



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0038707
(43) 공개일자 2009년04월21일

(51) Int. Cl.

A61B 19/00 (2006.01) A61B 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0104150

(22) 출원일자 2007년10월16일

심사청구일자 2007년10월16일

(71) 출원인

주식회사 사이버메드

서울 금천구 가산동 60-19 에스케이테크노빌 504호

(72) 발명자

김철영

서울 서초구 서초2동 무지개아파트 8동 309호

강현재

서울 광진구 구의1동 633-12

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

안상정

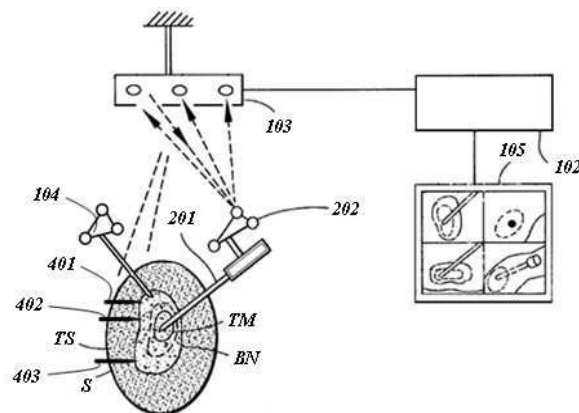
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 골 중앙 수술에서의 내비게이션 방법

(57) 요약

본 발명은 뼈, 뼈에 대하여 상대적으로 이동가능한 내부 조직(tissue) 그리고 내부 조직을 덮는 표피(skin)에 대한 정보 및 표피 및 내부 조직을 관통하여 뼈에 고정된 기다란(elongate) 핀에 대한 정보를 담고 있는 이미지를 준비하는 제1 단계; 기다란 핀을 이용하여 환자와 제1 단계의 이미지의 위치관계를 파악하는 제2 단계; 그리고, 제2 단계의 위치관계를 바탕으로 수술용 도구를 제1 단계의 이미지상에 디스플레이하는 제3 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 골 중앙 수술에서의 내비게이션 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

최은주

서울 금천구 가산동 SJ테크노빌 504호

신세호

전남 순천시 연향동 동성아파트 103동 604호

특허청구의 범위

청구항 1

뼈, 뼈에 대하여 상대적으로 이동가능한 내부 조직(tissue) 그리고 내부 조직을 덮는 표피(skin)에 대한 정보 및 표피 및 내부 조직을 관통하여 뼈에 고정된 기다란(elongate) 핀에 대한 정보를 담고 있는 이미지를 준비하는 제1 단계;

기다란 핀을 이용하여 환자와 제1 단계의 이미지의 위치관계를 파악하는 제2 단계; 그리고,

제2 단계의 위치관계를 바탕으로 수술용 도구를 제1 단계의 이미지상에 디스플레이하는 제3 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

제1 단계의 이미지는 뼈 및 기다란 핀의 특성이 반영된 CT 이미지를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

제1 단계의 이미지는 CT 이미지와 종양의 특성이 반영된 MRI 이미지를 합성하여 생성되는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

제1 단계의 이미지는 수술에 방해되지 않도록 길이가 조절된 기다란 핀에 대한 정보를 담고 있는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

제1 단계의 이미지는 수술에 방해되지 않도록 길이가 조절된 기다란 핀에 대한 정보를 담고 있는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

뼈는 다리뼈인 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

기다란 핀은 다리뼈의 측면에 위치하는 것을 특징으로 하는 것을 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

뼈는 다리뼈이며,

기다란 핀은 다리뼈의 측면에 위치하는 것을 특징으로 하는 것을 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

제2 단계에서 기다란 핀은 지표점으로 기능하는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

청구항 10

뼈, 뼈에 대하여 상대적으로 이동가능한 내부 조직(tissue) 그리고 내부 조직을 덮는 표피(skin)에 대한 정보 및 표피 및 내부 조직을 관통하여 뼈에 고정된 기다란(elongate) 핀에 대한 정보를 담고 있는 이미지를 준비하는 제1 단계;

가다란 핀을 이용하여 환자와 제1 단계의 이미지의 위치관계를 파악하는 제2 단계; 그리고,

제2 단계의 위치관계를 바탕으로 수술용 도구를 제1 단계의 이미지상에 디스플레이하는 제3 단계;를 포함하며,

제1 단계의 이미지는 뼈 및 기다란 핀의 특성이 반영된 CT 이미지와 종양의 특성이 반영된 MRI 이미지를 합성하여 생성되고,

뼈는 다리뼈이며,

가다란 핀은 다리뼈의 측면에 위치하고,

제2 단계에서 기다란 핀은 지표점으로 기능하는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <8> 본 발명은 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법에 관한 것으로, 특히 기다란(elongate) 핀을 이용한 등록(registration)을 통해 환자와 이미지 간의 위치관계를 파악하여 골 종양 수술 중에 내비게이션을 행하는 방법에 관한 것이다.
- <9> 도 1은 종래의 수술용 항법 장치를 설명하는 도면으로서, 수술장 내에 환자(101), 수술용 항법 장치(102; Medical Navigation System), 적외선 카메라(103), 환자에 고정되어 있는 기준 프레임(104; Reference Frame)이 도시되어 있다.
- <10> 수술용 항법 장치(102)는 MRI, CT, PET와 같은 의료용 이미지를 저장하고 있으며, 수술 중에 의사가 보고자하는 환자(101)의 환부에 대응하는 이미지를 (수술용 항법 장치(102)에 마련된) 모니터(105)를 통해 보여주는 역할을 한다.
- <11> 도 2는 수술용 항법 장치에 이용되는 프로브의 일 예를 나타내는 도면으로서, 프로브(201; Probe)는 의사가 보고자하는 환자(101)의 환부를 가르키는 도구이며, 의사가 환자(101)의 환부에 프로브(201)를 가져갈 때, 수술용 항법 장치(103)가 프로브(201)의 위치를, 기준 프레임(104)을 기준으로, 적외선 카메라(103)를 통해 인식하여 (프로브(201)에 마련된 적외선 반사구(202)를 적외선 카메라(103)가 인식하여 이 위치 정보를 수술용 항법 장치(102)에 알려주어), 이 위치에 대응하는 이미지를 모니터(105) 상에 나타내게 된다. 여기서, 기준 프레임(104)의 위치 또한 기준 프레임(104)에 마련된 적외선 반사구(130)를 적외선 카메라(103)가 인식함으로써 파악된다.
- <12> 이러한 작동을 위해, 수술용 항법 장치(102)에 저장된 이미지와 수술장 내의 환자(101)의 위치를 연관지우는 작업(이미지 좌표계와 환자의 위치 좌표계를 맵핑하는 작업)이 선행되어야 하는데, 이러한 작업을 등록(Registration)이라 한다. 이러한 등록은 다양한 방법으로 이루어질 수 있지만, 여기서는 지표점(106; Fiducial Marks)을 이용한 등록 방법에 대하여 설명한다.
- <13> 도 3은 지표점을 이용한 등록 방법을 개념적으로 설명하는 도면으로서, 등록은 이미지에 마련된 이미지 좌표계(107), 적외선 카메라(103)에 마련된 카메라 좌표계(108), 그리고 기준 프레임(104)에 마련된 기준 프레임 좌표계(109)를 이용한다.
- <14> 이 등록의 원리는 환자(101)의 지표점(106)과 이미지상의 지표점(111)이 동일하다는 것이며(이미지는 환자가 지표점(106)을 부착한 상태에서 만들어진 것이므로, 지표점(106)과 지표점(111)은 동일한 위치관계에 있어야 한다.), 등록은 이 점들간의 상관 관계를 찾아냄으로써 이루어진다.

- <15> 즉, 기준 프레임 좌표계(109) 상에서 지표점(106)의 위치(좌표값 내지는 벡터)는 이미지 좌표계(107) 상에서 지표점(111)의 위치(좌표값 내지는 벡터)와 동일한 것이다.
- <16> 이미지 좌표계(107) 상에서 지표점(111)의 위치는 이미 주어져 있으며, 기준 프레임 좌표계(109) 상에서 지표점(106)의 위치는 지표점(106)에 프로브(201)를 위치시킴으로써 알 수 있다. 이들은 3차원 공간상의 점들이므로, 적어도 세개의 지표점의 위치 정보가 필요하다. 엄밀하게는, 기준 프레임 좌표계(109) 상에서 지표점(106)의 위치는, 적외선 카메라(103)가 기준 프레임(104)에 마련된 적외선 반사구(130)를 인식함으로써 기준 프레임 좌표계(109)를 인식하고(카메라 좌표계(108)에 대하여 기준 프레임 좌표계(109)를 나타내고), 프로브(201)에 마련된 적외선 반사구(202)를 인식함으로써 지표점(106)의 위치를 인식한 다음(카메라 좌표계(108)에 대하여 지표점(106)의 위치를 나타낸 다음), 지표점(106)의 위치를 기준 프레임 좌표계(109)에 대한 상대 좌표로 나타냄으로써 얻어진다. 한편, 지표점(106) 및 프로브(201)의 위치를 기준 프레임 좌표계(109)에 대하여 상대적으로 표시함으로써 기준 프레임 좌표계(109)와 환자(101)의 위치 관계는 적외선 카메라(103)의 이동에 대해 아무런 영향도 받지 않게 된다.
- <17> 이해를 돕기 위해 등록 과정을 수학적 방식으로 설명하면, 기준 프레임 좌표계(109) 상의 점 (X_{r1}, Y_{r1}, Z_{r1}) , (X_{r2}, Y_{r2}, Z_{r2}) , (X_{r3}, Y_{r3}, Z_{r3}) 을, 이미지 좌표계(107) 상의 점 (X_{i1}, Y_{i1}, Z_{i1}) , (X_{i2}, Y_{i2}, Z_{i2}) , (X_{i3}, Y_{i3}, Z_{i3}) 으로 변환시키는 행렬 T를 찾는 과정이라 할 수 있다.
- <18> 도 3에 도시된 바와 같이, 뇌 수술을 하는 경우에는 지표점(106)이 구비된 고정 장치(107)를 수술에 앞서 환자(101)의 머리에 고정된 다음, 모니터(105)에 나타난 것과 같이 지표점(106)에 대응하는 지표점(111)이 구비된 이미지를 취득 한 후, 수술장에서 등록을 용이하게 행할 수 있다.
- <19> 그러나 무릎 수술 또는 골 종양 수술과 같은 수술에서는 고정 장치(107)를 환자의 환부 근처에 고정할 수 없기 때문에 (뇌의 경우에는 두개골(skull)을 피부(skin)가 직접 둘러싸고 있으므로, 두개골에 대해 고정 장치(105)를 고정할 수 있으나, 골 종양 수술의 경우에는 피부와 뼈(bone) 사이에 근육과 같은 소프트 티슈(tissue)가 존재하므로 고정 장치(107)를 고정할 수 없기 때문에), 수술장에서 환부를 절개한 다음, 환자의 해부학적 지표점(anatomical fiducial mark)을 이용하여 등록을 하거나 표면 등록(surface registration)을 하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <20> 본 발명은 지표점 등록을 통해 용이하게 내비게이션을 행할 수 있는, 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <21> 또한 본 발명은 기다란 핀을 이용한 지표점 등록을 통해 용이하게 내비게이션을 행할 수 있는, 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <22> 또한 본 발명은 합성된 이미지를 이용하여 용이하게 내비게이션을 행할 수 있는, 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <23> 또한 본 발명은 이미지 취득 후 수술 전에 있어서 환자의 감염을 방지할 수 있는, 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <24> 본 발명은 뼈, 뼈에 대하여 상대적으로 이동가능한 내부 조직(tissue) 그리고 내부 조직을 덮는 표피(skin)에 대한 정보 및 표피 및 내부 조직을 관통하여 뼈에 고정된 기다란(elongate) 핀에 대한 정보를 담고 있는 이미지를 준비하는 제1 단계; 기다란 핀을 이용하여 환자와 제1 단계의 이미지의 위치관계를 파악하는 제2 단계; 그리고, 제2 단계의 위치관계를 바탕으로 수술용 도구를 제1 단계의 이미지상에 디스플레이하는 제3 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공한다. 바람직하게는 적어도 3개의 기다란 핀들이 사용된다. 그러나 본 발명은 하나 이상의 기다란 핀을 사용하고, 나머지는 인체의 지표점을 활용하는 방법과 같은 용이한 변형을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- <25> 또한 본 발명은 제1 단계의 이미지가 뼈 및 기다란 핀의 특성이 반영된 CT 이미지를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공한다. CT 이미지를 이용함으로써 MRI 이미지를 이용하는 것에 비해 보다 효과적으로 뼈와 기다란 핀을 식별하는 한편, 제2 단계에서의 등록을 용이하게 할 수 있게 된다.

- <26> 또한 본 발명은 제1 단계의 이미지가 CT 이미지와 종양의 특성이 반영된 MRI 이미지를 합성하여 생성되는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공한다. 이미지 합성(image fusion)을 이용함으로써, 뼈와 종양의 위치 관계를 보다 확실하게 이해할 수 있게 된다.
- <27> 또한 본 발명은 제1 단계의 이미지가 수술에 방해되지 않도록 길이가 조절된 기다란 핀에 대한 정보를 담고 있는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공한다. 기다란 핀을 잘라냄으로써 환자의 거동과 수술장에서의 수술을 용이하게 하는 한편, 핀이 삽입된 부위를 통해 환자가 감염되는 것을 막기 위해 소독된 솜으로 핀이 삽입된 부위를 보호하는 것을 용이하게 할 수 있다.
- <28> 또한 본 발명은 뼈가 다리뼈인 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공한다.
- <29> 또한 본 발명은 기다란 핀이 다리뼈의 측면에 위치하는 것을 특징으로 하는 것을 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공한다. 이러한 방법을 통해, 기다란 핀 삽입 후 수술 전에 있어서 환자의 거동의 편의를 도모할 수 있게 된다.
- <30> 또한 본 발명은 뼈, 뼈에 대하여 상대적으로 이동가능한 내부 조직(tissue) 그리고 내부 조직을 덮는 표피(skin)에 대한 정보 및 표피 및 내부 조직을 관통하여 뼈에 고정된 기다란(elongate) 핀에 대한 정보를 담고 있는 이미지를 준비하는 제1 단계; 기다란 핀을 이용하여 환자와 제1 단계의 이미지의 위치관계를 파악하는 제2 단계; 그리고, 제2 단계의 위치관계를 바탕으로 수술용 도구를 제1 단계의 이미지상에 디스플레이하는 제3 단계;를 포함하며, 제1 단계의 이미지는 뼈 및 기다란 핀의 특성이 반영된 CT 이미지와 종양의 특성이 반영된 MRI 이미지를 합성하여 생성되고, 뼈는 다리뼈이며, 기다란 핀은 다리뼈의 측면에 위치하고, 제2 단계에서 기다란 핀은 지표점으로 기능하는 것을 특징으로 하는 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법을 제공한다.
- <31> 이하 도면을 참고로 하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다.
- <32> 도 4는 본 발명에 따라 수술이 행해지는 수술장의 일 예를 설명하는 도면으로서, 수술장 내에 수술용 항법 장치(102), 적외선 카메라(103), 기준 프레임(104) 그리고 모니터(105)가 구비되어 있다. 한편 환자의 일부로서 뼈(BN), 뼈(BN) 내부로 전이된 종양(TM), 뼈(BN)에 대하여 상대적으로 이동가능한 내부 조직(TS) 그리고 내부 조직(TS)을 덮는 표피(S)가 도시되어 있다. 기준 프레임(104)은 수술장에서 내부 조직(TS)을 절개한 다음 뼈(BN)에 고정될 수 있다. 또한 뼈(BN)에 적어도 3개의 기다란 핀들(401,402,403)이 박혀 있으며, 이들은 수술장에서의 환자와 수술용 항법 장치(102)에 저장된 이미지 사이의 등록(registration)에서 지표점으로 사용된다. 핀은 CT와 같은 이미지 촬영에서 식별될 수 있는 재질을 가지고, 내부 조직(TS)을 관통하여 뼈(BN)에 고정될 수 있는 길이를 가지며, 뼈(BN)에 고정될 수 있도록 끝이 뾰족한 형태를 가지는 것으로 족하며, 특별한 제한을 가지는 것은 아니다. 예를 들어, 스테인레스 재질로 되어 1.5mm의 굵기와 25cm의 길이를 가지는 기다란 핀이 사용될 수 있다. 이러한 준비가 완료된 상태에서, 적외선 반사구(202)를 구비하는 수술용 도구 또는 프로브(201)를 이용하여 기다란 핀들(401,402,403) 각각을 지정함으로써 등록이 이루어진다. 뼈(BN)에 기다란 핀들(401,402,403)을 고정함에 있어서, 고정을 용이하게 하기 위하여 도 4에 도시된 것보다 긴 핀들이 사용될 수 있으며, 이들은 고정 후에 적당한 크기로 잘릴 수 있다. 이는 고정 후 환자의 편의 도모와 수술장 내에서의 걸림 방지를 위함이다. 한편, 핀들(401,402,403)과 피부 또는 표피(S)가 만나는 점을 통해 환자가 감염될 수 있으며, 이는 소독된 솜 등으로 이 부분을 감쌈으로써 해소될 수 있다.
- <33> 도 5는 본 발명에 따른 내비게이션의 일 예를 설명하는 도면으로서, 먼저 단계(S1)에서 수술 전, 종양(TM)의 정보를 포함하는 MRI 이미지가 취득된다. 종양(TM)의 정보를 얻는데 MRI가 이용되는 것은 MRI가 소프트 티슈의 정보를 얻는데 적합하기 때문이다.
- <34> 단계(S2)에서 수술 전, 기다란 핀들(401,402,403)이 고정된 상태의 CT 이미지가 취득된다. 이는 기다란 핀들(401,402,403) 및 뼈(BN)와 같이 단단한 대상의 정보를 얻는데 CT가 적합하기 때문이다.
- <35> 단계(S3)에서, 단계(S1)의 MRI 이미지와 단계(S2)의 CT 이미지가 합성(fusion)된다. 이미지 정합은 두개의 이미지를 하나의 화면상에 겹쳐 볼 수 있는 기초를 제공하며, 두개의 이미지의 대응관계를 나타내는 선형변환 P를 찾는 과정으로 이해할 수 있다. 이러한 정합을 통해 MRI 이미지에 잘 나타나 있는 종양(TM)의 정보와 CT 이미지에 잘 나타나 있는 뼈(BN)의 정보를 하나의 화면상에서 양자의 위치관계가 정렬된 상태에서 볼 수 있게 된다. 정합을 위해 당업자에 자명한 다양한 방법이 사용될 수 있으며, 예를 들어 아래와 같은 MI(Mutual Information)를 이용하는 방법이 사용될 수 있다.
- <36>
$$P = \arg \max MI(P(A), B)$$

- <37> (여기서, MI는 이미지(A,B) 간의 뮤추얼 인포메이션(Mutual Information))
- <38> 단계(S3)에서 정합된 이미지를 수술용 항법 장치(102)가 모니터(105)를 통해 디스플레이할 수 있는 상태에 들어서 수술 전의 준비가 완료된다.
- <39> 단계(S4)에서, 수술장에 들어온 환자의 등록이 시작된다. 수술용 항법 장치(102)를 등록 모드에 두고, 프로브(201)를 이용해 기다란 핀들(401,402,403) 각각과 모니터(105)에 디스플레이된 이미지상의 대응점들 각각을 일대일 대응시키면, 수술용 항법 장치(102)가 이를 인식한다. 이때 단계(S3)의 정합된 이미지가 이용되어도 좋고, CT 이미지가 이용되어도 좋다.
- <40> 단계(S5)에서, 수술용 항법 장치(102)는 단계(S4)에서 입력된 대응관계를 이용하여 수술장 내의 환자와 이미지 사이의 위치관계 T를 구하며, 등록이 완료된다.
- <41> 단계(S6)에서, 적외선 카메라(103)를 통해 수술용 도구(201)의 위치가 추적(tracking)되어, 수술용 항법 장치(102)로 전달된다.
- <42> 단계(S7)에서, 수술용 항법 장치(102)는 위치관계 T를 이용하여 추적된 수술용 도구(201)의 위치를 이미지 상에 디스플레이한다.
- <43> 본 실시예에서 있어서, 단계(S4)부터 단계(S7)의 과정은 수술장 내에 위치한 수술용 항법 장치(102)에서 일어나는 일련의 과정이다.
- <44> 도 6은 본 발명에 따른 CT 이미지의 일 예를 나타내는 도면으로서, 다리뼈의 측면에 3개의 기다란 핀들(401,402,403)이 고정된 상태의 이미지이다. 여기서 핀(403)은 볼륨 렌더링되어 다른 색으로 표시되어 있다.
- <45> 도 7은 본 발명에 따라 정합된 이미지의 일 예를 나타내는 도면으로서, 정합된 이미지상에 수술용 도구(201)가 위치관계 T에 따라 디스플레이되어 있다.

발명의 효과

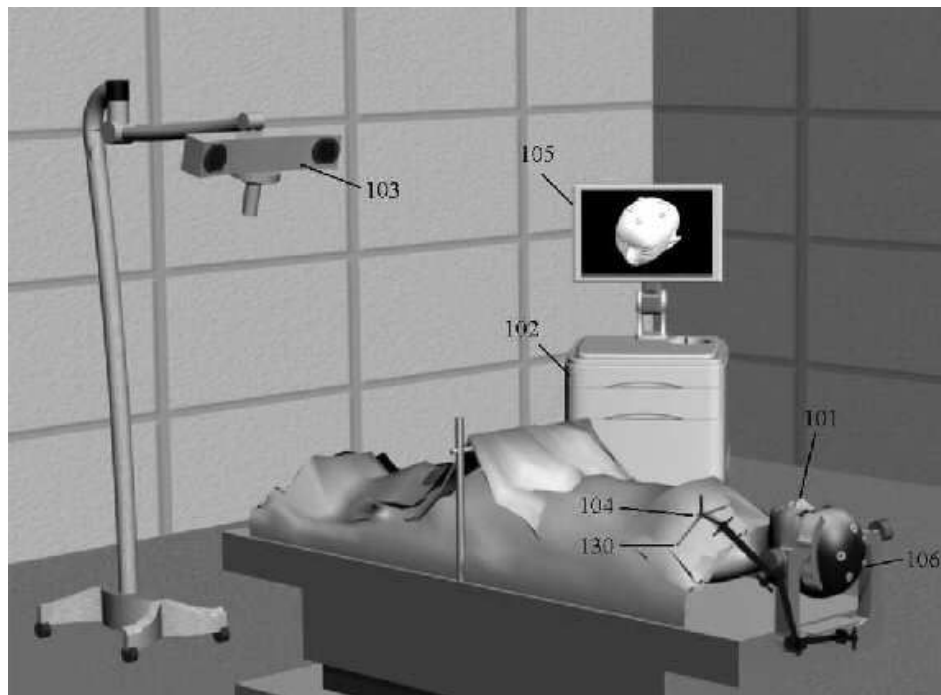
- <46> 본 발명에 따른 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법에 의하면, 지표점 등록을 통해 용이하게 내비게이션을 행할 수 있게 된다.
- <47> 또한 본 발명에 따른 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법에 의하면, 기다란 핀을 이용한 지표점 등록을 통해 용이하게 내비게이션을 행할 수 있게 된다.
- <48> 또한 본 발명에 따른 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법에 의하면, 합성된 이미지를 이용하여 용이하게 내비게이션을 행할 수 있게 된다.
- <49> 또한 본 발명에 따른 골 종양 수술에서의 내비게이션 방법에 의하면, 이미지 취득 후 수술 전에 있어서 환자의 감염을 방지할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

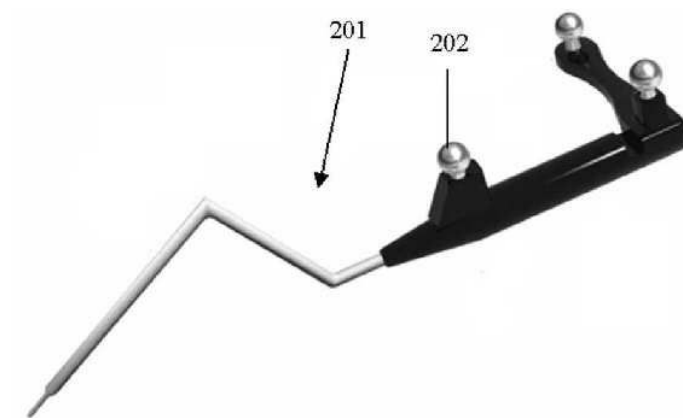
- <1> 도 1은 종래의 수술용 항법 장치를 설명하는 도면,
- <2> 도 2는 수술용 항법 장치에 이용되는 프로브의 일 예를 나타내는 도면,
- <3> 도 3은 지표점을 이용한 등록 방법을 개념적으로 설명하는 도면,
- <4> 도 4는 본 발명에 따라 수술이 행해지는 수술장의 일 예를 설명하는 도면,
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 내비게이션의 일 예를 설명하는 도면,
- <6> 도 6은 본 발명에 따른 CT 이미지의 일 예를 나타내는 도면,
- <7> 도 7은 본 발명에 따라 정합된 이미지의 일 예를 나타내는 도면.

도면

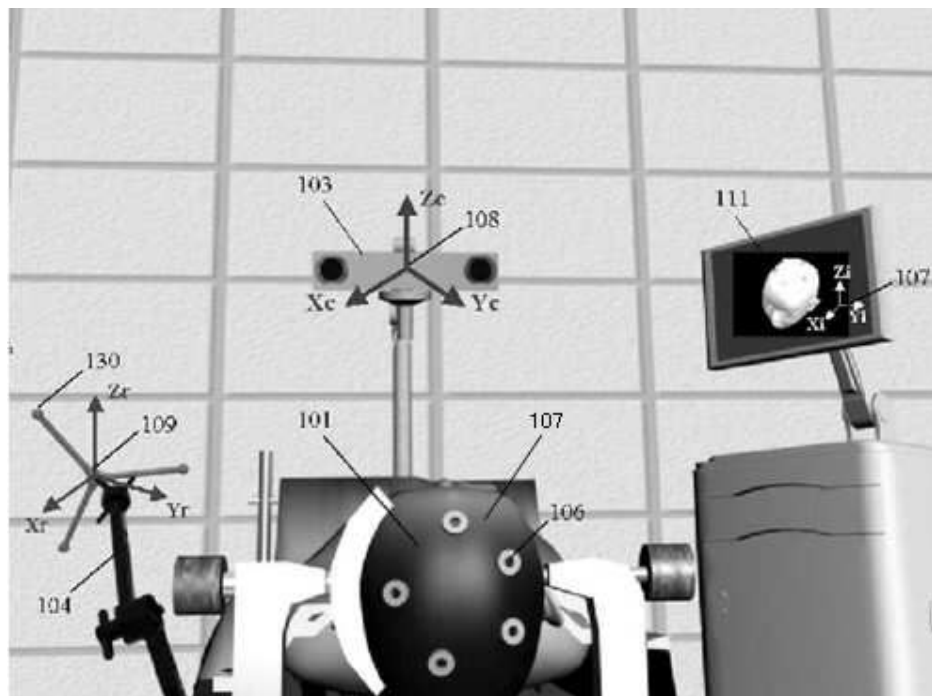
도면1



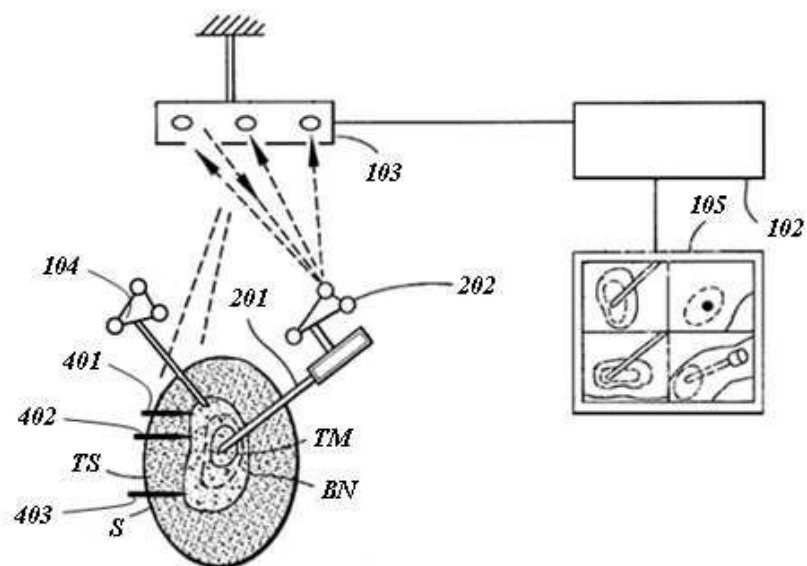
도면2



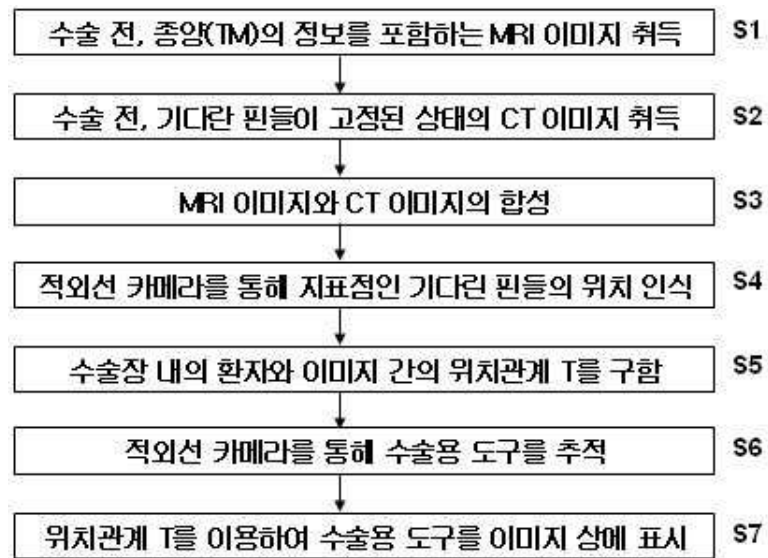
도면3



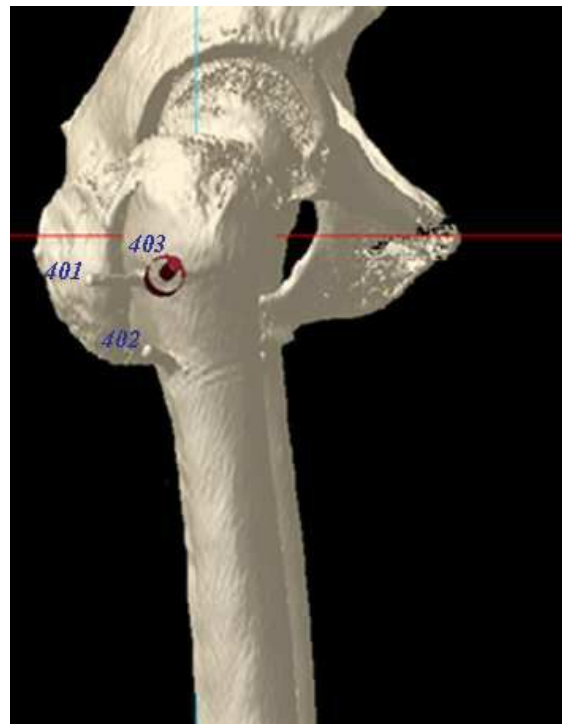
도면4



도면5



도면6



도면7

