



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

(45) 공고일자 2014년10월01일  
 (11) 등록번호 10-1446173  
 (24) 등록일자 2014년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**A61B 19/00** (2006.01) **A61B 17/00** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0018469  
 (22) 출원일자 2013년02월21일  
 심사청구일자 2013년02월21일  
 (65) 공개번호 10-2014-0104688  
 (43) 공개일자 2014년08월29일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020110118640 A  
 JP2005168709 A  
 JP2012223363 A

(73) 특허권자  
**주식회사 고영테크놀로지**  
 서울특별시 금천구 가산디지털2로 53, 14층 15층  
 (가산동, 한라시그마밸리)  
**경북대학교 산학협력단**  
 대구광역시 북구 대학로 80 (산격동,  
 경북대학교)

(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 10 항

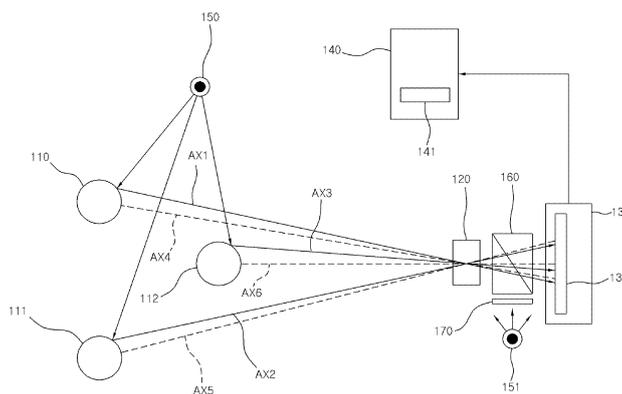
심사관 : 오승재

**(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 서로 다른 위치에 배치된 한 쌍의 광원에 의해 각 마커 당 결상유닛의 서로 다른 위치에 한 쌍의 마커 영상을 결상시킬 수 있으므로, 한 대의 결상유닛만으로도 삼각법을 통해 상기 각 마커들의 3차원 좌표를 산출하여 목적물에 부착된 마커들의 공간 위치 정보와 방향 정보를 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,  
대구범어삼성쉐르빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10040097

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술평가원

연구사업명 산업원천기술개발사업

연구과제명 의료수술로봇영상기반 이비인후과 및 신경외과 수술용 최소침습 다자유도 수술로봇 시스  
템 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 주식회사 고영테크놀러지

연구기간 2011.06.01 ~ 2016.05.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

목적물에 부착되어 광을 반사시키는 적어도 3개의 마커;

상기 마커들을 향해 서로 다른 위치에서 광을 방출하는 한 쌍의 광원;

상기 한 쌍의 광원으로부터 방출되어 상기 마커들에 의해 반사된 광을 통과시키는 렌즈부;

상기 렌즈부를 통과한 광을 받아들여 마커 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시키는 결상유닛; 및

상기 결상유닛에 마커 당 결상된 한 쌍의 마커 영상들을 이용하여 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출한 후 상기 마커들의 3차원 좌표와 기 저장된 서로 이웃하는 마커들 간의 기하학적 정보를 비교하여 목적물의 공간 위치 정보와 방향 정보를 산출하는 프로세서를 포함하는 트래킹 시스템.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 렌즈부와 결상유닛 사이에 배치되어,

상기 한 쌍의 광원 중 어느 하나의 광원으로부터 방출된 광의 일부를 상기 렌즈부를 통해 상기 마커들의 중심 방향으로 방출시키도록 반사시키며,

상기 마커들의 중심방향으로 방출되어 상기 마커들에 의해 재 반사되어 상기 렌즈부를 통해 유입되는 광의 일부를 상기 결상 유닛으로 통과시키는 빔 스플리터를 더 포함하는 트래킹 시스템.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 빔 스플리터 측으로 광을 방출하는 광원과 상기 빔 스플리터 사이에 배치되어 상기 광원으로부터 방출된 광을 확산시키는 디퓨저를 더 포함하는 트래킹 시스템.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 결상유닛은,

상기 마커들로부터 반사되어 상기 렌즈부와 빔 스플리터를 순차적으로 통과한 광을 받아들여 마커 당 한 쌍의 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**

서로 다른 위치에 배치된 한 쌍의 광원으로부터 목적물에 부착된 적어도 3개의 마커들을 향해 광을 방출하는 단계;

상기 한 쌍의 광원으로부터 방출되는 광이 상기 마커들에 의해 렌즈부 측으로 반사되는 단계;

상기 마커들에 의해 반사된 광이 상기 렌즈부를 통과하여 결상유닛에 마커 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시키는 단계;

상기 결상유닛에 마커 당 한 쌍씩 결상된 마커 영상들을 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 포함하는 트래킹 방법.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 한 쌍의 광원 중 어느 하나의 광원은 상기 렌즈부와 결상 유닛 사이에 배치된 빔 스플리터 방향으로 광을 방출한 후 상기 빔 스플리터에 의해 광의 일부를 반사시켜 상기 렌즈부를 통해 상기 마커들의 중심방향으로 방출하며,

다른 하나의 광원은 상기 마커들로 직접적으로 광을 방출하는 것을 특징으로 하는 트래킹 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 빔 스플리터 방향으로 방출되는 광은, 상기 빔 스플리터 사이에 배치된 디퓨저에 의해 확산되어 상기 빔 스플리터 측으로 방출되는 것을 특징으로 하는 트래킹 방법.

**청구항 9**

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 10**

제 6 항에 있어서,

상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계는,

상기 프로세서를 통해 상기 결상 유닛에 결상된 마커 당 한 쌍의 마커 영상의 결상 위치 정보를 이용하여 상기 각 마커들의 2차원 중심 좌표를 산출하는 단계; 및

상기 각 마커의 2차원 중심 좌표를 이용하여 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 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 동일하다고 가정하여 삼각법을 통해 검출됨으로써 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 결상유닛만으로도 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 반사시키는 적어도 3개의 마커와, 상기 마커들을 향해 서로 다른 위치에서 광을 방출하는 한 쌍의 광원과, 상기 한 쌍의 광원으로부터 방출되어 상기 마커들에 의해 반사된 광을 통과시키는 렌즈부와, 상기 렌즈부를 통과한 광을 받아들여 마커 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시키는 결상유닛 및, 상기 결상유닛에 마커 당 결상된 한 쌍의 마커 영상들을 이용하여 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출한 후 상기 마커들의 3차원 좌표와 기 저장된 서로 이웃하는 마커들 간의 기하학적 정보를 비교하여 목적물의 공간 위치 정보와 방향 정보를 산출하는 프로세서를 포함한다.
- [0010] 한편, 상기 트래킹 시스템은 상기 렌즈부와 결상유닛 사이에 배치되어 상기 한 쌍의 광원 중 어느 하나의 광원으로부터 방출된 광의 일부를 상기 렌즈부를 통해 상기 마커들의 주심방향으로 방출시키도록 반사시키며, 상기 마커들의 주심방향으로 방출되어 상기 마커들에 의해 재 반사되어 상기 렌즈부를 통해 유입되는 광의 일부를 상기 결상 유닛으로 통과시키는 빔 스플리터를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 트래킹 시스템은 상기 빔 스플리터 측으로 광을 방출하는 광원과 상기 빔 스플리터 사이에 배치되어 상기 광원으로부터 방출된 광을 확산시키는 디퓨저를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 일예를 들면, 상기 결상유닛은 상기 마커들로부터 반사되어 상기 렌즈부와 빔 스플리터를 순차적으로 통과한 광을 받아들여 마커 당 한 쌍의 영상을 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 서로 다른 위치에 배치된 한 쌍의 광원으로부터 적어도 3개의 마커들을 향해 광을 방출하는 단계와, 상기 한 쌍의 광원으로부터 방출되는 광이 상기 마커들에 의해 렌즈부 측으로 반사되는 단계와, 상기 마커들에 의해 반사된 광이 상기 렌즈부를 통과하여 결상유닛에 마커 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시키는 단계와, 상기 결상유닛에 마커 당 한 쌍씩 결상된 마커 영상들을 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 한 쌍의 광원 중 어느 하나의 광원은 상기 렌즈부와 결상 유닛 사이에 배치된 빔 스플리터 방향으로 광을 방출한 후 상기 빔 스플리터에 의해 광의 일부를 반사시켜 상기 렌즈부를 통해 상기 마커들의 주심 방향으로 방출하며, 다른 하나의 광원은 상기 마커들로 직접적으로 광을 방출할 수 있다.

[0016] 한편, 상기 빔 스플리터 방향으로 방출되는 광은, 상기 빔 스플리터 사이에 배치된 디퓨저에 의해 확산되어 상기 빔 스플리터 측으로 방출될 수 있다.

[0017] 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.

[0018] 일예를 들면, 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계는 상기 프로세서를 통해 상기 결상 유닛에 결상된 마커 당 한 쌍의 마커 영상의 결상 위치 정보를 이용하여 상기 각 마커들의 2차원 중심 좌표를 산출하는 단계 및, 상기 각 마커의 2차원 중심 좌표를 이용하여 상기 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

[0019] 이와 같이 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은, 서로 다른 위치에 배치된 한 쌍의 광원에 의해 각 마커 당 결상유닛의 서로 다른 위치에 한 쌍의 마커 영상을 결상시킬 수 있으므로, 한 대의 결상유닛만으로도 삼각법을 통해 상기 각 마커들의 3차원 좌표를 산출하여 목적물에 부착된 마커들의 공간 위치 정보와 방향 정보를 산출하여 확인할 수 있다.

[0020] 그러므로, 트래킹 시스템의 제작비용의 절감과 더불어 소형 경량화를 이룰 수 있으므로 종래의 트래킹 시스템에 비하여 수술 공간의 제약을 상대적으로 덜 받는다는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템의 개략도
- 도 2는 마커들이 목적물에 부착된 예시도
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 방법을 설명하기 위한 블록도
- 도 4는 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 블록도
- 도 5는 3개의 마커들이 렌즈와 수평하게 배열된 상태에서 결상유닛에 마커들의 영상이 결상되는 상태를 설명하기 위한 예시도
- 도 6은 마커들과 렌즈부와의 거리에 따른 마커 영상의 결상 위치 변화를 설명하기 위한 확대 예시도
- 도 7은 제1 마커의 2차원 중심 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 예시도
- 도 8은 광이 마커의 표면에서 반사되는 지점과 마커의 중심과의 관계를 설명하기 위한 예시도
- 도 9는 마커의 표면에서 광이 반사되는 지점의 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 예시도

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

- [0026] 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.
- [0027] 이하 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명한다.
- [0028] 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 위치 정보와 방향 정보를 산출할 수 있도록 하는 것으로서, 그 상세한 구성에 대해서는 도면을 참조하여 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템의 개략도이며, 도 2는 마커들이 목적물에 부착된 예시도이다.
- [0030] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템은 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112), 적어도 2개의 제1 광원(150) 및, 제2 광원(151), 렌즈부(120), 빔 스플리터(beam splitter : 160), 결상유닛(130) 및 프로세서(140) 등을 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 적어도 3개의 마커들(110)(111)(112)은 환자의 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(110)(111)(112)마다 이웃하는 가상의 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 가상의 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 적어도 상기 제1, 2 광원(150)(151)으로부터 방출되는 광을 반사시키는 패시브(passive) 마커일 수 있다.
- [0035] 상기 제1, 2 광원(150)(151)은 상기 마커들(110)(111)(112)을 향해 서로 다른 위치에서 광을 방출한다. 예를 들면, 상기 제1 광원(150)은 상기 마커들(110)(111)(112)을 향해 직접적으로 광을 방출할 수 있으며, 상기 제2 광원(151)은 상기 렌즈부(120)와 상기 결상유닛(130) 사이에 위치하도록 배치되어 상기 렌즈부(120)와 상기 결상유닛(130) 사이에 배치되는 빔 스플리터(160)를 향하도록 광을 방출할 수 있다. 상기 제2 광원(151)으로부터 방출된 광은 빔 스플리터(160)에 의해 광의 일부가 반사되어 상기 렌즈부(120)를 통과한 후 상기 마커들(110)(111)(112)의 중심 방향으로 광을 방출할 수 있도록 한다.
- [0036] 즉, 제2 광원(151)으로부터 방출된 광의 그 일부는 상기 빔 스플리터(160)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통해 상기 마커들(110)(111)(112)의 중심 방향으로 방출되고 나머지는 상기 빔 스플리터(160)를 통과하게 된다.
- [0037] 이와는 다르게, 상기 제2 광원(151)이 상기 마커들(110)(111)(112)에 직접적으로 방출될 수 있으며, 제1 광원(150)이 빔 스플리터(160)로 광을 방출하여 상기 렌즈부(130)를 통해 상기 마커들(110)(111)(112)의 중심 방향으로 광을 방출할 수도 있다.
- [0038] 예를 들면, 상기 제1, 2 광원(150)(151)으로는 상기 마커들(110)(111)(112)의 전체 표면 중에서 단 한 점에서 반사되는 점 조명을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 렌즈부(120)는 상기 제1 광원(150)과 제2 광원(151) 중 선택된 어느 하나의 광원으로부터 상기 마커들

(110)(111)(112)에 직접적으로 방출되어 반사되는 광과, 다른 하나의 광원으로부터 방출된 후 상기 빔 스플리터(160)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통해 상기 마커들(110)(111)(112)의 중심 방향으로 방출되어 재 반사되는 광을 통과시킨다.

- [0040] 상기 빔 스플리터(160)는 상기 렌즈부(120)의 후방부에 배치된다. 상기 빔 스플리터(160)는 상기 제1 광원(150)과 제2 광원(151) 중 선택된 어느 하나의 광원으로부터 방출되는 광의 일부는 통과시키고 나머지는 반사시켜 렌즈부(120)를 통과한 후 상기 마커들(110)(111)(112)의 중심방향으로 방출되도록 한다.
- [0041] 상기 결상유닛(130)은 상기 빔 스플리터(160)의 후방부에 배치되어 상기 렌즈부(120)와 빔 스플리터(160)를 순차적으로 통과한 광을 받아들여 상기 각 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시킨다.
- [0042] 즉, 상기 결상유닛(130)은 상기 빔 스플리터(160)의 후방부에 배치되어 상기 제1 광원(150)과 제2 광원(152) 중 선택된 어느 하나의 광원으로부터 상기 마커들(110)(111)(112)에 직접적으로 방출되어 반사된 후 상기 렌즈부(120)와 빔 스플리터(160)를 순차적으로 통과한 광과, 다른 하나의 광원으로부터 빔 스플리터(160)로 방출되고 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 후 상기 마커들(110)(111)(112)의 중심 방향으로 방출되어 재 반사된 다음 상기 렌즈부(120)와 빔 스플리터(160)를 순차적으로 통과한 광을 받아들임으로써 각 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시킨다.
- [0043] 여기서, 상기 제1, 2 광원(150)(151)으로부터 방출된 후 상기 마커들(110)(111)(112)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과하여 상기 빔 스플리터(160)에 유입되는 광은, 상기 빔 스플리터(160)에 의해 일부는 반사되고, 나머지는 상기 빔 스플리터(160)를 통과한 후 상기 결상유닛(130)으로 유입되어 각 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시키게 된다.
- [0044] 예를 들면, 상기 결상유닛(130)은 상기 제1, 2 광원(150)(151)으로부터 방출된 후 상기 마커들(110)(111)(112)에 의해 반사되어 상기 렌즈부(120)와 빔 스플리터(160)를 순차적으로 통과한 광을 받아들여 각 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상을 결상시키는 이미지 센서(131)가 실장된 카메라일 수 있다.
- [0045] 한편, 상기 제1, 2 광원(150)(151) 중 상기 빔 스플리터(160)로 광을 방출하는 어느 하나의 광원과 상기 빔 스플리터(160) 사이에는 디퓨저(diffuser : 170)가 배치되어 상기 빔 스플리터(160) 측으로 방출되는 광을 확산시킬 수도 있다.
- [0046] 상기 프로세서(140)는 제1, 2 광원(150)(151)으로부터 방출되어 각각 마커들(110)(111)(112)에 의해 반사되어 상기 결상유닛(130)에 결상된 각 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상을 이용하여 상기 각 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)(111)(112)이 부착된 환부나 수술도구와 같은 상기 목적물(200)의 공간 위치 정보와 방향 정보를 산출할 수 있다.
- [0047] 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.
- [0048] 이에 더하여, 상기 프로세서(140)에 실장된 메모리(141)에는 상기 제1, 2 광원(150)(151)의 공간 위치 정보와 방향 정보가 기 저장될 수 있다.
- [0049] 하기에서는 도 1 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템을 이용하여 목적물의 공간 위치와 방향을 트래킹하는 과정에 대해 설명하도록 한다.
- [0050] 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 방법을 설명하기 위한 블록도이며, 도 4는 마커들의 3차원 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 블록도이고, 도 5는 3개의 마커들이 렌즈와 수평하게 배열된 상태에서 결상유닛에 마커들의 영상이 결상되는 상태를 설명하기 위한 예시도이며, 도 6은 마커들과 렌즈부와의 거리에 따른 마커 영상의 결상 위치 변화를 설명하기 위한 확대 예시도이고, 도 7은 제1 마커의 2차원 중심 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 예시도이며, 도 8은 광이 마커의 표면에서 반사되는 지점과 마커의 중심과의 관계를 설명하기 위한 예시도이고, 도 9는 마커의 표면에서 광이 반사되는 지점의 좌표를 산출하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0051] 이하, 본 발명의 일실시예에서는 설명의 편의를 위하여 제1 광원은 마커들에 직접적으로 광을 방출하도록 배

치되며, 제2 광원은 빔 스플리터를 통해 상기 마커들에 광을 방출하도록 배치된 상태를 예를 들어 설명한다.

- [0052] 도 1 내지 도 9를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템을 이용하여 목적물의 공간 위치 정보와 방향 정보를 트래킹 하기 위해서는, 먼저, 서로 다른 위치에 배치된 제1, 2 광원(150)(151)을 작동시켜 상기 제1, 2 광원(150)(151)으로부터 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)을 향해 광을 방출한다.(S110)
- [0053] 보다 상세하게 설명하면, 상기 제1 광원(150)이 작동되어 방출되는 점 조명은 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)에 직접적으로 조사되며, 상기 제2 광원(151)이 작동되어 방출되는 점 조명은 빔 스플리터(160)에 조사되어 일부는 상기 빔 스플리터(160)를 통과하고 나머지는 상기 빔 스플리터(160)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 후 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 중심방향을 향해 방출된다.
- [0054] 상기 제1, 2 광원(150)(151)으로부터 점 조명 형태로 상기 마커들(110)(111)(112)을 향해 방출된 광은 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)에 의해 반사되어 렌즈부(120) 측으로 반사된다.(S120)
- [0055] 보다 상세하게 설명하면, 상기 제1 광원(150)으로부터 방출된 광은 직접적으로 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 표면 중 한 지점에 의해 반사되어 제1 내지 제3 광 경로(Ax1)(Ax2)(Ax3)를 통해 렌즈부(120) 측으로 반사되며, 상기 제2 광원(151)으로부터 방출된 광은 상기 빔 스플리터(160)에 조사되어 일부는 상기 빔 스플리터(160)를 통과하고 나머지는 상기 빔 스플리터(160)에 의해 반사되어 제4 내지 제6 광 경로(Ax4)(Ax5)(Ax6)를 통해 상기 렌즈부(120)를 통과한 후 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 중심방향을 향해 방출된다.
- [0056] 상기 제1 내지 제6 광 경로(Ax1)(Ax2)(Ax3)(Ax4)(Ax5)(Ax6)를 통해 상기 렌즈부(120)를 통과한 광들은 결상유닛(130)에 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상들을 결상시킨다.(S130)
- [0057] 보다 상세하게 설명하면, 상기 제1 광원(150)으로부터 방출되어 제1 광 경로(Ax1)를 통해 상기 제1 마커(110)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 광은 상기 결상유닛(130)에 제1 마커(110)의 제1 마커 영상을 결상시키고, 상기 제2 광원(151)으로부터 방출되어 제4 광 경로(Ax4)를 통해 상기 제1 마커(110)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 광은 상기 결상유닛(130)에 상기 제1 마커(110)의 제2 마커 영상을 결상시킨다. 또한, 상기 제1 광원(151)으로부터 방출되어 제2 광 경로(Ax2)를 통해 상기 제2 마커(111)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 광은 상기 결상유닛(130)에 제2 마커(111)의 제1 마커 영상을 결상시키고, 상기 제2 광원(151)으로부터 방출되어 제5 광 경로(Ax5)를 통해 상기 제2 마커(111)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 광은 상기 결상유닛(130)에 상기 제2 마커(111)의 제2 마커 영상을 결상시킨다. 또한, 상기 제1 광원(150)으로부터 방출되어 제3 광 경로(Ax3)를 통해 상기 제3 마커(112)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 광은 상기 결상유닛(130)에 제3 마커(112)의 제1 마커 영상을 결상시키고, 상기 제2 광원(151)으로부터 방출되어 제6 광 경로(Ax6)를 통해 상기 제3 마커(112)에 의해 반사되어 렌즈부(120)를 통과한 광은 상기 결상유닛(130)에 상기 제3 마커(112)의 제2 마커 영상을 결상시킨다.
- [0058] 상기와 같이 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 제1, 2 마커 영상들이 상기 결상유닛(130)에 결상된 다음에는, 상기 결상유닛(130)에 결상된 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 제1, 2 마커 영상들을 이용하여 프로세서(140)를 통해 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하게 된다.(S140)
- [0059] 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하는 단계에 대하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0060] 상기 각 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하기 위해서는, 먼저 상기 프로세서(140)를 통해 상기 결상유닛(130)에 결상된 각 마커들(110)(111)(112)의 제1, 2 마커 영상의 결상 위치 정보를 이용하여 상기 각 마커들(110)(111)(112)의 2차원 중심 좌표를 산출한다.(S141)
- [0061] 상기 각 마커들(110)(111)(112)의 2차원 중심 좌표를 산출하는 과정에 대하여 보다 상세하게 설명한다. 설명의 편의를 위하여 도 5 및 도 6에서는 제1 내지 제3 마커가 렌즈부와 수평하게 일렬로 배치된 경우를 일례들 들어 설명한다. 그리고, 상기 마커들이 렌즈부와 수평하게 일렬로 배치된 상태에 대하여 설명함으로써 도면에서 빔 스플리터는 생략 하였다.
- [0062] 또한, 도 1에 도시된 바와 같이 제2 광원(151)으로부터 각 마커들(110)(111)(112)의 중심방향으로 방출 후 상기 각 마커들(110)(111)(112)에 의해 반사되어 제4 내지 제6 광 경로(Ax4)(Ax5)(Ax6)를 통해 결상유닛(130)으로 유입되어 결상된 제1 내지 제3 마커(110)(111)(112)의 제2 마커 영상들의 결상위치에 대해 도 5 및 도 6에서는 렌즈부(120)의 센터라인(CL)과 일직하게 되므로 생략하였다.

[0063] 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 제1 광원(150)으로부터 방출된 광원은 제1 내지 제3 광 경로 (AX1)(AX2)(AX3)를 통해 각 마커들(110)(111)(112)의 서로 다른 지점의 표면에서 반사되어 상기 결상유닛 (130)에 결상된다. 그러므로, 상기 제1 광원(150)으로부터 방출된 후 상기 각 마커들(110)(111)(112)에 의해 반사되어 제1 내지 제3 광 경로(AX1)(AX2)(AX3)를 통해 렌즈부(120)를 통과한 후 결상유닛(130)으로 유입되어 결상된 제1 내지 제3 마커(110)(111)(112)의 제1 마커 영상들은 상기 결상유닛(130) 내에서 서로 다른 위치에 결상된다.

[0064] 따라서, 상기 프로세서(140)는 상기 각 마커들(110)(111)(112)의 제1 마커 영상의 결상 위치 정보, 상기 제2 마커 영상의 결상 위치 정보, 상기 프로세서(140)에 기 저장된 상기 제1, 2 광원(150)(151)의 위치 정보 및, 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 반경 정보를 이용하여 상기 각 마커들(110)(111)(112)의 2차원 중심 좌표를 산출할 수 있다.

[0065] 상기 프로세서에 의해 마커들의 2차원 중심 좌표가 산출되는 과정에 대하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0066] 도 7에 도시된 바와 같이 마커들(110)(111)(112)의 2차원 중심 좌표를  $x, y$ 라 하고, 제1 광원(150)의 좌표를  $I_1, J_1$ 이라 하며, 제2 광원(151)의 좌표를  $I_2, J_2$ 라고 하며, 제1 광원(150)에 의해 방출된 후 제1 마커(110)에 의해 반사되어 결상유닛(130)에 결상된 상기 제1 마커 영상의 좌표를  $U_1, V_1$ 이라하고, 제2 광원(151)에 의해 방출된 후 상기 제1 마커(110)에 의해 반사되어 결상유닛(130)에 결상된 제2 마커 영상의 좌표를  $U_2, V_2$ 라 하며, 상기 제1 광원(150)으로부터 방출된 광원이 제1 마커(110)에 의해 반사되는 지점의 좌표를  $x_1, y_1$ 이라 하고, 제2 광원(151)으로부터 방출된 광원이 상기 제1 마커(110)에 의해 반사되는 지점의 좌표를  $X_2, Y_2$ 라 하면,  $U_1, V_1$ 에서  $x_1, y_1$ 을 향하는 벡터인  $\vec{U}$ ,  $U_2, V_2$ 에서  $X_2, Y_2$ 를 향하는 벡터인  $\vec{V}$ ,  $I_1, J_1$ 에서  $x_1, y_1$ 을 향하는 벡터인  $\vec{I}$ ,  $I_2, J_2$ 에서  $X_2, Y_2$ 를 향하는 벡터인  $\vec{J}$ 는 <수학식 1>과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 1**

$$\vec{U} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} U_1 \\ V_1 \end{bmatrix}$$

$$\vec{V} = \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} U_2 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$$\vec{I} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} I_1 \\ J_1 \end{bmatrix}$$

$$\vec{J} = \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} I_2 \\ J_2 \end{bmatrix}$$

[0067]

[0068] 한편,  $U_1, V_1$ 과  $x_1, y_1$ 을 포함하는 직선  $\vec{U}$ ,  $U_2, V_2$ 와  $X_2, Y_2$ 를 포함하는 직선  $\vec{V}$ , 점  $I_1, J_1$ 과  $x_1, y_1$ 을 포함하는 직선  $\vec{I}$ ,  $I_2, J_2$ 와  $X_2, Y_2$ 를 포함하는 직선  $\vec{J}$ 는 <수학식 2>와 같이 표현될 수 있다.

**수학식 2**

$$\vec{u} = \vec{U} \cdot t_1$$

$$\vec{v} = \vec{V} \cdot t_2$$

$$\vec{I} = \vec{I} \cdot p_1 + \begin{bmatrix} I_1 \\ J_1 \end{bmatrix}$$

$$\vec{J} = \vec{J} \cdot p_2 + \begin{bmatrix} I_2 \\ J_2 \end{bmatrix}$$

[0069]

[0070] 여기서,  $t_1, t_2$ 는 그 직선의 길이를 결정하는 값이다.

[0071] 한편,  $\bar{u}, \bar{v}, \bar{I}, \bar{J}$ 는 <수학식 3>과 같이 표현될 수도 있다.

**수학식 3**

$$\tilde{u} = \bar{U} \cdot t_1 = \begin{bmatrix} u_x \\ v_y \end{bmatrix} = \bar{I} = \bar{I} \cdot p_1 + \begin{bmatrix} I_1 \\ J_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_x \\ I_y \end{bmatrix} \Rightarrow \bar{I} \cdot p_1 = \bar{U} \cdot t_1 - \begin{bmatrix} I_1 \\ J_1 \end{bmatrix} \Rightarrow \bar{I} = \frac{\bar{U} \cdot t_1 - \begin{bmatrix} I_1 \\ J_1 \end{bmatrix}}{\left\| \bar{U} \cdot t_1 - \begin{bmatrix} I_1 \\ J_1 \end{bmatrix} \right\|}$$

$$\tilde{v} = \bar{V} \cdot t_2 = \begin{bmatrix} u_x \\ v_y \end{bmatrix} = \bar{J} = \bar{J} \cdot p_2 + \begin{bmatrix} J_2 \\ J_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_x \\ J_y \end{bmatrix} \Rightarrow \bar{J} \cdot p_2 = \bar{V} \cdot t_2 - \begin{bmatrix} J_2 \\ J_y \end{bmatrix} \Rightarrow \bar{J} = \frac{\bar{V} \cdot t_2 - \begin{bmatrix} J_2 \\ J_y \end{bmatrix}}{\left\| \bar{V} \cdot t_2 - \begin{bmatrix} J_2 \\ J_y \end{bmatrix} \right\|}$$

[0072]

[0073] 그리고 도 7 및 도 8을 참조하면, 상기 제1 광원(150 : 도 7 참조) 또는 제2 광원(151 : 도 7 참조)으로부터 방출되어 제1 마커(110)에 의해 반사되는 지점의 좌표  $x_1, y_1$ 는  $x, y$  중심을 가지는 반경  $r$ 위에 존재해야 하며, 상기  $x_1, y_1$ 에 입력되는 벡터의 합이  $x_1, y_1$ 과 제1 마커(110)의 중심 좌표  $x, y$ 를 연결하는 벡터와 방향이 일치해야 함으로써 반경  $r$ 제공은 수학식 4와 같이 표현될 수 있으며,  $x, y$ 에서  $x_1, y_1$ 을 향하는 벡터인  $\bar{P}$ 와,  $x, y$ 에서  $x_2, y_2$ 를 향하는 벡터인  $\bar{Q}$ 는 <수학식 5>와 같이 표현될 수 있다.

**수학식 4**

$$(X - x)^2 + (Y - y)^2 = r^2$$

$$(\bar{U}_x \cdot t_1 - x)^2 + (\bar{U}_y \cdot t_1 - y)^2 = r^2$$

$$(\bar{V}_x \cdot t_2 - x)^2 + (\bar{V}_y \cdot t_2 - y)^2 = r^2$$

[0074]

**수학식 5**

$$\bar{P} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \bar{U} \cdot t_1 - \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \qquad \bar{P} \times \frac{\bar{U} + \bar{I}}{2} = 0$$

$$\bar{Q} = \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \bar{V} \cdot t_2 - \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \qquad \bar{Q} \times \frac{\bar{V} + \bar{J}}{2} = 0$$

[0075]

[0076] 한편, <수학식 4>와 <수학식 5>에 개시된 4개의 수학식을 이용하면,  $x, y, t_1, t_2$ 에 대한 오차  $E$ 는 <수학식 6>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

$$E = \left| (\bar{U}_x \cdot t_1 - x)^2 + (\bar{U}_y \cdot t_1 - y)^2 - r^2 \right| + \left| (\bar{V}_x \cdot t_2 - x)^2 + (\bar{V}_y \cdot t_2 - y)^2 - r^2 \right| + \left| \bar{P} \times \frac{\bar{U} + \bar{I}}{2} \right| + \left| \bar{Q} \times \frac{\bar{V} + \bar{J}}{2} \right|$$

[0077]

[0078] 상기 <수학식 6>에서 변수는  $t_1, t_2, x, y$  이므로 프로세서(140)에 의해 제1 마커(110)의 2차원 중심 좌표인  $x, y$ 가 산출된다.

[0079]

상기 프로세서(140)는 상술한 바와 같은 과정을 반복하여 제2 마커(111)와 제3 마커(112)의 2차원 중심 좌표도 산출하게 된다.

[0080]

한편, 상기 제1 광원(150) 또는 제2 광원(151)으로부터 방출된 광이 제1 마커(110)의 표면에서 반사되는 지점의 좌표를 산출하는 과정에 대하여 설명한다.

[0081]

도 9에 도시된 바와 같이 제1 마커(110)의 반지름을 'r'이라고 하고, 렌즈부(120)의 중심 좌표를 (0, 0) 이라 하며, 제1 광원(150)의 위치를 (0, d)라 하고, 제1 마커(110)의 중심을 (e, f)라 하며, 제1 광원(150)으로부터 방출된 광이 제1 마커(110)의 표면에서 반사되는 지점의 좌표를 (x, y)라 한다.

수학식 7

$$(x-e)^2 + (y-f)^2 = r^2 \text{ ----- (1)}$$

$$y = (\tan\theta - \tan\theta') / (1 + \tan\theta \tan\theta') x - (\tan\theta - \tan\theta') / (1 + \tan\theta \tan\theta') f + f \text{ ---- (2)}$$

$$y = \tan\theta x \text{ ----- (3)}$$

$$y = ((\tan\theta - (2\tan\theta' / (1 - \tan\theta'^2))) / (1 + \tan\theta(2\tan\theta' / (1 - \tan\theta'^2)))) x + d \text{ --- (4)}$$

[0082]

[0083] 따라서, 제1 마커(110)의 반지름의 제곱은 수학식 7의 (1)과 같이 표현되며, 수학식 (1)은 다시 <수학식 7>의 (2) 내지 (4)와 같이 표현될 수 있고, <수학식 7>의 (4)의 해를 구하게 되면, 상기 제1 광원(150)으로부터 방출된 광이 제1 마커(110)의 표면에서 반사되는 지점의  $y$ 축 좌표가 산출된다.

[0084]

한편, 상기 <수학식 7>의 (1)을  $x$ 에 대하여 정리하여 그 해를 구하게 되면 상기 제1 광원(150)으로부터 방출된 광이 제1 마커(110)의 표면에서 반사되는 지점의  $x$ 축 좌표가 산출된다.

[0085]

따라서, 상기 프로세서(140)는 상술한 바와 같은 과정을 반복하여 제1 광원(150)과 제2 광원(151)에 의해 방출되어 제1 내지 제3 마커(110)(111)(112)의 표면에서 반사되는 지점의 좌표를 산출할 수 있다.

[0086]

이후, 상기 제1 내지 제3 마커(110)(111)(112)의 2차원 좌표를 이용하여 상기 프로세서(140)를 통해 상기 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출하게 된다.(S142)

[0087]

상술한 바와 같이 프로세서(140)에 의해 제1 내지 제3 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출한 다음에는, 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 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 산출하게 된다.(S150)

[0088]

여기서, 상기 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112) 간의 기하학적 정보는 상술한 바와 같이 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 가상으로 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.

[0089]

즉, 상기 프로세서(140)를 통해 상기 각각의 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표와 상기 프로세서(140)에 기 저장된 서로 이웃하는 마커들(110)(111)(112)을 가상으로 연결하는 직선들(L1)(L2)(L3)의 길이 정보와, 각 마커들(110)(111)(112)을 서로 연결하는 서로 이웃하는 한 쌍의 직선이 이루는 각도(A1)(A2)(A3) 정보를 비교하

여 상기 마커들(110)(111)(112)이 부착된 목적물(200)의 공간 위치 정보와 방향 정보를 산출하게 된다.

[0090] 상술한 바와 같이 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은, 서로 다른 위치에 배치된 한 쌍의 광원(150)(151) 중 어느 하나의 광원은 각 마커들(110)(111)(112)의 표면상의 어느 한 지점에 직접적으로 광을 방출하여 렌즈부(120) 측으로 반사시켜 결상유닛(130)에 각 마커(110)(111)(112)의 제1 마커 영상이 결상되도록 하고, 다른 하나의 광원은 렌즈부(120)를 통해 각 마커들(110)(111)(112)의 중심 방향을 향하도록 광을 방출하여 다시 렌즈부(120) 측으로 재 반사시켜 상기 결상유닛(130)에 각 마커(110)(111)(112)의 제2 마커 영상이 결상되도록 함으로써 각 마커(110)(111)(112) 당 한 쌍의 마커 영상이 결상유닛에 결상되도록 한다.

[0091] 즉, 하나의 마커(110)(111)(112) 당 결상유닛(130)의 서로 다른 위치에 한 쌍의 마커 영상이 결상됨으로써 한 대의 결상유닛(130)만으로도 삼각법을 통해 상기 각 마커들(110)(111)(112)의 3차원 좌표를 산출할 수 있다.

[0092] 따라서, 본 발명의 일실시예에 의한 트래킹 시스템 및 이를 이용한 트래킹 방법은 한 대의 결상유닛(130)만으로도 목적물(200)에 부착된 마커들(110)(111)(112)의 공간 위치 정보와 방향 정보를 산출하여 확인할 수 있다.

[0093] 그러므로, 트래킹 시스템의 제작비용의 절감과 더불어 소형 경량화를 이룰 수 있으므로 종래의 트래킹 시스템에 비하여 수술 공간의 제약을 상대적으로 덜 받는다는 장점이 있다.

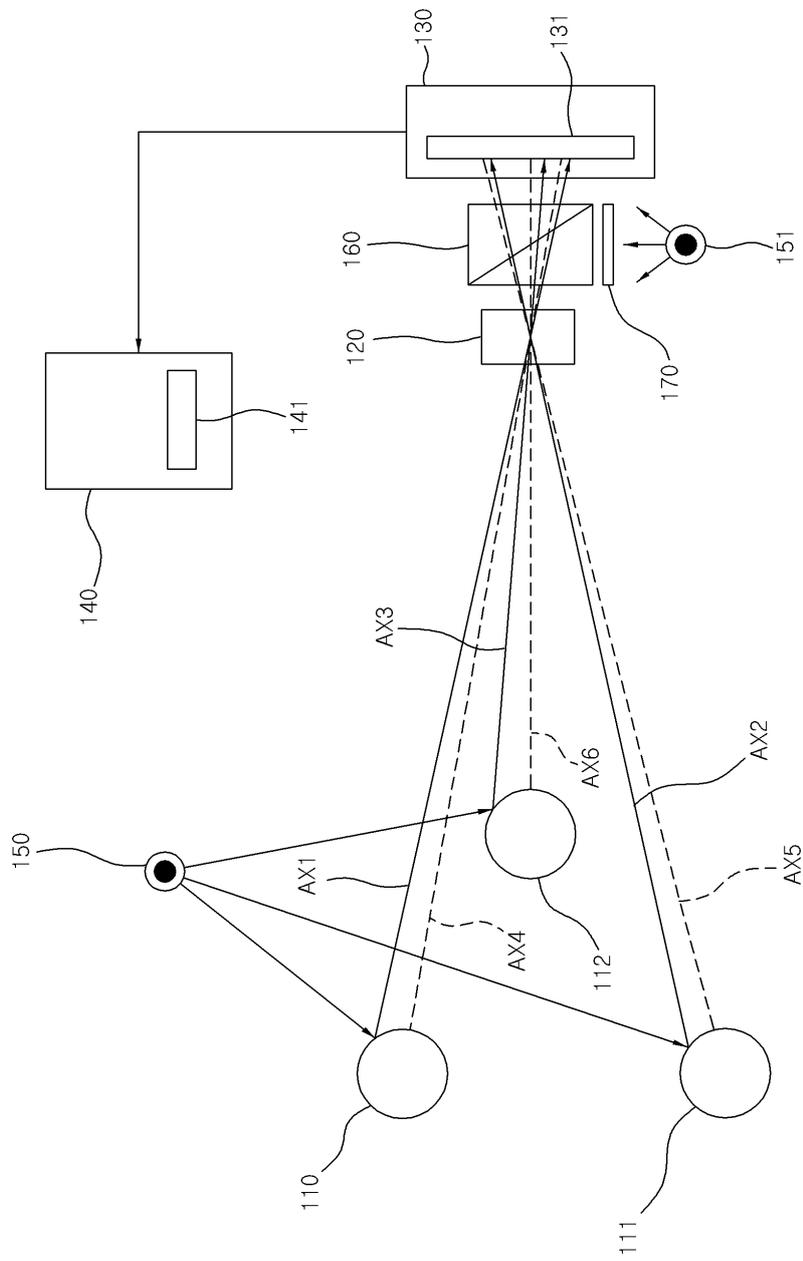
[0094] 앞서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

**부호의 설명**

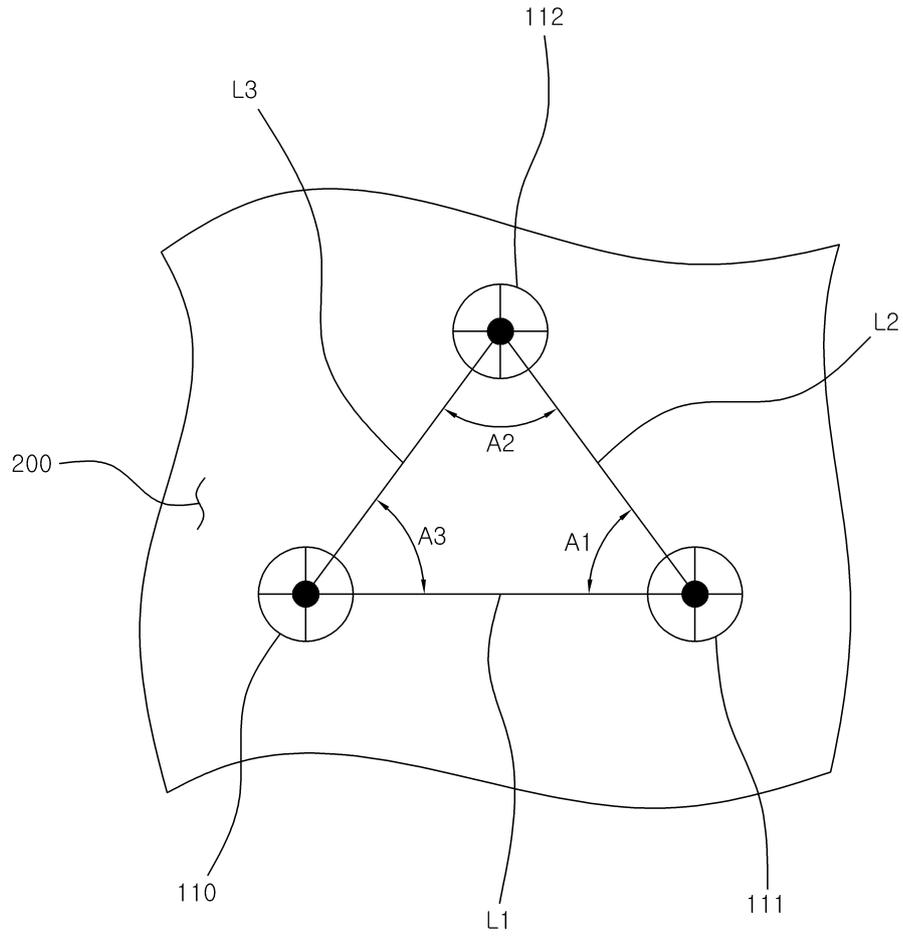
- [0095] (110)(111)(112) : 마커
- (120) : 렌즈부
- (130) : 결상 유닛
- (140) : 프로세서
- (150)(151) : 광원
- (160) : 빔 스플리터
- (170) : 디퓨저

도면

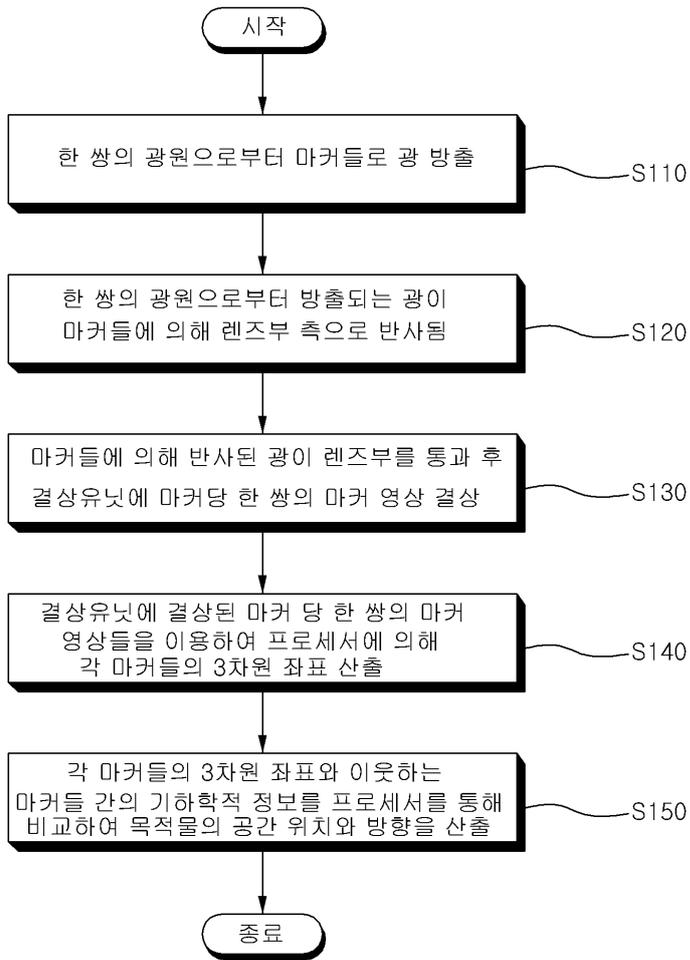
도면1



도면2

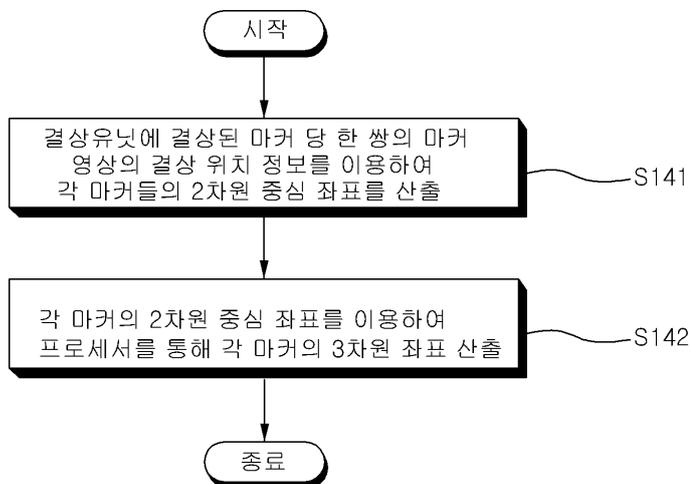


도면3

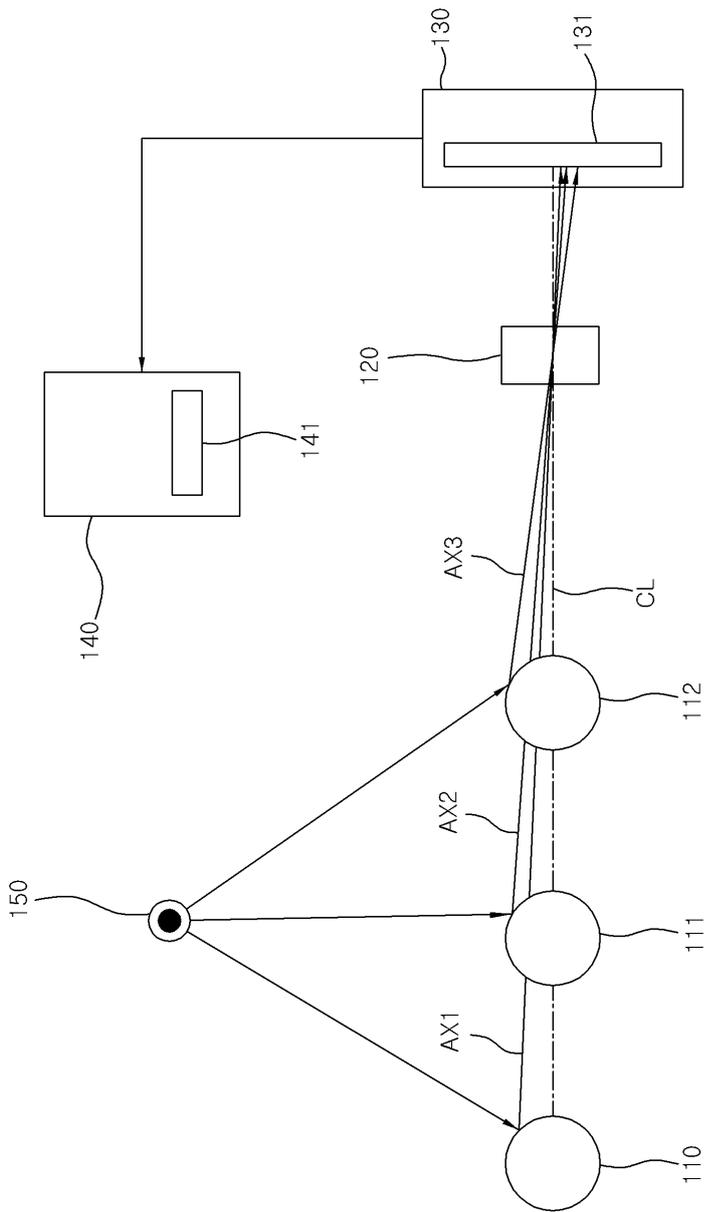


도면4

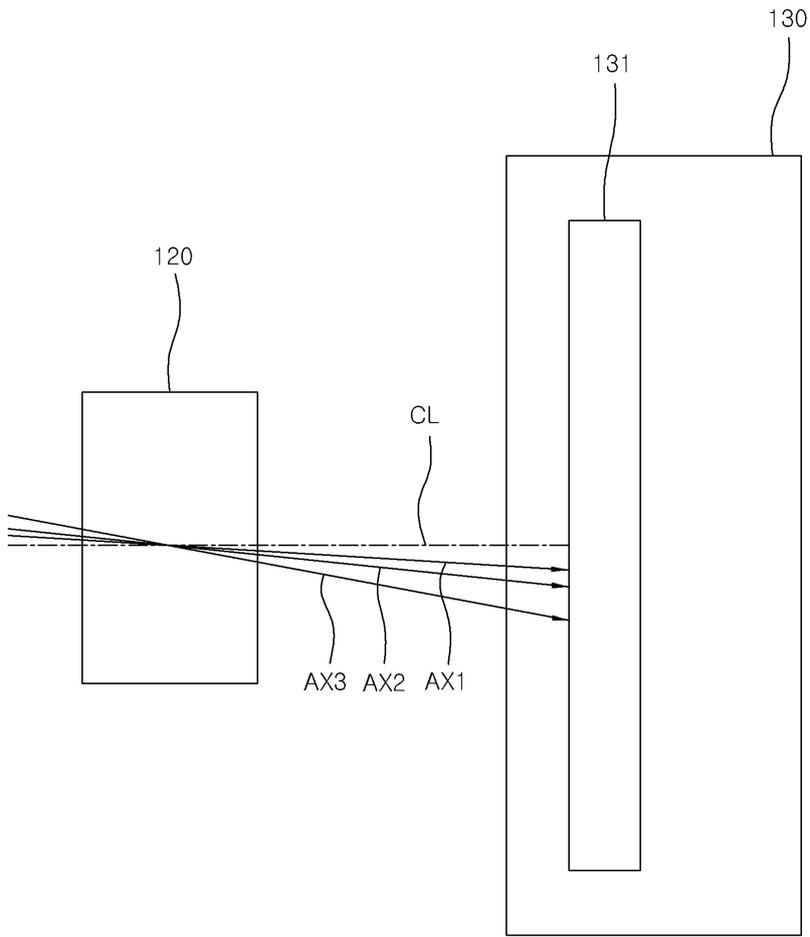
S140



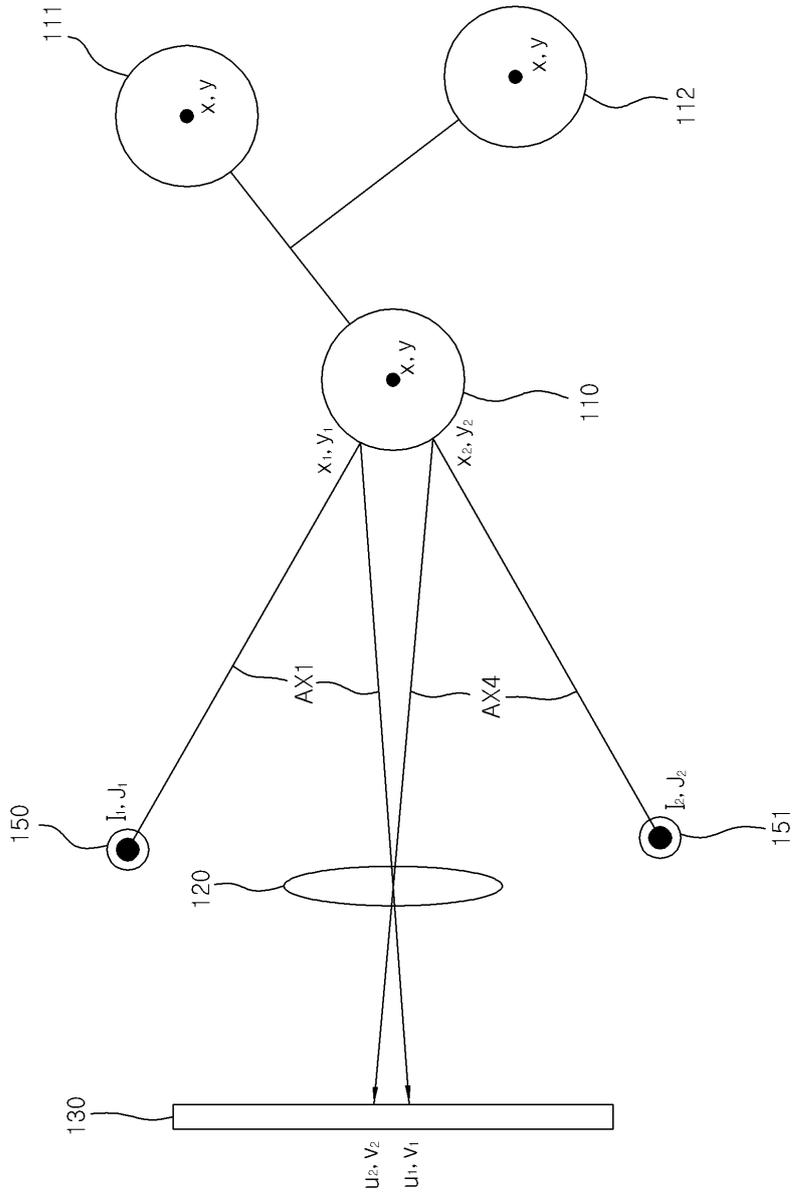
도면5



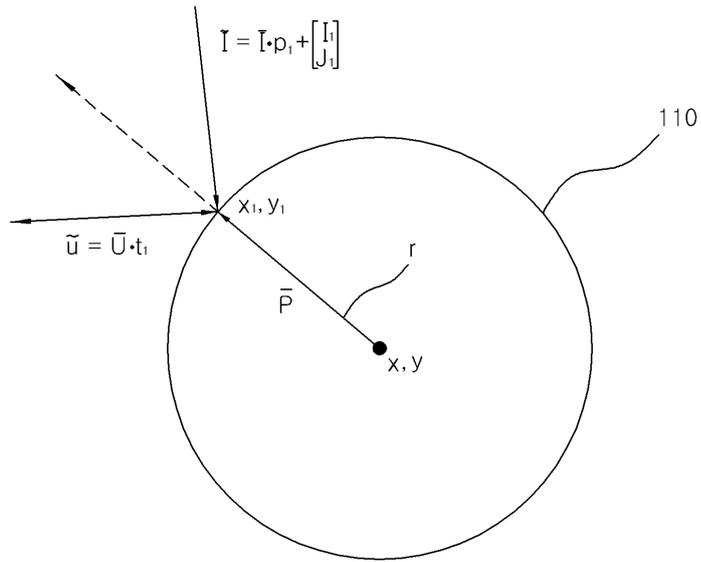
도면6



도면7



도면8



도면9

