



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월07일  
(11) 등록번호 10-1371384  
(24) 등록일자 2014년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 19/00 (2006.01) A61B 1/313 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0002841  
(22) 출원일자 2013년01월10일  
심사청구일자 2013년01월10일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2007130398 A  
JP2009529145 A  
KR1020110118640 A  
US20070183041 A1

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

전체 청구항 수 : 총 9 항

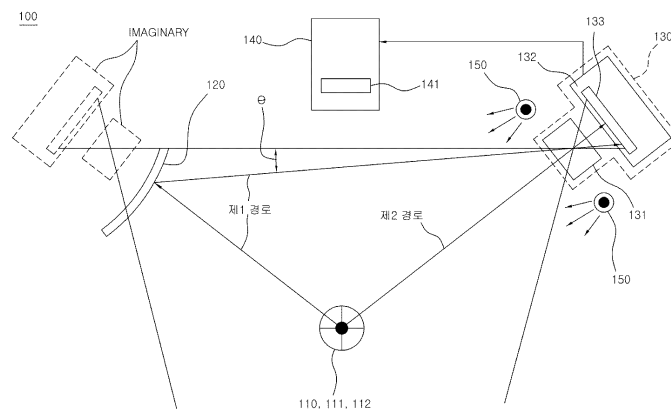
심사관 : 오승재

(54) 발명의 명칭 트랙킹 시스템 및 이를 이용한 트랙킹 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 트랙킹 시스템 및 이를 이용한 트랙킹 방법이 개시된다. 상기 트랙킹 시스템 및 이를 이용한 트랙킹 방법은 각각의 마커들로부터 방출되는 광이 2개의 경로로 한 대의 결상 유닛에 전달되어 상기 결상 유닛의 이미지 센서에 각각의 마커에 대해 각각의 경로에 의한 2개(다 이렉트 영상과 리플렉트 영상)의 영상을 결상시키므로 한 대의 결상 유닛만으로도 목적물에 부착된 마커들의 공간 위치와 방향을 산출하여 확인할 수 있으므로, 트랙킹 시스템의 제작비용의 절감과 더불어 장비의 소형 경량화를 이룰 수 있어 종래의 트랙킹 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 방출하거나 적어도 하나의 광원으로부터 방출되는 광을 반사시키는 적어도 3개의 마커;  
 상기 마커들로부터 방출되거나 상기 마커들에 의해 반사되어 방출되는 광을 반사시키는 리플렉터;  
 상기 마커들로부터 방출되는 광을 직접적으로 받아 들여 다이렉트 영상을 결상시킴과 동시에, 상기 마커들로부터 방출된 후 상기 리플렉터에 의해 반사되어 방출되는 광을 받아 들여 리플렉트 영상을 결상시키는 결상 유닛;  
 및  
 상기 결상 유닛에 결상된 상기 마커들의 다이렉트 영상과 리플렉트 영상을 이용하여 상기 마커들의 3차원 좌표를 각각 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 리플렉터는,  
 상기 마커들로부터 방출되는 광을 상기 결상 유닛 측으로 반사시켜 리플렉트 영상을 결상시킬 수 있도록 하는 미러인 것을 특징으로 하는 트래킹 시스템.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
 상기 리플렉터는,  
 상기 결상 유닛과 동일 광 경로 상에 위치하며, 상기 프로세서의 제어 하에 설치 위치나 각도, 반사면의 형상 중 적어도 하나를 변경하여, 상기 리플렉트 영상의 결상 위치를 변화시키는 것을 특징으로 하는 트래킹 시스템.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,  
 상기 결상 유닛은,  
 상기 마커들로부터 직접적으로 방출되는 광과 상기 리플렉터에 의해 반사된 광을 받아들여 영상을 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 방출되는 광을 직접적으로 받아 들여 다이렉트 영상을 결상 유닛에 결상시킴과 동시에, 상기 마커들로부터 방출된 후 특정 위치에 설치되어 광을 반사시키는 리플렉터에 의해 방출되는 광을 받아들여 리플렉트 영상을 결상 유닛에 결상시키는 단계;  
 상기 결상 유닛에 결상된 상기 마커들의 다이렉트 영상과 리플렉트 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 리플렉트 영상을 결상 유닛에 결상시키는 단계는,

상기 프로세서에서 리플렉터의 설치 위치, 각도 및 반사면의 형상 변경 중 적어도 하나를 제어하여 상기 결상 유닛과의 동일한 광 경로상에서 상기 리플렉트 영상의 결상 위치를 변화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 트래킹 방법.

## 청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계는,

상기 프로세서를 통해 상기 결상 유닛에 결상된 상기 마커들의 다이렉트 영상과 리플렉트 영상의 2차원 좌표를 산출하는 단계; 및

상기 마커들의 다이렉트 영상의 2차원 좌표와 상기 리플렉트 영상의 2차원 좌표를 이용하여 상기 프로세서를 통해 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계를 포함하는 트래킹 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 환자의 환부나 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 컴팩트화를 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 방출하거나 적어도 하나의 광원으로부터 방출되는 광을 반사시키는 적어도 3개의 마커와, 상기 마커들로부터 방출되거나 상기 마커들에 의해 반사되어 방출되는 광을 반사시키는 리플렉터와, 상기 마커들로부터 방출되는 광을 직접적으로 받아 들여 다이렉트 영상을 결상시킴과 동시에, 상기 마커들로부터 방출된 후 상기 리플렉터에 의해 반사되어 방출되는 광을 받아 들여 리플렉트 영상을 결상시키는 결상 유닛 및, 상기 결상 유닛에 결상된 상기 마커들의 다이렉트 영상과 리플렉트 영상을 이용하여 상기 마커들의 3차원 좌표를 각각 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 리플렉터는 상기 마커들로부터 방출되는 광을 상기 결상 유닛 측으로 반사시켜 리플렉트 영상을 결상시킬 수 있도록 하는 미러일 수 있다.

[0011] 일예를 들면, 상기 리플렉터는 상기 결상 유닛과 동일 광 경로 상에 위치하며, 상기 프로세서의 제어 하에 설치 위치나 각도, 반사면의 형상 중 적어도 하나를 변경하여, 상기 리플렉트 영상의 결상 위치를 변화시킬 수 있다.

[0012] 일예를 들면, 상기 결상 유닛은 상기 마커들로부터 직접적으로 방출되는 광과 상기 리플렉터에 의해 반사된 광을 받아들여 영상을 결상시키는 카메라일 수 있다.

[0013] 한편, 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 방출되는 광을 직접적으로 받아 들여 다이렉트 영상을 결상 유닛에 결상시킴과 동시에, 상기 마커들로부터 방출된 후 특정 위치에 설치되어 광을 반사시키는 리플렉터에 의해 방출되는 광을 받아들여 리플렉트 영상을 결상 유닛에 결상시키는 단계와, 상기 결상 유닛에 결상된 상기 마커들의 다이렉트 영상과 리플렉트 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 포함한다.

[0015] 여기서, 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 리플렉트 영상을 결상 유닛에 결상시키는 단계는, 상기 프로세서에서 리플렉터의 설치 위치, 각도 및 반사면의 형상 변경 중 적어도 하나를 제어하여 상기 결상 유닛과의 동일한 광 경로상에서 상기 리플렉트 영상의 결상 위치를 변화시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 일예를 들면, 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계는 상기 프로세서를 통해 상기 결상 유닛에 결상된 상기 마커들의 다이렉트 영상과 리플렉트 영상의 2차원 좌표를 산출하는 단계 및, 상기 마커들의 다이렉트 영상의 2차원 좌표와 상기 리플렉트 영상의 2차원 좌표를 이용하여 상기 프로세서를 통해 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

[0018] 이와 같이 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은 각각의 마커들로부터 방출되는 광이 직접적으로 결상 유닛으로 유입됨과 동시에 리플렉터에 의해 반사되어 상기 결상 유닛으로 유입되도록 한다. 즉, 각각의 마커들로부터 방출되는 광이 2개의 경로(제1 경로 : 마커->결상유닛, 제2 경로 : 마커->리플렉터->결상유닛)로 결상 유닛에 전달되어 상기 결상 유닛의 이미지 센서에 각각의 마커에 대해 각각의 경로에 의한 2개(다이렉트 영상과 리플렉트 영상)의 영상을 결상시키므로 한 대의 결상 유닛만으로도 목적물에 부착된 마커들의 공간 위치와 방향을 산출하여 확인할 수 있다

[0019] 그러므로, 트래킹 시스템의 제작비용의 절감과 더불어 장비의 소형 경량화를 이룰 수 있어 종래의 트래킹 시스템에 비하여 수술 공간의 제약을 상대적으로 덜 받는다는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0020] 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 리플렉트 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 다이렉트 영상의 좌표계와 리플렉트 영상의 좌표계로 가상 분할한 예시도

도 7은 영상에서의 2차원 좌표와 실제 마커의 3차원 좌표와의 관계를 설명하기 위한 도면

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 이하 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명한다.

[0027] 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.



- [0028] 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 리플렉트 영상이 결상되는 위치의 변화를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0029] 먼저, 도 1 및 도 3에서는 설명의 편의를 위하여 1개의 마커만을 도시하였으나, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템(100)은 도 2에 도시된 바와 같이 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)이 환부나 수술도구와 같은 목적물(200)에 부착된다.
- [0030] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템(100)은 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112), 리플렉터(reflector : 120), 결상 유닛(130), 프로세서(processor : 140)를 포함한다.
- [0031] 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 마커마다 이웃하는 한 쌍의 직선들(L1)(L2)(L3)이 일정한 각도(A1)(A2)(A3)를 이루도록 배치되어 상기 환부나 수술도구와 같은 목적물(200)에 부착된다.
- [0032] 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.
- [0033] 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.
- [0034] 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.
- [0035] 이와는 다르게, 상기 마커들(110)(111)(112)은 적어도 하나의 광원(150)으로부터 방출되는 광을 반사시키는 패시브(passive) 마커일 수 있다. 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 결상 유닛(130) 주변에 배치할 수 있다. 예를 들면, 한 쌍의 광원(150)이 상기 결상 유닛(130)의 양측에 배치될 수 있다.
- [0036] 상기 리플렉터(120)는 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되거나 상기 마커들(110)(111)(112)에 의해 반사되어 방출되는 광을 반사시킨다. 예를 들면, 상기 리플렉터(120)는 상기 액티브 마커로부터 방출되는 광을 반사시키거나, 상기 광원(150)으로부터 방출된 후 상기 패시브 마커에 의해 반사되어 방출되는 광을 재 반사시킨다.
- [0037] 여기서, 상기 리플렉터(120)는 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광을 상기 결상 유닛(130) 측으로 반사시켜 리플렉트(reflect) 영상을 상기 결상 유닛(130)에 결상시킬 수 있도록 하는 미러일 수 있다. 예를 들면, 상기 리플렉터(120)로는 구면 미러를 사용할 수 있다. 이와 같이, 상기 리플렉터(120)로 구면 미러를 사용하면 도 3에 도시된 바와 같이 결상 유닛(130)의 렌즈(131)의 동일 광 경로(AX1) 상에서 마커(110)의 위치가 바뀔 시  $\theta$  값을 줄일 수 있으므로 이를 토대로 마커의 위치를 측정할 수 있다.
- [0038] 한편, 상기 리플렉터(120)는 설치 위치나 설치 각도를 변경하거나, 반사면의 형상을 변경하여 상기 리플렉터(120)에 의해 반사되어 상기 결상 유닛(130)에 결상되는 리플렉트 영상의 결상 위치의 변화를 줄 수 있다. 즉, 상기 리플렉터(120)의 설치 위치나 설치 각도 또는 반사면의 형상을 변경함으로써 다양한 실 측정 가능 범위의 변경이 가능하도록 한다.
- [0039] 이때, 리플렉터(120)의 설치 위치나 각도, 반사면의 형상 변경은 유무선 방식으로 네트워크 연동된 상기 프로세서(140)의 제어에 의해 변경될 수 있다. 이를 통해 수술 로봇의 스탠드, 암, 의사, 간호사 등에 의해 광 경로가 가려지는 경우, 리플렉터(120)의 이동을 통해 리플렉트 영상의 광 경로를 변경할 수 있는 이점이 있다.
- [0040] 또는, 프로세서(140)에서 상기 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상을 수신한 후, 일정 시간 동안 리플렉트 영상의 수신을 대기하여 수신하지 못하는 경우에는 리플렉터 영상의 광 경로가 장애물에 의해 차단된 것으로 판단할 수 있으므로, 이 경우에는 기 설정된 수치만큼 기 설치된 위치에서 이동, 각도 조절, 반사면 형상 변경 중 적어도 하나를 제어하는 제어 정보를 리플렉터(120)로 전송할 수 있다.

- [0041] 이러한, 상기 리플렉터(120)의 공간 위치와 방향 정보 및 변경된 공간 위치와 방향 정보는 상기 프로세서(140)에 실장된 메모리(141)에 기 저장될 수 있다.
- [0042] 상기 결상 유닛(130)은 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광을 직접적으로 받아 들여 다이렉트(direct) 영상을 결상시킴과 동시에, 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출된 후 상기 리플렉터(120)에 의해 반사되어 방출되는 광을 받아 들여 리플렉트 영상을 결상시킨다.
- [0043] 예를 들면, 상기 결상 유닛(130)은 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 직접적으로 방출되는 광과 상기 리플렉터(120)에 의해 반사된 광을 받아들여 영상을 결상시키는 카메라일 수 있다. 즉, 상기 결상 유닛(130)은 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광과 상기 리플렉터(120)에 의해 반사되는 광이 초점을 통과하는 렌즈(131)와, 상기 렌즈(131)의 후방부에 배치되어 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광과 상기 리플렉터(120)에 의해 반사되는 광이 결상되는 이미지 센서(133)가 실장된 본체부(132)를 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 프로세서(140)는 상기 결상 유닛(130)에 결상된 상기 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상과 리플렉트 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 비교하여 환부나 수술도구와 같은 상기 목적물(200)의 공간 위치와 방향을 산출할 수 있다.
- [0045] 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.
- [0046] 이에 더하여, 상기 프로세서(140)에 실장된 메모리(141)에는 상기 리플렉터(120)의 공간 위치와 방향이 기 저장될 수 있다.
- [0047] 상술한 바와 같이 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템(100)은 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광이 결상 유닛(130)으로 유입되어 다이렉트 영상이 결상될 뿐만 아니라, 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광이 리플렉터(120)에 의해 반사된 후 상기 결상 유닛(130)으로 유입되어 리플렉트 영상 또한 결상되도록 하여, 한 대의 결상 유닛(130)을 사용하고도 도 1 및 도 3에서 리플렉터(120)의 좌측에 점선으로 표시한 바와 같이 한 대의 결상 유닛을 더 사용한 것과 같은 효과를 볼 수 있다.
- [0048] 도 1 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템을 이용하여 목적물의 공간 위치와 방향을 트래킹하는 과정에 대하여 설명한다.
- [0049] 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 다이렉트 영상의 좌표계와 리플렉트 영상의 좌표계로 가상 분할한 예시도이며, 도 7은 영상에서의 2차원 좌표와 실제 마커의 3차원 좌표와의 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0050] 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)
- [0051] 보다 상세하게 설명하면, 상기 목적물(200)에 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.
- [0052] 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)에 의해 방출된 광은 상기 결상 유닛(130)에 직접적으로 전달되어 상기 결상 유닛(130)에 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상을 결상시킴과 동시에, 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)에 의해 방출된 광은 리플렉터(120)로 전달되어 상기 리플렉터(120)에 의해 반사된



후 상기 결상 유닛(130)으로 전달되어 상기 결상 유닛(130)에 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 리플렉트 영상을 결상시킨다.(S120)

[0053] 즉, 상기 목적물(200)에 부착된 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광을 직접적으로 받아들이며 다이렉트 영상을 상기 결상 유닛(130)에 결상시킴과 동시에, 상기 마커들(110)(111)(112)로부터 방출된 후 상기 리플렉터(120)에 의해 반사되어 방출되는 광을 받아들이며 리플렉트 영상을 상기 결상 유닛(130)에 결상시킨다.

[0054] 보다 상세하게 설명하면, 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)에 의해 방출된 광은 제1 경로를 통해 직접적으로 상기 결상 유닛(130) 측으로 전달되어 상기 결상 유닛(130)의 렌즈를 통과한 후 상기 결상 유닛(130)의 본체부(132)에 실장된 이미지 센서(133)에 상기 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상을 결상시킴과 동시에, 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)에 의해 방출된 광은 제2 경로를 통해 상기 리플렉터(120)에 의해 반사된 후 상기 결상 유닛(130) 측으로 전달되어 상기 결상 유닛(130)의 렌즈(131)를 통과한 후 상기 결상 유닛(130)의 본체부(132)에 실장된 이미지 센서(133)에 상기 마커들(110)(111)(112)의 리플렉트 영상을 결상시킨다. 즉, 상기 마커들에 의해 방출된 광은 2개의 경로(제1 경로 : 마커->결상유닛, 제2 경로 : 마커-> 리플렉터 -> 결상유닛)로 결상 유닛(130)에 전달되어 상기 결상 유닛(130)의 이미지 센서(133)에 각각의 마커들(110)(111)(112)에 대해 각각의 경로(제1, 2 경로)에 의한 2개(다이렉트 영상과 리플렉트 영상)의 영상을 결상시킨다.

[0055] 상기과 같이 각각의 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상과 리플렉트 영상이 상기 결상 유닛(130)에 결상되면 프로세서(140)에 의해 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출한다.(S130)

[0056] 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하는 단계에 대하여 도 5의 블록도를 통해 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0057] 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하기 위해서는, 먼저 상기 프로세서(140)를 통해 상기 결상 유닛(130)에 결상된 상기 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상과 리플렉트 영상의 2차원 좌표를 산출한다.(S131)

[0058] 여기서, 상기 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상의 2차원 좌표와 상기 리플렉트 영상의 2차원 좌표를 산출한 다음에는, 각 좌표계 별로 카메라 캘리브레이션(calibration)을 수행하게 된다.(S132)

[0059] 상기과 같이 각 좌표계 별로 카메라 캘리브레이션을 수행한 다음에는, 상기 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상의 2차원 좌표와 상기 리플렉트 영상의 2차원 좌표를 이용하여 상기 프로세서(140)를 통해 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출한다.(S133)

[0060] 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하는 단계에 대하여 도 6 및 도 7을 참조하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0061] 도 6에 도시된 바와 같이 이미지 센서(133)의 일측을 다이렉트 영상의 FOV(FIELD OF VIEW), 타측을 리플렉트 영상의 FOV라고 가상으로 분할하고, 상기 이미지 센서(133)의 다이렉트 영상의 2차원 좌표를 (U,V) 좌표계로 표시하며, 상기 리플렉트 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 수학식 1과 같은 관계식으로 표현될 수 있다.

### 수학식 1

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

[0062]

[0063] 여기서, m은 영상에서의 마커의 2차원 좌표이며, M은 실 공간에서의 마커의 3차원 좌표이고, A(R, t)는 카메라 매트릭스이다.

[0064] 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 다이렉트 영상의 좌표( $x_L$ )의 관계식과, 상기 실제 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표(X)와 리플렉트 영상의 좌표( $x_R$ )의 관계식은 수학식 2와 같이 표시할 수 있다.

### 수학식 2

$$x_L = P_1 X$$

$$x_R = P_2 X$$

[0065]

[0066] 여기서, 상기  $P_1$ 은 다이렉트 영상의 카메라 매트릭스이며,  $P_2$ 는 리플렉트 영상의 카메라 매트릭스이다.

[0067] 그리고, 각각의 마커들(110)(111)(112)의 다이렉트 영상과 리플렉트 영상에 대해서  $x_L = P_1 X$ ,  $x_R = P_2 X$  관계식은  $AX = 0$ 의 선형 방정식으로 표현이 가능하며, 이를 정리하면 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

### 수학식 3

$$x(P_1^T X) - (P_1^T X) = 0$$

$$y(P_1^T X) - (P_1^T X) = 0$$

$$x(P_2^T X) - y(P_2^T X) = 0$$

[0068]

[0069] 여기서,  $P^{iT}$ 는 행렬 P의 행벡터이다.

[0070] 위 식을 다시 정리하면, 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

### 수학식 4

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

[0071]

[0072] 여기서, W는 스케일 인자이다.

[0073] 수학식 4와 같이 표현된 선형 방정식을 풀어 X, Y, Z를 구하면 그 해가 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표가 된다.

[0074] 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)

[0075] 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 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도(A1)(A2)(A3) 정보일 수 있다.

[0076] 즉, 상기 프로세서(140)를 통해 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 실 공간에서의 3차원 좌표와 상기 프로세

서(140)에 기 저장된 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 연결하는 직선들(L1)(L2)(L3)의 길이 정보와, 각각의 마커들(110)(111)(112)을 서로 연결하는 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도(A1)(A2)(A3) 정보를 비교하여 상기 마커들(110)(111)(112)이 부착된 목적물(200)의 공간 위치와 방향을 산출하게 된다.

[0077] 상술한 바와 같이 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은 각각의 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광이 직접적으로 결상 유닛(130)으로 유입되어 다이렉트 영상이 결상됨과 동시에 리플렉터(120)에 의해 반사되어 상기 결상 유닛(130)으로 유입됨으로써 리플렉트 영상이 유입되도록 한다. 즉, 각각의 마커들(110)(111)(112)로부터 방출되는 광이 2개의 경로(제1 경로 : 마커->결상유닛, 제2 경로 : 마커-> 리플렉터 -> 결상유닛)로 결상 유닛(130)에 전달되어 상기 결상 유닛(130)의 이미지 센서(133)에 각각의 마커들(110)(111)(112)에 대해 각각의 경로에 의한 2개(다이렉트 영상과 리플렉트 영상)의 영상을 결상시킨다.

[0078] 따라서, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은 한 대의 결상 유닛(130)만으로도 목적물(200)에 부착된 마커들(110)(111)(112)의 공간 위치와 방향을 산출하여 확인할 수 있다

[0079] 그러므로, 트래킹 시스템의 제작비용의 절감과 더불어 소형 경량화를 이룰 수 있으므로 종래의 트래킹 시스템에 비하여 수술 공간의 제약을 상대적으로 덜 받는다는 장점이 있다.

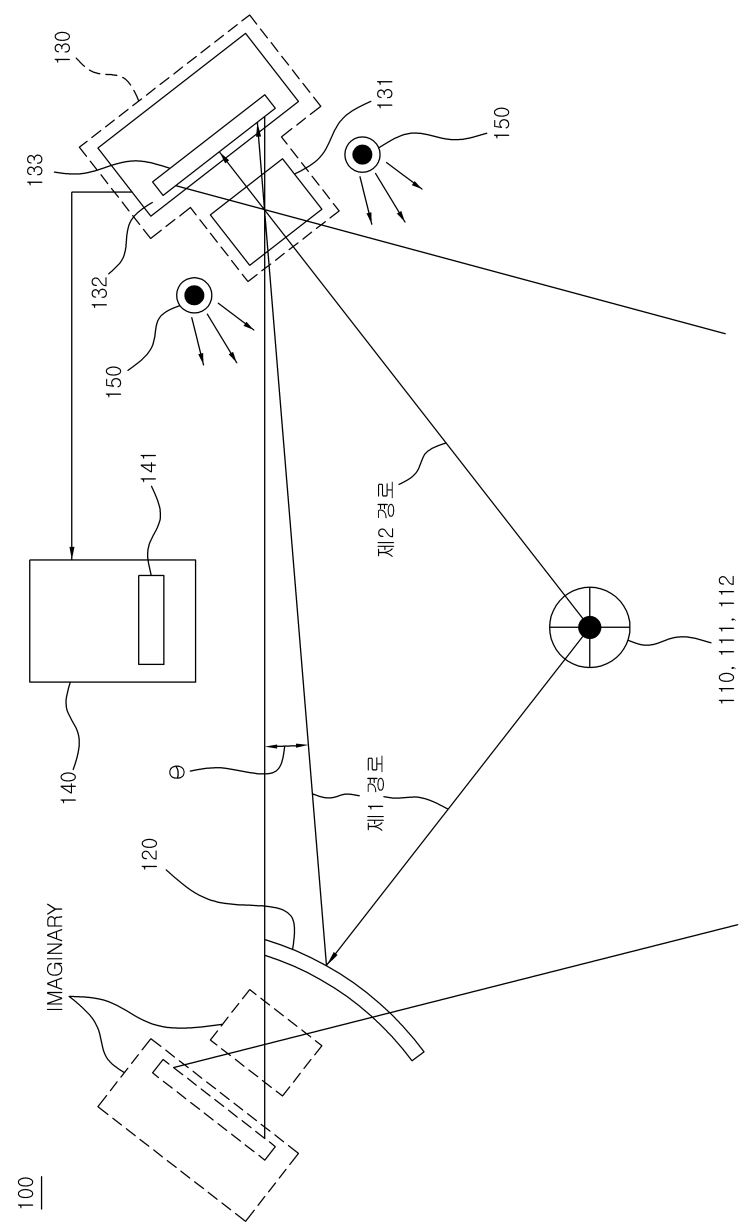
[0080] 앞서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

### 부호의 설명

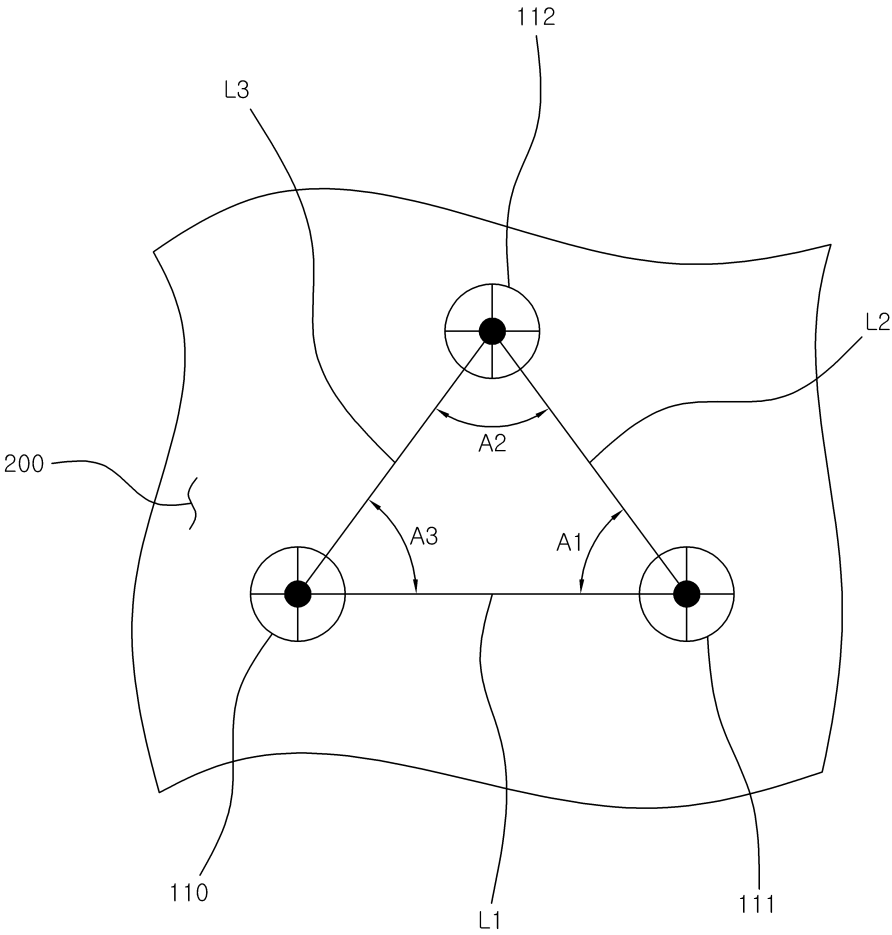
[0081] (100) : 트래킹 시스템 (110)(111)(112) : 마커  
(120) : 리플렉터 (130) : 결상 유닛  
(140) : 프로세서 (150) : 광원

도면

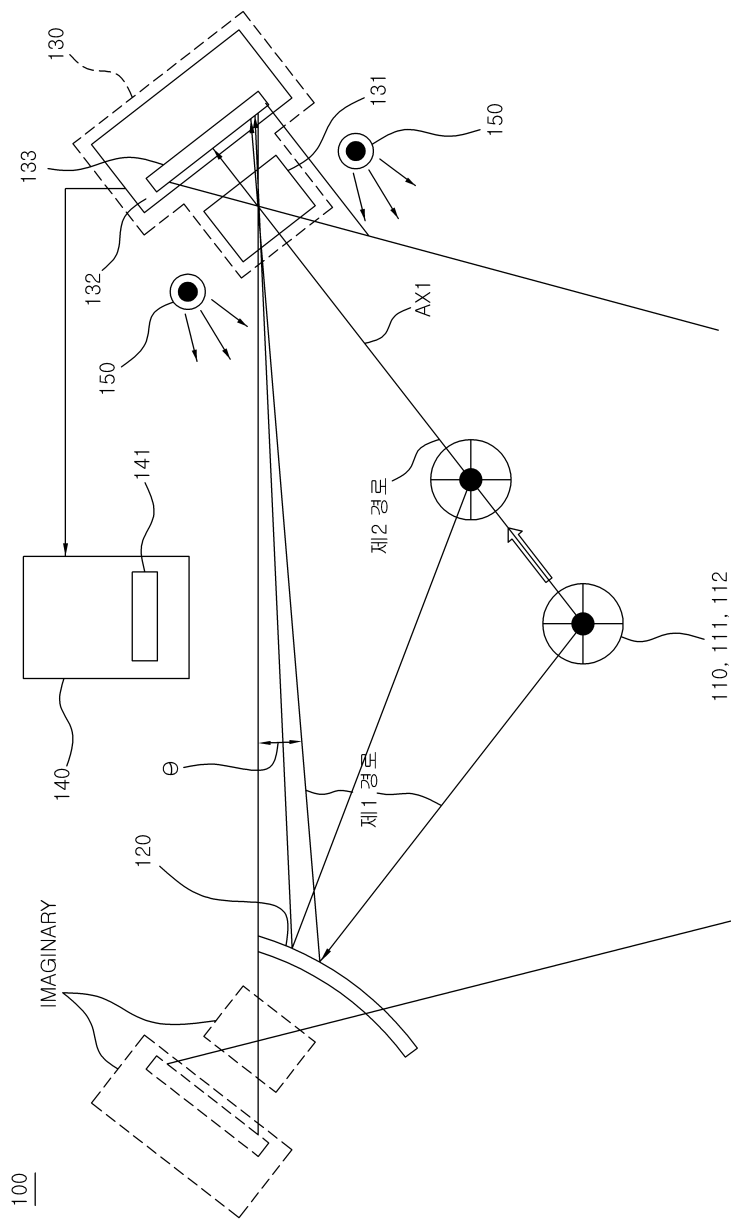
도면1



도면2

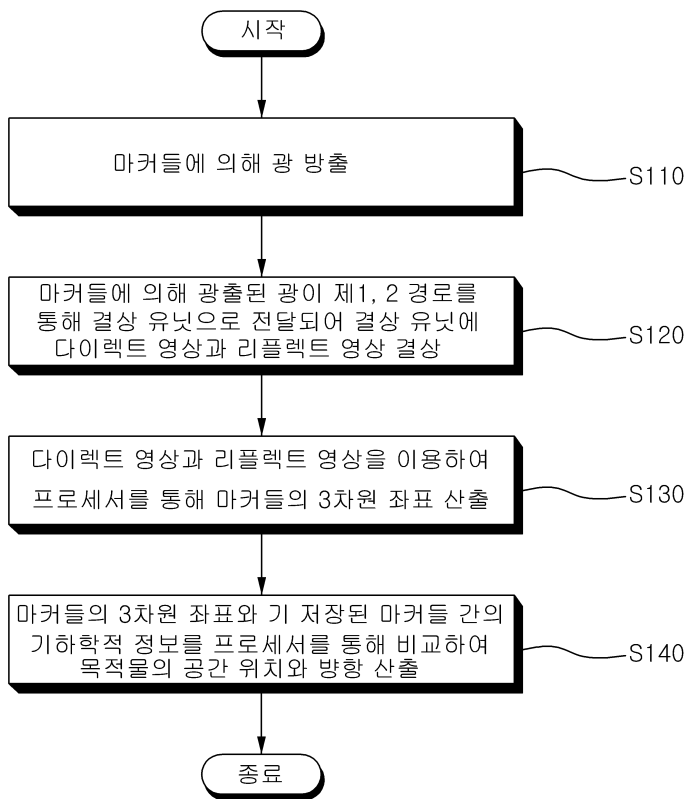


도면3



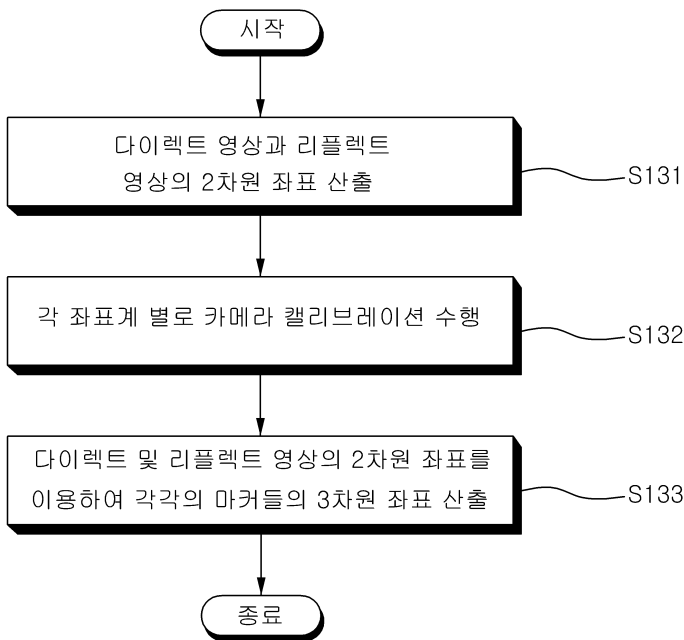


도면4

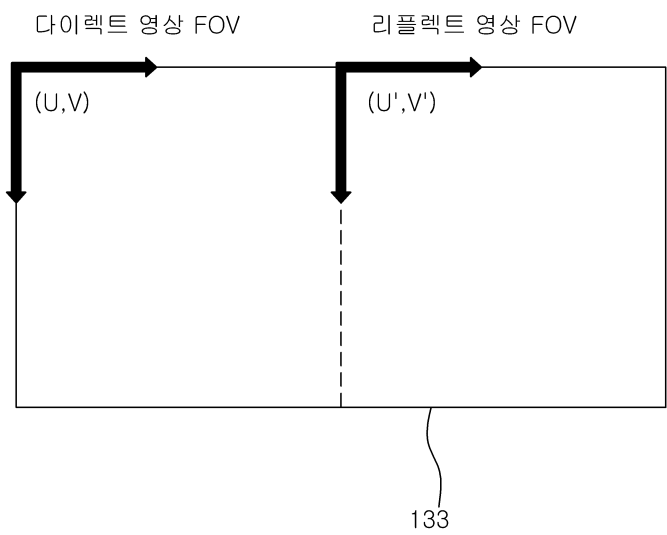


도면5

S130



도면6



도면7

