



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월24일
 (11) 등록번호 10-1086865
 (24) 등록일자 2011년11월18일

(51) Int. Cl.
A61C 13/36 (2006.01) *A61C 8/00* (2006.01)
A61B 6/14 (2006.01) *A61C 9/00* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0035333
 (22) 출원일자 2009년04월23일
 심사청구일자 2009년04월23일
 (65) 공개번호 10-2010-0116758
 (43) 공개일자 2010년11월02일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110015533 A
 US7457443 B2
 KR1020100042912 A
 JP2003245289 A

(73) 특허권자
 조금배
 서울 관악구 신림9동 1515-14
 (72) 발명자
 조금배
 서울 관악구 신림9동 1515-14
 (74) 대리인
 특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 22 항

심사관 : 이준석

(54) 표준화된 가이드 스탠트와 이를 이용한 임플란트 시스템 및 그 제어방법

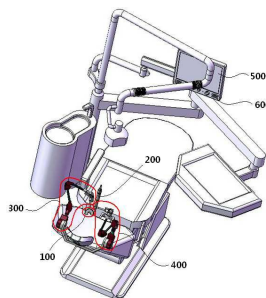
(57) 요약

본 발명은 표준화된 가이드 스탠트와 이를 이용한 임플란트 시스템 및 그 제어방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 본 발명은 임플란트 시술시 환자의 치조골에 인공 치아가 식립될 홀의 3차원 위치와 방향을 더욱 정확하게 형성할 수 있도록 도와주는 표준화된 가이드 스탠트와 이를 이용한 임플란트 시스템 및 그 제어방법에 관한 것이다.

본 발명의 일례에 따른 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트는 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위해 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 필름상에 가이드 마크가 표시되도록 하는 복수의 마커를 포함하는 베이스 프레임; 및 베이스 프레임의 상단 또는 하단 중 적어도 하나에 배치되어 상악 또는 하악 중 적어도 하나의 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되는 X-Ray 투과성 물질의 트레이;를 포함한다.

또한, 본 발명의 일례에 따른 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템은 전술한 표준화된 가이드 스탠트; 가이드 스탠트 상에 가이드 마크를 기준으로 미리 결정된 식립 위치를 관통하여 환자의 치조골에 인공치아를 식립하기 위한 홀을 형성하는 드릴이 장착되는 핸드 피스; 가이드 스탠트에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된 시스템의 제 1 고정부에 연결되며, 복수 개의 링크암(Link-Arm)을 포함하고, 각각의 링크암의 회전 각도를 실시간으로 감지하는 제 1 시리얼 링크; 핸드 피스에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된 시스템의 제 2 고정부에 연결되며, 복수 개의 링크암(Link-Arm)을 포함하고, 각각의 링크암의 회전 각도를 실시간으로 감지하는 제 2 시리얼 링크; 및 제 1 시리얼 링크에서 실시간으로 감지된 링크암 사이의 복수 개의 회전 각도에 대한 정보를 이용하여 가이드 스탠트의 3차원 위치와 방향을 실시간으로 계산하고, 제 2 시리얼 링크에서 실시간으로 감지된 링크암 사이의 복수 개의 회전 각도에 대한 정보를 이용하여 핸드 피스의 3차원 위치와 방향을 실시간으로 계산하는 위치 계산부;을 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위해 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 필름상에 가이드 마크가 표시되도록 하는 복수의 마커를 포함하는 베이스 프레임; 및

상기 베이스 프레임의 상단 또는 하단 중 적어도 하나에 배치되어 상악 또는 하악 중 적어도 하나의 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되는 X-Ray 투과성 물질의 트레이;

를 포함하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 베이스 프레임 또는 상기 복수의 마커 중 어느 하나는 X-ray 비투과성인 것

을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 베이스 프레임은 금속 재질의 X-Ray 비투과성 물질을 포함하고,

상기 복수의 마커는 관통된 홀인 것을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 베이스 프레임은 플라스틱 재질의 X-Ray 투과성 물질을 포함하고,

상기 복수의 마커는 금속 재질의 X-Ray 비투과성 물질을 포함하는 것

을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 트레이는 제 1 트레이 또는 제 2 트레이 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 제 1 트레이는 상기 베이스 프레임의 상단에 배치되어 상악 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되고,

상기 제 2 트레이는 상기 베이스 프레임의 하단에 배치되어 하악 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되는 것

을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 베이스 프레임은 상기 제 1 트레이 및 상기 제 2 트레이를 고정하기 위한 복수 개의 고정홀;

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 복수 개의 고정홀은

상기 제 1 트레이의 말단부를 고정하기 위한 복수 개의 제 1 사이드 고정홀;

상기 제 1 트레이의 중앙부를 고정하기 위한 제 1 중앙 고정홀;

상기 제 2 트레이의 말단부를 고정하기 위한 복수 개의 제 2 사이드 고정홀; 및
 상기 제 2 트레이의 중앙부를 고정하기 위한 제 2 중앙 고정홀;
 을 포함하는 것을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 제 1 트레이는 상기 제 1 중앙 고정홀에 삽입되어 고정되도록 하는 제 1 고정 돌출부;를 포함하고,
 상기 제 2 트레이는 상기 제 2 중앙 고정홀에 삽입되어 고정되도록 하는 제 2 고정 돌출부;를 포함하는 것
 을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 9

제 7 항에 있어서,
 상기 제 1 트레이는 상기 제 1 사이드 고정홀에 대응되는 위치에 배치되어 상기 제 1 사이드 고정홀에 삽입되는
 고정핀에 의해 상기 제 1 트레이가 상기 베이스 프레임에 고정되도록 하는 제 1 트레이 고정홀;을 더 포함하고,
 상기 제 2 트레이는 상기 제 2 사이드 고정홀에 대응되는 위치에 배치되어 상기 제 2 사이드 고정홀에 삽입되는
 고정핀에 의해 상기 제 2 트레이가 상기 베이스 프레임에 고정되도록 하는 제 2 트레이 고정홀;
 을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 10

제 6 항에 있어서,
 상기 복수 개의 고정홀은
 임플란트 식립 시스템에 고정하기 위한 복수 개의 제 3 고정홀;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 임플란트 식
 립을 위한 표준화된 가이드 스탠트.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 표준화된 가이드 스탠트;
 상기 가이드 스탠트 상에 상기 가이드 마크를 기준으로 미리 결정된 식립 위치를 관통하여 환자의 치조골에 인
 공치아를 식립하기 위한 홈을 형성하는 드릴이 장착되는 핸드 피스;
 상기 가이드 스탠트에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된 시스템의 제 1 고정부에 연결되며,
 복수 개의 링크암(Link-Arm)을 포함하고, 상기 각각의 링크암의 회전 각도를 실시간으로 감지하는 제 1 시리얼
 링크;
 상기 핸드 피스에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된 상기 시스템의 제 2 고정부에 연결되며,
 복수 개의 링크암(Link-Arm)을 포함하고, 상기 각각의 링크암의 회전 각도를 실시간으로 감지하는 제 2 시리얼
 링크; 및
 상기 제 1 시리얼 링크에서 실시간으로 감지된 상기 링크암 사이의 상기 복수 개의 회전 각도에 대한 정보를 이
 용하여 상기 가이드 스탠트의 3차원 위치와 방향을 실시간으로 계산하고, 상기 제 2 시리얼 링크에서 실시간으
 로 감지된 상기 링크암 사이의 상기 복수 개의 회전 각도에 대한 정보를 이용하여 상기 핸드 피스의 3차원 위치
 와 방향을 실시간으로 계산하는 위치 계산부;
 을 포함하는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
 상기 제 1 시리얼 링크 및 상기 제 2 시리얼 링크 각각은

각각의 상기 링크암 사이에는 상기 링크암의 3차원 회전 각도를 감지하여 상기 시스템 내부에 저장된 위치 계산부에 상기 3차원 회전 각도에 대한 정보를 전송하는 복수 개의 인코더;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 위치 계산부는

상기 제 1 시리얼 링크의 상기 인코더로부터 전송받은 상기 3차원 회전 정보로부터 상기 제 1 시리얼 링크의 말단에 고정되는 상기 가이드 스탠트의 위치와 방향을 계산하고, 상기 가이드 스탠트를 기준으로 시스템에 미리 저장된 임플란트 식립 위치를 이용하여 환자의 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향을 계산하는 것

을 특징으로 하는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 위치 계산부는

상기 제 2 시리얼 링크의 상기 인코더로부터 전송받은 상기 3차원 회전 정보로부터 상기 핸드 피스의 위치 및 방향을 계산하고, 상기 핸드 피스를 기준으로 시스템에 저장된 드릴 끝단의 위치와 방향을 이용하여 상기 핸드 피스에 장착되는 드릴 끝단의 3차원 위치와 상기 드릴의 진행 방향을 계산하는 것

을 특징으로 하는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 임플란트 식립 시스템은

상기 스탠트의 가이드 마크가 표시된 X-Ray 촬영 영상에 상기 치조골 상에 형성될 3차원 위치와 방향을 나타내는 가상의 홀 영상과 상기 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 나타내는 상기 핸드 피스 드릴의 가상 영상을 표시하는 영상 표시부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 임플란트 식립 시스템은

상기 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 상기 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 다른 경우 경고음을 발생시키는 스피커부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 17

제 11항에 있어서,

상기 제 1 시리얼 링크 및 상기 제 2 시리얼 링크 각각은 외부로부터 가해지는 힘에 의해 수동적으로 제어되는 것을 특징으로 하는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 시리얼 링크 및 상기 제 2 시리얼 링크 각각은 6 자유도(Degree of Freedom)를 갖는 것을 특징으로

하는 표준화된 가이드 스텐트를 이용한 임플란트 식립 시스템.

청구항 19

a) 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스텐트의 위치와 방향을 계산하고, 상기 가이드 스텐트를 기준으로 시스템에 미리 저장된 임플란트 식립 위치를 이용하여 환자의 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향을 계산하는 단계;

b) 의사의 동작에 따라 이동되는 핸드 피스의 위치 및 방향을 계산하고, 상기 핸드 피스를 기준으로 시스템에 저장된 드릴 끝단의 위치와 방향을 이용하여 상기 핸드 피스에 장착되는 드릴 끝단의 3차원 위치와 상기 드릴의 진행 방향을 계산하는 단계;

c) 상기 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향이 상기 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향과 일치하는지를 시각적 또는 청각적으로 확인하는 단계;

를 포함하는 임플란트 식립 시스템의 제어 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 c) 단계는

상기 치조골 상에 형성될 3차원 위치와 방향을 나타내는 가상의 홀 영상과 상기 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 나타내는 상기 가상의 드릴 영상이 일치하는지 시각적으로 확인하는 단계인 것

을 특징으로 하는 임플란트 식립 시스템의 제어 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 c) 단계는

상기 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 상기 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향과 서로 다른 경우 경고음을 발생시켜 청각적으로 확인하는 단계인 것

을 특징으로 하는 임플란트 식립 시스템의 제어 방법.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 임플란트 식립 시스템의 제어 방법은

상기 c) 단계 이후, d) 상기 핸드 피스 드릴이 동작되어 상기 치조골에 미리 결정된 깊이만큼 홀이 형성되면 시각적 또는 청각적으로 확인하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 임플란트 식립 시스템의 제어 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 표준화된 가이드 스텐트와 이를 이용한 임플란트 시스템 및 그 제어방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 본 발명은 임플란트 시술시 환자의 치조골에 인공 치아가 식립될 홀의 3차원 위치와 방향을 더욱 정확하게 형성할 수 있도록 도와주는 표준화된 가이드 스텐트와 이를 이용한 임플란트 시스템 및 그 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 임플란트는 환자의 치아가 많이 손상되거나 없는 경우, 환자의 치조골에 새로운 인공 치아를 식립하여 환자가 정상적으로 구강 운동을 할 수 있도록 하는 도와주는 기술이다.
- [0003] 종래의 임플란트 기술을 위한 임플란트 식립 시스템은 파노라마 X-Ray 촬영으로부터 획득한 데이터를 바탕으로 임플란트 식립 위치 및 방향을 결정하는 수술 계획을 세운 후에 환자 맞춤형 가이드 스텐트를 제작한다. 그리고 제작된 환자 맞춤형 가이드 스텐트를 환자의 잇몸이나 치아를 통해서 물린 후 가이드 스텐트에 부착되어 있는 드릴 가이드를 따라서 시술한다.
- [0004] 이와 같은 임플란트 기술은 일반적으로 구강 스캔-임플란트 수술 계획 작성-환자 맞춤형 가이드 스텐트 제작-임플란트 시술- 인공 치관 제작과 같은 5 단계로 이루어진다.
- [0005] 이와 같은 임플란트 기술 중에서 환자 맞춤형 가이드 스텐트를 제작하는 것은 제작 비용이 과다할 뿐만 아니라 제작 과정이 복잡하고 정밀을 요하며 보통 수주의 시간이 걸린다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점은 서비스 단계의 복잡성을 유발하고 가격을 높이기 때문에 활성화되지 못하고 있다.
- [0006] 따라서, 치과에서 가이드 스텐트 없이 의사의 손감각에 의존해서 임플란트 기술이 이루어지는 경우가 흔히 있다. 이와 같은 경우 임플란트 식립시 식립을 위한 홀의 방향이 치아의 운동 방향과 일치하지 않아 식립된 인공치아가 시간이 흐른 후 흔들리거나 치조골에 과다한 무리를 주어 손상을 주는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0007] 본 발명은 의사의 손 감각에 의존하여 시행되어온 임플란트 기술 방식에서 원하는 방향으로 원하는 깊이에 접근 하면 청각적으로 경고음을 내며 시각적으로 3차원 영상을 통해서 수술 경로를 가이드 함으로써 환자에게는 안심을 주며 의사에게는 실수를 방지하고, 임플란트 식립시 인공치아가 삽입될 홀의 방향과 위치를 더욱 정밀하게 형성할 수 있도록 도와주는 임플란트 식립 시스템과 이를 위해 가이드 마커가 포함된 표준화된 가이드 스텐트를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0008] 또한, 임플란트 식립시에 제 1 시리얼 링크의 관절각을 감지하여 가이드 스텐트의 기준축인 베이스 프레임의 3차원 위치 및 방향을 측정하고, 또 제 2 시리얼 링크의 관절각을 감지해서 드릴의 3차원 위치 및 진행 방향을 실시간으로 계산해서 가이드 스텐트의 베이스 프레임을 기준으로 하는 드릴의 3차원 위치 및 자세를 실시간으로 계산하고 계산된 데이터를 이용해서 임플란트 수술 경로를 가이드하는 임플란트 식립 시스템의 제어 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- [0010] 본 발명의 일례에 따른 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스텐트는 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위해 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 필름상에 가이드 마커가 표시되도록 하는 복수의 마커를 포함하는 베이스 프레임; 및 베이스 프레임의 상단 또는 하단 중 적어도 하나에 배치되어 상악 또는 하악 중 적어도 하나의 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되는 X-Ray 투과성 물질의 트레이;를 포함한다.
- [0011] 여기서, 베이스 프레임 또는 복수의 마커 중 어느 하나는 X-ray 비투과성일 수 있다.
- [0012] 여기서, 베이스 프레임은 금속 재질의 X-Ray 비투과성 물질을 포함하고, 복수의 마커는 관통된 홀일 수 있다.
- [0013] 또한, 베이스 프레임은 플라스틱 재질의 X-Ray 투과성 물질을 포함하고, 복수의 마커는 금속 재질의 X-Ray 비투

과성 물질을 포함할 수 있다.

- [0014] 또한, 트레이는 제 1 트레이 또는 제 2 트레이 중 적어도 하나를 포함하고, 제 1 트레이는 베이스 프레임의 상단에 배치되어 상악 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되고, 제 2 트레이는 베이스 프레임의 하단에 배치되어 하악 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착될 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일례에 따른 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템은 전술한 표준화된 가이드 스탠트; 가이드 스탠트 상에 가이드 마크를 기준으로 미리 결정된 식립 위치를 관통하여 환자의 치조골에 인공치아를 식립하기 위한 홀을 형성하는 드릴이 장착되는 핸드 피스; 가이드 스탠트에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된 시스템의 제 1 고정부에 연결되며, 복수 개의 링크암(Link-Arm)을 포함하고, 각각의 링크암의 회전 각도를 실시간으로 감지하는 제 1 시리얼 링크; 핸드 피스에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된 시스템의 제 2 고정부에 연결되며, 복수 개의 링크암(Link-Arm)을 포함하고, 각각의 링크암의 회전 각도를 실시간으로 감지하는 제 2 시리얼 링크; 및 제 1 시리얼 링크에서 실시간으로 감지된 링크암 사이의 복수 개의 회전 각도에 대한 정보를 이용하여 가이드 스탠트의 3차원 위치와 방향을 실시간으로 계산하고, 제 2 시리얼 링크에서 실시간으로 감지된 링크암 사이의 복수 개의 회전 각도에 대한 정보를 이용하여 핸드 피스의 3차원 위치와 방향을 실시간으로 계산하는 위치 계산부;을 포함한다.
- [0016] 여기서, 제 1 시리얼 링크 및 제 2 시리얼 링크 각각은 복수 개의 링크암(Link-Arm)을 포함하고, 각각의 링크암 사이에는 링크암의 3차원 회전 각도를 감지하여 시스템 내부에 저장된 위치 계산부에 3차원 회전 각도에 대한 정보를 전송하는 복수 개의 인코더;를 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 위치 계산부는 제 1 시리얼 링크의 인코더로부터 전송받은 3차원 회전 정보로부터 제 1 시리얼 링크의 말단에 고정되는 가이드 스탠트의 위치와 방향을 계산하고, 가이드 스탠트를 기준으로 시스템에 미리 저장된 임플란트 식립 위치를 이용하여 환자의 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향을 계산할 수 있다.
- [0018] 또한, 위치 계산부는 제 2 시리얼 링크의 인코더로부터 전송받은 3차원 회전 정보로부터 핸드 피스의 위치 및 방향을 계산하고, 핸드 피스를 기준으로 시스템에 저장된 드릴 끝단의 위치와 방향을 이용하여 핸드 피스에 장착되는 드릴 끝단의 3차원 위치와 드릴의 진행 방향을 계산할 수 있다.
- [0019] 또한, 임플란트 식립 시스템은 스탠트의 가이드 마크가 표시된 X-Ray 촬영 영상에 치조골 상에 형성될 3차원 위치와 방향을 나타내는 가상의 홀 영상과 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 나타내는 핸드 피스 드릴의 가상 영상을 표시하는 영상 표시부를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 임플란트 식립 시스템은 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 다른 경우 경고음을 발생시키는 스피커부;를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일례에 따른 임플란트 식립 시스템의 제어 방법은 a) 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스탠트의 위치와 방향을 계산하고, 가이드 스탠트를 기준으로 시스템에 미리 저장된 임플란트 식립 위치를 이용하여 환자의 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향을 계산하는 단계; b) 의사의 동작에 따라 이동되는 핸드 피스의 위치 및 방향을 계산하고, 핸드 피스를 기준으로 시스템에 저장된 드릴 끝단의 위치와 방향을 이용하여 핸드 피스에 장착되는 드릴 끝단의 3차원 위치와 드릴의 진행 방향을 계산하는 단계; 및 c) 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향이 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향과 일치하는지를 시각적 또는 청각적으로 확인하는 단계;를 포함한다.
- [0022] 여기서, c) 단계는 치조골 상에 형성될 3차원 위치와 방향을 나타내는 가상의 홀 영상과 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 나타내는 가상의 드릴 영상이 일치하는지 시각적으로 확인하는 단계일 수 있다.
- [0023] 여기서, c) 단계는 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 다른 경우 경고음을 발생시켜 청각적으로 확인하는 단계일 수 있다.
- [0024] 또한, 임플란트 식립 시스템의 제어 방법은 c) 단계 이후, d) 핸드 피스 드릴이 동작되어 치조골에 미리 결정된 깊이만큼 홀이 형성되면 시각적 또는 청각적으로 확인하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

효 과

- [0025] 본 발명에 따른 표준화된 가이드 스탠트는 X-Ray 촬영시 임플란트 식립 위치를 가이드하는 가이드 마커를 포함함으로써 보다 정확한 위치에 보다 정확한 방향으로 임플란트 식립을 위한 홀을 결정하는 것을 가이드 하는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 본 발명에 따른 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템 및 그 제어 방법은 제 1 시리얼 링크와 제 2 시리얼 링크에 각각 포함된 인코더를 통하여 가이드 스탠트에 대한 핸드 피스 드릴의 상대적 3차원 위치와 진행 방향을 계산할 수 있고, 이를 영상표시부에 시각적으로 표시하고, 스피커부를 통하여 청각적으로 알려줌으로써 의사로서는 더욱 정확하고 정밀하게 홀을 형성할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0028] 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다.
- [0029] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하고자 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명에 따른 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템의 일례를 설명하기 위한 도이다.
- [0031] 도시된 바와 같이, 표준화된 가이드 스탠트(100)를 이용한 임플란트 식립 시스템은 표준화된 가이드 스탠트(100), 핸드 피스(200), 제 1 시리얼 링크(300), 제 2 시리얼 링크(400), 영상 표시부(500), 스피커부(600)를 포함하고, 도시되지 않았지만 위치 계산부, 인코더를 포함할 수 있다.
- [0032] 여기서, 표준화된 가이드 스탠트(100)는 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위해 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 필름상에 가이드 마커가 표시되도록 하는 기능을 한다. 이하, 표준화된 가이드 스탠트(100)에 대한 보다 구체적인 설명은 도 2a 및 도 2c에서 한다.
- [0033] 핸드 피스(200)는 가이드 스탠트(100) 상에 가이드 마커를 기준으로 미리 결정된 식립 위치를 관통하여 환자의 치조골에 인공치아를 식립하기 위한 홀을 형성하는 드릴이 장착되고, 임플란트 시술 시에 핸드 피스(200)를 통하여 환자의 치조골 상의 식립 위치에 드릴이 위치하도록 제어되고, 드릴의 동작을 제어한다.
- [0034] 제 1 시리얼 링크(300)와 제 2 시리얼 링크(400)는 각각 시스템의 고정부에 연결되어 고정부와 가이드 스탠트(100), 고정부와 핸드 피스(200)를 연결시켜 주고 각각의 시리얼 링크의 각 링크암 사이의 관절부에는 링크암의 회전 각도를 감지하는 복수 개의 인코더(미도시)를 포함한다. 여기서, 각각의 시리얼 링크가 헤드 레스트(Head Rest)에 고정된 것을 일례로 들었으나 이와 다르게 각각의 시리얼 링크가 시스템의 다른 부분에 고정될 수도 있다.
- [0035] 이와 같은 시리얼 링크는 의사가 가하는 힘에 의해 수동적으로 제어되고, 각각의 시리얼 링크는 6 자유도(Degree of Freedom)를 갖는 것으로 일례로 하였다. 여기서 자유도란 기구의 독립적인 운동의 수, 혹은 각 링크 간의 상대 위치의 독립된 운동을 결정하는 변수의 개수를 의미한다. 각각의 시리얼 링크는 스탠트(100) 또는 핸드 피스(200)의 공간적인 위치 결정을 위해서 3 자유도, 공간적인 자세 결정, 즉 방향 결정을 위해서 3 자유도를 필요로 한다.
- [0036] 위치 계산부는 도면에는 도시되지 않았지만, 개인용 컴퓨터 또는 시스템에 내장되어 구성될 수 있다.
- [0037] 이와 같은 위치 계산부는 의사에 의해 가이드 마커를 기준으로 미리 결정된 3차원 식립 위치와 방향을 계산하고, 핸드 피스(200)에 장착되는 드릴 끝단의 3차원 위치와 드릴의 진행 방향을 계산한다. 따라서, 미리

결정된 3차원 식립 위치와 방향을 기준으로 한 드릴 끝단의 상대적 3차원 위치와 드릴의 상대적 진행 방향을 알 수 있는 것이다.

- [0038] 이하, 제 1 시리얼 링크(300)와 제 2 시리얼 링크(400)의 인코더가 측정된 관절각을 이용하여 가이드 스탠트(100) 및 핸드 피스(200)의 위치와 방향을 계산하는 방법은 도 3a 내지 도 3c를 통하여 설명한다.
- [0039] 영상 표시부(500)는 스탠트(100)의 가이드 마크가 표시된 X-Ray 촬영 영상에 치조골 상에 형성될 3차원 위치와 방향을 나타내는 가상의 홀 영상과 핸드 피스(200) 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 나타내는 핸드 피스(200) 드릴의 가상 영상을 표시하는 기능을 한다.
- [0040] 여기서, X-Ray 촬영 영상에 표시되는 가이드 마크의 3차원 위치는 임플란트 시술을 위해 환자의 입에 착용한 스탠트(100)의 가이드 마크의 3차원 위치와 동일하다. 따라서 임플란트 시술 중에 환자가 고개를 돌리거나 위 아래로 끄덕일 때 X-Ray 촬영 영상의 가이드 마크와 가상의 홀은 변화가 없고, 핸드 피스(200) 드릴에 대한 가상 영상의 상대적 위치만 변화하는 것으로 나타나게 된다.
- [0041] 이와 같이 영상 표시부(500)는 의사가 임플란트 시술시 드릴의 접근 방향과 각도가 올바른지 시각적으로 확인할 수 있는 것이다.
- [0042] 스피커부(600)는 핸드 피스(200) 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 다른 경우 경고음을 발생시키는 기능을 한다. 예를 들어 핸드 피스(200) 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향의 차이가 큰 경우 주파수가 큰 음을 발생시키고, 차이가 작아지는 경우 주파수가 점점 작아지는 음이 발생하도록 할 수 있다. 이와 같이 함으로써 의사는 임플란트 시술시 드릴의 접근 방향이 올바른지 청각적으로 확인할 수 있는 것이다.
- [0043] 이와 같은 표준화된 가이드 스탠트(100)를 이용한 임플란트 식립 시스템은 의사의 손 감각에 의존하여 시행되어 온 임플란트 시술 방식에서 원하는 방향으로 원하는 깊이에 접근하면 청각적으로 경고음을 내며 시각적으로 3차원 영상을 통해서 수술 경로를 가이드 함으로써 환자에게는 안심을 주며 의사에게는 실수를 방지하는 효과가 있다.
- [0044] 보다 구체적으로 본 발명에 따른 표준화된 가이드 스탠트(100)를 이용한 임플란트 식립 시스템은 임플란트 식립 시에 제 1 시리얼 링크(300)의 관절각을 측정해서 가이드 스탠트(100)의 기준 축인 베이스 프레임의 위치와 방향을 측정하고 제 2 시리얼 링크(400)의 관절각을 측정해서 드릴의 위치와 진행 방향을 실시간으로 측정해서 가이드 스탠트(100)의 베이스 프레임을 기준으로 하는 드릴의 위치 및 자세를 실시간 연산하고 연산된 데이터를 이용해서 임플란트 수술 경로를 가이드하는 역할을 한다.
- [0045] 도 2a는 도 1에서 표준화된 가이드 스탠트의 일례를 설명하기 위한 도이다.
- [0046] 도 2a에 도시된 바와 같이 표준화된 가이드 스탠트(100)는 베이스 프레임(110), 트레이를 포함한다.
- [0047] 베이스 프레임(110)은 복수의 마커(111)를 포함하고, 복수의 마커(111)는 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위해 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 필름상에 가이드 마크(111')가 표시되도록 하는 기능을 한다.
- [0048] 이를 위해, 베이스 프레임(110) 또는 복수의 마커(111) 중 어느 하나는 X-ray 비투과성이 되도록 한다. 보다 상세하게는 베이스 프레임(110)이 금속 재질의 X-Ray 비투과성 물질인 경우, 복수의 마커(111)는 관통된 홀로 구성될 수 있으며, 베이스 프레임(110)이 플라스틱 재질의 X-Ray 투과성 물질인 경우, 복수의 마커(111)는 금속 재질의 X-Ray 비투과성 물질이 되도록 할 수 있다.
- [0049] 이와 같이 베이스 프레임(110) 또는 복수의 마커(111) 중 어느 하나가 X-ray 비투과성이 되도록 함으로써 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위해 표준화된 가이드 스탠트(100)를 치아 사이에 물고 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 파노라마 X-Ray 또는 그 밖의 일반 X-Ray 촬영을 하는 경우 촬영된 영상에는 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위한 가이드 마크(111')가 치아 및 치조골과 함께 나타나게 되는 것이다.
- [0050] 이와 같은 베이스 프레임(110)은 제 1 트레이(120) 및 제 2 트레이(130)를 고정하기 위한 복수 개의 고정홀(112, 113, 114, 115)을 포함할 수 있다.

- [0051] 이와 같은 복수 개의 고정홀(112, 113, 114, 115)은 제 1 트레이(120)를 고정하기 위해 제 1 트레이(120)의 말단부를 고정하는 복수 개의 제 1 사이드 고정홀(112)과 제 1 트레이(120)의 중앙부를 고정하기 위한 제 1 중앙 고정홀(113)을 포함하고, 제 2 트레이(130)를 고정하기 위해 제 2 트레이(130)의 말단부를 고정하는 복수 개의 제 2 사이드 고정홀(114)과 제 2 트레이(130)의 중앙부를 고정하는 제 2 중앙 고정홀(115)을 포함할 수 있다.
- [0052] 또한, 베이스 프레임(110)은 표준화된 가이드 스탠트(100)가 임플란트 식립 시스템에 고정되도록 하기 위한 복수 개의 제 3 고정홀(116)을 더 포함할 수 있다.
- [0053] 이와 같은 제 3 고정홀(116)은 제 1 시리얼 링크(300)의 말단부에 표준화된 가이드 스탠트(100)와 연결되도록 하는 돌출부(122)와 결합 된다.
- [0054] 트레이는 플라스틱 재질의 X-Ray 투과성 물질로서, 베이스 프레임(110)의 상단에 배치되어 상악 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되는 제 1 트레이(120)와 베이스 프레임(110)의 하단에 배치되어 하악 인상을 채득하기 위한 인상재가 안착되는 제 2 트레이(130)를 포함한다. 여기서, 상악이나 하악의 인상을 채득하기 위한 인상재가 X-Ray 투과성 물질인 것은 당연하다. 이와 같은 인상재는 환자가 입에 문 경우 치아에 밀착되어 소정의 시간이 흐른 후에 딱딱하게 고정되어 X-Ray 촬영시 스탠트(100)가 환자의 입에 고정되도록 하고, 이후 임플란트 식립을 위해 환자가 스탠트(100)를 다시 무는 경우 환자의 입에 스탠트(100)가 견고하게 고정되도록 하여, 핸드 피스(200)의 드릴(210)이 환자의 치조골에 임플란트 식립을 위한 홈을 형성할 때에 홈의 위치와 방향이 더욱 정확하게 형성되도록 도와주는 기능을 한다.
- [0055] 이와 같은 제 1 트레이(120)와 제 2 트레이(130)는 베이스 프레임(110)에 트레이가 고정되도록 하기 위한 고정 돌출부(122, 132)와 트레이 고정홀(121, 131)을 포함한다. 보다 구체적으로 제 1 트레이(120)는 제 1 고정 돌출부(122)와 제 1 트레이 고정홀(121)을 포함하고, 제 2 트레이(130)는 제 2 고정 돌출부(132)와 제 2 트레이 고정홀(131)을 포함한다.
- [0056] 제 1 고정 돌출부(122)는 제 1 중앙 고정홀(113)에 삽입/고정되고, 제 1 트레이 고정홀(121)은 제 1 사이드 고정홀(112)에 대응되는 제 1 트레이(120)의 사이드 위치에 배치되어 제 1 사이드 고정홀(112)에 삽입되는 고정핀(140)에 의해 제 1 트레이(120)가 베이스 프레임(110)에 고정되도록 한다.
- [0057] 제 2 고정 돌출부(132)는 제 2 중앙 고정홀(115)에 삽입/고정되고, 제 2 트레이 고정홀(131)은 제 2 사이드 고정홀(114)에 대응되는 제 2 트레이(130)의 사이드 위치에 배치되어 제 2 사이드 고정홀(114)에 삽입되는 고정핀(140)에 의해 제 2 트레이(130)가 베이스 프레임(110)에 고정되도록 한다.
- [0058] 도 2b는 도 2a의 X-Ray 촬영된 파노라마 필름상에 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위한 가이드 마크가 표시된 일례를 설명하기 위한 도이다.
- [0059] 도 2b에서는 베이스 프레임(110)이 X-Ray 투과성 물질이고, 복수의 마커(111)는 금속 재질의 X-Ray 비투과성 물질인 표준화된 가이드 스탠트(100)를 환자의 입에 착용시킨 후 파노라마 X-Ray 촬영한 영상이다. 이와 같은 경우 도 2b에 도시된 바와 같이 환자의 치아와 치조골 및 가이드 마크(111')가 함께 영상에 표시된다.
- [0060] 여기의 일례에서는 환자의 정면에서 파노라마 X-Ray 촬영한 영상만을 일례로 들었지만, 환자의 측면 X-Ray 영상도 함께 촬영하여 치조골 상의 어느 위치에 임플란트 식립을 위한 홈을 형성해야 할지에 대한 3차원적 위치를 결정할 수 있는 것이다. 또한, 표준화된 가이드 스탠트(100)를 착용한 상태로 3차원 영상을 제공하는 CBCT(Core Beam Computerized tomography)를 촬영하여 임플란트 시술 시 치조골 상태를 정밀하게 진단하여 식립 위치와 각도를 보다 정밀하게 판단할 수도 있다.
- [0061] 도 3a는 도 1에서 가이드 스탠트 및 핸드 피스가 장착되는 제 1, 2 시리얼 링크 및 위치 계산 방법을 설명하기 위한 도이다.
- [0062] 도 3a에 도시된 바와 같이 제 1 시리얼 링크(300) 및 제 2 시리얼 링크(400) 각각은 복수 개의 링크암(Link-Arm)(320, 420)을 포함하고, 각각의 링크암(320, 420) 사이에는 링크암(320, 420)의 각각의 회전 각도를 감지하여 시스템 내부에 저장된 위치 계산부에 각각의 회전 각도에 대한 정보를 전송하는 복수 개의 인코더(미도시)를 포함한다.
- [0063] 이와 같은 제 1 시리얼 링크(300)는 가이드 스탠트(100)에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된

시스템의 제 1 고정부(310)에 연결되며, 제 1 시리얼 링크(300)의 관절에 위치한 복수 개의 인코더가 각각의 링크암(320)의 관절각을 측정함으로써 가이드 스탠트(100)의 3차원 위치와 방향을 실시간으로 감지하는 기능을 한다.

[0064] 제 2 시리얼 링크(400)는 핸드 피스(200)에 일측의 말단이 고정되고, 타측의 말단은 미리 결정된 시스템의 제 2 고정부(410)에 연결되며, 제 2 시리얼 링크(400)의 관절에 위치한 복수 개의 인코더가 각각의 링크암(420)의 관절각을 측정함으로써 핸드 피스(200)의 3차원 위치와 방향을 실시간으로 감지하는 기능을 한다.

[0065] 위치 계산부(미도시)는 1)의사에 의해 가이드 마크(111')를 기준으로 미리 결정된 3차원 식립 위치와 방향을 계산하고, 2)핸드 피스(200)에 장착되는 드릴(210) 끝단의 3차원 위치와 드릴(210)의 진행 방향을 계산한다. 따라서, 3)미리 결정된 3차원 식립 위치와 방향을 기준으로 한 드릴(210) 끝단의 상대적 3차원 위치와 드릴(210)의 상대적 진행 방향을 알 수 있는 것이다.

[0066] 보다 상세히 설명하면 1) 3차원 식립 위치와 방향을 계산하기 위해 의사는 먼저 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 필름상의 가이드 마크(111')를 이용하여 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하고, 식립 위치를 데이터 베이스에 미리 저장한다.

[0067] 그리고, 의사는 임플란트 식립을 위한 시술을 하기 위해 환자의 치아에 가이드 스탠트(100)를 다시 착용시킨다. 환자의 치아에 다시 착용된 가이드 스탠트(100)의 치조골에 대한 상대적 위치는 트레이 내부에 고정된 인상재로 인하여 환자가 처음에 착용했던 가이드 스탠트(100)의 치조골에 대한 상대적 위치와 동일한 지점에 위치하게 되는 것이다.

[0068] 그리고, 위치 계산부는 제 1 시리얼 링크(300)의 인코더로부터 전송받은 3차원 회전 정보로부터 제 1 시리얼 링크(300)의 말단에 고정되는 가이드 스탠트(100)의 위치와 방향을 계산하여 가이드 스탠트(100)의 위치와 방향으로부터 가이드 마크(111')를 기준으로 미리 결정된 3차원 식립 위치와 방향을 계산한다.

[0069] 여기서, 각 시리얼 링크의 각 링크암의 길이는 이미 시스템에 저장되어 있으므로 각 시리얼 링크의 3차원 회전 정보만으로 각 시리얼 링크의 말단에 장착된 가이드 스탠트(100) 또는 핸드 피스(200)의 위치와 방향을 알 수 있는 것이다. 또한, 식립 위치를 가이드 스탠트(100)의 위치와 방향을 기준으로 미리 결정되어 데이터 베이스에 저장되어 있으므로 최종적으로 치조골 상에 임플란트 식립을 위하여 형성하기 위한 홀의 위치와 방향, 즉 3차원 식립 위치와 방향을 알 수 있는 것이다.

[0070] 그리고, 2) 위치 계산부가 핸드 피스(200)에 장착되는 드릴(210) 끝단의 3차원 위치와 드릴(210)의 진행 방향을 계산하도록 하기 위해, 의사는 먼저 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 필름을 통해 치아, 잇몸 및 치조골의 상태를 파악하고, 결정된 식립 위치에 적절한 드릴(210)의 종류와 길이를 선택하고 이를 데이터 베이스에 미리 저장한다.

[0071] 따라서 핸드 피스(200)의 기준 위치와 방향만 알면 위치 계산부가 핸드 피스(200)에 장착되는 드릴(210) 끝단의 3차원 위치와 드릴(210)의 진행 방향을 알 수 있으므로, 위치 계산부는 제 2 시리얼 링크(400)의 인코더로부터 전송받은 3차원 회전 정보로부터 핸드 피스(200)의 위치 및 방향을 계산하고, 핸드 피스(200)의 위치 및 방향으로부터 핸드 피스(200)에 장착되는 드릴(210) 끝단의 3차원 위치와 드릴(210)의 진행 방향을 계산하는 것이다.

[0072] 그리고, 전술한 1, 2)를 통하여 3)미리 결정된 3차원 식립 위치와 방향을 기준으로 한 드릴(210) 끝단의 상대적 3차원 위치와 드릴(210)의 상대적 진행 방향을 계산한 후, 위치 계산부는 드릴(210) 끝단의 상대적 3차원 위치와 진행 방향에 대한 정보를 영상 표시부에 표시되도록 전송한다.

[0073] 이와 같이, 제 1, 2 시리얼 링크를 이용해서 스탠트(100)를 기준으로 한 드릴(210)의 3차원 위치와 진행 방향은 실시간으로 파악되는 것이 바람직하다.

[0074] 이와 같이 실시간으로 물체의 위치를 파악하는 방법으로는 미사일이나 무인 항공기(Uninhabited Aerial Vehicle; UAV)에서 흔히 사용되는 관성 항법 장치(Inertial Navigation System)가 사용될 수 있다. 이와 같은 관성 항법 장치는 관성센서(Inertial Sensor)인 가속도센서(Accelerometer)와 자이로스코프(Gyroscope)를 실시간 적분함으로써 관성 항법 장치(Inertial Navigation System)가 부착된 물체의 위치 이동을 파악할 수 있다.

[0075] 이외에도 물체에 마커(111)를 부착하고 영상처리에 의해서 마커(111)의 위치를 파악함으로써 마커(111)가 부착된 물체의 위치 이동을 파악하는 방법이 사용될 수도 있다.

[0076] 또한 RF와 초음파센서 등을 이용하여 위치를 파악하는 방법이나 레이저를 이용하여 위치 이동을 측정하는 방법

이 사용될 수도 있다.

[0077] 본 발명의 실시예에서는 제 1, 2 시리얼 링크를 이용해서 스탠트(100)를 기준으로 한 드릴(210)의 3차원 위치와 진행 방향을 다음과 같은 기구학 해(Kinematic solution)를 이용하여 구하는 방법을 설명한다.

[0078] 도 3b는 D-H 표기법(The Denavit-Hartenberg Representation)을 사용하여 링크 좌표계를 설명하기 위한 도이다.

[0079] 도 3b에서 a_i 는 링크 길이, θ_i 는 링크 손목각도, d_i 는 링크 오프셋 각도, α_i 는 접속 각을 표시한다.

[0080] 여기서, 연결 프레임 {i}에서 (i+1)까지의 동차 변환 행렬은 아래와 같이 표현된다.

[0081]

$$T_i^{i-1} = T_{z,d_i} T_{z,\theta_i} T_{x,a_i} T_{x,\alpha_i}$$

$$= \begin{bmatrix} C\theta_i & -C\alpha_i S\theta_i & S\alpha_i S\theta_i & a_i C\theta_i \\ S\theta_i & C\alpha_i C\theta_i & -S\alpha_i C\theta_i & a_i S\theta_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0082] 이와 같은 D-H 표시법을 이용하면 제 1 시리얼 링크에 연결된 스탠트의 3차원 위치에 대한 제 2 시리얼 링크에 연결된 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 계산할 수 있다.

[0083] 도 3c는 시리얼 링크의 구조와 D-H 표시법을 사용한 좌표계 선정을 설명하기 위한 도이다.

[0084] 도시된 바와 같은 시리얼 링크의 파라미터는 Θ , α , a, d를 포함하고, D-H인자들은 아래와 같이 요약된다.

[0085]

$$T : \theta \quad \alpha \quad a \quad d$$

$$\begin{cases} T_1^0 & : \theta_1 & -90 & 0 & 0 \\ T_2^1 & : \theta_2 & 0 & a_2 & d_2 \\ T_3^2 & : \theta_3 & 90 & -a_3 & 0 \\ T_4^3 & : \theta_4 & -90 & 0 & d_4 \\ T_5^4 & : \theta_5 & 90 & 0 & 0 \\ T_6^5 & : \theta_6 & 0 & 0 & d_6 \end{cases}$$

[0086] 이와 같은 D-H인자들로부터 동차 변환 행렬들을 구하면 다음과 같다.

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & 0 & -S\theta_1 & 0 \\ S\theta_1 & 0 & C\theta_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, T_2^1 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & a_2C\theta_2 \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & a_2S\theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & 0 & S\theta_3 & a_3C\theta_3 \\ S\theta_3 & 0 & -C\theta_3 & a_3S\theta_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, T_4^3 = \begin{bmatrix} C\theta_4 & -S\theta_4 & 0 & 0 \\ S\theta_4 & C\theta_4 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_5^4 = \begin{bmatrix} C\theta_5 & 0 & S\theta_5 & 0 \\ S\theta_5 & 0 & -C\theta_5 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, T_6^5 = \begin{bmatrix} C\theta_6 & -S\theta_6 & 0 & 0 \\ S\theta_6 & C\theta_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0087]

[0088] 여기서, 스탠트의 베이스 프레임(A)에 대한 툴 프레임(T)의 상대적인 3차원 위치와 방향은 다음과 같이 구해진다.

[0089]

$$T_T^B = T_0^B T_1^0 T_2^1 T_3^2 T_4^3 T_5^4 T_6^5 T_T^6$$

[0090]

여기서, 핸드 피스(A)에 대한 스탠트의 베이스 프레임(B)의 동차변환행렬을 구하고 핸드 피스(A)에 대한 핸드피스에 장착된 드릴 끝단(C)의 동차변환행렬을 구하면 가이드 스탠트의 베이스 프레임(B)에 대한 드릴 끝단(C)의 3차원 위치에 대한 동차변환 행렬은 다음과 같이 구해진다.

[0091]

$$T_B^C = T_A^C T_B^A$$

[0092]

여기서, 스탠트의 베이스 프레임(B)에 대한 드릴 끝단(C)의 동차변환행렬이 주어질 때 스탠트의 베이스 프레임(B)에 대한 드릴 끝단(C)의 3차원 위치 및 방향은 아래와 같이 구해진다.

[0093]

여기서, 드릴 끝단의 위치를 P_x, P_y, P_z 로 표기하고 z 축에 대한 회전 정보인 롤 각(Roll Angle)을 $R_z(\phi)$, x 축에 대한 회전 정보인 피치 각(Pitch Angle)을 $R_x(\psi)$, y 축에 대한 회전 정보인 요우 각(Yaw Angle)을 $R_y(\theta)$ 로 표기하면 동차변환행렬은 다음의 수식관계를 가진다.

$$T = \begin{bmatrix} & & P_x \\ C_b^i & & P_y \\ & & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_b^i = R_z(\phi)R_y(\theta)R_x(\psi) = \begin{bmatrix} \cos\phi & -\sin\phi & 0 \\ \sin\phi & \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\psi & -\sin\psi \\ 0 & \sin\psi & \cos\psi \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \cos\phi\cos\theta & \cos\phi\sin\theta\sin\psi - \sin\phi\cos\psi & \cos\phi\sin\theta\cos\psi + \sin\phi\sin\psi \\ \sin\phi\cos\theta & \sin\phi\sin\theta\sin\psi + \cos\phi\cos\psi & \sin\phi\sin\theta\cos\psi - \cos\phi\sin\psi \\ -\sin\theta & \cos\theta\sin\psi & \cos\theta\cos\psi \end{bmatrix}$$

[0094]

[0095]

위의 수식으로부터 동차변환행렬이 구해지면 드릴 끝단의 3차원 위치 및 진행방향(롤, 피치, 요우 각)을 구하게 된다.

[0096]

이와 같이 위치 계산기가 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 구하고, 이를 실시간으로 영상 표시부로 표시

되도록 함으로써 홀을 형성하기 위해 시술하고 있는 드릴 끝단의 3 차원 위치와 진행 방향을 시각적으로 확인할 수 있고, 스피커부를 통하여 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 다른 경우 발생하는 경고음을 청각적으로 인식함으로써 현재의 시술이 정확하고 올바른지 확인하면서 시술할 수 있으므로 의사는 임플란트 시립을 위한 시술을 보다 정확하고 견고하게 할 수 있는 것이다.

- [0097] 도 4는 도 1에서 환자의 치아에 표준화된 가이드 스텐트가 고정되고, 핸드 피스의 드릴이 환자의 치조골에 인공 치아를 식립하기 위한 홀을 형성하는 일례를 설명하기 위한 도이다.
- [0098] 도 4에 도시된 바와 같이, 임플란트 식립을 위해 제 2 시리얼 링크(400)에 연결된 핸드 피스(200)의 드릴(210)로 홀을 형성하는 경우, 환자는 제 1 시리얼 링크(300)에 연결된 가이드 스텐트(100)를 착용한 상태로 시술을 받게 된다.
- [0099] 이때, 영상 표시부(500)는 가이드 마크(111')가 표시된 CBCT(Core Beam Computerized tomography) 또는 X-Ray 촬영된 영상에 환자의 치조골에 인공 치아가 식립될 가상의 홀 영상이 표시되고, 소정의 범위 내에 핸드 피스(200) 드릴(210)이 접근하게 되면 드릴(210)의 끝단을 나타내는 가상의 드릴(210) 영상이 드릴(210)의 이동에 따라 실시간으로 표시되고, 스피커부(600)에서는 가상의 홀 영상과 가상의 드릴(210) 영상의 거리에 따라 주파수가 점점 줄어드는 경고음이 발생하게 된다.
- [0100] 따라서, 의사는 임플란트 시술시에 영상을 보고 경고음을 들으면서 가이드 스텐트(100)의 가이드 마크(111')를 보면서 A 위치로 접근하게 되고, 드릴(210)이 A의 위치상에 접근하여 위치가 일치하게 되면 영상 표시부(500)와 스피커부(600)는 위치가 일치되었다는 영상/음성 신호를 표시하게 된다. 이후 홀의 형성 방향과 드릴(210)의 진행 방향이 시스템의 오차 범위 내에서 일치하게 되면 방향이 일치됐음을 나타내는 영상/음성 신호를 표시하게 된다.
- [0101] 이후 의사는 드릴(210)을 작동하여 가이드 스텐트(100) 트레이의 A 지점을 관통하여 원하는 깊이만큼 환자의 치조골에 홀을 형성한다. 이때 가상의 홀 영상에 가상의 드릴(210) 영상도 접근하여 두 영상이 일치하게 되면, 영상 표시부(500)와 스피커부(600)는 이를 알리는 영상/음성 신호를 표시하게 된다.
- [0102] 이와 같이 초기 위치와 방향을 잡는 드릴(210) 작업이 끝나면, 의사는 환자가 착용한 가이드 스텐트(100)를 제거하고, 홀의 크기를 키워가며 임플란트 시술을 끝낸다.
- [0103] 이와 같이 표준화된 가이드 스텐트(100)를 이용한 임플란트 식립 시스템은 의사로 하여금 더욱 정교하고 정확한 임플란트 시술을 유도하는 기능을 하는 것이다.
- [0104] 도 5는 표준화된 가이드 스텐트를 이용한 임플란트 식립 시스템의 제어 방법의 일례를 설명하기 위한 도이다.
- [0105] 수술 계획시에 획득한 3차원 임플란트 식립 위치 및 방향을 컴퓨터 시스템에 입력하고 입력된 데이터와 전술한 바와 같이 계산된 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치 및 방향을 실시간 비교하며 시술하며 시술은 이루어진다.
- [0106] 먼저 의사는 환자의 치아에 표준화된 가이드 스텐트를 위치시킨다. 이때 위치 계산부는 임플란트 식립을 위한 표준화된 가이드 스텐트의 위치와 방향을 계산하고, 가이드 스텐트를 기준으로 시스템에 미리 저장된 임플란트 식립 위치를 이용하여 환자의 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향을 계산하게 된다.(S1)
- [0107] 이후, 의사가 핸드 피스를 이동하면, 위치 계산부는 의사의 동작에 따라 이동되는 핸드 피스의 위치 및 방향을 계산하고, 핸드 피스를 기준으로 시스템에 저장된 드릴 끝단의 위치와 방향을 이용하여 핸드 피스에 장착되는 드릴 끝단의 3차원 위치와 드릴의 진행 방향을 계산한다.(S2)
- [0108] 이후, 치조골 상에 형성될 홀의 3차원 위치와 방향이 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향과 일치하는지를 시각적 또는 청각적으로 확인한다.(S3)
- [0109] 이와 같은 S3 단계는 치조골 상에 형성될 3차원 위치와 방향을 나타내는 가상의 홀 영상과 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향을 나타내는 가상의 드릴 영상이 일치하는지 영상 표시부를 통하여 시각적으로 확인할 수도 있고, 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 다른 경우 경고음을 발생시켜 스피커부를 통하여 청각적으로 확인할 수도 있다.

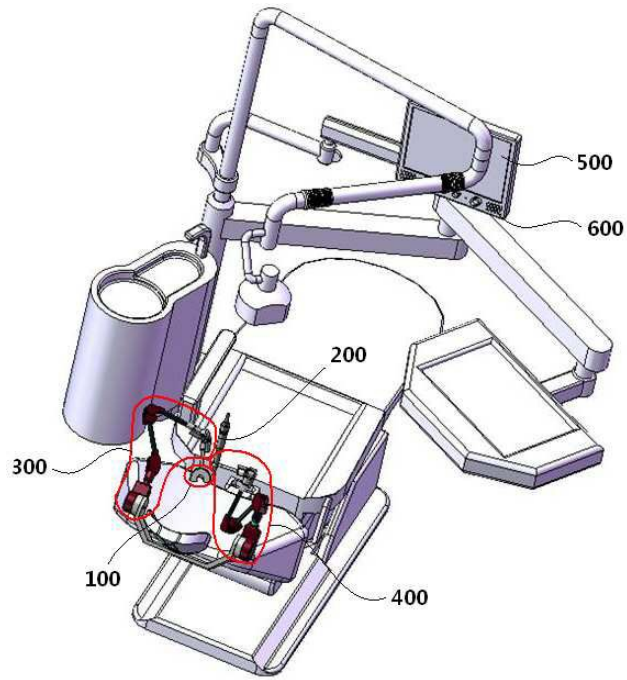
- [0110] 만약, 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 불일치 하는 경우, 영상에는 불일치를 나타내는 글자나 표시가 나타날 수 있고, 경고음의 주파수 간격을 통하여 불일치를 의미하는 음향이나 소리가 발생하게 된다.(S4)
- [0111] 만약, 핸드 피스 드릴 끝단의 3차원 위치와 진행 방향이 치조골 상에 홀이 형성될 3차원 위치와 방향과 서로 일치하는 경우 의사는 드릴을 동작시킨다.
- [0112] 그리고, 드릴이 동작되어 미리 결정된 깊이만큼 홀이 형성되었을 때에, 홀의 형성이 끝났음을 나타내는 영상이나 확인음이 발생할 수 있다.(S5)
- [0113] 이와 같이 함으로써, 본 발명에 따른 임플란트 식립 시스템의 제어 방법은 의사가 환자의 치조골에 임플란트 시술을 할 때, 매우 정확하게 식립 위치와 방향을 정할 수 있도록 도와주는 효과가 있다.
- [0114] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

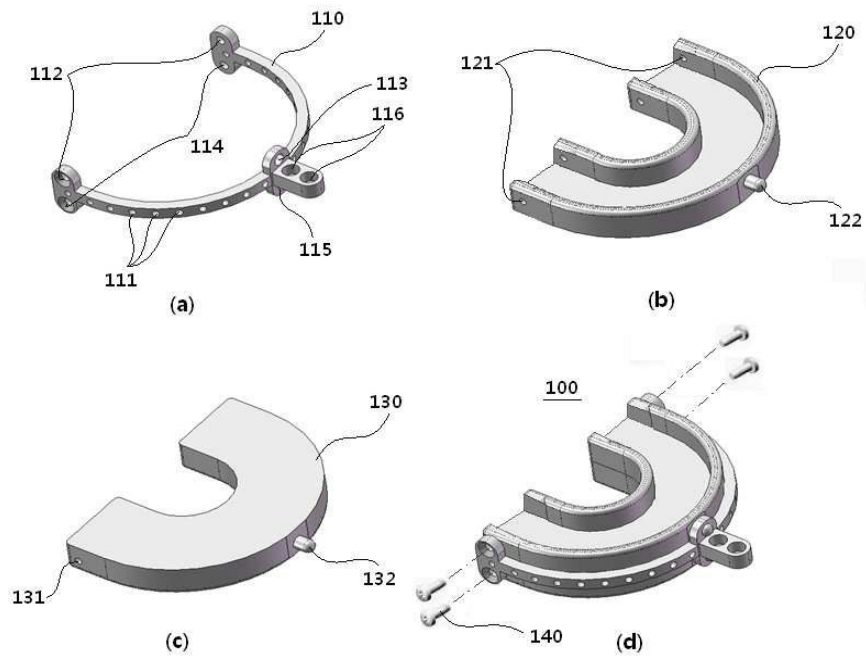
- [0115] 도 1은 본 발명에 따른 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템의 일례를 설명하기 위한 도.
- [0116] 도 2a는 도 1에서 표준화된 가이드 스탠트의 일례를 설명하기 위한 도.
- [0117] 도 2b는 도 2a의 X-Ray 촬영된 파노라마 필름상에 치조골에 인공 치아가 식립될 위치를 결정하기 위한 가이드 마크가 표시된 일례를 설명하기 위한 도.
- [0118] 도 3a는 도 1에서 가이드 스탠트 및 핸드 피스가 장착되는 제 1, 2 시리얼 링크 및 위치 계산 방법을 설명하기 위한 도.
- [0119] 도 3b는 D-H 표기법(The Denavit-Hartenberg Representation)을 사용하여 링크 좌표계를 설명하기 위한 도.
- [0120] 도 3c는 시리얼 링크의 구조와 D-H 표기법을 사용한 좌표계 선정을 설명하기 위한 도.
- [0121] 도 4는 도 1에서 환자의 치아에 표준화된 가이드 스탠트가 고정되고, 핸드 피스의 드릴이 환자의 치조골에 인공 치아를 식립하기 위한 홀을 형성하는 일례를 설명하기 위한 도.
- [0122] 도 5는 표준화된 가이드 스탠트를 이용한 임플란트 식립 시스템의 제어 방법의 일례를 설명하기 위한 도.
- [0123] <도면의 주요 부분에 대한 도면 부호의 설명>
- [0124] 100 : 표준화된 가이드 스탠트 200 : 핸드 피스
- [0125] 300 : 제 1 시리얼 링크 400 : 제 2 시리얼 링크
- [0126] 500 : 화면 표시부 600 : 스피커부

도면

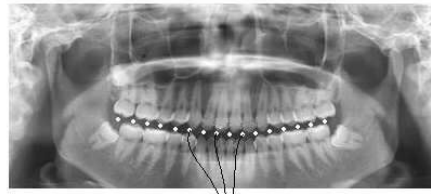
도면1



도면2a

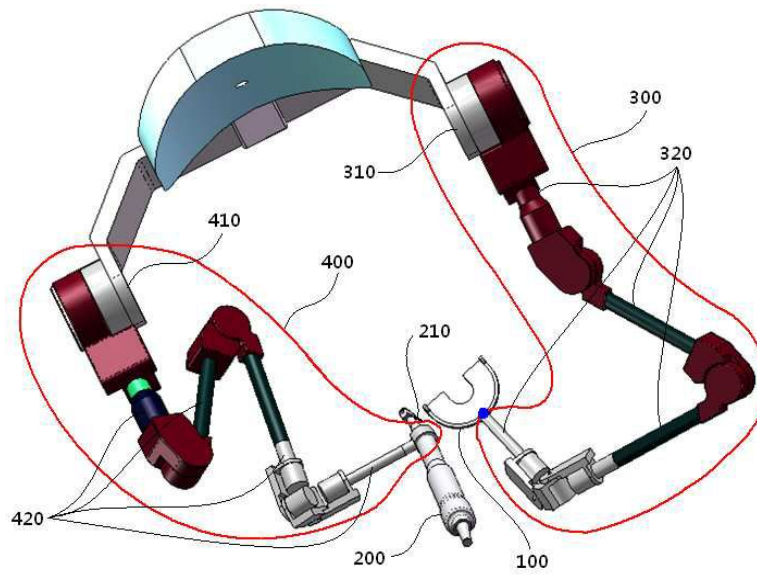


도면2b

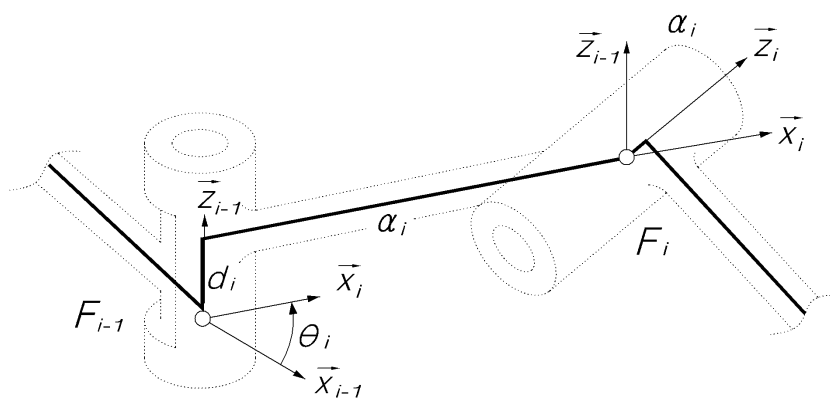


111'

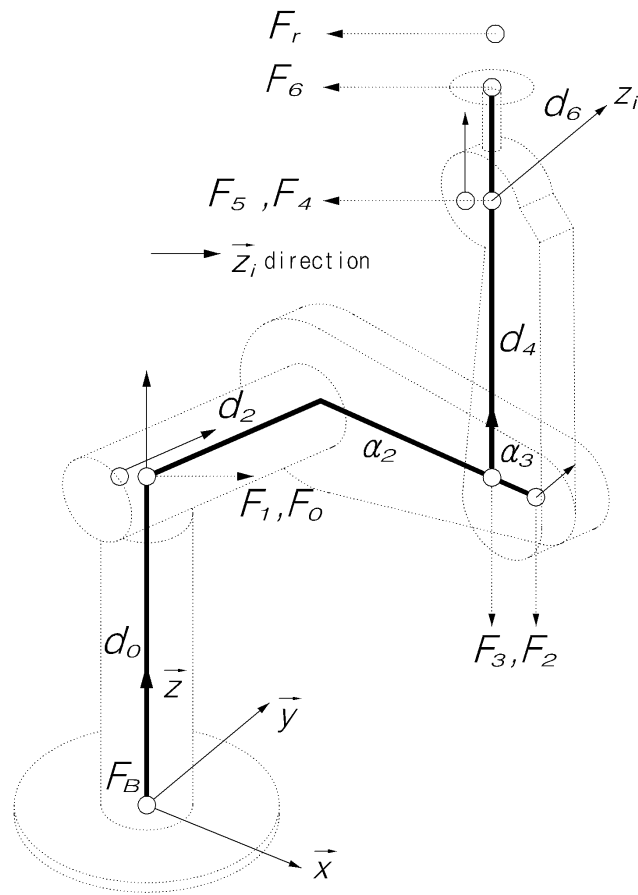
도면3a



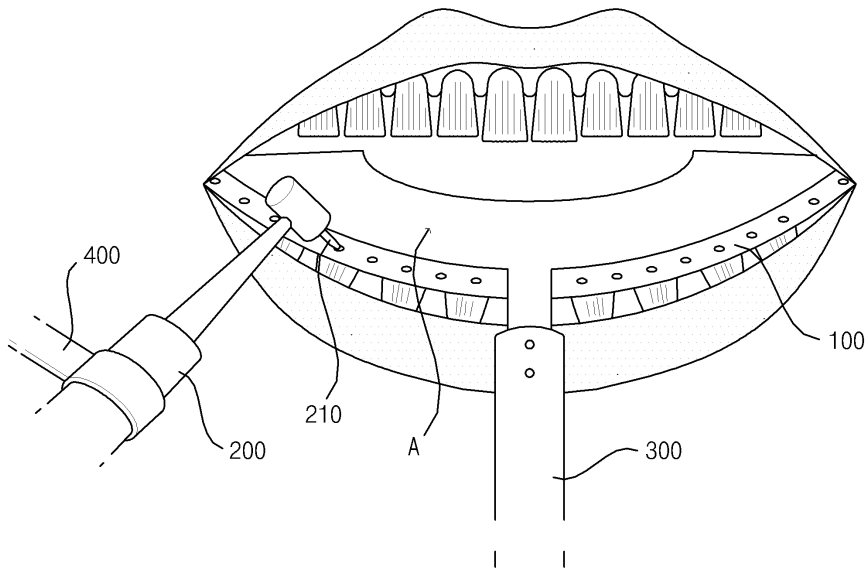
도면3b



도면3c



도면4



도면5

