



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월10일
 (11) 등록번호 10-1371387
 (24) 등록일자 2014년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61B 19/00 (2006.01) A61B 1/313 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0005807
 (22) 출원일자 2013년01월18일
 심사청구일자 2013년01월18일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100669250 B1
 KR101136743 B1
 JP2002528168 A

(73) 특허권자
경북대학교 산학협력단
 대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
주식회사 고영테크놀러지
 서울특별시 금천구 가산디지털2로 53, 14층 15층
 (가산동, 한라시그마밸리)
 (72) 발명자
홍종규
 경기 광주시 오포읍 능평로156번길 39,
이현기
 대구 수성구 교학로 111, 103동 707호 (만촌동,
 산장맨션)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인청맥

전체 청구항 수 : 총 11 항

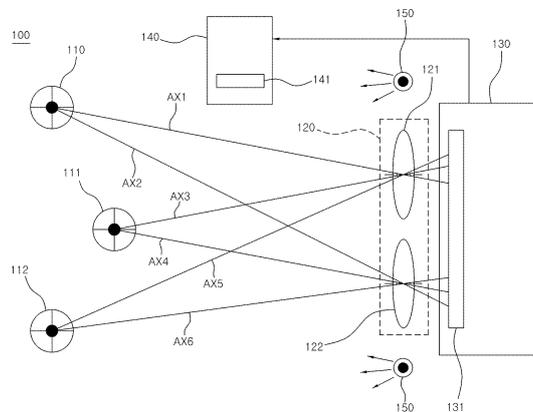
심사관 : 오승재

(54) 발명의 명칭 **트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법**

(57) 요약

한 대의 결상 유닛만으로도 각각의 마커들의 3차원 좌표를 산출할 수 있도록 하여 제작비용의 감소와 더불어 장비의 콤팩트화를 실현하여 수술 공간의 제약을 최소화할 수 있는 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법이 개시된다. 상기 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은 각각의 마커들로부터 방출되는 광이 적어도 한 쌍의 렌즈를 구비한 렌즈 어레이 유닛을 통과하여 결상 유닛에 각 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛에 구비된 렌즈의 개수와 상응하는 수의 마커 영상이 결상됨으로써 한 대의 결상 유닛만으로도 삼각법을 통해 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하여 목적물의 공간 위치와 방향을 산출하여 확인할 수 있으므로 트래킹 시스템의 제작비용의 절감과 더불어 소형 경량화를 이룰 수 있으므로 종래의 트래킹 시스템에 비하여 수술 공간의 제약을 상대적으로 덜 받는다는 효과가 있다.

대표도



(72) 발명자

정재현

경기 광명시 디지털로 56, 107동 2103호 (철산동,
철산래미안자이)

김민영

대구 수성구 청호로 426, 102동 505호 (범어동, 대
구범어삼성쉐르빌)

특허청구의 범위

청구항 1

목적물에 부착되어 광을 방출하는 적어도 3개의 마커;

상기 마커들로부터 방출되는 광을 통과시키는 적어도 두 개의 렌즈가 소정 간격으로 배열된 렌즈 어레이 유닛;

상기 마커들로부터 방출되어 상기 렌즈 어레이 유닛의 각 렌즈를 통과한 광을 받아 들여 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 상을 결상시키는 결상 유닛; 및

상기 결상 유닛에 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수만큼 결상된 마커 영상을 이용하여 상기 각각의 마커들의 3차원 좌표를 산출한 후 상기 마커들의 3차원 좌표와 기 저장된 서로 이웃하는 마커들 간의 기하학적 정보를 비교하여 상기 목적물의 공간 위치와 방향을 산출하는 프로세서를 포함하는 트래킹 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 마커들은 자체에서 광을 방출하는 액티브 마커인 것을 특징으로 하는 트래킹 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 렌즈 어레이 유닛 측에서부터 상기 마커들로 광을 방출하는 적어도 하나의 광원을 더 포함하며,

상기 마커들은 상기 광원으로부터 방출된 광을 상기 렌즈 어레이 유닛 측으로 반사시키는 패시브 마커인 것을 특징으로 하는 트래킹 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 결상 유닛은,

상기 마커들로부터 방출되어 상기 렌즈 어레이 유닛의 각 렌즈를 통과한 광을 받아 들여 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 적어도 두 개의 상을 결상시키는 카메라인 것을 특징으로 하는 트래킹 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 마커들 간의 기하학적 정보는,

상기 서로 이웃하는 마커들을 연결하는 직선들의 길이 정보와,

상기 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도 정보인 것을 특징으로 하는 트래킹 시스템.

청구항 6

목적물에 부착된 적어도 3개의 마커들로부터 광을 방출하는 단계;

상기 마커들로부터 방출된 광이 렌즈 어레이 유닛의 적어도 두 개의 렌즈를 통과하여 결상 유닛에 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 상을 결상시키는 단계;

상기 결상 유닛에 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수만큼 결상된 마커 영상을 이용하여 프로세서를 통해 상기 각각의 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계; 및

상기 각각의 마커들의 3차원 좌표와 상기 프로세서에 기 저장된 서로 이웃하는 마커들 간의 기하학적 정보를 비

교하여 상기 목적물의 공간 위치와 방향을 산출하는 단계를 포함하는 트래킹 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
 상기 마커들 간의 기하학적 정보는,
 상기 서로 이웃하는 마커들을 연결하는 직선들의 길이 정보와,
 상기 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도 정보인 것을 특징으로 하는 트래킹 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계는,
 상기 프로세서를 통해 상기 결상 유닛에 결상된 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 마커 영상의 2차원 좌표를 산출하는 단계; 및
 상기 마커당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 마커 영상의 2차원 좌표를 이용하여 상기 프로세서를 통해 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계를 포함하는 트래킹 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,
 상기 광을 방출하는 단계는,
 상기 마커들이 자체적으로 발생시키는 광을 상기 렌즈 어레이 유닛 측으로 방출하는 것을 특징으로 하는 트래킹 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,
 상기 광을 방출하는 단계는,
 적어도 하나의 광원으로부터 방출되는 광을 상기 마커들을 통해 렌즈 어레이 유닛 측으로 반사시켜 방출하는 것을 특징으로 하는 트래킹 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
 상기 광원의 공간 위치와 방향은 상기 프로세서에 기 저장되는 것을 특징으로 하는 트래킹 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 환부의 수술도구와 같은 목적물에 부착된 마커들의 좌표를 추적하여 목적물의 공간 위치 정보와 방향 정보를 검출하는 수술용 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근에는 복강경 수술이나 이비인후과 수술을 할 시 보다 환자의 고통을 덜어주고 보다 빠르게 환자가 회복할 수 있도록 하기 위한 로봇 수술이 연구 및 도입되고 있는 실정이다.

[0003] 이러한, 로봇 수술 시에는 수술의 위험을 최소화하고 보다 정밀한 수술을 진행할 수 있도록 하기 위하여 환부나 수술도구와 같은 목적물의 공간 위치와 방향을 정확히 추적하여 검출한 후 상기 수술도구를 환자의 환부로 정확히 조종(NAVIGATE)할 수 있는 내비게이션이 사용된다.

- [0004] 상기와 같은 수술용 내비게이션에는 상술한 바와 같이 환부나 수술도구와 같은 목적물의 공간 위치와 방향을 정확히 추적하여 검출할 수 있는 트래킹 시스템이 포함된다.
- [0005] 상기와 같은 트래킹 시스템은 통상 환부나 수술도구와 같은 목적물에 부착되는 마커들과, 상기 마커들에 의해 방출되는 광을 결상시키는 제1, 2 결상 유닛과, 상기 제1, 2 결상 유닛과 연결되어 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출한 후 기 저장된 상기 서로 이웃하는 마커들을 연결하는 직선들의 정보와 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도 정보를 상기 마커들의 3차원 좌표와 비교하여 상기 목적물의 공간 위치와 방향을 산출하는 프로세서를 포함한다.
- [0006] 여기서, 상기 마커들의 3차원 좌표를 프로세서를 통해 산출하기 위해서는 통상적으로 하나의 마커로부터 방출되어 제1 결상 유닛에 결상된 상기 마커의 좌표와 상기 제2 결상 유닛에 결상된 상기 마커의 좌표가 동일하다는 가정 하에 삼각법을 통해 상기 프로세서에 의해 검출됨으로써 각각의 마커의 3차원 좌표가 프로세서를 통해 산출되기 위해서는 반드시 2대의 디텍터가 필요하였다.
- [0007] 따라서, 종래의 일반적인 트래킹 시스템은 서로 다른 위치에서 각각의 마커들로부터 방출되는 광을 결상시키기 위한 2대의 결상 유닛을 구비해야만 함으로써 제작비용의 상승과 더불어 시스템 전체 사이즈가 커지게 됨으로써 수술 공간의 제약을 많이 받는다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 따라서, 본 발명의 목적은 한 대의 결상 유닛만으로도 각각의 마커들의 3차원 좌표를 산출할 수 있도록 하여 제작비용의 감소와 더불어 장비의 콤팩트화를 실현하여 수술 공간의 제약을 최소화할 수 있는 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템은 목적물에 부착되어 광을 방출하는 적어도 3개의 마커와, 상기 마커들로부터 방출되는 광을 통과시키는 적어도 두개의 렌즈가 소정 간격으로 배열된 렌즈 어레이 유닛과, 상기 마커들로부터 방출되어 상기 렌즈 어레이 유닛의 각 렌즈를 통과한 광을 받아 들여 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 상을 결상시키는 결상 유닛 및, 상기 결상 유닛에 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수만큼 결상된 마커 영상을 이용하여 상기 각각의 마커들의 3차원 좌표를 산출한 후 상기 마커들의 3차원 좌표와 기 저장된 서로 이웃하는 마커들 간의 기하학적 정보를 비교하여 상기 목적물의 공간 위치와 방향을 산출하는 프로세서를 포함한다.
- [0010] 일예를 들면, 상기 마커들은 자체에서 광을 방출하는 액티브 마커일 수 있다.
- [0011] 한편, 상기 렌즈 어레이 유닛 측에서부터 상기 마커들로 광을 방출하는 적어도 하나의 광원을 더 포함할 수 있으며, 이 경우에 상기 마커들은 상기 광원으로부터 방출된 광을 상기 렌즈 어레이 유닛 측으로 반사시키는 패시브 마커일 수 있다.
- [0012] 일예를 들면, 상기 결상 유닛은 상기 마커들로부터 방출되어 상기 렌즈 어레이 유닛의 각각의 렌즈를 통과한 광을 받아 들여 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 적어도 두 개의 상을 결상시키는 카메라일 수 있다.
- [0013] 일예를 들면, 상기 마커들 간의 기하학적 정보는 상기 서로 이웃하는 마커들을 연결하는 직선들의 길이 정보와, 상기 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도 정보일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 방법은 목적물에 부착된 적어도 3개의 마커들로부터 광을 방출하는 단계와, 상기 마커들로부터 방출된 광이 렌즈 어레이 유닛의 적어도 두 개의 렌즈를 통과하여 결상 유닛에 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 상을 결상시키는 단계와, 상기 결상 유닛에 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수만큼 결상된 마커 영상을 이용하여 프로세서를 통해 상기 각각의 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계 및, 상기 각각의 마커들의 3차원 좌표와 상기 프로세서에 기 저장된 서로 이웃하는 마커들 간의 기하학적 정보를 비교하여 상기 목적물의 공간 위치와 방향을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 일예를 들면, 상기 마커들 간의 기하학적 정보는 상기 서로 이웃하는 마커들을 연결하는 직선들의 길이 정보와,

상기 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도 정보일 수 있다.

[0016] 한편, 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계는 상기 프로세서를 통해 상기 결상 유닛에 결상된 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 마커 영상의 2차원 좌표를 산출하는 단계 및, 상기 마커당 상기 렌즈 어레이 유닛의 렌즈 개수와 상응하는 수의 마커 영상의 2차원 좌표를 이용하여 상기 프로세서를 통해 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 일예를 들면, 상기 광을 방출하는 단계는, 상기 마커들이 자체적으로 발생시키는 광을 상기 렌즈 어레이 유닛 측으로 방출할 수 있다.

[0018] 이와는 다르게, 상기 광을 방출하는 단계는, 적어도 하나의 광원으로부터 방출되는 광을 상기 마커들을 통해 렌즈 어레이 유닛 측으로 반사시켜 방출할 수도 있다.

[0019] 한편, 상기 광원의 공간 위치와 방향은 상기 프로세서에 기 저장된다.

발명의 효과

[0020] 이와 같이 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은, 각각의 마커들로부터 방출되는 광이 적어도 한 쌍의 렌즈를 구비한 렌즈 어레이 유닛을 통과하여 결상 유닛에 각 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛에 구비된 렌즈의 개수와 상응하는 수의 마커 영상이 결상됨으로써 한 대의 결상 유닛만으로도 삼각법을 통해 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하여 목적물의 공간 위치와 방향을 산출하여 확인할 수 있다

[0021] 또한, 렌즈의 배열 방법 및 배율에 영향을 받지 않으므로, 트래킹 시스템의 제작비용의 절감과 더불어 소형 경량화를 이룰 수 있으며, 종래의 트래킹 시스템에 비하여 수술 공간의 제약을 상대적으로 덜 받는다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템의 개략도
- 도 2는 마커들이 목적물에 부착된 예시도
- 도 3은 렌즈의 동일 광 경로 상에서 마커의 위치가 바뀔 시 마커의 영상이 결상되는 위치의 변화를 설명하기 위한 예시도
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 방법을 설명하기 위한 블록도
- 도 5는 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 블록도
- 도 6은 결상 유닛의 이미지 센서를 제1, 2 마커 영상의 좌표계로 가상 분할한 예시도
- 도 7은 영상에서의 2차원 좌표와 실제 마커의 3차원 좌표와의 관계를 설명하기 위한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0025] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이

속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다.

- [0027] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 이하 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명한다.
- [0029] 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은 환부나 수술도구와 같은 목적물에 적어도 3개의 마커들을 부착한 후 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하여 프로세서에 기 저장된 서로 이웃하는 마커들 간의 기하학적 정보와 상기 마커들의 3차원 좌표를 프로세서를 통해 비교하여 상기 환부나 수술도구와 같은 목적물의 공간 위치와 방향을 산출할 수 있도록 하는 것으로서, 그 상세한 구성에 대해서는 도면을 참조하여 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템의 개략도이며, 도 2는 마커들이 목적물에 부착된 예시도이며, 도 3은 렌즈의 동일 광 경로 상에서 마커의 위치가 바뀔 시 마커의 영상이 결상되는 위치의 변화를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0031] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템(100)은 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112), 렌즈 어레이 유닛(lens array unit : 120), 결상 유닛(130) 및, 프로세서(140)를 포함할 수 있으며, 이때, 렌즈 어레이 유닛(120)은 결상 유닛(130)에 장착되어 포함될 수도 있다.
- [0032] 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)은 환부나 수술도구와 같은 목적물(200)에 부착된다. 여기서, 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)은 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112) 간에 일정 간격 이격되며, 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 가상으로 연결하여 각 마커 마다 이웃하는 한 쌍의 직선들(L1)(L2)(L3)이 일정한 각도(A1)(A2)(A3)를 이루도록 배치되어 상기 환부나 수술도구와 같은 목적물(200)에 부착된다.
- [0033] 여기서, 상기 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112) 간의 기하학적 정보, 즉 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 연결하는 직선들(L1)(L2)(L3)의 길이 정보와 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 연결하는 이웃하는 한 쌍의 직선들이 이루는 각도(A1)(A2)(A3) 정보는 상기 프로세서(140)에 실장된 메모리(memory : 141)에 기 저장된다.
- [0034] 예를 들면, 상기 마커들(110)(111)(112)은 3개가 환부나 수술도구와 같은 목적물(200)에 삼각형 형태로 부착될 수 있으며, 상기 3개의 마커들(110)(111)(112)을 꼭지점으로 하는 삼각형의 변을 이루는 각각의 직선(L1)(L2)(L3)의 길이 정보와, 상기 마커들(110)(111)(112)을 연결하는 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도(A1)(A2)(A3) 정보는 상기 프로세서(140)에 포함된 메모리(141)에 기 저장될 수 있다.
- [0035] 한편, 상기 마커들(110)(111)(112)은 자체적으로 광을 방출하는 액티브(active) 마커일 수 있다. 상술한 바와 같이 상기 마커들(110)(111)(112)을 액티브 마커로 사용할 경우에는 별도의 광원을 사용할 필요가 없다.
- [0036] 이와는 다르게, 상기 마커들(110)(111)(112)은 적어도 하나의 광원(150)으로부터 방출되는 광을 반사시키는 패시브(passive) 마커일 수 있다.
- [0037] 상술한 바와 같이 상기 마커들(110)(111)(112)을 패시브 마커로 사용할 경우에는 상기 마커들(110)(111)(112)로 광을 방출하는 적어도 하나의 광원(150)을 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 주변에 배치할 수 있다. 예를 들면, 한 쌍의 광원(150)이 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 양측에 배치될 수 있다. 여기서, 상기 광원(150)의 공간 위치와 방향은 프로세서(140)에 실장된 메모리(141)에 기 저장된다.
- [0038] 상기 렌즈 어레이 유닛(120)은 결상 유닛(130)의 전방부에 배치된다. 이와 같은 상기 렌즈 어레이 유닛(120)은 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광을 통과시키는 적어도 한 쌍의 렌즈(121)(122)가 소정 간격으로 배열되어 형성된다. 예를 들면, 상기 렌즈 어레이 유닛(120)은 제1 렌즈(121)와 제2 렌즈(122)가 소정 간격으로 배열되어 형성될 수 있다. 도면에는 상기 제1, 2 렌즈(121)(122)가 소정 간격으로 배열된 렌즈 어레이 유닛(120)이 도시되었으나, 상기 렌즈 어레이 유닛(120)은 3개 이상의 렌즈가 소정간격으로 배열되어 형성될 수도 있다.
- [0039] 상기 결상 유닛(130)은 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되어 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 각각의 렌즈(121)(122)를 통과한 광을 받아 들여 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 렌즈 개수와 상응하는 수의 상을

결상시킨다.

- [0040] 보다 상세하게 설명하면, 상기 렌즈 어레이 유닛(120)에 제1, 2 렌즈(121)(122)가 소정간격으로 배치될 경우에는, 상기 결상 유닛(130)은 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되어 상기 제1, 2 렌즈(121)(122)를 통과한 광을 받아 들여 마커 당 한 쌍의 마커 영상을 결상시킨다.
- [0041] 예를 들면, 상기 결상 유닛(130)은 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되어 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 각각의 렌즈(121)(122)를 통과한 광을 받아 들여 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 렌즈(121)(122) 개수와 상응하는 수의 상을 결상시키는 이미지 센서(131)가 실장된 카메라일 수 있다.
- [0042] 상기 프로세서(140)는 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 렌즈(121)(122) 개수와 상응하는 수만큼 결상된 마커 영상을 이용하여 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하며, 상기 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 기 저장된 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112) 간의 기하학적 정보와 비교함으로써 마커들(110)(120)(130)이 부착된 환부나 수술도구와 같은 상기 목적물(200)의 공간 위치와 방향을 산출한다.
- [0043] 여기서, 상기 프로세서(140)에는 메모리(141)가 실장된다. 한편, 상기 프로세서(140)에 실장된 메모리(141)에는 상기 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112) 간의 기하학적 정보, 즉 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 연결하는 직선들(L1)(L2)(L3)의 길이 정보와 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 연결하는 이웃하는 한 쌍의 직선들이 이루는 각도(A1)(A2)(A3) 정보가 기 저장될 수 있다.
- [0044] 이에 더하여, 상기 마커들(110)(111)(112)이 패시브 마커일 경우에는 상기 프로세서(140)에 실장된 메모리(141)에는 상기 적어도 한 쌍의 광원(150)의 공간 위치와 방향이 기 저장될 수 있다.
- [0045] 상술한 바와 같이 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템(100)은 적어도 한 쌍의 렌즈(121)(122)가 소정간격으로 배열된 렌즈 어레이 유닛(120)을 사용하여 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광이 적어도 한 쌍의 렌즈(121)(122)를 통과하여 마커 당 적어도 한 쌍의 마커 영상이 상기 결상 유닛에 결상되도록 함으로써 한 대의 결상 유닛(130)만을 사용하고도 각각의 마커들의 3차원 좌표를 산출할 수 있는 장점이 있다.
- [0046] 예를 들면, 도 3에 도시된 바와 같이 렌즈(131)의 동일 광 축(AX) 상에서 마커(110)(111)(112)의 위치가 바뀔 시에는 제2 렌즈(122) 영상이 결상되는 이미지 센서(133)의 위치는 변경되지 않지만 제1 렌즈(121) 영상이 이미지 센서(133)의 위치는 변경됨으로써 한 대의 결상 유닛만을 사용하고도 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 삼각법을 이용하여 산출할 수 있다.
- [0047] 도 1 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템을 이용하여 목적물의 공간 위치와 방향을 트래킹하는 과정에 대하여 설명한다.
- [0048] 도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 방법을 설명하기 위한 블록도이며, 도 5는 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 블록도이고, 도 6은 결상 유닛의 이미지 센서를 제1, 2 마커 영상의 좌표계로 가상 분할한 예시도이며, 도 7은 영상에서의 2차원 좌표와 실제 마커의 3차원 좌표와의 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 도 1 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템을 이용하여 목적물(200)의 공간 위치와 방향을 트래킹 하기 위해서는, 먼저 목적물(200)에 부착된 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)을 활성화시켜 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 광이 방출되도록 하거나, 적어도 하나의 광원(150)을 작동시켜 상기 광원(150)으로부터 상기 목적물(200)에 부착된 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)에 광을 조사하여 상기 마커들(110)(111)(112)에 의해 광이 반사되어 방출되도록 한다.(S110)
- [0050] 보다 상세하게 설명하면, 상기 목적물(200) 자체에서 광을 방출하는 적어도 3개의 액티브 마커들(110)(111)(112)이 부착되었을 경우에는 상기 마커들(110)(111)(112)을 활성화시켜 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 광이 방출되도록 한다. 이와는 다르게 상기 목적물(200)에 자체적으로 광을 방출하지 못하는 적어도 3개의 패시브 마커들(110)(111)(112)이 부착되었을 경우에는 적어도 하나의 광원(150)을 작동시켜 상기 광원(150)으로부터 상기 목적물(200)에 부착된 적어도 3개의 패시브 마커들(110)(111)(112)에 광을 조사하여 상기 패시브 마커들(110)(111)(112)에 의해 광이 반사되어 방출되도록 한다.
- [0051] 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)로부터 방출된 광은 렌즈 어레이 유닛(120)의 각각의 렌즈(121)(122)

를 통과하여 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 렌즈 개수와 상응하는 수의 상을 결상 유닛(130)에 결상시킨다.(S120)

[0052] 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이 한 쌍의 제1, 2 렌즈(121)(122)가 소정 간격으로 배치된 렌즈 어레이 유닛(120)을 사용하게 될 경우에는, 제1 마커(110)로부터 방출된 광은 제1 광축(AX1)과 제2 광축(AX2)을 통해 각각 제1 렌즈(121)와 제2 렌즈(122)를 통과하여 결상 유닛(130)에 한 쌍의 제1 마커 영상이 결상되며, 제2 마커(111)로부터 방출된 광은 제3 광축(AX3)과 제4 광축(AX4)을 통해 각각 제1 렌즈(121)와 제2 렌즈(122)를 통과하여 결상 유닛(130)에 한 쌍의 제2 마커 영상이 결상되고, 제3 마커(112)로부터 방출된 광은 제5 광축(AX5)과 제6 광축(AX6)을 통해 각각 제1 렌즈(121)와 제2 렌즈(122)를 통과하여 결상 유닛(130)에 한 쌍의 제3 마커 영상이 결상된다.

[0053] 즉, 한 쌍의 제1, 2 렌즈(121)(122)가 소정 간격으로 배열된 렌즈 어레이 유닛(120)을 사용함으로써 상기 결상 유닛(130)에 각각의 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상이 결상되는 것이다.

[0054] 상기 각각의 마커(110)(111)(112) 당 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 렌즈(121)(122) 개수와 상응하는 수의 마커 영상이 결상 유닛(130)에 결상되면, 상기 결상 유닛(130)에 마커 당 상기 렌즈 어레이 유닛(120)의 렌즈(121)(122) 개수와 상응하는 수만큼 결상된 마커 영상을 이용하여 프로세서(140)를 통해 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출한다.(S130)

[0055] 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하는 단계에 대하여 도 5에 도시한 블록도를 토대로 상세하게 설명하면 다음과 같다. 설명의 편의를 위하여 제1, 2 렌즈(121)(122)가 소정 간격으로 배열된 렌즈 어레이 유닛(120)을 사용할 경우를 예를 들어 설명한다.

[0056] 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하기 위해서는, 먼저 상기 프로세서(140)를 통해 상기 결상 유닛(130)에 결상된 각각의 마커들(110)(111)(112) 한 쌍의 마커 영상에 대한 2차원 좌표를 산출한다.(S131)

[0057] 여기서, 상기 마커들(110)(111)(112)의 2차원 좌표를 산출한 다음에는, 각 좌표계 별(제1 렌즈 영상 FOV(FIELD OF VIEW)와 제2 렌즈 영상 FOV별)로 결상 유닛(130)의 카메라 캘리브레이션(calibration)을 수행하게 된다.(S132)

[0058] 상기와 같이 각 좌표계 별로 상기 결상 유닛(130)의 카메라 캘리브레이션을 수행한 다음에는, 상기 각각의 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍씩 결상된 마커 영상의 2차원 좌표를 이용하여 상기 프로세서(140)를 통해 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출한다.(S133)

[0059] 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하는 단계에 대하여 도 6 및 도 7을 참조하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0060] 도 6에 도시된 바와 같이 이미지 센서(133)의 일측을 제1 렌즈 영상의 FOV(FIELD OF VIEW), 타측을 제2 렌즈 영상의 FOV라고 가상으로 분할하고, 상기 이미지 센서(133)의 제1 렌즈 영상의 2차원 좌표를 (U,V) 좌표계로 표시하며, 상기 제2 렌즈 영상의 2차원 좌표를 (U', V')이라고 표시하고 도 7을 참조하면, 영상에서의 마커들(110)(111)(112)의 2차원 좌표와 실 공간에서의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표는 수학적 식 1과 같은 관계식으로 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & \gamma & u_0 \\ 0 & \beta & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t \\ [k] & t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$\underbrace{\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}}_{\tilde{m}} \quad \underbrace{\begin{bmatrix} \alpha & \gamma & u_0 \\ 0 & \beta & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_A \quad \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t \\ [k] & t \end{bmatrix} \quad \underbrace{\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}}_{\tilde{M}}$

[0061] 여기서, m은 영상에서의 마커의 2차원 좌표이며, M은 실 공간에서의 마커의 3차원 좌표이고, A(R, t)는 카메라 매트릭스이다.

[0062]

[0063] 이를 보다 간략하게 설명하기 위하여, 실제 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 X라 하면, 상기 실제 마커들

(110)(111)(112)의 3차원 좌표(X)와 제1 렌즈를 통과한 영상에서 마커의 2차원 좌표(x_L)의 관계식과, 상기 실제 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표(X)와 제2 렌즈를 통과한 영상에서 마커의 2차원 좌표(x_R)의 관계식은 수학 식 2와 같이 표시할 수 있다.

수학식 2

$$x_L = P_1 X$$

$$x_R = P_2 X$$

[0064]

[0065] 여기서, 상기 P₁은 제1 렌즈를 통과한 영상의 카메라 매트릭스이며, P₂는 제2 렌즈를 통과한 영상의 카메라 매트릭스이다.

[0066] 그리고, 각각의 마커들(110)(111)(112)의 제1 렌즈를 통과한 영상과 제2 렌즈를 통과한 영상에 대해서 x_L = P₁X, x_R = P₂X 관계식은 AX = 0의 선형 방정식으로 표현이 가능하며, 이를 정리하면 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$x(P^{3T}X) - (P^{1T}X) = 0$$

$$y(P^{3T}X) - (P^{2T}X) = 0$$

$$x(P^{2T}X) - y(P^{1T}X) = 0$$

[0067]

[0068] 여기서, P^{iT}는 행렬 P의 행벡터이다.

[0069] 위 식을 다시 정리하면, 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$\begin{bmatrix} x_L P_1^{3T} - P_1^{1T} \\ y_L P_1^{3T} - P_1^{2T} \\ x_R P_2^{3T} - P_2^{1T} \\ y_R P_2^{3T} - P_2^{2T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ W \end{bmatrix} = [0]$$

[0070]

[0071] 여기서, W는 스케일 인자이다.

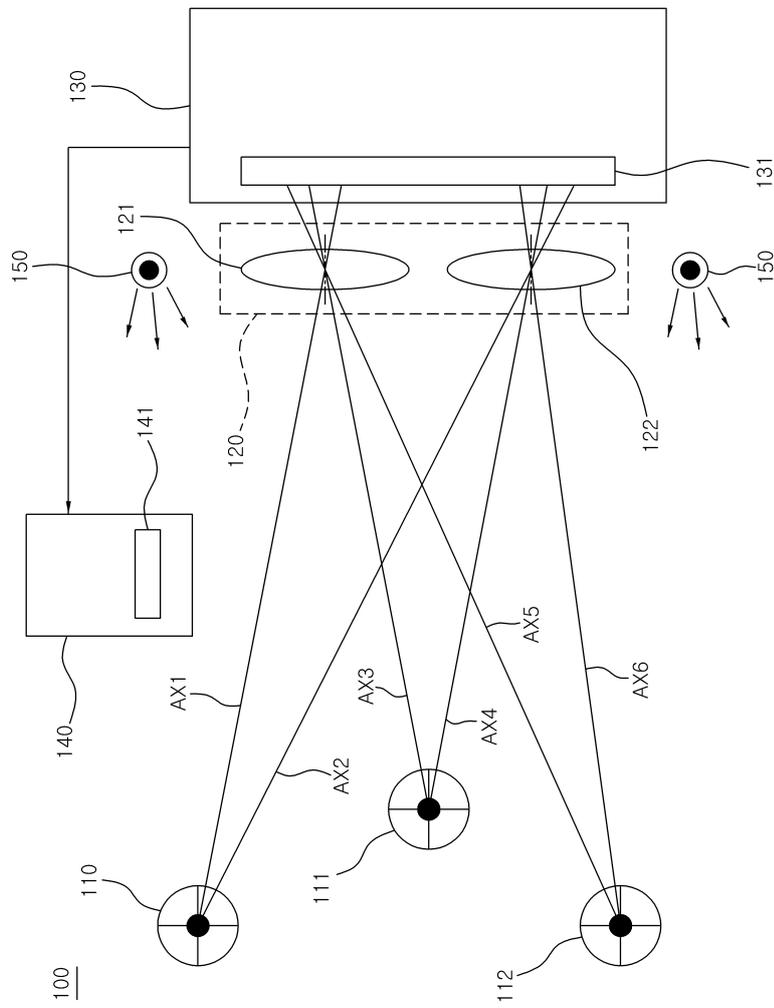
[0072] 수학식 4와 같이 표현된 선형 방정식을 풀어 X, Y, Z를 구하면 그 해가 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표가 된다.

[0073] 도4 내지 도 5를 통해 상술한 바와 같이 프로세서(140)에 의해 각각의 마커들(110)(111)(112)의 실 공간에서의 3차원 좌표를 산출한 다음에는, 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 실 공간에서의 3차원 좌표와 상기 프로세서(140)에 기 저장된 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112) 간의 기하학적 정보를 프로세서(140)를 통해 비교하여 상기 마커들(110)(111)(112)이 부착된 목적물(200)의 공간 위치와 방향을 산출한다.(S140)

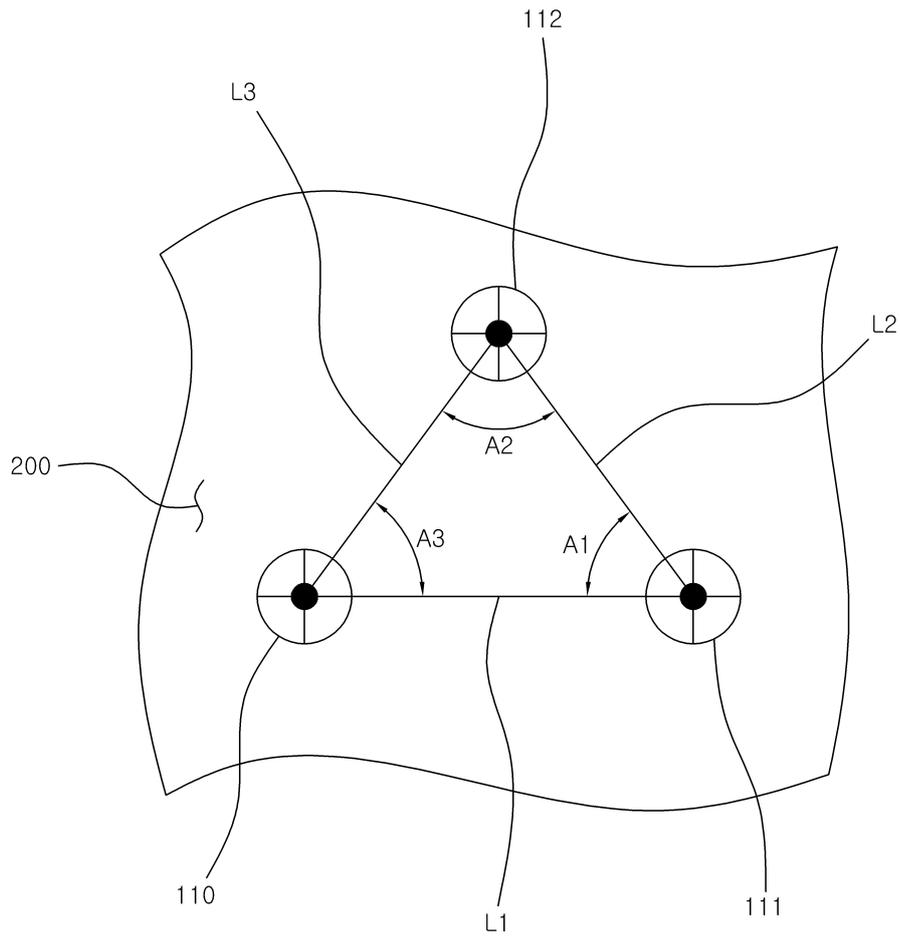
[0074] 여기서, 상기 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112) 간의 기하학적 정보는 상술한 바와 같이 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 연결하는 직선들(L1)(L2)(L3)의 길이 정보와, 상기 마커들(110)(111)(112)을 연결하는

도면

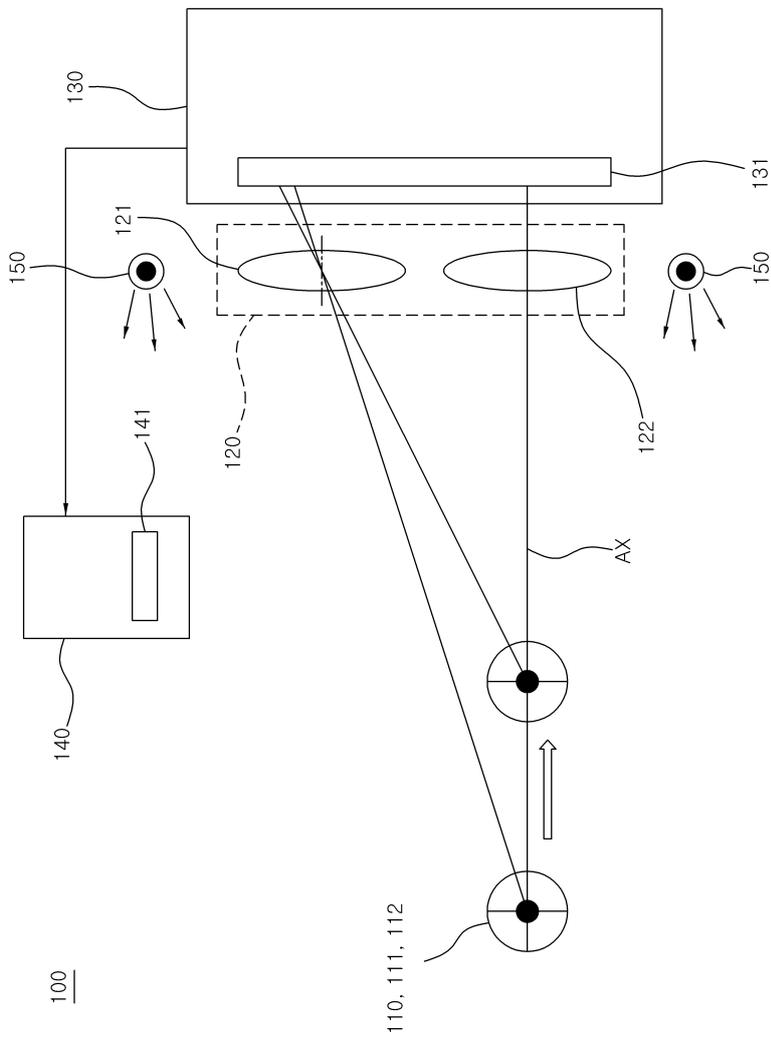
도면1



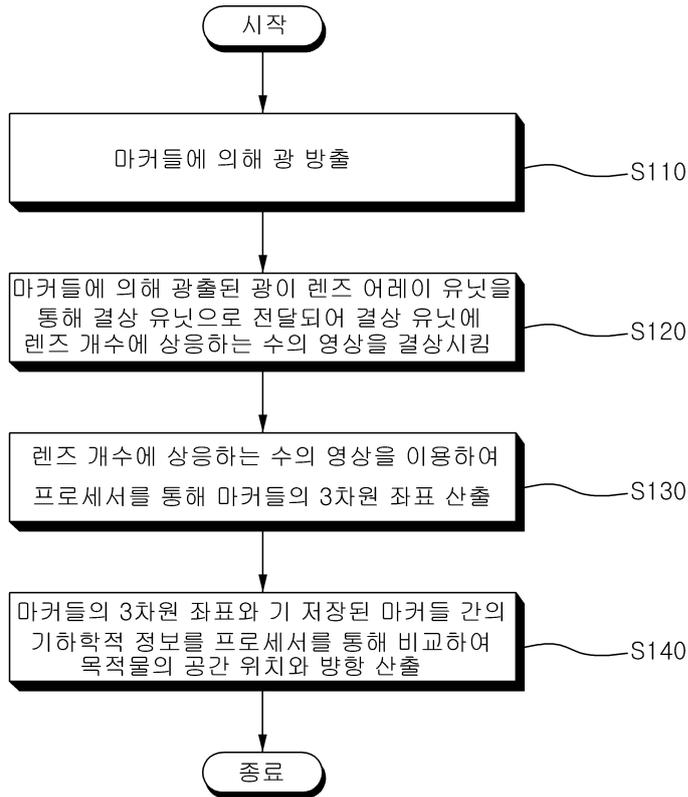
도면2



도면3

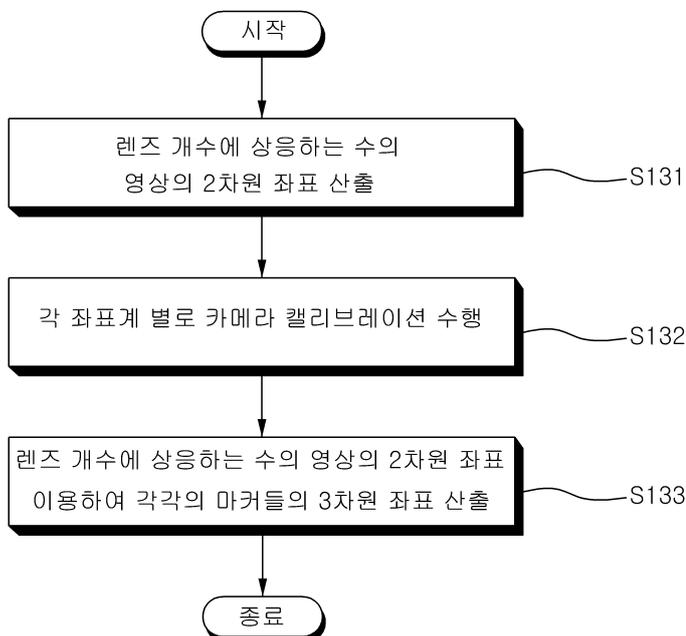


도면4

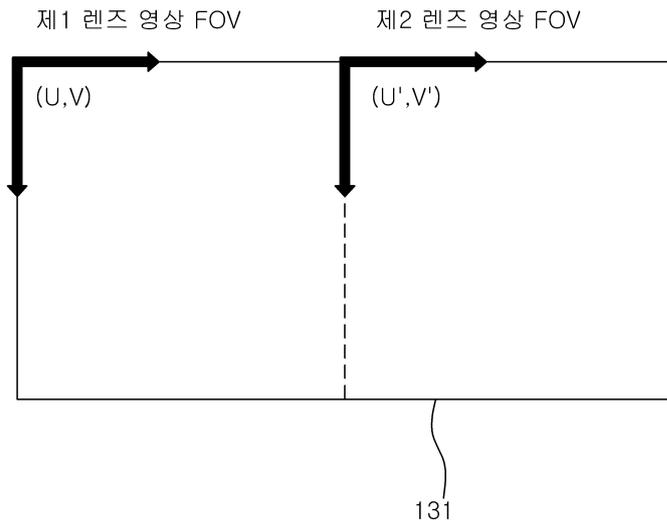


도면5

S130



도면6



도면7

