)로서는, 분광 분석에 의해 분말의 재료를 식별하는 분광 분석 장치, 입도 분석에 의해 분말의 입도를 계측하는 입도 분석 장치, 분말의 중량을 계측하는 중량계 등을 이용할 수 있다. 분말 식별부(82A)는, 예를 들면 계측한 분말의 재료의 종류, 입도 및 중량 등으로부터 분말의 순도를 계측한다. 또한, 분말 식별부(82A)는, 예를 들면 도전율에 의해, 분말의 산화물 피막을 계측한다. 분말 도입부(35A)도, 분말 식별부(82A)에서 분말의 정보를 취득하는 것에 의해, 적층 헤드(12)에 기지의 분말을 공급할 수 있다.

[0064] 기대 이동부(36)는 예비실(3)에 배치되어 있다. 기대 이동부(36)는 기대부(100a)를 예비실(3) 내로부터 3차원 적층실(2) 내로 이동시키고, 3차원 적층실(2) 내의 기대부(100)를 예비실(3) 내로 이동시킨다. 기대 이동부(36)는 외부로부터 예비실(3) 내에 반입된 기대부(100a)가 장착된다. 기대 이동부(36)는 장착된 기대부(100a)를 예비실(3)로부터 3차원 적층실(2) 내에 반입한다. 보다 상세하게는, 기대 이동부(36)는, 기대 이동부(36)에 장착된 기대부(100a)를, 3차원 적층실(2) 내로 이동시키고, 회전 테이블부(17)에 장착한다. 기대 이동부(36)는, 예를 들면 로봇 아암이나 직교축 반송 장치로, 기대부(100)를 이동시킨다.

[0065] 공기 배출부(37)는, 예를 들면 진공 펌프이며, 3차원 적층실(2) 내의 공기를 배출한다. 가스 도입부(38)는, 3차원 적층실(2) 내에 소정 성분의 가스, 예를 들면 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. 이에 의해, 3차원 적층 장치(1)는 3차원 적층실(2) 내를 소망하는 가스 분위기로 할 수 있다. 여기서, 본 실시형태에 있어서, 가스 도입부(38)는 공기 배출부(37)보다 Z축 방향 하방에 마련된다. 3차원 적층 장치(1)는, 가스 도입부(38)를 공기 배출부(37)보다 Z축 방향 하방에 마련하는 것에 의해, 공기 중의 산소 등의 기체보다 비중이 높은 아르곤을 도입하는 가스로서 이용한 경우, 3차원 적층실(2) 내에 바람직하게 아르곤 가스를 채울 수 있다. 또한, 도입하는 가스를 공기보다 가벼운 가스로 하는 경우, 배관의 배치를 반대로 하면 좋다.

[0066] 분말 회수부(39)는, 적층 헤드(12)의 노즐 분사구부(45)로부터 분사된 분말(P)로서, 성형층을 형성하지 않은 분말(P)을 회수한다. 분말 회수부(39)는 3차원 적층실(2) 내의 기체를 흡인하고, 기체에 포함되는 분말(P)을 회수한다. 적층 헤드(12)로부터 분사된 분말(P)은 레이저 광(L)에 의해 용융 고화되며, 성형층을 형성한다. 그러나, 분말(P)의 일부는, 예를 들면 레이저 광(L)이 조사되지 않는 것에 의해, 그대로 3차원 적층실(2) 내에 남는 경우가 있다. 또한, 기계 가공부(13)에 의해 절삭되고 성형층으로부터 배출된 절삭분은 3차원 적층실(2)에 남는다. 분말 회수부(39)는 3차원 적층실(2)에 남은 분말(P)이나 절삭분을 회수한다. 분말 회수부(39)는 브러시 등 기계적으로 분말을 회수하는 기구를 구비하고 있어도 좋다.

[0067] 도 8은 분말 회수부(39)의 일 예를 도시하는 모식도이다. 도 8에 도시하는 바와 같이, 분말 회수부(39)는 도입부(85)와, 사이클론부(86)와, 기체 배출부(87)와, 분말 배출부(88)를 갖는다. 도입부(85)는, 예를 들면 관형상의 부재이며, 한쪽의 단부가 예를 들면 3차원 적층실(2) 내에 접속되어 있다. 사이클론부(86)는, 예를 들면 중공의 원추 사다리꼴 형상의 부재이며, 예를 들면 연직 방향 하방을 향하여 직경이 작아진다. 도입부(85)의 다른쪽의 단부는, 사이클론부(86)의 외주의 접선 방향을 따라서, 사이클론부(86)에 접속되어 있다. 기체 배출부(87)는 관형상의 부재이며, 한쪽의 단부가 사이클론부(86)의 연직 방향 상방의 단부에 접속되어 있다. 분말 배출부(88)는 관형상의 부재이며, 한쪽의 단부가 사이클론부(86)의 연직 방향 하방의 단부에 접속되어 있다.

[0068] 기체 배출부(87)의 한쪽의 단부에는, 예를 들면 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(P)을 흡인한다. 도입부(85)는, 사이클론부(86)의 외주의 접선 방향을 따라서, 사이클론부(86)에 접속되어 있다. 따라서, 도입부(85)에 흡인된 기체 및 분말(P)은 사이클론부(86)의 내주를 따라서 선회한다. 분말(P)은, 기체보다 비중이 높기 때문에, 사이클론부(86)의 내주의 방사 방향 외측에 원심 분리된다. 분말(P)은, 자중에 의해 연직 방향 하방의 분말 배출부(88)를 향하여, 분말 배출부(88)로부터 배출된다. 또한, 기체는 기체 배출부(87)에 의해 배출된다.

[0069] 분말 회수부(39)는, 이와 같이 하여 성형층을 형성하지 않은 분말(P)을 회수한다. 또한, 본 실시형태에 있어서의 분말 회수부(39)는 분말(P)을 비중마다 나누어 회수하여도 좋다. 예를 들면 비중이 낮은 분말은, 자중이 작기 때문에, 분말 배출부(88)를 향하지 않고, 기체 배출부(87)로 흡인된다. 따라서, 분말 회수부(39)는 비중마

다 분말(P)을 분별하여 회수할 수 있다. 또한, 분말 회수부(39)는 성형층을 형성하지 않은 분말(P)을 회수할 수 있으면, 이러한 구성에 한정되지 않는다.

- [0070] 다음에, 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 방법에 대하여 설명한다. 도 9는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 도시하는 모식도이다. 또한, 도 9에 도시하는 제조 방법은 제어 장치(20)가 각 부의 동작을 제어하는 것에 의해 실행할 수 있다. 본 실시형태에 있어서는, 대좌(91) 상에 3차원 형상물을 제조하는 경우로 하여 설명한다. 대좌(91)는, 예를 들면 금속제의 판형상 부재이지만, 상부에 3차원 형상물이 제조되는 것이면, 형상 및 재료는 임의이다. 대좌(91)는 기대부(100) 상에 장착된다. 기대부(100)는, 대좌(91)와 함께, 테이블부(11)의 회전 테이블부(17)에 고정된다. 또한, 대좌(91)를 기대부(100)로 할 수도 있다.
- [0071] 제어 장치(20)는, 단계(S1)에 도시하는 바와 같이, 테이블부(11)에 의해, 기대부(100) 상의 대좌(91)가 적층 헤드(12)의 Z축 방향 하방에 배치되도록, 기대부(100)를 이동시킨다.
- [0072] 다음에, 제어 장치(20)는, 단계(S2)에 도시하는 바와 같이, 분말 도입부(35)로부터 적층 헤드(12)에 분말을 도입하고, 적층 헤드(12)로부터 기체와 함께 분말(P)을 분사하면서, 레이저 광(L)을 조사한다. 분말(P)은 소정의 수축 직경을 가지며, 기대부(100) 상의 대좌(91)를 향하여 분사된다. 레이저 광(L)은, 적층 헤드(12)와 대좌(91)의 사이에 있어서, 소정의 스폿 직경을 가지고 분말(P)에 조사된다. 여기서, 분말(P)의 수축 직경의 Z축 방향에서의 위치에 대한 레이저 광(L)의 스폿 직경의 Z축 방향에서의 위치 및 분말(P)의 수축 직경의 Z축 방향에서의 위치의 스폿 직경은, 예를 들면 집광부(49)의 위치를 움직이는 것에 의해 제어할 수 있다.
- [0073] 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)에 의해 레이저 광(L)을 조사하면서 분말(P)을 분사하는 것에 의해, 단계(S3)에 도시하는 바와 같이, 분말(P)이 레이저 광(L)의 조사에 의해 용융된다. 용융된 분말(P)은 용융체(A)로서 기대부(100) 상의 대좌(91)를 향하여 Z축 방향 하방으로 낙하한다.
- [0074] Z축 방향 하방으로 낙하한 용융체(A)는 기대부(100) 상의 대좌(91)의 소정의 위치에 도달한다. 대좌(91) 상의 용융체(A)는, 대좌(91) 상의 소정의 위치에서, 예를 들면 방냉(放冷)되는 것에 의해 냉각된다. 냉각된 용융체(A)는, 단계(S4)에 도시하는 바와 같이, 대좌(91) 상에서 고화체(B)로서 고화된다.
- [0075] 제어 장치(20)는, 테이블부(11)에서 기대부(100) 상을 소정의 위치로 이동시키면서, 단계(S2) 내지 단계(S4)에 나타내는 순서로 적층 헤드(12)에 의해 고화체(B)를 기대부(100) 상에 형성한다. 이들 순서를 반복하는 것에 의해, 단계(S5)에 도시하는 바와 같이, 고화체(B)는 대좌(91) 상에서 소정의 형상을 갖는 성형층(92)을 형성한다.
- [0076] 제어 장치(20)는, 단계(S6)에 도시하는 바와 같이, 대좌(91)에 형성된 성형층(92)이 기계 가공부(13)의 Z축 방향 하방에 배치되도록, 테이블부(11)에 의해 기대부(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 실시할지의 여부를 선택하고, 불필요한 경우는 실행하지 않아도 된다. 따라서, 단계(S6)에 나타내는 기계 가공은, 제어 장치(20)의 지령에 따라서는, 실시되지 않는 경우가 있다.
- [0077] 다음에, 제어 장치(20)는, 단계(S7)에 도시하는 바와 같이, 대좌(91)에 형성된 성형층(92)이 적층 헤드(12)의 Z축 방향 하방에 배치되도록, 테이블부(11)에 의해 기대부(100)의 대좌(91)를 이동시킨다. 그리고, 단계(S2) 내지 단계(S6)에 나타내는 순서를 반복하여, 성형층(92) 상에 성형층(93)이 순차 적층되어, 3차원 형상물이 제조된다.
- [0078] 이상을 정리하면, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는, 다음과 같이 3차원 형상물을 제조한다. 적층 헤드(12)의 분말 분사부(43)는 분말(P)을 기대부(100) 상의 대좌(91)를 향하여 분사한다. 또한, 적층 헤드(12)의 내관(42)은, 적층 헤드(12)와 대좌(91)의 사이에 있어서, 분말(P)에 레이저 광(L)을 조사한다. 레이저 광(L)이 조사된 분말(P)은 용융되며, 기대부(100) 상의 대좌(91) 상에서 고화되며, 성형층(92)을 형성한다. 3차원 적층 장치(1)는 성형층(92) 상에 순차 성형층(93)을 적층하고, 기계 가공부(13)에 의해 성형층(92, 93)에 적절히 기계 가공을 가하여, 3차원 형상물을 제조한다.
- [0079] 본 실시형태에 있어서, 3차원 형상물은 대좌(91) 상에 제조되었지만, 3차원 형상물은 대좌(91) 상에 제조되지 않아도 좋다. 3차원 형상물은, 예를 들면 기대부(100) 상에 직접 제조되어도 좋다. 또한, 3차원 적층 장치(1)는 기존의 조형물 상에 성형층을 적층하는 것에 의해, 이른바 오버레이 용접을 실행하여도 좋다.
- [0080] 본 실시형태에 있어서, 기계 가공부(13)는, 예를 들면 성형층(92)의 표면을 기계 가공하지만, 그 이외의 기계

가공을 실행하여도 좋다. 도 10a 내지 도 10c는 각각 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 방법을 도시하는 모식도이다. 도 10a 내지 도 10c는 3차원 적층 장치(1)가 도 10c에 도시하는 부재(99)를 제조하는 순서를 도시하고 있다.

[0081] 부재(99)는 원판부(95)와, 축부(97)와, 원추대부(98)를 갖는다. 또한, 부재(99)는 원판부(95)에 나사 구멍부(96)가 형성되어 있다. 도 10c에 도시하는 바와 같이, 원판부(95)는 원판형상의 부재이다. 축부(97)는 원판부(95)보다 직경이 작은 축형상의 부재이며, 원판부(95)의 한쪽의 면의 중앙부로부터 연장된다. 나사 구멍부(96)는 원판부(95)의 축부(97)보다 외측에 마련된다. 원추대부(98)는 축부(97)의 선단에 마련되며, 원판부(95)와 반대 방향을 향함에 따라서, 외경이 커진다. 원추대부(98)의 장경은, 예를 들면 원판부(95)의 외경과 동일한 크기이다. 즉, 나사 구멍부(96)는 원추대부(98)의 장경보다 내측에 위치한다.

[0082] 다음에, 3차원 적층 장치(1)에 의한 부재(99)의 제조 순서에 대하여 설명한다. 3차원 적층 장치(1)는, 도 10a에 도시하는 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 10b에 도시하는 바와 같이, 기계 가공부(13)에 의해 나사 구멍부(96)를 형성한다. 3차원 적층 장치(1)는, 나사 구멍부(96)를 형성한 후에, 적층 헤드(12)에 의한 성형층의 적층에 의해, 축부(97) 상에 원추대부(98)를 형성한다. 부재(99)는 이와 같이 하여 제조된다.

[0083] 여기서, 원추대부(98)의 장경 부분은 나사 구멍부(96)보다 외측에 위치한다. 바꾸어 말하면, 나사 구멍부(96)는 원추대부(98)에 의해 상부가 덮여 있다. 따라서, 예를 들면 기계 가공에 의해 부재(99)를 제조하는 경우, 원추대부(98)의 상부로부터 원판부(95)를 향하여, 나사 구멍부(96)의 가공 공구를 이동시킬 수 없다. 그러나, 3차원 적층 장치(1)는, 원추대부(98)가 제조되기 전에, 나사 구멍부(96)를 형성한다. 이 경우, 나사 구멍부(96)의 상부는 덮여 있지 않았다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 기계 가공부(13)를, Z축 방향 상부로부터 Z축 방향을 따라서 이동시키는 것에 의해, 나사 구멍부(96)를 가공할 수 있다. 이와 같이, 기계 가공부(13)는 성형층의 형성과 기계 가공의 타이밍을 조정함으로써, 기계 가공을 용이하게 할 수 있다.

[0084] 다음에, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조의 상세한 공정에 대하여 설명한다. 도 11은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 3차원 형상물의 제조 공정을 도시하는 흐름도이다. 제어 장치(20)는, 예를 들면 기억부(53) 내에 기억된 3차원 형상물의 설계 정보를 판독한다.

[0085] 다음에, 제어 장치(20)는 공기 배출부(37)에 의해 3차원 적층실(2) 내의 공기를 배출한다(단계(S11)). 여기서, 3차원 적층실(2)은, 도어(6)가 폐쇄되어 있으며, 예비실(3)과 분리되어 있다. 또한, 3차원 적층실(2)은 다른 외기와 연통하고 있는 부분도 폐쇄되며, 밀봉되어 있다. 제어 장치(20)는, 예를 들면, 공기 배출부(37)에 의해 공기를 배출하는 것에 의해, 3차원 적층실(2) 내의 산소 농도가 100ppm 이하, 바람직하게는 10ppm 이하로 한다. 제어 장치(20)는, 3차원 적층실(2) 내의 산소 농도가 100ppm 이하로 하는 것에 의해, 불활성 상태로 할 수 있으며, 10ppm 이하로 하는 것에 의해, 보다 확실하게 불활성 상태로 할 수 있다.

[0086] 다음에, 대좌(91)를 갖는 기대부(100)를 예비실(3) 내의 기대 이동부(36)에 장착한다(단계(S12)). 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 단계(S12)의 처리를, 단계(S11)의 처리보다 먼저 실행하여도 좋다.

[0087] 제어 장치(20)는, 예비실(3) 내의 기대 이동부(36)가 장착되면, 예비실(3)의 도어(7)를 폐쇄하고, 공기 배출부(25)에 의해, 예비실(3) 내의 공기를 배출한다(단계(S13)). 제어 장치(20)는, 공기 배출부(25)에서 공기를 배출함으로써, 예비실(3) 내의 산소 농도를 저하시킨다. 예비실(3) 내의 산소 농도는, 예를 들면 3차원 적층실(2) 내와 동일한 산소 농도가 되는 것이 바람직하다.

[0088] 제어 장치(20)는, 예비실(3)의 공기의 배출이 완료되면, 3차원 적층실(2)의 도어(6)를 개방하고, 기대 이동부(36)에 의해 3차원 적층실(2) 내의 회전 테이블부(17)에 기대부(100)를 장착한다(단계(S14)). 기대부(100)는 회전 테이블부(17)에 고정된다. 제어 장치(20)는, 기대부(100)를 회전 테이블부(17)에 장착하면, 기대 이동부(36)를 예비실(3) 내로 되돌리고, 도어(6)를 폐쇄한다.

[0089] 제어 장치(20)가, 기대부(100)를 회전 테이블부(17)에 세트하면, 가스 도입부(38)에 의해 3차원 적층실(2) 내에 가스를 도입한다(단계(S15)). 본 실시형태에 있어서, 가스 도입부(38)가 도입되는 가스는 질소 혹은 아르곤 등의 불활성 가스이다. 가스 도입부(38)는, 3차원 적층실(2) 내의 잔류 산소 농도가 100ppm 이하가 되도록, 불활성 가스를 도입한다.

[0090] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 분말 재료의 종류에 따라서는, 단계(S11), 단계(S13), 단계(S15)를 생략하여도 좋다. 예를 들면 분말 재료의 산화에 의해 3차원 형상물의 품질 등이 문제가 되지 않는 경우는, 이러한 단계를 생략하고, 3차원 적층실(2) 및 예비실(3)을 대기 분위기로 하여도 좋다. 또한, 단계(S13) 및 단계(S15)는 단계

(S16) 이후에서도 계속하여 실행되고 있어도 좋다. 즉, 공기 배출부(37)는, 3차원 형상물을 제조하고 있는 동안, 3차원 적층실(2)로부터 공기를 적절히 배출하여도 좋다. 또한, 가스 도입부(38)는, 3차원 형상물을 제조하고 있는 동안, 3차원 적층실(2) 내에 적절히 불활성 가스를 도입하여도 좋다.

[0091] 제어 장치(20)는, 3차원 적층실(2)로의 불활성 가스의 도입이 완료되면, 기대부(100) 상의 대좌(91)에 대하여 기계 가공을 실행할 것인지를 판단한다(단계(S16)). 예를 들면, 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 실행할 것인지를 판단한다. 제어 장치(20)는, 예를 들면, 대좌(91)의 표면 거칠기가 소정의 값보다 큰 경우, 대좌(91)의 기계 가공을 실행한다고 판단한다. 단, 제어 장치(20)에 의한 대좌(91)의 기계 가공의 필요 여부의 판단은, 이에 한정되지 않으며, 형상 계측부(30)의 계측 결과에 따르지 않아도 좋다. 제어 장치(20)는, 예를 들면, 기억부(53) 내에 대좌(91)의 정보를 기억시켜 두고, 대좌(91)의 정보와 3차원 형상물의 설계 정보로부터, 대좌(91)의 가공 필요의 여부를 판단하여도 좋다. 또한, 제어 장치(20)는 항상 대좌(91)를 가공하는 설정으로 하여도 좋다.

[0092] 제어 장치(20)는, 대좌(91)의 기계 가공이 필요하다고 판단한 경우(단계(S16)에서 예(Yes)), 기계 가공부(13)에 의해, 소정의 조건으로 대좌(91)의 기계 가공을 실행한다(단계(S17)). 제어 장치(20)는, 예를 들면 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.

[0093] 제어 장치(20)는, 대좌(91)의 가공이 필요하지 않다고 판단한 경우(단계(S16)에서 아니오(No)), 또는 소정의 조건으로 대좌(91)의 기계 가공을 실행한 경우, 예를 들면 기억부(53)로부터 관독한 3차원 형상물의 설계 정보에 근거하여, 성형층의 형성 조건을 결정한다(단계(S18)). 성형층의 형성 조건이란, 예를 들면, 성형층의 각 층의 형상, 분말(P)의 종류, 분말(P)의 분사 속도, 분말(P)의 분사 압력, 레이저 광(L)의 조사 조건, 분말(P)의 수축 직경과 레이저 광(L)의 스팟 직경과 성형층 표면의 위치 관계, 공기 중에서 용융된 분말(P)의 치수, 온도, 형성층의 성형층 표면에 형성되는 용융 풀의 치수, 냉각 속도, 또는 테이블부(11)에 의한 기대부(100)의 이동 속도 등 성형층을 형성하는데 있어서 필요한 조건이다.

[0094] 제어 장치(20)는, 성형층의 형성 조건을 결정하면, 적층 헤드(12)에 의해, 분말(P)을 기대부(100) 상의 대좌(91)를 향하여 분사하고, 레이저 광(L)의 조사를 개시한다(단계(S19)). 제어 장치(20)는, 분말(P)을 분사하면서, 레이저 광(L)을 조사하는 것에 의해, 레이저 광(L)에 의해 분말(P)을 용융하고, 용융된 분말(P)을 고화할 수 있어서, 대좌(91) 상에 고화체(B)가 형성된다.

[0095] 제어 장치(20)는, 분말(P)을 분사하면서, 레이저 광(L)을 조사하고, 테이블부(11)에 의해 기대부(100)를 이동시키는 것에 의해, 대좌(91) 상에 성형층(92)을 형성한다(단계(S20)). 제어 장치(20)는, 가열 헤드(31)에 의해, 성형층(92)을 가열하거나 고화체(B)가 부착되기 전의 부분을 가열하여도 좋다.

[0096] 제어 장치(20)는, 성형층(92)을 형성하면, 성형층(92)에 기계 가공이 필요한지를 판단한다(단계(S21)). 제어 장치(20)는, 예를 들면 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 필요 여부를 판단한다. 예를 들면, 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 표면 거칠기가 소정의 값보다 큰 경우, 성형층(92)의 기계 가공을 실행한다고 판단한다. 단, 성형층(92)의 기계 가공의 필요 여부 판단의 기준은, 이에 한정되지 않는다. 제어 장치(20)는, 예를 들면 3차원 형상물의 설계 정보와 성형층의 형성 조건으로부터, 성형층(92)의 기계 가공의 필요 여부를 판단하여도 좋다. 예를 들면, 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 하여도 좋다.

[0097] 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공이 필요하지 않다고 판단한 경우(단계(S21)에서 아니오), 단계(S24)로 진행한다. 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공이 필요하다고(단계(S21)에서 예) 판단한 경우, 성형층(92)의 기계 가공의 가공 조건을 결정한다(단계(S22)). 예를 들면, 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)의 계측 결과, 또는 3차원 형상물의 설계 정보와 성형층(92)의 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(단계(S23)).

[0098] 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공을 실행한 경우, 또는 성형층(92)의 기계 가공이 필요하지 않다고 판단한 경우, 성형층(92) 상에 추가로 성형층(93)을 적층할 필요가 있는지를 판단한다(단계(S24)). 제어 장치

(20)는, 예를 들면 기억부(53)로부터 판독한 3차원 형상물의 설계 정보에 근거하여, 성형층(92) 상에 추가로 성형층(93)을 적층할 필요가 있는지를 판단한다.

- [0099] 제어 장치(20)는, 성형층(93)의 적층이 필요하다고 판단한 경우(단계(S24)에서 예), 단계(S18)로 되돌아와, 성형층(92) 상에 성형층(93)을 적층한다. 제어 장치(20)는, 성형층(93)의 적층이 불필요하다고(단계(S24)에서 아니오) 판단한 경우, 3차원 형상물의 제조가 완료된다.
- [0100] 3차원 적층 장치(1)는, 이와 같이 하여 3차원 형상물을 제조한다. 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는, 적층 헤드(12)에 의해 분말(P)을 분사하고, 분말(P)에 레이저 광(L)을 조사하는 것에 의해, 3차원 형상물을 제조한다. 그리고, 3차원 적층 장치(1)는, 기계 가공부(13)에 의해, 성형층(92)에 적절히 기계 가공을 가할 수 있다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는 3차원 형상물을 고정밀도로 제조할 수 있다.
- [0101] 또한, 기대 이동부(36)는 3차원 적층실(2)의 내부에 기대부(100)를 이동시킨다. 3차원 적층실(2)의 내부는 공기가 배출되어 있는 경우가 있다. 기대 이동부(36)는, 예를 들면 작업자가 3차원 적층실(2)의 내부에 들어가지 않아도, 3차원 적층실(2)의 내부로 기대부(100)를 이동시킬 수 있다.
- [0102] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 형상 계측부(30)를 갖는 것에 의해, 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정을 가할 수 있다. 도 12는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다. 우선, 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의해, 성형층(92)의 형상을 계측한다(단계(S31)). 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)에 성형층을 형성시키면서, 형상 계측부(30)에 성형층(92)의 형상을 측정시켜도 좋다. 형상 계측부(30)는, 적층 헤드(12)가 고화체(B)를 형성하려고 하는 개소의 형상과, 그 개소에 형성된 고화체(B)의 형상과의 쌍방의 형상을 계측할 수 있다. 즉, 형상 계측부(30)는 성형층(92)의 형성 전후에 있어서의 표면 형상을 계측할 수 있다.
- [0103] 제어 장치(20)는, 성형층의 형상을 계측하면, 형상 계측부(30)의 측정 결과에 근거하여, 성형층의 형성 조건의 변경이 필요한지를 판단한다(단계(S32)). 제어 장치(20)는, 예를 들면, 적층 헤드(12)가 고화체(B)를 형성하려고 하는 개소의 표면 형상의 계측 결과에 근거하여, 그 개소와 적층 헤드(12)의 사이의 거리를 변경시킬지를 판단한다. 예를 들면, 적층 헤드(12)가 고화체(B)를 형성하려고 하는 개소의 표면 형상이 다른 개소의 표면 형상과 상이한 경우, 제어 장치(20)는, 성형층을 형성하는 개소와 적층 헤드(12)의 사이의 거리를 일정하게 하도록, 적층 헤드(12)의 위치를 변경시킨다. 또한, 예를 들면, 제어 장치(20)는, 형성된 고화체(B)의 형상의 계측 결과에 근거하여, 예를 들면 분말(P)의 분사 조건 또는 레이저 광(L)의 조사 조건 등을 변경시킬지를 판단한다. 예를 들면, 형성된 고화체(B)의 형상이 3차원 형상물의 설계 정보와 비교하여 부적절한 경우, 제어 장치(20)는 분말(P)의 분사 조건 또는 레이저 광(L)의 조사 조건 등을 적절한 것으로 변경시킨다.
- [0104] 제어 장치(20)는, 성형층의 형성 조건의 변경이 필요하다고(단계(S32)에서 예) 판단한 경우, 성형층의 형성 조건을 변경한다(단계(S33)).
- [0105] 제어 장치(20)는, 성형층의 형성 조건을 변경한 경우 또는 성형층의 형성 조건의 변경이 불필요하다고(단계(S32)에서 아니오) 판단한 경우, 적층 헤드(12)에 의해, 분말(P)의 분사와 레이저 광(L)의 조사를 실행하면서, 테이블부(11)에서 기대부(100)를 이동시키는 것에 의해 성형층을 형성한다(단계(S34)). 이와 같이 하여, 형상 계측부(30)에 의한 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정이 종료된다.
- [0106] 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의한 성형층의 표면 형상의 계측 결과에 따라서, 성형층의 형성 조건을 변경 및 결정하여, 적층 헤드(12)의 동작을 제어한다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 상술한 바와 같이, 성형층을 형성하는 개소와 적층 헤드(12)의 사이의 거리를 일정하게 하는 등 성형층의 형성을 보다 적절히 실행할 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 있어서, 3차원 형상물을 보다 고정밀도로 제조할 수 있다.
- [0107] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 장치 계측부(32)에서 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치를 계측함으로써, 기계 가공의 가공 조건을 결정하는 공정을 가할 수 있다. 도 13은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 성형층의 가공 조건을 결정하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다.
- [0108] 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의해, 성형층(92)의 형상을 계측한다(단계(S41)). 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)의 측정 결과에 근거하여, 성형층(92)에 기계 가공이 필요한지 판단한다(단계(S42)).
- [0109] 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공이 필요하다고(단계(S42)에서 예) 판단한 경우, 장치 계측부(32)에 의

해, 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)의 위치를 계측한다(단계(S43)).

- [0110] 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의한 성형층(92)의 형상과, 장치 계측부(32)에 의한 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치의 측정 결과로부터, 성형층(92)의 가공 조건을 결정한다(단계(S44)). 또한, 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의한 성형층(92)의 형상과, 장치 계측부(32)에 의한 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치의 측정 결과 중 어느 하나에 근거하여, 성형층(92)의 가공 조건을 결정하여도 좋다. 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의한 성형층(92)의 형상에 근거하여, 기계 가공부(13)에 의해 가공하는 양을 결정한다. 제어 장치(20)는, 가공량을 결정하는 것에 의해, 기계 가공부(13)의 Z축 방향의 이동의 궤적과, 테이블부(11)에 의한 기대부(100)의 이동의 궤적을 결정한다.
- [0111] 다음에, 제어 장치(20)는, 가공 조건을 결정하면, 기계 가공부(13)에 의해 성형층(92)을 기계 가공하고(단계(S45)), 본 공정을 종료한다. 또한, 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 기계 가공이 불필요하다고 판단한 경우(단계(S42)에서 아니오)에도, 본 공정은 종료된다.
- [0112] 이와 같이, 제어 장치(20)는, 형상 계측부(30)에 의한 성형층(92)의 표면 형상의 계측 결과와, 장치 계측부(32)에 의한 기계 가공부(13)의 선단(56)의 계측 결과에 따라서, 성형층의 절삭 조건을 결정하여, 기계 가공부(13)의 동작을 제어한다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 성형층(92)의 기계 가공의 가공 조건을 적절히 산출하여, 성형층(92)의 기계 가공을 적절히 실행할 수 있다.
- [0113] 또한, 장치 계측부(32)는 활상에 의해 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)의 위치를 계측한다. 따라서, 장치 계측부(32)는 기계 가공부(13)를 작동시키면서 선단의 위치를 계측할 수 있으며, 또한, 열팽창에 의한 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)의 위치 변화도 포함하여 선단(56)의 위치를 계측할 수 있다. 예를 들면, 성형층(92)의 필요한 기계 가공값 보다 기계 가공부(13)의 공구(22)의 선단(56)의 위치의 계측 결과의 오차가 큰 경우, 성형층(92)의 기계 가공을 실행하여도, 성형층(92)이 기계 가공되지 않거나, 기계 가공의 가공값이 너무 커질 가능성이 있다. 그러나, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는, 장치 계측부(32)에 의해 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치의 측정 오차를 억제할 수 있기 때문에, 성형층(92)의 기계 가공을 보다 적절히 실행할 수 있다.
- [0114] 예를 들면, 제어 장치(20)가, 성형층(92)의 Z축 방향에서의 두께를 0.2mm로 하도록 적층 헤드(12)를 제어한 경우에 있어서도, 실제로 형성된 성형층(92)의 Z축 방향에서의 두께는, 최대 0.2mm의 오차를 갖는 경우가 있으며, 예를 들면 0.1mm 이상 0.3mm 이하의 두께가 된다. 또한, 공구(22)의 선단(56)의 위치는 열팽창에 의해 변화되고, 열팽창에 의한 공구(22)의 선단(56)의 위치 변화의 오차는, 예를 들면 최대 0.1mm가 되는 경우가 있다. 따라서, 예를 들면, 형상 계측부(30) 및 장치 계측부(32)를 이용하지 않고 성형층(92)의 표면에 생긴 형성 불량부의 제거 가공을 실행하는 경우, 제어 장치(20)는, 성형층(92)의 두께와 공구(22)의 위치 변화와의 최대 오차를 고려하여, 기계 가공부(13)에 0.3mm 이상의 가공값으로 제거 가공을 실행하도록 지시를 내릴 필요가 있다. 여기서, 성형층(92)의 두께가 0.2mm인 경우, 가공값이 0.3mm 이상이기 때문에, 정상 부위를 포함하는 성형층(92)이 모두 제거되고, 또한 성형층(92)의 아래의 성형층까지 가공되어 버릴 가능성이 있다. 그러나, 형상 계측부(30) 및 장치 계측부(32)를 이용하여 성형층(92)의 표면의 제거 가공을 실행하는 경우, 형상 계측부(30) 및 장치 계측부(32)는 성형층(92)의 실제의 두께 및 열팽창에 의한 공구(22)의 위치 변화를 계측할 수 있다. 따라서, 제어 장치(20)는 성형층(92)의 두께와 공구(22)의 위치 변화의 최대 오차를 고려할 필요가 없으며, 기계 가공부(13)에, 형성 불량을 일으킨 성형층(92)의 표면만을 적절히 제거 가공시킬 수 있다.
- [0115] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 공구 교환부(33)를 갖는 것에 의해, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환하는 공정을 가할 수 있다. 도 14는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다. 제어 장치(20)는 성형층(92)의 기계 가공의 가공 조건을 결정한다(단계(S51)). 단계(S51)에 있어서의 가공 조건의 결정은, 예를 들면, 도 13의 단계(S44)에 있어서의 가공 조건의 결정과 동일한 방법에 의해 실행된다.
- [0116] 제어 장치(20)는, 가공 조건을 결정하면, 결정한 성형층(92)의 가공 조건에 근거하여, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환할 것인지를 판단한다(단계(S52)). 예를 들면, 제어 장치(20)가, 성형층(92)의 가공을 보다 정밀도 양호하게 실행할 필요가 있다고 판단한 경우, 제어 장치(20)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를, 보다 작은 칼날을 갖는 것과 교환할 필요가 있다고 판단한다. 또한, 예를 들면 가공 내용을 변경하는 경우, 제어 장치(20)는 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환할 필요가 있다고 판단한다. 예를 들면, 기계 가공부(13)에 의해 성형층(92)의 표면을 가공한 후에, 성형층(92)에 나사 구멍 등의 가공을 실행하는 경우, 제어 장치(20)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를, 표면 가공용의 공구로부터, 나사 구멍 가공용의 공구로 교환할 필요가 있다고 판단한다.

단, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환할 것인지를 판단하는 조건은 이들에 한정되지 않는다.

- [0117] 제어 장치(20)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환한다고 판단한 경우(단계(S52)에서 예), 공구 교환부(33)에 의해, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환한다(단계(S53)).
- [0118] 제어 장치(20)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환하면, 공구를 교환한 기계 가공부(13)에 의해 성형층(92)의 기계 가공을 실행하고(단계(S54)), 본 공정을 종료한다. 또한, 제어 장치(20)는, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환할 필요가 없다고(단계(S52)에서 아니오) 판단한 경우, 공구를 교환하고 있지 않은 기계 가공부(13)에 의해 성형층(92)의 기계 가공을 실행하고(단계(S54)), 본 공정은 종료한다.
- [0119] 이와 같이, 공구 교환부(33)는, 결정한 성형층(92)의 가공 조건에 근거하여, 기계 가공부(13)의 공구(22)를 교환할 수 있다. 따라서, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는, 성형층(92)의 기계 가공을, 보다 적절히 또는 보다 용이하게 실행할 수 있다.
- [0120] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 노즐 교환부(34)를 갖는 것에 의해, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환하는 공정을 가할 수 있다. 도 15는 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다. 우선, 제어 장치(20)는 성형층(92)의 형성 조건을 결정한다(단계(S61)). 단계(S61)에 있어서의 가공 조건의 결정은, 예를 들면, 도 11의 단계(S18)에 있어서의 성형층(92)의 형성 조건의 결정과 마찬가지로의 방법에 의해 실행된다.
- [0121] 제어 장치(20)는, 형성 조건을 결정하면, 결정한 성형층(92)의 형성 조건에 근거하여, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환할 것인지를 판단한다(단계(S62)). 제어 장치(20)는, 예를 들면, 결정한 성형층(92)의 형성 조건이 성형층(92)의 형성 정밀도를 높게 하는 것인 경우, 기계 가공부(13)의 공구(22)를, 보다 스팟 직경이 작은 레이저 광(L)을 발하는 것, 또는 보다 분말(P)의 분사의 수속 직경을 보다 작게 하는 것 등으로 교환할 필요가 있다고 판단한다. 단, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환할 것인지를 판단하는 조건은, 이에 한정되지 않는다.
- [0122] 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환한다고(단계(S62)에서 예) 판단한 경우, 노즐 교환부(34)에 의해, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환한다(단계(S63)).
- [0123] 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환하면, 노즐(23)을 교환한 적층 헤드(12)에 의해, 분말(P)의 분사와 레이저 광(L)의 조사를 실행하고(단계(S64)), 성형층의 형성을 실행하고(단계(S65)), 본 공정을 종료한다. 제어 장치(20)는, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환할 필요가 없다고(단계(S62)에서 아니오) 판단한 경우, 노즐을 교환하고 있지 않은 적층 헤드(12)에 의해 분말(P)의 분사와 레이저 광(L)의 조사를 실행하여(단계(S64)), 성형층의 형성을 실행하고(단계(S65)), 본 공정을 종료한다.
- [0124] 이와 같이, 3차원 적층 장치(1)는, 노즐 교환부(34)에 의해 결정한 성형층(92)의 형성 조건에 근거하여, 적층 헤드(12)의 노즐(23)을 교환할 수 있다. 따라서, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는, 성형층(92)의 형성을 보다 적절히 또는 보다 용이하게 실행할 수 있다.
- [0125] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 분말 도입부(35)를 갖는 것에 의해, 적층 헤드(12)에 도입하는 분말을 식별하는 공정을 가할 수 있다. 도 16은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 분말의 식별 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다. 제어 장치(20)는 분말 도입부(35)에 분말이 세트된 것을 검출하는데(단계(S71)), 예를 들면, 분말 수납부(81)에 분말이 들어간 카트리지(83)가 수납된 것을 검출한다.
- [0126] 제어 장치(20)는, 분말이 세트되면, 분말 도입부(35)의 분말 식별부(82)에 의해 분말을 식별한다(단계(S72)). 제어 장치(20)는, 예를 들면 분말 도입부(35)의 분말 식별부(82)에 의해 카트리지(83)의 재료 표시부(84)를 판독하고, 예를 들면 분말의 종류, 입도, 중량, 순도 또는 산화물 피막 등의 3차원 형상물 제조상에 필요한 분말의 정보를 검출한다. 제어 장치(20)는, 분말 도입부(35A)의 분말 식별부(82A)에 의해, 분말 도입부(35A) 내의 분말을 식별하여도 좋다.
- [0127] 제어 장치(20)는, 분말을 식별하면, 분말의 식별 결과에 근거하여, 분말 도입부(35) 내의 분말이 적절한 것인지 판단한다(단계(S73)). 제어 장치(20)는, 예를 들면 3차원 형상물의 설계 정보에 근거하여, 분말 도입부(35) 내의 분말이 적절한 것인지 판단한다. 예를 들면, 분말 도입부(35) 내의 분말이, 지금부터 제조하는 3차원 형상물을 제조하기 위해 부적절한 재질인 경우, 제어 장치(20)는 분말 도입부(35) 내의 분말이 적절한 것은 아니라고 판단한다.
- [0128] 제어 장치(20)는, 분말이 적절한 것이라고(단계(S73)에서 예) 판단한 경우, 분말 도입부(35)에 의해 분말을 적

층 헤드(12)에 도입한다(단계(S74)).

- [0129] 다음에, 제어 장치(20)는, 단계(S72)에서 식별한 분말의 정보에 근거하여, 성형층(92)의 형성 조건을 결정하고(단계(S75)), 본 공정을 종료한다. 여기서, 적층 헤드(12)는, 예를 들면 상이한 분말을 혼합하여 분사하는 경우가 있다. 이 경우, 제어 장치(20)는, 상이한 분말을 혼합하여 분사하는 지령 내용에도 근거하여, 성형층(92)의 형성 조건을 결정한다. 여기서, 성형층(92)의 형성 조건이란, 도 11의 단계(S18)와 마찬가지로 것이며, 예를 들면, 성형층의 각 층의 형상, 분말의 종류, 분말(P)의 분사 속도, 분말(P)의 분사 압력, 레이저 광(L)의 조사 조건, 용융체(A)의 온도, 고화체(B)의 냉각 온도, 또는 테이블부(11)에 의한 기대부(100)의 이동 속도 등 성형층을 형성하는데 있어서 필요한 조건이다.
- [0130] 제어 장치(20)는, 분말이 적절한 것이 아니라고(단계(S73)에서 아니오) 판단한 경우(아니오), 통신부(55)를 통하여, 분말이 적절하지 않은 취지의 정보 또는 적절하지 않은 분말의 정보를, 외부의 데이터 서버 등에 전달하고(단계(S76)), 본 처리를 종료한다. 이 경우, 제어 장치(20)는, 분말 도입부(35)로부터 적층 헤드(12)에 분말 도입의 지령을 내리는 일 없이, 본 공정은 종료한다. 즉, 3차원 적층 장치(1)는, 분말이 적절한 것이 아니라고 판단한 경우는, 적층 헤드(12)로의 분말의 공급을 정지한다.
- [0131] 이와 같이, 제어 장치(20)는, 분말 도입부(35)에 의한 분말의 식별 결과에 따라서, 분말 도입부(35)로부터 적층 헤드(12)로의 분말의 도입을 제어한다. 분말이 적절한 것이 아닌 경우, 제조되는 3차원 형상물의 품질이 저하될 가능성이 있다. 또한, 적절하지 않은 분말에 레이저 광(L)을 조사한 경우, 발화하는 등 안전성이 저하될 가능성이 있다. 분말 도입부(35)는 분말이 적정한 것인 경우에서만 적층 헤드(12)에 분말을 도입한다. 따라서, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는 3차원 형상물의 품질의 저하를 억제하거나, 또는 안전성의 저하를 억제할 수 있다.
- [0132] 또한, 분말이 적정한 것이 아니라고 판단된 경우, 제어 장치(20)는, 분말이 적절하지 않은 취지의 정보 또는 적절하지 않은 분말의 정보를, 외부의 데이터 서버 등에 전달할 수 있다. 외부의 데이터 서버에, 이들 정보를 축적하는 것에 의해, 3차원 적층 장치(1)가 사용하는 분말을 보다 적절한 것으로 할 수 있다. 따라서, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는 3차원 형상물의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0133] 또한, 제어 장치(20)는, 분말 도입부(35)에 의한 분말의 식별 결과에 따라서, 성형층(92)의 형성 조건을 결정하고, 적층 헤드(12)의 동작을 제어한다. 따라서, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는 보다 적절히 성형층(92)을 형성할 수 있다.
- [0134] 또한, 3차원 적층 장치(1)는, 장치 계측부(32)에서 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경을 계측하는 것에 의해, 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정을 가할 수 있다. 도 17은 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)에 의한 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정의 일 예를 도시하는 흐름도이다. 우선, 제어 장치(20)는, 장치 계측부(32)에 의해, 적층 헤드(12)로부터 분사된 분말(P)의 수축 직경 및 수축 위치를 계측한다(단계(S81)).
- [0135] 제어 장치(20)는, 분말(P)의 수축 직경 및 수축 위치를 계측하면, 장치 계측부(32)의 계측 결과에 근거하여, 성형층의 형성 조건의 변경이 필요한지를 판단한다(단계(S82)). 제어 장치(20)는, 분말(P)의 수축 직경 및 수축 위치의 계측 결과에 근거하여, 예를 들면 분말(P)의 분사 조건 또는 레이저 광(L)의 조사 조건 등을 변경시킬지를 판단한다. 예를 들면, 분말(P)의 수축 직경 및 수축 위치가 3차원 형상물의 설계 정보와 비교하여 부적절한 경우, 제어 장치(20)는, 분말(P)의 분사 조건 또는 레이저 광(L)의 조사 조건 등을 적절한 것으로 변경시킨다. 예를 들면, 제어 장치(20)는, 요구하는 성형층(92)의 형성 정밀도에 대하여, 계측한 분말(P)의 수축 직경이 너무 큰 경우, 분말(P)의 수축 직경을 작게 하도록 판단한다. 또한, 예를 들면, 제어 장치(20)는, 계측한 분말(P)의 수축 위치가 기대부(100)로부터 너무 가까운 경우, 분말(P)의 수축 위치를 변경하도록 판단한다.
- [0136] 제어 장치(20)는, 성형층의 형성 조건의 변경이 필요하다고(단계(S82)에서 예) 판단한 경우, 성형층의 형성 조건을 변경한다(단계(S83)). 예를 들면, 제어 장치(20)는 분말(P)의 분사 속도를 크게 하는 것에 의해 분말(P)의 수축 직경을 작게 한다. 또한, 예를 들면, 제어 장치(20)는, 예를 들면 적층 헤드(12)를 Z축 방향을 따라서 이동시키는 것에 의해, 분말(P)의 수축 위치를 조정한다.
- [0137] 제어 장치(20)는, 성형층의 형성 조건을 변경한 경우 또는 성형층의 형성 조건의 변경이 불필요하다고(단계(S82)에서 아니오) 판단한 경우, 적층 헤드(12)에 의해, 분말(P)의 분사와 레이저 광(L)의 조사를 실행하면서, 테이블부(11)에서 기대부(100)를 이동시키는 것에 의해 성형층을 형성한다(단계(S84)). 이와 같이 하여, 형상 계측부(30)에 의한 성형층의 형성 조건을 변경하는 공정이 종료된다.
- [0138] 여기에서, 3차원 적층 장치(1)는, 분사되는 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경에 의해, 형성하는 성형층(92)의

정밀도가 변화한다. 예를 들면, 3차원 적층 장치(1)는, 분말(P)의 수축 직경이 작은 경우, 용융체(A)의 직경도 작아져, 치밀한 성형층(92)을 형성한다. 또한, 예를 들면, 3차원 적층 장치(1)는, 분말(P)의 분사 위치와 레이저 광(L)의 스폿 직경의 위치에 의해, 용융체(A)의 직경을 변화시킨다. 상술한 바와 같이, 3차원 적층 장치(1)는, 장치 계측부(32)에 의한 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경의 계측 결과에 따라서, 제어 장치(20)가 성형층의 형성 조건을 변경 및 결정하고, 적층 헤드(12)의 동작을 제어한다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 성형층의 형성 조건을 보다 적절한 것으로 할 수 있어서, 3차원 형상물을 보다 고정밀도로 제조할 수 있다.

[0139] 또한, 본 실시형태에 있어서는, 장치 계측부(32)는, 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치와, 적층 헤드(12)에 의해 분사된 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경의 양쪽을 계측한다. 즉, 3차원 적층 장치(1)는, 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치를 계측하는 장치와, 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경을 계측하는 장치를 공통으로 하고 있다. 따라서, 3차원 적층 장치(1)는, 그 사이즈가 커지는 것을 억제할 수 있다. 단, 3차원 적층 장치(1)는, 기계 가공부(13)의 선단(56)의 위치를 계측하는 장치와, 적층 헤드(12)에 의해 분사된 분말(P)의 수축 위치 및 수축 직경을 계측하는 장치를, 각각 별체로 하여 갖고 있어도 좋다.

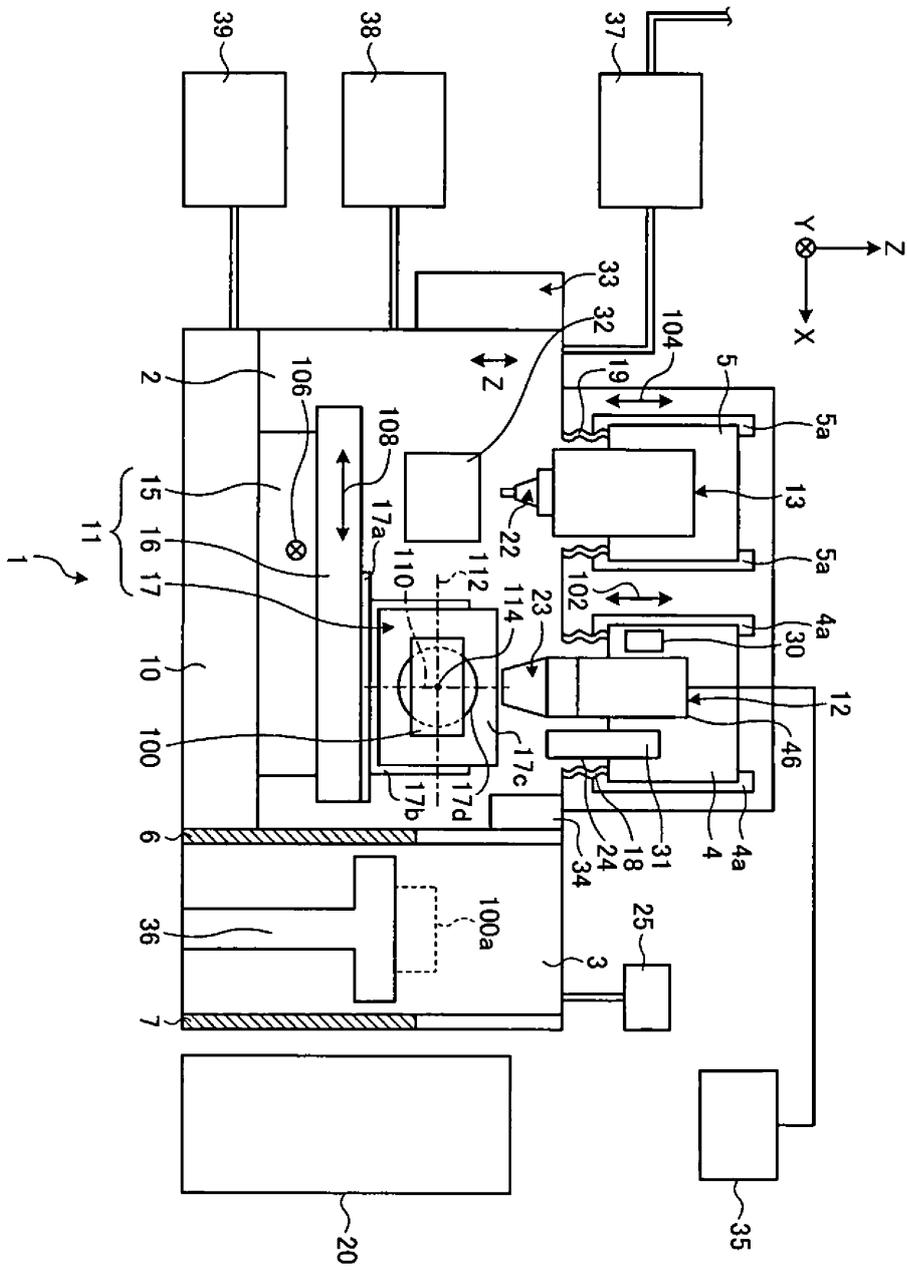
[0140] 이상, 본 발명의 실시형태를 설명했지만, 이들 실시형태의 내용에 의해 이들 실시형태가 한정되는 것은 아니다. 또한, 전술한 구성 요소에는, 당업자가 용이하게 상정할 수 있는 것, 실질적으로 동일한 것, 이른바 균등한 범위의 것이 포함된다. 또한, 전술한 구성 요소는 적절히 조합하는 것이 가능하다. 또한, 전술한 실시형태 등의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 구성 요소의 여러 가지의 생략, 치환 또는 변경을 실행할 수 있다. 예를 들면, 본 실시형태에 따른 3차원 적층 장치(1)는 적층 헤드(12)에 의해 분말(P)을 분사하고, 분말(P)에 레이저 광(L)을 조사하는 구성에 한정되지 않는다. 3차원 적층 장치(1)는, 분말(P)을 공급하고 분말(P)에 레이저 광(L)을 조사하는 것에 의해 성형층을 형성하고, 성형층에 적절히 기계 가공을 가할 수 있으면 좋다. 예를 들면, 3차원 적층 장치(1)는 분말 공급부에 의해 분말층을 형성하고, 분말층의 일부에 레이저 광(L)을 조사하여 분말을 소결시키는 것에 의해, 성형층을 형성하는 것이어도 좋다. 또한, 예를 들면, 3차원 적층 장치는 제어 장치(20)를 인터넷 등의 통신 회선을 통하여 외부의 기기와 접속되며, 외부의 기기로부터 입력되는 지시에 근거하여 가공 조건, 예를 들면 성형층의 형성 조건을 변경, 설정하여도 좋다. 즉, 3차원 적층 장치는 통신 회선을 이용하여 통신하며, 외부의 기기로부터 가공 조건을 변경할 수 있도록 하여도 좋다.

부호의 설명

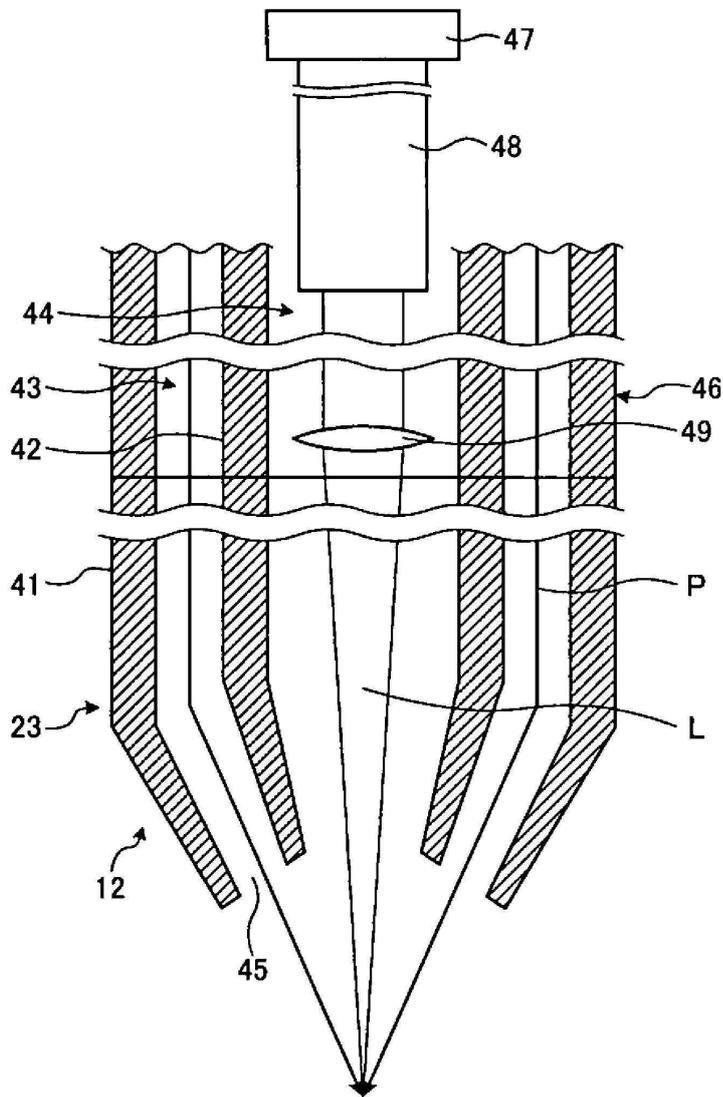
- [0141] 1: 3차원 적층 장치 2: 3차원 적층실
- 3: 예비실 4: 적층 헤드 수납실
- 4a, 5a: Z축 슬라이드부 5: 기계 가공부 수납실
- 6, 7: 도어 10: 베드
- 11: 테이블부 12: 적층 헤드
- 13: 기계 가공부 15: Y축 슬라이드부
- 16: X축 슬라이드부 17: 회전 테이블부
- 18, 19: 벨로우즈 20: 제어 장치
- 22: 공구 23: 노즐
- 24: 선단부 25: 공기 배출부
- 30: 형상 계측부 31: 가열 헤드
- 32: 장치 계측부 33: 공구 교환부
- 34: 노즐 교환부 35, 35A: 분말 도입부
- 36: 기대 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: 광 파이버 49: 집광부
51: 입력부 52: 제어부
53: 기억부 54: 출력부
55: 통신부 56: 선단
57: 광원부 58: 촬상부
61, 71: 축부 62, 72: 원판부
63, 73: 보지부 64, 74: 볼트
65, 75: 파지부 66, 76: 이동부
67, 77: 개구부 68, 69, 78, 79: 구멍부
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: 구멍부
97: 축부 98: 원추대부
99: 부재 100: 기대부
102, 104, 106, 108: 화살표 A: 용융체
B: 고화체 L: 레이저 광
P: 분말

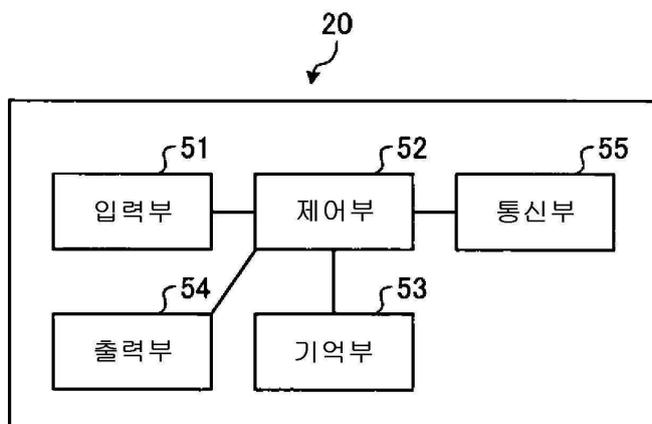
도면
도면1



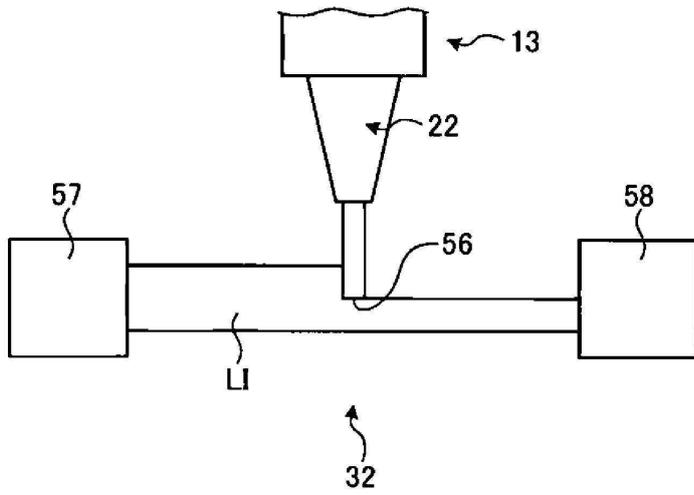
도면2



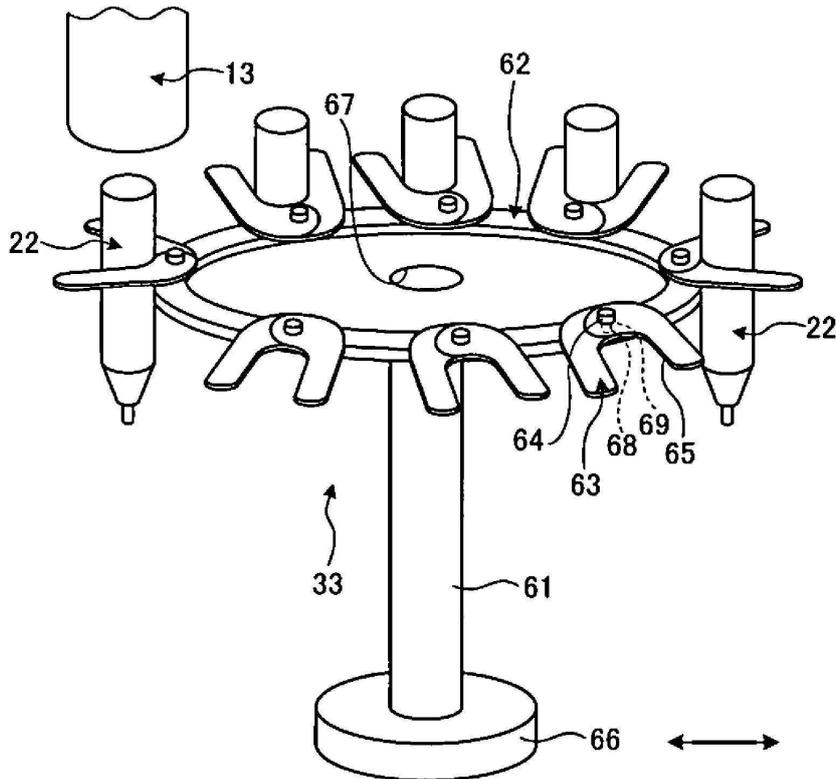
도면3



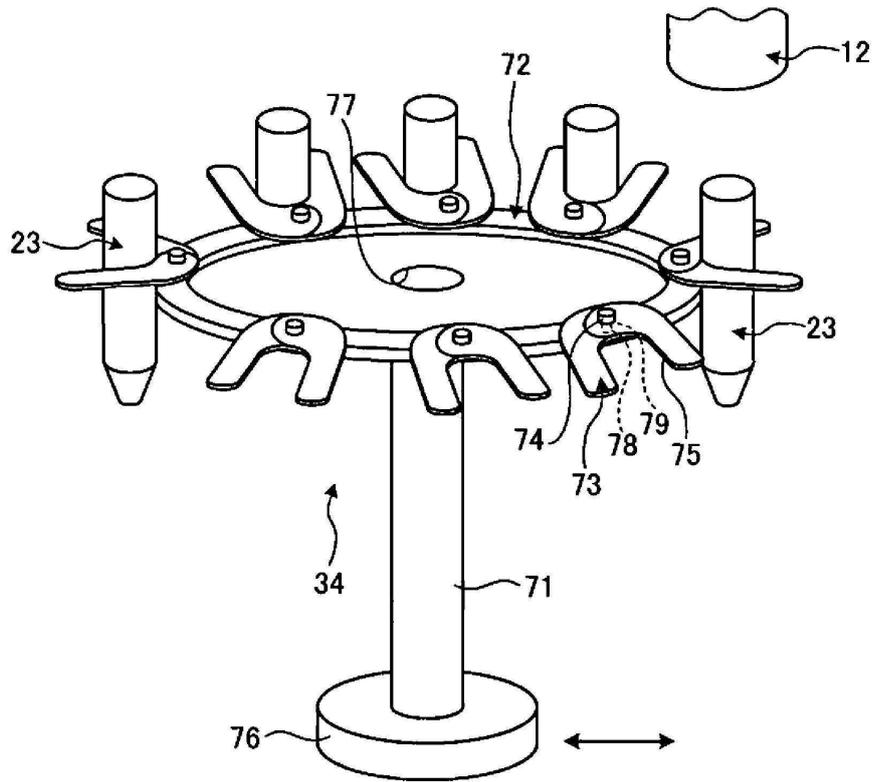
도면4



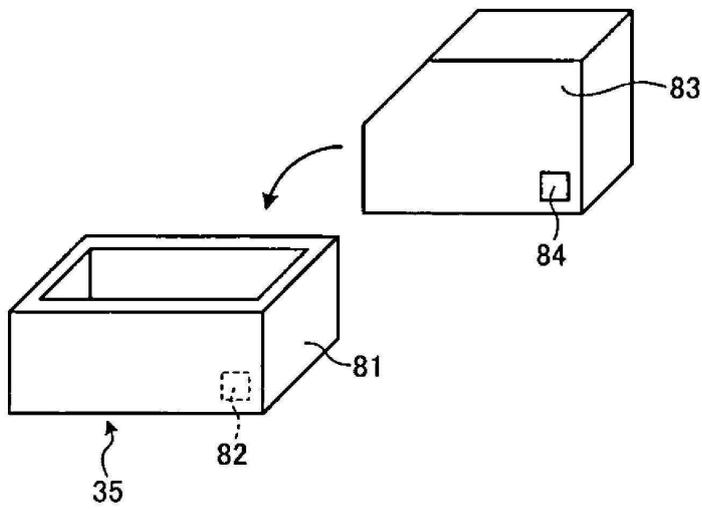
도면5



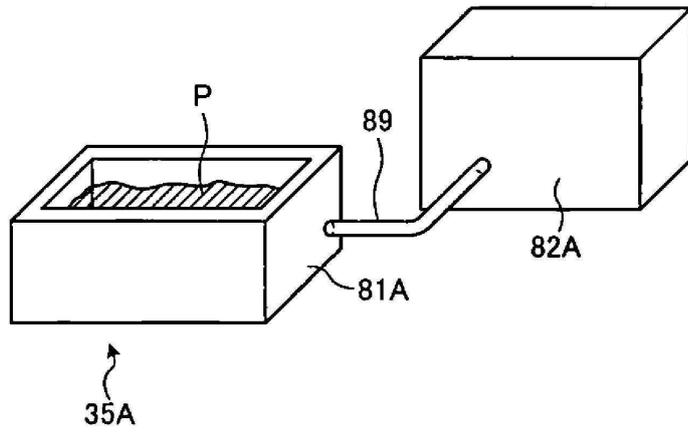
도면6



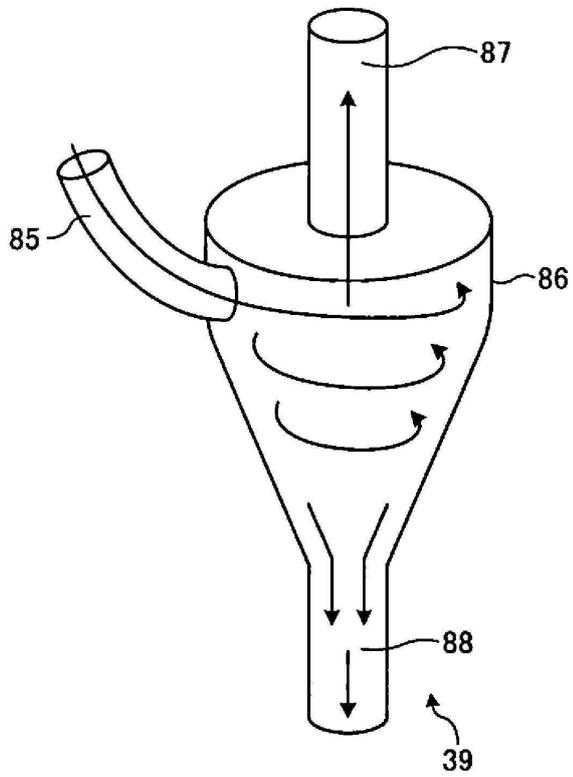
도면7a



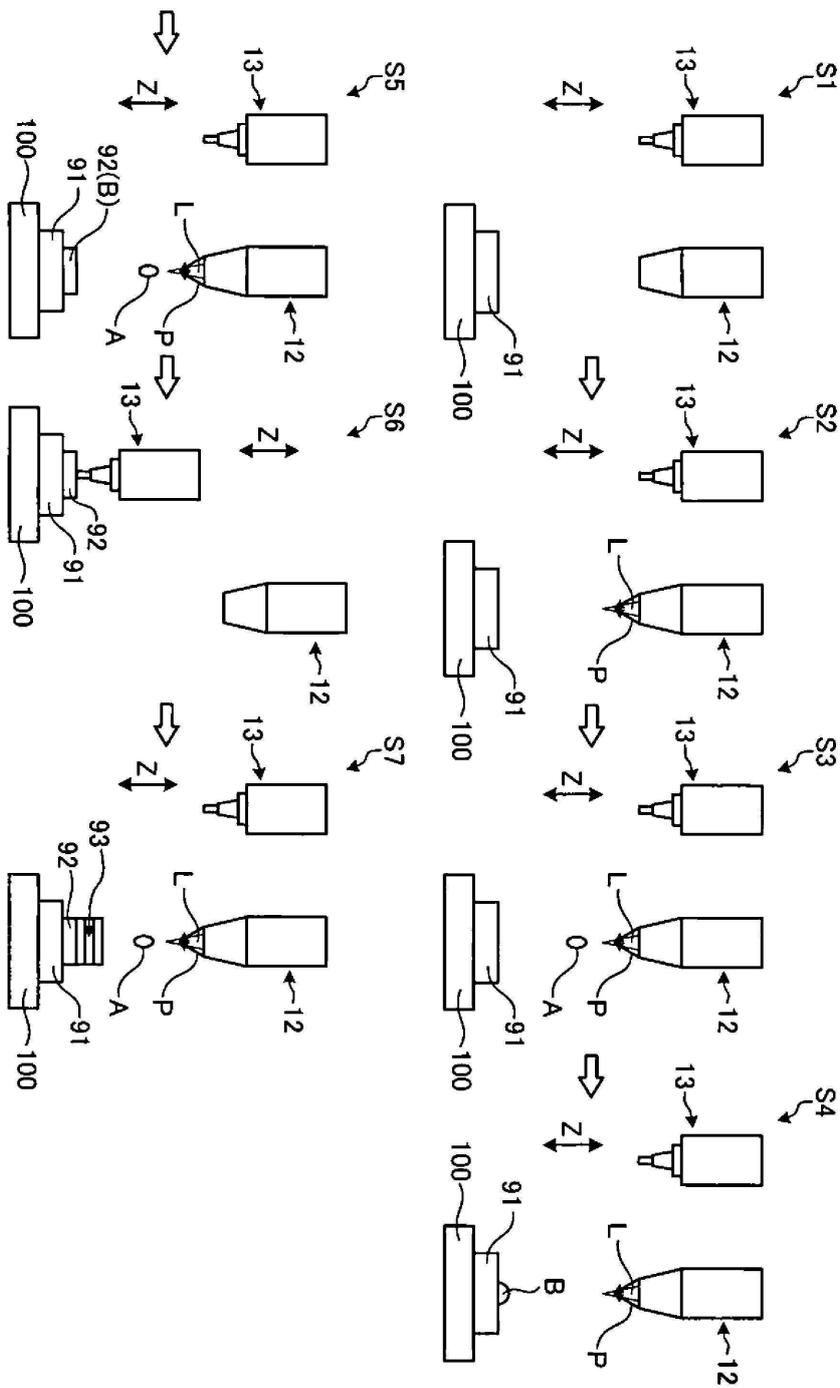
도면7b



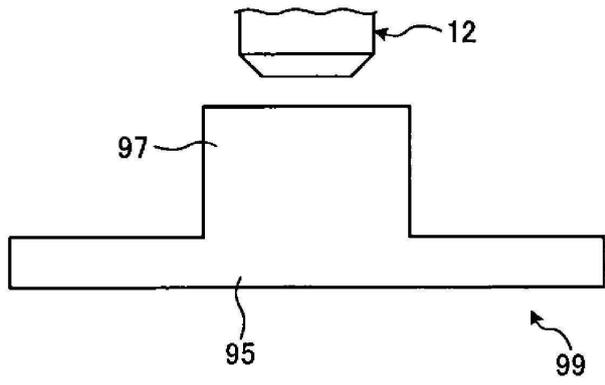
도면8



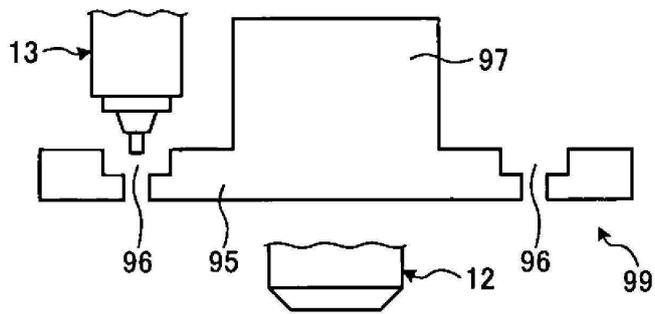
도면9



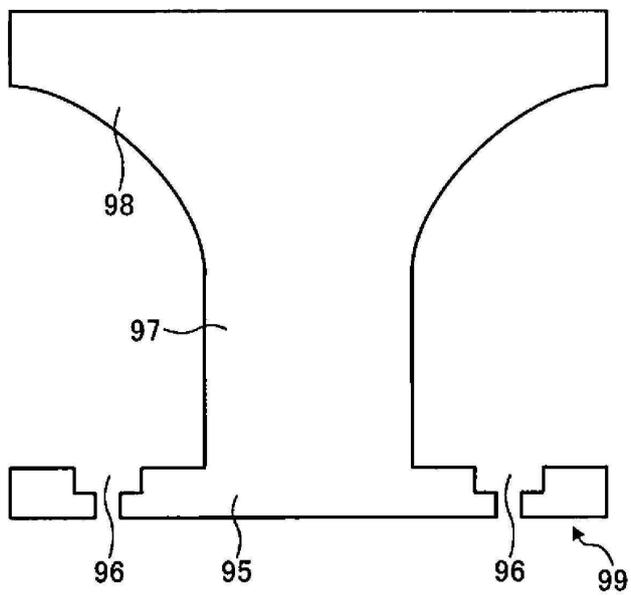
도면10a



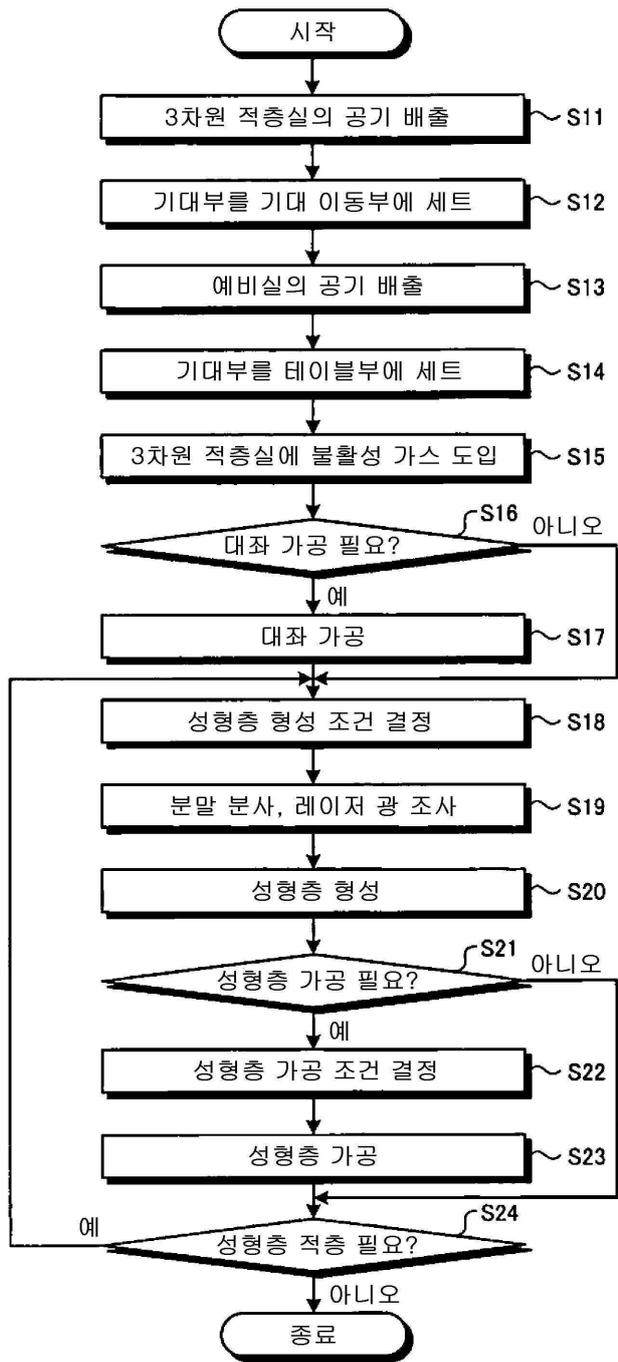
도면10b



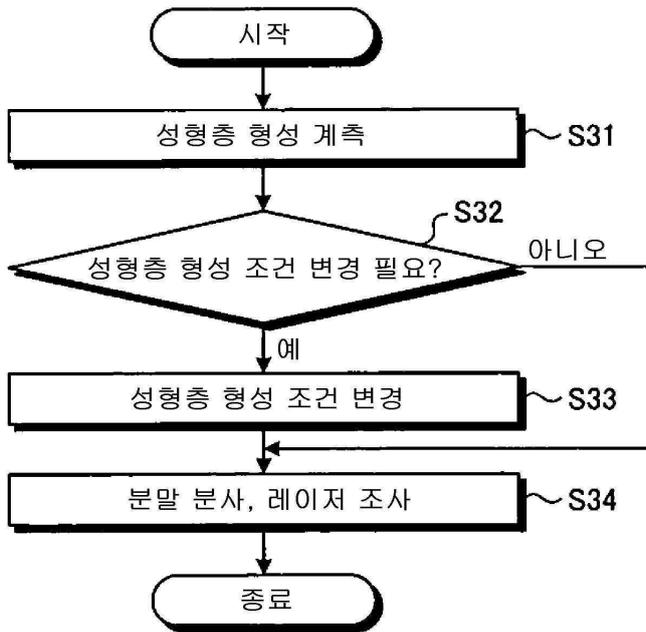
도면10c



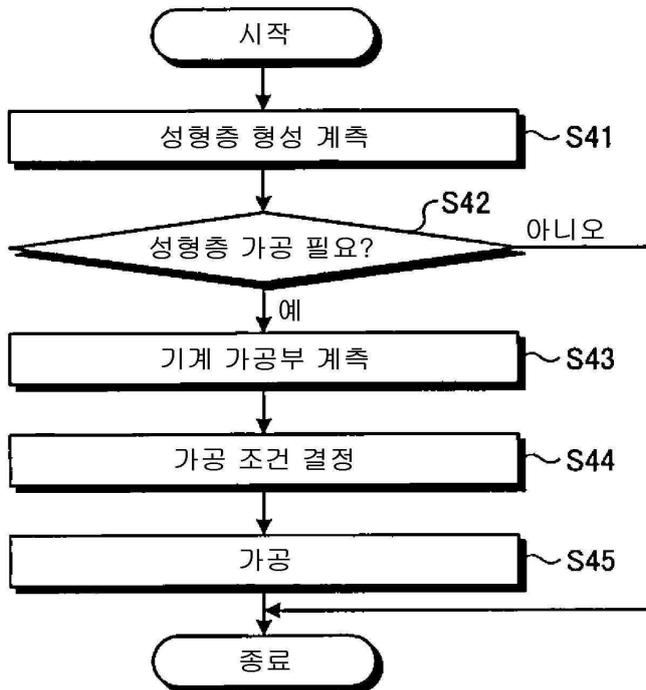
도면11



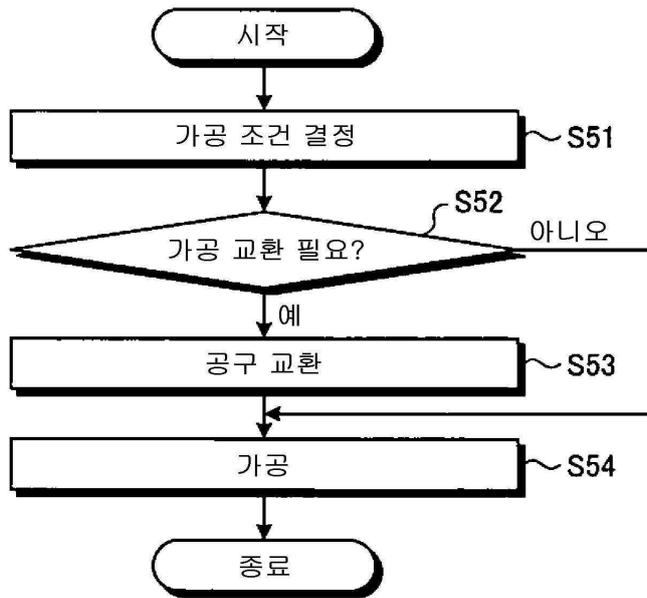
도면12



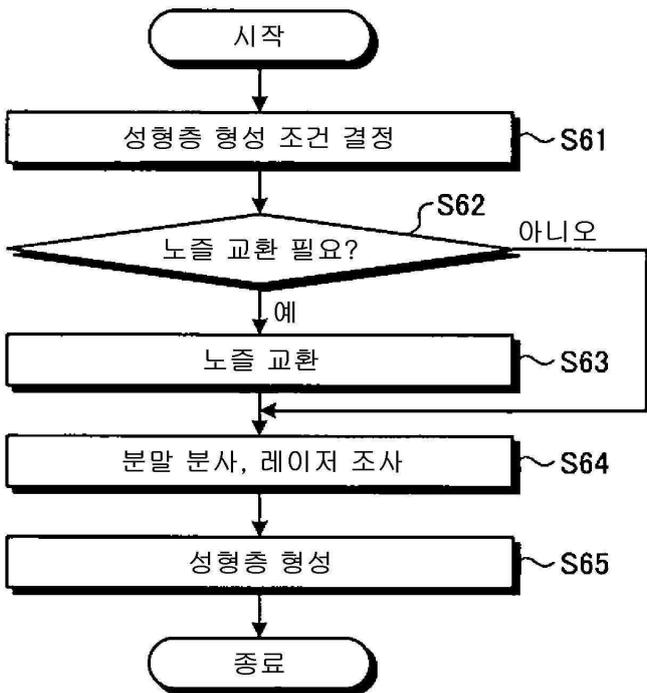
도면13



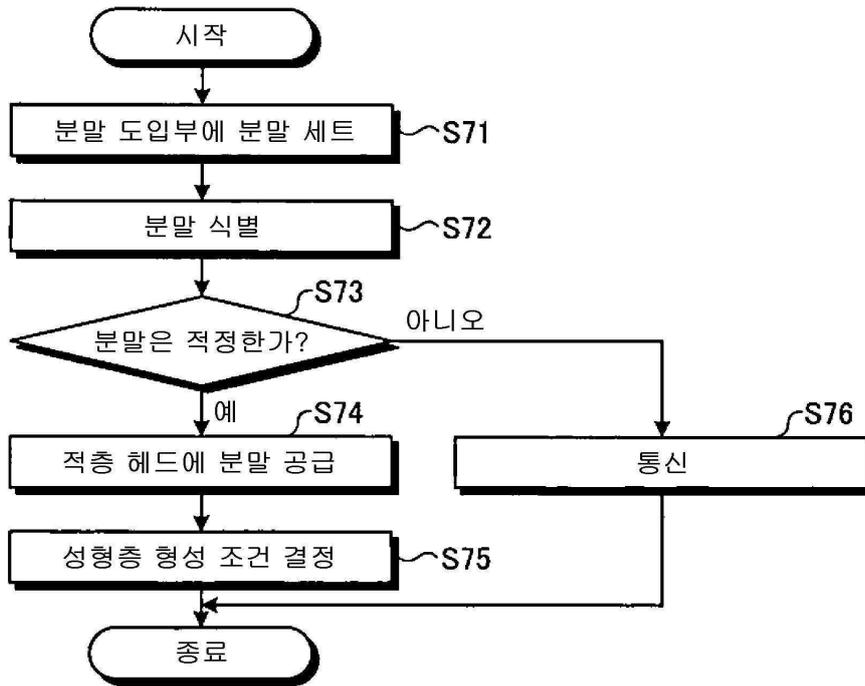
도면14



도면15



도면16



도면17

