



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

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

(11) 공개번호 10-2007-0004074
(43) 공개일자 2007년01월05일

(21) 출원번호 10-2006-7022552

(22) 출원일자 2006년10월27일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2006년10월27일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/005855

(87) 국제공개번호 WO 2005/094713

국제출원일자 2005년03월29일

국제공개일자 2005년10월13일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00099297 2004년03월30일 일본(JP)

(71) 출원인 고쿠리츠다이가쿠호진 하마마츠리카다이가쿠
일본국 시즈오카켄 하마마츠시 한다야마 1쵸메 20반 1고

(72) 발명자 야마모토 세이지
일본국 시즈오카켄 하마마츠시 한다야마 2쵸메 6-11, 케이-346
데라카와 스스무
일본국 시즈오카켄 하마마츠시 한다야마 3쵸메 45-6
다카이 도시히사
일본국 시즈오카켄 하마마츠시 히가시미카타쵸 90-3 펄스텍고교가부시
키가이샤
사토 가즈히로
일본국 시즈오카켄 하마마츠시 히가시미카타쵸 90-3 펄스텍고교가부시
키가이샤

(74) 대리인 리엔목록특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 수술 지원 장치, 방법 및 프로그램

(57) 요약

수술 지원 장치 및 방법이 개시되어 있고, 이 장치 및 방법에서는, 수술전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 상기 수술 부위의 3차원 모델을 생성하고, 수술 중에 수술 부위의 표면을 광학적으로 측정하고, 상기 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득한다. 또한, 수술 중에 상기 수술 부위의 비노출 부분을 초음파에 의해 측정하고, 상기 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득한다. 또한, 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2의 위치 정보에 따라 상기 생성된 삼차원 모델을 이용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측한다. 그리고, 추측한 수술 부위의 각 개소에 있어서의 변위 및 변형에 따라 수술전에 촬영한 상기 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상을 보정하고, 그 보정된 고정세 단층 화상을 표시한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

수술 중에 수술 부위의 표면을 광학적으로 측정하고, 상기 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득하는 제1 취득 수단;

수술 중에 상기 수술 부위의 비노출 부분을 초음파에 의해 측정하고, 상기 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득하는 제2 취득 수단과, 상기 제1 취득 수단에 의해 취득된 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2 취득 수단에 의해 취득된 상기 제2의 위치 정보에 따라 수술 전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 생성된 삼차원 모델을 사용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측하여 상기 복수의 고정세 단층 화상을 보정하는 보정 수단; 및

상기 보정 수단에 의해 보정된 고정세 단층 화상을 표시 수단으로 표시하는 표시 제어 수단;을 포함하는 수술 지원 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제1 취득 수단은, 수술 현미경에 설치되어 상기 수술 부위의 표면을 레이저광으로 주사하는 주사 장치와, 상기 수술 현미경에 설치되어 상기 수술 부위의 표면에서 반사된 레이저광을 수광함으로써 상기 수술 부위의 표면 중 레이저광이 조사된 부분의 3차원 위치를 검출하는 검출 수단을 포함하여 구성하고, 상기 검출 수단에 의한 3차원 위치의 검출을 상기 수술 부위의 표면 상의 각 개소를 레이저광으로 주사하면서 반복 수행함으로써 상기 제1의 위치 정보를 취득하는 것을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 제1 취득 수단은 수술 현미경에 설치되어 상기 수술 부위의 표면을 촬상하는 촬상 수단을 더 구비하고, 상기 보정 수단은 상기 촬상 수단에 의해 촬상된 화상을 이용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형 추측을 하는 것을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 제2 취득 수단은, 상기 수술 부위에 초음파를 송출함과 동시에 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소에서 반사된 초음파를 받아들이는 프로브와, 상기 프로브에서 받아들인 초음파를 단층 화상으로 변환하는 변환 수단을 포함하여 구성되어 있고, 상기 프로브의 3차원 위치에 따라 상기 변환 수단에 의해 얻어진 초음파 단층 화상 상의 각 부위의 3차원 위치를 구함으로써, 상기 제2의 위치 정보를 취득하는 것을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 제1 취득 수단은, 수술 현미경에 설치되어 상기 수술 부위의 표면을 레이저광으로 주사하는 주사 장치와, 상기 수술 현미경에 설치되어 상기 수술 부위의 표면에서 반사된 레이저광을 수광함으로써 상기 수술 부위의 표면 중에 레이저광이 조사된 부위의 3차원 위치를 검출하는 검출 수단을 포함하여 구성되고, 상기 제2 취득 수단의 상기 프로브의 3차원 위치의 검출도 행하고,

상기 제2 취득 수단은, 상기 제1 취득 수단에 의해 검출된 상기 프로브의 3차원 위치에 따라 상기 초음파 단층 화상 상의 각 부위의 3차원 위치를 구하는 것을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 고정세 단층 화상은 핵 자기 공명 컴퓨터 단층 촬영법에 의해 촬영한 MRI 화상임을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 보정 수단은, 상기 제1 취득 수단에 의해 취득된 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2 취득 수단에 의해 취득된 상기 제2의 위치 정보에 따라 상기 수술 부위의 삼차원 모델 중에 상기 제1의 위치 정보 또는 상기 제2의 위치 정보에 의해 3차원 위치가 이미 알고 있는 개소에 대응하는 부분의 위치를 수정한 후에 상기 수술 부위의 삼차원 모델 중에 3차원 위치가 미지의 개소에 대응하는 부분에서의 변위 및 변형을 유한 요소법 또는 그에 유사한 방법에 의해 추측하고, 상기 추측 결과에 따라 상기 수술 부위의 삼차원 모델을 재수정하며, 재수정 후의 상기 수술 부위의 삼차원 모델에 따라 상기 복수의 고정세 단층 화상의 보정을 행하는 것을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 수술 전의 상기 복수의 고정세 단층 화상의 촬영시에는 수술 부위의 주변에 3개 이상의 제1의 마크가 부여됨과 동시에, 수술시에는 수술 부위의 근방에 3개 이상의 제2의 마크가 부여되고,

상기 제1 취득 수단은 상기 제1의 마크 및 제2의 마크의 3차원 위치를 나타내는 마크 위치 정보도 취득하며,

상기 보정 수단은 상기 제1 취득 수단에 의해 취득된 마크 위치 정보 및 상기 고정세 단층 화상 상의 상기 제1의 마크에 해당하는 화상부의 위치에 따라 상기 고정세 단층 화상과 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2의 위치 정보와의 위치 정합을 행하는 것을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 제1 취득 수단에 의한 상기 제1의 위치 정보의 취득, 상기 제2 취득 수단에 의한 상기 제2의 위치 정보의 취득, 상기 보정 수단에 의한 상기 복수의 고정세 단층 화상의 보정, 및 상기 표시 수단에 의한 상기 고정세 단층 화상의 표시는 수술 중에 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 수술 지원 장치.

청구항 10.

수술 전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 상기 수술 부위의 삼차원 모델을 생성하는 제1의 스텝,

수술 중에 수술 부위의 표면을 광학적으로 측정하여 상기 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득함과 동시에, 수술 중에 상기 수술 부위의 비노출 부분을 초음파에 의해 측정하고, 상기 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득하는 제2의 스텝,

상기 제2의 스텝에서 취득한 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2의 위치 정보에 따라 상기 제1의 스텝에서 생성한 삼차원 모델을 사용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측하고, 추측한 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형에 따라 수술 전에 촬영한 상기 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상을 보정하는 제3의 스텝, 및

상기 제3의 스텝에서 보정한 고정세 단층 화상을 표시 수단으로 표시하게 하는 제4의 스텝을 포함하는 수술 지원 방법.

청구항 11.

표시 수단이 접속된 컴퓨터를,

수술 중에 수술 부위의 표면을 광학적으로 측정하게 하여, 상기 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득하는 제1 취득 수단;

수술 중에 상기 수술 부위의 비노출 부분을 초음파로 측정하게 하여, 상기 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득하는 제2 취득 수단;

상기 제1 취득 수단에 의해 취득된 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2 취득 수단에 의해 취득된 상기 제2의 위치 정보에 따라 수술전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 생성된 삼차원 모델을 사용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측하고, 추측한 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형에 따라 수술전에 촬영한 상기 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상을 보정하는 보정 수단; 및

상기 보정 수단에 의해 보정된 고정세 단층 화상을 표시 수단에 표시하는 표시 제어 수단으로서 기능하게 하는 수술 지원 프로그램.

명세서

기술분야

본 발명은 수술 지원 장치, 방법 및 프로그램에 관한 것으로, 특히, 수술전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세(高精細) 단층 화상을 보정하여 표시 수단으로 표시함으로써 수술의 실시를 지원하는 수술 지원 장치 및 수술 지원 방법, 컴퓨터를 상기 수술 지원 장치로서 기능시키기 위한 수술 지원 프로그램에 관한 것이다.

배경기술

핵 자기 공명 컴퓨터 단층 촬영법(MRI:Magnetic Resonance Imaging, NMR-CT:Nuclear Magnetic Resonance-Computed Tomography라고도 함)은, 정자장 내에 있는 생체 내의 스핀을 갖는 원자핵의 핵 자기 공명 현상을 이용하여 생체의 단층 화상을 얻는 것으로, X선 CT 촬영과 같은 방사선 피폭이 없고, 뼈에 의한 영향을 받지 않아 임의의 방향에 관한 고정세한 단층 화상이 얻어지는 등의 특징을 가지고 있고, 수술이나 검사 등 의료의 다양한 장면에서 사용되고 있다(또한, 이하에서는 핵 자기 공명 컴퓨터 단층 촬영법에 의한 촬영에 의해 얻어진 단층 화상을 MRI 화상이라 한다).

예컨대, 뇌신경 외과의 수술에 있어서의 적출 대상인 뇌종양은 육안으로는 정상부와의 경계를 알 수 없기 때문에, 뇌신경 외과의 수술에서는, 사전에 두부의 MRI 화상을 촬영하여 실제 수술 부위와 두부의 MRI 화상을 반복적으로 비교하여 봄으로써, 뇌종양과 정상부와의 경계를 판단하면서 수술을 진행하고 있다. 또한 인간의 뇌에는 기능적으로 중요한 장소(기능 영역:eloquent area)가 있기 때문에(예컨대, 운동 영역·감각 영역·언어 영역·시각 영역·청각 영역 등), 각 기능 영역이 어느 위치에 어떻게 분포하고 있는지를 사전에 조사하여 수술 중에 참조되는 두부의 MRI 화상 상에 각 기능 영역의 분포 정도를 지도로서 표시하는 것도 행해지고 있다(functional mapping MRI라고도 함).

상기에 관련되어 비특허 문헌 1에는, 뇌신경 외과의 수술에 있어서, 적외광을 이용한 위치 검출에 의해, 수술 전에 촬영한 두부의 MRI 화상과 수술 영역의 공간을 공통 좌표계에 의해 대응시킴과 동시에, 현재 수술 조작을 행하고 있는 곳의 위치를 검출하고, 현재 수술 조작을 행하고 있는 곳을 MRI 화상 상에 표시하도록 구성된 광학식 수술 네비게이션 장치가 개시되어 있다.

또한 비특허 문헌 2에는, 초음파 프로브에 의해 수술 중에 초음파 단층 화상을 촬영함과 동시에, 초음파 프로브의 위치를 적외광에 의해 검출함으로써, 수술전에 촬영한 두부의 MRI 화상을 수술 중에 촬영한 초음파 단층 화상과 대응시켜 비특허 문헌 1에 기재된 광학식 수술 네비게이션 장치와 같이, 현재 수술 조작을 행하고 있는 곳을 MRI 화상 상에 표시하도록 구성된 네비게이션 장치가 개시되어 있다.

또한 특허 문헌 1에는, 수술 현미경의 위치 및 방향을 광학식 위치 계측 방식으로 검출하고, 확대율이나 초점 거리의 데이터 처리를 행하며, 수술전에 촬영한 두부의 MRI 화상이나 뇌혈관 화상 등의 화상 정보를 수술 중에 수술 현미경에 촬영된 리얼 타임 화상과 위치 정합하여 중첩 표시하는 기술이 개시되어 있다.

또한, 특허 문헌 2에는, 수술전에 촬영한 고정세한 MRI 화상(수술전 화상)을 3차원 화상으로 재구성하고, 예측되는 변형에 관한 변형 조건에 따라 3차원 화상을 변형하여 변형 데이터로서 기억해 두고, 수술 중에 MRI 화상을 촬영하여 수술전 화상 중의 관심 영역의 2차원 화상을 3차원 화상으로 재구성하고, 변형 데이터와의 유사성을 연산하여 최적의 변형 데이터를 선택하며 경성 미러로부터의 피검체의 화상을 중첩 표시하는 기술이 개시되어 있다.

비특허 문헌 1 : Medtronic SNT, "StealthStation", [online], [2004년 3월 2일 검색], 인터넷<URL:http://www.stealthstation.com/physician/neuro/library/ treon.jsp>

비특허 문헌 2 : Medtronic SNT, "SonoNav", [online], [2004년 3월 2일 검색], 인터넷<URL:http://www.stealthstation.com/physician/neuro/library/ sononav.jsp>

특허 문헌 1 : 특개 2000-333971호 공보

특허 문헌 2 : 특개 2002-102249호 공보

그러나, 뇌신경 외과의 수술에서는 수술 중의 조작에 의해 뇌가 변형되기 때문에, 수술전에 촬영한 두부의 MRI 화상을 참조하더라도 수술 중의 실제의 뇌의 상태(예컨대 뇌종양의 위치나 범위 등)를 정밀하게 잘 판단하기는 어렵다. 전술한 비특허 문헌 1, 비특허 문헌 2 및 특허문헌 1에 기재된 기술은, 모두 수술 중의 조작에 의한 뇌의 변형을 고려하지 않고 수술전에 촬영한 MRI 화상에 새로운 정보를 첨가하거나, 리얼 타임 화상과 위치 정합하여 표시하는 기술이기 때문에, 수술에 도움은 되지만 수술 정밀도의 향상에는 그다지 기여하고 있지 않다.

상기 문제는, 예컨대 특허 문헌 2에 기재된 기술과 같이, 수술 중에 MRI 화상의 촬영을 정기적으로 행하고, 수술 중에 참조하는 MRI 화상을 정기적으로 갱신함으로써 해결할 수 있다. 그러나, 이를 실현하기 위해서는 수술실에 MRI 촬영 장치를 설치할 필요가 있고, 비자성 재료로 구성되는 수술 기재를 사용할 필요도 있는 등 고비용에 많은 제약이 있으며, 또한 MRI 화상의 촬영 중에는 수술 조작을 중단해야 하는 새로운 문제도 발생한다. 또한, 특허 문헌 2에 기재된 기술은 수술 중의 수술 부위의 변형이 사전에 예측한 변형 조건과 다른 경우에 표시 화상의 정밀도가 저하되는 결점도 가지고 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 상기 사실을 고려하여 이루어진 것으로, 수술 중의 수술 부위의 상태를 높은 정밀도로 표현하는 화상을 제시하는 것을 간단한 구성으로 실현할 수 있는 수술 지원 장치, 수술 지원 방법 및 수술 지원 프로그램을 얻는 것을 목적으로 한다.

본 발명의 제1의 태양은, 수술 중에 수술 부위의 표면을 광학적으로 측정하고, 상기 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득하는 제1 취득 수단과, 수술 중에 상기 수술 부위의 비노출 부분을 초음파에 의해 측정하고, 상기 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득하는 제2 취득 수단과, 상기 제1 취득 수단에 의해 취득된 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2 취득 수단에 의해 취득된 상기 제2의 위치 정보에 따라 수술전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 생성된 삼차원 모델을 이용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측하여 상기 복수의 고정세 단층 화상을 보정하는 보정 수단과, 상기 보정 수단에 의해 보정된 고정세 단층 화상을 표시 수단으로 표시하는 표시 제어 수단을 포함하여 구성되는 수술 지원 장치를 제공한다.

본 발명 제2의 태양은, 수술전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 상기 수술 부위의 삼차원 모델을 생성하는 제1의 스텝, 수술 중에 수술부위의 표면을 광학적으로 측정하고, 상기 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득함과 동시에, 수술 중에 상기 수술 부위의 비노출 부분을 초음파에 의해 측정하고, 상기 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득하는 제2의 스텝, 상기 제2의 스텝에서 취득한 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2의 위치 정보에 따라 상기 제1의 스텝에서 생성한 삼차원 모델을 이용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측하고, 추측한 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형에 따라, 수술전에 촬영한 상기 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상을 보정하는 제3의 스텝, 및, 상기 제3의 스텝에 보정한 고정세 단층 화상을 표시 수단으로 표시하는 제4의 스텝을 포함하는 수술 지원 방법을 제공한다.

본 발명 제3의 태양은, 수술 중에 수술 부위의 표면을 광학적으로 측정하게 하여 상기 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득하는 제1 취득 수단, 수술 중에 상기 수술 부위의 비노출 부분을 초음파로 측정하

게 하여 상기 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득하는 제2 취득 수단, 상기 제1 취득 수단에 의해 취득된 상기 제1의 위치 정보 및 상기 제2 취득 수단에 의해 취득된 상기 제2의 위치 정보에 따라 수술전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 생성된 삼차원 모델을 이용하여 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측하고, 추측한 상기 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형에 따라 수술전에 촬영한 상기 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상을 보정하는 보정 수단, 및 상기 보정 수단에 의해 보정된 고정세 단층 화상을 표시 수단에 표시하는 표시 제어 수단으로서 기능하게 하는 수술 지원 프로그램을 제공한다.

본 발명에 의하면, 수술 중에 수술 부위의 표면을 광학적으로 측정하여 수술 부위의 표면의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제1의 위치 정보를 취득함과 동시에, 수술 중에 수술 부위의 비노출 부분을 초음파에 의해 측정하여 수술 부위의 비노출 부분의 각 개소의 3차원 위치를 나타내는 제2의 위치 정보를 취득하고, 제1의 위치 정보 및 제2의 위치 정보에 따라 수술전에 촬영한 수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상에 따라 생성된 수술 부위의 삼차원 모델을 이용하여 수술 부위의 각 개소에서 변위 및 변형을 추측하여 복수의 고정세 단층 화상을 보정하고, 보정한 고정세 단층 화상을 표시 수단으로 표시함으로써, 수술 중의 수술 부위의 상태를 고정밀도로 나타내는 화상을 제시하는 것을 간편한 구성으로 실현할 수 있다.

실시예

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 형태의 일예를 상세히 설명하기로 한다. 또한, 이하에서는 본 발명을 수술 부위로서의 뇌의 내부에 생긴 뇌종양을 적출하는 수술 지원에 적용한 경우를 예로서 설명하겠지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

도 1에는 본 실시의 형태에 따른 수술 지원 장치(10)가 도시되어 있다. 수술 지원 장치(10)는 퍼스널·컴퓨터(PC) 등으로 구성되는 컴퓨터(12)를 구비하고 있다. 컴퓨터(12)는 CPU(12A), ROM(12B), RAM(12C) 및 입출력 포트(12D)를 구비하고 있고, 이것들은 버스(12E)를 통하여 서로 접속되어 있다. 또한 입출력 포트(12D)에는, 사용자가 임의의 정보를 입력하거나 각종의 지시를 주기 위한 키보드(14) 및 마우스(16), LCD 또는 CRT로 구성되어 임의의 정보를 표시할 수 있는 디스플레이(18), 하드 디스크 드라이브(HDD)(20) 및 CD-ROM 드라이브(22)가 각각 접속되어 있다. 또한, 디스플레이(18)는 본 발명에 따른 표시 수단에 대응되어 있다.

컴퓨터(12)의 HDD(20)에는, 후술하는 3차원 뇌모델을 생성하기 위한 3차원 모델 생성 프로그램, 및 후술하는 MRI 화상 표시 처리를 하기 위한 MRI 화상 표시 프로그램이 미리 인스톨되어 있다.

3차원 모델 생성 프로그램 및 MRI 화상 표시 프로그램을 컴퓨터(12)에 인스톨(이입)하기 위해서는 몇가지의 방법이 있는데, 예컨대 3차원 모델 생성 프로그램 및 MRI 화상 표시 프로그램을 셋업 프로그램과 함께 CD-ROM에 기록해 두고, 이 CD-ROM을 컴퓨터(12)의 CD-ROM 드라이브(22)에 세팅하여 CPU(12A)에 대하여 상기 셋업 프로그램의 실행을 지시하면, CD-ROM으로부터 3차원 모델 생성 프로그램 및 MRI 화상 표시 프로그램이 차례로 독출되어 HDD(20)에 차례로 기입되며, 필요에 따라 각종 설정이 행해짐으로써 3차원 모델 생성 프로그램 및 MRI 화상 표시 프로그램의 인스톨이 행해진다.

또한 컴퓨터(12)의 입출력 포트(12D)에는, 핵 자기 공명 컴퓨터 단층 촬영법에 의해 임의의 방향에 관한 생체의 고정세한 단층 화상(MRI 화상)을 촬영 가능한 MRI 촬영 장치(24), 수술 현미경(26)에 장착된 3차원 형상 측정 장치(30) 및 비디오 카메라(32), 생체의 초음파 단층 화상을 촬영 가능한 초음파 단층 촬영 장치(34)가 각각 접속되어 있다. MRI 촬영 장치(24)는 본 발명에 따른 「수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상」을 수술전에 촬영하는 촬영 장치로서, 수술을 하는 수술실과는 별도로 설치된 MRI 촬영실에 설치되어 있다. 또한, 컴퓨터(12)가 후술하는 MRI 화상 표시 처리를 실행함에 있어서, MRI 촬영 장치(24)로부터는 수술전에 MRI 촬영 장치(24)에 의해 촬영된 MRI 화상의 데이터를 취득할 수 있으면 되므로, 컴퓨터(12)는 MRI 촬영 장치(24)와 접속되어 있지 않아도 되고, MRI 화상의 데이터는, 예컨대 CD-R이나 CD-RW, MO, ZIP, DVD-R, DVD-RW 등의 각종 기록 매체의 어느 하나를 통해 MRI 촬영 장치(24)로부터 컴퓨터(12)로 보내지도록 해도 된다.

한편, 수술 현미경(26)은 도 2에 나타내는 현미경부(38)를 포함하여 구성되어 있고, 이 현미경부(38)에는 현미경부(38)의 하방측(도 2a에서의 하방측)을 향한 대물 렌즈(40)와, 현미경부(38)의 측면에서 경사져 상방으로 돌출되도록 배치된 접안 렌즈(42)가 설치되어 있다. 또한, 대물 렌즈(40)는, 상세하게는 복수개의 렌즈로 구성되는 줌렌즈(초점거리 가변 렌즈)이다. 또한 도시는 생략되어 있지만, 대물 렌즈(40)와 접안 렌즈(42) 사이에는 대물 렌즈(40)에 입사된 광을 접안 렌즈(42)로 인도하는 프리즘 등의 광학 부품이 배치되어 있다. 이에 따라, 접안 렌즈(42)를 양안으로 본 수술자에게 대물 렌즈(40) 및 접안 렌즈(42)에 의해 형성된 피사체의 광학상이 시각적으로 인식(입체시)된다. 또한, 대물 렌즈(40)와 접안 렌즈(42) 사이에는 초점 기구가 설치되어 있고, 피사체의 광학상의 초점 및 줌 배율은 수술자가 풋 스위치 또는 현미경부(38)의 경통 부근에 장착된 스위치를 조작함으로써 조절 가능하게 되어 있다.

수술 현미경(26)은, 수술실 내의 소정 위치에 고정되는 베이스부를 구비하고, 이 베이스부에는 복수개의 로드(27)의 단부가 서로 회동 가능하게 연결되어 이루어는 아암(44)의 일단부가 회동 가능하게 연결되어 있고, 현미경부(38)는 아암(44)의 타단부(첨단부)에 회동 가능하게 연결되어 있다(도 2에는 아암(44)의 일단부만 도시). 현미경부(38)의 측면에는 조작용 파지부(46)이 장착되어 있고, 수술자가 파지부(46)를 파지하여 현미경부(38)를 움직임으로써 아암(44)의 각 연결부(관절)를 회동시켜 현미경부(38)를 원하는 위치로 이동시키거나 원하는 방향으로 향하게 할 수 있어 수술자가 원하는 범위를 광학상으로 시인 가능하게 되었다.

또한 현미경부(38)의 저면에는 3차원 형상 측정 장치(30)와 비디오 카메라(32)가 일체화되는 측정/촬상 유니트(48)가 설치되어 있다. 측정/촬상 유니트(48)는 케이스가 박스형이고, 비디오 카메라(32)는 현미경부(38)의 하방측을 촬상 가능하게 측정/촬상 유니트(48)의 케이스에 설치되어 있다. 또한 측정/촬상 유니트(48)의 케이스의 저면에는 직사각형의 개구가 설치되고, 이 개구는 광투과성의 커버(50)에 의해 막혀 있고, 3차원 형상 측정 장치(30)는 측정/촬상 유니트(48)의 케이스 내부의 커버(50)(개구)에 대응하는 위치에 설치되어 있다.

도 3에 나타내는 바와 같이, 3차원 형상 측정 장치(30)는, 한쌍의 레일(54) 사이에 걸쳐진 가동 베이스(56)를 구비하고 있다. 가동 베이스(56)는 레일(54)과 평행하게 연장되고 모터(58)에 의해 회전되는 볼 나사(60)가 나사 결합되어 있고, 볼 나사(60)의 회전에 수반되어 레일(54)을 따라 슬라이딩 이동된다. 또한 가동 베이스(56)에는 레이저 광원을 포함하여 구성된 발광부(62)가 설치되어 있고, 발광부(62)의 레이저광(송출 레이저광) 사출측에는, 가동 베이스(56)에 설치된 미러(64), 모터(72)의 회전축에 장착되어 모터(72)의 구동에 따라 방향이 변경되는 갈바노미터 미러(66)가 순서대로 배치되어 있다. 발광부(62)로부터 사출된 송출 레이저광은 미러(64), 갈바노미터 미러(66)에서 반사됨으로써 커버(50)를 투과하여 측정/촬상 유니트(48)의 케이스 외부로 사출된다.

또한 측정/촬상 유니트(48)의 케이스 외부로 사출된 송출 레이저광은 피조사체(예컨대 수술 부위로서의 뇌의 표면)에서 반사되어 반사 레이저광으로서 커버(50)를 투과하여 미러(67)에 입사된다. 미러(67)는 갈바노미터 미러(66)와 동일한 방향에서 모터(72)의 회전축에 장착되고, 모터(72)의 구동에 따라 방향이 변경되도록 구성되어 있다. 미러(67)의 반사 레이저광 사출측에는 미러(68), 렌즈(69), 다수개의 광전 변환 소자가 일렬로 배열되어 이루어진 라인 센서(70)가 순서대로 배치되어 있고, 미러(67)에 입사된 반사 레이저광은 미러(67, 68)에서 반사되어, 렌즈(69)를 투과함으로써, 라인 센서(70)에서 수광된다. 라인 센서(70)로부터의 출력 신호는 증폭기나 A/D 변환기를 통하여 3차원 형상 측정 장치(30)의 콘트롤러에 입력된다(모두 미도시). 또한 콘트롤러에는 가동 베이스(56)의 위치를 검출하는 위치 센서와 갈바노미터 미러(66)(및 미러(67))의 방향을 검출하는 각도 센서도 접속되어 있다.

콘트롤러는 라인 센서(70)로부터 증폭기·A/D 변환기를 거쳐 입력된 수광 데이터에 따라 라인 센서(70)의 어느 광전 변환 소자에 레이저광이 수광되었지를 판단하고, 라인 센서(70) 상으로의 레이저광을 수광한 광전 변환 소자의 위치와, 센서에 의해 검출된 가동 베이스(56)의 위치 및 갈바노미터 미러(66)의 방향에 따라 피조사체 상의 레이저광 조사 위치의 3차원 좌표(상세하게는, 측정/촬상 유니트(48)의 케이스의 위치를 기준으로 설정된 3차원 좌표계(케이스 좌표계라 칭함)에서의 3차원 좌표)를 삼각 측량법에 의해 검출(연산)한다. 또한 콘트롤러에는 모터(72, 58)가 각각 접속되어 있고, 모터(72)를 구동하여 갈바노미터 미러(66)(및 미러(67))의 방향을 변화시킴으로써, 피조사체 상의 레이저광의 조사 위치를 모터(72)의 회전축의 축선과 직교하는 방향을 따라 이동(주주사)시킴과 동시에, 모터(58)를 이동시켜 가동 베이스(56)를 이동시킴으로써, 피조사체 상의 레이저광 조사 위치를 레일(54)과 평행한 방향을 따라 이동시켰다(부주사).

이에 따라, 피조사체의 표면 형상(피조사체 표면의 각 개소의 3차원 좌표)이 그 전체 면에 걸쳐 3차원 형상 측정 장치(30)에 의해 측정된다. 3차원 형상 측정 장치(30)는 컴퓨터(12)로부터 지시받으면 피조사체의 표면 형상의 측정을 하고, 측정에 의해 얻어진 피조사체의 표면의 각 개소의 3차원 좌표를 나타내는 데이터(이하, 표면 측정 데이터라 칭함)를 컴퓨터(12)로 출력한다. 또한, 표면 측정 데이터는 본 발명에 따른 제1의 위치 정보에 대응하고 있고, 레일(54), 가동 베이스(56), 모터(58), 볼 나사(60), 발광부(62), 미러(64), 갈바노미터 미러(66) 및 모터(72)는 청구항 2에 기재된 주사 장치에, 미러(67, 68), 렌즈(69), 라인 센서(70) 및 모터(72)는 청구항 2에 기재된 검출 수단에 각각 대응하고 있다. 또한 비디오 카메라(32)는, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정 범위와 동일한 범위를 촬상하도록 위치 및 방향이 조절되어 있다.

또한 도 1에 도시한 바와 같이, 초음파 단층 촬영 장치(34)에는, 초음파를 송출함과 동시에 임의의 물체에 의해 반사된 초음파를 받아들이는 프로브(36)가 접속되어 있고, 초음파 단층 촬영 장치(34)는 프로브(36)에 초음파가 수파됨으로써 프로브(36)로부터 입력되는 신호를 초음파 단층 화상으로 변환하여 컴퓨터(12)로 출력한다. 또한 프로브(36)에는, 프로브(36)의 위치 및 방향을 검출하기 위해, 광반사율이 높은 재료로 구성되는 마크(36A)가 선단부 및 후단부에 첨부되어 있다. 후술하는 바와 같이, 초음파 단층 촬영 장치(34)가 초음파 단층 화상의 촬영을 하고 있을 때는 프로브(36)에 첨부된 마크(36A)의 3차원 좌표가 3차원 형상 측정 장치(30)에 의해 측정된다.

이어서 본 실시 형태의 작용을 설명하기로 한다. 본 실시 형태에 있어서, 뇌종양을 적출하는 수술을 함에 있어서는, 우선 MRI 촬영실에서 환자(수술 대상자) 두부의 MRI 화상이 MRI 촬영 장치(24)에 의해 사전에 촬영된다. MRI 화상의 촬영시에는, 도 4b에 도시한 바와 같이, 환자의 두부에 대하여 사전에 결정된 피부 절개선(두피를 절개할 위치를 나타내는 선)을 따라 환자의 두부 중 수술시에 절개될 범위의 주변에 해당하는 위치에 MRI 화상으로 찍힐 재질로 구성되는 수술전 마크(80)가 3개 또는 그 이상 첨부된다. 이 수술전 마크(80)는 청구항 8에 기재된 제1의 마크에 대응하고 있고, 예컨대 직경 5mm 정도 크기의 백색 구형의 마크를 사용할 수 있다. 또한, 도 4b에 도시한 개두 범위는 수술시에 두개골을 절제할 범위를 의미하고 있다.

그리고, 예로서 도 4a에 도시한 바와 같이, 환자의 두부에 대하여 일정 간격(예컨대 1mm 정도)으로 설정한 복수의 단면의 각각에 대하여, MRI 촬영 장치(24)에 의해 MRI 화상이 촬영된다. 이에 따라, 설정한 각 단면을 고정세하게 가시화한 복수의 MRI 화상(수술 부위의 복수의 고정세 단층 화상)이 얻어진다. 또한, 촬영에 의해 얻어진 복수의 MRI 화상의 일부에서는 수술전 마크(80)도 촬상되어 있다. 또한 환자의 두부에 첨부된 수술전 마크(80)는, 수술시까지 첨부 위치를 바꾸지 않고 남겨진다. 또한 MRI 촬영 장치(24)에 의해 촬영된 복수의 MRI 화상은 본 발명에 따른 복수의 고정세 단층 화상(청구항 6에 기재된 MRI 화상)에 대응하고 있다.

상기한 촬영에 의해 얻어진 복수의 MRI 화상의 데이터는, MRI 촬영 장치(24)로부터 컴퓨터(12)로 입력되고 HDD(20)에 기억된다. 그리고, 컴퓨터(12)에 의해 환자 뇌의 3차원 모델(3차원 뇌 모델)의 생성이 행해진다. 구체적으로는, 우선 입력된 데이터가 나타내는 복수의 MRI 화상 중 3개의 수술전 마크(80)의 적어도 하나가 촬상되어 있는 MRI 화상을 모두 선택하고, 선택한 MRI 화상 상에서의 3개의 수술전 마크(80)의 위치를 기준으로 하는(예컨대 3개의 수술전 마크(80)의 어느 하나를 원점으로 하는) 3차원 좌표계(이하, MRI 좌표계라 칭함)을 설정한다. 또한 복수의 MRI 화상에서 환자의 뇌에 해당하는 화상 영역을 각각 추출하고, 복수의 MRI 화상에서 각각 추출한 화상 영역에 대하여 뇌의 표면 또는 내부에 위치하고, MRI 화상이나 표면 측정 데이터, 초음파 단층 화상 상에서의 판별이 용이한 특징점(뇌구나 뇌회, 동맥, 정맥 등의 뇌의 특징 부분에 대응하고 있는 점, 뇌종양과 정상부와의 경계에 해당하는 점도 포함한다)을 다수 설정하고, MRI 좌표계에서의 각 특징점의 3차원 좌표를 찾음과 동시에, 각 특징점의 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표와, 각 특징점의 MRI 화상 상에서의 위치를 HDD(20) 등에 기억한다.

이어서, 설정한 다수의 특징점 중 뇌의 표면에 위치하고 있는 특징점(절점(節點))을 변으로 연결하고, 변으로 둘러싸인 부분을 평면으로 간주함으로써 뇌의 외연부를 표현하는 입체 모델을 생성함과 동시에, 뇌의 내부에 위치하고 있는 특징점(절점)도 변으로 연결하고, 변으로 둘러싸인 부분을 평면으로 간주함으로써 뇌의 외연부를 나타내는 입체 모델을 다수개의 입체 요소로 분할한다. 이에 따라, 도 4c에도 도시한 바와 같이, 환자 두부의 복수의 MRI 화상에서 환자의 뇌를 다수개의 입체 요소의 집합으로 나타내는 뇌의 3차원 모델을 생성할 수 있다. 또한 컴퓨터(12)는 MRI 좌표계에서의 각 특징점(각 절점)의 3차원 좌표에 따라 3차원 뇌 모델에서의 절점의 조밀도를 조사하고, 3차원 뇌 모델 중 절점의 간격이 큰(밀도가 낮은) 영역이 존재한 경우에는 그 영역에 대하여 절점을 추가함으로써 3차원 뇌 모델을 구성하는 각 입체 요소의 사이즈를 균일화한다. 그리고 컴퓨터(12)는 생성한 3차원 뇌 모델의 데이터를 HDD(20)에 기억시킨다.

또한, 상기 3차원 뇌 모델의 생성을 컴퓨터(12)와는 별도의 컴퓨터로 행하고, 생성된 3차원 뇌 모델의 데이터를 컴퓨터(12)로 전송하도록 해도 된다.

뇌종양을 적출하는 수술은 상술한 MRI 화상의 촬영 및 3차원 뇌 모델의 생성이 완료된 후에 행해지지만, 이 수술 개시시에 수술자에 의해 컴퓨터(12)에 대하여 MRI 화상 표시 프로그램의 기동이 지시됨으로써, 수술 중에 컴퓨터(12)에 의해 MRI 화상 표시 처리가 실행된다. 이하, 이 MRI 화상 표시 처리에 대하여 도 5의 플로우 차트를 참조하여 설명하기로 한다.

스텝 100에서는 환자의 개두의 완료 여부를 판정하고, 판정이 긍정될 때 까지 스텝 100을 반복한다. 뇌종양 적출 수술에서는, 우선 환자의 두피를 절개하여 두개골을 노출시킨 후, 노출된 두개골 중에 미리 결정된 개두 범위에 해당하는 부분을 절제함으로써 수술 부위로서의 뇌를 노출시키는 개두 수술이 행해진다. 개두 수술이 완료되고, 개두 수술이 완료되었음을 나타내는 정보가 키보드(14)를 통하여 수술자에 의해 입력되면, 스텝 100의 판정이 긍정되어 스텝 102로 이행하여, 디스플레이(18)에 메시지를 표시시키는 등 수술자에 대하여 수술 중 마크의 부여를 요청한다. 그리고, 다음 스텝 104에 수술 중 마크의 부여가 완료되었는지의 여부를 판정하여, 판정이 긍정될 때 까지 스텝 104를 반복한다.

수술 중 마크의 부여가 요청되면, 수술자는, 예컨대 도 4b에 도시한 바와 같이, 개두 수술에 의해 두개골의 일부가 절제됨으로써 형성된 골창 근방의 두개골 상에 수술 중 마크(82)를 3개 또는 그 이상의 개수를 부여한다. 또한, 수술 중 마크(82)는, 예컨대 상술한 수술전 마크(80)와 같이, 직경 5mm 정도의 백색 구형상의 마크를 사용할 수 있다. 수술 중 마크(82)의 부여가 완료되면, 수술자는 개두 수술하는 동안에 개두 수술을 저해하지 않는 위치에 배치되어 있던 수술 현미경(26)의 현

미경부(38)를 개두 수술에 의해 노출된 뇌가, 수술 현미경(26)의 대물 렌즈(40) 및 접안 렌즈(42)가 광학상을 형성하는 시야 범위 내에 들어 가는 위치로 이동시킨 후(이 현미경부(38)의 이동에 따라, 노출된 뇌나 수술 중 마크(82), 수술전 마크(80)가 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정 범위 내 및 비디오 카메라(32)에 의한 촬상 범위 내에 들어가게 된다), 수술 중 마크(82)의 부여가 완료되었음을 나타내는 정보를 키보드(14)를 통하여 입력한다.

이에 따라 스텝 104의 판정이 긍정되고, 다음 스텝 106 이후에, 케이스 좌표계에서의 좌표치를 MRI 좌표계에서의 좌표치로 변환하기 위한 좌표 변환식을 구하는 캘리브레이션 처리가 행해진다. 즉, 우선 스텝 106에서는 현재의 상태가 「측정 중」임을 나타내는 메시지를 디스플레이(18)에 표시시킴으로써, 수술 조작을 중단시킨다. 또한 스텝 108에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)에 대하여 표면 형상의 측정을 지시함과 동시에 비디오 카메라(32)에 대하여 뇌 표면의 촬상을 지시한다. 이에 따라, 3차원 형상 측정 장치(30)에서는 뇌의 표면을 포함하는 환자의 두부를 향해 송출 레이저광을 사출하고, 환자의 두부에서 반사된 반사 레이저 광의 라인 센서(70) 상에서의 수광 위치에 따라 레이저 광의 조사 위치의 3차원 좌표를 검출(연산)하는 것을, 갈바노미터 미러(66)(및 미러(67))의 방향을 변화시킴과 동시에 가동 베이스(56)를 이동시키면서 반복함으로써 개두 수술을 거친 환자의 두부의 표면 형상(뇌의 표면을 포함하는 두부의 각 개소의 3차원 좌표)의 측정을 행한다. 또한 비디오 카메라(32)는 뇌의 표면을 각각 촬상한다. 상기 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 표면 형상의 측정 및 비디오 카메라(32)에 의한 촬상은 20초 정도의 시간으로 완료된다.

스텝 110에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)가 개두 수술을 거친 환자의 두부의 표면 형상의 측정을 함으로써 얻어진 표면 측정 데이터를 3차원 형상 측정 장치(30)로부터 받아들임과 동시에, 비디오 카메라(32)의 촬상에 의해 얻어진 화상 데이터를 비디오 카메라(32)로부터 받아들인다. 스텝 112에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)로부터 받아들인 표면 측정 데이터로부터 개개의 수술전 마크(80) 및 개개의 수술 중 마크(82)에 대응되는 데이터를 추출하며(수술전 마크(80) 및 수술 중 마크(82)는 3차원 형상 측정 장치(30)에 의해 구형상의 물체로서 검출된다), 추출한 데이터에 따라 개개의 수술전 마크(80) 및 개개의 수술 중 마크(82)의 중심의 3차원 좌표를 연산에 의해 구한다.

또한, 수술전 마크(80) 및 수술 중 마크(82)는 비디오 카메라(32)에 의한 촬상에 의해 얻어진 촬상 화상 중에서는 원형의 화상부로서 존재하고 있으므로, 표면 측정 데이터로부터 추출한 데이터가 나타내는 개개의 수술전 마크(80)나 개개의 수술 중 마크(82)에 대응되는 구상의 물체의 중심과, 촬상 화상 중에 존재한 개개의 수술전 마크(80)나 개개의 수술 중 마크(82)에 대응되는 원형의 화상부의 중심을 중첩함으로써, 표면 측정 데이터와 촬상 화상을 중첩할 수 있다. 또한 개두 수술 전(수술 중 마크(82)를 부여하기 전)에 개개의 수술전 마크(80)의 3차원 좌표를 구해 두고, 스텝 112에서 연산한 개개의 수술전 마크(80)의 3차원 좌표가 표현하는 개개의 수술전 마크(80)의 위치 관계(수술전 마크(80)의 간격)를 개두 수술 전에 구한 개개의 수술전 마크(80)의 위치 관계와 비교함으로써, 개두 수술에 수반하여 수술전 마크(80)의 위치가 변화되고 있는지의 여부를 체크하고, 필요에 따라 수술전 마크(80)의 위치·수정 수술전 마크(80) 및 수술 중 마크(82)의 3차원 좌표의 재도출을 행하도록 해도 된다.

스텝 112에서 연산한 개개의 수술전 마크(80) 및 개개의 수술 중 마크(82)의 3차원 좌표는 케이스 좌표계에서의 좌표치이지만, 개개의 수술전 마크(80)의 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표치는 이미 알려져 있으므로, 다음의 스텝 114에서는 스텝 112에서 연산한 개개의 수술전 마크(80) 및 개개의 수술 중 마크(82)의 3차원 좌표가 표현하는 수술전 마크군과 수술 중 마크군의 위치 관계, 개개의 수술전 마크(80)의 MRI 좌표계에서의 좌표치에 따라 케이스 좌표계에서의 3차원 좌표치를 수술 중 마크(82)의 위치를 기준으로 하여 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표치로 변환하는 좌표 변환식을 도출하고, 도출한 좌표 변환식을 HDD(20)에 기억시킨다. 이에 따라 캘리브레이션 처리가 완료된다.

본 실시 형태에서는 수술전 마크(80)를 환자 두부의 두피 상에 부여하고 있으므로 수술전 마크(80)의 위치는 수술 진행에 수반하여 변화될 가능성이 있지만, 수술 중 마크(82)는 골창 근방의 두개골 상에 부여하고 있으므로 수술 중 마크(82)의 위치가 수술 중에 변화될 가능성은 없다. 그리고 본 실시 형태에서는, 상기와 같이 케이스 좌표계에서의 3차원 좌표치를, 수술 중 마크(82)의 위치를 기준으로 하여 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표치로 변환하는 좌표 변환식을 도출하고 있으므로, 상기 좌표 변환식을 이용함으로써 수술 진행에 수반되어 수술전 마크(80)의 위치가 변화되었다 하더라도 영향을 받지 않고, 케이스 좌표계에서의 3차원 좌표치를 수술 중 마크(82)의 위치를 기준으로 MRI 좌표계(최초의 수술전 마크(80)의 위치를 기준으로 설정한 MRI 좌표계)에서의 3차원 좌표치로 고정밀도로 변환할 수 있으며, 3차원 뇌 모델(및 MRI 화상)과 제1의 위치 정보(표면 측정 데이터) 및 제2의 위치 정보(비노출 부분 데이터 : 상세는 후술함)와의 위치 정합을 고정밀도로 행할 수 있다.

또한 케이스 좌표계에서의 3차원 좌표치를 수술 중 마크(82)의 위치를 기준으로 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표치로 변환 가능함에 따라 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 이후의 측정 및 비디오 카메라(32)에 의한 이후의 촬상에 있어서, 개두 범위(골창)에 대하여 비교적 떨어진 위치에 부여되어 있는 수술전 마크(80)를 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정 범위 내 및 비디오 카메라(32)에 의한 촬상범위 내로 넣을 필요가 없어진다. 이에 따라, 현미경부(38)(3차원 형상 측정 장치(30))

및 비디오 카메라(32))를 수술 부위로서의 뇌에 의해 접근시킨 상태에서, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정 및 비디오 카메라(32)에 의한 촬상을 행할 수 있기 때문에, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정 및 비디오 카메라(32)에 의한 촬상의 정밀도도 향상시킬 수 있다.

다음의 스텝 116에서는, 디스플레이(18)에 표시하고 있던 「측정 중」의 메시지를 소거함과 동시에, 수술전에 촬영된 MRI 화상의 데이터를 HDD(20)로부터 독출하고, 독출한 데이터에 따라 MRI 화상(환자 뇌의 고정세한 단층 화상)을 디스플레이(18)에 표시시킨다. 디스플레이(18)에 표시된 상기 MRI 화상을 참조함으로써, 수술자는 개두 수술 완료 직후의 단계에서의 적출 대상의 뇌종양의 위치 등을 정확하게 판단할 수 있다. 또한, MRI 화상을 위한 표시 전용의 고정세한 디스플레이를 설치하고, 이 고정세한 디스플레이에 MRI 화상을 표시하게 해도 된다. 또한 디스플레이(18)에 단지 MRI 화상을 표시하는 것 뿐만 아니라, 수술 현미경(26)의 대물 렌즈(40) 및 접안 렌즈(42)가 광학상을 형성하는 시야 범위의 중심이 MRI 화상 상의 어떠한 위치에 대응하고 있는지를 연산하고, MRI 화상 상의 연산한 위치에, 예컨대 명멸하는 마크 등을 표시하게 함으로써, 수술자가 주목하고 있는 부분을 MRI 화상 상에 명시하게 해도 된다.

또한, 상기한 바와 같이 개두 수술 완료 직후의 단계에서는, 수술전에 촬영된 MRI 화상(미보정 MRI 화상)의 표시에만 한정되는 것은 아니며, 개두 수술에 의해 뇌에 변위나 변형이 생겨 있을 가능성을 고려하여, 개두 수술 완료 직후의 단계에서도 후술하는 스텝 122 내지 스텝 150의 처리를 거쳐 보정한 MRI 화상을 표시해도 되고, 개두 수술 완료 직후의 단계에 있어서, 미보정 MRI 화상을 표시하거나 보정한 MRI 화상을 표시할지를 수술자가 선택하도록 해도 된다.

다음의 스텝 118에서는, 디스플레이(18)에 표시하고 있는 MRI 화상의 갱신 타이밍이 도래하였는지의 여부를 판정한다. 이 판정은, MRI 화상의 표시를 개시하고 나서(또는 MRI 화상의 갱신을 전회에 행하고 나서) 일정 시간이 경과하였는지의 여부를 판단하는 것으로 해도 되고, 수술자가 MRI 화상의 갱신을 지시하였는지 여부를 판단하는 것으로 해도 된다. 스텝 118의 판정이 부정된 경우는 스텝 120으로 이행하고, 수술이 종료하였는지의 여부를 판정한다. 이 판정은, 수술 종료를 의미 하는 정보가 키보드(14)를 통하여 수술자에 의해 입력되었는지의 여부를 판단하는 것으로 행할 수 있다. 이 판정도 부정된 경우에는 스텝 118로 되돌아가, 어느 하나의 판정이 긍정될 때 까지 스텝 118, 120을 반복한다.

상기한 바와 같이 「측정중」의 메시지를 대신하여 MRI 화상이 디스플레이(18)에 표시되면 수술자는 뇌종양 적출 수술에서의 개두 수술 이후의 수술 조작을 개시하는데, 이 수술 조작에는, 예컨대, 뇌를 주걱으로 누르거나, 뇌의 일부를 절개 또는 절제하는 등의 조작이 포함되어 있다. 그리고, 뇌에 대하여 이러한 조작을 가하면 뇌의 각부에 변위나 변형이 생기므로, 실제의 뇌의 상태(각부의 위치나 형상)이 디스플레이(18)에 표시하고 있는 MRI 화상이 나타내는 뇌의 상태와 다르게 되어, 디스플레이(18)에 표시되어 있는 MRI 화상을 참조하더라도 수술자가 적출 대상 뇌종양의 위치나 범위 등을 정밀하게 판단하기는 어려워진다. 이 때문에, MRI 화상 표시 처리에서는, MRI 화상의 표시를 개시한 후(또는 MRI 화상의 갱신을 전회에 행한 후) 일정 시간이 경과하거나, 또는 MRI 화상의 갱신을 지시하는 정보가 키보드(14)를 통하여 수술자에 의해 입력되면, 스텝 120의 판정이 긍정되어 스텝 122로 이행하고, 스텝 122 이후에 디스플레이(18)에 표시하고 있는 MRI 화상을 보정, 갱신하는 처리를 수행한다.

즉, 우선 스텝 122에서는 현재의 상태가 「측정 중」임을 나타내는 메시지를 디스플레이(18)에 표시함으로써, 수술 조작을 중단시킨다. 또한 스텝 124에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)에 대하여 표면 형상의 측정을 지시함과 동시에, 비디오 카메라(32)에 대하여 뇌의 표면의 촬상을 지시한다. 이에 따라, 3차원 형상 측정 장치(30)에서는 뇌의 표면을 포함하는 환자의 두부를 향해 송출 레이저광을 사출하고, 환자의 두부에서 반사된 반사 레이저 광의 라인 센서(70) 상에서의 수광 위치에 따라 레이저 광의 조사 위치의 3차원 좌표를 검출(연산)하는 것을, 갈바노미터 미러(66)(및 미러(67))의 방향을 변화시킴과 동시에 가동 베이스(56)를 이동시키면서 반복함으로써 개두 수술을 거친 환자 두부의 표면 형상(두부의 각 개소의 3차원 좌표)의 측정을 수행한다. 또한 비디오 카메라(32)는 뇌의 표면을 각각 촬상 한다. 상기 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 표면 형상의 측정 및 비디오 카메라(32)에 의한 촬상은 20초 정도의 시간으로 완료된다.

또한, 뇌종양 적출 수술 등에서는, 수술자가 수술 현미경(26)의 파지부(46)를 파지하여 현미경부(38)를 움직이고, 수술 조작을 가하는 부분을 수술 현미경(26)에 의해 육안으로 확인하면서 수행하지만, 3차원 형상 측정 장치(30) 및 비디오 카메라(32)는 이 수술 현미경(26)에 장착되어 있으므로, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 표면 형상의 측정이나 비디오 카메라(32)에 의한 촬상시에, 표면 형상의 측정 범위나 촬상 범위를 새롭게 조정할 필요는 없고, 3차원 형상 측정 장치(30)는 단지 케이스 좌표계에 있어서의 일정 범위에 대하여 표면 형상의 측정을 행하는 것만으로 뇌의 표면이나 수술 중 마크(82)를 포함하는 측정 범위 내에서의 표면 형상의 측정을 행할 수 있고, 비디오 카메라(32)에 대해서도 단지 일정한 촬상 범위를 촬상하는 것만으로 뇌의 표면이나 수술 중 마크(82)를 포함하는 촬상 범위내를 촬상할 수 있다.

스텝 126에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정에 의해 얻어진 표면 측정 데이터를 3차원 형상 측정 장치(30)로부터 받아들임과 동시에, 비디오 카메라(32)가 촬상을 행함으로써 얻어진 화상 데이터를 비디오 카메라(32)로부터 받아들인

다. 스텝 128에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)로부터 받아들인 표면 측정 데이터로부터, 개개의 수술 중 마크(82)에 해당하는 데이터를 각각 추출하고, 추출한 데이터에 따라 개개의 수술 중 마크(82) 중심의 3차원 좌표를 연산에 의해 각각 구한다. 스텝 130에서는, 앞선 스텝 114에서 도출한 좌표 변환식을 HDD(20)로부터 독출하고, 독출한 좌표 변환식을 이용하여, 표면 측정 데이터가 표현하는 뇌표면의 각점의 3차원 좌표(케이스 좌표계에서의 좌표치)를 스텝 128에서 구한 3차원 좌표가 표현하는 개개의 수술 중 마크(82)의 위치를 기준으로 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표치로 각각 변환하고, 좌표 변환 후의 표면 측정 데이터를 HDD(20)에 기억시킨다. 이에 따라, 제1의 위치 정보(표면 측정 데이터)와 3차원 뇌 모델(및 MRI 화상)과의 위치 정합이 완료된다.

스텝 132에서는, 초음파 단층 화상의 촬영을 수술자에게 요청하는 메시지를 디스플레이(18)에 표시함으로써, 초음파 단층 촬영 장치(34)를 사용하여 뇌의 초음파 단층 화상을 촬영함과 동시에, 3차원 형상 측정 장치(30)에 대하여 표면 형상의 측정을 지시한다. 이에 따라, 수술자는 프로브(36)를 파지하고, 프로브(36)의 선단을 환자의 뇌를 향한 상태로 초음파 단층 촬영 장치(34)에 대하여 초음파 단층 화상의 촬영을 지시한다.

초음파 단층 화상의 촬영이 지시되면, 초음파 단층 촬영 장치(34)는 프로브(36)의 선단으로부터 초음파를 송출하고, 임의의 물체에 반사되어 프로브(36)에서 수신한 초음파에 따라 프로브(36)로부터 출력되는 전기 신호를 디지털 데이터로 변환하여 메모리 등에 기억하는 것을 프로브(36)의 선단으로부터의 초음파의 송출 방향을 일정 방향을 따라 변화시키면서 반복한 후에, 메모리 등에 기억한 데이터를 새롭게 나열함으로써 상기 일정 방향과 평행한 단면에 대한 뇌의 초음파 단층 화상을 표현하는 데이터를 생성한다. 또한 수술자는 초음파 단층 촬영 장치(34)에 대하여 초음파 단층 화상의 촬영을 지시하는 것을 상기 일정 방향과 대략 직교하는 방향으로 대략 일정 거리씩 프로브(36)를 이동시키면서 반복한다.

이에 따라, 환자의 뇌에 대하여 대략 일정 거리씩 떨어진 복수의 단면에 대응하는 복수의 초음파 단층 화상이 각각 촬영된다. 또한, 복수의 초음파 단층 화상의 촬영은 3분 정도의 시간으로 완료된다. 또한 상기한 바와 같이 각 단면에 대응하는 초음파 단층 화상의 촬영이 행해지고 있는 사이, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의해 표면 형상의 측정이 계속됨으로써, 프로브(36)의 위치(프로브(36)에 첨부되어 있는 마크(36A)의 3차원 좌표) 및 수술 중 마크(82)의 위치가 반복 측정된다.

스텝 134에서는, 초음파 단층 촬영 장치(34)에 의해 촬영된 복수의 초음파 단층 화상의 데이터를 초음파 단층 촬영 장치(34)로부터 각각 받아들임과 동시에, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정에 의해 얻어진 표면 측정 데이터를 3차원 형상 측정 장치(30)로부터 받아들인다. 스텝 136에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)로부터 받아들인 표면 측정 데이터로부터, 각 초음파 단층 화상을 촬영하고 있을 때의 프로브(36)의 개개의 마크(36A)에 해당하는 데이터 및 개개의 수술 중 마크(82)에 대응하는 데이터를 각각 추출하고, 추출한 데이터에 따라 각 초음파 단층 화상을 촬영하고 있을 때의 개개의 마크(36A) 중심의 3차원 좌표 및 개개의 수술 중 마크(82) 중심의 3차원 좌표를 연산에 의해 각각 구한다. 또한 연산에 의해 구한 개개의 마크(36A) 중심의 3차원 좌표에 따라 각 초음파 단층 화상을 촬영하고 있을 때의 프로브(36)의 선단의 3차원 좌표(케이스 좌표계에서의 좌표치) 및 프로브(36)의 방향(케이스 좌표계에서의 방향)을 연산한다.

스텝 138에서는, 초음파 단층 촬영 장치(34)로부터 받아들인 복수의 초음파 단층 화상의 데이터에 따라 각 초음파 단층 화상으로부터 뇌의 내부(3차원 형상 측정 장치(30)에서는 3차원 좌표를 검출할 수 없는 비노출 부분)에 위치하고 있고, 또한 화상 상에서의 판별이 용이한 특징점(뇌구나 동맥, 정맥 등의 뇌의 특징 부분에 대응하고 있는 점, 뇌종양과 정상부와의 경계에 해당하는 점도 포함)을 각각 추출한다. 그리고 스텝 140에서는, 우선 스텝 136에서 연산한 각 초음파 단층 화상을 촬영하고 있을 때의 프로브(36) 선단의 3차원 좌표 및 프로브(36)의 방향, 각 초음파 단층 화상 상에서의 각 특징점의 위치에 따라 케이스 좌표계에 있어서의 각 특징점의 3차원 좌표를 연산한 후에, 앞선 스텝 114에서 도출한 좌표 변환식을 HDD(20)로부터 독출하고, 독출한 좌표 변환식을 이용하여 케이스 좌표계에서의 각 특징점의 3차원 좌표를, 스텝 136에서 구한 3차원 좌표가 표현하는 개개의 수술 중 마크(82)의 위치를 기준으로 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표치로 각각 변환하고, 좌표 변환 후의 각 특징점의 3차원 좌표 및 각 특징점의 초음파 단층 화상 상에서의 위치를 비노출 부분 데이터로서 HDD(20)에 기억시킨다. 이에 따라, 제2의 위치 정보(비노출 부분 데이터)와 3차원 뇌 모델(및 MRI 화상)과의 위치 정합이 완료된다.

상기 처리에 의해, MRI 화상의 보정에 이용하는 표면 측정 데이터 및 비노출 부분 데이터의 취득이 완료되면, 다음의 스텝 142에서는, HDD(20)로부터 3차원 뇌 모델(도 6a 참조)의 데이터를 받아들인다. 다음의 스텝 144에서는, 우선 비디오 카메라(32)로부터 받아들인 화상 데이터가 나타내는 촬상 화상 상에 나타나 있는 뇌의 특징 부분(예컨대 뇌구나 뇌회, 동맥, 정맥 등)을 MRI 화상에 나타나 있는 뇌의 특징 부분과 대조 확인함으로써, 촬상 화상과 MRI 화상을 대응시킨다(촬상 화상 상에 나타나 있는 뇌표면의 각점이 MRI 화상 상의 어느 부분에 대응하는지의 판단). 또한 본 실시 형태에서는 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 측정 범위와 동일한 범위를 촬상하도록, 비디오 카메라(32)의 위치 및 방향이 조절되어 있으므로, 촬상 화상과 MRI 화상을 대응시킨 결과에 따라 표면 측정 데이터에 의해 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표가 이미 알려져 있는 뇌표면의 각점이 MRI 화상 상의 어느 부분에 대응하는지를 판단한다. 그리고, 3차원 뇌 모델의 생성시에 HDD(20)에 기억

한 3차원 뇌 모델의 각 절점(특징점)의 MRI 화상 상에서의 위치에 따라 3차원 뇌 모델을 구성하는 각 절점 중에, 표면 측정 데이터에 의해 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표가 이미 알려져 있는 뇌표면의 각점에 대응되는 절점을 판단함으로써, 표면 측정 데이터와 3차원 뇌 모델을 대응시킨다.

상기한 바와 같이, 비디오 카메라(32)에 의해 촬상된 화상을 표면 측정 데이터와 3차원 뇌 모델을 대응시킴으로써, 예컨대 뇌의 표면의 색의 변화 등과 같이 표면 측정 데이터 상에서는 명료하지 않은 특징도 이용하여 표면 측정 데이터와 3차원 뇌 모델과의 대응 부여를 행할 수 있기 때문에, 표면 측정 데이터와 삼차원 뇌 모델을 대응시킴으로써 정밀도를 향상시킬 수 있다.

또한 스텝 144에서는, 마찬가지로 초음파 단층 화상에 나타나 있는 뇌의 특징 부분을 MRI 화상에 나타나 있는 뇌의 특징 부분과 대조 확인함으로써, 초음파 단층 화상에 있어서 뇌의 내부에 해당하는 각점이 MRI 화상 상의 어느 부분에 대응하고 있는지를 판단하고, 3차원 뇌 모델의 각 절점(특징점)의 MRI 화상 상에서의 위치 및 초음파 단층 화상에서 추출된 각 특징점의 초음파 단층 화상 상에서의 위치에 따라 3차원 뇌 모델을 구성하는 각 절점 중에 비노출 부분 데이터에 의해 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표가 이미 알려져 있는 뇌의 내부의 각 특징점에 대응하는 절점을 판단한다.

그리고, 표면 측정 데이터가 나타내는 뇌표면의 각점의 모두에 대응된다고 판단한 절점의 3차원 좌표를 대응하는 점의 3차원 좌표(표면 측정 데이터가 나타내는 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표)로 치환함과 동시에, 비노출 부분 데이터가 나타내는 뇌의 내부의 각 특징점의 어느 것에 대응하고 있다고 판단한 절점의 3차원 좌표를, 대응하는 특징점의 3차원 좌표(비노출 부분 데이터가 나타내는 MRI 좌표계에서의 3차원 좌표)로 치환함으로써, 도 6B에 예시한 바와 같이, 3차원 뇌 모델을 구성하는 각 절점 중에 표면 측정 데이터가 나타내는 뇌표면의 각점의 어느 하나 또는 비노출 부분의 데이터가 나타내는 뇌의 내부의 각 특징점의 어느 하나에 대응하고 있는 절점의 위치를 수정한다. 또한, 도 6B에는 뇌의 표면 또는 이면에 대응하고 있는 절점에 대해서만 위치를 수정하는 예가 도시되어 있지만, 뇌의 표면과 이면 사이의 부분에 대응되어 있는 절점을 위치 수정의 대상으로 해도 무방하다.

스텝 146에서는, 스텝 144에서 위치 수정 대상으로 한 절점 및 그 절점의 수정 후의 위치에 따라 3차원 뇌 모델을 구성하는 각 절점 중에 스텝 144에서의 위치 수정 대상의 절점을, 스텝 144에서의 수정 후의 위치로 이동시키는 외력이 3차원 뇌 모델에 가해짐으로써, 그 이외의 절점의 위치가 어떻게 변위되는지를 유한 요소법을 적용하여 추정 연산하고, 추정 연산 결과에 따라 도 6c에 예시하는 바와 같이, 스텝 144에서 위치 수정 대상으로 한 절점 이외의 절점의 위치(3차원 좌표)를 수정한다. 이에 따라, 현재의 뇌의 상태(각부의 변위나 변형)를 고정밀도로 도시한 바와 같이, 3차원 뇌 모델을 수정할 수 있다. 또한, 유한 요소법 대신에 그와 유사한 방법(예컨대 처리 고속화 등을 목적으로 하여 유한 요소법을 간략화한 방법 등)을 적용해도 된다.

다음의 스텝 148에서는, 스텝 144, 146에서 각 절점의 위치를 수정한 3차원 뇌 모델과, 3차원 뇌 모델의 각 절점(특징점)의 MRI 화상 상에서의 위치에 따라 예컨대 3차원 뇌 모델의 수정에 의한 각 절점의 위치의 이동에 따라 MRI 화상의 각 화소의 위치가 이동되도록 MRI 화상에 대하여 기하학 변환 등에 의해, 수정 후의 3차원 뇌 모델이 나타내는 뇌의 각부의 변위나 변형에 따라 MRI 화상을 보정한다. 이에 따라, 현재의 뇌의 상태를 고정밀 및 고정밀도로 나타내는 MRI 화상을 얻을 수 있다.

이에 따라, 디스플레이(18)에 갱신 표시된 상기의 MRI 화상을 참조함으로써, 수술자는 개두 수술 후의 각종의 수술 조작에 의해 뇌의 각부에 변위나 변형이 생기더라도 적출 대상의 뇌종양의 위치 등을 정확하게 판단할 수 있다. 또한 상술한 MRI 화상의 보정·갱신 표시는, 수술이 종료될 때 까지(스텝 120의 판정이 긍정될 때 까지) 반복(스텝 118의 판정이 긍정될 때 마다) 행해지므로 수술자는 수시로 갱신 표시되는 MRI 화상을 참조함으로써 뇌종양의 적출 개시시나, 적출 중, 적출 종료 시 등의 각 단계에서 수술 조작을 가한 부분과 주위의 뇌와의 적절한 해부학적 위치 관계를 확인하면서 수술을 할 수 있다. 또한 잔존 종양(종양의 나머지)의 유무를 확인할 수도 있고, 적출 대상의 뇌종양을 완전히 적출할 수 있게 된다. 또한, 디스플레이(18)에 표시하는 MRI 화상은 사전에 조사한 각 기능 영역의 분포 정도가 지도로서 중첩 표시된 functional mapping MRI 화상이어도 무방하나, 이 functional mapping MRI 화상을 표시하도록 한 경우, 수술자는 수술 조작을 가하고 있는 부위와 각 기능 영역의 위치 관계를 파악하면서 수술을 진행할 수 있다.

산업상 이용 가능성

이와 같이 본 실시 형태에 따른 수술 지원 장치(10)에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의해 수술 중에 뇌의 표면이 광학적으로 측정됨(과 동시에, 비디오 카메라(32)에 의해 수술 중에 뇌의 표면이 촬상됨)으로써 얻어진 표면 형상 데이터와, 초음파 단층 촬영 장치(34)에 의해 수술 중에 뇌의 비노출 부분이 초음파에 의해 측정됨으로써 얻어진 비노출 부분 데이터에

따라 사전에 촬영한 MRI 화상을 뇌의 현재의 상태를 고정밀도로 나타내는 MRI 화상으로 보정하여 수술 중에 표시하므로, 현재의 뇌의 상태(수술 조작 등에 따라 변위나 변형이 생긴 후의 뇌의 상태)를 수술자에게 인식시킬 수 있어 수술 정밀도의 향상을 실현할 수 있다.

또한 본 실시 형태에 따른 수술 지원 장치(10)에서는, 3차원 형상 측정 장치(30)에 의한 표면 형상의 측정 및 비디오 카메라(32)에 의한 촬영이 20초 정도의 시간으로 완료되고, 초음파 단층 촬영 장치(34)에 의한 복수의 초음파 단층 화상의 촬영이 3분 정도의 시간으로 완료되기 때문에, 수술 중에 MRI 화상의 촬영을 정기적으로 행하는 경우와 비교하여 수술 조작 중단 시간이 대폭 단축된다. 따라서, 뇌의 현재의 상태를 나타내는 MRI 화상을 수술 중에 표시하기 위해 수술이 방해되는 것도 회피할 수 있다.

또한 본 실시 형태에 따른 수술 지원 장치(10)는 기존의 뇌신경 외과 수술 설비에, 3차원 형상 측정 장치(30), 비디오 카메라(32), 3차원 모델 생성 프로그램 및 MRI 화상 표시 프로그램을 인스톨한 컴퓨터(12)의 추가만으로 실현 가능하므로, 수술 중에 MRI 화상의 촬영을 정기적으로 하는 경우와 비교하여 훨씬 저렴하게 실현할 수 있다.

또한, 상기에서는 비디오 카메라(32)를 한대만 설치한 구성을 설명하였지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 서로 다른 방향에서 촬영하는 복수대의 비디오 카메라를 설치하여 각 비디오 카메라로 촬영된 화상을 이용하여 표면 측정 데이터와 삼차원 뇌 모델을 대응시킴으로써, 표면 측정 데이터와 삼차원 뇌 모델과의 대응 정밀도를 더욱 향상시키도록 해도 무방하다.

또한 상기에서는 뇌종양을 적출하는 수술의 지원에 본 발명을 적용한 예를 설명하였지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 뇌종양의 적출 이외의 뇌의 수술에 적용해도 된다. 또한 수술 부위도 뇌에 한정되는 것은 아니며, 본 발명은 인체의 임의의 부위에 대한 수술의 지원에 적용 가능하다.

또한 상기에서는 본 발명에 따른 고정세한 단층 화상으로서 MRI 화상을 예로서 설명하였지만, 수술 부위를 고정세로 나타내는 단층 화상이면 되고, 예컨대 X선CT 촬영 등 다른 주지의 촬영 방법으로 촬영된 단층 화상을 적용해도 된다. 또한 본 발명에 따른 고정세 단층 화상 이외에 다른 촬영 방법(예컨대 포지트론·에미션 단층 촬영법(PET)나 싱글·포톤·에미션·컴퓨터 단층 촬영법(SPECT) 등)으로 촬영된 다른 단층 화상을 참조하면서 수술이 행해지는 경우, 다른 단층 화상을 본 발명에 따른 고정세 단층 화상과 사전에 대응시켜 두고, 전술한 바와 같이 표면 측정 데이터 및 비노출 부분 데이터에 따라 본 발명에 따른 고정세 단층 화상을 보정한 후에 보정 후의 고정세 단층 화상에 따라 상기 다른 단층 화상도 보정하여 표시하도록 해도 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 수술 지원 장치의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.

도 2a는 3차원 형상 측정 장치 및 비디오 카메라가 장착된 수술 현미경의 측면도이다.

도 2b는 3차원 형상 측정 장치 및 비디오 카메라가 장착된 수술 현미경의 저면도이다.

도 3a는 3차원 형상 측정 장치의 내부 구성을 나타내는 사시도이다.

도 3b는 3차원 형상 측정 장치의 내부 구성을 나타내는 사시도이다.

도 4a는 MRI 화상의 촬영 및 MRI 화상에서의 3차원 뇌 모델의 생성을 설명하는 이미지도이다.

도 4b는 MRI 화상의 촬영 및 MRI 화상에서의 3차원 뇌 모델의 생성을 설명하는 이미지도이다.

도 4c는 MRI 화상의 촬영 및 MRI 화상에서의 3차원 뇌 모델의 생성을 설명하는 이미지도이다.

도 5는 수술 지원 장치의 컴퓨터에 실행되는 MRI 화상 표시 처리 내용을 나타내는 플로우 차트이다.

도 6a는 뇌표면의 각점 및 뇌의 비노출 부분에 해당하는 각 특징점의 3차원 좌표에 따른 3차원 뇌 모델의 보정을 설명하는 이미지도로서, MRI 화상에서 생성된 3차원 뇌 모델을 잘 보이게 하기 위하여 2차원의 도면으로 간략히 표시하고 있다.

도 6b는 뇌표면의 각점 및 뇌의 비노출 부분에 해당하는 각 특징점의 3차원 좌표에 따른 3차원 뇌 모델의 보정을 설명하는 이미지도로서, 뇌표면의 각점 및 뇌의 비노출 부분에 해당하는 각 특징점의 3차원 좌표에 따라 대응되는 절점의 위치를 수정한 3차원 뇌 모델을 나타내고 있다.

도 6c는 뇌표면의 각점 및 뇌의 비노출 부분에 해당하는 각 특징점의 3차원 좌표에 따른 3차원 뇌 모델의 보정을 설명하는 이미지도로서, 위치 미수정 절점의 위치를 유한 요소법에 의해 추정 연산함으로써 보정한 3차원 뇌 모델을 나타내고 있고, 우측에 괄호로 표시되어 있는 절점군은 유한 요소법에 의한 절점 위치의 추정 연산을 행한 절점군이다.

<부호의 간단한 설명>

10 수술 지원 장치

12 컴퓨터

18 디스플레이

22 드라이브

24 MRI 촬영 장치

26 수술 현미경

303 차원 형상 측정 장치

32 비디오 카메라

34 초음파 단층 촬영 장치

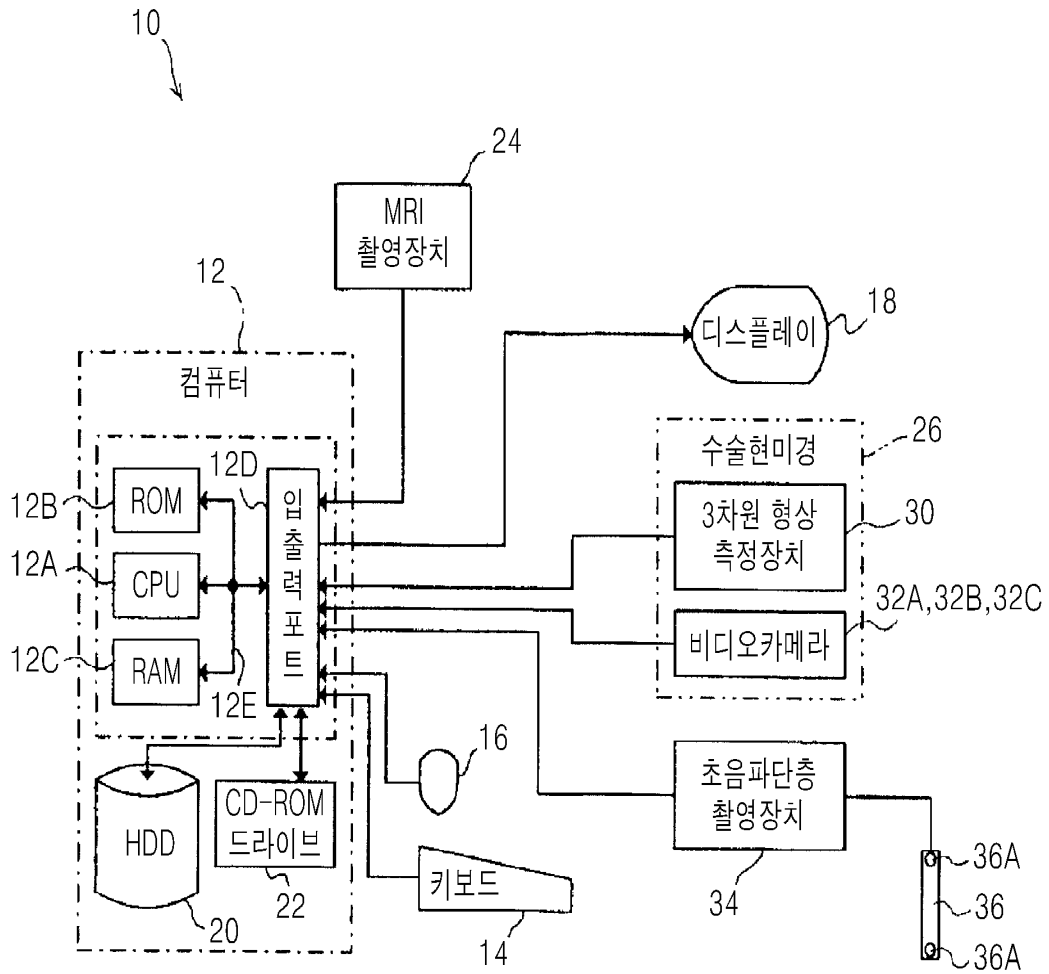
36 프로브

80 수술전 마크

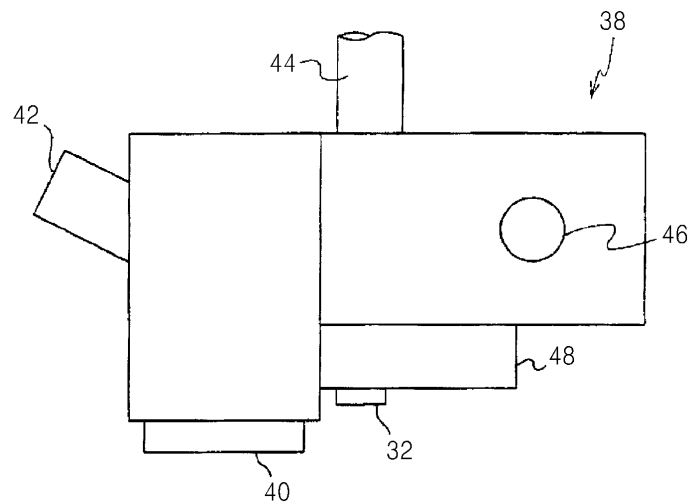
82 수술 중 마크

도면

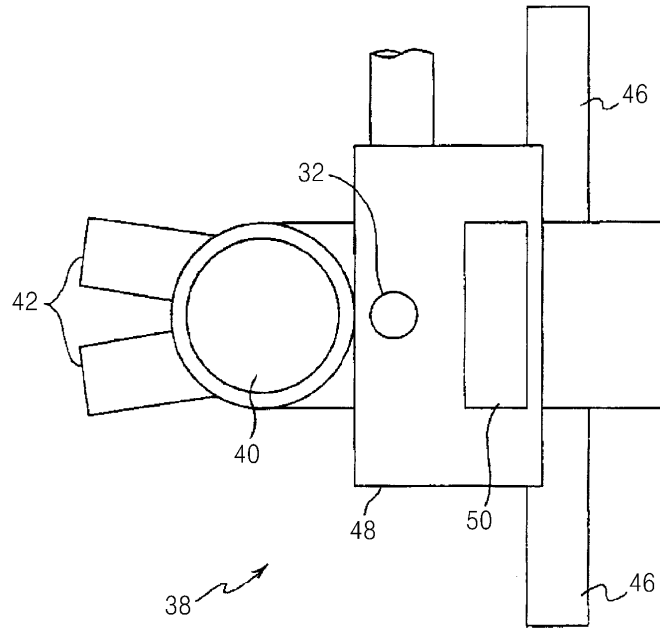
도면1



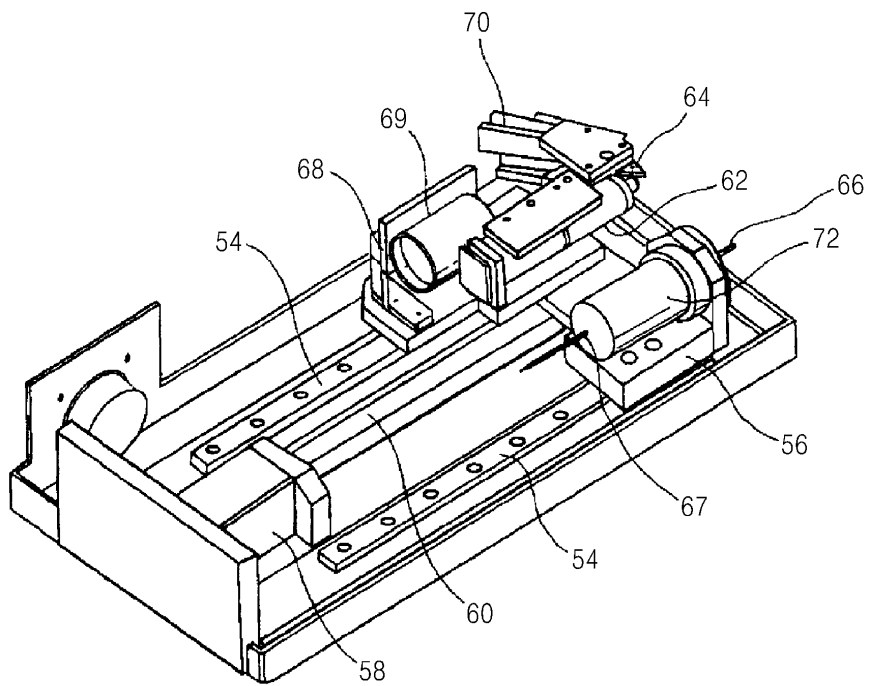
도면2a



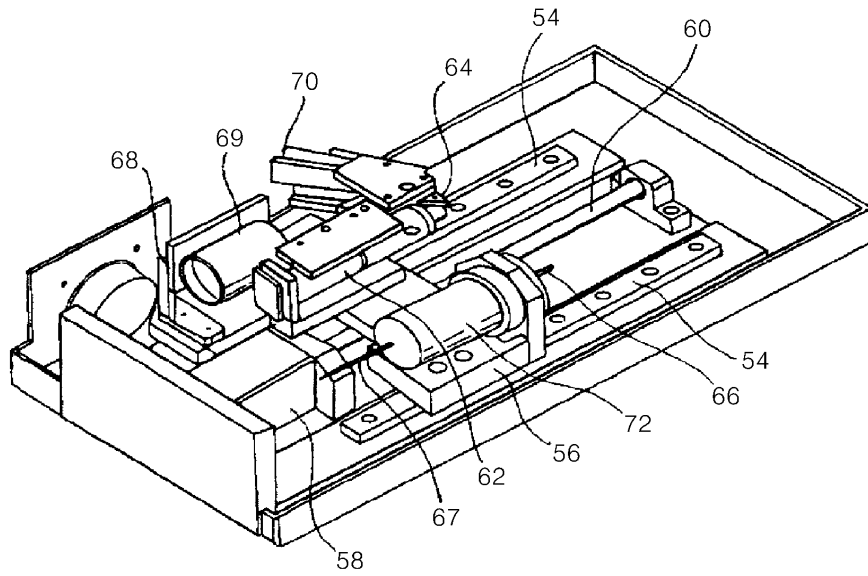
도면2b



도면3a

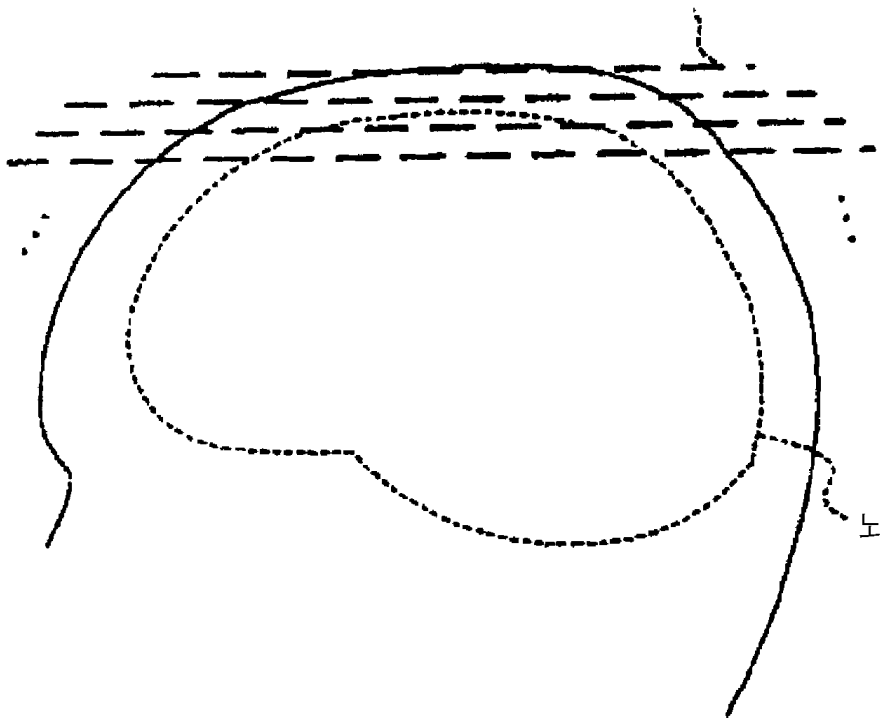


도면3b

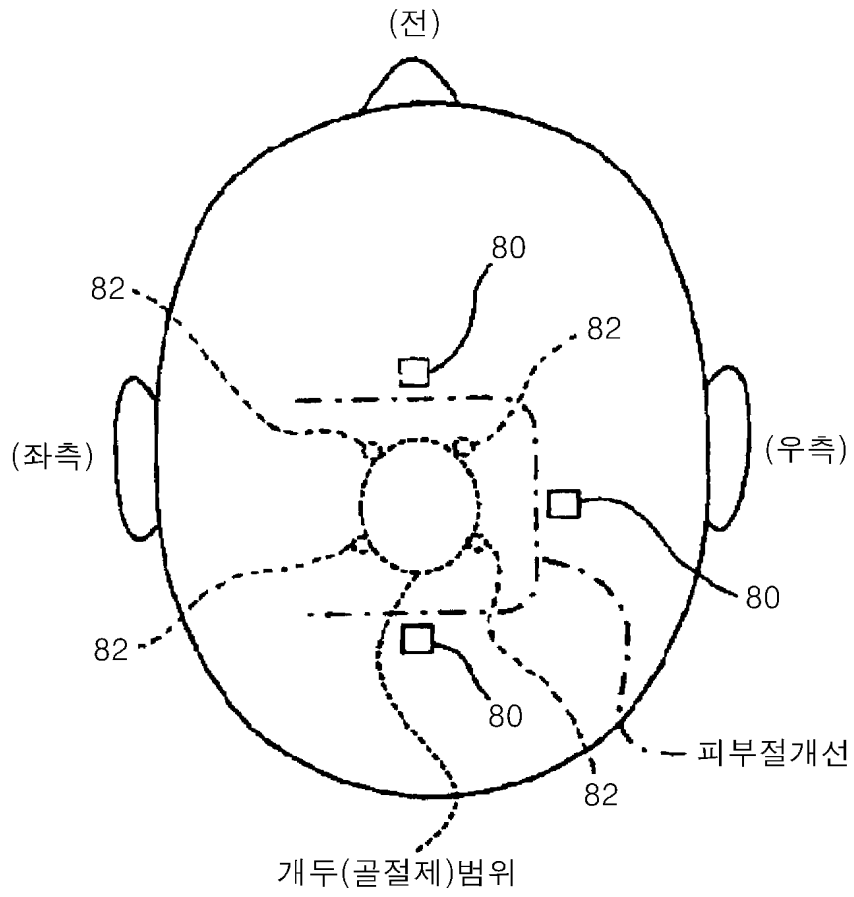


도면4a

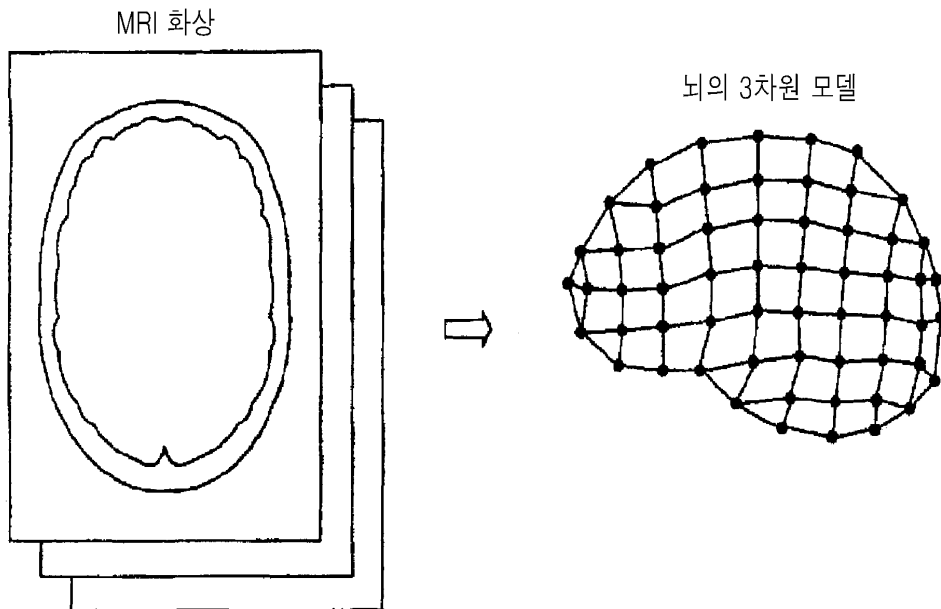
MRI 화상촬영대상 단면



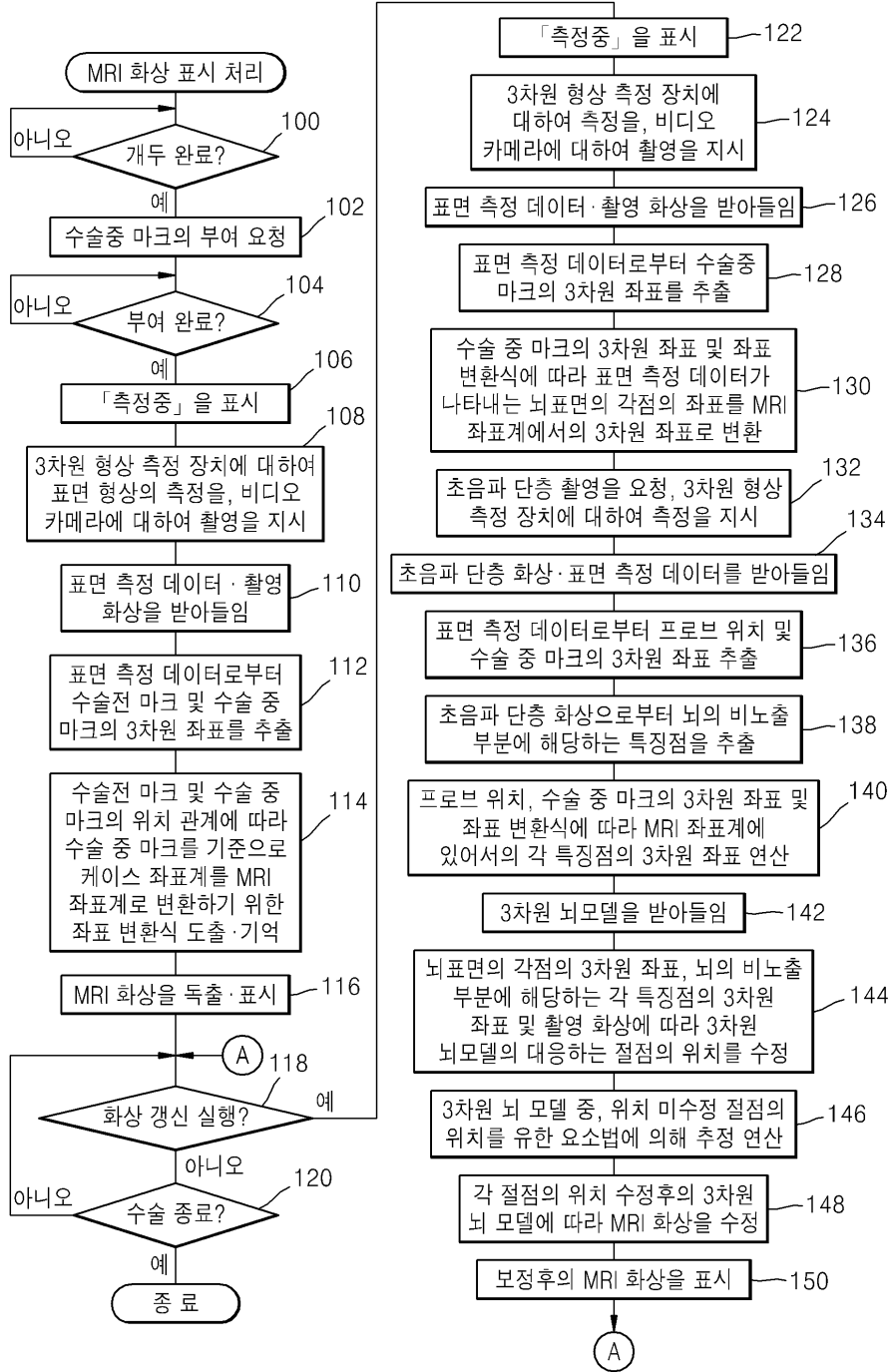
도면4b



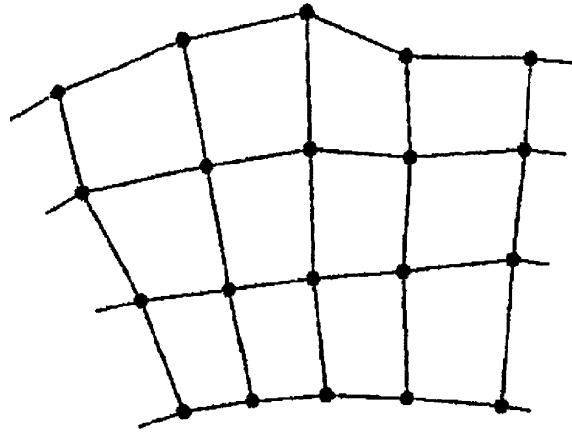
도면4c



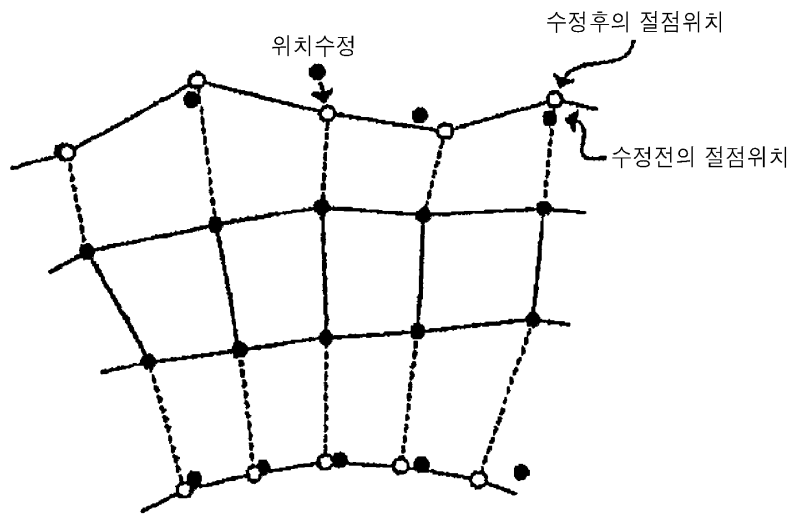
도면5



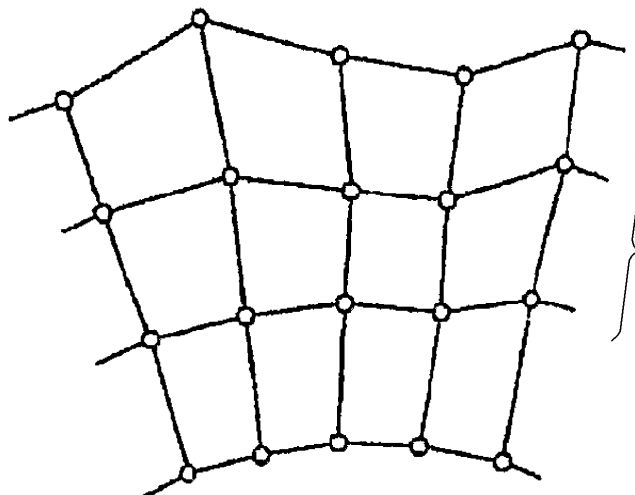
도면6a



도면6b



도면6c



专利名称(译)	操作支持设备，方法和程序		
公开(公告)号	KR1020070004074A	公开(公告)日	2007-01-05
申请号	KR1020067022552	申请日	2005-03-29
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人浜松医科大学 RICH冲去，库库湖的河马不恋汽车模具 国立大学法人静冈大学 在库RICH减肥的打扮.他是个惊喜.		
申请(专利权)人(译)	RICH冲去，库库湖的河马不恋汽车模具 丽思化学的Kokusai戴戴豪Woojin公司化工有限公司静冈		
[标]发明人	YAMAMOTO SEIJI 야마모토세이지 TERAKAWA SUSUMU 데라카와스스무 TAKAI TOSHIHISA 다카이도시히사 SATO KATSUHIRO 사토가츠히로 ABE KEIICHI 아베게이치 TSAGAAN BAIGALMAA 차간바이갈마		
发明人	야마모토세이지 데라카와스스무 다카이도시히사 사토가츠히로 아베게이치 차간바이갈마		
IPC分类号	A61B19/00 A61B17/00 A61B5/055 A61B8/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/0816 A61B8/4416		
优先权	2004099297 2004-03-30 JP		
其他公开文献	KR101193017B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在操作支持装置和方法中，基于在操作之前拍摄的区域的高精细层图，在操作中光学地测量该区域的表面以及第一位置来创建要操作的区域的三维模型。获得表示该区域表面上每个位置的三维位置的信息。然后，通过超声波测量待操作区域的未曝光部分，以获得表示该区域的未曝光部分的每个位置的三维位置的第二信息。此外，基于第一位置信息和第二位置信息，使用所创建的三维模型来估计要操作的区域的每个位置的位移和变形。然后，根据该区域每个位置的估计位移和变形，校正操作之前拍摄的区域的高精细层图，并显示校正的层图。©KIPO & WIPO 2007

