



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0033836  
(43) 공개일자 2021년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61C 8/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61C 8/0068 (2013.01)

A61C 8/0022 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0115629

(22) 출원일자 2019년09월19일

심사청구일자 2019년09월19일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

박영범

서울특별시 중구 소공로 35, 101동 1204호

김중은

서울특별시 서대문구 연세로 50-1, 연세대치과병원

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김인철

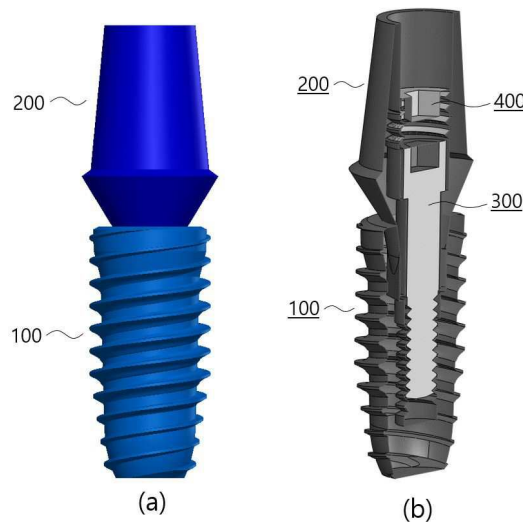
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체

(57) 요약

본 발명은 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체로서, 치조골(20)에 삽입되며, 몸체부(110)의 내부에는 상측이 개구된 내부홈(120)이 구비된 고정체(100); 중공구조의 관통부(240)를 가진 몸체부(210)의 상부 결합부(220)는 치아 크라운(10)과 결합되고, 몸체부(210)의 하부 결합부(230)는 상기 고정체(100)의 내부홈(120)에 삽입되는 지대주(200); 상기 지대주(200)의 관통부(240)를 통과하여 상기 고정체(100)의 내부홈(120)에 회전 결합되어, 상기 고정체(100)와 상기 지대주(200)를 결합시키는 지대주 나사(300); 및 상기 관통부(240) 내에서 상기 지대주 나사(300)의 상측에 결합되는 폴립방지나사(400)를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*A61C 8/0059* (2013.01)

*A61C 8/0069* (2013.01)

(72) 발명자

**김지환**

서울특별시 서대문구 연세로 50-1, 연세대학교대학

---

**임은섭**

서울특별시 동대문구 망우로 67, 701호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

치조골에 삽입되며, 몸체부의 내부에는 상측이 개구된 내부홈이 구비된 고정체;

중공구조의 관통부를 가진 몸체부의 상부 결합부는 치아 크라운과 결합되고, 몸체부의 하부 결합부는 상기 고정체의 내부홈에 삽입되는 지대주;

상기 지대주의 관통부를 통과하여 상기 고정체의 내부홈에 회전 결합되어, 상기 고정체와 상기 지대주를 결합시키는 지대주 나사; 및

상기 관통부 내에서 상기 지대주 나사의 상측에 결합되는 폴립방지나사를 포함하는 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 지대주 나사의 몸체부 외면 일측에 나사산부가 형성되고, 상기 고정체의 내부홈의 대응되는 위치에 나사결합부가 형성되어 회전 결합이 되는 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 지대주 나사는 몸체부의 외면 타측에 평탄면이 형성되고, 상기 고정체의 내부홈의 대응되는 위치에 평탄면이 형성되어 접촉 결합이 되는 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 지대주 나사의 머리부는 몸체부보다 큰 직경을 가지며,

상기 지대주의 관통부에 형성된 지대주나사 안착단에 상기 지대주 나사의 머리부 하단이 접촉되면서 가압하는 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 지대주 나사의 머리부에는 함몰된 회전가이드홈이 구비된 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 폴립방지나사의 몸체부 외면에는 나사산이 구비되고, 상면에는 회전가이드홈이 구비되고, 하면은 평면으로 구비되는 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 지대주의 관통부에는 상기 폴립방지나사가 회전 결합되는 폴립방지나사 결합부가 형성되며,

상기 폴립방지나사 결합부의 내경은 상기 지대주 나사의 외경과 같거나 더 큰 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 폴립방지나사 결합부의 회전 결합방향은 상기 고정체의 회전 결합방향과 동일 방향인 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 폴립방지나사 결합부의 회전 결합방향은 상기 고정체의 회전 결합방향과 반대 방향인 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

#### 청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 고정체의 내부홈 상측으로 상기 지대주가 삽입되고, 상기 지대주의 관통부를 통해 상기 지대주 나사를 삽입시켜 상기 고정체와 1차 결합시키고,

상기 지대주의 관통부를 통해 상기 지대주 나사의 상측에서 상기 폴립방지나사를 상기 지대주와 2차 결합시키는 것을 특징으로 하는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 치아 임플란트 구조체에 관한 것이다. 구체적으로는 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 임플란트 보철물은 최근 무치악 회복을 위한 보편적인 치료 중 한 가지로 자리매김하고 있다. 하지만 임플란트를 이용한 치료는 여러가지 기계적, 생물학적 합병증을 동반하고 있다. 기계적 합병증에는 도재 파절, 보철물 나사 풀림, 지대주 나사 풀림 및 파절 등이 있다. 임플란트 보철물의 주요 문제점은 지대주 나사의 풀림에 의한 보철물의 동요로 알려져 있다.

[0003] 지대주 나사 풀림의 원인으로는 과도한 외력, 표면 거칠기 감소에 따른 정착 효과(settling effect), 측방력 등이 있다. 이러한 지대주 나사 풀림은 전하중 (preload)의 감소를 가져올 수 있다.

[0004] 부적절한 전하중은 진동에 의한 나사 풀림, 연결부 분리, 연결부 미끄러짐 등을 가져올 수 있으며, 이로 인해 치과 임플란트에서는 임플란트 구성요소의 파절을 초래할 수 있는 문제점이 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) (문헌 1) 한국공개특허공보 제10-2015-0019314호(2015.02.25)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명에 따른 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체는 다음과 같은 해결 과제를 가진다.

- [0007] 첫째, 고정체와 지대주의 결합을 견고하게 하고자 한다.
- [0008] 둘째, 지대주 나사의 풀림을 방지하고자 한다.
- [0009] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어질 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명은 풀림방지나사를 이용한 이중 풀림방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체로서, 치조골에 삽입되며, 몸체부의 내부에는 상측이 개구된 내부홈이 구비된 고정체; 중공구조의 관통부를 가진 몸체부의 상부 결합부는 치아 크라운과 결합되고, 몸체부의 하부 결합부는 상기 고정체의 내부홈에 삽입되는 지대주; 상기 지대주의 관통부를 통과하여 상기 고정체의 내부홈에 회전 결합되어, 상기 고정체와 상기 지대주를 결합시키는 지대주 나사; 및 상기 관통부 내에서 상기 지대주 나사의 상측에 결합되는 풀림방지나사를 포함한다.
- [0011] 본 발명에 있어서, 상기 지대주 나사의 몸체부 외면 일측에 나사산부가 형성되고, 상기 고정체의 내부홈의 대응되는 위치에 나사결합부가 형성되어 회전 결합이 될 수 있다.
- [0012] 본 발명에 있어서, 상기 지대주 나사는 몸체부의 외면 타측에 평탄면이 형성되고, 상기 고정체의 내부홈의 대응되는 위치에 평탄면이 형성되어 접촉 결합이 될 수 있다.
- [0013] 본 발명에 있어서, 상기 지대주 나사의 머리부는 몸체부보다 큰 직경을 가지며, 상기 지대주의 관통부에 형성된 지대주나사 안착단에 상기 지대주 나사의 머리부 하단이 접촉되면서 가압할 수 있다.
- [0014] 본 발명에 있어서, 상기 지대주 나사의 머리부에는 함몰된 회전가이드홈이 구비될 수 있다.
- [0015] 본 발명에 있어서, 상기 풀림방지나사의 몸체부 외면에는 나사산이 구비되고, 상면에는 회전가이드홈이 구비되고, 하면은 평면으로 구비될 수 있다.
- [0016] 본 발명에 있어서, 상기 지대주의 관통부에는 상기 풀림방지나사가 회전 결합되는 풀림방지나사 결합부가 형성되며, 상기 풀림방지나사 결합부의 내경은 상기 지대주 나사의 외경과 같거나 더 큰 것이 바람직하다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 풀림방지나사 결합부의 회전 결합방향은 상기 고정체의 회전 결합방향과 동일 방향인 것이 가능하다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 상기 풀림방지나사 결합부의 회전 결합방향은 상기 고정체의 회전 결합방향과 반대 방향인 것이 가능하다.
- [0019] 본 발명에 있어서, 상기 고정체의 내부홈 상측으로 상기 지대주가 삽입되고, 상기 지대주의 관통부를 통해 상기 지대주 나사를 삽입시켜 상기 고정체와 1차 결합시키고, 상기 지대주의 관통부를 통해 상기 지대주 나사의 상측에서 상기 풀림방지나사를 상기 지대주와 2차 결합시키는 것이 가능하다.

### 발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따른 풀림방지나사를 이용한 이중 풀림방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체는 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0021] 첫째, 지대주 나사를 이용하여, 고정체와 지대주의 결합이 견고하게 되는 효과가 있다.
- [0022] 둘째, 풀림방지나사를 이용하여, 지대주 나사의 풀림을 방지하는 효과가 있다.
- [0023] 셋째, 풀림방지나사의 회전방향을 조절하여, 지대주 나사의 풀림을 더욱 효율적으로 방지하는 효과가 있다.
- [0024] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일반적인 치아 임플란트의 모식도이다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명에 따른 치아 임플란트 구조체의 사시도와 정단면도이다.
- 도 3a 내지 도 3c는 본 발명에 따른 고정체의 사시도, 정면도 및 정단면도이다.

도 4a는 본 발명에서 고정체에 지대주 나사가 결합되는 것을 나타내는 사시도이며, 도 4b는 결합된 지대주 나사의 정면도이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명에서 고정체에 지대주 나사가 결합된 상태를 나타내는 정면도와 정단면도이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 지대주의 정면도와 정단면도이다.

도 7a는 본 발명에서 지대주의 관통부에 폴립방지나사가 결합된 것을 나타내는 사시도이며, 도 7b 및 도 7c는 본 발명에 따른 폴립방지나사를 나타낸다.

도 8a는 본 발명에 따른 지대주에 폴립방지나사가 결합된 상태의 정 단면도이고, 도 8b는 본 발명에 따른 폴립방지나사의 정단면도이다.

도 9a는 본 발명에 따른 치아 임플란트 구조체에 폴립방지나사가 결합된 상태의 정단면도이고, 도 9b 및 도 9c는 지대주 나사와 폴립방지나사를 나타낸다.

도 10은 본 발명에 따른 치아 임플란트 구조체가 치조골에 결합된 상태의 정단면도이다.

도 11은 폴립방지나사의 체결토크에 따른 축하중을 나타내는 그래프이다.

도 12는 폴립방지나사의 체결 토크에 따른 Von Mises 응력 분포를 나타낸다.

도 13은 외부하중 하에서의 지대주나사와 지대주-지대주나사 경계면의 정상응력을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 가능한 한 동일하거나 유사한 부분은 도면에서 동일한 도면부호를 사용하여 나타낸다.
- [0027] 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지는 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다.
- [0028] 본 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0029] 본 명세서에서 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0031] 이하에서는 도면을 참고하여 본 발명을 설명하고자 한다. 참고로, 도면은 본 발명의 특징을 설명하기 위하여, 일부 과장되게 표현될 수도 있다. 이 경우, 본 명세서의 전 취지에 비추어 해석되는 것이 바람직하다.
- [0033] 본 발명에서는 지대주 내면에 나사산을 형성하고 작은 무두(headless) 나사인 폴립방지나사를 체결하여 지대주 나사의 두부에 압축력을 가하는 방식이다. 이로 인해, 지대주와 지대주 나사 두부의 밀면이 만나는 계면에서의 마찰력을 높여 지대주 나사 풀림을 방지하게 된다.
- [0035] 도 1은 일반적인 치아 임플란트의 모식도이다. 도 2a 및 도 2b는 본 발명에 따른 치아 임플란트 구조체의 사시도와 정단면도이다.
- [0036] 본 발명에 따른 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체는 고정체(fixture), 지대주(abutment), 지대주 나사(abutment screw) 및 폴립방지나사(lock screw)를 포함한다.

- [0037] 본 발명에 따른 고정체(100)는 치조골(20)에 삽입되며, 몸체부(110)의 내부에는 상측이 개구된 내부홈(120)이 구비될 수 있다.
- [0038] 본 발명에 따른 지대주(200)는 중공구조의 관통부(240)를 가진 몸체부(210)의 상부 결합부(220)는 치아 크라운(10)과 결합되고, 몸체부(210)의 하부 결합부(230)는 상기 고정체(100)의 내부홈(120)에 삽입될 수 있다.
- [0039] 본 발명에 따른 지대주 나사(300)는 지대주(200)의 관통부(240)를 통과하여 고정체(100)의 내부홈(120)에 회전 결합되어, 고정체(100)와 지대주(200)를 결합시킬 수 있다.
- [0040] 본 발명에 따른 풀림방지나사(400)는 관통부(240) 내에서 지대주 나사(300)의 상측에 결합될 수 있다.
- [0042] 본 발명에 있어서, 지대주 나사(300)의 몸체부(310) 외면 일측에 나사산부(320)가 형성되고, 고정체(100)의 내부홈(120)의 대응되는 위치에 나사결합부(121)가 형성되어 회전 결합이 될 수 있다. 이러한 나사 회전결합에 의해, 지대주 나사(300)는 고정체(100)에 결합될 수 있다. 또한, 지대주 나사(300)는 지대주(200)에 삽입된 상태로 고정체(100)에 결합되므로, 결국 지대주(200)를 고정체(100)에 결합하게 된다.
- [0044] ==(해당 문장을 모두 삭제함)==
- [0045] 아래에 관련 설명이 이미 되어있는데, 본 문장에서 논리충돌 우려가 있는 문장을 구태여 기재할 필요가 없다고 판단되어서 삭제하였습니다.
- [0048] 본 발명에 있어서, 지대주 나사(300)의 머리부(330)는 몸체부(310)보다 큰 직경을 가지며, 지대주(200)의 관통부(240)에 형성된 나사 안착단(241)에 지대주 나사의 머리부 하단(331)이 접촉되면서 가압할 수 있다(도 9a 참조).
- [0049] 지대주 나사(300)의 머리부(330)에는 함몰된 회전가이드홈(340)이 구비되고, 예를 들어, 육각렌치 등의 도구를 회전가이드홈(340)에 삽입시켜 회전시키면, 지대주 나사(300)는 아래로 회전하면서, 지대주 나사(300)의 머리부 하단(331)이 지대주(200)의 나사 안착단(241)을 가압하게 된다.
- [0050] 이러한 가압력으로 인해, 지대주(200)와 지대주 나사(300) 머리부의 하단(331)이 만나는 계면에서의 마찰력이 발생되어, 지대주 나사(300)의 풀림이 방지될 수 있다. 즉, 지대주 나사(300)는 지대주(200)와 닿는 면에서 접촉에 의한 마찰력이 발생되어, 회전하지 않게 된다. 이러한 마찰력으로 인하여, 지대주 나사(300)의 풀림이 방지되는 것이다.
- [0052] 그런데, 구강내에서 지속적으로 가해지는 교합력(bite force) 등에 의해 지대주 나사(300)가 풀어질 수 있다. 만약 지대주 나사(300)가 역방향으로 회전하여 풀어지게 되면, 지대주 나사 머리부 하단(331)과 지대주의 나사 안착단(241)의 마찰력이 약화되며, 지대주(200)와 고정체(100)의 결합이 약화된다. 따라서, 지대주(200) 상에 결합된 치아 크라운(10)이 안정적으로 고정되지 못하고 흔들리게 되는 결과를 초래하게 된다.
- [0054] 본 발명에서는 지대주 나사(300)의 풀림을 이중으로 방지하기 위하여, 풀림방지나사(400)를 추가적으로 구비하는 것이 바람직하다. 즉, 풀림방지나사(400)를 이용하여 지대주 나사(300)의 머리부(330)에 힘을 가하게 되면, 지대주 나사 머리부 하단(331)과 지대주의 나사 안착단(241)이 만나는 면에서 마찰력을 높일 수 있다. 지대주 나사(400)와 풀림방지나사(400)가 접하는 면에서 추가적인 마찰력을 받는 면이 생길 수 있다.
- [0055] 따라서, 지대주 나사(300)의 머리부(330)가 회전되는 것이 곤란해지며, 이로 인해 지대주 나사(300)의 풀림을 방지할 수 있게 된다.
- [0057] 본 발명에 따른 풀림방지나사(400)의 경우, 몸체부(410)의 외면(420)에는 나사산이 구비되고, 상면에는 회전이

이드홈(430)이 구비되고, 하면(440)은 평면으로 구비될 수 있다.

- [0058] 본 발명에 있어서, 지대주(200)의 관통부(240)에는 폴립방지나사(400)가 회전 결합되는 폴립방지나사 결합부(242)가 형성될 수 있다(도 6b 참조).
- [0059] 폴립방지나사의 외면(420)의 나사산은 지대주(200)의 폴립방지나사 결합부(242)에 회전결합하게 된다.
- [0061] 본 발명에 있어서, 지대주의 관통부(240)를 통해 지대주 나사(300)가 먼저 삽입되어야 하므로, 폴립방지나사 결합부(242)의 내경은 상기 지대주 나사(300)의 외경과 같거나 더 큰 것이 바람직하다.
- [0062] 또한, 폴립방지나사 결합부(242)의 외경은 폴립방지나사(400)의 외경과 대응되므로, 외경이 큰 경우, 더 큰 질량과 부피를 가진 폴립방지나사(400)로 지대주 나사(300)를 가압하는 효과가 발생할 수 있다.
- [0064] 한편, 폴립방지나사(400)의 회전방향에 관하여 2가지 실시예가 가능하다.
- [0065] 제1 실시예는 폴립방지나사 결합부(242)의 회전 결합방향이 고정체(100)의 회전 결합방향과 동일 방향인 실시예이다. 즉 고정체(100)가 결합되기 위한 회전방향과, 폴립방지나사(400)가 결합되기 위한 회전방향이 동일한 실시예이다.
- [0066] 제2 실시예는 폴립방지나사 결합부(242)의 회전 결합방향이 고정체(100)의 회전 결합방향과 반대 방향인 실시예이다. 즉 고정체(100)가 결합되기 위한 회전방향과, 폴립방지나사(400)가 결합되기 위한 회전방향이 반대인 실시예이다.
- [0068] 제1 실시예는 일반적으로 동일한 회전방향을 가진 부품을 그대로 활용할 수 있는 장점이 있다. 그리고, 비록 동일한 회전방향이라고 하더라도, 폴립방지나사(400)가 견고하게 나사 회전결합됨으로써 발생하는 가압력은 지대주 나사(300)의 폴립을 충분히 방지할 수 있다.
- [0069] 제2 실시예는 고정체가 풀리도록 작용되는 회전방향이 가해질때, 역으로, 폴립방지나사(400)는 더욱 견고하게 결합되는 성질이 발생된다. 따라서, 지대주 나사(300)의 폴립을 더욱 방지할 수 있을 것이다.
- [0071] 본 발명에 따른 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체는 2회차에 걸쳐서 결합되는 것을 특징으로 한다.
- [0072] 구체적으로, 고정체(100)의 내부홈(120) 상측으로 지대주(200)가 삽입되고, 지대주(200)의 관통부(240)를 통해 지대주 나사(300)를 삽입시켜 상기 고정체(100)와 1차 결합시키게 된다.
- [0073] 그 후 지대주(200)의 관통부(240)를 통해 지대주 나사(300)의 상측에서 상기 폴립방지나사(400)를 지대주(200)와 2차 결합시키면 결합이 완성된다.

### 실시예 1

- [0075] 이하에서는 제1 실시예에 따른 폴립방지나사를 이용한 이중 폴립방지구조가 구비된 치아 임플란트 구조체에 대한 유한요소해석을 설명하고자 한다.
- [0076] 유한요소해석법은 실제와 비슷한 모형을 이용하여 역학적인 특성을 밝히는 방법으로 복잡한 형태를 가지는 모형을 작고 간단한 여러 개의 요소(element)로 나누어 근사해를 구하고, 이를 결합하여 전체적인 결과를 얻는 방법이다.
- [0078] 본 발명자는 지대주 나사 폴립을 방지하기 위한 새로운 폴립방지 시스템의 역학적 특성을 유한요소해석적 방법을 통하여 살펴보았다. 이를 위해 두 단계로 구성된 실험을 설계하였다.
- [0079] 첫 번째 단계에서는 실제 사용되는 임플란트와 유사한 3차원 유한요소모형을 설계하고, 전하중을 구하여 이론식

과 비교해 해석모형을 검증하였다. 두 번째 단계에서는 구해진 전하중을 부여한 상태에서 폴립방지나사를 적용한 후 고정체와 지대주, 지대주와 지대주 나사 계면에서의 역학적 특성을 분석하였다.

- [0081] 고정체는 직경 4.5 mm, 길이 10 mm, 내측으로 지대주와 만나는 부분은 11도의 경사를 가지는 원추형 사면을 가지도록 설계하였고, 외부 나사산은 리버스 버트리스(reverse buttress) 형태로 0.9 mm 피치(pitch)를 가지도록 하였다.
- [0082] 지대주는 기존에 존재하는 형태를 근거로 설계하였으며, 추가적으로 내면에 나사산을 형성하여, 폴립방지나사가 체결될 수 있게 하였다.
- [0083] 지대주 나사는 전체 길이 10mm, 몸체 직경 2 mm, 두부 직경 2.6mm, 피치 0.4 mm인 M2 나사를 기반으로 제작하였다.
- [0084] 폴립방지나사는 직경 3 mm 높이 2 mm 크기와 0.5 mm 피치를 가지는 M3 무두나사(headless screw)로 설계하였고, 폴립방지나사가 체결되면 지대주 나사의 상부에 압축력을 가하도록 하였다.
- [0085] 모든 모델은 해석상의 오류를 피하기 위해 해석에 불필요한 부분은 배제하였다. 이후 설계한 CAD 모델을 IGES (Initial Graphics Exchange Specification) 파일로 내보내고, ANSYS SpaceClaim (ANSYS Inc, Canonsburg, USA)으로 불러 들여 해석에 필요한 수정을 하였다.
- [0086] 재료의 물성은 고정체의 경우 티타늄(Grade 4), 지대주와 지대주 나사, 폴립방지나사는 티타늄 합금(Ti-6Al-4V ELI)를 사용하였다. 골 모델은 기존 연구를 참고하여 높이 27 mm, 폭 9 mm, 너비 20 mm의 하악골 모델을 설계하였다. 골 표면의 1mm는 피질골로 하였으며, 내부에는 해면골이 되도록 하였다. 해석에 사용한 모형은 모두 등방성, 균질성 및 선형 탄성을 가정하였고, 연구에 사용한 재료의 물성은 기존 연구를 참고하였으며 상기 내용을 정리하면 표 1과 같다.

표 1

	Size	Materials	Poisson's ratio	Young's modulus	Yield strength
Cortical bone	-	-	0.3	13.7 GPa	-
Cancellous bone	-	-	0.3	1.37 GPa	-
Fixture	Φ 4.5 × L10 mm	Titanium grade 4	0.34	105 GPa	483 MPa
Abutment	Φ 5.5 × H 5.5 mm	Titanium alloy (Ti-6Al-4V ELI)	0.342	113 GPa	795 MPa
Abutment screw	M2.0 × 0.4P				
Lock screw	M3.0 × 0.5P				

- [0087]
- [0089] 유한요소해석은 ANSYS Workbench 17.0 (ANSYS Inc, Canonsburg, USA)을 사용하였다. 실험은 두 단계로 이루어져 있는데, 첫 번째 단계는 유한요소해석 모델의 검증이고, 두 번째 단계는 폴립방지나사 체결 시 임플란트 구성요소들의 역학적 특성을 살펴보는 단계이다.
- [0090] 먼저 유한요소해석 모델의 타당성을 검증하고자 세 가지 마찰계수를 이용하여 전하중의 이론값을 구하고 이를 골과 고정체, 지대주, 지대주 나사 모델을 이용하여 유한요소해석으로 계산된 값과 비교하였다. 검증된 모델에서 측정된 전하중 값을 이용하여 지대주 나사에 전하중을 부여하고, 폴립방지나사를 각기 다른 조임회전력으로 체결한 후 각각에 대하여 교합력을 가하는 경우의 등가응력(von Mises stress), 수직응력(normal stress)을 평가하여 폴립방지나사가 임플란트 구성요소에 미치는 영향을 살펴 보고, 외부 하중 하에서 어떤 응력분포를 가지는지 살펴보았다.
- [0091] 해석에 사용된 유한요소는 해석상 중요한 부분인 나사산과 폴립방지나사의 접촉부를 상대적으로 조밀하게 형성하였고, 총 요소 229,115개, 절점 360,752개가 형성되었다. 형성된 유한요소 모형의 절점 및 요소의 수는 아래 표 2에 나타내었다.

표 2

Geometry	Elements	Nodes
Cortical bone	10,825	20,890
Cancellous bone	24,135	39,113
Fixture	82,478	123,486
Abutment	40,696	63,776
Abutment screw	58,289	89,869
Lock screw	9,160	18,087
Total	225,583	355,221

[0092]

[0094] 지대주 나사의 조임에 의해 발생하는 전하중의 이론적 계산은 다음에 제시된 Bickford의 식을 이용하여 계산하였다.

수학식 1

$$T_{in} = F_P \left( \frac{P}{2\pi} + \frac{\mu_t r_t}{\cos \beta} + \mu_n r_n \right)$$

[0095]

[0096] 여기서  $T_{in}$ 은 조임회전력,  $F_P$ 는 전하중,  $P$ 는 나사의 피치,  $\mu_t$ 는 지대주 나사의 나사산에서의 마찰계수  $r_t$ 는 나사산의 유효 반지름,  $\beta$ 는 나사산의 각도의 절반,  $\mu_n$ 은 나사의 두부와 지대주가 만나는 계면에서의 마찰계수,  $r_n$ 은 나사의 두부와 지대주가 만나는 유효 반지름을 의미한다.

[0098] 골과 고정체는 완전한 골유착을 가정하여 bonded 조건을 설정하였고, 골의 근원심 단면은 fixed support로 설정하여 하중에 따른 변위가 발생하지 않도록 하였다. 고정체와 지대주는 인장력에만 분리되고 마찰은 일어나지 않는 rough 조건을 사용하였다. 지대주 나사 두부와 지대주의 접촉계면, 지대주 나사와 고정체 접촉계면, 폴립방 지나사와 지대주 나사 접촉계면, 폴립방 지나사와 지대주 접촉계면은 모두 마찰력이 발생할 수 있는 frictional 조건을 사용하였고, 이전 연구를 참고하여 유효되지 않은 티타늄 표면을 상정하여 마찰계수  $\mu = 0.4$ 를 사용하였다. 경계조건에 대한 모식도는 도 10과 같다.

[0100] 유한요소해석 모델의 타당성을 검증하기 위해 전하중에 대한 해석을 시행하였다. 해석모델 중 고정체, 지대주, 지대주 나사만 불러들여 지대주 나사 상부의 육각 홈에 ANSYS의 Moment 기능을 이용하여 시계방향으로 30 Ncm의 조임회전력을 가하였다. 이때 실제 임상적 상황과 유사하도록 조임회전력을 1초간 증가시켰다가 1초간 감소시키는 방식으로 가하여 잔류응력만 남도록 하였다.

[0101] 검증을 위해 마찰계수  $\mu$ 는 0.2, 0.3, 0.4 세 가지를 이용하였다. 전하중 측정을 위해 ANSYS의 Force Reaction 기능을 사용하였고, 측정은 검증을 위해 각각 지대주-지대주 나사 계면과 고정체-지대주 계면에서 이중으로 시행하였다.

[0103] 폴립방 지나사의 적용은 해석의 오차를 줄이기 위해 지대주나사의 몸체에 Bolt Pretention의 Adjustment 기능을

이용하여 앞서 해석된  $\mu = 0.4$ 일때의 전하중 값과 동일한 값을 가지는 변형량을 설정하여 시행하였다. 전하중 부여 후 폴립방지나사의 상부 육각 홈에 Moment 기능을 이용하여 시계방향으로 각각 10 Ncm, 20 Ncm, 30 Ncm의 각기 다른 조임회전력을 가하였다. 실제 임상적 상황을 유사하게 재현하기 위해 지대주 나사와 마찬가지로 조임회전력을 1초간 증가 후 1초간 감소시켰다. 또한 교합력 하에서의 응력분포를 평가하기 위해 기존 연구를 참고하여 폴립방지나사 체결 후 지대주의 상부부터 변연까지의 외면에 178 N의 외부 하중을 장축에 30도 방향으로 가하였다. 각각의 하중조건에서 발생하는 고정체-지대주 계면과 지대주-지대주 나사 계면에서의 수직응력, 임플란트 구성요소의 등가응력을 측정하였다.

[0105] 이론식과 유한요소해석을 통해 얻은  $\mu$  값에 따른 전하중 값을 아래 표 3에 나타내었다. 지대주-지대주 나사 계면과 고정체-지대주 계면에서 얻어진 전하중 값은 동일하였고 이론값과 해석값은 최대 약 14 N의 정도의 차이를 보였다.

표 3

Friction coefficient	Theoretical formula [N]	Fixture-Abutment interface [N]	Abutment-Abutment screw interface [N]
0.2	594.51	587.14	587.14
0.3	413.75	405.57	405.57
0.4	317.28	303.77	303.77

[0106]

[0108] 해석된 전하중 값을 바탕으로 Bolt Pretension 기능에서 0.012497 mm만큼 지대주 나사의 물체를 압축시켜 303.77 N의 전하중을 구현하였다. 전하중이 부여된 상태에서 폴립방지나사를 각각 다른 조임회전력으로 체결하였을 때 지대주-지대주 나사 계면과 고정체-지대주 계면에서의 축방향 하중(axial load)을 표 4에 나타내었다.

표 4

	Tightening torque of Lock screw	Abutment-Abutment screw interface (N)	Fixture-Abutment interface (N)
No external load	No Lock screw (preload)	303.77	303.77
	10 Ncm	377.10	294.29
	20 Ncm	450.74	284.84
	30 Ncm	525.74	275.26
	No Lock screw	286.80	440.95
Under external load	10 Ncm	393.54	427.08
	20 Ncm	467.58	417.54
	30 Ncm	542.85	408.65

[0109]

[0111] 지대주-지대주 나사 계면에서 축방향 하중은 조임회전력이 10 Ncm, 20 Ncm, 30 Ncm으로 증가함에 따라 377.10 N, 450.74 N, 525.74 N으로 증가하는 경향을 보였다. 고정체-지대주 계면에서 축방향 하중은 조임회전력이 증가함에 따라 294.29 N, 284.84 N, 275.26 N으로 감소하였으며, 이러한 축방향 하중 분포를 도 11에 실선으로 나타내었다.

[0113] 임플란트의 구성요소에서 폴립방지나사의 조임회전력에 따른 등가응력 분포 및 최대 등가응력의 위치를 도 12A 내지 도 12D에 나타내었고, 이 때의 최대 등가응력 값을 표 5에 나타내었다. 고정체에서는 폴립방지나사의 조임회전력 증가에 따라 최대 등가응력이 감소하였고 그 위치는 첫 번째 내부 나사산이었다. 반대로 지대주에서는 최대 등가응력이 증가하였고, 그 위치는 지대주 나사와 만나는 계면이었다. 지대주 나사에서도 최대 등가응력이 증가하였고, 그 위치는 지대주 나사가 지대주와 만나는 계면이었다. 모든 구성요소에서 항복강도를 넘어서는 등

가응력은 발생하지 않았다.

표 5

	Tightening torque of Lock screw	Fixture (MPa)	Abutment (MPa)	Abutment screw (MPa)	Lock screw (MPa)
No external load	No Lock screw	555.85	295.60	278.48	-
	10 Ncm	539.33	342.61	283.57	66.26
	20 Ncm	522.90	391.77	321.07	131.70
	30 Ncm	506.35	443.79	386.49	324.06
Under external load	No Lock screw	556.31	557.40	316.11	-
	10 Ncm	528.03	537.70	337.96	139.26
	20 Ncm	511.74	526.54	351.48	192.55
	30 Ncm	495.29	553.84	394.77	426.58

[0114]

[0116] 풀림방지나사 체결 후 외부 하중 적용 시 지대주-지대주 나사 계면과 고정체-지대주 계면에서의 축방향 하중을 표 4에 제시하였다.

[0117] 외부 하중을 적용한 경우에도 지대주-지대주 나사 계면에서의 축방향 하중은 풀림방지나사가 없는 경우와 조임 회전력이 10 Ncm, 20 Ncm, 30 Ncm으로 증가하는 경우에서 287.20 N, 393.54 N, 467.58 N, 542.85 N으로 증가하는 경향을 보였다. 지대주-지대주 나사 계면에서는 외부 하중을 적용하면 그렇지 않은 경우에 비해 축방향 하중이 감소하였고, 풀림방지나사 체결시에는 전하중만 부여한 것에 비해 축방향 하중이 증가하였다.

[0118] 고정체-지대주 계면에서는 축방향 하중이 같은 순서로 440.91 N, 427.08 N, 417.54 N, 408.65 N으로 감소하였다. 이러한 축방향 하중 분포를 도 11에 점선으로 나타내었다.

[0119] 전하중 그리고 외부 하중 하에서 지대주 나사에 발생하는 수직 응력 분포와 지대주-지대주 나사 계면의 수직응력 분포는 도 13과 같다. 전하중만 부여하였을 때에는 계면에서 발생하는 수직 응력이 도 13A와 같이 동심원 모양으로 일정한 분포를 보이지만 외부 하중을 가하면 도 13B와 같이 하중의 반대 방향인 오른쪽에서 부분적으로 압축력이 감소하는 것을 볼 수 있다.

[0120] 풀림방지나사를 체결하는 경우(도 13C, 도 13D, 도 13E)에는 전하중만 부여했던 경우보다 전체적으로 더 큰 압축력이 가해졌다.

[0121] 외부 하중 하에서 풀림방지나사의 조임회전력에 따른 임플란트 구성요소의 등가응력 분포 및 최대 등가응력의 위치를 도 12E 내지 도 12G에 나타내었고, 최대 등가응력 값을 표 5에서 나타내었다.

[0122] 구성요소 별로 최대 등가응력의 증감과 그 위치를 살펴보면 고정체에서는 풀림방지나사의 조임회전력 증가에 따라 최대 등가응력이 감소하였고

[0123] 그 위치는 첫 번째 내부 나사산이었다. 지대주에서는 최대 등가응력이 풀림방지나사가 없는 경우와 10 Ncm, 20Ncm에서는 557.40 N, 537.70 N, 526.54 N으로 감소하였고, 그 위치는 지대주와 고정체가 만나는 경사면의 하단부였다. 30 Ncm에서는 최대 등가응력이 553.84 N으로 증가하였는데, 그 위치는 지대주 나사와 만나는 계면이었다.

[0124] 지대주 나사에서는 최대 등가응력이 풀림방지나사의 조임 회전력 증가에 따라 증가하였는데, 풀림방지나사가 없을 때에는 첫 번째 나사산이었고, 풀림방지나사가 있을 때에는 지대주와 만나는 계면이었다. 모든 구성요소에서 항복강도를 넘어서는 등가응력은 발생하지 않았다.

[0126] 본 연구에서 풀림방지나사를 사용하면 도 12에서 나타난 것처럼 지대주-지대주 나사 계면에서 발생하는 장축방향의 축방향 하중은 증가하였고, 고정체-지대주 계면에서는 약간 감소하였다. 따라서 풀림방지나사의 조임회전력이 증가함에 따라 전하중이 약간 감소한다고 볼 수 있으나, 그 크기는 10 Ncm 증가시마다 약 9.5 N 정도로 부여되는 전하중의 약 3% 정도였다.

[0127] 표 4를 살펴보면 이는 폴립방지나사 체결에 따라 지대주-지대주 나사 계면이 더 큰 압축력 하에 놓이게 되어 지대주의 접촉면을 하방으로 누르게 되고, 이 과정에서의 움직임이 지대주 나사의 신장량을 줄여 전하중의 감소로 이어지는 것으로 사료된다.

[0128] 지대주-지대주 나사 계면에서의 수직응력의 증가는 지대주 나사 두부의 회전 방지에 큰 영향을 미친다. 일반적으로 알려진 마찰력을 구하는 식은 다음과 같다.

## 수학식 2

$$F = \mu N$$

[0129]

[0130] 마찰력은 수직항력(N)과 마찰계수( $\mu$ )의 곱에 비례하는데, 일반적으로 마찰계수는 사용하는 물질에 따라 정해져 있고, 수직항력은 물체의 무게에 비례한다. 하지만 지대주-지대주 나사 계면에서의 수직항력은 무게와 같은 방향으로 작용하는 축방향 하중의 크기에 따라 결정된다고 볼 수 있다. 따라서 폴립방지나사를 체결하면 마찰계수는 변화가 없으나, 수직항력을 증가시킬 수 있기 때문에 결과적으로 지대주-지대주 나사 계면에서의 마찰력을 증가시킬 수 있다.

[0131] 본 연구에서는 도 11에 나타난 것처럼 폴립방지나사를 각각 10 Ncm, 20 Ncm, 30 Ncm으로 체결 시 지대주-지대주 나사 계면의 축방향 하중이 폴립방지나사가 없을 때 보다 증가하였는데, 전하중에 비하여 30Ncm일 때 지대주-지대주 나사 계면의 축방향 하중이 약 1.73배 증가하였다.

[0132] 따라서 본 발명에 따른 폴립방지나사를 사용하면 상당량의 마찰력 증가가 가능하다고 볼 수 있다. 따라서 이를 통해 지대주 나사가 풀리려는 힘에 저항할 수 있게 된다.

[0134] 본 명세서에서 설명되는 실시예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

[0135]

10 : 치아 크라운

20 : 치조골

100 : 고정체 110 : 몸체부

120 : 내부홈 121 : 나사결합부

122 : 평탄면 130 : 외면부

200 : 지대주 210 : 몸체부

220 : 상부 결합부 230 : 하부 결합부

240 : 관통부 241 : 지대주나사 안착단

242 : 폴립방지나사 결합부

300 : 지대주 나사 310 : 몸체부

311 : 평탄면 320 : 나사산부

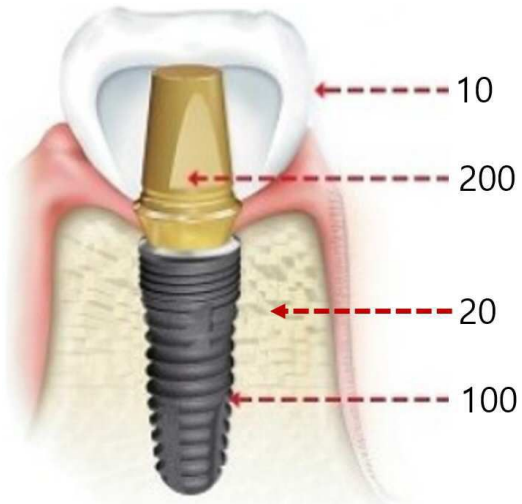
330 : 머리부 331 : 머리부 하단

340 : 회전가이드홈

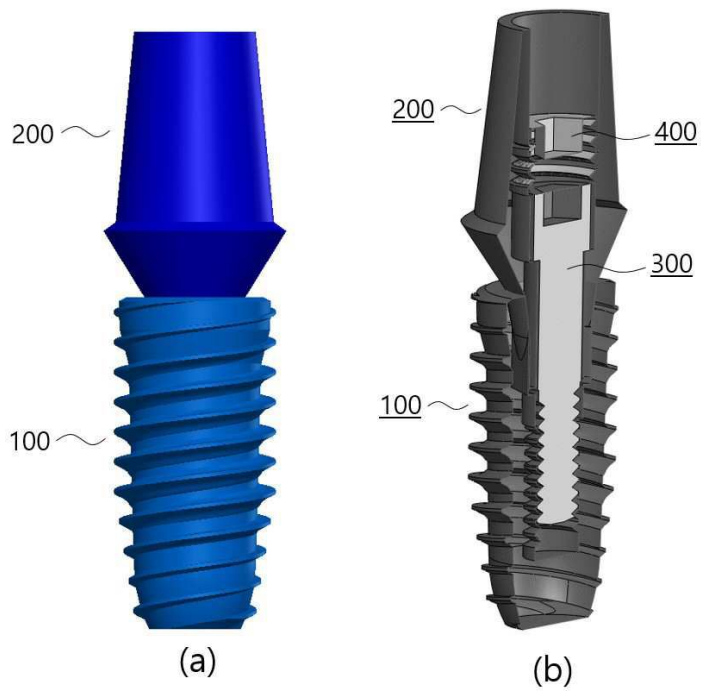
400 : 풀림방지나사 410 : 몸체부  
 420 : 외면 430 : 상부 회전가이드홈  
 440 : 하면

## 도면

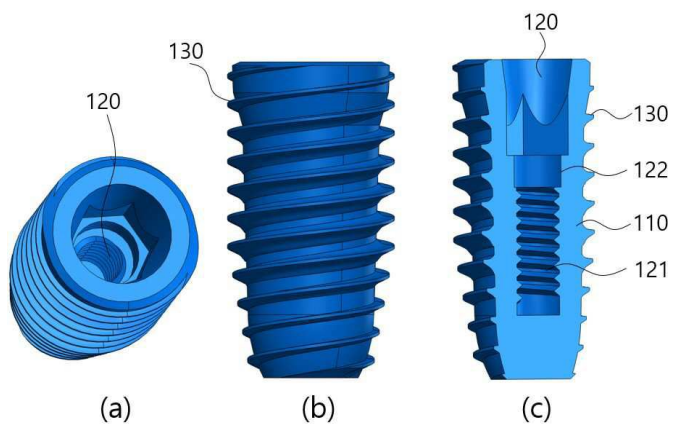
### 도면1



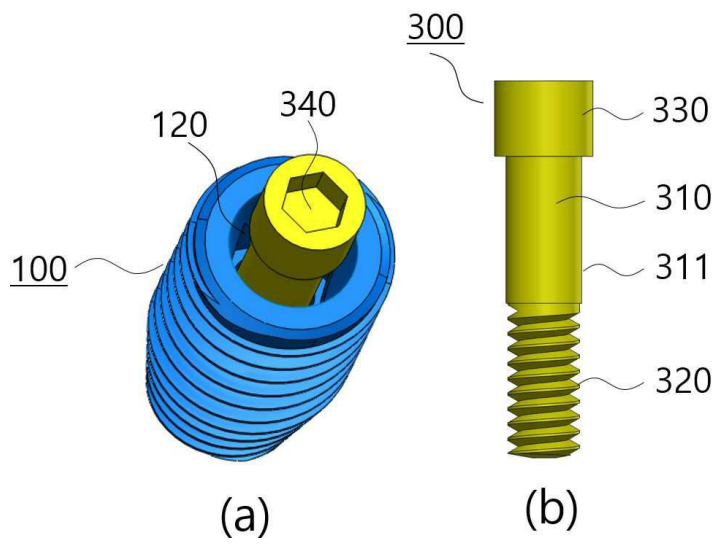
### 도면2



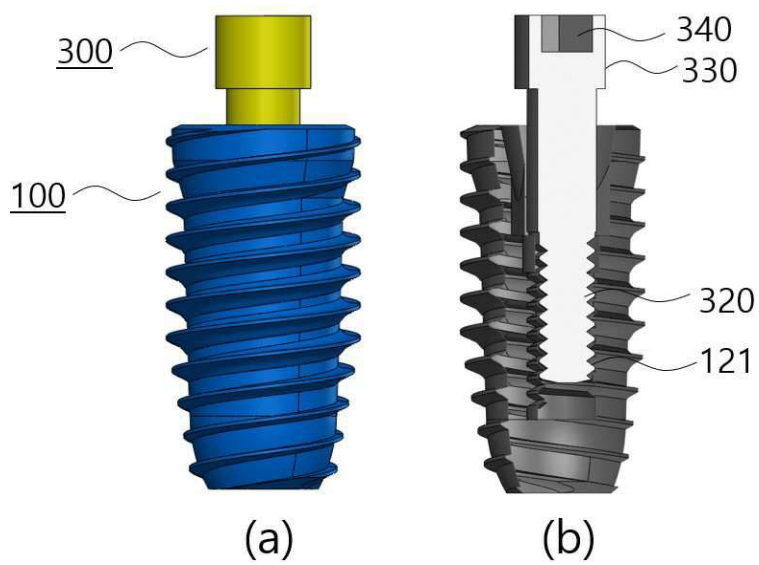
도면3



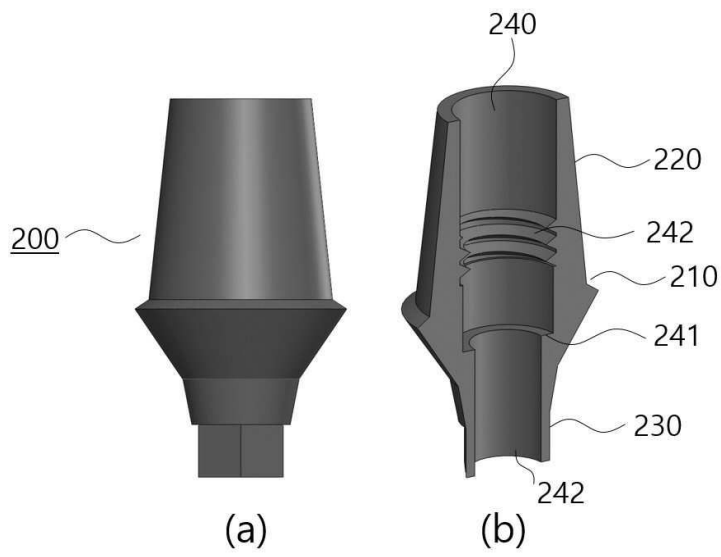
도면4



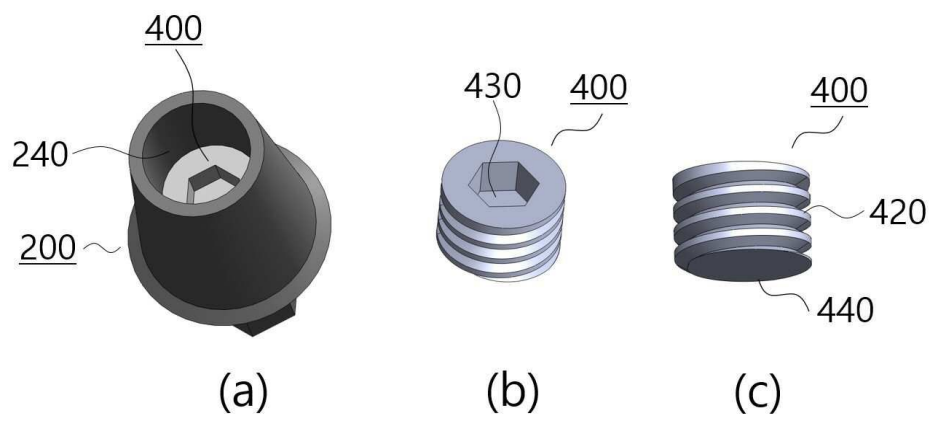
도면5



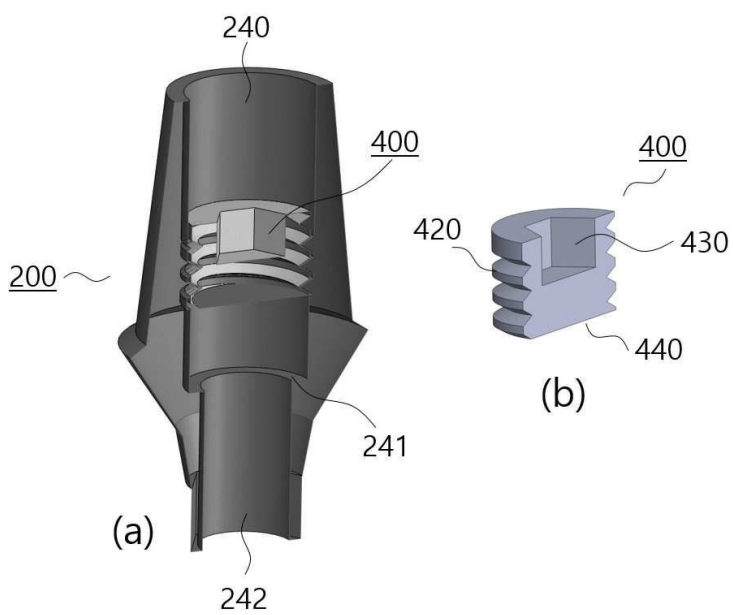
도면6



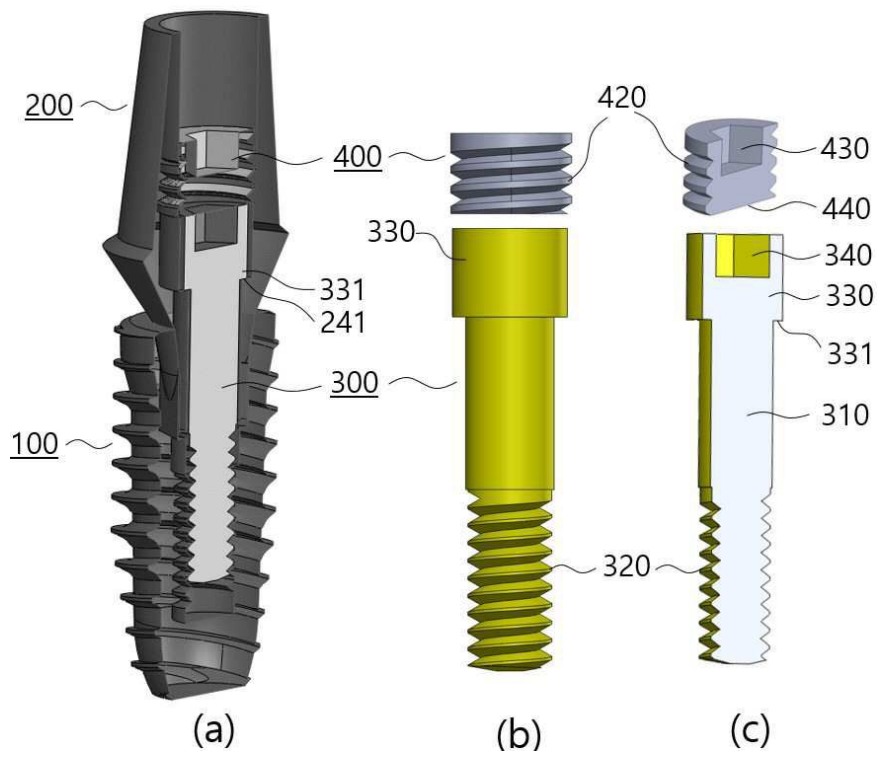
도면7



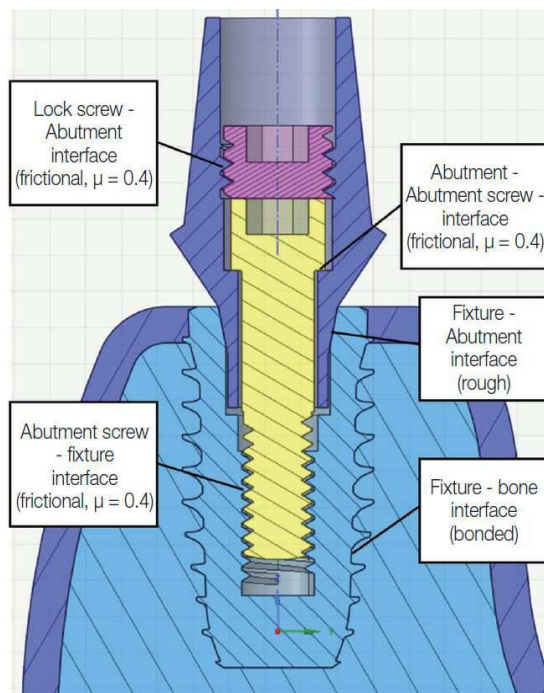
도면8



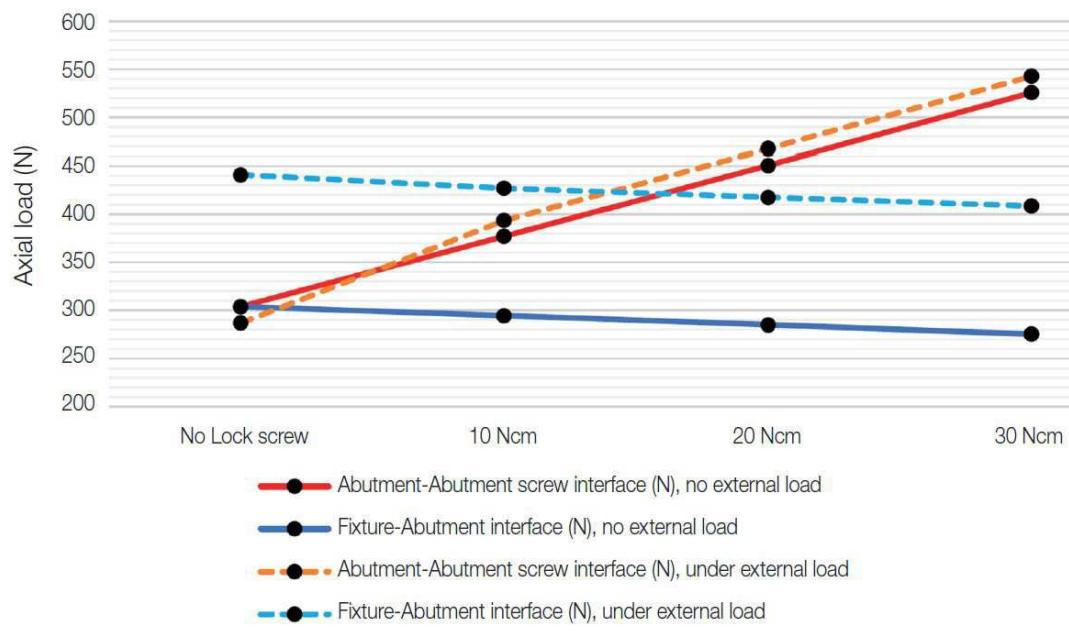
도면9



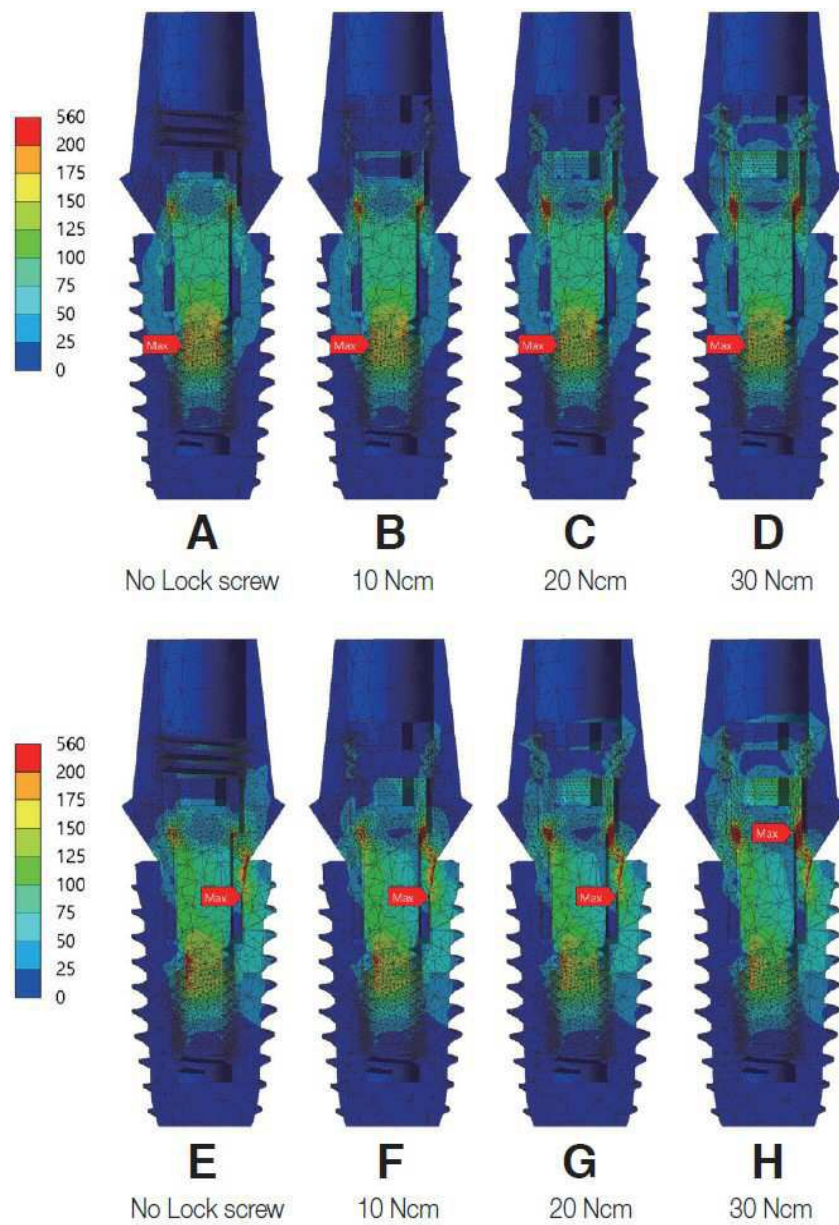
도면10



도면11



도면12



도면13

