



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년07월05일  
 (11) 등록번호 10-1997338  
 (24) 등록일자 2019년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B29C 64/386 (2017.01) B22F 3/105 (2006.01)  
 B28B 1/00 (2006.01) B29C 64/153 (2017.01)  
 B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 50/00 (2015.01)  
 G01N 23/203 (2018.01)  
 (52) CPC특허분류  
 B29C 64/386 (2017.08)  
 B22F 3/1055 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0096937  
 (22) 출원일자 2017년07월31일  
 심사청구일자 2017년08월22일  
 (65) 공개번호 10-2019-0013028  
 (43) 공개일자 2019년02월11일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 CN105044154 B  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
 가부시키가이샤 마쓰우라 기카이 세이사쿠쇼  
 일본국 후쿠이켄 후쿠이시 히가시모리다 4쵸메 201번치  
 (72) 발명자  
 아마야 교우이치  
 일본국 후쿠이켄 후쿠이시 우루시하라초 1 아자누마 1번치 가부시키가이샤 마쓰우라 기카이 세이사쿠쇼내  
 이시모토 교우스케  
 일본국 후쿠이켄 후쿠이시 우루시하라초 1 아자누마 1번치 가부시키가이샤 마쓰우라 기카이 세이사쿠쇼내  
 야마다 다케시  
 일본국 후쿠이켄 후쿠이시 우루시하라초 1 아자누마 1번치 가부시키가이샤 마쓰우라 기카이 세이사쿠쇼내  
 (74) 대리인  
 장일우

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 허준

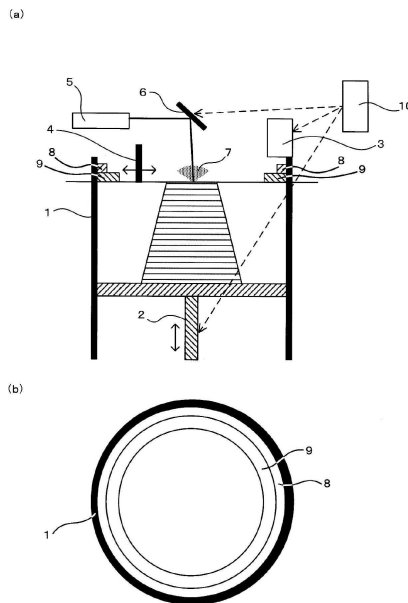
(54) 발명의 명칭 **3차원 조형 방법**

**(57) 요약**

소결 불량률을 신속하게 검출하는 것으로써, 결합 3차원 조형물의 발생을 방지할 수 있는 3차원 조형 방법의 구성을 제공하는 것을 과제로 하고 있고, 상기 과제를 달성할 수 있는 분말층의 형성 공정, 및 레이저 빔 또는 전자빔에 의해서 상기 분말층을 소결하는 소결 공정에 의한 3차원 조형 방법으로서, 이하의 작동을 하는 것에

(뒷면에 계속)

**대표도 - 도1**



의해서, 상기 과제를 달성할 수 있는 3차원 조형 방법.

a: 소결 표면에 있어서 발생한 불꽃의 형성 영역 폭의 촬영 및 불꽃에 의한 광 강도의 측정,

b: 시간 단위에 있어서 a의 영역 폭 및 광 강도가 기준 범위 내인 것이 검출되었을 경우에는, 다음의 시간 단위 내의 소결, 또는 다음의 분말층 형성 공정을 계속하는 지령,

c: 시간 단위에 있어서 a의 영역 폭 및 광 강도가 기준 범위로부터 이탈하는 상태가 발생하고 있는 것이 검출되었을 경우에는, 소결 불량이 생긴 취지의 판단하에, 다음의 시간 단위 내의 소결, 또는 다음의 분말층 형성 공정을 중지하는 지령.

(52) CPC특허분류

*B28B 1/001* (2013.01)

*B29C 64/153* (2017.08)

*B33Y 10/00* (2013.01)

*B33Y 50/00* (2013.01)

*G01N 23/203* (2013.01)

*B22F 2003/1057* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2004277881 A

US09696142 B2

US20040173946 A1

US20130343947 A1

US20160184893 A1

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

분말층 형성 공정과, 이동하는 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사에 의해서 상기 분말층을 소결하는 소결 공정과의 교대의 반복으로 이루어지는 적층을 수반하는 3차원 조형 방법으로서, 상기 소결 공정에서, 이하의 프로세스를 채용하고 있는 3차원 조형 방법.

- a: 소결 영역의 전체 주위에 있어서의 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사를 원인으로 하여 분말의 비산에 수반하여 발생하는 불꽃의 촬영, 및 상기 불꽃에 의한 광 강도의 측정,
- b: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 및 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 및 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있지 않는 것이 검출되었을 경우에는, 다음의 시간 단위에서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 계속하는 취지의 지령,
- c: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 또는 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 또는 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있는 것이 검출되었을 경우에는, 소결 불량이 발생하고 있는 취지의 판단하에, 다음의 시간 단위에서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 중지하는 취지의 지령,
- d: c의 지령의 원인인 소결 불량을 발생한 소결 부위, 및 그 후의 시간 단위 내에서의 소결 부위의 불꽃의 형성 영역의 촬영,
- e: d에 있어서의 각 불꽃의 형성 영역 폭이 변화하고 있지 않거나, 또는 완만한 변화인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하고, d에 있어서의 각 불꽃의 형성 영역 폭이 급변하고 있는 경우에는, c의 지령의 원인인 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하는 것.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

d의 각 불꽃의 형성 영역 폭 중, c의 지령의 원인인 소결 불량이 발생하고 있는 소결 부위에 있어서의 불꽃의 형성 영역 폭과, 그 후의 소결 부위 중, 1개소의 소결 부위에 있어서의 불꽃의 형성 영역 폭과의 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위 이내인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이, 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하고,

상기 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위를 일탈하고 있는 경우에는, 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하는 것을 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

**청구항 3**

분말층 형성 공정과, 이동하는 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사에 의해서 상기 분말층을 소결하는 소결 공정과의 교대의 반복으로 이루어지는 적층을 수반하는 3차원 조형 방법으로서, 상기 소결 공정에서, 이하의 프로세스를 채용하고 있는 3차원 조형 방법.

- a: 소결 영역의 전체 주위에 있어서의 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사를 원인으로 하여 분말의 비산에 수반하여 발생하는 불꽃의 촬영, 및 상기 불꽃에 의한 광 강도의 측정,
- b: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 및 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 및 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있지 않는 것이 검출되었을 경우에는, 다음의 시간 단위에

서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 계속하는 취지의 지령,

c: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 또는 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 또는 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있는 것이 검출되었을 경우에는, 소결 불량이 발생하고 있는 취지의 판단하에, 다음의 시간 단위에서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 중지하는 취지의 지령,

f: c의 지령의 원인인 소결 불량이 발생한 부위, 및 그 후의 시간 단위 내에서의 소결 부위의 불꽃에 의한 광 강도의 기록,

g: f에 있어서의 각 광 강도가 변화하고 있지 않거나, 또는 완전한 변화인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하고,

f에 있어서의 각 광 강도가 급변하고 있는 경우에는, 상기 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하는 것.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

f의 각 광 강도 중, c의 지령의 원인인 소결 불량이 발생하고 있는 소결 부위에 있어서의 광 강도와, 그 후의 소결 부위 중, 1개소의 소결 부위에 있어서의 상기 광 강도와와의 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위 내에 있는 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하고,

상기 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위를 일탈하고 있는 경우에는, 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하는 것으로 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

소결 불량의 원인을 시정하고, 또한 c의 지령이 행해진 시간 단위에서 형성된 소결 영역, 또는 상기 소결 영역 및 상기 소결 영역의 하측에서 이미 적층되어 있는 전체 소결 영역을, 레이저 빔 또는 전자 빔에 의해서 용융하거나, 혹은 연화한 다음에, 상기 용융 혹은 연화 영역의 두께분 혹은 상기 소결 및 적층된 소결 영역의 두께분 만큼 제거하거나, 또는 상기 소결 영역과 전체 소결 영역을, 절삭 공구에 의해서 제거한 다음에, 다시 제거한 영역으로부터 적층 공정 및 소결 공정을 반복하는 것을 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

c의 지령에 있어서, 광 신호 또는 음성 신호에 의해서 소결 이상을 알리는 것을 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

소결 불량의 원인에 대응하여 다른 컬러의 광 신호를 선택하는 것을 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

소결 불량의 원인에 대응하여 다른 컬러의 광 신호를 선택하는 것을 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

#### 청구항 9

제 6 항에 있어서,

소결 불량률의 원인에 대응하여 다른 음성을 선택하는 것을 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

**청구항 10**

제 6 항에 있어서,

소결 불량률의 원인에 대응하여 다른 음성을 선택하는 것을 특징으로 하는 3차원 조형 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 분말층의 형성 공정, 및 상기 분말층에 대한 레이저 빔 또는 전자 빔에 의한 소결 공정을 반복하는 것에 기초하는 3차원 형상 조형물의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0002] 상기 3차원 조형 방법에 있어서는,
- [0003] A: 레이저 빔 또는 전자 빔의 분말층에 대한 조사에 관한 제어계의 이상에 의해서, 공급되는 빔이 과잉이거나 또는 부족한 것에 의해서, 각 빔의 공급이 정상인 경우에 비해 소결 표면이 평탄하지 않고, 개략 규칙적인 요철 상태를 형성하는 것,
- [0004] B: 분말층의 형성에 있어서, 상기 A의 요철 상태의 형성, 또는 절삭 칩이 들어가는 것을 원인으로 하여, 스퀴지의 이동이 곤란해지고, 균일한 평탄면의 실현에 지장이 발생하는 것, 또는 이미 소결이 행해진 층과 새롭게 소결이 행해진 층과의 용융에 의한 접합이 불완전한 것 등에 의한 분말층 표면의 이상을 원인으로 하여 분말층 표면이 평탄하지 않고, 불규칙적인 요철 상태를 형성하는 것,
- [0005] 에 기초하는 소결 불량률을 완전히 방지하는 것이 불가능한 상황에 있다.
- [0006] 그런데, 3차원 조형 방법에 있어서는, 밀폐된 장치에 있어서, 적층 및 소결 공정이 반복되기 때문에, 상기 A, B와 같은 소결 불량률이 간과되고, 반복에 의한 전체 적층 공정 및 전체 소결 공정이 종료된 후에 비로소 판명된다는 것이 부정할 수 없는 실정이다.
- [0007] 레이저 빔 또는 전자 빔을 분말층 표면에 조사했을 경우에는, 분말의 비산(스퍼터링)에 수반하여 도 7에 나타내는 바와 같이, 불꽃이 항상 발생하고 있다.
- [0008] 상기 A, B와 같은 소결 불량률이 생겼을 경우에는, 불꽃은, 정상인 소결과 다른 형태를 나타내는 것이 경험칙상 알려져 있다.
- [0009] 그런데, 종래 기술에 있어서는, 소결에 있어서 발생하는 불꽃에 착안하여, 소결 불량률을 검출한다고 하는 기술적 발상은 전혀 제창되어 있지 않다.
- [0010] 덧붙여서, 특허문헌 1에 있어서는, 3차원 조형에 있어서 분말의 비산에 수반하여 발생하는 불꽃에 대해서는, 이상인 조형의 원인으로 간주되고 있는 것에 불과하다.
- [0011] 게다가, 특허문헌 1 이외에, 각 빔의 조사에 있어서 발생하는 불꽃에 착안하여, 상기 불꽃을 3차원 조형에 있어서 적극적으로 활용하고자 하는 공지 기술 문헌은 발견되지 않는다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0012] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2004-277881호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0013] 본 발명은, 분말층에 대한 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사에 있어서, 분말의 비산(스퍼터링)에 수반하여 발생하

는 불꽃에 착안하여, 소결 불량을 신속하게 검출하고, 또한 상기 소결 불량 영역을 포함하는 것에 의한 3차원 조형물의 결합 제품의 발생을 방지하는 것을 가능하게 하는 3차원 조형 방법의 구성을 제공하는 데에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 기본 구성은,
- [0015] (1) 분말층 형성 공정과, 이동하는 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사에 의해서 상기 분말층을 소결하는 소결 공정과의 교대의 반복으로 이루어지는 적층을 수반하는 3차원 조형 방법으로서, 상기 소결 공정에서, 이하의 프로세스를 채용하고 있는 3차원 조형 방법.
- [0016] a: 소결 영역의 전체 주위에 있어서의 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사를 원인으로 하여 분말의 비산에 수반하여 발생하는 불꽃의 촬영, 및 상기 불꽃에 의한 광 강도의 측정,
- [0017] b: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 및 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 및 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있지 않는 것이 검출되었을 경우에는, 다음의 시간 단위에서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 계속하는 취지의 지령,
- [0018] c: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 또는 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 또는 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있는 것이 검출되었을 경우에는, 소결 불량이 발생하고 있는 취지의 판단하에, 다음의 시간 단위에서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 중지하는 취지의 지령,
- [0019] d: c의 지령의 원인인 소결 불량을 발생한 소결 부위, 및 그 후의 시간 단위 내에서의 소결 부위의 불꽃의 형성 영역의 촬영,
- [0020] e: d에 있어서의 각 불꽃의 형성 영역 폭이 변화하고 있지 않거나, 또는 완만한 변화인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하고,
- [0021] d에 있어서의 각 불꽃의 형성 영역 폭이 급변하고 있는 경우에는, c의 지령의 원인인 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하는 것,
- [0022] (2) 분말층 형성 공정과, 이동하는 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사에 의해서 상기 분말층을 소결하는 소결 공정과의 교대의 반복으로 이루어지는 적층을 수반하는 3차원 조형 방법으로서, 상기 소결 공정에서, 이하의 프로세스를 채용하고 있는 3차원 조형 방법.
- [0023] a: 소결 영역의 전체 주위에 있어서의 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사를 원인으로 하여 분말의 비산에 수반하여 발생하는 불꽃의 촬영, 및 상기 불꽃에 의한 광 강도의 측정,
- [0024] b: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 및 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 및 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있지 않는 것이 검출되었을 경우에는, 다음의 시간 단위에서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 계속하는 취지의 지령,
- [0025] c: 각 소결 공정에 필요한 시간 이내의 시간 단위에 있어서, a에 의해서 촬영된 불꽃의 형성 영역 폭 또는 상기 a에 의해서 측정된 불꽃에 의한 광 강도가, 소결 불량을 일으키지 않은 상태에 있는 상기 영역 폭에 의한 기준 또는 상기 광 강도에 의한 기준의 각 범위를 일탈하고 있는 것이 검출되었을 경우에는, 소결 불량이 발생하고 있는 취지의 판단하에, 다음의 시간 단위에서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 중지하는 취지의 지령,
- [0026] f: c의 지령의 원인인 소결 불량이 발생한 부위, 및 그 후의 시간 단위 내에서의 소결 부위의 불꽃에 의한 광 강도의 기록,
- [0027] g: f에 있어서의 각 광 강도가 변화하고 있지 않거나, 또는 완만한 변화인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하고,
- [0028] f에 있어서의 각 광 강도가 급변하고 있는 경우에는, 상기 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취

지의 판단을 행하는 것,

[0029] 으로 이루어진다.

**발명의 효과**

[0030] 상기 기본 구성 (1), (2)에 있어서는, c의 지령을 수반하는 소결 불량률의 검출에 의해서 다음의 시간 단위에 있어서의 소결 공정, 또는 다음의 분말 형성 공정을 중지하는 것이 가능해지고, 소결 불량률의 발생을 도과한 것에 의해서 또한 적층 및 소결을 행한다고 하는 쓸데없는 공정을 방지하고, 나아가서는, 소결 불량 영역을 포함하는 3차원 조형물로서의 결합 제품의 발생을 피하는 것이 가능해진다.

[0031] 게다가, 소결 불량률의 원인을 해명하고, 또한 상기 원인을 시정하는 한편, 상기 소결 불량률에 생긴 전체 소결 영역, 또는 상기 전체 영역 및 이미 적층된 소결 영역을 용융하거나, 혹은 연화하는 것에 의해서 제거하거나, 또는 상기 각 전체 소결 영역을, 절삭 공구에 의해서 제거한 다음에, 다시 적층 공정 및 소결 공정을 반복했을 경우에는, 상기 소결 불량률의 발생에도 불구하고, 효율적인 3차원 조형물의 제조를 실현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0032] 도 1은 본 발명의 3차원 조형 방법을 실현하는 장치에 관한 모식도로서, (a)는, 측단면도를 나타내고, (b)는, 불꽃의 발생 영역을 촬영하고, 또한 불꽃의 광 강도를 측정하는 장치의 배치 상황을 나타내는 평면도를 나타낸다.

도 2는 기본 구성 (1), (2)에 있어서의 프로세스 a, b, c를 실현하는 플로우차트를 나타낸다.

도 3은 불꽃의 형성 영역 폭의 시간적 추이를 나타내는 그래프로서, (a)는, 배경 기술의 항 A에 기재된 제어의 이상을 원인으로 하는 상기 영역 폭의 변화 상황을 나타내고 있고, (b)는, 배경 기술의 항 B에 기재된 분말층 표면의 이상을 원인으로 하는 상기 영역 폭의 변화 상황을 나타낸다.

도 4는 기본 구성 (1)에 있어서 도 3에 나타내는 변화의 상황의 상이에 기초하여, d, e의 프로세스를 실현하는 것에 관한 플로우차트를 나타낸다.

도 5는 불꽃에 의한 광 강도의 시간적 추이를 나타내는 그래프로서, (a)는, 배경 기술의 항 A에 기재된 제어계가 이상인 경우의 상기 광 강도의 변화 상황을 나타내고 있고, (b)는, 배경 기술의 항 B에 기재된 분말층 표면이 이상인 경우의 상기 광 강도의 변화 상황을 나타낸다.

도 6은 기본 구성 (2)에 있어서 도 5에 나타내는 변화의 상황의 상이에 기초하여, f, g의 프로세스를 실현하는 것에 관한 플로우차트를 나타낸다.

도 7은 3차원 조형을 하고 있는 컨테이너(용기) 내에 있어서 레이저 빔 또는 전자 빔의 조사를 원인으로 하여 분말층 표면에 불꽃이 발생하고 있는 것을 나타내는 사진이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0033] 상기 기본 구성 (1), (2)에 있어서는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 컨테이너(용기)(1) 내에 있어서 적층되어 있는 분말 및 상기 분말에 기초하는 소결 생성물을 탑재하는 테이블(2), 컨테이너(1)에 대한 분말 공급 용구(3), 급부된 분말을 평탄하게 하기 위한 스쿠지(4), 레이저 빔 또는 전자 빔 공급원(5), 및 이들 빔을 이동 가능하게 하기 위한 스캐너 장치(6), 및 컨트롤러(10)를 필요로 하는 점에 있어서는, 종래 기술의 경우와 마찬가지로, 소결 영역의 전체 주위에 있어서, 불꽃 촬영 장치(8) 및 불꽃에 의한 광 강도 측정 장치(9)를 구비하고 있다.

[0034] 불꽃은, 소결면에서 발생하고 있는 이상, 불꽃 촬영 장치(8) 및 불꽃에 의한 광 강도 측정 장치(9)는, 소결면 이상의 높이 영역에 설치되어 있다.

[0035] 또한, 광 강도 측정 장치(9)는, 불꽃에 의한 광의 광도 및 조도 중 어느 쪽도 기준으로 할 수 있다.

[0036] 상기 기본 구성 (1), (2)의 b, c 에 있어서는, 상기 영역 폭 및 상기 광 강도에 관한 평가를 행하기 위해서, 각 소결 공정 이내의 시간 단위를 설정하고 있는데, 그 근거는, 측정시마다 평가를 행하는 것은 극히 번잡하고 또한 무의미한 것이기 때문에, 효율적인 평가를 행하는 데에 있다.

[0037] 상기 시간 단위는, 각 소결 공정의 시간인 경우도 포섭되어 있지만, 상기 시간의 1/10 ~ 1/2와 같은 시간도 선

택하여 설정할 수 있다.

- [0038] 상기 기본 구성 (1), (2)에 있어서의 프로세스 a, b, c는, 도 2의 플로우차트에 나타내는 바와 같고, 소결 불량을 일으키지 않은 상태로, 미리 설정되어 있는 기준이 되는 불꽃의 형성 영역 폭 및 불꽃에 의한 광 강도의 범위 내에 있는 경우에는, b와 같이, 다음의 시간 단위의 소결, 또는 다음의 분말층 형성 공정을 계속하는 취지의 지령을 행하는데, 소결 불량을 일으키고 있는 경우로서, 미리 설정되어 있는 기준이 되는 불꽃의 형성 영역 폭 또는 불꽃에 의한 광 강도의 범위를 초과하고 있는 경우, 즉 상기 기준 범위보다 큰 경우 또는 작은 경우 중 어느 쪽에 있어서도, c와 같이, 다음의 시간 단위의 소결, 또는 다음의 분말층 형성 공정을 중지하고 있다.
- [0039] 소결 불량이 생기지 않은 경우인 상기 기준 범위는, 각 소결 공정에 있어서, 소결 불량이 생기지 않은 것이 확인되었을 경우의 불꽃의 형성에 있어서의 최대폭 및 최소폭, 및 광 강도에 있어서의 광도 또는 조도의 최대값 및 최소값에 기초하는 데이터에 의해서 미리 각 소결 공정마다 설정되어 있다.
- [0040] a의 측정에 의한 불꽃의 형성 영역 폭 및 불꽃에 의한 광 강도가 상기한 기준 범위를 일탈하고 있는 경우에, c와 같은 중지를 선택하는 근거는 이하와 같다.
- [0041] 배경 기술의 항 A에 기재된 레이저 빔 또는 전자 빔의 제어에 관한 이상이 발생했을 경우로서, 이들 빔이 소결 불량을 발생시키지 않는 적절한 양을 초과하고 있는 경우에는, a의 촬영에 의한 불꽃의 형성 영역 폭은, 소정의 화상 범위를 초과하고 있고, 마찬가지로 a의 측정에 의한 광 강도는, 소정의 수치 범위를 초과하고 있는 반면, 이들 빔이 부족한 경우에는, 상기 영역 폭은 소정의 화상 범위에 도달하지 않고, 또한 상기 광 강도는 소정의 수치 범위 미만이 될 수밖에 없다.
- [0042] 이들 빔이 적절한 양을 초과하고 있는 경우 및 부족한 경우 중 어느 쪽에 있어서도, 소결 표면에 있어서는, 정상인 소결의 경우에 비해, 개략 규칙적인 요철 상태가 형성되고 있는 이상, 상기 영역 폭이 소정의 화상 범위를 일탈하고, 게다가 상기 광 강도가 소정의 수치 범위를 일탈하고 있는 경우에는, 소결 불량과 대응하고 있고, c의 중지의 선택이 적절한 것을 의미하고 있다.
- [0043] 한편, 배경 기술의 항 B에 기재된 분말층 표면의 이상의 경우에는, 상기 이상인 표면에서는, 불규칙한 요철 상태가 형성되어 있는 것에 의해서, 평면 방향(실제로는 수평 방향)에 있어서의 단위면적당의 분말의 표면적이 증가하고 있기 때문에, 불꽃의 형성 영역 폭은, 정상인 분말층 표면의 경우에 비해, 큰 화상폭을 나타냄과 함께, 불꽃의 광 강도도 또한 정상인 분말층 표면의 경우에 비해, 큰 수치가 되고, c의 선택이 적절한 것으로 귀결된다.
- [0044] 게다가, c의 지령의 원인이 되는 소결 불량은, 거의 대부분의 경우 상기 A, B의 원인으로 부터 유래되고 있다.
- [0045] 이렇게 하여, 소결 불량이 생기지 않은 경우의 불꽃의 형성 영역 폭 또는 불꽃에 의한 광 강도에 있어서의 기준 범위에 기초하여 c의 중지 지령을 발하는 것은 극히 적절하며, 이러한 지령에 의해서, 더욱 더 적층 및 소결의 반복이라고 하는 무의미하고 쓸데없는 공정의 발생을 방지하고, 나아가서는 결함을 수반하는 3차원 조형물의 제조를 피할 수 있다.
- [0046] 소결 불량이 생기지 않은 경우의 상기 영역 폭의 화상 범위, 및 상기 광 강도의 기준이 되는 수치 범위의 설정은, 이하와 같다.
- [0047] 3차원 조형 방법에 있어서는, 조형 대상물의 종류에 따라서 적절한 레이저 빔 또는 전자 빔의 강도의 범위가 특정되어 있다.
- [0048] 따라서, 상기 A의 이상인 빔의 공급을 원인으로 하는 요철 상태에 도달하지 않는 기준에 대해서는, 각 종류의 조형 대상물에 대해, 소정의 시간 단위 및 소정의 측정 위치하에 정상인 레이저 빔 또는 전자 빔의 공급량을, 정상인 상태로부터 순차 증가 및 감소시켜서, 적절한 요철 상태의 한계에 도달하는 공급을 행하고, 상기 한계의 단계에서의 불꽃(7)의 형성 영역 폭 및 불꽃(7)에 의한 광 강도를 측정하는 것에 의해서, 상기 공급량이 과잉인 단계에 도달하기 직전의 최대값 및 부족한 상태에 도달하기 직전의 최소값을 미리 설정할 수 있다.
- [0049] 한편, 3차원 조형 대상물의 대부분의 종류에 있어서, 정상, 즉 평탄한 분말 표면 상태는 공통하고 있다.
- [0050] 이 점을 고려하여, 상기 B의 이상인 요철 상태에 도달하지 않는 기준에 대해서는, 소정의 시간 단위 및 소정의 측정 위치하에, 절삭 칩의 인입 등을 원인으로 하여, 평탄면의 실현에 지장을 일으키는 스퀴지(4)의 이동 곤란한 상태, 또는 불충분한 소결에 의한 불안정한 용융 상태를 설정하는 것에 의해서 상기 불규칙한 정도 및 불안정한 정도를 점차 감소시킨다고 하는 개별의 실험에 의해서, 정상인 평탄 상태와 이상인 요철 상태의 경계 단계



를 확인하고, 상기 확인을 행한 단계에서의 불꽃(7)의 형성 영역 폭 및 불꽃(7)에 의한 광 강도를 측정하는 것에 의해서, 불규칙한 상태에 도달하기 직전의 최소값을 미리 설정할 수 있다.

- [0051] 상기 영역 폭과, 상기 광 강도는, 거의 대부분의 경우 대응 관계에 있고, 전자가 기준 범위 내에 있는 경우에는, 후자도 마찬가지로이며, 전자가 기준 범위를 이탈하고 있는 경우에는, 후자도 또한 마찬가지이다.
- [0052] 단, 극히 예외적이기는 하지만, 이러한 대응 관계가 성립하지 않고, 전자가 기준 범위 내에 있음에도 불구하고, 후자가 기준 범위로부터 이탈하고 있는 경우, 또는 그 반대의 경우가 발생하는 것을 부정할 수 없다.
- [0053] 이 때문에, b의 계속 지령의 경우에는, 쌍방이 각 기준의 범위 내에 있는 것을 요건으로 하는데 비해, c의 중지 지령의 경우에는, 어느 한쪽이 각 기준의 범위를 이탈하고 있는 것을 요건으로 하고 있다.
- [0054] 또한, 도 2의 플로우차트에 있어서는, b와 c의 준별(峻別)에 관해, 상기 영역 폭 및 광 강도가 기준 범위 내에 있는지 아닌지의 판단을 행하고 있지만, 상기 판단이 "No"로서 부정되었을 경우에는, 적어도 어느 한쪽이 각 기준의 범위를 이탈하고 있는 이상, 상기 판단으로부터 또 어느 한쪽이 각 기준의 범위를 이탈하고 있는지 아닌지를 판단할 필요는 없다.
- [0055] c의 지령의 원인이 되는 소결 불량 발생했을 경우에는, 통상 그 원인이 규명되게 된다.
- [0056] 상기 소결 불량 발생의 원인을 규명하기 위해서, 기본 구성 (1)에 있어서는, 이하와 같은 프로세스를 채용하고 있다.
- [0057] d: c의 지령의 원인인 소결 불량을 발생한 소결 부위, 및 그 후의 시간 단위 내에서의 소결 부위의 불꽃의 형성 영역의 촬영,
- [0058] e: d에 있어서의 각 불꽃의 형성 영역 폭이 변화하고 있지 않거나, 또는 완만한 변화인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량 발생의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하고,
- [0059] d에 있어서의 각 불꽃의 형성 영역 폭이 급변하고 있는 경우에는, c의 지령의 원인인 소결 불량 발생의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하는 것.
- [0060] e에 의한 판단의 근거는, 이하와 같다.
- [0061] 상기 A가 제어계에 관한 이상을 원인으로 하는 소결 불량 발생의 경우에는, 레이저 빔 또는 전자 빔은, 과잉이거나 또는 부족한 상태에 있지만, 이러한 과잉 상태 또는 부족 상태가 계속되는 것이기 때문에, 상기 영역 폭은, 소결 부위가 달라서, 변화되고 있지 않거나(단, 거의 변화되고 있지 않다고 하는 근사적으로 변화되고 있지 않는 경우도 포함한다.), 또는 완만한 변화를 나타내고 있는 것에 불과하다.
- [0062] 따라서, d와 같이, c의 지령의 원인이 된 소결 불량 발생의 부위에서의 상기 영역 폭에 대해, 그 후의 소결 부위에서의 영역 폭은, 도 3(a)에 나타내는 바와 같이, 변화하지 않거나 또는 완만한 변화를 나타내는 것에 불과하다.
- [0063] 이것에 비해, 상기 B와 같은 분말층 표면의 이상을 원인으로 하는 소결 불량 발생의 경우에는, 상기 소결 불량 발생의 부위가 반드시 연속하고 있는 것이 아닌 한편, 분말층의 요철 상태는 불규칙하다.
- [0064] 따라서, c의 지령의 원인이 된 소결 불량 발생이 생기고 있는 소결 부위 이후에 상기 영역 폭이 촬영되고 있는 소결 부위가 여전히 소결 불량 상태인 경우에는, 불규칙한 요철 상태가 당초의 소결 불량 발생의 요철 상태와는, 명백히 상이한 것에 의해서, 상기 영역 폭도 또한 상이하다.
- [0065] 한편, 그 후의 소결 부위에 있어서 이미 소결 불량이 소실되고 있는 경우에는, 상기 영역 폭은 b의 기준 범위 내에 있는 이상, c의 지령의 원인으로 대응하는 당초의 상기 영역 폭과는, 명백히 상이하다.
- [0066] 따라서, c의 지령의 원인이 된 소결 불량 발생이 생기고 있는 소결 부위에서의 상기 영역 폭에 비해, 그 후의 소결 부위에서의 상기 영역 폭은, 도 3(b)에 나타내는 바와 같이, 급변하고 있다.
- [0067] 이와 같이, 상기 A의 경우와 상기 B의 경우는, 상기 영역 폭의 추이가 명백히 상이하기 때문에, 스펙트럼 화상의 변화 상태도 상이하고, e와 같은 판단이 가능해진다.
- [0068] e에 의한 판단은, c의 지령의 원인이 된 소결 불량에 대응하는 상기 영역 폭과, 그 후의 소결 영역에 대응하는 상기 영역 폭과의 변화 상태에 대한 육안 관찰에 의해서 실현될 수 있다.
- [0069] 그렇지만, 상기 판단을 자동화하고, 또한 상기 판단을 표시하는 경우에는, 소정의 수치 제어를 필요로 한다.
- [0070] 그러기 위해서는, 도 4의 플로우차트에 나타내는 바와 같이, d의 각 불꽃의 형성 영역 폭 중, c의 지령의 원인

인 소결 불량 발생하고 있는 소결 부위에 있어서의 불꽃의 형성 영역 폭과, 그 후의 소결 부위 중, 1개소의 소결 부위에 있어서의 불꽃의 형성 영역 폭과의 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위 이내인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이, 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하고,

- [0071] 상기 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위를 일탈하고 있는 경우에는, 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하는 것을 특징으로 하는 실시형태를 채용하면 좋다.
- [0072] 상기한 소정의 수치 범위를 미리 기준으로서 설정하는 것은, 각 소결 공정에 있어서, 상기 A와 같이, 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상이 최대 상태인 경우에 대해, 각 시간 단위의 복수 개소에 대해, 미리 분말의 비산에 수반하는 불꽃의 형성 영역 폭을 촬영하고, 또한 상기 영역 폭의 변화 상태에 관한 데이터를 미리 작성한 다음에, 현실의 판단에 있어서는, 상기한 2개소의 소결 부위에 있어서의 상기 영역 폭의 비율 또는 차분에 의한 수치를 채용하는 것에 의해서 실현될 수 있다.
- [0073] 상기 수치도 또한, 조형 대상물의 원료, 나아가서는, 각 빔의 조사 강도, 및 상기 영역 폭 및 상기 광 강도를 측정하는 측정 장치의 성능에 따라서 상이하고, 일반적으로 상기 기준 범위에 의한 수치 범위를 특정하는 것은 불가능하다.
- [0074] 상기 소결 불량의 원인을 규명하기 위해서 기본 구성 (2)에 있어서는, 이하와 같은 프로세스를 채용하고 있다.
- [0075] f: c의 지령의 원인인 소결 불량 발생 부위, 및 그 후의 시간 단위 내에서의 소결 부위의 불꽃에 의한 광 강도의 기록,
- [0076] g: f에 있어서의 각 광 강도가 변화하고 있지 않거나, 또는 완만한 변화인 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하고,
- [0077] f에 있어서의 각 광 강도가 급변하고 있는 경우에는, 상기 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단을 행하는 것.
- [0078] f와 같이 상기 광 강도의 기록에 의해서, g와 같은 판단이 가능한 근거는, 이하와 같다.
- [0079] d의 촬영 및 e의 판단에 입각해서 설명한 바와 같이, A를 원인으로 하는 경우에는, 분말의 비산을 수반하는 불꽃의 발생 상태는 변화하고 있지 않거나(단, 거의 변화되고 있지 않다고 하는 근사적으로 변화되고 있지 않는 경우도 포함한다.) 또는 완만한 변화를 행하고 있는 것에 불과하다.
- [0080] 그 결과, 불꽃에 의한 광 강도도 또한 도 5(a)에 나타내는 바와 같이, 변화하고 있지 않거나 또는 완만한 변화를 나타내고 있는 것에 불과하다.
- [0081] 이것에 대해, 상기 B를 원인으로 하고 있는 경우에는, 분말층 표면에 있어서의 요철 상태는 급변하고 있고, 그 결과, c의 지령의 원인이 된 소결 부위에 있어서의 상기 광 강도와, 그 후의 소결 부위에 있어서의 상기 광 강도는, 도 5(b)에 나타내는 바와 같이 급변하고 있다.
- [0082] 이와 같이, 상기 A의 경우와 상기 B의 경우는, 상기 광 강도의 변화의 추이가 명백히 상이하기 때문에, g와 같은 판단을 행할 수 있다.
- [0083] g에 의한 판단은, c의 지령의 원인이 된 소결 불량에 있어서의 상기 광 강도와, 그 후의 소결 영역에 있어서의 상기 광 강도와의 변화 상태에 대한 육안 관찰에 의해서 실현될 수 있다.
- [0084] 그렇지만, 상기 판단을 자동화하고, 또한 상기 판단을 표시하기 위해서는, 소정의 수치 제어를 필요로 한다.
- [0085] 그러기 위해서는, 도 6의 플로우차트에 나타내는 바와 같이, f의 각 광 강도 중, c의 지령의 원인인 소결 불량이 발생하고 있는 소결 부위에 있어서의 광 강도와, 그 후의 소결 부위 중, 1개소의 소결 부위에 있어서의 광 강도와의 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위 내에 있는 경우에는, c의 지령의 원인이 된 소결 불량의 원인이 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하고,
- [0086] 상기 상이가, 미리 준별 기준으로서 설정한 소정의 수치 범위를 일탈하고 있는 경우에는, 소결 불량의 원인이 분말층 표면의 이상에 있다는 취지의 판단 및 그 취지의 표시를 행하는 것을 특징으로 하는 실시형태를 채용하면 좋다.

- [0087] 상기한 소정의 수치 범위를 미리 기준으로 설정하는 것은, 상기 A와 같이, 레이저 빔 또는 전자 빔에 관한 제어계의 이상 상태가 최대 상태인 경우에 대해, 각 소결 공정에 있어서의 시간 단위에 입각해서, 상기 광 강도의 추이에 관한 데이터를 미리 작성하는 것에 의해서, 현실의 판단에 있어서는, 상기 2개소의 소결 부위에 있어서의 소결 강도에 관한 비율 또는 차분에 의한 수치의 기준을 채용하는 것에 의해서 실현될 수 있다.
- [0088] 상기 수치도 또한, 조형 대상물의 원료, 나아가서는, 각 빔의 조사 강도, 및 상기 영역 폭 및 상기 광 강도를 측정하는 측정 장치의 성능에 따라서 상이하고, 일반적으로 상기 기준 범위에 의한 수치 범위를 특정하는 것은 불가능하다.
- [0089] 이하, 실시예에 입각해서 설명한다.

**실시예 1**

- [0090] 실시예 1은, 소결 불량률의 원인을 시정하고, 또한 c의 지령이 행해진 시간 단위에서 형성된 소결 영역, 또는 상기 소결 영역 및 상기 소결 영역의 하측에서 이미 적층되어 있는 전체 소결 영역을, 레이저 빔 또는 전자 빔에 의해서 용융하거나, 혹은 연화한 다음에, 상기 용융 혹은 연화 영역의 두께분 혹은 상기 소결 및 적층된 소결 영역의 두께분만큼 제거하거나, 또는 상기 소결 영역과 전체 소결 영역을, 절삭 공구에 의해서 제거한 다음에, 다시 제거한 영역으로부터 적층 공정 및 소결 공정을 반복하는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0091] 실시예 1의 기술적 취지에 대해서 상세히 설명하자면, c의 지령의 원인이 되는 소결 불량률의 위치 및 그 근방을 레이저 빔 또는 전자 빔에 의해서 용융하고 또한 제거했다고 해도, 이러한 영역에 대해서 다시 적층 및 소결을 행하는 경우에는, 용융하여 제거한 영역에 대해 화상 해석을 행하고, 상기 해석에 기초하여 다시 적층 및 소결을 행하는 것이 필요할 수밖에 없다.
- [0092] 그렇지만, 그러한 화상 해석을 행하는 것, 및 상기 화상 해석에 기초하는 국소 영역에 있어서의 분말층 형성 공정 및 소결 공정을 실현하는 것은, 극히 번잡하고, 또한 비효율적이다.
- [0093] 이 때문에, 실시예 1에 있어서는, 상기 각 빔에 의해서 소결 불량률의 생긴 위치를 포함하는 전체 소결 영역, 또는 상기 전체 소결 영역뿐만이 아니라, 이미 형성되어 있는 전체 소결 영역을 용융한 다음에, 정확한 치수 측정에 기초하여, 상기 소결 영역의 두께분을 제거하거나, 또는 상기 전체 영역 및 그 하방의 이미 형성되어 있는 전체 소결 영역의 두께분을 제거한 다음에, 다시 적층 및 소결을 행하고 있다.
- [0094] 이러한 실시예 1의 경우에는, 상기와 같이 용융 및 제거한 영역 이외에 이미 형성되어 있는 소결층을 유효하게 이용하는 것이 가능해지고, 소결 불량률이 판명되었을 경우라도, 결함을 수반하지 않는 3차원 조형물의 제조가 가능해진다.

**실시예 2**

- [0095] 실시예 2는, c의 지령에 있어서, 광 신호 및/또는 음성 신호에 의해서 소결 이상을 알리는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0096] 이러한 특징점에 의해서, 소결 불량률에 대해 신속하게 대처할 수 있다.
- [0097] 특히, 소결 불량률의 원인이 상기 A, B 중 어느 쪽에 존재하는지에 입각해서 다른 컬러의 광 신호를 선택하는 경우 또는 다른 음성을 선택하는 경우에는, 소결 불량률의 원인을 신속하게 파악하고 또한 대처하는 것이 가능해진다.

**산업상 이용가능성**

- [0098] 이와 같이, 본 발명은, 소결 불량률을 신속하게 검출하는 것에 의해서, 효율적으로 3차원 조형물을 제조 가능하게 하는 한편, 결함을 수반하는 3차원 조형물의 제조를 방지할 수 있기 때문에, 본 발명은, 모든 3차원 조형 방법에 이용할 수 있다.

**부호의 설명**

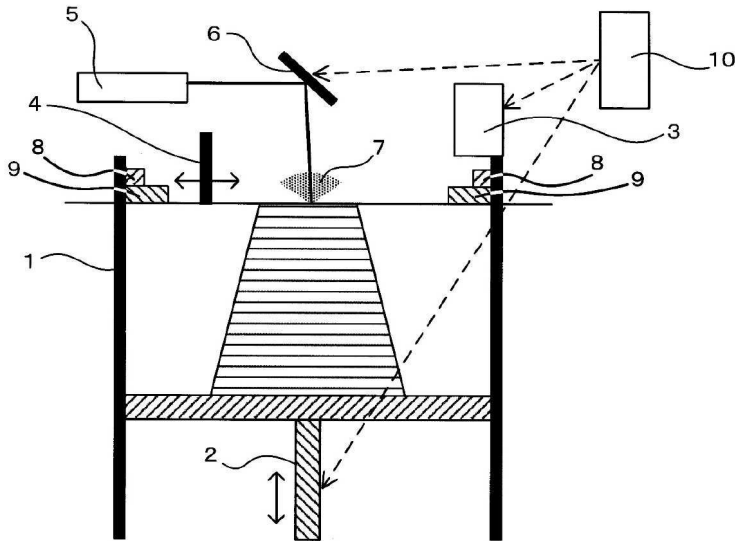
- [0099] 1: 컨테이너(용기)
- 2: 테이블

- 3: 분말 공급 용구
- 4: 스퀴지
- 5: 레이저 빔 또는 전자 빔 공급원
- 6: 스캐너
- 7: 불꽃
- 8: 불꽃의 형성 영역 폭 촬영 장치
- 9: 불꽃에 의한 광 강도의 측정 장치
- 10: 컨트롤러

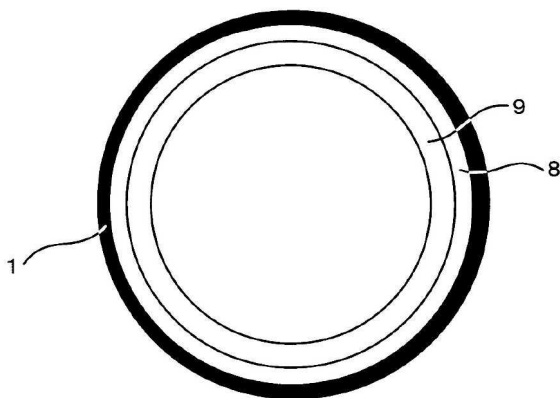
**도면**

**도면1**

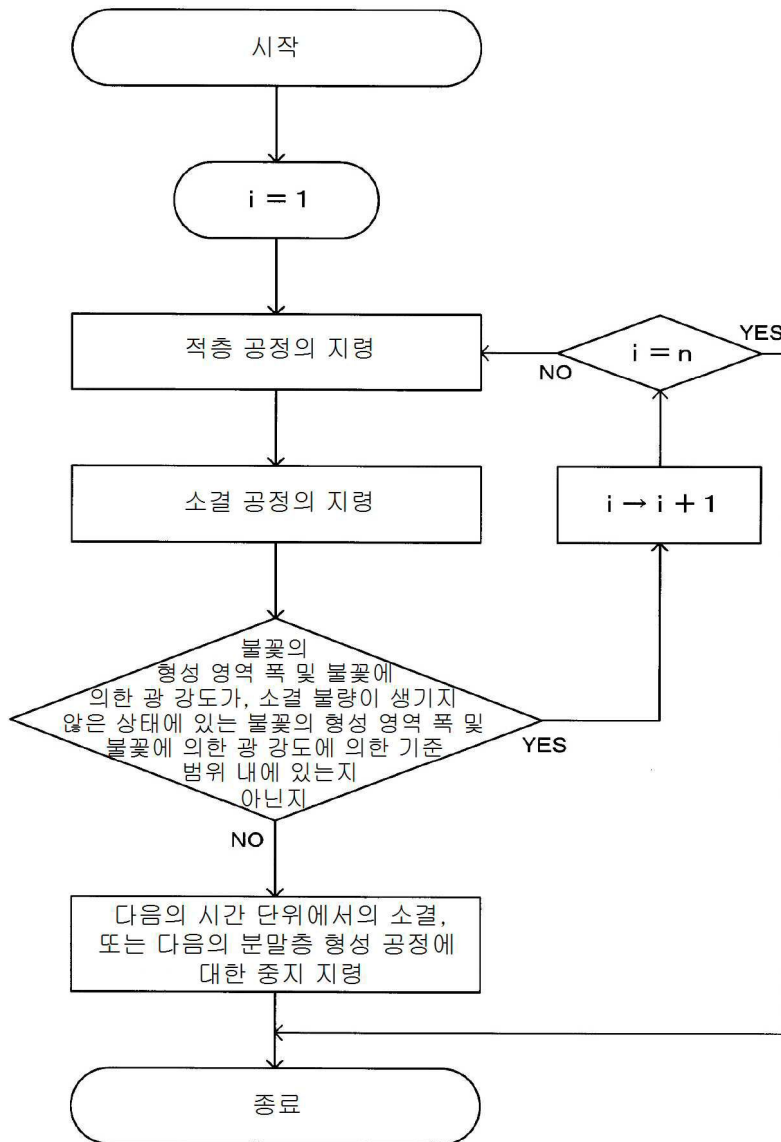
(a)



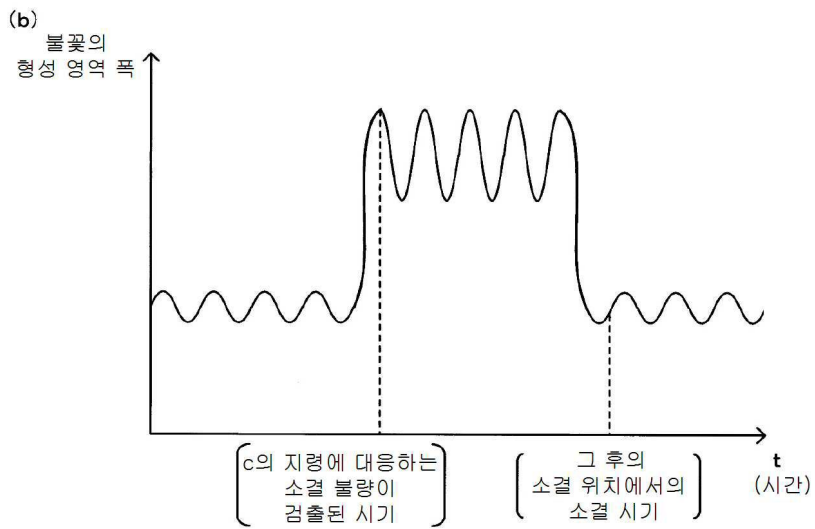
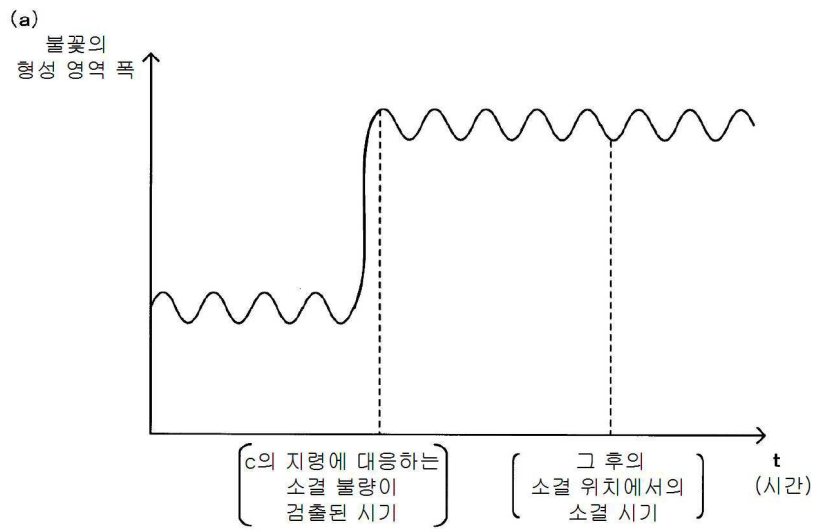
(b)



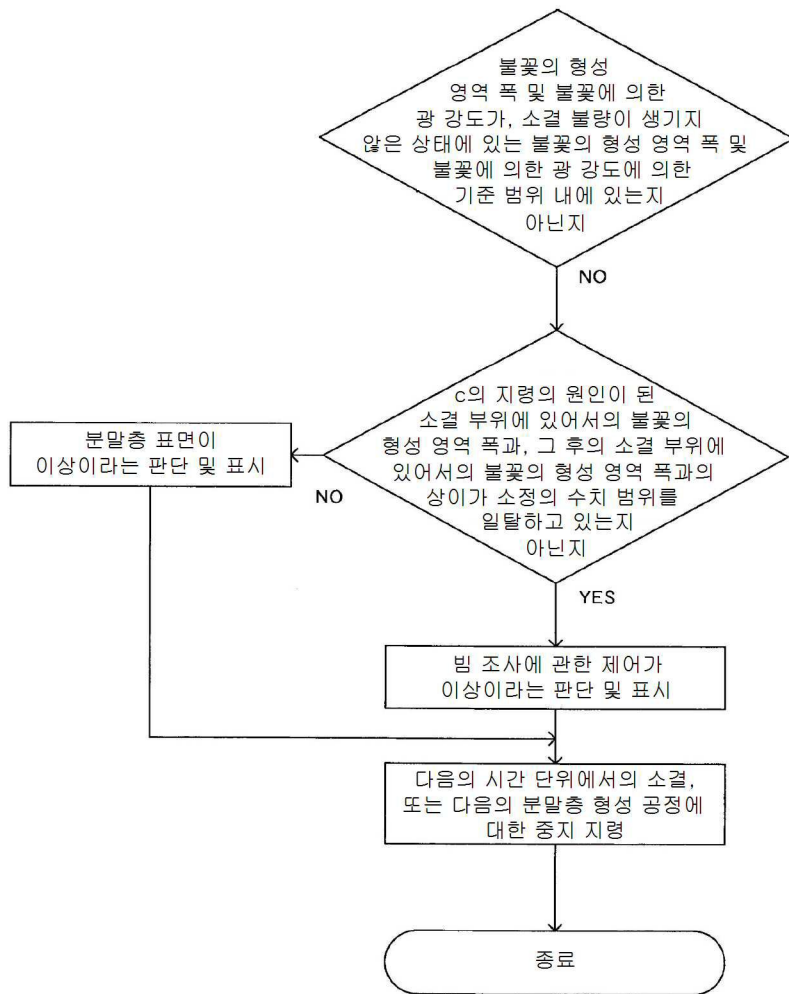
도면2



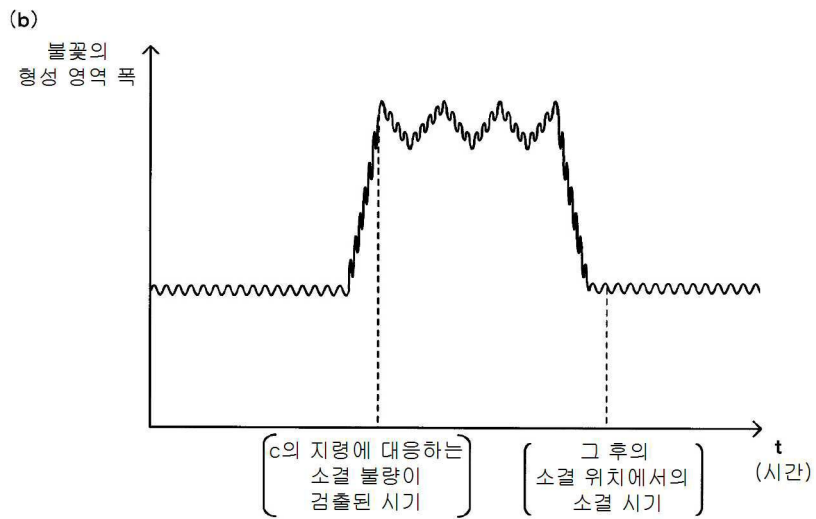
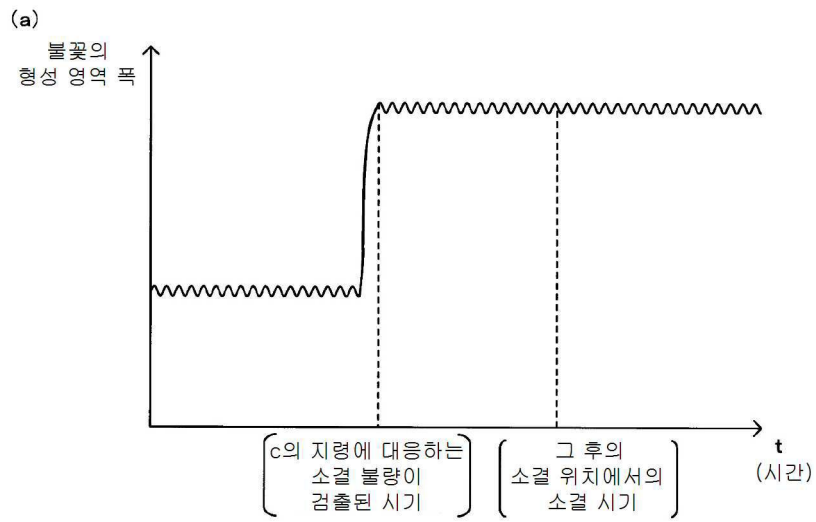
도면3



도면4

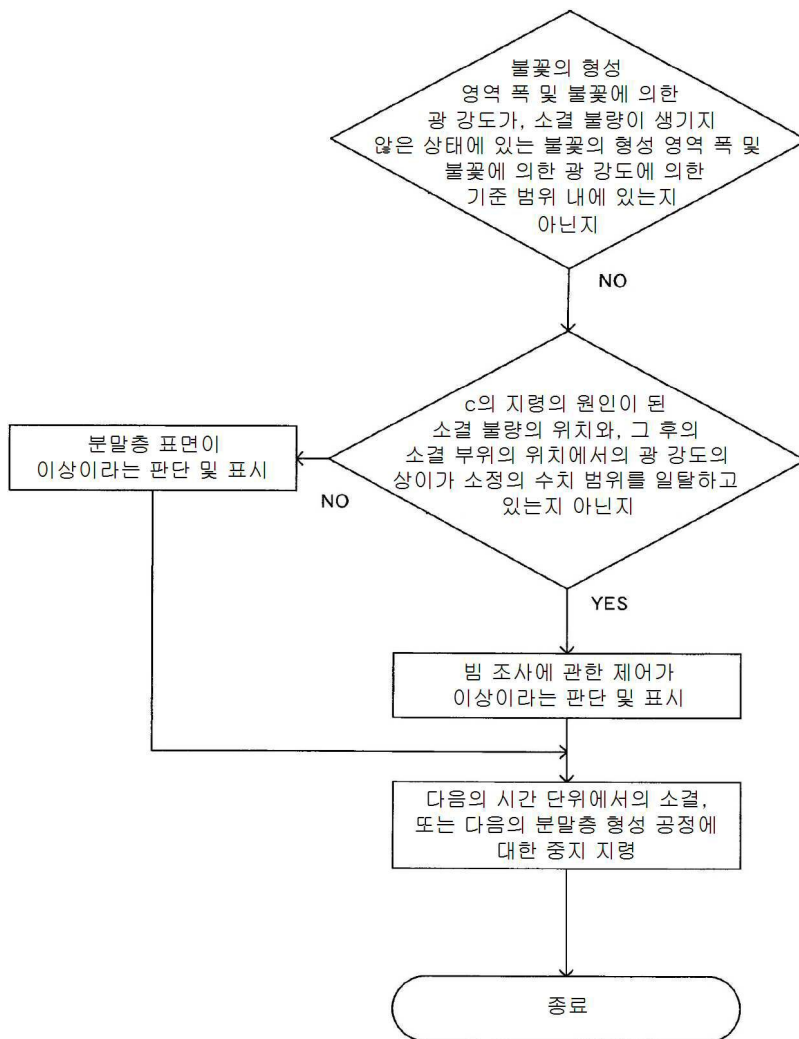


도면5





도면6



도면7

