



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0090964
 (43) 공개일자 2012년08월17일

- | | |
|--|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/25 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7005942
(22) 출원일자(국제) 2010년08월26일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2012년03월06일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/064483
(87) 국제공개번호 WO 2011/024895
국제공개일자 2011년03월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2009-198232 2009년08월28일 일본(JP) | (71) 출원인
가부시키가이샤 오펜
일본국 아이치켄 세토시 아카츠키쵸 3-24
(72) 발명자
요고, 테루아키
일본국 4898645 아이치켄 세토시 아카츠키쵸
3-24 가부시키가이샤 오펜 내
(74) 대리인
특허법인무한 |
|--|---|

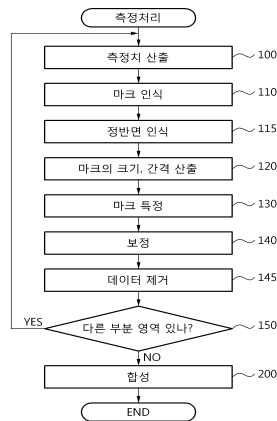
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 3차원 형상 측정 방법 및 3차원 형상 측정 시스템

(57) 요약

피측정물을, 그 피측정물이 재치된 정반면에 형성된 마크와 함께 측정한다. 마크는, 정반면에서 적어도 3개 이상 형성된다. 또, 마크는, 임의로 선택된 적어도 3개의 마크 각각의 크기와 그 마크 상호의 간격과의 조합이 일관되게 정해지도록 형성된다. 피측정물의 제1 부분의 3차원 형상을 나타내는 좌표치와, 피측정물의 제2 부분의 3차원 형상을 나타내는 좌표치가, 상기 마크에 의해 특정되는 기준 좌표계에 근거하여 좌표치로 변환되고, 변환된 후의 좌표치가 합성되고, 상기 피측정물 전체의 3차원 형상 데이터가 취득된다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

3차원 형상 측정기에 의해 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 방법에 있어서,
 상기 피측정물의 3차원 측정 시에 그 피측정물의 배경으로서 구성되는 배경면에, 적어도 3개 이상의 복수의 마크를 형성하는 단계이고, 상기 복수의 마크로부터 임의로 선택되는 적어도 3개의 마크 각각의 크기와 그 마크 상호의 간격과의 조합이 일관되게 정해지도록 상기 복수의 마크를 형성하는 단계와,
 상기 형성한 마크의 배치 정보를 기억 수단에 기억하는 단계와,
 상기 피측정물의 일부 또는 전부의 형상을 상기 3차원 형상 측정기에 의해 3차원 측정하는 단계이고, 측정 대상인 영역을 복수의 영역으로 분할하여 3차원 측정을 실행하고, 한편 각각의 측정마다, 적어도 3개의 상기 마크와 함께 상기 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 단계와,
 각각의 측정마다, 측정된 마크인 측정 마크의 정보와, 상기 기억 수단에 기억된 마크인 기억 마크의 배치 정보에 근거하여, 상기 피측정물의 3차원 형상을 나타내는 XYZ 좌표치를, 상기 기억 마크의 배치 정보를 기준으로 한 기준 좌표계에서의 좌표치로 변환하는 단계와,
 상기 XYZ 좌표치가 상기 기준 좌표계에서의 값으로 변환된 후의 좌표치를 합성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법.

청구항 2

3차원 형상 측정기에 의해 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 방법에 있어서,
 상기 피측정물의 3차원 측정 시에 그 피측정물의 배경으로서 구성되는 배경면에, 적어도 3개 이상의 복수의 마크를 형성하는 단계이고, 상기 복수의 마크로부터 임의로 선택되는 적어도 3개의 마크 각각의 크기와 그 마크 상호의 간격과의 조합이 일관되게 정해지도록 상기 복수의 마크를 형성하는 단계와,
 상기 형성한 마크의 배치 정보를 기억 수단에 기억하는 단계와,
 상기 피측정물의 일부 또는 전부의 형상을 상기 3차원 형상 측정기에 의해 3차원 측정하는 단계이고, 측정 대상인 영역을 복수의 영역으로 분할하여 3차원 측정을 실행하고, 한편 적어도 인접하는 2개의 영역의 측정에서는 그 2개의 영역에 공통되는 적어도 3개의 상기 마크와 함께 상기 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 단계와,
 인접하는 2개의 영역에 대해 측정하여 얻을 수 있던 측정치이며, 상기 피측정물의 3차원 형상을 나타내는 XYZ 좌표치를, 그 2개의 영역에 공통되는 적어도 3개의 상기 마크에 근거하여, 공통의 좌표계에서의 좌표치로 변환하는 단계와,
 상기 공통의 좌표계에서의 값으로 변환된 좌표치를 합성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 마크를, 기계 가공, 인쇄, 및 싺 첨부 중 적어도 하나의 방법에 따라 원형으로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 마크를, 기계 가공에 의해, 상기 배경면의 표면으로부터 소정의 깊이를 갖고 또한 저면을 가지는 홀 형상으로 형성하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 배경면은 평면이며,
 상기 피측정물을 상기 배경면에 재치하는 단계
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 상기 단계는,
 상기 피측정물의 형상을, 인접하는 측정 영역간에서 공통되는 상기 마크이며 적어도 3개의 상기 마크와 함께
 3차원 측정하는 단계
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 배경면은 평면이며,
 상기 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 상기 단계는,
 각각의 측정마다, 측정된 적어도 3개의 상기 마크에 근거하여 상기 배경면을 특정하는 단계
 를 포함하고,
 상기 변환하는 단계는,
 각각의 측정마다 특정된 배경면을 나타내는 데이터가 동일한 배경면을 나타내도록, 각각의 측정마다의 상기
 XYZ 좌표치를 보정하는 단계
 를 적어도 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법.

청구항 8

피측정물의 배경으로서 구성되는 배경면이고, 적어도 3개 이상의 복수의 마크가 형성된 배경면과,
 상기 마크의 배치 정보를 미리 기억하는 제어장치와,
 상기 제어장치에 의해 제어되고, 상기 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 3차원 형상 측정기를 구비하고,
 상기 제어 수단은,
 상기 3차원 형상 측정기에 의한 상기 피측정물의 3차원 측정에서, 적어도 3개의 상기 마크와 함께 상기 피측
 정물이 측정되도록 상기 3차원 형상 측정기를 제어하고,
 상기 3차원 형상 측정기에 의해 측정된 마크인 측정 마크의 정보와, 상기 제어 수단에 미리 기억된 마크인 기
 역 마크의 배치 정보에 근거하여, 상기 피측정물의 3차원 형상을 나타내는 XYZ 좌표치를, 상기 기억 마크의
 배치 정보를 기준으로 한 기준 좌표계에서의 좌표치로 변환하도록 구성되고,
 상기 제어 수단에 의해 변환된 후의 좌표치를 합성하는 수단을 구비하고,
 상기 복수의 마크는, 그 복수의 마크로부터 임의로 선택되는 적어도 3개의 마크 각각의 크기와 그 마크 상호
 의 간격과의 조합이 일관되게 정해지도록 형성되는
 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 국제출원은, 2009년 8월 28일에 일본 특허청에 출원한 일본 특허 출원 제2009-198232호에 근거하는 우선권을 주장하는 것이고, 일본 특허 출원 제 2009-198232호의 전내용을 본 국제출원에 원용한다.

[0003] 본 발명은, 피측정물의 3차원 형상을 측정하는 3차원 형상 측정 방법 및 3차원 형상 측정 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 종래, 피측정물의 3차원 형상을 측정하는 방법으로서, 2개의 격자 모양을 중첩했을 때에 생기는 간섭 무늬(무아레(moire)라고도 칭해진다)로부터 형상을 측정하는 방법이 알려져 있다. 예를 들면, 무아레 토포그래피(moire topography)가 잘 알려져 있다. 이 방법은, 피측정물 상에 격자 모양을 투영하는 단계, 피측정물 상에 투영된 격자 모양(보다 구체적으로는, 피측정물의 외형 형상에 의해 변형한 격자 모양)과, 기준이 되는 격자 모양을 중첩하는 단계, 그 중첩에 의해 생기는 무아레를 해석하는 단계를 포함한다. 무아레는, 일방의 격자 모양의 주기와 타방의 격자 모양의 주기에 차이가 있는 것에 의해 시각상 발생하는 줄무늬(간섭 무늬)이다. 이 무아레에는, 일방의 격자 모양의 주기의 차이에 따라(환언하면, 피측정물의 외형 형상에 따라), 등고선이라 말해지는 모양이 나타난다(도 8 참조). 이러한 무아레를 해석하는 것에 의해, 피측정물의 3차원 형상이 측정될 수 있다.

[0005] 또, 다음과 같은 방법도 알려져 있다. 구체적으로는, 피측정물에 슬릿 slit)광을 조사하는 단계, 슬릿광을 편향하여 그 슬릿광에 의해 피측정물을 주사하는 단계, 그 주사에 의해 발생하는 반사광이고 피측정물로부터의 반사광을 수광하는 단계를 포함한 방법이다. 이 방법에서는, 피측정물의 표면 형상에 근거하여 변형한 슬릿광(반사광)의 그 변형의 정도로부터, 3차원 형상이 측정 될 수 있다.

[0006] 또한, 어떻게 하던 이러한 측정 방법에서는, 피측정물의 전체 또는 일부가 촬상 장치(예를 들면 CCD 카메라)에 의해 촬상되고, 상술한 것과 같은 무아레, 혹은 슬릿광(반사광)이 해석된다.

[0007] 하지만, 피측정물의 크기에 따라서는(예를 들면, 피측정물이 비교적 작은 경우), 1회의 촬상에 의해 피측정물 전체를 해석하여도, 충분한 측정 정밀도를 얻을 수 있다. 한편, 피측정물의 크기에 따라서는(예를 들면, 피측정물이 비교적 큰 경우), 단 1회의 촬상에 의해 피측정물 전체를 촬상했다면 충분한 해상도를 얻을 수 없는 경우도 있을 수 있다.

[0008] 후자의 경우(충분한 해상도를 얻을 수 없는 것 같은 경우)에는, 촬상 및 측정을 분할하여 실시하는 방법을 채용할 수 있다. 구체적으로는, 피측정물의 일부가 촬상되고, 그 촬상된 부분에 대해 3차원 형상이 측정되도록 한다. 다음으로, 촬상 완료 부분 이외의 다른 부분이 촬상되고, 다른 부분에 대해 3차원 형상이 측정되도록 한다. 그리고, 이러한 측정을 반복하는 것으로, 피측정물 전체에 걸쳐 3차원 형상이 측정되는 방법을 채용할 수 있다. 즉, 분할하여 측정한 결과 얻을 수 있었던 각각의 측정치를 합성하여, 피측정물 전체의 3차원 형상의 데이터를 얻을 수 있다.

[0009] 특허 문헌 1에는, 피측정물의 3차원 형상을 분할하여 측정하는 방법에 대해 개시되고 있다. 특허 문헌 1에 개시된 방법에서는, 피측정물에 타겟이 복수 점착되고, 3차원 형상의 측정 시에, 소정의 타겟이 촬상 범위에 포함되도록 촬상된다. 구체적으로는, 연속하는 2회의 촬상에서 공통의 타겟이 양쪽 모두의 촬상 범위에 포함되도록 촬상된다. 그리고, 공통의 타겟을 기준으로서, 2개의 촬상 데이터, 즉 3차원 형상 측정 데이터가 합성된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본특허공개 2004-220510호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 하지만, 이러한 종래의 방법에서는, 피측정물의 크기에 따라서는 다수의 타겟이 피측정물에 접촉될 필요가 있다. 이 경우, 타겟의 접촉 작업에 시간 및 수고가 걸리게 된다. 또, 종래의 방법에서는, 피측정물 중 타겟을 접촉된 개소에 대해서는, 타겟이 있기 때문에 3차원 형상을 측정할 수 없다라고 하는 문제가 있었다.
- [0012] 본 발명의 과제는, 피측정물 전체의 3차원 형상의 간단하고 쉽고 또한 누락이 없는 측정을 실현하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 과제를 해결하기 위해 이루어진 본원발명의 방법은,
- [0014] 3차원 형상 측정기에 의해 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 방법이며,
- [0015] 피측정물의 3차원 측정 시에 그 피측정물의 배경으로서 구성되는 배경면에, 적어도 3개 이상의 복수의 마크를 형성하는 단계이고, 복수의 마크로부터 임의로 선택되는 적어도 3개의 마크 각각의 크기와 그 마크 상호의 간격과의 조합이 일관되게(一意) 정해지도록 복수의 마크를 형성하는 단계와,
- [0016] 형성한 마크의 배치 정보를 기억 수단에 기억하는 단계와,
- [0017] 피측정물의 일부 또는 전부의 형상을 3차원 형상 측정기에 의해 3차원 측정하는 단계이고, 측정 대상인 영역을 복수의 영역에 분할하여 3차원 측정을 실행하고, 한편 각각의 측정마다, 적어도 3개의 마크와 함께 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 단계와,
- [0018] 각각의 측정마다, 측정된 마크인 측정 마크의 정보와, 기억 수단에 기억된 마크인 기억 마크의 배치 정보에 근거하여, 피측정물의 3차원 형상을 나타내는 XYZ 좌표치를, 기억 마크의 배치 정보를 기준으로 한 기준 좌표계에서의 좌표치로 변환하는 단계와,
- [0019] XYZ 좌표치가 기준 좌표계에서의 값으로 변환된 후의 좌표치를 합성하는 단계
- [0020] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법이다.
- [0021] 본원발명에서, 인접하는 측정 영역에서, 공통의 마크가 측정되도록 구성하여도 무방하다.
- [0022] 예를 들면, 본원발명의 방법은,
- [0023] 3차원 형상 측정기에 의해 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 방법이며,
- [0024] 피측정물의 3차원 측정 시에 그 피측정물의 배경으로서 구성되는 배경면에, 적어도 3개 이상의 복수의 마크를 형성하는 단계이고, 복수의 마크로부터 임의로 선택되는 적어도 3개의 마크 각각의 크기와 그 마크 상호의 간격과의 조합이 일관되게 정해지도록 복수의 마크를 형성하는 단계와,
- [0025] 형성한 마크의 배치 정보를 기억 수단에 기억하는 단계와,
- [0026] 피측정물의 일부 또는 전부의 형상을 3차원 형상 측정기에 의해 3차원 측정하는 단계이고, 측정 대상인 영역을 복수의 영역에 분할하여 3차원 측정을 실행하고, 한편 적어도 인접하는 2개의 영역의 측정에서는 그 2개의 영역에 공통되는 적어도 3개의 마크와 함께 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 단계와,
- [0027] 인접하는 2개의 영역에 대해 측정하여 얻을 수 있던 측정치이며, 피측정물의 3차원 형상을 나타내는 XYZ 좌표치를, 그 2개의 영역에 공통되는 적어도 3개의 마크에 근거하여, 공통의 좌표계에서의 좌표치로 변환하는 단계와,
- [0028] 공통의 좌표계에서의 값으로 변환된 좌표치를 합성하는 단계
- [0029] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 형상 측정 방법이라도 무방하다.
- [0030] 또, 본원발명의 방법은, 마크를, 기계 가공, 인쇄, 및 쉘 첨부의 적어도 어느 하나의 방법에 따라 원형에 형성하는 단계를 포함하여도 무방하다.
- [0031] 특히, 마크를, 기계 가공에 의해, 배경면의 표면으로부터 소정의 깊이를 가지고 또한 저면을 갖는 홈 형상으로 형성하는 단계를 포함하여도 무방하다.
- [0032] 또, 본원발명에서, 배경면은 평면이라도 무방하고, 피측정물을 배경면에 재치하는 단계를 포함하여도 무방하

다.

- [0033] 게다가 본원발명에서, 배경면은 평면이라도 무방하고, 이 경우,
- [0034] 피측정물의 형상을 3차원 측정하는 단계는, 각각의 측정마다, 측정된 적어도 3개의 마크에 근거하여 배경면을 특정하는 단계를 포함하여도 무방하고,
- [0035] 변환하는 단계는, 각각의 측정마다 특정된 배경면을 나타내는 데이터가 동일한 배경면을 나타내도록, 각각의 측정마다의 XYZ 좌표치를 보정하는 단계를 적어도 포함하여도 무방하다.
- [0036] 또, 본원발명은, 전술의 방법을 실현하는 3차원 형상 측정 시스템이라도 무방하다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명에 의하면, 배경면에 설치된 마크에 의해, 피측정물의 3차원 형상을, 측정 범위를 분할한 후에 측정했을 경우에서도, 측정 결과를 간단하게 합성할 수 있다. 또, 피측정물 자체에 마크를 설치할 필요가 없기 때문에, 피측정물에서 측정할 수 없게 되는 개소가 생기는 것을 회피 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 실시 형태의 3차원 형상 측정 시스템의 개략 구성도이다.
- 도 2는 실시 형태의 정반면 상에 형성되는 마크의 배치도이다.
- 도 3은 실시 형태의 제어장치가 실행하는 3차원 형상의 측정 처리의 플로우차트이다.
- 도 4는 3차원 형상의 측정 방법을 설명하는 설명도이다.
- 도 5는 제1 실시 형태에서의 제어장치가 실행하는 3차원 형상의 측정 처리의 플로우차트이다.
- 도 6은 제2 실시 형태에서의 제어장치가 실행하는 합성 처리의 플로우차트이다.
- 도 7은 제2 실시 형태에서의 측정 방법을 설명하는 설명도이다.
- 도 8은 간섭 무늬 및 등고선의 일례를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태를 도면에 근거하여 상세하게 설명한다.
- [0040] 도 1은, 본 발명이 적용된 3차원 형상 측정 시스템(20)(이하, 단지 시스템(20)이라고 기재한다)의 개략 구성도이다.
- [0041] 시스템(20)은, 3차원 형상을 측정하기 위한 측정 장치(2)와, 정반(10)을 구비한다.
- [0042] 도 1에서, 측정 대상인 물체(1)는, 예를 들면 프레스 가공(소성 가공)된 프레스 성형품이며, 입체 형상(이하, 3차원 형상이라고 칭한다)을 가진다. 물체(1)는, 정반(10)의 정반면(12)에 재치된다. 그리고, 물체(1)의 3차원 형상이 측정 장치(2)에 의해 측정된다.
- [0043] 측정 장치(2)는, CCD 카메라(4)와 프린지 프로젝터(6)와, 제어장치(8)를 구비하고 있다. CCD 카메라(4) 및 프린지 프로젝터(6)는, 제어장치(8)와 데이터의 교환이 가능하도록 접속되고 있다. 또한, CCD 카메라(4)와 프린지 프로젝터(6)으로, 측정 유닛(3)이 구성된다. 측정 유닛(3)은, 수동 또는 자동으로 의해 이동 가능하도록 구성되어 있다. 또한, CCD 카메라(4), 프린지 프로젝터(6), 및 제어장치(8)가 1개의 유닛으로서 이동 가능하도록 구성되어도 무방하다.
- [0044] 프린지 프로젝터(6)는, 광원(도시하지 않음)과, 복수의 슬릿이 나란히 배열된 슬릿 부재(도시하지 않음)를 적어도 가진다. 그 광원으로부터의 광은, 슬릿 부재를 통해 물체(1)에 조사된다(도 1에서의 영역 S 참조). 즉, 물체(1)에는, 프린지 프로젝터(6)에 의해, 광이 줄무늬 형상(격자 모양 형상)에 조사된다(이하, 그러한 광의 모양을 격자 모양이라고 칭한다).
- [0045] CCD 카메라(4)는, 소정의 영역(도 1에서는 영역 S1)을 촬상 가능하게 구성되어 있다. 영역 S1의 범위(면적)는, CCD 카메라(4)의 위치나 설정 변경에 의해 변경 가능하다. 또, 영역 S1는, 프린지 프로젝터(6)에 의한 격자 모양의 조사 영역인 영역 S 내로 들어가고, 한편 영역 S 보다 작은 영역이다. 또한, 다른 실시 형태에

서는, 영역 S와 영역 S1가 일치하여도 무방하다(같은 면적이라도 무방하다). 또, 영역 S1와 영역 S가 함께 물체(1)를 커버하는 한, 영역 S1가 영역 S 보다 크게 되더라도 무방하다.

- [0046] 그리고, CCD 카메라(4)는, 프린지 프로젝터(6)에 의해 물체(1)에 조사된 격자 모양이고, 물체(1)의 외형 형상에 따라 변형한 격자 모양을 촬상한다.
- [0047] CCD 카메라(4)에 의한 촬상 데이터는, 제어장치(8)로 송신된다.
- [0048] 제어장치(8)는, CCD 카메라(4)에 의한 촬상 데이터가 나타내는 격자 모양(이하, 촬상 격자 모양이라고 칭한다)과, 미리 기억하는 후술의 기준 격자 모양을 비교하고, 촬상 격자 모양의 일그러짐 상태를 산출한다. 구체적으로는, 촬상 격자 모양과 기준 격자 모양과의 차이에 의해 생기는 간섭 무늬에서 관찰되는, 등고선이라고 하는 모양을 해석한다. 등고선은, 촬상 격자 모양과 기준 격자 모양과의 차이의 정도(촬상 격자 모양의 일그러짐 상태)에 따라 독특하게 나타난다. 그리고, 그 산출한 일그러짐 상태로부터 물체(1)의 3차원 형상을 산출한다. 여기서, 촬상 격자 모양이, 물체(1)의 형상에 근거하는 일그러짐을 수반하는 모양인데 대해, 기준 격자 모양은, 일그러짐이 전혀 없는 격자 모양이다. 즉, 촬상 격자 모양의 일그러짐을 산출하기 위한 기준이 되는 격자 모양이다. 또한, 간섭 무늬 및 등고선의 일례가 도 8에 나타나고 있다.
- [0049] 그런데, 측정 장치(2)에서, CCD 카메라(4)에 의해 촬상되는 영역 S1이 클수록, 촬상 화상의 해상도는 저하하기 때문에 물체(1)의 3차원 형상의 측정 정밀도가 영성해진다. 한편, 영역 S1이 작을수록, 충분한 해상도의 촬상 화상을 얻을 수 있고, 물체(1)의 3차원 형상의 측정 정밀도가 정밀하게 된다. 따라서, 필요한 측정 정밀도를 얻으려고 했을 경우, 물체(1)의 크기 혹은 CCD 카메라(4)의 성능(해상도)에 따라, 영역 S1의 크기를 한정할 필요성도 생길 수 있다. 예를 들면, 1회의 촬상으로 물체(1) 전체의 3차원 형상을 측정하려고 했다면 충분한 측정 정밀도를 확보할 수 없는 경우도 있다. 이러한 경우, 물체(1)를, 소정의 영역 만큼 복수 회로 나누어 촬상하는 것을 고려할 수 있다.
- [0050] 본 실시 형태의 측정 장치(2)는, CCD 카메라(4)의 이동(보다 구체적으로는, 측정 유닛(3)의 이동)에 의해 영역 S1를 비키면서 복수 회 촬상을 실시하여, 물체(1) 전체의 3차원 형상을 용이하게 측정할 수 있도록 구성되어 있다. 이하, 구체적으로 설명한다.
- [0051] 측정 장치(2)(보다 구체적으로는 제어장치(8))는, 1회의 촬상마다, 후술하는 부분 좌표계에 근거한 측정치(환언하면, 물체(1)의 3차원 형상을 나타내는 값이고, 적어도, X좌표치, Y좌표치, Z좌표치가 포함된다)를 출력한다. 부분 좌표계는, 원점이 임의로 정해진 XYZ 좌표계이다.
- [0052] 이 부분 좌표계는, 측정 장치(2)에서의 로컬인 좌표계이다. 보다 구체적으로는, 부분 좌표계는, 측정 유닛(3)의 위치(환언하면 촬상 영역)에 따라 바뀔 수 있는 좌표계이다. 예를 들면, 측정 유닛(3)을 이동시켜 영역 S1를 비켜 놓은 후에 물체(1)의 3차원 형상의 측정을 행했을 경우, 측정마다 부분 좌표계는 다를 수 있다. 본 실시 형태에서는, 1회의 촬상마다 좌표계가 상이하고, 측정 장치(2)는, 측정마다, 그 측정에 따라 고유의 부분 좌표계를 기준으로 측정치를 산출한다.
- [0053] 한편, 제어장치(8)는, 부분 좌표계와는 다른 좌표계이고, 기준이 되는 좌표계(이하, 기준 좌표계라고 칭한다)를 미리 가지고 있다(기준 좌표계를 나타내는 정보를 미리 기억하고 있다). 구체적으로는, 미리 정해진 원점 좌표, 및 그 원점 위치를 기준으로 한 X축, Y축, Z축의 정보를 기억하고 있다. 이 기준 좌표계에 관한 보다 추가된 설명이 후술된다. 그리고, 제어장치(8)는, 부분 좌표계에 근거하는 측정치를, 기준 좌표계에 근거하는 측정치로 변환하기 때문에, 부분 좌표계에 근거하는 측정치를 통합하여 물체(1) 전체의 3차원 형상을 산출할 수 있다.
- [0054] 정반(10)은, 물체(1)가 재치되는 면인 정반면(12)을 가진다. 정반면(12)은, 평면도가 0에 가까운 평면이 되도록 작성할 수 있다. 또한, 정반(10)은, 정반면(12)이 도시하지 않는 수평면과 평행이 되도록 배설되는 것이 바람직하다.
- [0055] 정반면(12)에는, 도 1, 2에 도시한 바와 같이 다수의 마크(14)가 형성되고 있다. 마크(14)는, 정반면(12)에 형성된 원통형의 홀이다. 이 마크(14)(홀)는, 정반(10)을 관통하지 않고 소정의 깊이를 가지고 형성된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 마크(14)의 깊이는 4 mm이다. 이러한 마크(14)는, 기계 가공에 의해 형성되는 것이 바람직하다. 보다 구체적으로는, 기계 가공에 의해, 마크(14)의 개구부의 진원도나, 마크(14)의 위치 정밀도를 보다 높은 것으로 하는 것이 바람직하다.
- [0056] 본 실시 형태에서는, 직경이 다른 복수 종류의 마크(14)가 존재한다. 더불어, 인접하는 마크(14) 상호의 거리가 각각 다른 것(적어도, 인접하는 마크(14) 상호의 거리에 대해, 복수 종류의 값이 존재한다)과 같이, 마

크(14)는 배설되고 있다.

- [0057] 그리고, 본 실시 형태에서는, 그 직경의 차이와 마크(14) 상호의 거리의 차이가 존재하는 것에 의해, 적어도 3개의 마크(14)가 선택되었다면 그 3개의 마크(14)가 정반면(12)에서의 마크(14) 중 어느 하나의 마크인지를 일관되게 특정할 수 있게 되어 있다. 선택되는 3개의 마크(14)로서는, 예를 들면 삼각형에 배치되는 3개의 마크(14)가 상정 될 수 있다.
- [0058] 또한, 다른 실시 형태에서, 마크(14)의 홀에 유색(예를 들면 검정 등)의 부시(bush)가 삽입되어 마크(14)와 정반면(12)과의 콘트라스트(contrast)가 확보되어도 무방하다. 즉, 그 부시가 마크(14)로서 인식되도록 하여도 무방하다.
- [0059] 또, 마크(14)는, 소정의 깊이를 가지는 것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 마크(14)는, CCD 카메라(4)에 의해 인식 가능한 것이면, 정반(10)을 관통하고 있어도 무방하다.
- [0060] 또, 마크(14)는, 인쇄나 썬 등에 의해 형성되어도 무방하다. 구체적으로는, 정반면(12)에 인쇄가 시행되거나 썬이 점착되거나 하는 것에 의해 마크(14)가 형성되어도 무방하다.
- [0061] 본 실시 형태에서는, 마크(14)는, 직경 8 mm, 직경 12 mm, 및 직경 16 mm의 3 종류 중 어느 하나로 형성되고 있다. 이하, 도 2를 참조하여 추가로 더 설명한다. 또한, 도 2에서, 지면 좌우 방향을 X방향으로 하고, 지면 상하 방향을 Y방향으로 한다.
- [0062] 마크(14)는, 정반면(12) 상에서 횡방향(도 2에서의 횡방향이며, X방향)과, 종방향(도 2에서의 종방향이며, Y방향)에 따라 나란히 배치되고 있다(도 2의 행 (a)~(g), 열 (A)~(K) 참조).
- [0063] 본 실시 형태에서는, 횡방향(X방향)에 나란한 마크(14)의 직경이 동일하게 되도록 구성되어 있다. 다만, 일부 예외가 있다. 도 2에서, 예외는, 마크(14A, 14B, 14C, 14D, 14E)이다.
- [0064] 구체적으로는, 행 (a)의 마크(14)의 직경이 같은 값이 되도록 구성되어 있다. 이하 동일하게, 행 (b)의 마크(14)의 직경이 같은 값이 되고, 행 (c)의 마크(14)의 직경이 같은 값이 되도록 구성되어 있다. 행 (d)~(e)에 대해서도 동일하다.
- [0065] 한편, 행 (a)의 마크(14)의 직경과, 행 (b)의 마크(14)의 직경은 다르다. 또, 행 (b)의 마크(14)의 직경과, 행 (c)의 마크(14)의 직경은 다르다.
- [0066] 본 실시 형태에서는, 이하의 반복 패턴은 일레이지만, 행 (a) : 직경 8 mm, 행 (b) : 직경 12 mm, 행 (c) : 직경 16 mm, 행 (d) : 직경 8 mm, ...와 같이, 서로 이웃이 되는 행 상호에서, 마크(14)의 직경은 차이가 난다.
- [0067] 마크(14)의 배치에 대해 게다가 구체적으로 설명한다.
- [0068] 도 2에 도시하는 정반면(12) 상에 있어서, 좌상구석(지면에서의 좌상구석)의 마크(14a)는, 복수의 마크(14) 중 기준이 되는 마크이다. 구체적으로는, 본 실시 형태에서, 기준 좌표계의 원점이 된다.
- [0069] 그리고, 마크(14a)를 기준으로서 횡방향(X방향)에 따라, 직경 8 mm의 마크(14)가 나란히 하도록 배설되고 있다(행 (a)).
- [0070] Px11, Px12, Px13, Px14, Px15, ...는, 행 (a)에 따라 나란한 마크(14) 간의 거리(인접하는 마크(14) 간의 거리)를 나타낸다(도 2 참조). 거리 Px11, Px12, Px13, Px14, Px15, ...의 값은 각각 다르다.
- [0071] 또, 마크(14a)로부터 종방향(Y방향)에 거리 Py11 떨어진 마크(14b)를 기준으로서, 횡방향(X방향)에 따라, 직경 12 mm의 마크(14)가 나란하도록 배설되고 있다(행 (b)).
- [0072] Px21, Px22, Px23, Px24, Px25, ...는, 행 (b)에 따라 나란한 마크(14) 간의 거리(인접하는 마크(14) 간의 거리)를 나타낸다(도 2 참조). 거리 Px21, Px22, Px23, Px24, Px25, ...의 값은 각각 다르다.
- [0073] 다음으로, 마크(14b)로부터 종방향(Y방향)에 거리 Py12 떨어진 마크(14c)를 기준으로서, 횡방향(X방향)에 따라, 직경 16 mm의 마크(14)가 나란하도록 배설되고 있다(행 (c)).
- [0074] Px31, Px32, Px33, Px34, Px35, ...는, 행 (c)에 따라 나란한 마크(14) 간의 거리(인접하는 마크(14) 간의 거리)를 나타낸다(도 2 참조). 거리 Px31, Px32, Px33, Px34, Px35, ...의 값은 각각 다르다.
- [0075] 또, 본 실시 형태에서는, 열 (A)~(K)에 따라 나란한 마크(14) 상호(인접하는 마크(14) 상호)의 거리도, 각각

다르다.

- [0076] 이와 같이 하여 마크(14)가 배설되고 있는 본 실시 형태에서는, 적어도 3개의 마크(14)가 선택되었을 경우, 그 3개의 마크(14)가, 정반면(12) 상에 형성된 마크(14) 중 어느 하나의 마크인지가 일관되게 특정되는 것이 가능하다. 구체적으로는, 선택된 3개의 마크(14)에 대해, 마크(14)의 크기(직경)와 서로 이웃이 되는 마크(14) 상호의 횡방향(X방향)의 거리 P_x 혹은 종방향(Y방향)의 거리 P_y 에 근거하여(즉, 직경과, 거리 P_x 와, 거리 P_y 와의 조합에 근거하여), 상기한 것처럼 특징이 가능해지고 있다. 또한, 3개의 마크(14)로서는, 삼각형에 배치된 3개의 마크(14)가 상정될 수 있다.
- [0077] 여기서, 제어장치(8)에는, 정반면(12) 상의 마크(14)의 배치 정보가 미리 기억되고 있다. 이 때문에, 제어장치(8)에서는, 촬상에 의해 검출된 마크(14) 중 적어도 3개의 마크(14)에 대해, 직경과, 횡방향(X방향)의 거리 P_x 와 종방향(Y방향)의 거리 P_y 와의 정보가 있으면, 그 검출된 마크(14)가, 정반면(12) 상의 마크(14) 중 어느 하나의 마크인지가 일관되게 특정되게 되어 있다.
- [0078] 또, 본 실시 형태에서는, 측정 장치(2)(보다 구체적으로는 제어장치(8))에서, 전술과 같이 기준 좌표계가 보관 유지(기억)된다. 기준 좌표계의 원점은 마크(14a)(도 2 참조)이다.
- [0079] 기준 좌표계는, 그 원점(마크(14a))을 기준에, XYZ 방향이 정의된 좌표계이다. 구체적으로는, 정반면(12) 자신의 평면이 XY평면이라고 정의된다. 또, 원점으로서의 마크(14a)의 중심을 따라, XY평면(정반면(12) 자신의 평면)에 수직인 방향이 Z방향이라고 정의된다.
- [0080] 또한, 기준 좌표계의 원점으로서 정의되는 점은, 정반면(12)의 좌상구석의 마크(14a)의 중심점에 한정되지 않고, 다른 마크(14)의 중심점이라도 무방하다.
- [0081] 다음으로, 측정 장치(2)에 의한 물체(1)의 3차원 형상의 측정 방법에 대해 설명한다.
- [0082] 우선, 물체(1)의 3차원 형상의 측정을 위해서, 물체(1)이 예를 들면 작업자에 의해 정반(10)의 정반면(12) 상에 재치된다. 또한, 측정 유닛(3)은, 작업자에 의해 수동으로 이동되어도 무방하다.
- [0083] 물체(1)의 측정시에는, 물체(1)가 정반면(12)으로부터 초과하지 않는 것 같은 크기의 정반(10)이 이용된다. 한편, 정반면(12) 상에 물체(1)가 재치되었을 경우에서도 정반면(12) 상의 마크(14)를 복수(적어도 3개 이상) 시인(즉 촬상)할 수 있는 것 같은 크기의 정반(10)이 이용된다.
- [0084] 구체적으로는, 정반면(12) 및 물체(1)를, CCD 카메라(4)의 촬상 위치로부터 보았을 때에, 적어도 3개 이상의 마크(14)가 시인(촬상) 될 수 있다. 물체(1) 전체의 촬상이 복수 회로 분할되는 경우에는, 분할되는 각각의 영역마다, 적어도 3개 이상의 마크(14)가 시인(촬상) 될 수 있다.
- [0085] 본 실시 형태에서는, 일례로서 도시하는 도 4와 같이, 물체(1)가 영역 S1~S5의 5개의 영역으로 분할되어 촬상된다.
- [0086] 영역 S1~S5는, 삼각형을 형성하는 적어도 3개의 마크(14)가 각각의 영역 S1~S5에서 시인(촬상)되도록 설정된다.
- [0087] 구체적으로는, 작업자가 측정 유닛(3)을 이동시키거나, 혹은 CCD 카메라(4)의 설정 변경에 의해 촬상 범위를 변경하거나 하는 것에 의해 설정된다.
- [0088] 또한, 본 실시 형태에서, 측정 유닛(3)의 이동은, 정반면(12)에 대해서 평행이 아니어도 무방하다.
- [0089] 또, 영역 S1~S5의 면적은 각각 달라도 무방하다.
- [0090] CCD 카메라(4)에 의한 촬상 화상을 나타내는 데이터(이하, 단지 촬상 데이터라고 칭한다)는, 제어장치(8)가 가지는 도시하지 않는 기억장치에 기억된다.
- [0091] 다음으로, 제어장치(8)가 실행하는 처리이며, 물체(1)의 3차원 형상을 측정하기 위한 측정 처리에 대해 도 3을 이용하여 설명한다.
- [0092] 도 3의 측정 처리에서는, 촬상 데이터로부터, 우선, 최초의 촬상 영역(일례에서는, 영역 S1)에서의 물체(1)의 3차원 형상의 측정치 $Ps1(s1xn, s1yn, s1zn)$ 를 산출한다(단계 100). $s1x$ 는, X좌표치를 나타내고, $s1y$ 는 Y좌표치를 나타내고, $s1z$ 는 Z좌표치를 나타낸다. 첨자 n 는 n 개의 측정점이 있는 것을 나타낸다. 즉, $s1xn$ 은 n 개의 X좌표치를 나타내고, $s1yn$ 는 n 개의 Y좌표치를 나타내고, $s1zn$ 는 n 개의 Z좌표치를 나타낸다.
- [0093] 환언하면, 3차원 형상의 측정치는, n 개의 (X좌표치, Y좌표치, Z좌표치)를 포함한다. n 의 수가 클수록, 정밀

한 3차원 형상이 나타내진다.

- [0094] 측정치는, 상술한 바와 같이 촬상 격자 모양과 기준 격자 모양과의 비교에 근거하여 산출된다. 즉, 물체(1)의 외형 형상에 따라 변형한 촬상 격자 모양의 일그러짐 상태로부터, 물체(1)의 외형 형상이 역산된다. 이때, X좌표치, Y좌표치, Z좌표치는, 영역 S1에 관한 부분 좌표계를 기준으로 산출된다.
- [0095] 다음으로, 영역 S1의 촬상 데이터로부터 마크(14)를 인식한다(단계 110). 여기에서는, 인식할 수 있는 모든 마크(14)를 인식한다. 또, 인식한 마크(14)의 각각에 대해, 그 마크(14)의 중심 위치를 산출한다.
- [0096] 또, 영역 S1의 촬상 데이터로부터 정반면(12)의 평면을 특정한다(단계 115). 구체적으로는, 추출할 수 있던 마크(14)의 배치로부터 정반면(12)의 평면을 특정할 수 있다.
- [0097] 그리고, 촬상 데이터로부터 특정한 정반면(12)의 평면과, 제어장치(8)에 기억되고 있는 기준 좌표계에서의 정반면(12)(즉, XY평면)를 비교하여 양자의 차이를 산출한다. 구체적으로는, 촬상 데이터로부터 특정한 정반면(12)의 기울기(환언하면, 정반면(12)에 대한 CCD 카메라(4)의 자세의 기울기라고 말할 수 있다)를 산출한다. 산출한 차이에 근거하여, 측정치 $Ps1(s1xn, s1yn, s1zn)$ 의 값을, 제어장치(8)에 기억하고 있는 기준 좌표계의 XY평면을 기준으로 한 값으로 변환한다.
- [0098] 이 취지는, 부분 좌표계의 X축방향, Y축방향, 및 Z축방향 중, X축방향 및 Y축방향을, 기준 좌표계의 X축방향 및 Y축방향으로 일치시키는 취지이다. 이 경우, Z축방향도 자연과 일치한다. 또한, 부분 좌표계의 각 축방향과 기준 좌표계의 각 축방향이 일치하는(구체적으로는 평행이 된다) 것이고, XY평면의 원점($X=0, Y=0$), 혹은 XYZ 좌표계의 원점($X=0, Y=0, Z=0$)은, 아직도 양좌표계 상호로 차이가 난다.
- [0099] 다음으로, 부분 좌표계를, 기준 좌표계에 완전 일치시키기 위해서, 환언하면, 부분 좌표계에 근거하는 측정치 $Ps1(s1xn, s1yn, s1zn)$ 의 값을, 기준 좌표계에 근거하는 값으로 변환하기 위해서, 소정의 마크(14)(삼각형을 형성하는 3개의 마크(14))를 추출한다. 또, 인식한 마크(14)의 크기(직경)와, 인접하는 마크(14) 상호의 중심 간격 P를 산출한다(단계 120).
- [0100] 구체적으로는, 단계 110에서 인식한 마크(14) 가운데, 일례에서는, 삼각형을 형성하는 3개의 마크(14-1, 14-2, 14-3)(도 4 참조)을 추출한다.
- [0101] 그리고, 3개의 마크(14-1, 14-2, 14-3)의 크기(직경), 마크 상호의 중심 간격 P를 산출한다(단계 120).
- [0102] 또한, 물체(1)를 사이에 두는 3개의 마크(14)가 추출되어도 무방하다. 예를 들면, 도 4에서, 마크(14-1, 14-2, 14-3)에 대신하여, 마크(14-1, 14-4, 14-5)가 추출되어도 무방하다.
- [0103] 본 실시 형태에서는, 3개의 마크(14)의 크기(직경), 및 3개의 마크(14) 상호의 중심 간격(혹은, 3개의 마크(14)를 정점으로 하는 삼각형의 각각의 변의 길이, 또는 변의 길이의 비)을 산출하면, 그 3개의 마크(14)를 특정할 수 있다.
- [0104] 본 실시 형태에서, 측정치 $Ps1(s1xn, s1yn, s1zn)$ 로부터는, 제어장치(8)에 기억되고 있는 기준 좌표계의 X축방향 혹은 Y축방향은 특정하지 못하고, 본 실시 형태에서는, 제어장치(8)에서, 3개의 마크(14-1, 14-2, 14-3)의 크기(직경)와 각 마크 상호의 중심 간격 P가 산출된다.
- [0105] 그리고, 3개의 마크(14-1, 14-2, 14-3)가, 제어장치(8)에 기억되고 있는 마크(14)(기준 좌표계에서의 마크(14)) 중 어느 하나에 해당하는지가 특정된다(단계 130).
- [0106] 또한, 예를 들면 3개의 마크(14)에 대해, 마크(14)의 크기(직경)와, 그 3개의 마크(14)를 정점으로 하는 삼각형의 각 내각 혹은 각 외각의 값에 의해도, 그 3개의 마크(14)가 특정 될 수 있다.
- [0107] 제어장치(8)는, 특정한 3개의 마크(14-1, 14-2, 14-3)를, 각각, 제어장치(8)에 기억되고 있는 기준 좌표계에서 대응하는 3개의 마크(14)에 중첩되도록, 측정치 $Ps1(s1xn, s1yn, s1zn)$ 을 보정한다(단계 140).
- [0108] 이 보정된 측정치(이하, 보정 측정치라고 칭한다)는, 제어장치(8)에 기억되고 있는 기준 좌표계에 근거하는 값이다.
- [0109] 이와 같이 하여, 본 실시 형태에서는, 촬상 영역에 정반면(12)의 좌상구석의 마크(14a)가 포함되지 않아도(환언하면, 기준 좌표계의 원점 위치를 포함하도록 촬상하지 않아도), 촬상 데이터에 포함되는 마크(14)의 데이터, 및 제어장치(8)에 기억되고 있는 기준 좌표계에서의 마크(14)의 데이터로부터, 촬상 데이터에 근거하는 측정치이며 부분 좌표계에 근거하는 측정치를, 기준 좌표계에 근거하는 값으로 변경할 수 있다.

- [0110] 그런데, 측정치 Ps1(s1xn, s1yn, s1zn)에는, 정반면(12)이나 마크(14)를 나타내는 측정치도 포함되어 있으므로, 이러한 정반면(12)이나 마크(14)를 나타내는 측정치는 삭제된다(단계 145).
- [0111] 그리고, 미촬상의 영역(미측정의 영역)이 존재하는 경우에는(단계 150 : YES), 그 영역에 대해 단계 100~단계 145의 처리가 동일하게 반복된다.
- [0112] 모든 영역에 대해 단계 100~단계 145의 처리가 종료하면(단계 150 : NO), 단계 200에 처리가 이행한다. 보다 구체적으로는, 본 실시 형태에서는, 영역 S1~S5의 모두에 대해 단계 100~단계 145의 처리가 종료하면, 영역 S1~S5에 대해 얻을 수 있던 보정 측정치가 합성된다(단계 200).
- [0113] 상술과 같이, 보정 측정치는, 기준 좌표계에 근거하는 값이다. 즉, 영역 S1~S5에 대해 얻을 수 있던 보정 측정치의 좌표계는 공통이다. 이 때문에, 영역 S1~S5에 대해 얻을 수 있던 보정 측정치는 용이하게 합성 될 수 있다.
- [0114] 또한, 본 실시 형태에서는, 물체(1)의 3차원 형상을 영역 S1~S5의 5개의 영역으로 분할하여 측정했지만, 분할 수는 몇 개이라도 무방하다.
- [0115] 또, 예를 들면, 영역 S2, S3을 측정하지 않고, 영역 S1과 영역 S4를 촬상하고, 영역 S1에서의 홀 H1(도 4 참조)와 영역 S4에서의 홀 H4(도 4 참조)와의 거리 L(도 4 참조)을 측정하는 것도 가능하다.
- [0116] 이와 같이, 본 실시 형태의 3차원 형상의 측정 방법에 의하면, 정반면(12) 상에 형성되는 마크(14)에 의해, 영역 S1~S5의 측정치의 좌표계를 일치시켜, 영역 S1~S5의 측정치를 간단하게 합성할 수 있다. 또, 물체(1) 자체에는 마크를 설치할 필요가 없기 때문에, 물체(1)에서 3차원 형상을 측정할 수 없게 되는 개소가 생기는 것을 회피 할 수 있다.
- [0117] 다음으로, 본 발명의 제2 실시 형태에 대해, 도 5~도 7을 참조하여 설명한다. 또한, 제1 실시 형태와 동일 구성이나 동일 처리 단계에는 동일 번호를 붙여 상세한 설명을 생략한다.
- [0118] 본 제2 실시 형태는, 제어장치(8)에 마크(14)의 배치 정보(구체적으로는, 마크(14)의 크기(직경), 마크(14) 상호의 중심 간격 Px, Py 등)가 기억되지 않는 점에서 제1 실시 형태와 다르다.
- [0119] 제2 실시 형태에서는, 도 7에 도시한 바와 같이, 물체(1)는 파이프의 휩가공 성형품인 것을 전제로 한다.
- [0120] 그리고, 본 제2 실시 형태에서도 제1 실시 형태와 동일하게, CCD 카메라(4)에 의한 물체(1)의 촬상을 복수 회로 분할하여 실시하게 되어 있다. 본 제2 실시 형태에서는, 3개의 영역 S1~S3로 분할하여 촬상이 실시되기 때문에, 물체(1) 전체가 촬상된다. 그 때, 촬상할 때마다, 적어도 3개의 마크(14)(삼각형을 형성하는 3개의 마크(14))가 물체(1)의 음이 되지 않게 촬상할 수 있도록, 영역 S1~S3가 결정된다.
- [0121] 또, 영역 S1~S3 상호가 중복 하는 부분에서 적어도 3개의 마크(14)가 포함되도록, 영역 S1~S3가 결정된다. 도 7에서, 영역 S1와 S2가 중복하는 부분을 가지고, 영역 S2와 S3가 중복하는 부분을 가지고 있다. 그리고, 영역 S1와 영역 S2에 공통의 3개의 마크(14)가 포함되도록, 또, 영역 S2와 영역 S3에 공통의 3개의 마크(14)가 포함되도록, 영역 S1~S3가 결정된다.
- [0122] 도 7에 도시한 바와 같이, 영역 S1에는 3개의 마크(14(o), 14(p), 14(q))가 포함되고, 영역 S2에도 같은 3개의 마크(14(o), 14(p), 14(q))가 포함된다.
- [0123] 또, 영역 S2에는 다른 3개의 마크(14(s), 14(t), 14(u))가 포함되고, 영역 S3에도 같은 마크(14(s), 14(t), 14(u))가 포함된다.
- [0124] 다음으로, 제2 실시 형태의 제어장치(8)가 실행하는 3차원 형상의 측정 처리에 대해, 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0125] 제어장치(8)는, 촬상한 데이터로부터, 우선, 영역 S1의 측정치 Ps1(s1xn, s1yn, s1zn)를 산출한다(단계 100). 이 측정치에 대해서는 제1 실시 형태에서 설명했던 대로이다.
- [0126] 다음으로, 영역 S1의 촬상 데이터로부터 마크(14)를 인식한다(단계 110). 여기에서는, 인식할 수 있는 모든 마크(14)를 인식한다. 또, 인식한 마크(14)의 각각에 대해, 그 마크(14)의 중심 위치를 산출한다.
- [0127] 또, 영역 S1의 촬상 데이터로부터 정반면(12)의 평면을 특정한다(단계 115). 구체적으로는, 추출할 수 있던 마크(14)의 배치로부터 정반면(12)의 평면을 특정할 수 있다.

- [0128] 또, 인식한 마크(14)의 크기(직경)와 인접하는 마크(14) 상호의 중심 간격 P를 산출한다(단계 120).
- [0129] 그리고, 미촬상의 영역이 있는 경우에는(단계 150 : YES), 그 미촬상의 영역에 대해 단계 100~단계 120의 처리를 실행한다.
- [0130] 모든 영역에 대해 단계 100~단계 120의 처리를 실행하면(자)(단계 150 : NO), 단계 200a의 처리로 이행한다. 또한, 이하, 영역 S1에 대한 측정치를 Ps1로 하고, 영역 S2에 대한 측정치를 Ps2로 하고, 영역 S3에 대한 측정치를 Ps3로 한다.
- [0131] 단계 200a에서는, 영역 S1~S3에 대한 측정치 Ps1~Ps3를 합성하는 처리를 실행한다.
- [0132] 합성 처리에 대해, 도 6을 참조하여 설명한다.
- [0133] 합성 처리에서는, 우선, 영역 S1과 영역 S2에서의 공통의 마크(14)를 특정한다(210).
- [0134] 여기서, 단계 115의 처리에 의해 특정한 영역 S1에 대한 정반면(12)과, 동일하게 단계 115의 처리에 의해 특정한 영역 S2에 대한 정반면(12)은, 실제상 동일 평면에 포함된다.
- [0135] 때문에, 영역 S1의 촬상 데이터에 포함되는 정반면(12)의 데이터(측정치)와 영역 S2의 촬상 데이터에 포함되는 정반면(12)의 데이터(측정치)가, 동일 평면을 도시한 바와 같이, 영역 S2의 측정치 Ps2(s2xn, s2yn, s2zn)를 보정한다.
- [0136] 이 경우, 영역 S1에 대해 인식한 3개의 마크(14)(구체적으로는, 마크(14(o)), 마크(14(p)), 마크(14(q)))를 정점으로 하는 삼각형과, 영역 S2에 대해 인식한 3개의 마크(14)(동일하게, 마크(14(o)), 마크(14(p)), 마크(14(q)))를 정점으로 하는 삼각형은, 상사(similarity) 관계가 된다.
- [0137] 상사 관계인 것에 기초를 두어, 영역 S1에 대해 인식한 3개의 마크(14)(구체적으로는, 마크(14(o)), 마크(14(p)), 마크(14(q)))와, 영역 S2에 대해 인식한 3개의 마크(14)(동일하게 마크(14(o)), 마크(14(p)), 마크(14(q)))를 대응시킨다(단계 210).
- [0138] 이것은, 마크(14(o)), 마크(14(p)), 마크(14(q))를 특정하는 취지이다(단계 210). 또한 3개의 마크(14)의 크기(직경)와, 3개의 마크(14)를 정점으로 하는 삼각형의 각 내각 혹은 각 외각의 값에 의해서도, 3개의 마크(14)를 특정할 수 있다.
- [0139] 그리고, 영역 S2에 대해 특정한 3개의 마크(14(o), 14(p), 14(q))를, 영역 S1에 대해 특정한 3개의 마크(14(o), 14(p), 14(q))에 중합되도록, 영역 S2의 측정치 Ps2(s2xn, s2yn, s2zn)를 변환한다(단계 220).
- [0140] 구체적으로는, 영역 S1의 측정치 Ps1로부터 산출한 영역 S1에 대한 3개의 마크(14(o), 14(p), 14(q)) 각각의 중심의 좌표 (x11, y11, z11), (x12, y12, z12), (x13, y13, z13)와, 영역 S2의 측정치 Ps2로부터 산출한 같은 3개의 마크(14(o), 14(p), 14(q)) 각각의 중심의 좌표 (x21, y21, z21) (x22, y22, z22) (x23, y23, z23)로부터, 영역 S2의 측정치 Ps2에 대한 부분 좌표계를, 영역 S1에 대한 부분 좌표계로 변환한다.
- [0141] 다음으로, 단계 115의 처리에 의해 특정한 영역 S2에 대한 정반면(12)과, 동일하게 단계 115의 처리에 의해 특정한 영역 S3에 대한 정반면(12)은, 실제상 동일 평면에 포함 된다.
- [0142] 때문에, 영역 S2의 촬상 데이터에 포함되는 정반면(12)의 데이터(측정치)와, 영역 S3의 촬상 데이터에 포함되는 정반면(12)의 데이터(측정치)가, 동일 평면을 도시한 바와 같이, 영역 S3의 측정치 Ps3(s3xn, s3yn, s3zn)를 보정한다.
- [0143] 이 경우, 영역 S2에 대해 인식한 3개의 마크(14)(구체적으로는, 마크(14(s)), 마크(14(t)), 마크(14(u)))를 정점으로 하는 삼각형과, 영역 S3에 대해 인식한 3개의 마크(14)(동일하게, 마크(14(s)), 마크(14(t)), 마크(14(u)))를 정점으로 하는 삼각형은, 상사 관계가 된다.
- [0144] 이 상사 관계에 근거하여, 영역 S2에 대해 인식한 3개의 마크(14)(구체적으로는, 마크(14(s)), 마크(14(t)), 마크(14(u)))와, 영역 S3에 대해 인식한 3개의 마크(14)(동일하게 마크(14(s)), 마크(14(t)), 마크(14(u)))를 대응시킨다(단계 230).
- [0145] 이것은, 마크(14(o)), 마크(14(p)), 마크(14(q))를 특정하는 취지이다(단계 230).
- [0146] 그리고, 영역 S3에 대해 특정한 3개의 마크(14(s), 14(t), 14(u))를, 영역 S2에 대해 특정한 3개의 마크(14(s), 14(t), 14(u))에 중합시키도록, 영역 S3의 측정치 Ps3(s3xn, s3yn, s3zn)를 변환한다.

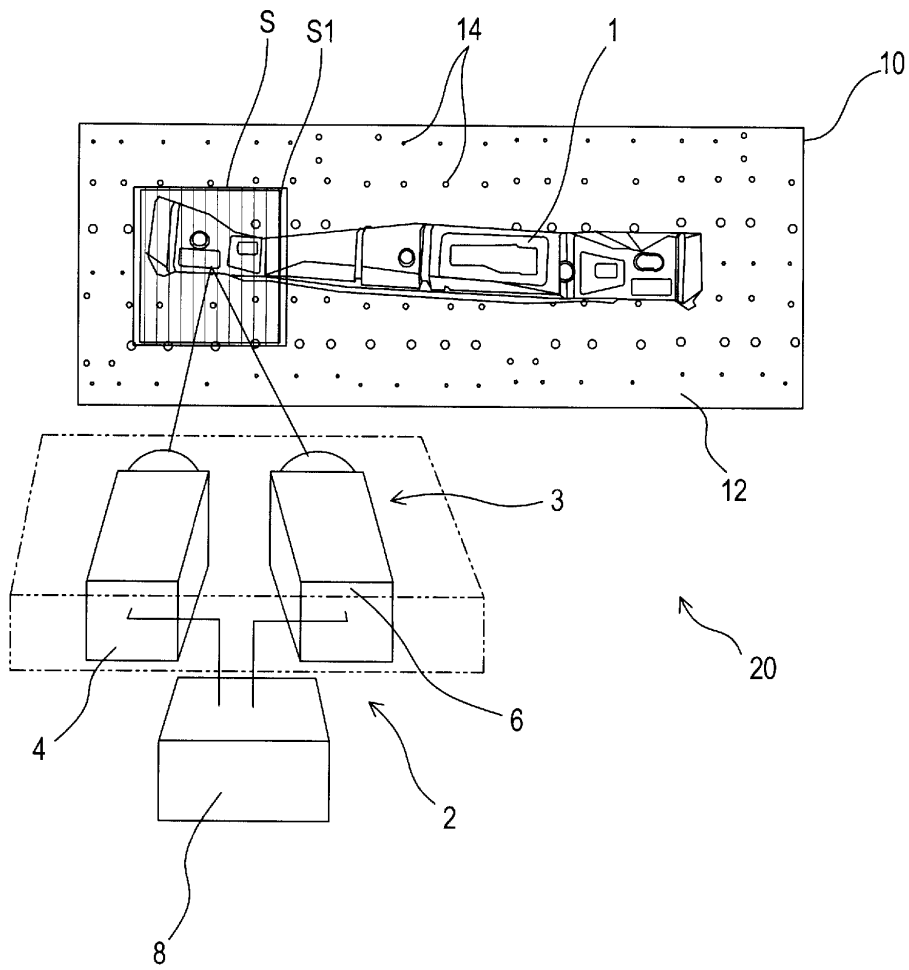
- [0147] 환언하면, 영역 S3의 측정치 Ps3에 대한 부분 좌표계를, 영역 S2에 대한 부분 좌표계로 변환한다(측정치 Ps3를, 영역 S2에 대한 부분 좌표계를 기준으로 한 값으로 변환한다).
- [0148] 영역 S3의 측정치이며, 영역 S2의 부분 좌표계를 기준으로 한 값으로 변환된 측정치를, 단계 220의 처리와 동일하게, 영역 S1의 부분 좌표계를 기준으로 한 값으로 변환한다(단계 240).
- [0149] 또, 측정치 Ps에는, 정반면(12)이나 마크(14)를 나타내는 측정치도 포함되어 있고, 이러한 정반면(12)이나 마크(14)를 나타내는 측정치를 삭제하고(단계 250), 일단 본 제어 처리를 종료한다.
- [0150] 이것에 의해, 각 측정치 Ps1~Ps3는, 영역 S1의 부분 좌표계를 기준으로 한 값으로 변환된다.
- [0151] 이와 같이, 본 제2 실시 형태의 측정 방법에 따라서도, 정반면(12) 상에 설치한 마크(14)에 의해, 각 측정치를, 공통의 좌표계에 근거하는 값으로 변환할 수 있다. 이 때문에, 각 측정치를 간단하게 합성할 수 있다. 또, 마크(14)는 물체(1) 자체에는 설치되지 않기 때문에, 물체(1)에서 측정할 수 없게 되는 개소가 생기는 것을 회피할 수 있다.
- [0152] 이상, 본 발명은 이와 같은 실시 형태에 하등 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 양태로 실시 할 수 있다.
- [0153] 상기 실시 형태에서는, 제어장치(8)에서 기준 좌표계의 정보가 미리 기억되지만, 예를 들면 이하와 같이 하여 기준 좌표계의 정보가 취득되어도 무방하다. 또한, 이하에서는, 측정 유닛(3)이 자동으로 동작하는 자동 장치인 것을 전제로 하고 있다.
- [0154] 제어장치(8)는, 측정 장치(2)가 기동했을 때에 초기화 처리를 실행한다. 구체적으로는, 우선, 측정 유닛(3)을 미리 정해진 원점 위치(초기 위치)로 복귀시킨다. 그리고, 그 원점 위치에서, 측정 유닛(3)의 캘리브레이션을 실행한다. 구체적으로는, 원점 위치에서, CCD 카메라(4)에 의해, 정반(10)의 정반면(12)을, 마크(14a)를 포함하도록 촬상한다. 그리고, 측정 유닛(3)의 원점 위치(초기 위치)에서 촬상된 마크(14a)의 위치를 원점으로서, 기준 좌표계를 형성하여도 무방하다.
- [0155] 또한, 마크(14a)를 특정하는 방법으로서, 예를 들면 일례로서 다음과 같은 방법이 고려된다. 구체적으로는, 측정 유닛(3)의 원점 위치(초기 위치)에서 정반면(12)을 촬상했을 경우에서의 마크(14a)의 추정 위치의 정보가 미리 제어장치(8)에서 기억된다. 제어장치(8)에서는, 그 추정 위치의 정보로부터, 촬상 데이터 중에서의 마크(14) 가운데, 마크(14a)를 특정한다. 또한, 마크(14a)만 특유의 형상으로 형성하고, 그 특유의 형상에 근거하여 마크(14a)가 특정되도록 하여도 무방하다.
- [0156] 측정 유닛(3)은, 미리 정해진 프로그램에 따라 자동으로 이동하여도 무방하다. 또, 측정 유닛(3)이 로봇 암에 장착되고, 로봇 암의 동작에 의해 측정 유닛(3)이 이동되도록 하여도 무방하다.
- [0157] 또, 상기 실시 형태에서, 물체(1)가 재치되는 면은 정반면(평면)으로서 구성되어 있지만, 적어도 3개의 마크를 특정 할 수 있는 한, 물체(1)가 재치되는 면은 평면 이외의 면에 구성되어도 무방하다.

부호의 설명

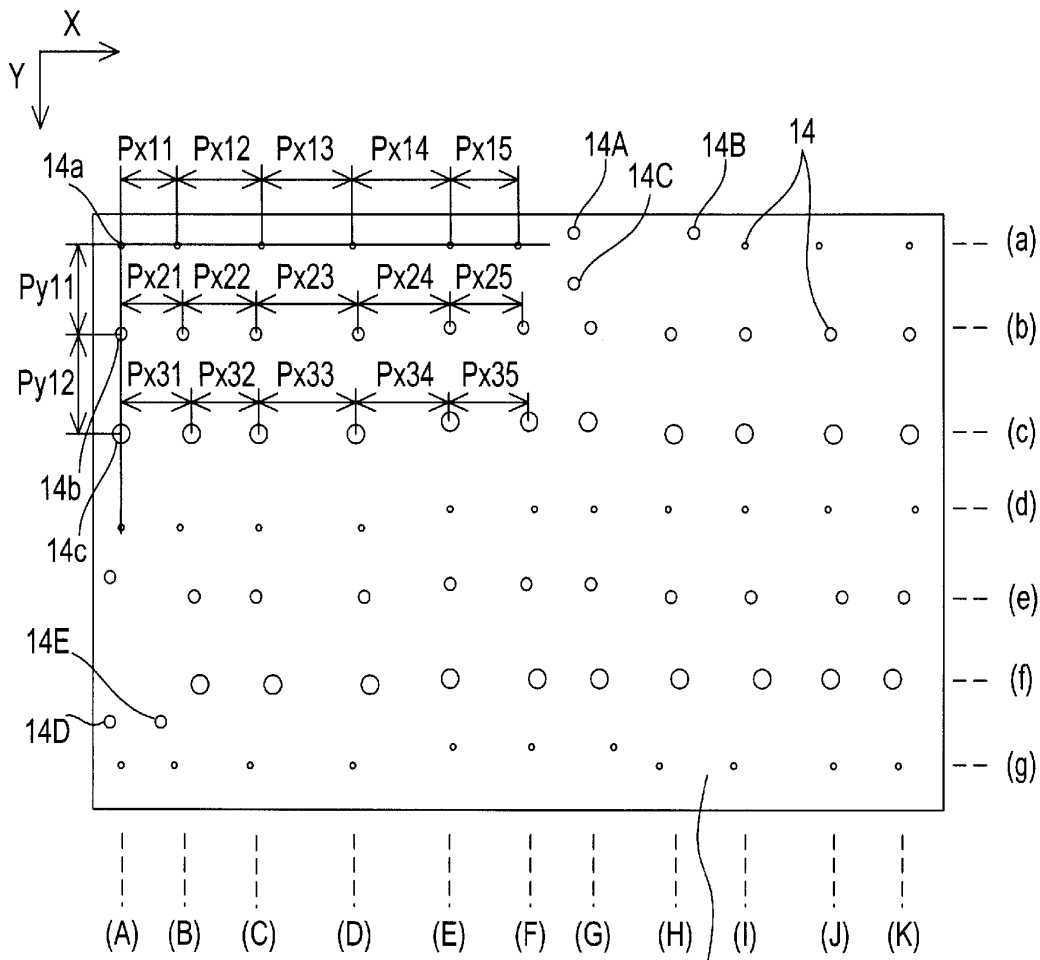
- [0158] 1…물체, 2…측정 장치, 3…측정 유닛, 4…CCD 카메라, 6…프린지 프로젝터(fringe projector), 8…제어장치, 10…정반(surface plate), 12…정반면, 14…마크.

도면

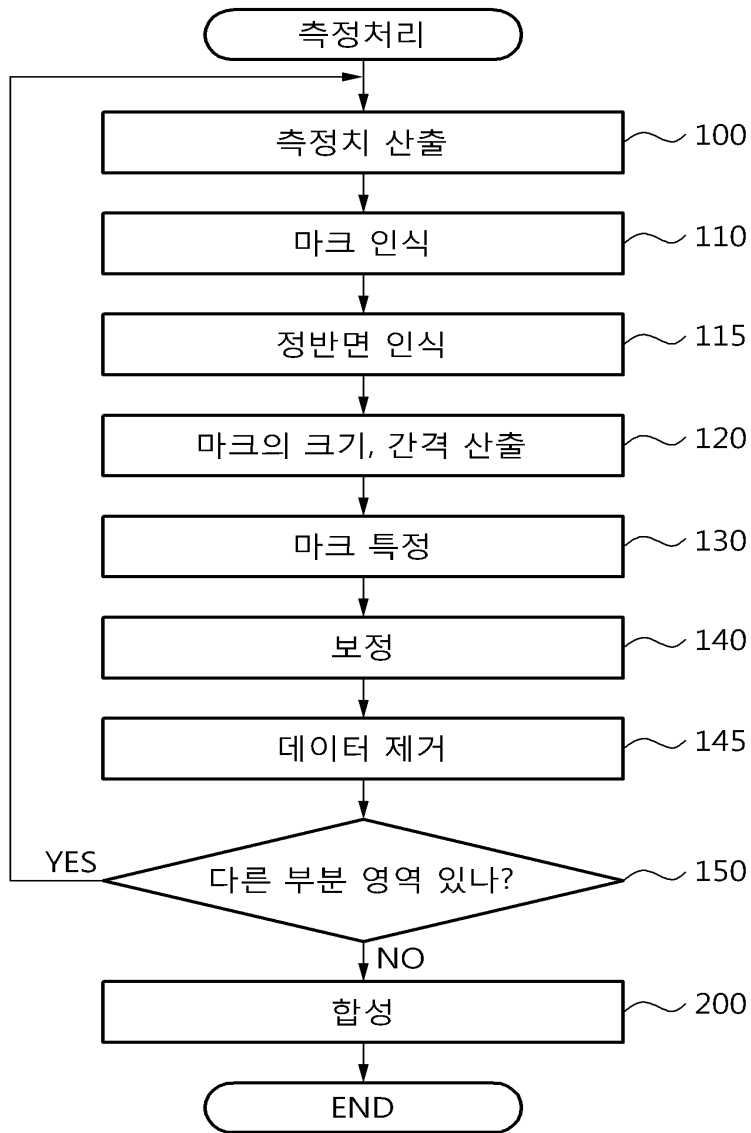
도면1



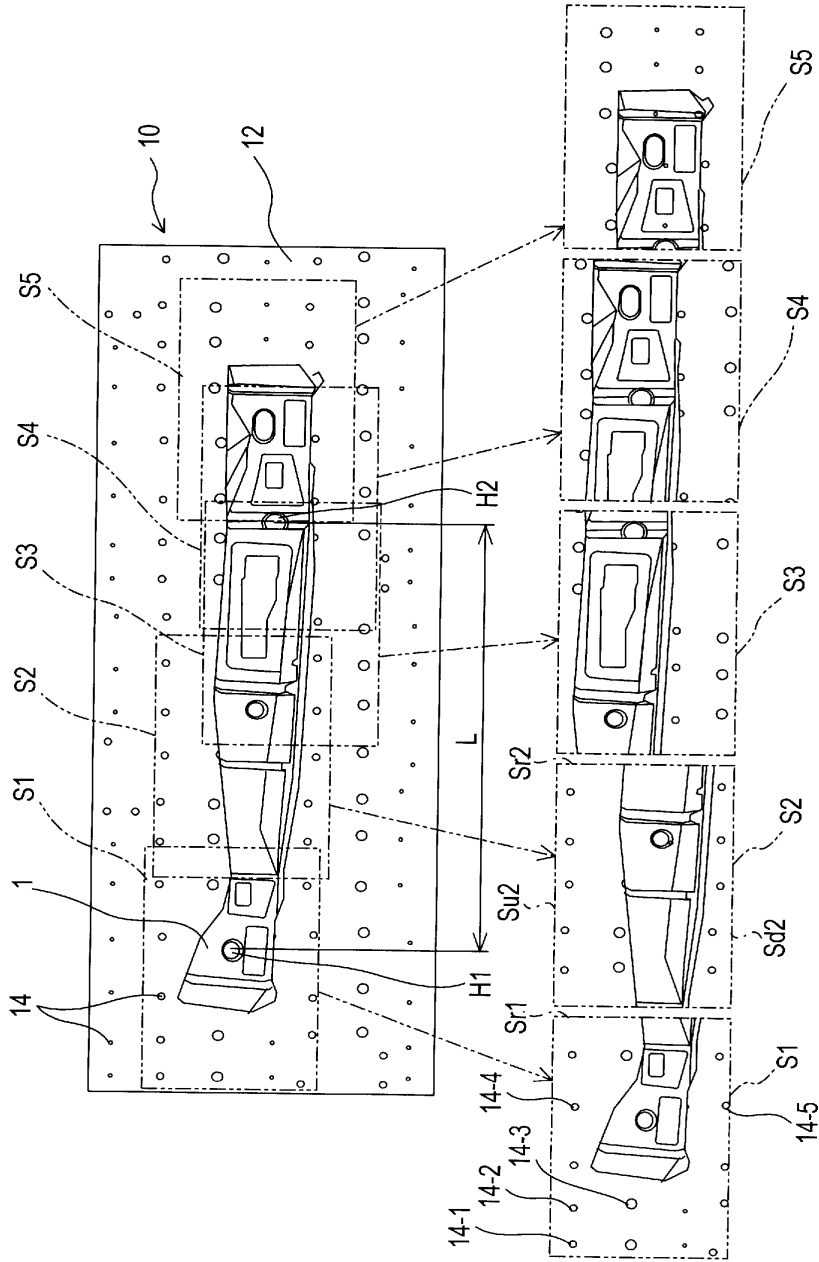
도면2



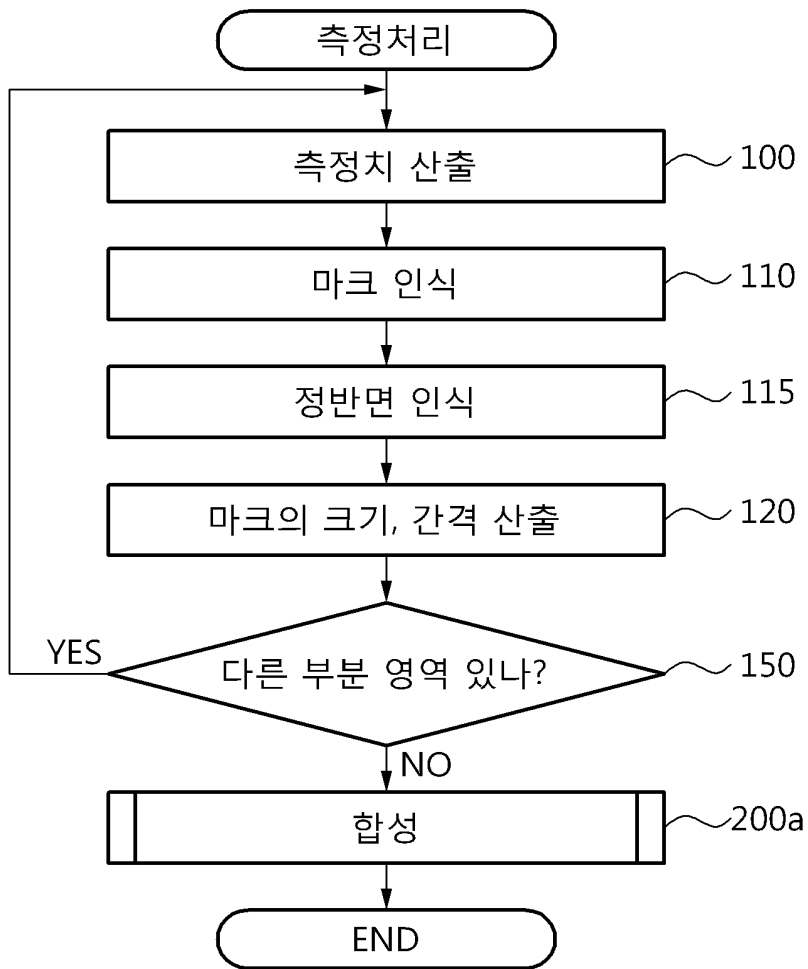
도면3



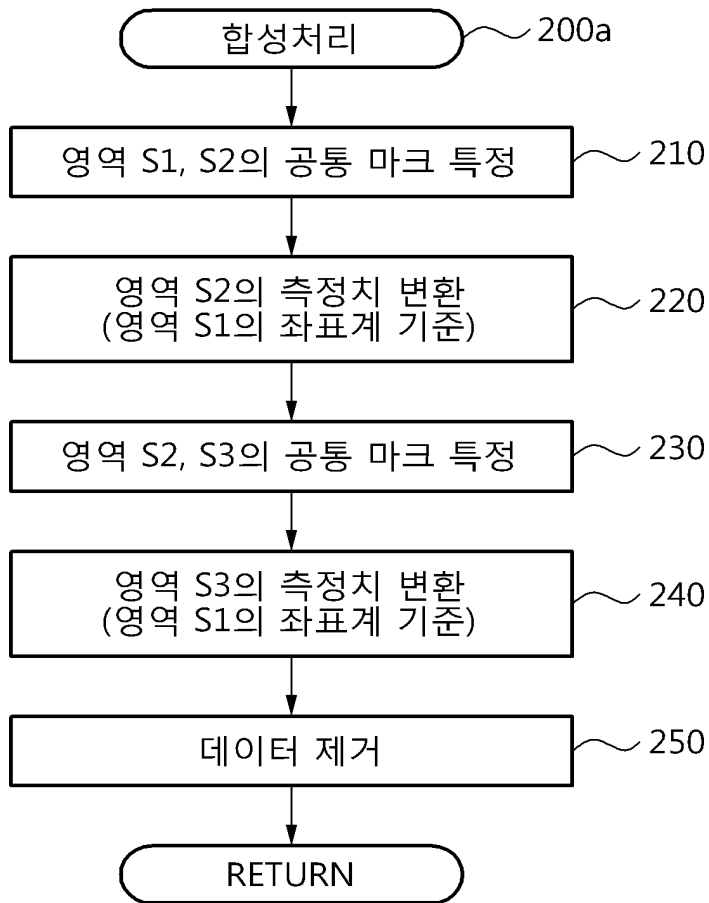
도면4



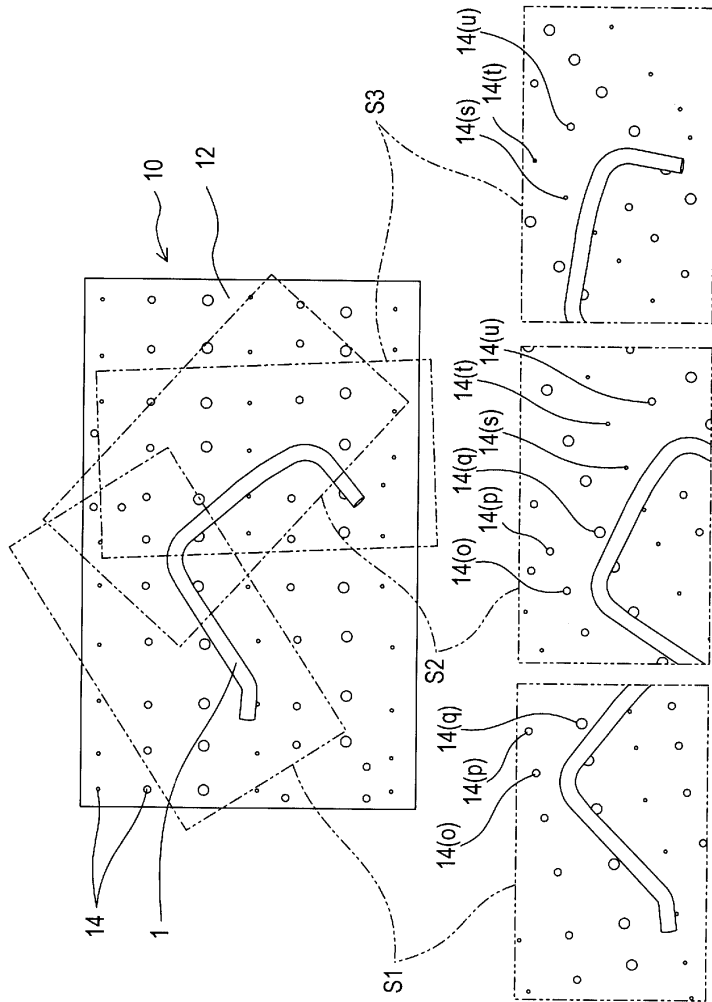
도면5



도면6



도면7



도면8

