(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년10월24일
(11) 등록번호 10-1668879
(24) 등록일자 2016년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61C 7/28 (2006.01) *A61C 7/12* (2006.01)
A61C 7/20 (2006.01) *A61C 7/34* (2006.01)
A61L 27/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7017923
(22) 출원일자(국제) 2009년08월13일
심사청구일자 2014년07월22일
(85) 번역문제출일자 2010년08월12일
(65) 공개번호 10-2011-0042258
(43) 공개일자 2011년04월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/053710
(87) 국제공개번호 WO 2010/019768
국제공개일자 2010년02월18일
(30) 우선권주장
61/088,519 2008년08월13일 미국(US)
61/106,358 2008년10월17일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
EP01836990 A1
JP2006290688 A
JP2006320726 A*
WO2007115268 A2
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
오름코 코포레이션
미합중국 92867 캘리포니아주 오렌지 웨스트 콜린스 애비뉴 1717
(72) 발명자
예 조나쓴
미국 캘리포니아 91765 다이아몬드 바 바베리 드라이브 1323
로드리게스 로돌포
미국 캘리포니아 91752 미라 로마 리겔 웨이 4983
파진-니아 파로크
미국 캘리포니아 90302 잉글우드 웨스트 페어뷰 블러바드 141
(74) 대리인
박병석, 최재철, 서장찬

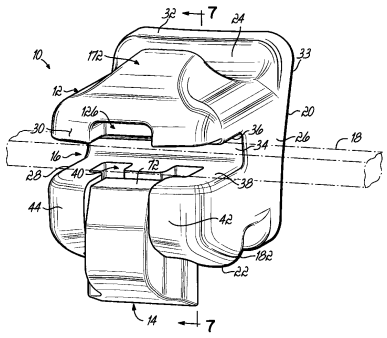
전체 청구항 수 : 총 46 항 심사관 : 양성연

(54) 발명의 명칭 **심미적 치열교정용 브래킷 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

아치와이어(archwire)(18)를 치아와 커플링시키기 위한 치열교정 브래킷(orthodontic bracket)(10)은 아치와이어(18)를 수용하도록 개조된 아치와이어 슬롯(16)을 갖는 브래킷 본체(12)를 포함한다. 이동식 부재(14)는 브래킷 본체(12)와 맞물리고, 개방된 위치와 밀폐된 위치 사이로 이동가능하다. 브래킷 본체(12) 및 이동식 부재(14)는 개선된 심미성을 위해 투명 또는 반투명 세라믹으로 제조된다. 브래킷 본체(12)는 잇몸 방향에서 이동식 부재(14)의 이동을 제한하는 하나 이상의 정지 표면을 포함할 수 있다. 브래킷 본체(12)는 아치와이어 슬롯(16)의 입술 엣지의 혀쪽으로 위치하는 지지 표면(40)을 포함할 수 있다. 브래킷 본체(12)는 3.4㎛ 초과 내지 약 6㎛ 범위의 평균 입자 크기를 특징으로 하는 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹으로 이루어질 수 있다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

아치와이어를 치아와 커플링시키기 위한 치열교정용 브래킷으로서,

치아에 마운팅(mounting)되도록 구성되고, 내부에 아치와이어를 수용하도록 개조된 아치와이어 슬롯(archwire slot)을 포함하는 브래킷 본체(bracket body)와;

브래킷 본체와 맞물리고, 아치와이어가 아치와이어 슬롯 내로 삽입가능한 개방된 위치와, 이동식 부재가 아치와이어 슬롯에서 아치와이어를 보유하는 밀폐된 위치 사이에서 브래킷 본체에 대해 이동가능한 이동식 부재와;

하나 이상의 밀폐된 위치에서 이동식 부재를 고정하고, 이동식 부재가 브래킷 본체로부터 분리되는 것을 방지하기 위한 고정 메카니즘(securing mechanism)을 포함하고, 고정 메카니즘이:

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 하나에 있는 돌출부와,

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 다른 하나에 있는 수용부를 포함하며, 수용부가 캐비티(cavity)를 포함하고,

브래킷 본체 및 이동식 부재가 투명 또는 반투명 세라믹 물질로 제조되는, 치열교정용 브래킷.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

돌출부가 브래킷 본체와 결합하고, 브래킷 본체가 내부에 돌출부를 수용하기 위한 보어(bore)를 추가로 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 5

제4항에 있어서,

보어의 적어도 일부가, 보어 내로 돌출부의 삽입을 용이하게 하기 위해서 테이퍼화된 형태(tapered configuration)를 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 6

제4항에 있어서,

보어가 돌출부를 수용하기 위한 제1 부분, 및 보어 내 돌출부를 고정하기 위한 교합 부재(occluding member)를 수용하기 위한 제2 부분을 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 7

제6항에 있어서,

보어의 제2 부분이 보어의 제1 부분에 비해 더 큰 횡방향 치수를 가져서 내부에 돌출부의 삽입을 용이하게 하는 치열교정용 브래킷.

청구항 8

제4항에 있어서,

돌출부를 지지하기 위한, 보어에 대해 배치된 상승된 보스(raised boss)를 추가로 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 9

제1항에 있어서,

돌출부가 방사상으로 확장할 수 있고 수축할 수 있는 스프링 핀(spring pin)인 치열교정용 브래킷.

청구항 10

삭제

청구항 11

제1항에 있어서,

캐비티가 개방 말단, 밀폐된 말단, 및 베이스 표면을 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 12

제11항에 있어서,

베이스 표면에 형성되고 내부에 돌출부를 수용하도록 개조된 리테이닝 슬롯(retaining slot)을 추가로 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 13

제11항에 있어서,

캐비티의 밀폐된 말단이, 이동식 부재가 밀폐된 위치에 있는 경우, 브래킷 본체와 접촉하도록 개조된 접촉 표면을 갖는 탭 부재(tab member)에 의해 밀폐되는 치열교정용 브래킷.

청구항 14

제1항에 있어서,

브래킷 본체가 브래킷 본체로부터 연장되는 타이 윙(tie wing), 및 타이 윙으로부터 연장되는 후크(hook)를 포함하고, 타이 윙 또는 후크 중의 하나 이상이 브래킷을 인접한 치열교정용 장치와 커플링시키기 위한 연결 부재를 수용하도록 개조되는 치열교정용 브래킷.

청구항 15

아치와이어를 치아와 커플링시키기 위한 치열교정용 브래킷으로서,

치아에 마운팅되도록 구성되고, 내부에 아치와이어를 수용하도록 개조된 아치와이어 슬롯을 포함하는 브래킷 본체와;

브래킷 본체와 맞물리고, 아치와이어가 아치와이어 슬롯 내로 삽입가능한 개방된 위치와, 이동식 부재가 아치와이어 슬롯 내에 아치와이어를 보유하는 밀폐된 위치 사이에서 브래킷 본체에 대해 이동가능한 이동식 부재와;

개방된 위치를 향하는 이동식 부재의 이동을 제한하기 위한 보유 메카니즘(retention mechanism)과;

밀폐된 위치를 향하는 이동식 부재의 이동을 제한하기 위한 보유 메카니즘으로부터 분리된 제1 정지 특징부(feature)와;

하나 이상의 밀폐된 위치에서 이동식 부재를 고정하고, 이동식 부재가 브래킷 본체로부터 분리되는 것을 방지하기 위한 고정 메카니즘(securing mechanism)을 포함하고, 고정 메카니즘이:

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 하나에 있는 돌출부와,

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 다른 하나에 있는 수용부를 포함하며, 수용부가 캐비티(cavity)를 포함하는,

치열교정용 브래킷.

청구항 16

제15항에 있어서,

보유 메카니즘이 보유 메카니즘과, 이동식 부재 및 브래킷 본체 중의 하나 사이의 명백한 접촉 영역(apparent contact area)을 포함하고, 제1 정지 특징부가 이동식 부재와 브래킷 본체 사이에서 명백한 접촉 영역보다 더 큰 제1 접촉 영역을 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 17

제15항에 있어서,

밀폐된 위치를 향하는 이동식 부재의 이동을 제한하기 위한 제2 정지 특징부를 추가로 포함하고, 제2 정지 특징부가 보유 메카니즘 및 제1 정지 특징부로부터 분리되는 치열교정용 브래킷.

청구항 18

제17항에 있어서,

보유 메카니즘이 보유 메카니즘과, 이동식 부재 및 브래킷 본체 중의 하나 사이의 명백한 접촉 영역을 포함하고, 제2 정지 특징부가 이동식 부재와 브래킷 본체 사이에서 명백한 접촉 영역보다 더 큰 제2 접촉 영역을 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 19

제15항에 있어서,

수용부가 하나의 말단을 갖고, 돌출부가, 이동식 부재가 개방된 위치와 밀폐된 위치 사이를 이동함에 따라 수용부에 대해 이동하고,

돌출부와, 수용부의 말단 사이의 맞물림이 개방된 위치를 향하는 이동식 부재의 이동을 제한하는 치열교정용 브래킷.

청구항 20

제15항에 있어서,

이동식 부재가 제1 접촉 표면을 포함하고, 브래킷 본체가 제2 접촉 표면을 포함하고, 제1 및 제2 접촉 표면이 서로 맞물려서 밀폐된 위치를 향하는 이동식 부재의 이동을 제한하는 치열교정용 브래킷.

청구항 21

제20항에 있어서,

제1 접촉 표면이 탭 부재의 표면을 포함하고, 제2 접촉 표면이 브래킷 본체의 표면을 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 22

제20항에 있어서,

제1 접촉 표면이 이동식 부재의 숄더(shoulder)의 표면을 포함하고, 제2 접촉 표면이 개입 벽(intervening wall)의 표면을 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 23

아치와이어를 치아와 커플링시키기 위한 치열교정용 브래킷으로서,

치아에 마운팅되도록 구성되고, 내부에 아치와이어를 수용하도록 개조된 아치와이어 슬롯, 및 적어도 일부가 슬라이드 맞물림 트랙(slide engagement track)을 한정하는 지지 표면을 포함하는 브래킷 본체와;

슬라이드 맞물림 트랙과 맞물리고, 아치와이어가 아치와이어 슬롯 내로 삽입가능한 개방된 위치와, 이동식 부재

가 아치와이어 슬롯 내에 아치와이어를 보유하는 밀폐된 위치 사이에서 슬라이드 맞물림 트랙에 대해 이동가능한 이동식 부재와;

하나 이상의 밀폐된 위치에서 이동식 부재를 고정하고, 이동식 부재가 브래킷 본체로부터 분리되는 것을 방지하기 위한 고정 메카니즘(securing mechanism)을 포함하고, 고정 메카니즘이:

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 하나에 있는 돌출부와,

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 다른 하나에 있는 수용부를 포함하며, 수용부가 캐비티(cavity)를 포함하고,

지지 표면의 적어도 일부가 아치와이어 슬롯의 입술 엣지(edge)의 혀쪽으로 위치하는, 치열교정용 브래킷.

청구항 24

제23항에 있어서,

브래킷 본체가 베이스 평면(base plane)을 한정하는 베이스 표면을 포함하고, 슬라이드 맞물림 트랙이 변환 평면(translation plane)을 한정하고, 변환 평면이 베이스 평면에 대해 날카롭게 각을 이루어서 베이스 평면에 평행인 슬라이드 변환 평면에 대해 브래킷 본체로부터 연장되는 타이 윙의 두께를 증가시키도록 하는 치열교정용 브래킷.

청구항 25

제23항에 있어서,

이동식 부재가 브래킷 본체에 직면한 제1 표면을 갖는 브래킷-맞물림부, 및 아치와이어 슬롯에 직면한 제2 표면을 갖는 슬롯-커버부를 포함하고, 제1 및 제2 표면이 서로 오프셋(offset)되는 치열교정용 브래킷.

청구항 26

제25항에 있어서,

브래킷-맞물림부와 슬롯-커버부 사이의 플랫폼 표면을 추가로 포함하고, 플랫폼 표면이, 이동식 부재가 밀폐된 위치에 있는 경우, 아치와이어 슬롯에 인접하게 되는 치열교정용 브래킷.

청구항 27

제26항에 있어서,

플랫폼 표면이, 이동식 부재가 밀폐된 위치에 있는 경우, 아치와이어 슬롯의 일부를 형성하는 치열교정용 브래킷.

청구항 28

제25항에 있어서,

브래킷 본체가 지지 표면의 입술쪽으로 위치한 브릿지(bridge)를 포함하고, 지지 표면과 함께, 적어도 부분적으로 슬라이드 맞물림 트랙을 한정하여서 브래킷-맞물림부가, 이동식 부재가 밀폐된 위치에 있는 경우, 브릿지에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸이게 되는 치열교정용 브래킷.

청구항 29

아치와이어를 치아와 커플링시키기 위한 치열교정용 브래킷으로서,

치아에 마운팅되도록 구성되고, 내부에 아치와이어를 수용하도록 구성된 아치와이어 슬롯을 포함하고, 3.4 ㎛ 초과 내지 6 ㎛의 범위의 평균 입자 크기를 특징으로 하는 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹을 포함하는 브래킷 본체와;

다결정성 세라믹을 포함하는 결찰 슬라이드와;

하나 이상의 밀폐된 위치에서 결찰 슬리이드를 고정하고, 결찰 슬라이드가 브래킷 본체로부터 분리되는 것을 방지하기 위한 고정 메카니즘(securing mechanism)을 포함하고, 고정 메카니즘이:

브래킷 본체 및 결찰 슬리이드 중의 하나에 있는 돌출부와,

브래킷 본체 및 결찰 슬라이드 중의 다른 하나에 있는 수용부를 포함하며, 수용부가 캐비티(cavity)를 포함하는, 치열교정용 브래킷.

청구항 30

제29항에 있어서,

평균 입자 크기가 3.5 ㎛ 내지 5 ㎛인 치열교정용 브래킷.

청구항 31

제29항에 있어서,

평균 입자 크기가 4 ㎛ 내지 4.3 ㎛인 치열교정용 브래킷.

청구항 32

제29항에 있어서,

다결정성 세라믹이 4.0 $MPa \cdot m^{1/2}$ 이상의 파괴 인성(fracture toughness)을 갖는 치열교정용 브래킷.

청구항 33

제29항에 있어서,

다결정성 세라믹이 5.0 $MPa \cdot m^{1/2}$ 이상의 파괴 인성을 갖는 치열교정용 브래킷.

청구항 34

제29항에 있어서,

입자 크기 분포가 로그 정규 분포(lognormal distribution)를 특징으로 하지 않는 치열교정용 브래킷.

청구항 35

제29항에 있어서,

입자 크기 분포가 다정 분포(multimodal distribution)인 치열교정용 브래킷.

청구항 36

제29항에 있어서,

입자 크기 분포가 이정 분포(bimodal distribution)인 치열교정용 브래킷.

청구항 37

제36항에 있어서,

이정 입자 크기 분포가 1 ㎛ 내지 5.5 ㎛의 입자 크기에서 제1 피크(first peak)를 갖고 5.5 ㎛ 초과의 입자 크기에서 제2 피크(second peak)를 갖는 치열교정용 브래킷.

청구항 38

제37항에 있어서,

제2 피크가 5.5 ㎛ 내지 7 ㎛의 입자 크기에 있는 치열교정용 브래킷.

청구항 39

제29항에 있어서,

입자의 50% 이하가 3 ㎛ 미만의 크기인 치열교정용 브래킷.

청구항 40

제29항에 있어서,

입자의 90% 이하가 10 ㎛ 미만의 크기인 치열교정용 브래킷.

청구항 41

제29항에 있어서,

크기가 10 ㎛ 초과인 입자가 브래킷 본체의 용적의 50% 이하를 차지하는 치열교정용 브래킷.

청구항 42

제29항에 있어서, 다결정성 세라믹이 알루미나를 포함하는 치열교정용 브래킷.

청구항 43

삭제

청구항 44

아치와이어를 치아와 커플링시키기 위한 치열교정용 브래킷으로서,

치아에 마운팅되도록 구성되고, 내부에 아치와이어를 수용하도록 구성된 아치와이어 슬롯을 포함하고, 입자의 50% 이하가 3 ㎛ 미만의 크기를 가지고, 입자의 90% 이하가 10 ㎛ 미만의 크기를 가지며, 브래킷 본체의 용적의 50% 이하를 차지하는 10 ㎛ 초과의 크기의 입자를 가짐으로써, 3.5 ㎛ 내지 5 ㎛의 범위의 평균 입자 크기를 특징으로 하는 입자 크기 분포를 가지고, 4.0 $MPa \cdot m^{1/2}$ 이상의 파괴 인성을 갖는 다결정성 세라믹을 포함하는 브래킷 본체와;

다결정성 세라믹을 포함하는 이동식 부재와;

하나 이상의 밀폐된 위치에서 이동식 부재를 고정하고, 이동식 부재가 브래킷 본체로부터 분리되는 것을 방지하기 위한 고정 메카니즘(securing mechanism)을 포함하고, 고정 메카니즘이:

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 하나에 있는 돌출부와,

브래킷 본체 및 이동식 부재 중의 다른 하나에 있는 수용부를 포함하며, 수용부가 캐비티(cavity)를 포함하는, 치열교정용 브래킷.

청구항 45

치열교정용 브래킷의 제조방법으로서,

세라믹 분말로부터 브래킷 본체 및 이동식 부재를 성형(molding)하는 단계와;

3.4 ㎛ 초과 내지 6 ㎛의 범위에서 평균 입자 크기를 특징으로 하는 입자 크기 분포를 각각 갖는 소결된 브래킷 본체 및 소결된 이동식 부재를 형성하기 위해 성형된 브래킷 본체 및 성형된 이동식 부재를 소결하는 단계를 포함하고,

치열교정용 브래킷이 고정 메카니즘을 포함하고, 고정 메카니즘이,

소결된 브래킷 본체 및 소결된 이동식 부재 중의 하나에 있는 돌출부와,

소결된 브래킷 본체 및 소결된 이동식 부재 중의 다른 하나에 있는 수용부를 포함하며, 수용부가 캐비티(cavity)를 포함하는, 치열교정용 브래킷의 제조방법.

청구항 46

제45항에 있어서,

입자 크기 분포를 변화시키도록 소결된 브래킷 본체를 어닐링(annealing)하여 입자 크기 분포가 로그 정규 분포를 특징으로 하지 않도록 하는 단계를 추가로 포함하는, 치열교정용 브래킷의 제조방법.

청구항 47

제45항에 있어서,

이정 입자 크기 분포가 형성되도록 소결된 브래킷 본체를 어닐링하는 단계를 추가로 포함하는, 치열교정용 브래킷의 제조방법.

청구항 48

제45항에 있어서,

입자의 50% 이하가 3 ㎛ 미만의 크기가 되도록 소결된 브래킷 본체를 어닐링하는 단계를 추가로 포함하는, 치열교정용 브래킷의 제조방법.

청구항 49

제45항에 있어서,

입자의 90% 이하가 10 ㎛ 미만의 크기가 되도록 소결된 브래킷 본체를 어닐링하는 단계를 추가로 포함하는, 치열교정용 브래킷의 제조방법.

청구항 50

제45항에 있어서,

크기가 10 ㎛ 초과인 입자가 소결된 브래킷 본체의 용적의 50% 이하를 차지하도록 소결된 브래킷 본체를 어닐링하는 단계를 추가로 포함하는, 치열교정용 브래킷의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2008년 8월 13일자로 출원된 미국 가특허원 제61/088,519호의 이익, 및 2008년 10월 17일자로 출원된 미국 가특허원 제61/106,358호의 이익을 청구하고 있고; 이들의 기재 내용은 전문이 본원에 참조로 인용되어 있다.

배 경 기 술

[0002] 본 발명은 일반적으로 치열교정용 브래킷, 보다 특히, 슬라이드(slide) 또는 래치(latch)와 같은 이동식 밀폐 부재를 갖는 심미적 치열교정용 브래킷(aesthetic orthodontic bracket)에 관한 것이다.

[0003] 치열교정용 브래킷은 환자의 교합(occlusion)을 개선시키는데 주력하는 교정용 치열교정 치료의 주요 구성요소를 나타낸다. 통상적인 치열교정 치료에서, 치열교정의 또는 보조인은 브래킷을 환자의 치아에 부착하고, 아치와이어(archwire)를 각각의 브래킷의 슬롯(slot)에 맞물리게 한다. 아치와이어는 치아를 치열교정적 교정위치로 이동하도록 강요하는 교정력을 적용한다. 작은 탄성중합체성 O-링 또는 미세 금속 와이어와 같은 종래의 결찰(ligature)이 아치와이어를 각각의 브래킷 슬롯 내에 보유시키는 데 사용되고 있다. 개별 결찰을 각각의 브래킷에 적용하는데 있어 직면하는 어려움으로 인해, 아치와이어를 브래킷 슬롯내에 보유하기 위해 이동식 래치(movable latch) 또는 슬라이드에 의존함으로써 결찰시킬 필요가 없는 자가-결찰형 치열교정용 브래킷이 개발되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 통상적인 치열교정용 브래킷은 원래, 강하고 비흡수성이며 용접 가능하고 형성 및 기계 가공이 비교적 용이한 스테인레스 강으로부터 형성된다. 그러나, 금속 치열교정용 브래킷을 사용하여 치열교정 치료를 받는 환자들은, 미용상으로 만족스럽지 않은 금속의 가시성에 의해 당황할 수 있다. 미용상의 외관을 개선시키기 위해, 특정 통상적인 치열교정용 브래킷은 중합체 수지 또는 세라믹과 같은, 밑에 있는 치아색 또는 음영을 띠거나 모방하는 투명 또는 반투명 비-금속 물질의 브래킷 본체를 삽입한다. 이러한 치열교정용 브래킷은 아치와이

어 슬롯 근처에서 브래킷 본체를 강화시키고, 보강시키기 위한 아치와이어 슬롯을 정렬하는 금속 삽입에 의존할 수 있다. 결과적으로, 환자의 입에서 금속 외관이 여전히 어느 정도는 존재하지만, 육안으로는 덜 눈에 띄고, 이에 따라, 비-금속 브래킷 본체를 특징으로 하는 브래킷은 보다 심미적으로 만족스럽다. 투명/반투명 물질, 예를 들면, 세라믹 물질로부터 브래킷 본체를 형성하는 것은 개선된 심미성으로 인해 보다 바람직해졌다. 그러나, 세라믹 물질은 깨지기 쉽고, 사용시에는 더욱 파괴되기 쉽다. 결과적으로, 치아를 치열교정적 교정 위치로 이동시키는데 필요한 압력에 저항하는 세라믹 브래킷에 대한 필요성이 존재한다.

[0005] 투명 또는 반투명 물질로부터 전통적인, 비-자가 결찰 브래킷 본체를 형성하는 것은 일반적으로 이들 브래킷의 개선된 심미성을 가지지만, 자가-결찰 브래킷에 대한 개선된 심미성은 지금까지 문제로 남아있다. 예를 들자면, 현재의 심미적 자가-결찰 치열교정용 브래킷은 투명 또는 반투명 브래킷 본체를 사용할 수 있지만, 금속으로 제조된 밀폐 부재(예를 들면, 결찰 슬라이드)를 사용하는 것이 지속될 수 있다. 이러한 정렬의 하나의 당해 예는 전문이 본원에 참조로 인용되어 있는 미국 특허 공보 제2004/0072117호에 기재되어 있다. 이들 금속 밀폐 부재는 대부분의 환자, 특히, 구강의 전치에 위치된 절치 및 견치에 부착된 브래킷에 대해 목적하는 심미적 외관으로부터 가시성을 떨어뜨릴 수 있다. 이들 자가-결찰 브래킷은 일반적으로 이러한 부재에서 요구되는 강도, 유연성, 및 단단함으로 인하여 금속 밀폐 부재의 사용을 유지하였다.

[0006] 결과적으로, 통상적인 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 이러한 결함 및 다른 결함을 극복하는 개선된, 보다 완전히 심미적인 자가-결찰 브래킷이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0007] 이러한 목적을 위하여, 아치와이어를 치아와 커플링하기 위한 치열교정용 브래킷은 치아에 마운팅(mounting)되도록 구성된 브래킷 본체를 포함한다. 브래킷 본체는 내부에 아치와이어를 수용하도록 개조된 아치와이어 슬롯 및 브래킷 본체와 맞물리는 이동식 부재를 포함한다. 이동식 부재는, 아치와이어가 아치와이어 슬롯 내로 삽입 가능한 개방된 위치와, 이동식 부재가 아치와이어 슬롯 내에 아치와이어를 보유하는 밀폐된 위치 사이에서 본체에 대해 이동가능하다. 브래킷 본체 및 이동식 부재는 투명 또는 반투명 세라믹 물질로 제조된다.

발명의 효과

[0008] 하나의 양태에서, 치열교정용 브래킷은 개방 위치를 향하는 이동식 부재의 이동을 제한하기 위한 보유 메카니즘, 및 밀폐된 위치를 향해 이동식 부재의 이동을 제한하기 위한 보유 메카니즘으로부터 분리된 제1 정지 특징부(first stop feature)를 포함한다. 보유 메카니즘은 보유 메카니즘과, 이동식 부재 및 브래킷 본체 중의 하나 사이의 분명한 접촉 영역(apparent contact area)을 포함한다. 제1 정지 특징부는 이동가능한 부재와 분명한 접촉 영역보다 더 큰 브래킷 본체 사이의 제1 접촉 영역을 포함한다.

[0009] 하나의 양태에서, 브래킷 본체는 적어도 부분적으로 슬라이드 맞물림 트랙(slide engagement track)을 한정하는 지지 표면(support surface)을 포함한다. 이동식 부재는 슬라이드 맞물림 트랙과 맞물린다. 지지 표면의 적어도 일부는 아치와이어 슬롯의 입술 엣지의 혀쪽으로 위치한다.

[0010] 하나의 양태에서, 브래킷 본체는 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위의 평균 입자 크기(average grain size)를 특징으로 하는 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹을 포함한다. 하나의 양태에서, 치열교정용 브래킷은 다결정성 세라믹을 포함하는 결찰 슬라이드를 추가로 포함한다.

[0011] 또 다른 양태에서, 치열교정용 브래킷은 치아에 마운팅되도록 구성되고, 내부에 아치와이어를 수용하도록 구성된 아치와이어 슬롯을 포함하는 브래킷 본체를 포함하고, 당해 브래킷 본체는, 입자의 약 50% 이하가 약 3 ㎛ 미만의 크기를 가지고, 입자의 약 90% 이하가 약 10 ㎛ 미만의 크기를 가지며, 브래킷 본체의 용적의 약 50% 이하를 차지하는 10 ㎛ 초과의 크기의 입자를 가짐으로써, 약 3.5 ㎛ 내지 약 5 ㎛의 범위의 평균 입자 크기를 특징으로 하는 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹을 포함한다. 다결정성 세라믹은 4.0 $MPa \cdot m^{1/2}$ 이상의 파괴 인성(fracture toughness)을 갖는다.

[0012] 본 발명의 여전히 다른 양태에서, 치열교정용 브래킷의 제조방법은 세라믹 분말로부터 브래킷 본체를 성형(molding)하는 단계, 및 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위인 평균 입자 크기를 특징으로 하는 입자 크기 분포를 갖는 소결된 본체(sintered body)를 형성하기 위해 성형된 본체를 소결하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 명세서에 삽입되고, 본 발명의 일부를 구성하는 첨부된 도면은 본 발명의 양태를 예시하며, 앞서 제공된 일반적인 설명 및 아래 제공된 상세한 설명과 함께 본 발명의 다양한 국면을 설명하는 역할을 한다.

도 1은 개방된 위치로 도시된 결찰 슬라이드를 가진, 본 발명의 하나의 양태에 따른 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 2는 밀폐된 위치로 도시된 결찰 슬라이드를 가진, 도 1에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 3은 도 1에 도시된 결찰 슬라이드의 정면 입면도이다.

도 4는 제거된 슬라이드를 가진, 도 1에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 5는 도 1에 도시된 결찰 슬라이드의 배면 입면도이다.

도 6은 라인 6-6을 일반적으로 따라 취해진, 도 2에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 횡단면도이다.

도 7은 라인 6-6을 일반적으로 따라 취해진, 도 1에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 횡단면도이다.

도 8은 라인 8-8을 일반적으로 따라 취해진, 도 2에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 횡단면도이다.

도 9는 도 1에 도시된 결찰 슬라이드의 측면 입면도이다.

도 10은 도 1에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 배면 입면도이다.

도 11은 도 6에 도시된 원으로 나타낸 부분(11)의 확대도이다.

도 12는 대안적인 양태에 따른 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 배면 사시도이다.

도 13은 도 1에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 정면 입면도이다.

도 14는 라인 7-7을 일반적으로 따라 취해진 도 1에 도시된 치열교정용 브래킷의 도 7과 유사한 횡단면도이다.

도 15는 본 발명의 다른 양태에 따른 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 16은 밀폐된 위치에서 도시된 결찰 슬라이드를 갖는, 본 발명의 하나의 양태에 따른 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 17은 브래킷 본체로부터 제거되어 있는 도시된 결찰 슬라이드를 갖는, 도 16에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 18은 라인 18-18을 일반적으로 따라 취해진 도 16에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 횡단면도이다.

도 19는 도 16 및 도 17에 도시된 결찰 슬라이드의 후방 입면도이다.

도 19A는 라인 19A-19A를 따라 취해진, 도 19에 도시된 결찰 슬라이드의 횡단면도이다.

도 20은 라인 20-20을 일반적으로 따라 취해진 도 16에 도시된 치열교정용 브래킷의 횡단면도이다.

도 21은 밀폐된 위치에서 도시된 결찰 슬라이드를 갖는 본 발명의 하나의 양태에 따른 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 22는 브래킷 본체로부터 제거된 도시된 결찰 슬라이드를 갖는, 도 21에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 사시도이다.

도 23은 라인 23-23을 일반적으로 따라 취해진 도 21에 도시된 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 횡단면도이다.

도 24는 도 21 및 도 22에 도시된 결찰 슬라이드의 후방 입면도이다.

도 24A는 라인 24A-24A를 따라 취해진, 도 24에 도시된 결찰 슬라이드의 횡단면도이다.

도 25는 다결정성 알루미나의 굴곡 강도(flexural strength)에 대한 표면 흠집의 영향을 나타내는 그래프이다.

도 26A, 26B, 및 26C는 본 발명의 양태에 따른, 440X 배율로 촬영한 다결정성 알루미나 브래킷 물질의 현미경사진이다.

도 26D는 110X 배율로 촬영한 다결정성 알루미나 브래킷 물질의 현미경사진이다.

도 27A, 27B, 27C, 및 27D는 본 발명의 양태에 따른, 440X 배율로 촬영한 다결정성 알루미나 브래킷 물질의 현미경사진이다.

도 28A, 28B, 28C, 및 28D는 각각 도 27A, 27B, 27C, 및 27D에 나타낸 미세구조의 입자 크기 분포를 나타내는 그래프이다.

도 29는 본 발명의 하나의 양태에 따른 도 27B에 나타낸 미세 구조에 대한 3개의 입자 크기 범위에 대한 계산된 용적 분율의 그래프이다.

도 30은 본 발명의 하나의 양태에 따른 도 27C에 나타낸 미세 구조에 대한 3개의 입자 크기 범위에 대한 계산된 용적 분율의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 특정 양태와 관련지어 다음에 기재되지만, 본 발명이 어느 하나의 특정 유형의 치열교정용 브래킷으로 실시하는 것으로 제한되지는 않는다. 본 발명의 양태의 설명은 첨부된 특허청구범위에 의해 정의된 바와 같이 본 발명의 취지 및 범위 내에 포함될 수 있는 모든 대안, 변형, 및 동등한 정렬을 포함하는 것으로 의도된다. 특히, 당해 기술분야의 숙련가는 본원에 기재된 본 발명의 양태의 구성요소가 다수의 상이한 방식으로 배열될 수 있음을 인식할 것이다.

[0015] 이하 도면을 참고로 하고, 특히, 도 1 및 도 2를 참고로 하면, 치열교정용 브래킷(10)은 브래킷 본체(12), 및 브래킷 본체(12)에 커플링된 이동식 밀폐 부재를 포함한다. 하나의 양태에서, 이동식 밀폐 부재는 브래킷 본체(12)와 미끄러지게 커플링된 결찰 슬라이드(14)를 포함할 수 있다. 브래킷 본체(12)는 치아에 교정력을 적용하기 위한 아치와이어(18)(가상으로 보여짐)를 수용하도록 개조된, 내부에 형성된 아치와이어 슬롯(16)을 포함한다. 결찰 슬라이드(14)는, 아치와이어(18)가 아치와이어 슬롯(16) 내로 삽입가능한 개방된 위치(도 1)와, 아치와이어(18)가 아치와이어 슬롯(16) 내에 보유되는 밀폐된 위치(도 2) 사이에서 이동가능하다. 브래킷 본체(12) 및 결찰 슬라이드(14)는 교정 치열교정용 치료에 사용하기 위한 자가-결찰 치열교정용 브래킷(10)을 공동으로 형성한다. 또한, 이동식 밀폐 부재는 결찰 슬라이드로서 본원에 기재되었지만, 본 발명은 이동식 밀폐 부재가, 개방된 위치와 밀폐된 위치 사이에서 임의의 적절한 방식으로 이동할 수 있는 기타 이동식 구조물(예를 들면, 래치, 스프링 클립, 도어 등)을 포함할 수 있는 것으로서 극히 제한되지는 않는다.

[0016] 치열교정용 브래킷(10)은, 달리 나타내지 않는 한, 상악(upper jaw)의 치아의 입술 표면(labial surface)에 부착된 브래킷(10)과 함께 좌표계(reference frame)를 사용하여 본원에 기재된다. 결과적으로, 본원에 사용된 바와 같이, 브래킷(10)을 설명하는데 사용되는 입술, 혀, 근심, 원심, 교합 및 잇몸과 같은 용어는 선택된 좌표계에 대한 것이다. 그러나, 본 발명의 양태는, 치열교정용 브래킷(10)이 다른 치아 위에서 구강내의 다른 배향으로 사용될 수 있기 때문에, 선택된 좌표계 및 기술 용어에 제한되지 않는다. 예를 들면, 브래킷(10)은 또한 치아의 설표면(lingual surface)에 커플링될 수 있거나, 하악에 위치할 수 있고, 이는 본 발명의 범위내에 포함된다. 당해 기술분야의 통상의 숙련가들은 본원에 사용된 기술 용어가 좌표계에 변화가 있는 경우에 직접적으로 적용되지 않을 수 있음을 인지할 것이다. 그럼에도 불구하고, 본 발명은 구강내의 위치 및 배향과 무관한 것으로 의도되며, 치열교정용 브래킷의 양태를 기술하는데 사용되는 관련 용어들은 단지 도면 내 예시의 명확한 설명을 제공하기 위한 것이다. 이에 따라, 관련 용어 입술, 혀, 근심, 원심, 교합 및 잇몸은 본 발명을 어떠한 방식으로든 특정 위치 또는 배향으로 제한하지 않는다.

[0017] 환자의 상악에 있는 치아의 입술 표면에 장착되는 경우, 브래킷 본체(12)는 설면(20), 교합면(22), 잇몸면(24), 근심면(26), 원심면(28) 및 순측면(labial side)(30)을 갖는다. 브래킷 본체(12)의 설면(20)은 통상의 방식, 예를 들면, 적합한 치열교정 시멘트 또는 접착제에 의해 또는 인접 치아 주위의 밴드(도시되지 않음)에 의해 치아에 고정되도록 구성된다. 설면(20)에는 치아의 표면에 고정되도록 개조된 결합 베이스(bonding base)(33)를 한정하는 패드(32)가 추가로 제공될 수 있다. 패드(32)는 별도의 조각 또는 소자로서 브래킷 본체(12)에 커플링될 수 있거나, 또는 대안적으로, 패드(32)는 브래킷 본체(12)와 일체식으로 형성될 수 있다. 브래킷 본체(12)는 근심면(26)에서 원심면(28)으로 근심-원심 방향으로 연장하는 아치와이어 슬롯(16)을 집합적으로 한정하는, 베이스 표면(base surface; 34)으로부터 입술쪽으로 돌출하는 한쌍의 대향하는 슬롯 표면(slot surface; 36, 38) 및 베이스 표면(34)을 포함한다. 슬롯 표면(36, 38) 및 베이스 표면(34)은 실질적으로 브래킷 본체(12)의 재료내에 캡슐화되거나 매봉된다. 브래킷 본체(12)의 아치와이어 슬롯(16)은 적합한 방식으로 치열교정 아치와이어(18)를 수용하도록 설계될 수 있다.

[0018] 도 4에 도시된 바와 같이, 브래킷 본체(12)는 슬롯 표면(38)으로부터 일반적으로 잇몸-교합 방향으로 연장하는

지지 표면(support surface; 40)을 추가로 포함한다. 한 쌍의 대향하는 가이드(42, 44)가 지지 표면(40)에 의해 지탱되고, 브래킷 본체(12)의 각각의 근심면 및 원심면(26, 28) 위에 배치된다. 가이드(42, 44)는 일반적으로 L자형이며, 각각은 입술 방향으로 지지 표면(40)으로부터 돌출된 제1 레그(leg)(42a, 44a)를 포함한다. 가이드(42)는 원심 방향으로 돌출된 제2 레그(42b) 또는 이어(ear)를 갖는 반면, 가이드(44)는 근심 방향으로 돌출된 제2 레그(44b) 또는 이어를 가져서, 가이드(42, 44)는 함께 지지 표면(40)에 부분적으로 위에 가로놓인다. 지지 표면(40) 및 가이드(42, 44)는 함께 브래킷 본체(12) 내에 결찰 슬라이드(14)를 지지하고 안내하기 위한 슬라이드 맞물림 트랙(slide engagement track; 46)을 한정한다.

[0019] 지지 표면(40)은 근심부(48), 원심부(50), 및 근심부(48)와 원심부(50)의 중간인 중심부(52)를 포함한다. 가이드(42, 44)는 위에 가로놓이고, 각각 근심부(48) 및 원심부(50)로부터 이격되도록 구성되어 결찰 슬라이드(14)를 수용하도록 한다. 중심부(52)는 일반적으로 입술 방향으로 돌출되는 상승된 보스(raised boss)(54)를 포함하고, 이러한 목적은 아래에 보다 상세하게 설명된다. 이러한 구성은 지지 표면(40)에서 잇몸-교합적으로 지향된 트랙 또는 그루브(56, 58)를 본질적으로 한정한다. 또한, 지지 표면(40)의 중심부(52)는 정지 표면을 한정하는 이의 교합 단면에서 리세스(recess) 또는 컷아웃(cutout)(60)을 포함한다. 아래에 보다 상세하게 설명한 바와 같이, 정지 표면은 개선된 방식으로 브래킷(10) 상의 위압된 힘(예를 들면, 저작력)을 수용하기 위하여 결찰 슬라이드(14)와 협력하도록 구성된다.

[0020] 상기 기재된 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)의 심미성을 개선시키기 위해서, 브래킷 본체(12)는 투명 또는 반투명 비-금속성 물질로부터 형성된다. 예를 들면, 브래킷 본체(12)는 투명 또는 반투명 세라믹 물질로부터 형성될 수 있다. 또한, 브래킷 본체(12)는 치아 색일 수 있다. 하나의 양태에서, 세라믹 물질은 다결정성 알루미나 또는 산화 알루미나일 수 있다. 그러나, 제한하지 않고 예를 들자면, 기타 다결정성 세라믹 물질, 예를 들면, 다결정성 지르코니아 또는 산화 지르코늄을 사용할 수 있다. 따라서, 하나의 양태에서, 브래킷 본체(12)는 세라믹 사출 성형(CIM)에 이어 소결 및/또는 HIPing(열간 정수압 성형: hot isostatic pressing)을 수행함으로써 형성될 수 있다.

[0021] 또 다른 양태에서, 브래킷 본체(12)의 일부 또는 이의 전체 표면을 처리하여 브래킷 본체(12)의 토크 강도를 증가시킬 수 있다. 예를 들자면, 브래킷 본체(12)는 피복 증착(coating depositing)될 수 있거나, 또는 그렇지 않으면 내부에 형성될 수 있다. 예를 들면, 피복은 약 15 ㎛ 이하의 두께로 물리적 기상 증착(PVD) 또는 화학적 기상 증착(CVD)에 의해 증착될 수 있다. 또한, 피복은 무결정, 나노결정일 수 있거나, 또는 브래킷 본체(12)의 입자보다 더 얇은 입자를 함유하는 미세구조를 가질 수 있다. 하나의 양태에서, 표면을 연마(grinding) 및/또는 폴리싱(polishing)하는 것보다, 브래킷 본체(12)의 모든 표면 또는 일부를 이온 밀링(ion milling)하거나 산 에칭(acid etching)시켜 표면 결함을 제거할 수 있고, 내부의 압축 표면 압박을 생성할 수 있고, 이로써, 브래킷 본체(12)를 강화시킬 수 있다. 또한, 또는 대안적으로, 표면을 금속 이온 충격, 혼합된 금속 이온 충격, 또는 레이저 용융(laser melting)하여 파괴 인성을 개선시킬 수 있다. 하나 이상의 표면 처리의 조합을 사용하여 브래킷 본체(12)의 토크 강도를 증가시킬 수 있음을 인식할 것이다.

[0022] 도 3에 도시된 바와 같이, 결찰 슬라이드(14)는 근심부(62), 원심부(64), 및 근심부(62)와 원심부(64)의 사이인 중심부(66)를 포함한다. 가이드(42, 44)는 근심부(62) 및 원심부(64)를 각각 가로놓이도록 구성되고, 중심부(66)를, 중심부(66)의 순측면이 가이드(42, 44)(도 2)의 순측면과 실질적으로 수평이 되도록 구성될 수 있다. 이러한 구성은 결찰 슬라이드(14)가 개방된 위치와 밀폐된 위치 사이를 이동함에 따라 가이드(42, 44)를 따라 이동하는 결찰 슬라이드(14)의 순측면에서 잇몸-교합적으로 지향된 트랙(68) 또는 그루브(70)를 본질적으로 한정한다. 근심부(62) 및 원심부(64)는 결찰 슬라이드(14)의 전체 잇몸-교합 면적을 연장하지 않지만, 대신에 각각 2개의 일반적으로 평면인 플랫폼 표면(74, 76)을 한정하도록 잇몸면(72)의 단면을 정지시킨다. 도 2에 도시되고, 아래에 보다 상세한 설명에서 설명된 바와 같이, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 플랫폼 표면(74, 76)은 아치와이어 슬롯(16)의 일부에 인접하거나 또는 일부를 형성할 수 있고, 보다 특히, 아치와이어(18)의 측면을 바운딩하는 슬롯 표면(38)의 일부를 형성할 수 있다.

[0023] 다수의 심미적인 자가-결찰 브래킷과 대조적으로, 결찰 슬라이드(14)는 또한 투명 또는 반투명 세라믹 물질로부터 형성될 수 있다. 하나의 양태에서, 세라믹 물질은 브래킷 본체(12)를 형성하는데 사용되는 바와 동일할 수 있다. 그러나, 당해 분야의 숙련가들은 심미적 결찰 슬라이드(14)를 제공하는 기타 적절한 물질이 존재함을 인식할 것이다. 또한, 강도 및 심미성을 개선시키기 위해서, 결찰 슬라이드(14)는 브래킷 본체(12)에 대해 상기한 것과 유사한 방식으로 처리된 표면일 수 있다. 유익하게도, 투명 또는 반투명 물질로부터 브래킷 본체(12) 및 결찰 슬라이드(14) 둘 다를 형성하는 것은 치열교정용 브래킷이 환자의 치아에 고정되는 경우, 치열교정용

브래킷의 가시성을 감소시킬 것이다.

[0024] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)은 적어도 밀폐된 위치에서 결찰 슬라이드(14)를 고정하는 고정 메카니즘을 포함한다. 이를 위해서, 고정 메카니즘은 브래킷 본체(12) 또는 결찰 슬라이드(14) 중의 하나에서 돌출부, 및 적어도 밀폐된 위치에서 결찰 슬라이드(14)를 유지하도록 협력하는 브래킷 본체(12) 또는 결찰 슬라이드 중의 다른 하나에 수용부를 포함한다. 고정 메카니즘은 추가로 결찰 슬라이드(14)가 브래킷 본체(12)로부터 분리되는 것을 방지할 수 있다. 하나의 예시적인 양태에서, 고정 메카니즘은 브래킷 본체(12)에 커플링된 탄성 맞물림 부재, 예를 들면, 일반적으로 연장한, 원통형, 관형 스프링 핀(78)(도 4), 및 결찰 슬라이드(14)에 형성된 리테이닝 슬롯(80)(도 5)을 포함한다. 당해 양태가 브래킷 본체(12)와 결합된 스프링 핀(78) 및 결찰 슬라이드(14)와 결합한 리테이닝 슬롯(80)으로 기재되지만, 당해 분야의 숙련가들은 본 발명이 극히 제한되지 않는 것임을 인식할 것이다. 예를 들면, 스프링 핀은 결찰 슬라이드에 커플링될 수 있고, 적합한 리테이닝 슬롯은 브래킷 본체에 형성될 수 있다.

[0025] 도 4, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 스프링 핀(78)은 제1 부분(first portion) 및 제2 부분(second portion)을 포함한다. 스프링 핀(78)의 제1 부분은 지지 표면(40)에 형성된 보어(82) 내에 수용되도록 구성된다. 스프링 핀(78)의 제2 부분은 지지 표면(40)으로부터 일반적으로 입술 방향으로 돌출되어서 슬라이드 맞물림 트랙(46) 내로 연장된다. 스프링 핀(78)은 스프링 핀의 측벽에 형성된 컷아웃 또는 슬릿(84)을 포함하는데, 이의 목적은 아래에 기재되어 있으며, 스프링 핀(78)의 길이의 적어도 일부를 따라 연장한다. 스프링 핀(78)은 예를 들면, 슬릿(84)을 한정하도록 롤링 공정(rolling process)을 통해 형성할 수 있거나, 또는 대안적으로, 슬릿(84)을 형성하도록 관형 부재를 절삭시킴으로써 형성할 수 있다. 추가로, 스프링 핀(78)은 스테인레스 강, 티타늄 합금, NiTi-형 초탄성 물질, 또는 기타 적합한 물질을 포함하는 물질로부터 형성될 수 있다.

[0026] 보어(82)는 아치와이어 슬롯(16)에 교합적으로 위치하고, 브래킷 본체(12)의 설면(20)에서부터 지지 표면(40)으로 연장한다. 추가로, 보어(82)는 중심부(52)의 상승된 보스(54)에서 형성될 수 있다. 스프링 핀(78)을 상승된 보스(54) 내로 위치시키는 것은 스프링 핀(78)에 대한 추가의 지지를 제공하고, 스프링 핀(78)의 캔틸레버(cantilever)된 벤딩(bending) 또는 플렉싱(flexing)을 방지하거나 감소시킨다. 보어(82)는 지지 표면(40)으로 개방되고, 내부에 스프링 핀(78)을 수용하도록 개조된 제1 부분(86)을 포함하고, 브래킷 본체(12)의 설면(20)에서 개방되고, 보어(82) 내에 스프링 핀(78)을 고정하도록 구성된 교합 부재(occluding member)를 수용하도록 개조된 제2 부분(88)을 포함한다. 하나의 양태에서, 교합 부재는 볼(ball)(90)일 수 있다. 그러나, 교합 부재는 극히 제한되지 않고, 기타 교합 부재를 또한 사용하여 보어(82) 내 스프링 핀(78)을 고정시킬 수 있다. 일반적으로 테이퍼화된 트랜지션 영역(tapered transition region)(92)은 제1 보어 부분(86) 및 제2 보어 부분(88) 사이에 배치될 수 있다.

[0027] 조립 동안에, 스프링 핀(78)은 설면(20)(및 브래킷 본체(12)와 맞물린 결찰 슬라이드(14)와 함께)으로부터 보어(82) 내로 삽입되어서 제1 보어 부분(86) 내에 위치하게 된다. 볼(90)은 제2 보어 부분(88) 내로 삽입되고 보어(82)에 고정된다. 예를 들자면, 볼(90)은 보어(82)와 접착되도록 커플링시킬 수 있다. 당해 분야의 숙련가는 보어(82) 내 볼(90)을 고정하는 다른 방식을 인식할 수 있다. 제2 보어 부분(88)의 횡방향 치수(cross dimension)는 제1 보어 부분의 횡방향 치수보다 더 커서 보어(82) 내 스프링 핀(78)의 삽입을 용이하게 할 수 있다. 특히, 테이퍼화된 트랜지션 영역(92)은 조립 공정 동안 보어(82) 내 스프링 핀(78)의 삽입을 용이하게 할 수 있다. 하나의 양태에서, 볼(90)은 지르코늄으로 형성될 수 있지만, 기타 적합한 물질, 예를 들면, PMMA, 폴리카보네이트, 유리 등을 또한 사용하여 볼(90)을 형성할 수 있다. 스프링 핀(78)이 금속으로부터 형성될 수 있지만, 스프링 핀(78)(및 볼(90)은 비-심미적 물질로부터 제조되어야만 한다)은 치열교정용 브래킷(10) 내에 상대적으로 깊이 위치하여서 브래킷(10)의 심미성에 어떠한 영향이라도 최소화시킨다.

[0028] 도 5에 도시된 바와 같이, 결찰 슬라이드(14)의 설면(94)은 기저면(98), 잇몸말단(100), 및 교합말단(102)를 갖는 캐비티(cavity)(96)를 포함한다. 잇몸말단(100)은 개방되어서, 결찰 슬라이드(14)가 개방된 위치와 밀폐된 위치 사이를 이동함에 따라 내부에 상승된 보스(54)를 수용하도록 한다. 캐비티(96)의 교합말단(102)은 설측면(94)으로부터 외부(예를 들면, 혀쪽으로)로 연장하고, 캐비티(96)와 마주보는 접촉 표면(106)을 갖는 탭 부재(104)에 의해 밀폐되고, 이의 목적은 아래에 보다 상세하게 기재되어 있다.

[0029] 리테이닝 슬롯(80)은 캐비티(96)의 기저 표면(98)에 형성되고, 잇몸-교합 방향(예를 들면, 결찰 슬라이드(14)가 이동하는 방향)으로 일반적으로 연장한다. 리테이닝 슬롯(80)은 슬라이드(14)를 통해 입술-혀 방향(도시되지 않음)으로 완전히 연장하기 위해서, 또는 슬라이드(14)를 통해 단지 부분적으로 연장하기 위해서 형성될 수 있고, 이에 따라, 도 3 및 도 5에 도시된 바와 같이 슬라이드(14)(예를 들면, 블라인드 슬롯(blind slot))의 순측

면(108)로부터 가시적이지 않다. 이러한 블라인드 슬롯 구성은 구강으로부터 음식 또는 다른 물질이 모일 수 있는 브래킷(10)의 순측면 위의 영역을 줄이고, 이로써 전체 위생을 개선한다. 하나의 양태에서, 리테이닝 슬롯(80)은 밀폐된 잇몸말단(116)을 갖는 직선 세그먼트부(114)와 협력하는, 슬롯(80)의 교합 말단(112)에서 확장부(110)를 갖는다. 확장부(110)는 도시된 바와 같이 원형일 수 있거나, 또는 기타 적합한 모양을 가질 수 있다. 원형부(110)의 횡방향 치수는 이들 사이의 트랜지션에서 한쌍의 대향된 돌출부(118)를 한정하도록 직선 세그먼트부(114)의 횡방향 치수보다 더 크다.

[0030] 결찰 슬라이드(14)가 브래킷 본체(12)에 커플링되는 경우, 스프링 핀(78)은 리테이닝 슬롯(80)에 수용되고, 결찰 슬라이드(14)가 개방된 위치와 밀폐된 위치 사이를 이동함에 따라 스프링 핀(78)에 대해 이동한다. 스프링 핀/리테이닝 슬롯 구성은 결찰 슬라이드(14)를 적어도 밀폐된 위치로 고정하기 위해 제공된다. 이를 위해서, 스프링 핀(78)의 슬릿(84)은 스프링 핀(78)이 일반적으로 방사상으로 굴곡되거나 또는 탄성적으로 변형되도록 한다. 따라서, 스프링 핀(78)이 위에서 작용하는 방사력에 따라 방사상으로 확장하고 수축할 수 있다. 이를 위해서, 스프링 핀(78)의 슬릿(84)은 슬릿 부분이 적어도 이의 중심축(69)에 대해 일반적으로 방사상으로 굴곡되거나 또는 탄성적으로 변형되도록 한다. 본원에 사용된 바와 같이, '방사상으로 굴곡되는(radially flexed)'은 균일한 방사상 변화 뿐만 아니라 불균일하거나 부분적인 방사선 변화, 예를 들면, 탄성 C 클립(resilient C clip)을 스퀴징(squeezing)하는 동안 발생하는 변화를 포함한다. 즉, 스프링 핀(78)의 적어도 일부는 제1 유효 직경 또는 곡률 반경(예를 들면, 비편향된 상태에서)을 갖지만, 예를 들면, 스프링 핀(78)을 스퀴징시킴으로써 굴곡시켜서 제1 유효 직경 또는 곡률 반경보다 더 작은 제2 유효 직경 또는 곡률 반경을 가질 수 있다. 스프링 핀(78)의 슬릿(84)이 방사상 수축/확장을 허용하지만, 이러한 이동은 다른 방식으로 달성할 수 있다.

[0031] 작동시, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치(도 2)에 있는 경우, 스프링 핀(78)은 리테이닝 슬롯(80)의 확장부(110)에 배치되고, 방사상으로 확장되어서, 스프링 핀(78)이 확장부(110)의 벽과 맞물리게 된다. 당해 분야의 숙련가는 스프링 핀(78)이 확장부(110)의 벽을 맞물리게할 필요는 없지만, 방사상으로 확장된 경우 직선 세그먼트부(114)의 횡방향 치수보다 더 큰 횡방향 치수(예를 들면, 직경)를 적어도 가져야만 함을 인식할 것이다. 확장부(110)에 이와 같이 배치된 경우, 돌출부(118)는, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치로부터 멀어지고, 개방된 위치를 향하여 임의로 이동하는 것에 대한 저항의 한계 수준(threshold level)을 제공한다. 그러나, 충분히 큰 개방력이 교합 방향으로 결찰 슬라이드(14)에 적용된다면, 예를 들면, 리테이닝 슬롯(80)과 스프링 핀(78) 사이의 상호작용은 핀(78)을 방사상으로 수축(슬롯(80)에 의해 부과된 스퀴징으로 인함)시켜서 스프링 핀(78)이 돌출부(118)를 통과하고, 리테이닝 슬롯(80)의 직선 세그먼트부(114) 내로 이동하도록 한다.

[0032] 일단 직선 세그먼트부(114)에 위치하면, 스프링 핀(78)이 이의 측면에 대해 위치하여서 개방력보다 작거나 아마도 실질적으로 작은 한계 슬라이딩력이 부과되어 제동을 극복하고, 스프링 핀(78)이 직선 세그먼트부(114)를 횡단함에 따라 브래킷 본체(12)에 대해 결찰 슬라이드(14)를 이동하도록 해야만 한다. 따라서, 일단 개방되면, 결찰 슬라이드(14)는 완전히 개방된 위치로 자유롭게 슬라이드하거나 또는 떨어지지 않지만, 개방된 위치를 향해 목적이 있게 이동하여야 한다. 결찰 슬라이드(14)가 단지 부분적으로 개방된다면, 슬라이드(14)는, 한계 슬라이딩력이 부과되어 개방된 위치를 향하여 슬라이드(14)를 이동시키는 것을 지속할 때까지 슬라이드의 위치를 브래킷 본체(12)에 대해 유지하도록 구성될 수 있다(예를 들면, 스프링 핀(78) 및 슬라이드(14) 사이의 마찰력에 기인함). 이러한 구성은 예를 들면, 치열교정 치료 동안 슬라이드(14)를 의도적이지 않게 밀폐시킬 가능성을 감소시킨다. 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치로 이동하는 경우, 스프링 핀(78)은 확장부(110)에 일단 다시 들어가서 결찰 슬라이드(14)를 밀폐된 위치로 고정시키면서 스프링 핀(78)은 이의 방사상 확장된 위치로 복구되거나 뒤로 돌아온다.

[0033] 상기와 같이 도입한 바와 같이, 상승된 보스(54)는 결찰 슬라이드(14)의 개방 및 밀폐 동안에 스프링 핀(78)을 지지한다. 이러한 관점에서, 결찰 슬라이드(14)가 개방 위치를 향해 이동하는 경우, 스프링 핀(78)과 리테이닝 슬롯(80)이 접촉하는 것으로부터의 임의의 제동력(drag force)은 핀(78) 상의 전단-형(shear type)의 힘을 생성시킬 수 있다. 상승된 보스(54)는, 결찰 슬라이드(14)가 표면(40)으로부터 연장한 핀(78)의 길이를 지지하기 때문에, 결찰 슬라이드(14)가 핀(78)을 통과하여 이동하는 경우, 핀(78)이 가소성으로 변형되거나 파괴될 가능성을 감소시킨다. 대조적으로, 상승된 보스(54) 없이, 핀(78)의 길이가 지지 표면(40)으로부터 입술쪽으로 돌출되면, 슬라이드(14)가 어느 방향으로 든지 이동하는 경우, 핀(78)은 보어(82)의 엣지(edge)에 대해 핀(78)을 구부리거나 부러뜨리는데 충분한 캔틸레버-형 또는 토크 힘을 경험하게 되기 쉽다.

[0034] 스프링 핀(78) 및 리테이닝 슬롯(80)을 포함하는 고정 메카니즘은 미국 특허 출원 제12/147,877호('877 출원)에 보다 완전히 기재되어 있고, 이들 기재는 전문이 본원에 참조로 인용되어 있다. 추가로, '877 출원에 기재된 기타 고정 메카니즘이 또한 본원에 기재된 바와 같은 심미적 치열교정용 브래킷(10)을 위해 사용될 수 있다.

따라서, 고정 메카니즘은 위의 도면에 도시되고 기재된 스프링 핀/리테이닝 슬롯 구성에 제한되지 않는다.

[0035] 적어도 밀폐된 위치에서 결찰 슬라이드(14)를 충분히 고정시키는 것에 추가하여, 고정 메카니즘은 또한, 사용하는 동안, 예를 들면, 결찰 슬라이드(14)가 개방된 위치에 있는 경우, 브래킷 본체(12)로부터 결찰 슬라이드(14)의 우연한 또는 의도하지 않은 분리를 방지하거나 또는 감소시키는 보유 메카니즘으로서 작동할 수 있다. 이를 위해서, 리테이닝 슬롯(80)의 길이는 브래킷 본체(12)에 대해 결찰 슬라이드(14)의 잇몸-교합 이동을 제한할 수 있다. 예를 들면, 스프링 핀(78)은, 결찰 슬라이드(14)가 완전히 개방된 위치에 있는 경우, 리테이닝 슬롯(80)의 잇몸 말단(116)과 접촉할 수 있다. 잇몸 말단(116)이 리테이닝 슬롯(80)을 밀폐시키기 때문에, 브래킷 본체(12)에 대한 교합 방향으로의 결찰 슬라이드(14)의 추가 이동이 제지되고, 결찰 슬라이드(14)는 브래킷 본체(12)로부터 떼어지거나 또는 분리될 수 없다.

[0036] 유사하게, 결찰 슬라이드(14)의 충분히 밀폐된 위치에서, 스프링 핀(78)은 리테이닝 슬롯(80)의 잇몸 말단(79)에서 확장부(78)에 위치하며, 이것은 브래킷 본체(12)에 대해 교합 방향으로의 결찰 슬라이드(14)의 추가의 이동을 방해할 수 있다. 아래에 보다 상세하게 기재한 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)은, 브래킷 본체(12)에 대해 교합 방향으로의 결찰 슬라이드(14)의 이동을 방지하는 고정 메카니즘 대신에 또는 이에 더하여, 또 다른 특징을 포함할 수 있다.

[0037] 이러한 관점에서, 단지 스프링 핀(78)을 사용하는 브래킷 본체(12)에 대한 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 이동을 제한하거나 정지하는 설계는 고정 메카니즘의 미완성된 실패로 남기 쉬울 것이다. 이들 설계에서, 결찰 슬라이드(14)에 부과되는 모든 힘, 예를 들면, 씹는 동안은 스프링 핀(78)을 통해 브래킷 본체(12)로 전달된다. 스프링 핀(78) 및 결찰 슬라이드(14) 사이의 상대적으로 작은 접촉 영역으로 인하여, 스프링 핀(78)을 통해 브래킷 본체(12)로 전달된 힘은 스프링 핀(78)을 전단(shear)하고, 노치(notch)하거나 또는 손상시키는데 충분할 수 있다. 따라서, 아래에 보다 충분히 기재한 바와 같이, 결찰 슬라이드(14) 및 브래킷 본체(12) 사이의 증가된 접촉 영역을 갖는 정지 표면을 사용하여 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 이동을 제한하는 것이 바람직할 수 있다. 증가된 접촉 영역은 브래킷 본체(12)의 더 넓은 영역을 거쳐 결찰 슬라이드(14) 위의 부과된 하중(load)을 본질적으로 분산시킬 것이다. 이러한 구성은 고정 메카니즘의 미완성 실패의 위험을 방지하거나 감소시킬 것이다. 이러한 관점에서, 정지 표면은 스프링 핀(78)이 리테이닝 슬롯(80)의 교합 말단(112) 위에서 바닥에 닿는 것을 감소시키거나 또는 방지할 수 있다. 추가로, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 정지 표면은 정지 표면의 부재에서 스프링 핀(78) 및 리테이닝 슬롯(80) 사이의 명백한 접촉 영역보다 더 큰 접촉 영역을 한정한다.

[0038] 이를 위해서, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 측면(72)을 브래킷 본체(12)의 제1 접촉 표면 또는 정지 표면과 맞물리도록 구성할 수 있다. 이러한 관점에서, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)은 슬롯 표면(36)에 인접한 브래킷 본체(12)의 순측면(30)에서 형성된 컷아웃(120)으로서 구성된 오버슈트(overshoot) 특징부를 포함할 수 있다. 컷아웃(120)은, 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 슬롯 표면(36) 위로 연장하고, 결찰 슬라이드(14)의 설측면(94)과 맞물리거나 또는 인접하도록 구성되는 렛지(ledge)(122)를 한정한다. 오버슈트 위에서 이를 제공하는 것은 밀폐된 위치에 있는 경우, 아치와이어 슬롯(16)을 커버하기 위해서 결찰 슬라이드(14)와 브래킷 본체(12)를 커플링하는데 있어서 허용가능한 오차를 경감시킨다.

[0039] 컷아웃(120)은 또한 도 6에 도시된 바와 같이 밀폐된 위치에 있는 경우 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 측면(72)에 오버행(overhang)되는 잇몸 벽(124)을 한정한다. 이러한 오버행은 구강 내 음식 또는 다른 물질이 슬라이드(14)의 잇몸 측면(72)과 접촉하고, 개방된 위치를 향하여 슬라이드(14)를 부주의하게 이동시키는 것을 방지하거나 또는 감소시킨다. 컷아웃(120)의 잇몸벽(124)은 또한 제1 접촉 표면을 제공할 수 있다. 이러한 관점에서, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 슬라이드(14)의 잇몸 측면(72)은, 스프링 핀(78)이 리테이닝 슬롯(80)의 교합 말단(112) 위에서 바닥에 닿기 전에 컷아웃(120)의 잇몸벽(124)을 맞물리도록 구성할 수 있다. 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 측면(72) 및 브래킷 본체(12)의 잇몸벽(124) 사이의 접촉은, 브래킷 본체(12)로 결찰 슬라이드(14) 위에 부과된 힘이 전달되는 영역을 증가시킨다. 또한, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 리테이닝 슬롯(80)의 일부가 도 6에 도시된 바와 같이 아치와이어 슬롯(16)에 노출될 수 있다

[0040] 도면에 도시된 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)은 밀폐된 위치로부터 멀어지고, 개방된 위치를 향하여 결찰 슬라이드(14)를 이동시키기 위한 공구(도시되지 않음)와 협력하는 공구 리셉터클(tool receptacle)을 포함할 수 있다. 도 4, 도 6 및 도 7을 참조하면, 브래킷 본체(12)의 순측면(30)은 잇몸벽(128), 근심벽(130), 원심벽(132), 및 입술벽(134)을 한정하는 공구 리셉터클(126)을 포함한다. 그러나, 리셉터클(126)은 결찰 슬라이드

(14)의 적어도 일부에 접근 가능하도록 이의 잇몸 말단을 따라 개방되어 있다. 예를 들면, 공구 리셉터클(126)은 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 측면(72)에 개방되어 있을 수 있다. 공구 리셉터클(126)을 사용하기 위한 다양한 공구 및 방법은 미국 특허 출원 시리얼 제12/147,854호에 보다 완전히 기재되어 있고, 이들 기재는 전문이 본원에 참조로 인용되어 있다. 이들 도면에 나타낸 바와 같이, 공구 리셉터클(126) 및 컷아웃(120)의 교차는 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 측면(72) 및 컷아웃(120)의 잇몸 벽(124) 사이의 제1 접촉 표면의 영역을 축소시킨다. 예를 들면, 브래킷 본체(12)에 형성된 공구 리셉터클(126)과 함께, 제1 접촉 표면은 근심 벽(130), 원심 벽(132), 및 입술 벽(134) 각각의 교합 엣지를 따라 마멸될 수 있다.

[0041] 치열교정용 브래킷(10)은 브래킷 본체(12)에 대한 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 이동을 제한하거나 또는 정지시키는 결찰 슬라이드(14) 및 브래킷 본체(12) 사이의 제2 접촉 표면 또는 정지 표면을 추가로 포함할 수 있다. 제2 접촉 표면은 단독으로 또는 위에 기재된 바와 같은 제1 접촉 표면과 결합하여 작동할 수 있다. 이러한 관점에서, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 결찰 슬라이드(17)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 탭 부재(tab member)(104)의 접촉 표면(106)은, 스프링 핀(78)이 리테이닝 슬롯(80)의 교합 말단(112) 위에서 바닥에 닿기 전에 브래킷 본체(12)와 맞물리도록 구성될 수 있다. 보다 특히, 브래킷 본체(12)의 교합 측면(22)은 제2 접촉 표면을 제공할 수 있다. 이를 위해서, 탭 부재(104)의 접촉 표면(106)은 브래킷 본체(12)의 제1 맞물림부(140) 및 제2 맞물림부(142)와 각각 맞물리는 제1 맞물림부(136) 및 제2 맞물림부(138)를 포함한다. 결찰 슬라이드(14)의 탭 부재(104) 및 브래킷 본체(12) 사이의 접촉은 결찰 슬라이드(14) 위에 부과된 힘이 브래킷 본체(12)로 전달되는 영역을 증가시킨다. 따라서, 고정 메카니즘의 미성숙한 실패의 가능성을 감소시킬 것이다.

[0042] 탭 부재(104)와 브래킷 본체(12) 사이의 관계는 추가의 이점을 가질 수 있다. 예를 들면, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 탭 부재(104)는 지지 표면(40) 내 리세스(60)에 위치하고, 브래킷 본체(12)의 교합 측면(22)에 인접한 가이드 부재(42, 44) 사이의 공간을 적어도 부분적으로 채워준다. 탭 부재(104)를 사용하여 이러한 공간을 채우는 것은 플라크(plaque) 및/또는 음식 축적에 이용가능한 영역을 감소시킨다. 게다가, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 제2 맞물림부(138, 142)는 제1 맞물림부(136, 140)에 대해 각을 이루거나 챔퍼(chamfer)될 수 있다. 결찰 슬라이드(14) 위의 챔퍼된 구성은 슬라이드(14)의 일부에서 증가된 벽 두께를 허용한다. 예를 들면, 도 6에 도시된 바와 같이, 잇몸-교합 방향에서 결찰 슬라이드(14)의 두께(t_1), 및 입술-혀 방향에서 결찰 슬라이드(14)의 두께(t_2)는 보다 전통적인 비-챔퍼된 구성과 비교하여 증가할 수 있다. 증가된 두께는 결찰 슬라이드(14)에 대해 추가의 강도 및 강성을 제공한다.

[0043] 상기한 다양한 특징에 추가하여, 치열교정용 브래킷(10)은 치열교정 치료 동안 브래킷의 설계 및/또는 브래킷의 이행에 대한 이점을 제공하는 몇 가지 다른 특징을 포함할 수 있다. 예를 들자면, 하나의 특징은 브래킷 본체(12), 특히, 아치와이어 슬롯(16)에 대한 결찰 슬라이드(14)의 위치에 관한 것이다. 이러한 관점에서, 통상적인 자가-결찰 브래킷은 아치와이어 슬롯을 형성하고, 모든 그러나 이의 하나의 측면 위에 아치와이어를 바운딩(bounding)하는 브래킷 본체를 가진다. 이후에, 아치와이어 슬롯의 바운딩되지 않은 측면은 이동식 밀폐 부재에 의해 밀폐된다. 밀폐 부재의 실질적인 부분은, 전부가 아닌 경우, 일반적으로 아치와이어 슬롯의 순측면 위에 위치하고, 결과적으로 브래킷 본체는 예를 들면, 개방된 위치와 밀폐된 위치 사이를 이동하는 동안, 밀폐 부재를 수용하도록 아치와이어 슬롯의 입술쪽으로 연장하는 구조물을 포함해야만 한다. 결과로서, 자가-결찰 치열교정용 브래킷의 입술-혀 너비는 일반적으로 상대적으로 크다. 증가된 입술-혀 너비는 브래킷을 보다 눈에 띄게 함에 따라, 심미적으로 덜 만족스럽고, 또한, 환자를 위한 편안함을 감소시킬 수 있다. 추가로, 상대적으로 큰 입술-혀 너비는 예를 들면, 저작력으로 인한 결합 실패의 발생을 증가시킨다.

[0044] 통상적인 자가-결찰 브래킷의 이러한 단점을 설명하기 위해서, 치열교정용 브래킷(10)은 입술-혀 너비에서 감소하는 자가-결찰 특징부를 제공하도록 설계되고, 이에 따라, 환자에게 심미성과 편안함을 개선시킨다. 이러한 관점에서, 결찰 슬라이드(14)는 통상적인 자가-결찰 브래킷 설계에 비하여 브래킷 본체(12) 내에서 혀쪽으로 이동하여 왔다. 따라서, 도 8에 도시된 바와 같이, 슬라이드 맞물림 트랙(46)(도 4 참조)을 한정하는 지지 표면(40)은 더 이상 아치와이어 슬롯(16)의 입술은 아니지만, 아치와이어 슬롯(16)의 입술 엣지(143)의 혀에 현재 위치되는 일부를 포함한다. 하나의 양태에서, 슬라이드 맞물림 트랙(46)은 도 8에 도시된 바와 같이, 이의 중간 위치에서 슬롯 표면(38)과 교차한다(즉, 베이스 표면(34)과 입술 엣지(143) 사이). 그러나, 대안적으로, 슬라이드 맞물림 트랙(46)은 아치와이어 슬롯(16)으로부터 개입 벽(intervening wall)(도 16에 도시되고, 아래 기재되어 있음)에 의해 부분적으로 밀폐될 수 있지만, 여전히 아치와이어 슬롯(16)의 입술 엣지(143)의 혀쪽으로 위치될 수 있다.

[0045] 슬라이드 맞물림 트랙(46)을 브래킷 본체(12) 내 혀쪽으로 이동시키는 것은 이러한 이동을 수용하기 위해 결찰

슬라이드(14) 내 다수의 설계 특징부(design feature)를 생성한다. 도 2 및 도 9에 나타낸 바와 같이, 결찰 슬라이드(14)는 밀폐된 위치에 있는 경우 브래킷 본체(12)과 직면하는 브래킷 맞물림부(144), 및 아치와이어 슬롯(16)과 직면하는 슬롯-커버부(146)를 포함한다. 2개의 부 사이의 트랜지션은 플랫폼 표면(74, 76)에 인접하게 발생한다. 도 9를 참조하면, 플랫폼 표면(74, 76)(도 3 및 도 5 참조)을 형성하기 위해서 잇몸 측면(72)의 근심부(62) 및 원심부(64) 단(short)을 정지시키는 것에 추가하여, 슬롯 커버부(146)의 설측면(94a)은 브래킷-맞물림부(144)의 설측면(94b)으로부터 예를 들면, 일반적으로 입술 방향으로 오프셋(offset)된다. 일반적으로 148로 도시된 오프셋은 브래킷 본체(12) 내 혀쪽으로 이동하는 슬라이드 맞물림 트랙(46)을 따르는 결찰 슬라이드(14)의 이동을 제공하고, 슬롯-커버부(146)가 아치와이어 슬롯(16)을 커버하여서 아치와이어(18)를 방해하지 않도록 하며, 그외에도, 오프셋(148)을 위해 수행될 수 있다. 또한, 슬롯-커버부(146)의 설측면(94a) 및 플랫폼 표면(74, 76) 사이에 형성된 코너(corner)(149)는 날카롭지 않지만, 대신에 구부러지거나 둥글게 되어 있어서 코너(149)에서 결찰 슬라이드(14) 상의 응력 집중(stress concentration)을 감소시킨다. 예를 들자면, 코너(149)는 약 0.003 인치보다 더 큰 곡률 반경을 가질 수 있다.

[0046] 도시된 특정 양태에서, 밀폐된 위치에 있는 경우, 결찰 슬라이드(14)는 일반적으로 아치와이어(18)와 직면하고 입술 방향으로 바운딩시킨다(예를 들면, 도 6에서 도시된 바와 같은 아치와이어(18)의 한 측면). 또한, 브래킷 본체(12) 내 결찰 슬라이드(14)의 혀 이동의 결과로서, 플랫폼 표면(74, 76)은 또한 아치와이어(18)와 직면하고, 또한, 예를 들면, 슬롯 표면(38)의 일부(예를 들면, 도 8에 도시된 바와 같은 아치와이어(18)의 제2 측면)를 형성함으로써 아치와이어를 바운딩할 수 있다. 이러한 관점에서, 플랫폼 표면(74, 76)은 슬롯 표면(38)과 같은 높이가 되도록 구성될 수 있거나 또는 슬롯 표면(38) 약간 아래(예를 들면, 교합적으로 이격됨)에 잇을 수 있다. 플랫폼 표면(74, 76)을 슬롯 표면(38) 약간 아래에 위치시키는 것은 아치와이어(18) 및 아치와이어 슬롯(16) 사이의 마찰 맞물림을 감소시킬 수 있다.

[0047] 결찰 슬라이드(14)를 치열교정용 브래킷(10)의 브래킷 본체(12) 내 혀쪽으로 이동시키는 것은 브래킷(10)의 입술-혀 너비를 감소시킨다. 당해 방향에서 감소된 너비는 브래킷을 덜 눈에 띄게 함으로써 심미성을 개선시키고, 환자에게 브래킷의 편안함을 개선시키며, 추가로, 결합 실패의 발생을 감소시킬 수 있다.

[0048] 다른 국면에서, 치열교정용 브래킷(10)의 기능성 및 용도는 패드(32)의 결합 베이스(33) 위에서 추가의 특징부를 포함하여 강화시킬 수 있다. 이러한 국면에서, 치아에 대한 결합 공정에 비해 통상적인 브래킷의 몇가지 단점이 존재한다. 예를 들면, 치아에 브래킷을 결합하기 위해 사용된 과량의 접착제는 브래킷의 결합 베이스의 주변을 지나 누입시키고, 이에 따라 모니터링(monitoring)과 청소가 요구되는 것이 보기 드문 일은 아니다. 일부 브래킷 설계에서, 브래킷은 결합 공정 동안에 관련 영역에 대한 접착제를 함유하는데 실패하고, 이에 따라 또한 모니터링과 청소과 요구된다. 추가로, 많은 통상의 브래킷에서, 브래킷의 결합 베이스는 치아로부터 브래킷을 상대적으로 쉽게 제거하도록 설계될 수 없다. 이러한 관점에서, 브래킷은 치아로부터 브래킷을 제거하기 위한 탈-결합 공구와 협력하는 편리한 특징부를 포함할 수 없다. 또한, 일부 설계는 브래킷과 치아 사이의 결합을 용이하게 해서 이들 사이의 보다 신뢰할 만한 결합을 생성하도록 하는 임의의 특징부를 포함하는 데 실패한다.

[0049] 도 6, 도 7 및 도 10은 통상적인 브래킷의 이러한 단점 및 기타 단점을 설명하기 위해 고안된 치열교정용 브래킷(10)의 결합 베이스(33)를 설명한다. 하나의 국면에서, 결합 베이스(33)는 결합 베이스(33)의 주변부(152)의 적어도 일부를 따르는 혀-연장 립(lingually-extending lip)(150)을 포함한다. 하나의 양태에서, 립(150)은 결합 베이스(33)의 전체 주변부를 실질적으로 따라 연장한다. 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 립(150)은 개방 웰(well) 또는 캐비티(156)의 내부 측벽(154)을 한정한다. 브래킷(10)이 치아에 결합하도록 하는 경우, 결합 접착제를 캐비티(156) 내에 배치하도록 개조한다. 측벽(154)은 접착제와 결합하고, 접착제가 결합 베이스(33)의 주변부(152)를 지나 새어나오는 가능성을 방지하거나 감소시킨다. 따라서, 접착제를 청소하는 시간, 비용 및 가중되는 것을 제거하거나 감소시킨다.

[0050] 결합 베이스(33)의 주변부(152) 내 결합 접착제를 함유하는 것에 추가하여, 립(150)의 구성은 기타 이점을 제공할 수 있다. 예를 들면, 도 11에서 도시된 바와 같이, 접착 베이스(33)의 외측벽(160) 및 패드(32)의 외측벽(162)(예를 들면, 교합면, 잇몸면, 근심면 및/또는 원심면) 사이의 코너(158)는 치아로부터 치열교정용 브래킷(10)의 제거를 용이하게 하기 위해서 구성될 수 있다. 이러한 관점에서, 코너(158)는 만곡되거나(radiused) 챔퍼되어서 접착 베이스(33)의 주변부(152)를 따라 치아 및 브래킷(10) 사이에 작은 갭(164)을 제공하도록 한다. 하나의 양태에서, 예를 들면, 코너(158)는 약 0.005 인치 및 약 0.010 인치 사이의 곡률 반경으로 만곡된다. 당해 분야의 숙련가는 곡률 반경이 특정 출원에 좌우된 당해 범위보다 더 작거나 더 클 수 있음을 인식할 것이다. 갭(164)은 탈-결합 공정 동안에 균열 개시자(crack initiator)로서 역할을 할 뿐만 아니라 탈-결합 공정

동안 사용된, (166)으로 사시적으로 도시된, 공구를 위한 받침점(purchase point)을 제공한다.

[0051] 상기에 추가하여, 결합 베이스(33) 위의 립(150)의 포함은 치아로부터 래킷(10)의 탈-결합 강도를 제조함을 추가로 제공할 수 있다. 이러한 관점에서, 특정 립 형상은 예측가능한 방식으로 결합 강도에 영향을 미칠 수 있어서 이러한 립 형상은 목적하는 탈결합 강도를 수득하도록 특이적으로 구성될 수 있다. 특히, 립(150)의 높이, 립(150)의 두께, 및/또는 내측벽(154)의 구성(예를 들면, 요철, 파형, 홈이 파짐 등)은 탈결합 강도에 영향을 미칠 수 있다. 추가로, 코너(158)의 구성(예를 들면, 곡률 반경)은 치열교정의가 치아로부터 브래킷(10)을 제거하기 위한 공구에 적용하는 힘의 양에 영향을 미칠 수 있다.

[0052] 추가로, 결합 베이스(33)는 브래킷(10) 및 치아 사이의 결합을 강화시키기 위한 추가의 특징부를 포함할 수 있다. 이러한 관점에서, 도 10에 도시된 바와 같이, 결합 베이스(33)는 결합 강도를 개선시키기 위한, 베이스 위에 다수의 못 또는 포스트(post)(168)를 포함할 수 있다. 포스트(168)는 접착제와 브래킷 사이의 접촉 영역을 증가시키고, 이로써 결합 강도를 증가시킨다. 또한, 포스트(168)는 결합 강도를 증가시키도록 추가로 구성될 수 있다. 예를 들면, 포스트(168)는 이의 외부 말단에서 평평하게 펴지거나 변형될 수 있어서 언더컷(undercut; 도시되지 않음)을 생성할 수 있다. 접착제는 언더컷을 채워서 본질적으로 결합 베이스(33)와 접착체 사이의 기계적 잠금을 생성한다.

[0053] 하나의 양태에서, 포스트(168)는 결합 베이스(33)와 통합적으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 치열교정용 브래킷(10)은 세라믹 사출 성형(CIM) 공정을 사용하여, 위에서 기재된 바와 같이, 세라믹 물질로부터 형성될 수 있다. 이러한 포스트(168)를 형성하기 위한 하나의 기술은 CIM 공정의 녹색 상태 또는 갈색 상태 동안 결합 베이스(33)를 형상화하는 레이저를 포함한다. 예시적인 레이저 형상화 기술은 미국 공개 공보 제2006/0163774호 및 제2006/0166159호에 보다 완전히 기재되어 있고, 이들 기재는 전문이 본원에 참조로 인용되어 있다. 포스트(168)를 형성하는, 결합 베이스(33)를 형상화하는 레이저에 추가하여, 당해 분야의 숙련가는 포스트(168)를 형성하기 위한 기타 기술을 인식할 수 있다.

[0054] 기타 특징에 추가하여, 또는 이를 대신하여, 브래킷(10) 및 치아 사이의 결합 강도를 적합한 접착제를 통해 증가시키는 포스트(168)를 포함할 수 있다. 이러한 특징은 결합 베이스(33)에서 돌출부, 리세스, 언더컷 등을 형성함을 포함할 수 있다. 예를 들면, 다른 기술은 결합 베이스(33)를 베이싱(basing)하는 볼(ball)을 포함한다. 볼 베이싱(ball basing)은 결합 베이스 위의 작고 일반적으로 구형인 입자의 단층을 사용하여 언더컷을 효율적으로 생성한다. 미국 특허 제5,071,344호(전문이 본원에 참조로 삽입되어 있음)에 보다 완전히 기재된 바와 같이, 접착제의 층은 예를 들면, 브러시 또는 스프레이 기술을 통해 결합 베이스에 적용된다. 이후에, 작고 일반적으로 구형인 입자(도 12에 가상으로 도시됨)는 결합 베이스(33) 위에 살포되거나, 또는 브래킷(10)이 입자 더미 내로 탬핑(tamping)되어서 상대적으로 밀집된 입자의 단층을 제공한다. 이후에, 브래킷을 로(furnace)에서 가열하여 입자를 결합 베이스(33)로 확산 결합시킨다.

[0055] 도 12에 도시된 바와 같이, 스프링 핀(78)을 수용하기 위한 보어(82)는 결합 베이스(33)로 개방된다. 상기 나타낸 바와 같이, 조립 동안, 스프링 핀(78)은 이러한 개방을 통해 보어(82) 내로 삽입된다. 제조 공정은 일반적으로 보어(82) 내 스프링 핀(78)을 삽입하기 전에 결합 베이스(33) 위의 결합-강화 특징을 형성할 것이다. 이에 따라, 보어(82) 내로 들어가는 것으로부터 접착제 및 다른 물질, 예를 들면, 볼 베이싱 기술에 사용된 입자를 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 관점에서, 결합 베이스(33)는 보어(82)에 대한 개방에 관여하여 혀-연장 립(170)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 립(170)은 보어(82)의 주변부를 따라 위치하거나, 또는 상대적으로 소량으로 주변부로부터 방사상으로 이격될 수 있다. 립(170)은 접착제 및/또는 입자가 보어(82)로 유입되는 가능성, 및 보어(82) 내 스프링 핀(78)의 삽입의 문제점을 방지하거나 적어도 감소시킨다.

[0056] 여전히 추가의 국면에서, 도 13에 도시된 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)은 결찰, 탄성 밴드 또는 당업계에 공지된 다른 연결 부재를 사용하여 브래킷을 다른 인접한 치열교정용 장치에 커플링시키는 것을 용이하게 하는, 단일 잇몸 타이 윙(single gingival tie wing)(172), 및 2개의 교합 타이 윙(occlusal tie wing)(182)을 포함할 수 있다. 단일 타이 윙(172)은 보다 전통적인 2개의 타이 윙 설계와 비교하여 바람직할 수 있으며, 이는 관련된 구강 내 음식 또는 기타 물질을 위한 더 작은 표면적을 제공하기 때문이다. 결과로서, 결합 신뢰성이 개선될 수 있다. 타이 윙(172)은 브래킷 본체(12) 위에서 근심-원심 방향으로 중심에 위치할 수 있다. 결과로서, 윙(172)의 근심면(174)과 원심면(176)은 경사지거나 조개형태의 구성을 가질 수 있고, 이에 따라, 부드럽고 원활히 움직이는 방식으로 기울일 수 있게 된다. 이러한 타이 윙(172)의 형태는 치열교정용 브래킷(10)의 편안함을 강화시킨다.

[0057] 이러한 관점에 추가하여, 치열교정용 브래킷의 제조는 환자에게 더 큰 편안함을 제공하는 브래킷 설계에 대한

개선점을 지속적으로 탐색한다. 예를 들면, 다수의 통상적인 치열교정용 브래킷은 불규칙적이거나 불연속적인 순측면을 포함한다. 일부 상황에서, 이들 불규칙성은 예를 들면, 연약한 구강 조직이 브래킷의 입술 표면과 반복적으로 맞물림에 따른 불편함을 환자에게 야기시킬 수 있다. 치열교정용 브래킷(10)은 원활하고 지속적인 방식으로 브래킷(10)의 표면을 구성함으로써 이러한 단점을 대처한다. 따라서, 브래킷의 인접한 측면 사이의 엣지 또는 트랜지션은 각각이 일반적으로 큰 곡률 반경을 갖는 하나 이상의 커브를 특징으로 할 수 있다.

[0058] 예를 들면, (178)로 일반적으로 도시된, 순측면(30) 및 근심면(26)과 원심면(28) 사이의 트랜지션은 일반적으로 아치형이고, 약 0.015 인치 내지 약 0.025 인치 사이의 곡률 반경을 가질 수 있다. 추가로, 순측면(30) 및 교합면(22) 사이의 트랜지션(180)은 또한 상기 제공된 범위에서 곡률 반경을 가질 수 있다. 게다가, 타이 윙(172)의 엣지는 또한 이에 따른 상대적으로 큰 곡률 반경을 사용하여 매끄러울 수 있다. 브래킷의 인접한 측면 사이의 매끄러운 트랜지션은 전체 개선에서 치열교정용 브래킷(10)의 편안함을 생성한다.

[0059] 도 14에 도시된 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)을 구성하여서 결찰 슬라이드(14)가 아치와이어 슬롯(16)의 베이스 표면(34)에 대해 일정 각도에서 슬라이드 맞물림 트랙(46)을 따라 이동하는 다른 특징부(feature)를 포함한다. 이러한 관점에서, 맞물림 트랙(46)은 베이스 표면(34)과 관련된 베이스 평면(34a)에 대해 날카롭게 각진 변환 평면(translation plane)(46a)을 따라 일반적으로 연장된다. 이러한 각진 특징부는 구치 자가-결찰 브래킷을 위한 미국 특허 제7,267,545호에 기재되어 있다. 구치 적용에서, 각진 특징부는 결찰 부재와 주변 잇몸 사이의 접촉을 방지하는 것을 돕는다. 도 14에 도시된 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)에서 슬라이드 맞물림 트랙(46)의 각진 특징부는 보다 전통적인 평행 맞물림 구성(가상선(184)으로 도시됨)에 비해 교합 타이 윙(182)(도시되어 있음)의 벽 두께(t_3)에서의 증가를 제공한다. 이에 따라, 교합 타이 윙(182)의 강도가 증가한다. 타이 윙 두께의 증가를 성취하기 위해 슬라이드(14)를 기울이는 것은 높은 토크 브래킷과 특히 관련될 수 있다. 게다가, 높은 토크 적용에서, 슬라이드 맞물림 트랙(46)의 각진 특성은 또한 타이 윙(182) 아래의 청소를 증가시킴을 제공한다. 따라서, 다양한 연결 부재(예를 들면, 결찰, O-링, 피치 체인 등)는 브래킷(10)과 보다 안전하게 커플링할 수 있다.

[0060] 도 15(여기서, 동일한 도면 부호는 도 1 내지 도 14에서의 동일한 특징부를 나타낸다)는 대안적인 양태에 따라 치열교정용 브래킷(210)을 나타낸다. 치열교정용 브래킷(210)은 치열교정용 브래킷(10)과 유사하지만, 차이점은 상세하게 논의될 것이다. 초기 문제로서, 도시된 바와 같이, 브래킷(210)은 또한 상악 위의 치아에 적용되는 참조 프레임으로부터 구성되고 기재된다. 그러나, 위에서 논의한 바와 같이, 당해 분야의 숙련가는 본 발명이 극히 제한되지는 않음을 인식할 것이다. 다수의 적용에서, 인접한 치열교정용 장치와 커플링하기 위한 치과 브래킷을 갖는 후크(hook)를 포함하는 것이 바람직하다. 전형적으로, 후크는 브래킷 본체에 영구적으로 고정되는 분리 요소이다. 대안적으로, 후크는 브래킷 본체에 임시적으로 또는 해방되도록 커플링되는 보조 장치일 수 있다. 이는, 예를 들면, 내부에 후크의 축(shaft)(도시되지 않음)을 수용하는 브래킷 본체 내 형성된 보조 슬롯(예를 들면, 수직 슬롯)을 사용하여 달성할 수 있다.

[0061] 도 15에 도시된 바와 같이, 하나의 양태에서, 치열교정용 브래킷(210)은 브래킷 본체(12)와 통합적으로 형성된 후크(일반적으로 212로 도시됨)를 포함할 수 있다. 보다 특히, 하나의 양태에서, 후크(212)는 타이 윙(172)으로부터 잇몸 방향으로 일반적으로 연장되고, 하나의 확대된 헤드(216)에서 종결되는 스템(stem)(214)을 포함할 수 있다. 타이 윙/후크 조합 특징부는 치열교정용 브래킷(210)이 이들 둘 다의 능력을 보유하게 하지만, 보다 효율적인 방식으로, 브래킷 본체(12)를 통해 형성된 분리 성분 또는 보조 슬롯에 대한 필요성을 제거한다. 그러나, 본 발명은 극히 제한되지는 않아서, 후크(212)가 특정 출원 및/또는 치열교정의의 목적에 따라 타이 윙(172) 이외의 지역(도시되지 않음)에서 브래킷 본체(12)와 통합적으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 후크(212)는 타이 윙(예를 들면, 구치 브래킷)을 갖지 않는 브래킷 본체와 통합적으로 형성될 수 있다.

[0062] 도 16 및 도 17(여기서, 동일한 도면 부호는 도 1 내지 도 14의 동일한 특징부를 나타낸다)은 대안적인 양태에 따른 치열교정용 브래킷(220)을 나타낸다. 치열교정용 브래킷(220)은 치열교정용 브래킷(10)과 유사하지만, 차이점이 상세히 기술될 것이다. 브래킷(10 및 210)과 유사하게, 치열교정용 브래킷(220)은 또한 상악 위의 치아에 적용되는 참조 프레임으로부터 구성되고 기재된다. 위에 기재한 바와 같이, 단지 핀(78)을 사용하여 브래킷 본체(12)에 대해 결찰 슬라이드(14)의 잇몸 이동을 제한하거나 정지시키는 브래킷 설계는 미성숙한 실패를 가져올 수 있는데, 이는 결찰 슬라이드(14) 위로 부과된 많은 하중이 핀(78)을 통해 주로 브래킷 본체(12)로 전달되기 때문이다. 핀(78)과 결찰 슬라이드(14) 사이의 작은 접촉 영역으로 인하여, 이들 하중의 크기는 핀(78), 결찰 슬라이드(14), 및/또는 브래킷 본체(12)를 전단, 노치, 또는 손상시키는데 충분할 수 있다. 결찰 슬라이드(14) 및 브래킷 본체(12) 사이의 접촉 영역을 증가시킴으로써, 부과된 하중은 더 큰 영역에 걸쳐 분산된다. 다

시 말하면, 부과된 하중은 핀(78)을 통하는 것 보다 오히려 슬라이드(14)로부터 본체(12)로 직접 분포된다. 치열교정용 브래킷(10)을 참조하여 상기한 바와 같이, 접촉 영역은 탭(104)과 컷아웃(60)을 접촉시켜 증가시킬 수 있다. 다른 양태에서, 결찰 슬라이드(14)와 브래킷 본체(12) 사이의 접촉 영역은 추가 또는 대안적인 특징부에 의해 증가할 수 있다.

[0063] 예를 들면, 도 16 및 도 17에 도시된 예시 양태를 참조하여, 치열교정용 브래킷(220)은 브래킷 본체(12)와 통합적으로 형성된 개입 벽(222, 224)을 포함한다. 도 17에 잘 도시된 바와 같이, 지지 표면(40)은 표면(40)의 근심면(26) 및 원심면(28) 위의 가이드(42, 44)에 인접하게 위치된 개입 벽(intervening wall)(222, 224)을 운반한다. 따라서, 일반적으로, 개입 벽(222, 224)은 아치와이어 슬롯(16)에 인접한 슬라이드 맞물림 트랙(46)의 근심면 및 원심면을 부분적으로 밀폐한다. 특히, 도시된 양태에서, 근심 개입 벽(222)은 가이드(42)의 제1 레그(42a)로부터 원심으로 돌출되고, 원심 개입 벽(224)은 슬라이드 가이드(44)의 제1 레그(44a)로부터 근심으로 돌출된다. 따라서, 개입 벽(222, 224)은 슬라이드 맞물림 트랙(46)에서 접촉 표면 또는 정지 표면을 형성한다. 정지 표면은, 상기한 정지 표면과 동일하게, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우(도 16에서 도시된 바와 같음), 잇몸 방향으로 결찰 슬라이드(14)의 이동을 제한하고, 결찰 슬라이드(14) 및 브래킷 본체(12) 사이의 접촉 영역을 증가시킨다. 특히, 각각의 개입 벽(222, 224)은 슬라이드 맞물림 트랙(46)의 근심면(26) 및 원심면(28) 위의 접촉 표면 또는 숄더(226, 228)를 형성한다. 숄더(226, 228)는 아래 기재된 바와 같은 결찰 슬라이드(14)의 일부와 접촉한다. 또한, 이들 접촉 표면은 위 또는 아래에 나타낸 바와 같이 단독 또는 임의의 접촉 표면과 함께 작동해서 슬라이드(14) 위의 하중을 브래킷 본체(12)로 분포시킬 수 있다.

[0064] 또한, 도 17을 참조하고 아치와이어에 부과된 하중의 분포와 관련하여, 개입 벽(222, 224)은 각각의 가이드(42, 44)의 지지 표면(40)으로부터 제2 레그(42b, 44b)로 연장하거나, 또는, 다시 말하면, 개입 벽(222, 224)은 가이드(42, 44) 위의 아치와이어에 의해 부과된 하중을 본체(12)로 분포시키는 거싯(gusset)을 형성한다. 특이적으로, 거싯은 각각의 가이드(42, 44)의 이어(ear)에 의해 경험한 토크를 감소시킨다. 이 구성은 각각의 가이드(42, 44)의 강도 및 강성을 개선시킨다. 개입 벽(222, 224)은 각각의 제2 레그(42b, 44b)의 전체 근심-원심 너비를 연장하는 것으로 도시되었지만, 벽(222, 224)은 가이드(42, 44)의 전체 근심-원심 너비를 연장할 필요가 없이 여전히 슬라이드(14) 및 본체(12) 사이에 하중을 전달한다. 예를 들면, 근심 개입 벽(222)은 근심 가이드(42)의 제1 레그(42a)로부터 가이드(42)의 제2 레그(42b)의 전체 원심 돌출부보다 미만인 거리로 원심으로 돌출될 수 있다. 유사하게, 원심 개입 벽(224)은 가이드(44)의 제2 레그(44b)의 전체 근심-원심 거리보다 더 작게 돌출될 수 있다.

[0065] 하나의 양태에서, 도 17에 도시된 바와 같이, 개입 벽(222, 224)은 아치와이어 슬롯(16)의 일부에 인접하거나 또는 일부를 형성하고, 보다 특히, 슬롯 표면(38)의 일부를 형성한다. 그러나, 개입 벽(222, 224)은 아치와이어 슬롯(16)과 교합적으로 위치할 수 있다. 이러한 관점에서, 개입 벽(222, 224)은 슬롯 표면(38)과 수평이되도록 구성될 수 있거나 또는 슬롯 표면(38)과 교합적으로 이격될 수 있다.

[0066] 결과적으로, 도 17에 도시된 바와 같이, 개입 벽(222, 224)은 브래킷(10 및 210)에 밝혀진 특징부를 보완하거나 대체할 수 있다. 예를 들면, 상승된 보스(54)(예를 들면, 도 4에 도시되어 있음)는 존재하지 않을 수 있다. 당해 분야의 숙련가는, 그러나, 브래킷 본체(12)가 개입 벽(222, 224) 및 상승된 보스(54) 둘 다로 구성될 수 있음을 인식할 것이다. 하나의 양태에서, 즉, 보스(54) 없이, 슬라이드 맞물림 트랙(46)은 보스(54)에 의해 분리된 2개의 그로브(grove)(56, 58)에 비해 단일 그루부(230)를 포함할 수 있다. 이후에, 결찰 슬라이드(14)는 아래 기재된 바와 같이 단일 그루부(230)에 대한 보완 특징부를 가질 수 있다.

[0067] 상승된 보스(54)의 부재와 유사하게, 위에 기재되고, 도 4에 도시된 컷아웃(60)이 또한 존재하지 않을 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 컷아웃(60)은 브래킷 본체(12) 내 정지 표면을 형성한다. 컷아웃(60)은 예를 들면, 도 5에 도시된 결찰 슬라이드(14) 위의 탭 부재(104)와 협력한다. 그러나, 본체(12)가 개입 벽(222, 224)을 포함하는 도 17에 도시된 바와 같이, 브래킷 본체(12)는, 개입 벽(222, 224)이 적어도 부분적으로 정지 표면을 제공하기 때문에 컷아웃(60)을 포함하지 않을 수 있다. 결과적으로, 결찰 슬라이드(14)는 아래에 보다 완전히 기재된 바와 같이, 탭(104)을 포함하지 않을 수 있다.

[0068] 도 18을 참조하여, 하나의 양태에서, 보어(82)는 약 0.010 인치(예를 들면, 가상 라인 또는 브래킷(220)의 패드(32') 및 브래킷(220)의 패드(32) 사이의 거리에 의해 도시됨)로 본체(12)를 연장하고 브래킷(10)의 본체(12)에 대해 교합 측면(22')과 비교하여 교합 측면(22) 위의 테이퍼화된 측면(230, 232)을 제공함으로써 아치와이어 슬롯(16)으로부터 이동한다. 특히, 브래킷(220)의 보어(82)는 아치와이어 슬롯(16)으로부터 교합적으로 이동한다. 도 1의 브래킷(10)의 상대적 보어는 82'로 나타낸다. 유사하게, 브래킷(10) 및 브래킷(220)의 교합

측면의 상대적 위치는 각각 교합 측면(22' 및 22)과 비교함으로써 나타낸다. 추가로, 컷아웃(60)의 부재에서, 브래킷 본체(12)는 컷아웃(60)에 의해 이격된 근심 및 원심 교합 타이 윙(182)이 아닌 단일 교합 타이 윙(234)을 갖는다. 단일 교합 타이 윙(234)은 브래킷 본체(12)의 전체 너비와 근접하게 연장할 수 있다. 이 구성은 내부에 연결 부재(도시되지 않음)의 부착을 용이하게 할 수 있고, 본체(12)의 강도를 증가시킬 뿐만 아니라 플라크 및/또는 음식 축적에 대해 이용가능한 영역을 감소시킬 수 있다.

[0069] 도 1 및 도 2에 도시된 결찰 슬라이드(14)와 유사하게, 도 16, 도 17, 및 도 19에 도시된 결찰 슬라이드(14)는 결찰 슬라이드(14)의 전체 잇몸-교합 정도를 연장하지 않는 근심부(62) 및 원심부(64)를 포함한다. 그러나, 도 19를 참조하면, 근심부(62) 및 원심부(64)는, 스프링 핀(78)이 리테이닝 슬롯(80)의 교합 말단(112) 위에서 바닥에 닿기 직전에 브래킷 본체(12)와 맞물리도록 구성된 숄더(236, 238)를 한정한다. 특이적으로, 근심부(62) 및 원심부(64)의 숄더(236, 238)는 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치로 이동하는 경우, 개입 벽(222, 224)의 일부, 예를 들면, 숄더(226, 228)와 접촉한다.

[0070] 이를 위해서, 근심부(62) 및 원심부(64)의 숄더(236, 238) 또는 접촉 표면은 본체(12)의 맞물림부와 각각 맞물리는, 특히, 숄더(26, 228)와 같은 벽(222, 224)의 일부와 맞물리는, 원심 맞물림부(240) 및 근심 맞물림부(242)를 포함한다. 상기에 제시된 바와 같고, 도 17을 참고하면, 결찰 슬라이드(14)의 맞물림부 및 브래킷 본체(12)의 맞물림부 사이의 표면 접촉은 본체(12)와 슬라이드(14) 사이의 접촉 영역을 증가시키고, 이로써, 더 많은 하중을 슬라이드(14)와 본체(12) 사이에서 직접적으로 분포시킨다.

[0071] 추가로, 근심부(62) 또는 원심부(64)의 일부를 개입 벽(222, 224)을 통과하여 연장하거나 또는 슬롯 표면(38)(도 16에 도시된 바와 같음)의 일부를 형성하지 않을 수 있고, 근심부(62) 및 원심부(64) 중의 하나 또는 둘 다의 일부를, 위에 기재되고 도 2 및 도 5에 도시된 플랫폼 표면(74, 76)과 유사한 슬롯 표면(38)의 일부에 인접하거나 또는 일부를 형성할 수 있다. 예를 들면, 일부 플랫폼 표면(도시되지 않음)은 개입 벽(222, 224)이 가이드(42, 44)의 근심-원심 정도의 단지 일부를 따라 연장하는 곳에 존재할 수 있다. 이 구성은 숄더(234, 236) 및 플랫폼 표면(74, 76)(도 5에 도시됨) 둘 다를 갖는 결찰 슬라이드의 조합일 수 있다.

[0072] 도 19 및 도 19A에 도시된 결찰 슬라이드(14)를 참조하여, 결찰 슬라이드(14)는 상기한 단일 그루브(230)와 미끄러지게 협력하는 실질적으로 평면인 설측면(94b)을 갖는다. 특이적으로, 상승된 보스(54)가 부재하는 경우, 결찰 슬라이드(14)는 예를 들면, 도 5에 도시된 캐비티(96)를 포함하지 않는다. 다시 말하면, 리테이닝 슬롯(80)은 캐비티(96) 내 형성되는 것보다 설측면(94a, 94b)에 직접적으로 형성될 수 있다.

[0073] 또한, 도 18, 도 19 및 도 19A를 참조하면, 보어(82)가 본체(12)의 교합면(22) 근처로 이동하는 경우, 상기한 바와 같이, 리테이닝 슬롯(80)은 마찬가지로 결찰 슬라이드(14)의 교합면에 근접하게 형성될 수 있다. 유리하게도, 슬롯 커버부(146)에 형성된 리테이닝 슬롯(80)을 가지는 것보다, 도 6에 도시된 바와 같이, 리테이닝 슬롯(80)이 브래킷 맞물림부(144) 내에 전용적으로 형성된다. 하나의 양태에서, 리테이닝 슬롯(80)의 잇몸 단면(116)은 코너(149)에 교합적으로 위치된다. 따라서, 슬롯 커버부(146)를 통해 혀-입술 방향으로 일반적으로 배향된 면을 따라 취해진 근심-원심 횡단면은 리테이닝 슬롯(80)과 교차하지 않는다. 리테이닝 슬롯(80)을 슬롯 커버부(146)로부터 이격시켜 위치시키는 것은 슬라이드(14)의 당해 부분에서 물질을 수용하기 때문에 슬라이드(14)의 성능 또는 강성을 운반하는 하중을 향상시킬 수 있다. 또한, 리테이닝 슬롯(80)을 브래킷 맞물림부(144)로 이동시키는 것은 추가의 이점을 가진다. 예를 들면, 도 20을 참조하여, 이러한 관점에서, 리테이닝 슬롯(80)은, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 아치와이어 슬롯(16)에 노출되지 않는다.

[0074] 도 19 및 도 19A에 도시된 예시적인 결찰 슬라이드(14)와 추가로 관련하여, 중심 플랫폼 표면(244)은 결찰 슬라이드(14)의 중심부(66)에 형성된다. 예를 들면, 도 4 및 도 5에 각각 도시된 상승된 보스(54) 및 캐비티(96)의 부재에서, 중심 플랫폼 표면(244)은 잇몸 방향으로 직면한 표면을 포함할 수 있고, 코너(149) 및 설측면(94b) 사이에 형성될 수 있다. 도 20을 참조하여, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 중심 플랫폼 표면(244)은 아치와이어 슬롯(16)의 일부에 인접하거나 또는 일부를 형성할 수 있고, 보다 특히, 슬롯 표면(38)의 일부를 형성할 수 있다.

[0075] 다른 예시적인 양태에서, 도 21 및 도 22(여기서, 동일한 도면 번호는 도 1 내지 도 14의 동일한 특징을 나타낸다)를 참조하여, 치열교정용 브래킷(250)은 대향하는 이어 또는 가이드(42, 44)에 연결한 브릿지(252)를 갖는 브래킷 본체(12)를 포함한다. 브래킷(10, 210, 및 220)과 유사하게, 브래킷(250)은 또한, 상악 위의 치아에 적용하는 참조 프레임으로부터 구성되고, 기재된다. 도 22에 잘 도시된 바와 같이, 하나의 양태에서, 브릿지(252)는 대향한 가이드(42, 44)와 연결하여서 지지 표면(40); 가이드(42, 44); 및 브릿지(252)가 개방 위치와 밀폐된 위치 사이로 결찰 슬라이드(14)를 지지하고 가이드하기 위한 D-성형된 맞물림 트랙(254)을 종합적으로

한정한다. 일반적으로, 슬라이드 맞물림 트랙(46)의 입술쪽으로 본체(12)의 대향하는 근심부 및 원심부 사이를 연장함으로써, 본체(12)의 강성 및/또는 강도를 개선시킬 수 있다. 또한, 브릿지(252)는 슬라이드(14)의 브래킷 맞물림부(144)의 적어도 일부를 에워싸거나 또는 캡슐화시킬 수 있고, 이에 따라, 볼점막으로부터 결찰 슬라이드(14)의 측면(즉, 순측면(108))의 일부를 분리시킬 수 있다.

[0076] 볼점막 표면으로부터 분리된 브래킷 맞물림부(144)의 설측면(108) 뿐만 아니라, 슬롯 맞물림부(146)의 설측면(108)이 또한 볼점막으로부터 분리된다. 예를 들면, 도 23을 참조하여, 슬라이드(14)가 밀폐된 위치에 있는 경우, 슬라이드 맞물림부(146)의 순측면(108)을 본체(12)의 순측면(30)의 혀쪽으로(예를 들면, 패드(32) 근처임) 위치시킬 수 있다. 2개의 측면(30 및 108) 사이에서 위치의 상대적인 차이점이 오버행(256)을 생성시킨다. 오버행(256)은 또한 슬롯 커버부(146)의 순측면(108), 및 결찰 슬라이드(14)를 개방 위치를 향하여 힘을 가하는 경향이 있는 볼점막 또는 음식 사이의 접촉을 방지하거나 감소시킬 수 있다.

[0077] 예를 들면, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치(도 21 및 도 23에 도시된 바와 같음)에 있는 경우, 아치와이어 슬롯(16)으로부터 아치와이어(도시되지 않음)를 당기는 경향이 있는 하중, 예를 들면, 치아 이동에 필요한 정상적인 교정 하중은 브래킷 맞물림부(144)의 일부를 브릿지(252)로 획득한 외부로 밀어낸다. 브릿지(252)가 가이드(42, 44) 사이에서 연장되기 때문에, 하중을 결찰 슬라이드(14)로부터 본체(12)로 직접적으로 분포시킨다.

[0078] 도 22, 도 23, 도 24 및 도 24A를 참조하여, 하나의 양태에서, 결찰 슬라이드(14)는 브릿지(252); 가이드(42, 44); 및 지지 표면(40)으로 한정된 맞물림 트랙(254)을 미끄러지게 맞물리도록 구성된 실질적으로 D-성형된 횡단면 또는 다른 횡단면을 갖는다. 브래킷 맞물림부(144)의 설측면(94b)은 실질적으로 평면이고, 지지 표면(40)과 미끄러지게 협력하도록 구성된다. 슬롯 커버부(146)의 설측면(94a)은 코너(149)에 의해 설측면(94b)으로부터 오프셋된다. 코너(149)는 결찰 슬라이드(14)의 근심-원심 너비를 연장하고, 이에 따라, 중심 플랫폼 표면(240)과 유사하게, 엣지 또는 플랫폼 표면(256)을 형성할 수 있다. 그러나, 플랫폼 표면(256)은 결찰 슬라이드(14)의 근심-원심 너비를 연장한다. 또한, 플랫폼 표면(256)은 아치와이어 슬롯(16)의 일부에 인접할 수 있거나 또는 일부를 형성할 수 있고, 보다 특히, 슬롯 표면(38)의 일부를 형성할 수 있다.

[0079] 브래킷(220)과 함께 도시된 결찰 슬라이드(14)와 함께, 리테이닝 슬롯(80)의 잇몸 말단(116)은 브래킷 맞물림부(144) 내에 완전히 형성될 수 있다. 예를 들면, 슬롯(80)의 잇몸 말단(116)은 슬롯 커버부(146)와 교합적으로 형성될 수 있다. 또는, 다른 예에서, 슬롯(80)의 잇몸 말단(116)은 도 24A에 도시된 바와 같이 코너(149)와 교합적으로 형성될 수 있다. 결과적으로, 슬롯 커버부(146)를 통해 입술-혀 방향으로 일반적으로 배향된 평면을 따라 취해진 근심-원심 횡단면은 리테이닝 슬롯(80)과 교차하지 않을 수 있다. 위에 제시된 바와 같이, 리테이닝 슬롯(80)이 브래킷 맞물림부(144) 내에 완전히 형성되는 경우, 슬라이드(14)는 개선된 강도를 나타낼 수 있다. 추가로, 슬롯(80)은, 결찰 슬라이드(14)가 밀폐된 위치(도 23에 도시됨)에 있는 경우, 아치와이어 슬롯(16)에 노출될 수 없다. 따라서, 아치와이어 슬롯(16) 내로 통로를 찾는 임의의 음식 또는 기타 잔해가 리테이닝 슬롯(80) 내에 머물지 않게 될 것이고, 이는 슬라이드(14)가 개방 위치로 이동하는 것을 가능하면 방해할 것이다.

[0080] 도 1 내지 도 22에 도시된 임의의 치열교정용 브래킷을 일반적으로 참조하지만, 치열교정용 브래킷(10)에 특이적으로, 브래킷 본체(12)는 다결정성 세라믹, 예를 들면, 알루미나 또는 산화알루미나(Al_2O_3)를 포함한다. 그리고, 다른 양태에서, 브래킷 본체(12) 및 결찰 슬라이드(14)는 다결정성 세라믹을 포함한다. 다결정성 세라믹을 포함하는 브래킷 본체(12) 및 임의로 결찰 슬라이드(14)는 예를 들면, 아치와이어(18)와 맞물리도록 생성되거나 치열교정용 동안 정상적으로 발생하는 장력 또는 굴곡 강도로 로딩되는 경우, 보다 쉽게 파열을 견딘다. 제한하지 않고 예를 들자면, 도 1 내지 도 22에 기재된 치열교정용 브래킷은 본원에 기재된 다결정성 세라믹으로부터 형성될 수 있다. 자가-결찰 브래킷을 본원에 도시하고 기재하였지만, 본 발명의 양태가 자가-결찰 브래킷에 제한되지 않음을 인식할 것이다.

[0081] 당해 분야에 공지된 바와 같이, 세라믹 브래킷은 치열교정 치료 동안에 깨지기 쉽고 매우 빈번하게 실패하는 경향이 있다. 물론, 브래킷 실패도 문제는 있다. 예를 들면, 파괴된 브래킷은 치아의 이동을 비효율적이 되게 한다. 더 걱정스러운 문제는 브래킷이 환자의 입에 있는 동안 파괴가 발생하는 경우, 파괴된 브래킷의 조각을 섭취하거나 흡입할 수 있다는 점이다. 예와 관련하여 아래에 보다 자세히 기재될 바와 같이, 발명자들은 일부에서 평균 입자 크기가 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위로 기재된 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹이 예상외로 높은 파괴 인성을 가짐을 밝혀냈다. 예를 들면, 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위인 평균 입자 크기를 갖는 다결정성 세라믹은 적어도 약 3.85 $MPa \cdot m^{1/2}$의 평균 파괴 인성을 가지고, 추가의 예에서, 약 4 ㎛ 내지

약 4.3 ㎛ 사이의 평균 입자 크기를 갖는 다결정성 세라믹은 약 5.0 MPa·$m^{1/2}$를 초과하는 평균 파괴 인성을 갖는다. 비교하면, 43 ㎛의 평균 입자 크기를 갖는 다결정성 알루미나의 평균 파괴 인성은 약 3.28 MPa·$m^{1/2}$이다.

[0082] 예를 들면, 도 1을 참조하고, 본원에 기재된 다결정성 세라믹을 포함하는 치열교정용 브래킷(10)은 파괴된 브래킷의 일부를 섭취하거나 흡입하는 환자의 위험을 유익하게 감소시키고, 환자가 브래킷 대체를 조금이라도 덜 감수하도록 한다. 전용적으로, 다결정성 세라믹을 포함하는 치열교정용 브래킷(10)은 치열교정용 치료가 보다 빠르게 진행되도록 한다. 또한, 치열교정용 브래킷(10)은 반투명이어서 환자가 치료 동안 덜 자가-인식하도록 한다.

[0083] 하나의 양태에서, 치열교정용 브래킷(10)은 세라믹 분말 및 결합제 혼합물을 사출 성형함으로써 제조하여 브래킷 본체를 형성한다. 이후에, 사출 성형된 본체를 예를 들면, 200℃ 내지 700℃의 온도로 가열시킴으로써 사출 성형된 본체로부터 결합제를 제거할 수 있다. 결합제를 제거한 후, 사출 성형된 본체를, 이후에, 예비소결한 다음, 소결할 수 있다. 예를 들자면, 세라믹 분말은 알루미나 분말일 수 있다. 고 순도 알루미나 분말(약 99.95 중량% 알루미나)은 900℃ 내지 1,200℃의 온도에서 예비소결된 후, 1,400℃ 내지 1,800℃에서 소결할 수 있다. 다른 양태에서, 예비소결된 사출 성형된 본체를 열간 정수압 성형(hot-isostatically pressed: HIPed)시킬 수 있다. 예를 들면, 알루미나의 예비소결된 사출 성형된 본체를 약 1,300℃ 내지 약 1,600℃에서 약 68 내지 약 207 MPa로 적용된 압력으로 열간 정수압 성형(HIPed)시킬 수 있다.

[0084] 다른 양태에서, 소결 또는 열간 정수압 성형시킨 후, 브래킷 본체(12)를 어닐링(annealing)하고, 즉, 일정 온도로 가열시키고, 입자 크기 분포를 추가로 변화시키는데 충분한 시간 동안 유지시킨다. 입자 크기 분포의 변화는 약 1300℃ 또는 더 높은 온도에서 알루미나에 대해 발생할 수 있다. 그러나, 1300℃보다 더 높거나 더 낮은 온도는 브래킷 본체가 특정 온도로 유지되는 시간에 따라 입자 크기 분포를 변화시킬 수 있다. 예를 들자면, 브래킷 본체는 약 1300℃에서 약 1시간 동안 유지할 수 있다. 또한, 브래킷 본체(12)를 예를 들면, 수소(H_2), 질소(N_2), 산소(O_2), 또는 아르곤(Ar)을 포함하는 다양한 대기에서 가열할 수 있다.

[0085] 세라믹 물질의 성능을 평가하기 위해서, 물질의 굴곡 강도(flexural strength)는 3점 굽힘 셋업(three-point bend setup)으로 측정할 수 있다. 3점 굽힘 시험을 위한 샘플은 일반적으로 직사각형 바의 형태이다. 3-점 굽힘 셋업에서, 물질의 바는 바의 길이를 따라 두 개의 지점의 한 측면 위에서 지지된다. 각각의 지지체 위치는 바 말단 중의 하나의 근처에 있다. 대향하는 지지체의 거리는 지지체 스팬(support span)으로서 나타낸다. 하중을, 지지체 사이에 대향하고 중심이 된 표면 위의 바에 적용시킨다. 하중을 바가 파괴될 때까지 서서히 증가시킨다. 이러한 배열(즉, 한 측면 위에 2개의 지지체, 및 대향하는 측면 위에 지지체 사이에 적용된 하중)은 바의 하나의 표면에서 인장 응력(tensile stress)을 생성한다. 굴곡 강도는 잘 공지된 다음 수학식 1에 따라 파괴의 시점에서 바 및 하중의 치수를 기본으로 하여 계산할 수 있다:

수학식 1

[0086]
$$\sigma = \frac{3PS}{2w\,t^2}$$

[0087] 위의 수학식 1에서,

[0088] σ는 굴곡 강도이고,

[0089] P는 파괴시 하중이고,

[0090] S는 지지체 스팬(support span)이고,

[0091] w는 바 너비(bar width)이며,

[0092] t는 바 두께이다.

[0093] 본 발명의 발명자들은 물질의 샘플의 굴곡 강도에 영향을 미치는 다수의 변수가 존재함을 인식했다. 예를 들면, 시험을 위한 샘플 또는 이의 조합을 가공, 제조, 또는 취급하는 방법은 각각이 샘플의 표면에서 흠집

(flaw)을 생성할 수 있어서 굴곡 강도에 대단히 영향을 미칠 수 있다. 표면 흠집(예를 들면, 외부 물질들 사이의 미소(microcrack), 구멍, 표면 손상, 비정상적인 입자 또는 기타 국소화된 미세구조 이질성, 또는 외부 봉입)은 응력을 밀집시키거나 확대시키는 것으로 알려져 있다. 응력의 확대는 각각의 흠집의 팁(tip)에서 발생한다. 이와 같이, 각각의 흠집의 팁에서의 국소화된 인장 응력은 적용된 인장 하중보다 더 크다. 하나의 흠집의 팁에서 밀집된 응력이 물질의 이론적인 강도를 초과하는 경우, 흠집에서 기원한 균열(crack)은 물질을 통해 빠르게 퍼질 것이다. 굴곡 강도 측정은, 이에 따라, 샘플의 표면 조건에 의해 본질적으로 영향을 받게 된다. 예를 들면, 발명자들은 다이아몬드를 주문하는 사람이 인공적으로 도입한 상이한 균열 크기에 대해 4.5 ㎛의 평균 입자 크기를 갖는 다결정성 알루미나의 굴곡 강도를 측정했다. 균열 크기를 증가시키는 다결정성 알루미나의 굴곡 강도의 감도(sensitivity)는 도 25에 나타낸다.

[0094] 추가로, 굴곡 강도 데이타는 또한, 예를 들면, 샘플의 구성, 수행된 시험 횟수, 및 다른 것들 사이에서, 샘플 내 응력 상태와 비교한 실제 브래킷의 응력 상태를 포함하는 임의의 다수 기타 요소에 의해 영향을 받을 수 있다. 요약하면, 굴곡 강도 데이타가 임상적인 환경에서 세라믹 치열교정용 브래킷의 수행의 정확한 예측을 필연적으로 제공하지는 않는다.

[0095] 위에서 나타낸 굴곡 강도 측정의 오류를 범하기 쉬움을 인식하면서, 본원에 기재된 다결정성 세라믹의 파괴 인성을 또한 측정했다. 파괴 인성은 표면 흠집(예를 들면, 노치된 샘플 내 노치)을 함유하는 물질이 어떻게 인장 응력에 반응할 것인지, 특히, 물질의 벌크가 표면 흠집으로부터 균열이 연장하는 것에 어떻게 저항하는지를 인식하는 물성이다. 따라서, 상기한 굴곡 강도 측정과 다르게, 파괴 인성 측정은 벌크 물질이 표면 결함의 발생에서 응력에 어떻게 반응할 것인지에 대한 측정이다. 파괴, 파괴 인성 측정에 영향을 미치는 공지된 요소를 고려하는 것은 임상적인 환경 내 다결정성 세라믹 브래킷의 성능을 보다 확실하게 인식시키는 것을 제공한다.

[0096] 파괴 인성은 적어도 2가지 방법으로 측정할 수 있다. 굴곡 강도 측정에 사용된 3-점 굽힘 셋업을 사용하여, 하중으로부터, 조절되거나 또는 공지된 크기의 흠집 또는 균열을 함유하는 물질의 바를 부수어 획득한 파괴로 파괴 인성을 계산할 수 있다. 파괴 인성은 수학식 2 및 3에 따라 파괴시 하중으로부터 계산할 수 있다:

수학식 2

[0097]
$$K_{IC}=\left(\frac{PS}{wt^{\frac{3}{2}}}\right)\left\{\frac{3}{2}\left(\frac{a}{t}\right)^{\frac{1}{2}}\cdot Y\left(\frac{a}{t}\right)\right\}$$

[0098] 위의 수학식 2에서,

[0099] K_{IC}는 균열에 대하여 수직으로 배향된 인장 응력하에서의 샘플의 파괴 인성이고,

[0100] P는 파괴시 하중이고,

[0101] S는 지지체 스팬이고,

[0102] w는 바 너비이고,

[0103] t는 바 두께이다.

수학식 3

[0104]
$$Y\left(\frac{a}{t}\right)=1.964-2.837\left(\frac{a}{t}\right)+13.711\left(\frac{a}{t}\right)^{2}-23.250\left(\frac{a}{t}\right)^{3}+24.129\left(\frac{a}{t}\right)^{4}$$

$$a=\frac{a_1+a_2+a_3}{3}$$

[0105]

[0106] 위의 수학식 3에서,

[0107] a는 3개의 균열 길이 측정치의 평균이고,

[0108] a_1, a_2, 및 a_3은 공지된 흠집의 깊이이다.

[0109] 다른 방법에 따르면, 파괴 인성은 빅커스 경도 측정(Vickers hardness measurement)으로부터 계산할 수 있다. 이 경우, 파괴 인성은 수학식 4에 따라 계산할 수 있다:

수학식 4

$$K_C=0.018\left(\frac{E}{HV}\right)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{P}{c^{\frac{3}{2}}}\right)$$

[0110]

[0111] 위의 수학식 4에서,

[0112] K_c는 파괴 인성이고,

[0113] P는 프레싱 하중이고,

[0114] E는 모듈러스(modulus)이고,

[0115] HV는 측정된 빅커스 경도이며,

[0116] c는 빅커스 경도 인덴터(Vickers hardness indenter)에 의해 산출된 균열 길이의 평균의 1/2이다.

[0117] 하나의 양태에서, 다결정성 세라믹은 일부에서 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위의 평균 입자 크기로 기재된 입자 크기 분포를 갖는다. 평균 입자 크기는 라인 절편 방법(line intercept method)에 따라 측정할 수 있다. 당해 방법에 따르면, 공지된 길이의 라인은 물질의 폴리싱된 횡단면의 현미경 사진 위에 도시된다. 도시된 라인 및 각각의 입자 경계 사이의 교차점을 계수한다. 입자의 평균 길이는 계수된 교차점의 수에 의해 라인의 길이를 분할함으로써 측정한다. 평균 입자 크기는 공식 D= 1.56(L)[여기서, L은 입자의 평균 길이이다]에 따라 계산한다.

[0118] 이론에 얽매이는 것으로 의도하지 않고, 균열 전파에 대한 다결정성 세라믹의 저항성, 즉, 이의 파괴 인성은, 균열 전파 상의 다결정성 미세구조의 효과가 완전히 예측가능하지 않더라도, 이의 미세구조에 의해 영향을 받을 수 있다. 단일-결정 세라믹의 본체와 상이하고, 사파이어, 또는 등방성 물질, 유리와 동일하게, 다결정성 세라믹의 파괴 인성은 예를 들면, 입자 크기, 입자 크기 분포, 밀도, 및 단일 결정 또는 유리에 존재하지 않는 일부 기타를 포함하는 다수의 요소에 의존할 수 있다.

[0119] 특히, 입자 경계의 존재는 균열의 전파 방향 및/또는 균열의 전파 모드에 영향을 미칠 수 있다. 방향의 변화 및/또는 모드의 변화는 직선 경로를 따라 균열을 전파하는데 요구된 에너지보다 비교적 더 큰 에너지를 소비할 수 있다. 다결정성 세라믹에서 균열 전파 모드는 입간(intergranular) 또는 입내(transgranular) 중의 하나 또는 둘 다이다. 입간 균열 전파는 입자 경계(즉, 입자들 사이)를 따르지만, 입내 균열 전파는 입자를 통한다. 이에 따라, 전파 균열이 입자 경계 또는 입자에 직면하는 경우, 균열은 전파 방향을 변화시키고, 전파하는 이의 모드를 변화(즉, 입내에서 입간 또는 역으로 변화함)하거나 또는 전파의 방향 및 모드 둘 다를 변화시키도록 힘이 가해질 수 있다. 균열 전파의 방향 및/또는 모드에서의 변화에 힘을 가함으로써, 균열 경로의 길이는 증가하고, 이는 더 많은 에너지를 소비하게 되며, 이에 따라, 파괴 인성은 증가시킬 수 있다.

[0120] 본 발명의 하나의 양태에서, 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위의 평균 입자 크기로 기재된 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹은 균열이 선행 분야의 다결정성 세라믹과 비교하여 더 긴 경로를 따라 이동하도록 힘을 가할 수 있다. 따라서, 본원에 기재된 바와 같이, 다결정성 세라믹을 통해 균열을 전파하도록 더 큰 응력이 요구될 수 있어서, 다결정성 세라믹으로 제조된 치열교정용 브래킷은 파괴에 대한 예상하지 않은 저항을 특징으로 한다.

[0121] 다른 양태에서, 평균 입자 크기와 조합한 큰 입자와 작은 입자 둘 다의 혼합물은 다결정성 세라믹을 통해 균열 경로를 추가로 연장할 수 있고, 다결정성 세라믹의 파괴 인성을 추가로 개선시킬 수 있다. 예를 들자면, 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위인 평균 입자 크기로 기재된 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹은 크기가 6 ㎛ 초과인 입자 및 크기가 3.4 ㎛ 미만인 입자를 추가로 포함할 수 있다.

[0122] 하나의 양태에서, 다결정성 세라믹의 파괴 인성에서의 추가의 개선은 로그 정규 분포(lognormal distribution)가 아닌 입자 크기 분포에 의해 수득할 수 있다. 정의하자면, 로그 정규 분포는 로그가 평균 주위에 정규 분포되어 있는 확률 변수를 특징으로 한다. 예를 들자면, 하나의 양태에 따른 입자 크기 분포는 다정 분포(multimodal distribution)이다. 특히, 입자 크기 분포는 이정 분포(bimodal distribution)일 수 있다.

[0123] 하나의 양태에서, 이정 분포는 입자 크기가 약 1 ㎛ 내지 약 5 ㎛에서 제1 피크 또는 모드를 갖고, 약 5 ㎛보다 큰 입자 크기에서 제2 피크 또는 모드를 갖는다. 예를 들자면, 제2 피크는 약 5.5 ㎛ 내지 약 7 ㎛에 있을 수 있다. 그러나, 제2 피크 또는 추가의 피크는 7 ㎛보다 큰 입자 크기에서 발생할 수 있음을 인식할 것이다. 또한, 이정 입자 크기 분포가 이중 미세구조를 설명하는 것은 아님을 인식할 것이다. 하나의 양태에서, 평균 입자 크기가 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛의 범위이고, 적어도 이정 입자 크기 분포를 갖는 다결정성 세라믹에 대한 평균 파괴 인성은 약 4.0 $MPa \cdot m^{1/2}$ 보다 크다.

[0124] 또한, 본 발명의 발명자들은 약 3 ㎛보다 작은 입자와 보다 큰 입자 사이의 특정 비를 가짐을 특징으로 하는 입자 크기 분포가 균열 전파에 대한 내성을 더욱 증진시킬 수 있음을 확인하였다. 예를 들자면, 다결정성 세라믹은 크기가 약 3 ㎛ 미만인 입자를 총 수의 약 50% 이하로 갖는 입자 크기 분포를 가질 수 있다. 추가로 예를 들자면, 다결정성 세라믹은 크기가 3 ㎛ 미만인 입자 수가 10% 이상인, 하나의 양태에서, 크기가 3 ㎛ 미만인 입자의 수가, 예를 들면, 입자의 총 수의 약 10% 내지 약 50%인 입자 크기 분포를 가질 수 있다. 또 다른 예에서, 다결정성 세라믹은 크기가 약 10 ㎛ 미만인 입자의 총 수가 약 90% 이하를 갖는 입자 크기 분포를 특징으로 할 수 있다. 추가의 예에서, 크기가 약 10 ㎛ 미만인 입자의 총 수는 70% 이상이다. 따라서, 하나의 양태에서, 크기가 약 10 ㎛ 미만인 입자의 총 수는 입자의 약 70% 내지 약 90%이다.

[0125] 용적 분율(volume fraction) 측면에서, 하나의 양태에 따르면, 다결정성 세라믹은 크기가 10 ㎛ 초과인 입자가 총 용적의 50% 이하를 차지할 수 있는 입자 크기 분포를 특징으로 한다. 예를 들자면, 하나의 양태에서, 크기가 10 ㎛ 초과인 입자는 총 용적의 10% 이상을 차지하고, 추가의 예에서, 크기가 10 ㎛ 초과의 입자는 총 용적의 약 10% 내지 50% 이하를 차지할 수 있다. 약 10 ㎛ 초과인 입자의 용적 분율은 특정 크기 범위의 입자의 용적을 측정하고 이 용적을 이러한 크기 범위의 입자의 총 수와 곱한 다음, 전체 입자의 총 용적으로 나눔으로써 계산할 수 있다.

[0126] 10 ㎛ 초과의 입자로 채워진 용적 분율과 관련하여, 본 발명의 발명자들은 다결정성 세라믹을 포함하는 치열교정용 브래킷의 양태들을 통한 균열 전파가 위에 기재한 용적 분율비로 인하여 혼합된 모드일 수 있다고 믿고 있다. 즉, 균열이 다결정성 세라믹 내로 전파되는 경우, 다결정성 세라믹은, 다결정성 세라믹을 통해 균열이 진행됨에 따라, 직면하는 입자의 크기에 의존하여 1회 또는 다수회 이의 전파 모드를 변화시키도록 균열에 힘을 가할 수 있다. 예를 들면, 크기가 10 ㎛ 미만인 입자의 존재는 입간 균열 전파를 촉진시킬 수 있다. 그러나, 크기가 10 ㎛ 이상인 입자는 균열이 입내 전파로 변화하도록 힘을 가할 수 있다. 따라서, 기재된 바와 같이, 입자 크기의 혼합물은 균열을 모드 사이에서 변화하도록 할 수 있고, 이에 따라, 전파 경로를 추가로 연장할 수 있다. 이에 따라, 기재된 입자의 용적 분율은 다결정성 세라믹의 파괴 인성을 증가시킬 수 있다.

[0127] 앞서 나타낸 바와 같이, 치열교정용 브래킷(10)은 심미적으로 만족스럽고, 이러한 관점에서, 반투명이다. 당해 분야에 공지된 바와 같이, 다결정성 세라믹의 반투명성은, 알루미나와 같이, 이의 미세구조에 영향을 받는다. 예를 들면, 입자 크기 분포, 임의의 구멍의 양 및 위치, 및 개시 분말의 순도가 전달된 빛의 색 뿐만 아니라 치열교정용 브래킷(10)의 반투명성에 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로, 다결정성 세라믹의 밀도, 입자 크기, 및 순도가 증가함에 따라, 반투명성도 증가한다. 따라서, 100 % 밀도, 고순도, 및 평균 초과의 입자 크기인 다결정성 세라믹 치열교정용 브래킷은 더 많은 빛이 통과하도록 해서 치열교정용 브래킷(10)이 기본 치아 색과 블렌

딩되도록 한다. 반투명성은 다결정성 세라믹을 통해 전달되는 특정 파장의 빛의 양을 측정함으로써 정량화할 수 있다. 본 발명의 하나의 양태에서, 평균 입자 크기가 약 3.5 ㎛ 이상인 다결정성 알루미나를 포함하는 치열교정용 브래킷(10)은 45% 초과이지만 85% 미만의 투과율을 가질 것으로 기대된다.

[0128] **실시예**

[0129] 본 발명의 양태의 보다 완전한 이해를 촉진하기 위해서, 다음의 비-제한적인 실시예가 제공된다.

[0130] 약 25.4 mm X 약 38.1 mm X 약 1 mm의 치수를 갖는 다결정성 알루미나의 시험편(specimen)의 2개의 상이한 뱃치(batch)(뱃치 #1 및 뱃치 #2로 지정됨)를 일본 도쿄에 소재하는 토소 코포레이션(Tosoh Corporation)으로부터 구입하였다. 브래킷 본체의 두께와 너비가 비슷한 얇은 플레이트 형태로 24개의 샘플을, 뱃치 #1 시험편으로부터 뱃치 #1 시험편을 목적하는 치수로 절단함으로써 제조하였다. 유사하게, 뱃치 #2의 8개의 샘플을 뱃치 #2 시험편을 목적하는 치수로 절단함으로써 제조하였다. 뱃치 #1 및 뱃치 #2 시험편으로부터 절단한 각각의 샘플은 약 1.00 ± 0.1 mm의 두께, 약 3.00 ± 0.01 mm의 너비, 및 약 12.00 ± 0.01 mm의 길이를 갖는다.

[0131] 뱃치 #1 샘플을 뱃치 #1A, 뱃치 #1B, 뱃치 #1C로 표지된 3개의 그룹으로 나누었다. 뱃치 #1A 및 뱃치 #2의 샘플을 추가로 열 처리하지는 않았다. 뱃치 #1A 및 뱃치 #2 샘플을 위한 예시적인 현미경 사진이 도 26A 및 도 26B에 각각 도시되어 있다.

[0132] 뱃치 #1B 샘플을 아르곤 중에서 약 1,400℃의 온도로 추가로 열처리한 다음, 같은 온도에서 약 1시간 동안 유지시켜 입자 크기 분포를 변화시켰다. 뱃치 #1B 샘플의 예시적인 현미경 사진이 도 26C에 도시되어 있다.

[0133] 뱃치 #1C 샘플을 아르곤 중에서 약 1,800℃의 온도로 추가로 열처리한 다음, 같은 온도에서 약 1시간 동안 유지시켜 입자 크기 분포를 변화시켰다. 뱃치 #1C 샘플의 예시적인 현미경 사진이 도 26D에 도시되어 있다.

[0134] 각각의 그룹 중의 4개의 샘플을 굴곡 강도 시험을 위해 폴리싱시키고, 기타 4개는 파괴 인성 시험을 위해 내부에 너비를 횡단하는 노치(notch)를 형성하도록 가공한다. 노치는 치열교정용 브래킷에서 아치와이어 슬롯, 예를 들면, 도 1에 도시된 치열교정용 브래킷(10) 내 아치와이어 슬롯(16)의 형상을 모방하도록 설계하였다. 각각의 노치의 치수는 약 0.57 mm 너비 및 약 0.050 mm 내지 약 0.100 mm 깊이이었다. 가공은 슬롯의 하부에서 대향하는 엣지를 따라 0.08 mm 반경을 생산한다. 노치는 240/320 메쉬 다이아몬드 결합된 휠을 갖는 샘플을 가공함으로써 만들었다.

[0135] 상기한 바와 같이, 3점 굽힘 셋업을 사용하여 각각의 그룹에서 노치되고 폴리싱된 샘플을 절단하였다. 지지체 스팬은 약 9 mm로 측정되었다. 샘플이 파괴될 때까지 분당 약 1 mm의 비율로 각각의 샘플에 하중을 적용하였다. 파괴시 하중을 사용하여, 노치된 샘플 및 노치되지 않거나 폴리싱된 샘플의 굴곡 강도를 계산하였고, 노치된 샘플에 대한 파괴시 하중으로부터 파괴 인성을 계산하였다. 파괴 인성을 계산하기 위해, 측정한 노치 깊이(측정한 바와 같이 약 0.050 mm 내지 약 0.100 mm)는 균열 길이 또는 a로 가정하였고, 3점 굽힘과 함께 파괴시 하중 또는 P를 사용하여 위에서 나타낸 수학식에 따라 K_{IC}를 계산하였다. 표 1은 각각의 그룹에 대한 평균 계산치를 제공한다.

표 1

[0136]

그룹	평균 굴곡 강도, 노치되지 않음(MPa)	평균 굴곡 강도, 노치됨(MPa)	평균 파괴 인성, K_{IC}(MPa · $m^{1/2}$)	평균 입자 크기(㎛)
뱃치 #1A	614.8±88.0	220.2±44.4	2.93±0.59	3.4±0.3
뱃치 #2	563.0±106.2	291.3±32.3	3.85±0.43	4.1±0.5
뱃치 #1B	627.9±64.7	325.5±39.5	4.3±0.54	4.5±0.4
뱃치 #1C	384.0±66.7	248.3±39.5	3.28±0.42	43.0±11.0

[0137] 표 1은 또한, 위에서 제시한 바와 같이, 샘플의 각각의 그룹에 대한 평균 입자 크기를 제공한다. 입자 크기를 측정하기 위해서, 샘플을 당해 분야에 공지된 표준 폴리싱 및 표준 에칭 기술에 의해 제조하였다. 5개의 대표적인 현미경사진을 약 110X 내지 약 440X의 배율로 각각의 샘플 중에서 취하였다. 10개의 6-인치 라인이 각각의 현미경사진에 도시되었다. 각각의 라인과 입자 경계 사이의 교차점을 계수하였다. 각각의 라인의 길이를 입자 경계 교차의 수로 나눈 다음, 배율을 조정하여 라인당 입자의 평균 길이를 수득하였다. 상기한 라인 교차 방법에 따라, 입자의 평균 길이에 1.56을 곱함으로써 각각의 라인에 대한 입자 크기를 계산하였다. 각각의 라인으로부터 입자 크기는 교대로 평균을 내서 그룹당 평균 입자 크기를 제공하고, 이는 표 1에 제시되어 있다.

표에 제공된 표준 편차는 하나의 표준 편차를 나타낸다.

[0138] 표 1을 참조하면, 평균 파괴 인성과 평균 굴곡 강도 둘 다는, 평균 입자 크기가 감소함에 따라 증가하는 것으로 기대되었지만, 파괴 인성은 평균 입자 크기가 약 3.4 ㎛ 이하에서 상당히 감소하는 것으로 관찰되었다. 최고 파괴 인성은 약 4.5 ㎛에서 관찰되었고, 초과하는 일부 크기에서 감소하기 시작했다. 다시 말하면, 평균 파괴 인성은 3.4 ㎛ 초과 내지 약 6 ㎛ 또는 미만의 범위 어디선가, 가장 근접하게는 약 3.5 ㎛ 내지 약 5.0 ㎛의 범위에서 피크로 믿어진다. 예를 들면, 뱃치 #1B(4.5 ㎛의 평균 입자 크기)에서의 샘플은 각각 대략 2.9 MPa·$m^{1/2}$ 및 3.3 MPa·$m^{1/2}$의 평균 파괴 인성을 갖는, 뱃치 #1A(3.4 ㎛의 평균 입자 크기) 및 뱃치 #1C(43.0 ㎛의 평균 입자 크기)와 비교하여 각각 4.0 MPa·$m^{1/2}$를 초과하는 평균 파괴 인성을 가진다. 즉, 뱃치 #1B 샘플은 뱃치 #1C 샘플에 비해 약 30% 초과하는 평균 파괴 인성에서의 증가를 나타내었다.

[0139] 각각의 뱃치 #1A(3.4 ㎛의 평균 입자 크기) 및 뱃치 #1B(43.0 ㎛의 평균 입자 크기)로부터의 샘플의 투과는 ASTM E 1348-02 당 확산된 가시광선으로 측정하였다. BYK-Gardner, TCS Plus, Model 8870 상에서 10° 에서 취한 D56 확산 광선으로 측정하였다. 샘플은 직경이 20 mm인 디스크(disk)이었다. 디스크의 대향하는 측면을 연마시키고, 이후에, 디스크의 기저 측면을, 600 그릿 페이퍼(grit paper)에 이어 3 마이크론 다이아몬드 페이스트, 1 마이크론 다이아몬드 페이스트로, 200X에서 폴리싱한 표면 위에 스크래치(scratch)가 보이지 않을 때까지 폴리싱함으로써 디스크를 제조하였다. 뱃치 #1A(3.4 ㎛의 평균 입자 크기)로부터의 샘플은 45%의 투과를 가지고, 뱃치 #1C(43.0 ㎛의 평균 입자 크기)로부터의 샘플은 50%를 초과하는 투과를 가졌다. 참조 목적을 위하여, 확산 가시 광선으로 단일 결정 알루미나를 통하는 투과는 85%이었다.

[0140] 또한, 2개의 상이한 주형(주형 A 및 주형 C)으로부터 다결정성 알루미나의 브래킷 본체는 일본 도쿄 소재의 토소 코포레이션으로부터 수득하였다. 2개의 주형으로부터 브래킷 본체는 자가-결찰 브래킷 설계로 되어 있다.

[0141] 아래, 표 2를 참조하면, 각각의 주형 A 및 주형 C로부터 5개의 브래킷의 경도 및 평균 입자 크기를 주어진 조건과 같이 측정하였다. "주어진 바와 같은" 브래킷은 표 2에서 주형 A(*) 및 주형 C(*)로 표지하였다. 주어진 바와 같은 주형 C(*) 미세구조(즉, 주어진 바와 같은 브래킷)의 대표적인 현미경사진이 도 27A에 도시되어 있다. 주형 C의 나머지 브래킷은 3 그룹으로 나뉘고, 각각의 그룹을 아래 기재된 바와 같이 추가의 열 처리를 수행하여 이의 미세구조를 변화시켰다.

[0142] 주형 C의 5개의 브래킷을 아르곤(Ar) 하에 약 1시간 동안 약 1,300℃의 온도에서 추가 열 처리하였다. 브래킷의 당해 그룹을 표 2에서 주형 C(Ar)로 표지하였다. 주형 C(Ar) 미세구조의 대표적인 현미경 사진은 도 27B에 도시된다.

[0143] 5개의 브래킷을 수소(H_2) 하에 약 1시간 동안 약 1,300℃의 온도에서 추가로 열처리하였다. 브래킷의 당해 그룹을 표 2에서 주형 C(H_2)로 표지하였다. 주형 C(H_2) 미세구조의 대표적인 현미경 사진은 도 27C에 도시된다.

[0144] 5개의 브래킷을 산소(O_2) 하에 약 1시간 동안 약 1,300℃의 온도에서 추가로 열처리하였다. 브래킷의 당해 그룹을 표 2에서 주형 C(O_2)로 표지하였다. 주형 C(O_2) 미세구조의 대표적인 현미경 사진은 도 27D에 도시된다.

[0145] 각각의 그룹의 각각의 브래킷의 경도 및 평균 입자 크기를 위에 요약된 과정에 따라 측정하였다. 평균 파괴 인성을 위에 제시된 수학식에 따르는 빅커스 경도 측정을 기준으로 하여 계산하였다.

[0146] 표 2는 위에 기재된, 열 처리에 의해 분리된 주형 A 및 주형 C 브래킷 모두의 평균 빅커스 경도, 평균 파괴 인성, 및 평균 입자 크기를 나열하고 있다. 각각의 평균 파괴 인성 및 평균 입자 크기에 대해 제공된 편차는 하나의 표준 편차를 나타낸다.

표 2

[0147]

그룹	경도(HV)	평균 파괴 인성, K_{IC} (MPa·$m^{1/2}$)	평균 입자 크기(㎛)
주형 C(*)	1714±92	4.01±0.56	3.5±0.4
주형 C(Ar)	1721±124	4.81±0.69	3.6±0.3
주형 C(O_2)	1660±30	5.57±0.16	4.0±0.5
주형 C(H_2)	1734±56	5.35±0.91	4.3±0.5

주형 A(*)	1644±54	4.3±1.0	5.0±0.7

[0148] 표 2에 도시된 바와 같이, 브래킷의 평균 파괴 인성은, 약 4.0 ㎛ 내지 약 4.3 ㎛의 평균 입자 크기에 대해 최고 경도와 파괴 인성이 관찰되는 표 1의 다결정성 알루미나 샘플에서 도시된 유사한 경향을 가진다. 예를 들자면, 경도 방법에 따라 계산된 평균 파괴 인성은 약 4.0 ㎛(주형 C(O_2))의 평균 입자 크기에서 대략 5.6 MPa·$m^{1/2}$의 평균에 도달한다.

[0149] 또한, 도 27A 내지 도 27D를 참조하면, 다결정성 세라믹의 미세구조는 매우 작은 입자와 큰 입자의 혼합물이다. 도 27A 내지 도 27D의 미세구조의 각각에 대한 입자 크기의 분포는 입자 크기 모듈을 사용하여, 미국 펜실베니아 센터 밸리(Center Valley) 소재의 올림푸스 아메리카 인크.(Olympus America Inc.)로부터 이용가능한 analySIS 소프트웨어로 측정하였다. 도 27A 내지 도 27D에 도시된 미세구조에 대한 analySIS 소프트웨어로 측정한 입자 크기의 분포는 각각 도 28A 내지 도 28D의 그래프에 도시된다.

[0150] 도 28A 내지 도 28D에 도시된 바와 같이, 입자 크기 분포는 3.4 ㎛ 미만인 입자 크기 및 6 ㎛ 초과인 입자를 함유한다. 예를 들면, 도 28A는 약 3.5 ㎛의 평균 입자 크기를 갖고, 약 3 ㎛ 미만인 입자가 총 수의 약 31%를 갖는 입자 크기 분포를 나타내고, 추가의 예에서, 도 28B는 약 3.6 ㎛의 평균 입자 크기를 갖고, 약 3 ㎛ 미만인 입자가 총 수의 약 39%를 갖는 입자 크기 분포를 나타낸다.

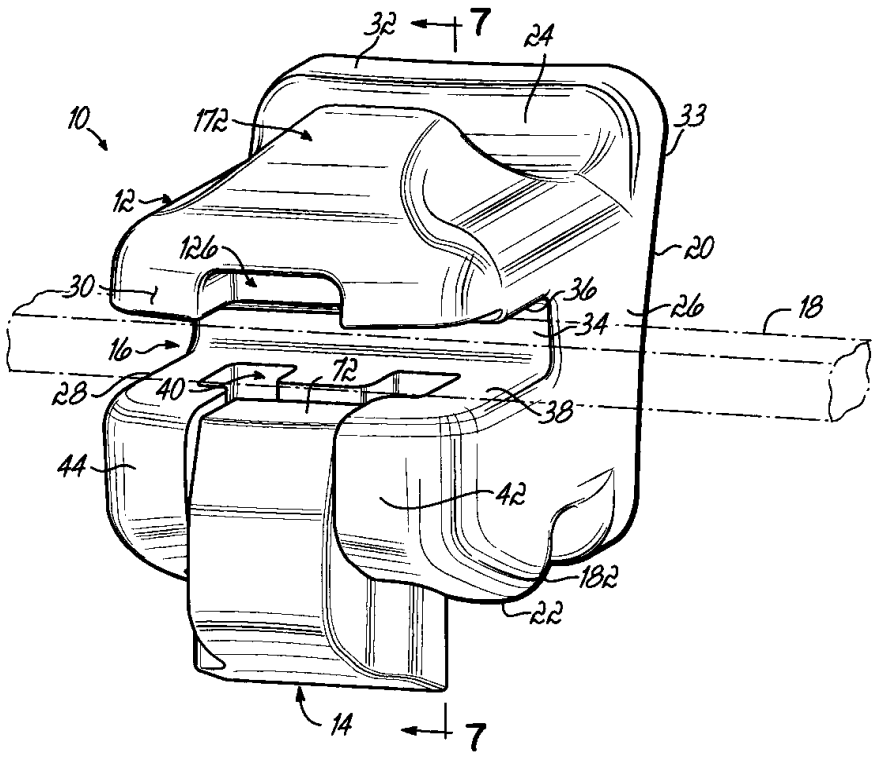
[0151] 도 28B를 특히 참조하면, 이정 입자 크기 분포를 보다 확실하게 나타내기 위해서 2개의 곡선이 제공되었다. 이러한 모드들 중의 하나는 약 3.4 ㎛에서 위치한다. 다른 또는 제2 모드는 약 6.0 ㎛에서 위치한다.

[0152] 도 29 및 도 30은 각각 도 27B 및 도 27C에 나타낸 입자 크기 분포로부터 나온 계산치를 기준으로 입자의 용적 분율을 나타내는 그래프이다. 도 29를 참조하여, 예를 들자면, 입자의 총 용적의 약 37%가 10 ㎛ 초과의 크기를 갖는 입자로 채워진다. 도 30을 참조하여, 다른 예를 들자면, 크기가 10 ㎛ 초과의 입자는 총 용적의 약 50%를 차지한다.

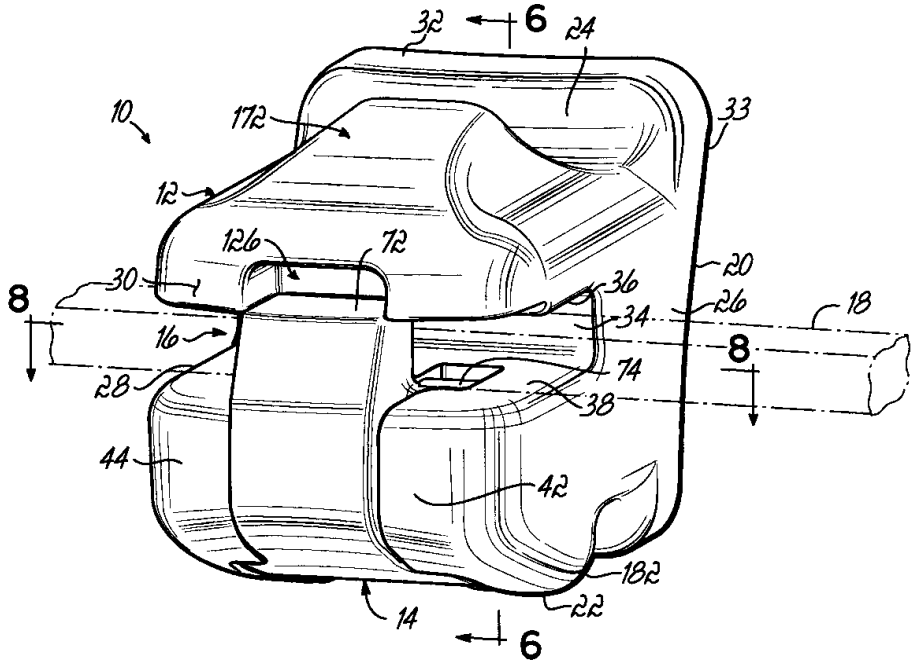
[0153] 본 발명은 다수의 바람직한 양태를 기재하여 나타내고, 이들 양태는 일부 상세하게 기재하였지만, 본 발명의 발명자들은 첨부된 특허청구범위를 이러한 상세한 설명으로 어떠한 방식으로도 한정하거나 제한하려는 의도는 아니다. 따라서, 추가의 이점 및 변화가 당해 분야의 숙련가들에게 즉시 명백해질 것이다. 본 발명의 다양한 특징은 사용자의 요구와 선호에 의존하여 단독 또는 임의로 조합하여 사용될 수 있다.

도면

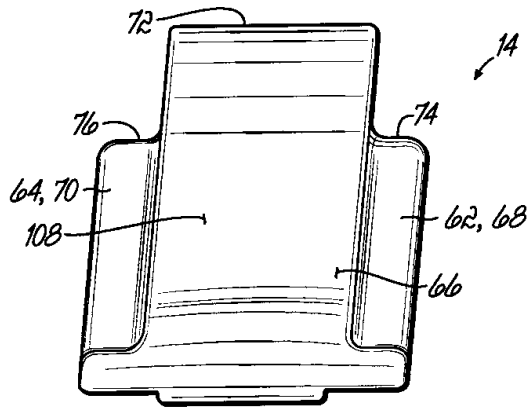
도면1


32
7
24
10
172
33
12
126
20
30
36
26
18
34
16
72
28
40
38
44
42
182
22
14
7

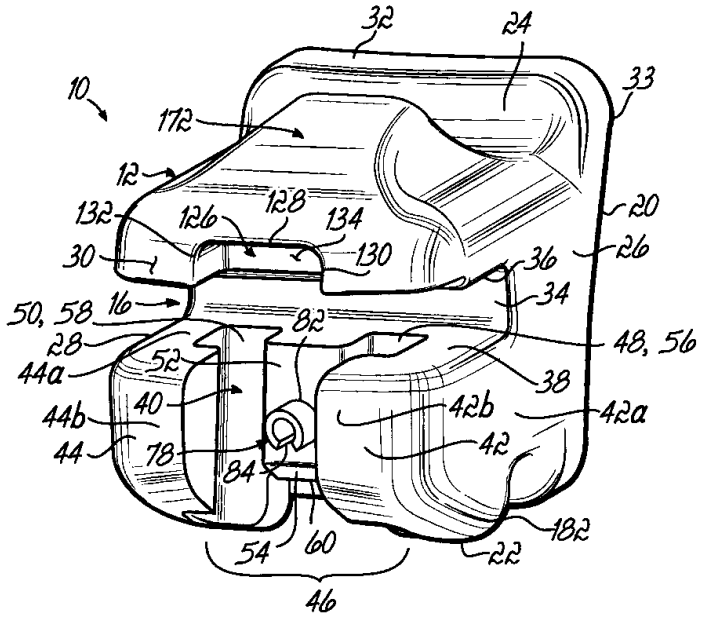
도면2


32
6
24
10
172
33
12
126
72
20
30
36
8
26
18
34
16
8
74
28
38
44
42
182
22
14
6

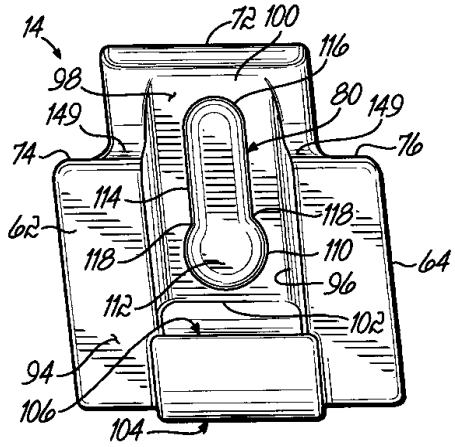
도면3


72
14
76
74
64, 70
62, 68
108
66

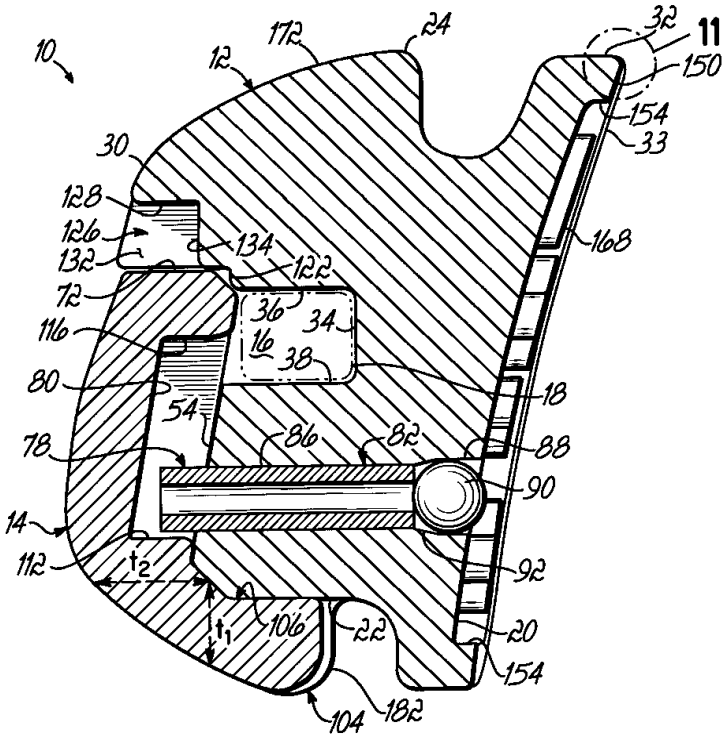
도면4


32
24
33
10
172
12
132
126
128
134
20
30
130
36
26
34
50, 58
16
82
48, 56
28
52
38
44a
40
42b
42a
44b
42
44
78
84
182
54
60
22
46

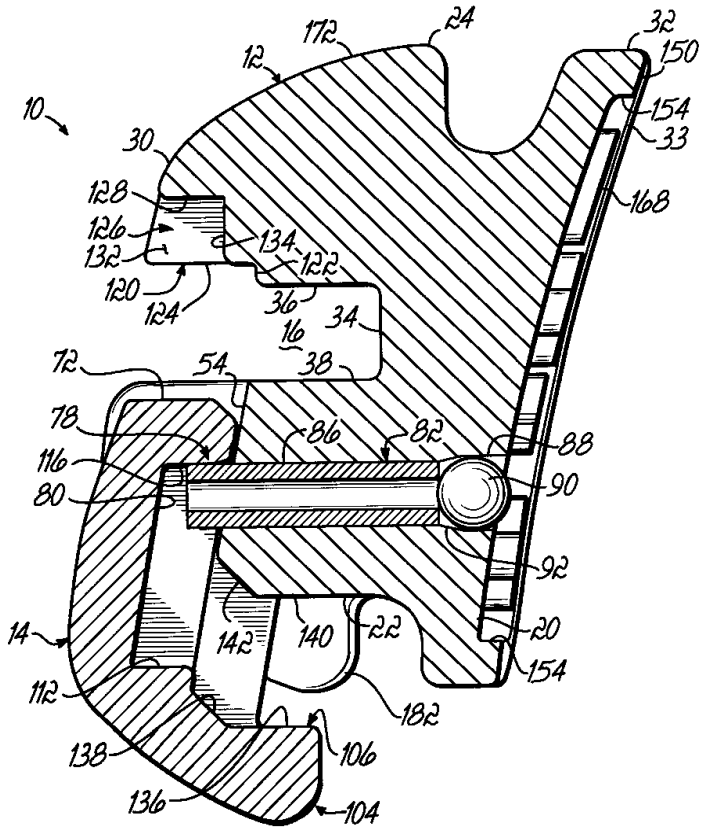
도면5


14
72
100
116
98
80
149
149
74
76
114
118
62
118
110
64
96
112
102
94
106
104

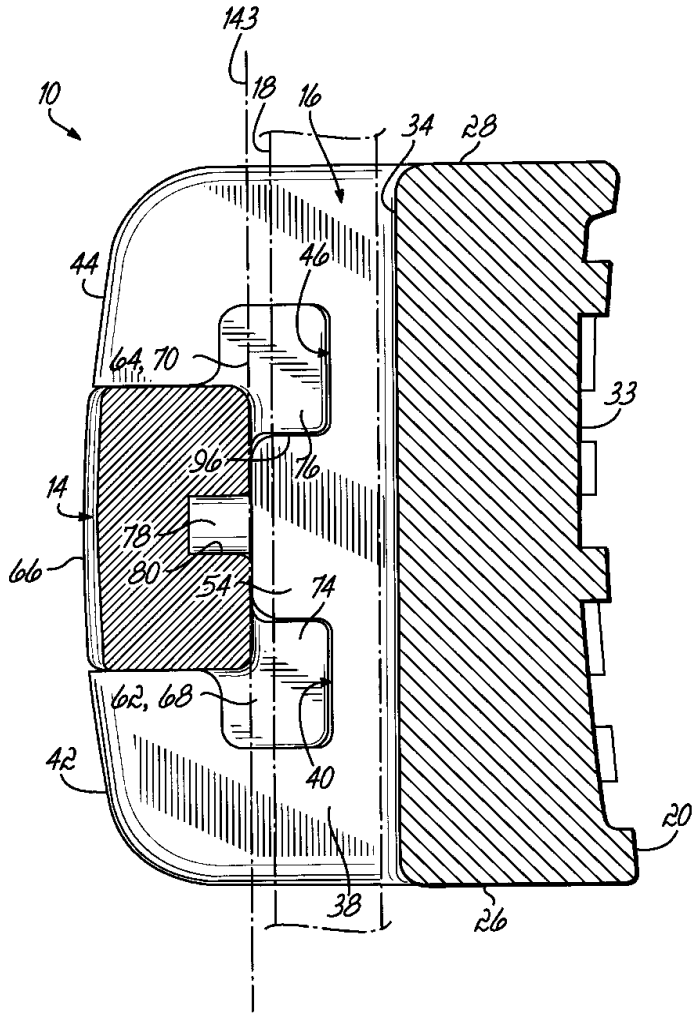
도면6


10
12
172
24
32
11
150
154
33
30
128
126
132
134
122
72
36
34
16
38
116
80
54
18
78
86
82
88
90
14
112
92
106
22
20
154
104
182

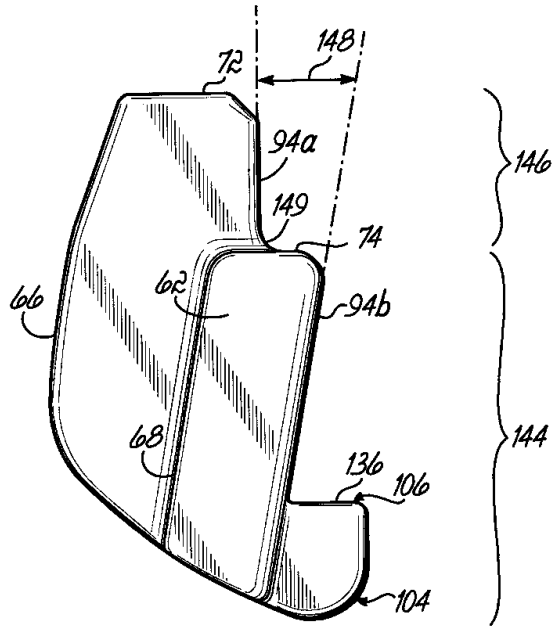
도면7


10
12
172
24
32
150
154
33
30
128
126
132
134
122
120
124
36
34
16
72
54
38
78
86
82
88
116
80
90
92
14
142
140
22
20
154
112
182
138
106
136
104

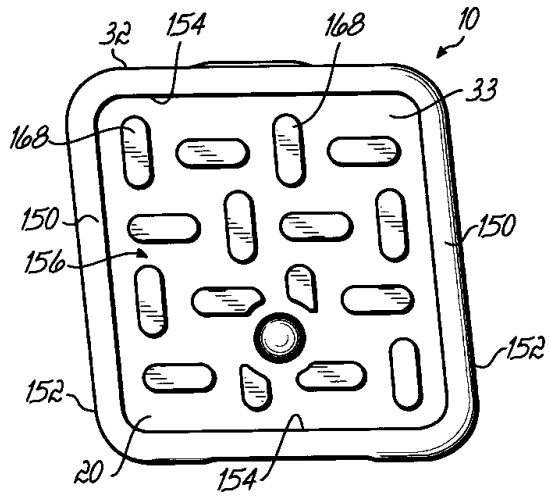
도면8


143
18
16
10
34
28
44
46
64, 70
33
96
76
14
78
80
66
54
74
62, 68
42
40
20
38
26

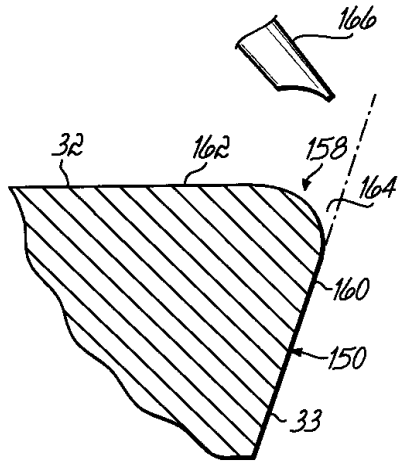
도면9


148
72
94a
146
149
74
66
62
94b
68
144
136
106
104

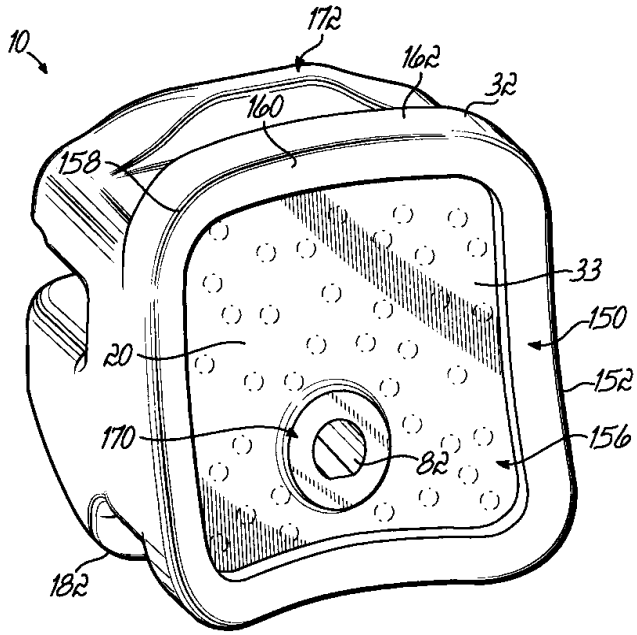
도면10



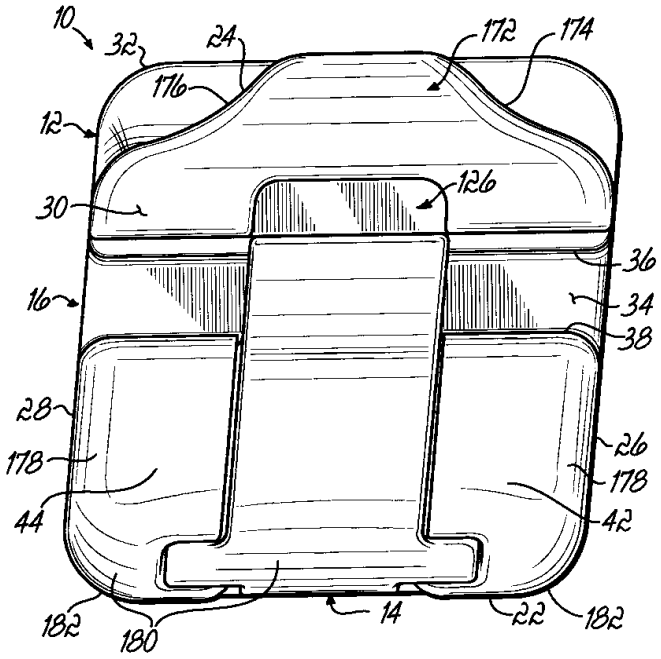
도면11



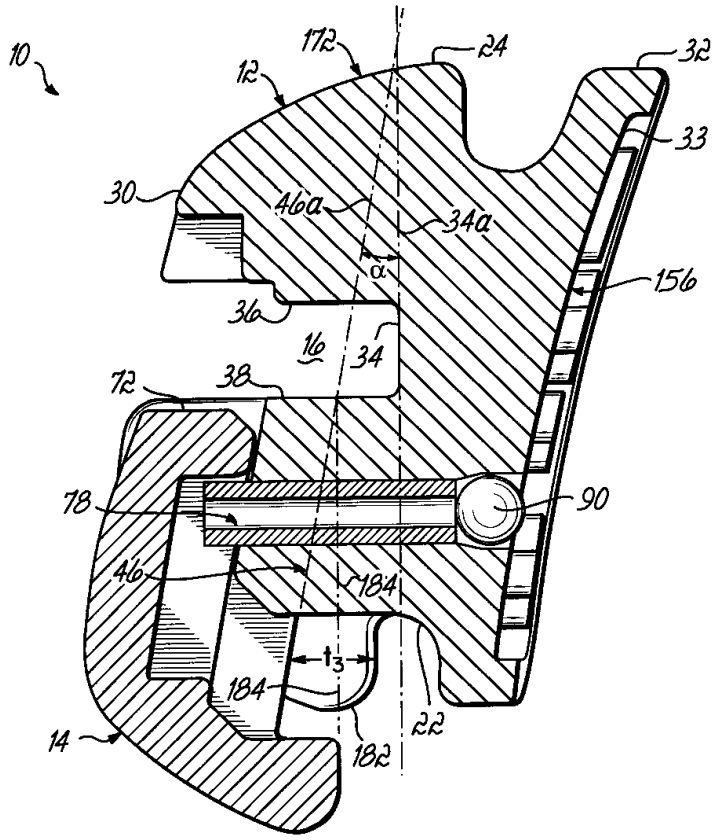
도면12



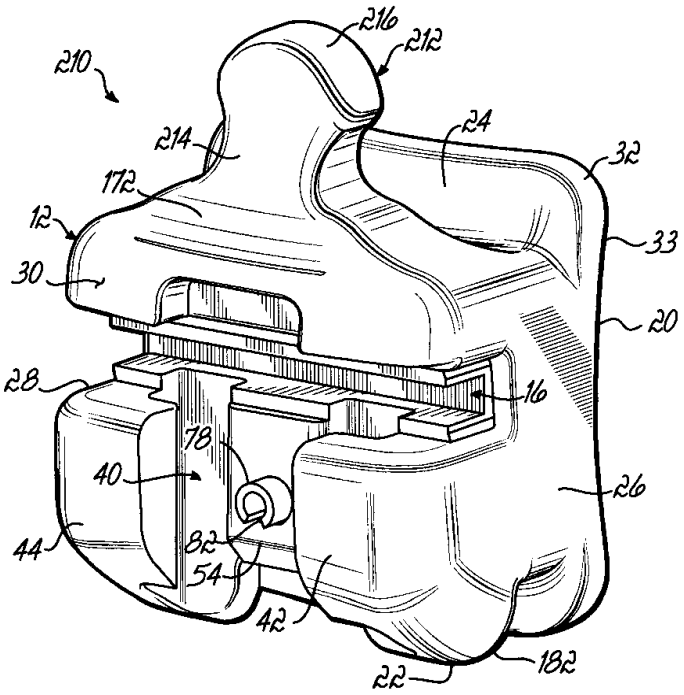
도면13


10
32
24
172
174
176
12
126
30
36
16
34
38
28
26
178
178
44
42
182
180
14
22
182

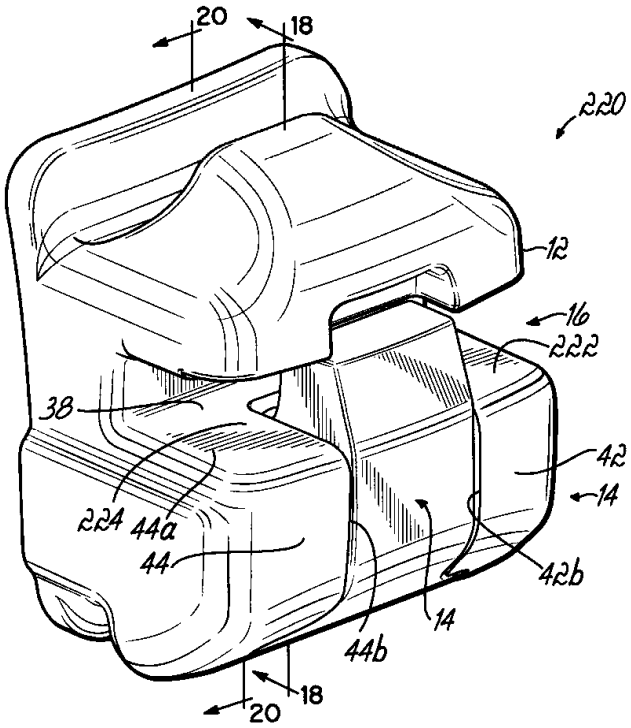
도면14


10
172
24
32
12
33
30
46a
34a
α
156
36
16
34
72
38
78
90
46
184
t3
184
22
14
182

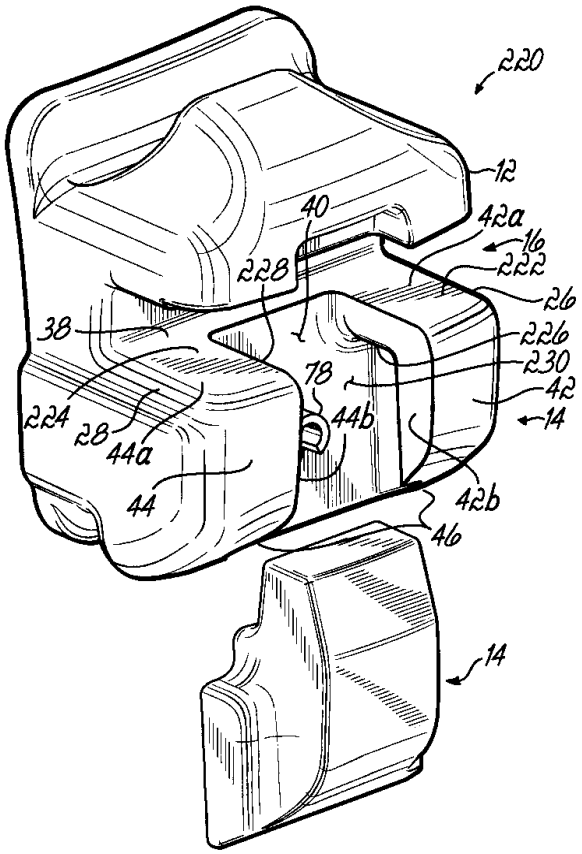
도면15


216
212
210
214
24
32
172
12
33
30
20
28
16
78
40
26
44
82
54
42
182
22

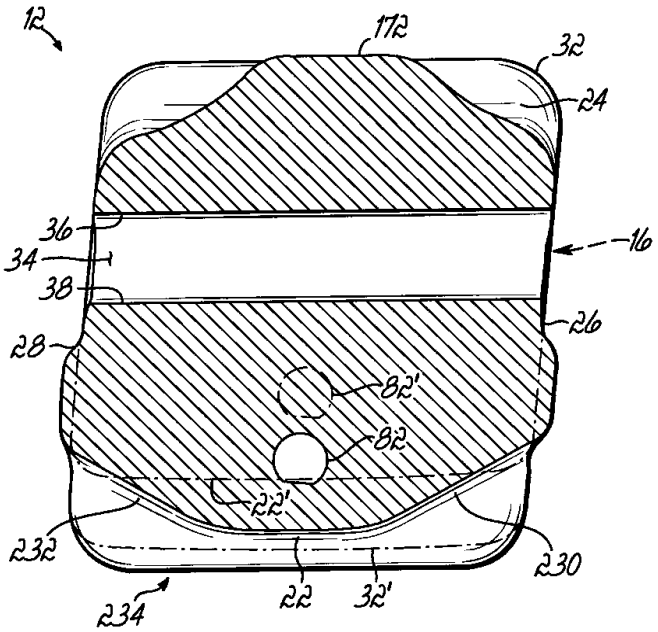
도면16


20
18
220
12
16
222
38
42
14
224
44a
44
42b
14
44b
18
20

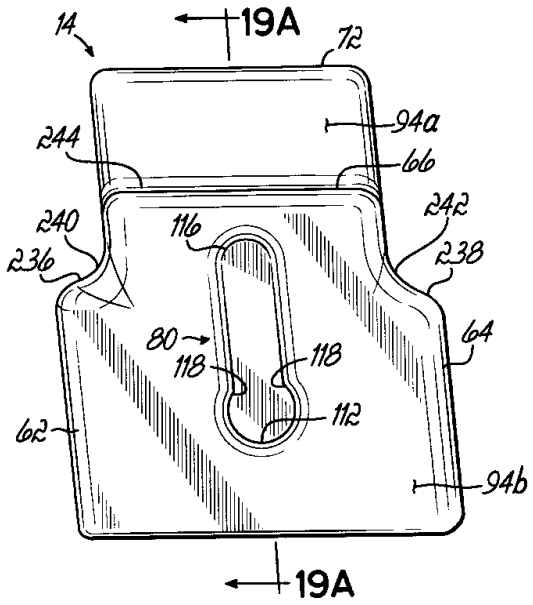
도면17


220
12
40
42a
16
222
228
26
38
226
230
78
42
224
28
44a
44b
14
44
42b
46
14

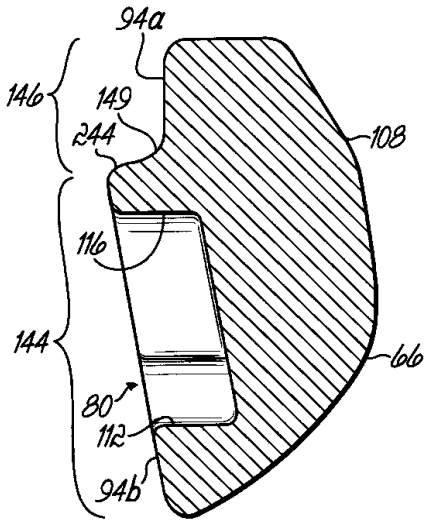
도면18


12
172
32
24
36
16
34
38
26
28
82'
82
22'
232
230
234
22
32'

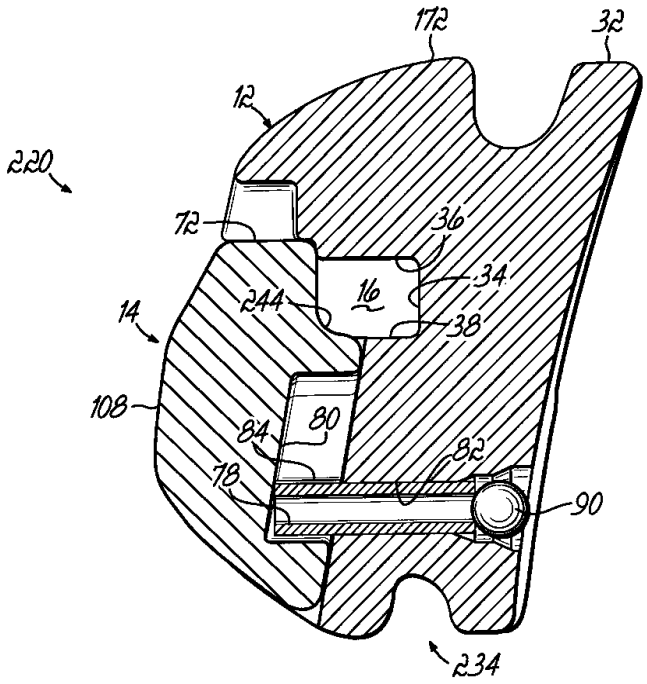
도면19


14
19A
72
94a
244
66
242
240
116
238
236
64
80
118
118
112
62
94b
19A

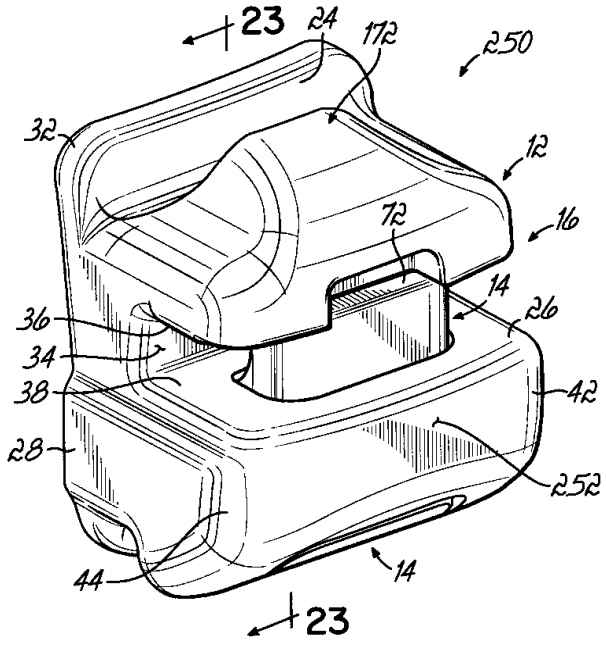
도면19a


94a
146
149
244
108
116
144
66
80
112
94b

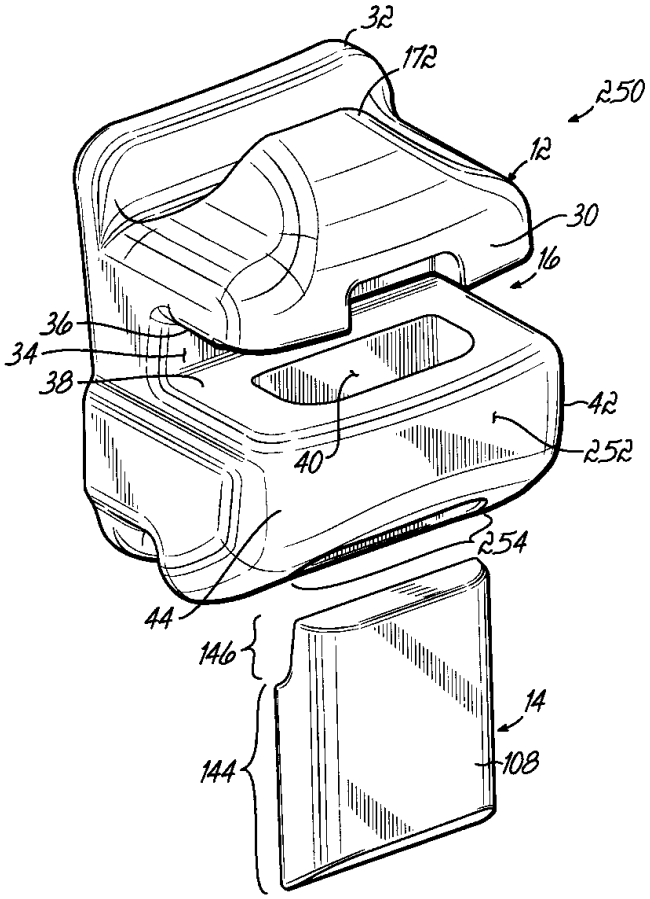
도면20


172
32
12
220
72
36
34
16
244
38
14
108
80
84
82
78
90
234

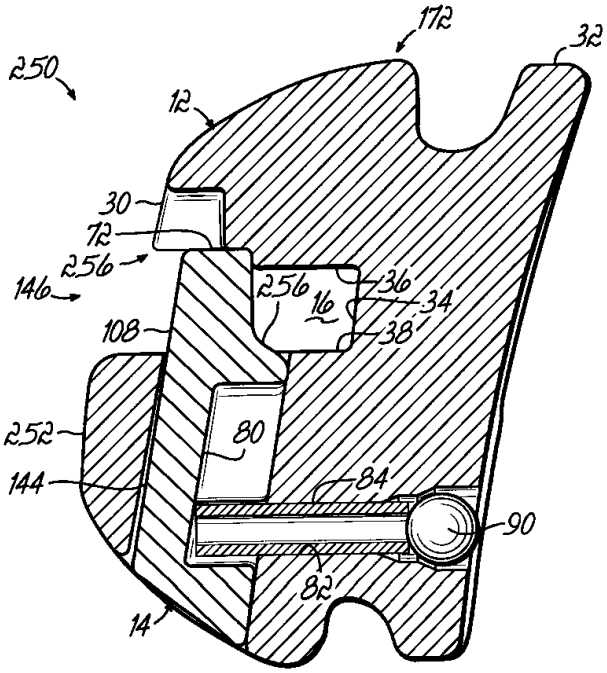
도면21


23
24
172
250
32
12
72
16
14
26
36
34
38
42
28
252
44
14
23

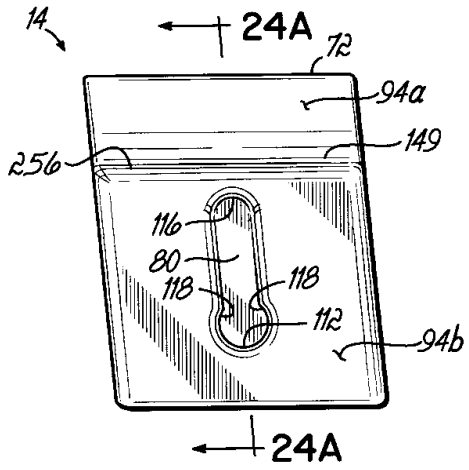
도면22


32
172
250
12
30
16
36
34
38
42
252
40
254
44
146
14
144
108

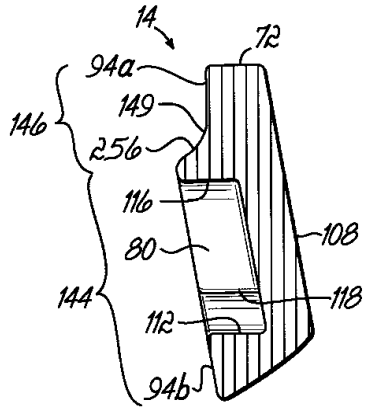
도면23


172
32
250
12
30
72
256
146
256
16
36
34
38
108
252
80
144
84
90
82
14

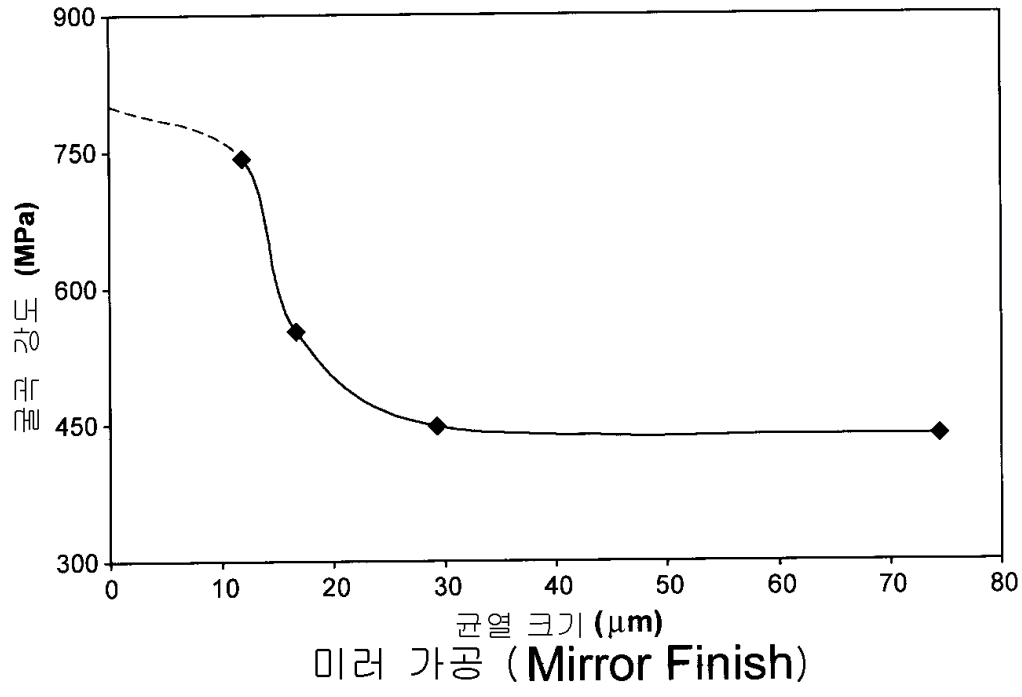
도면24



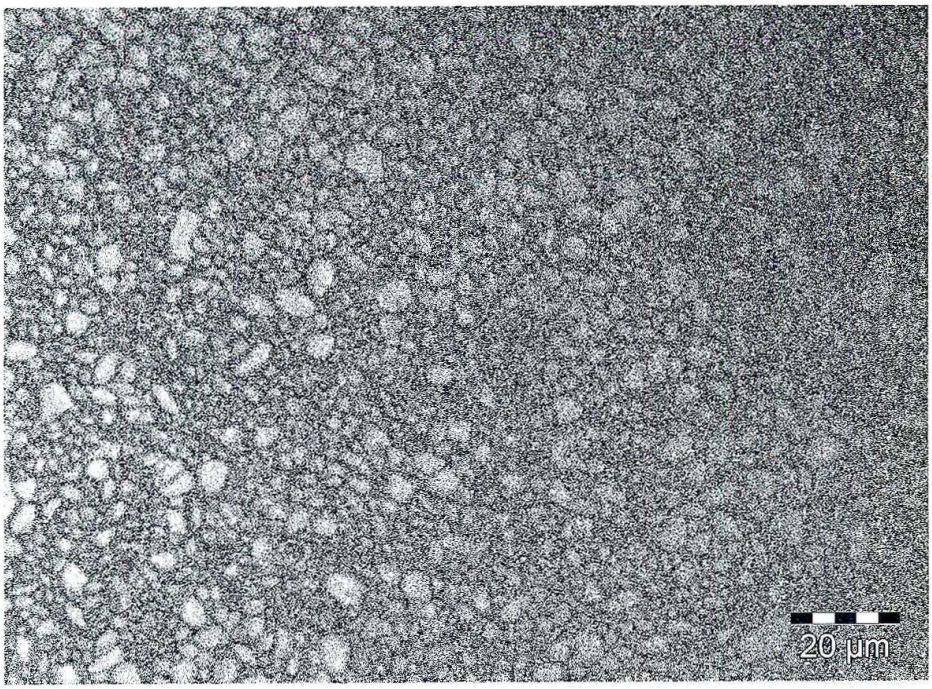
도면24a



도면25



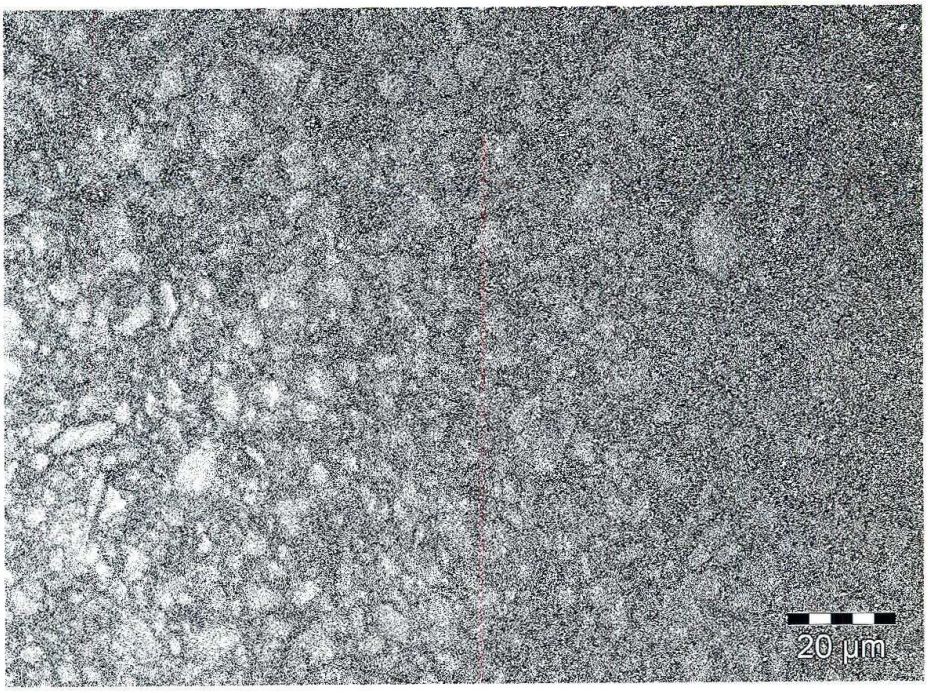
도면26a



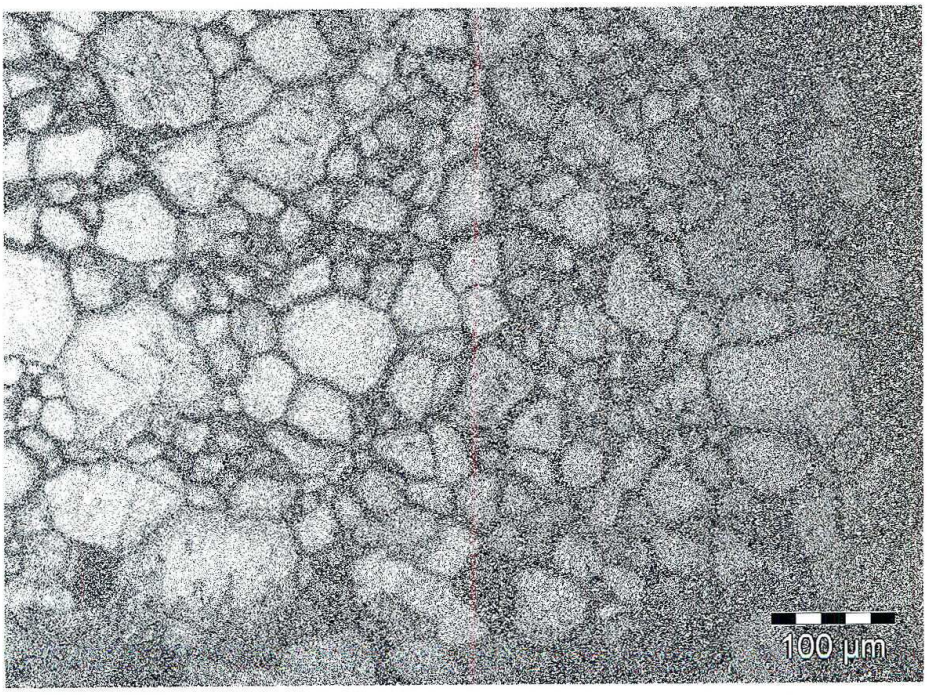
도면26b



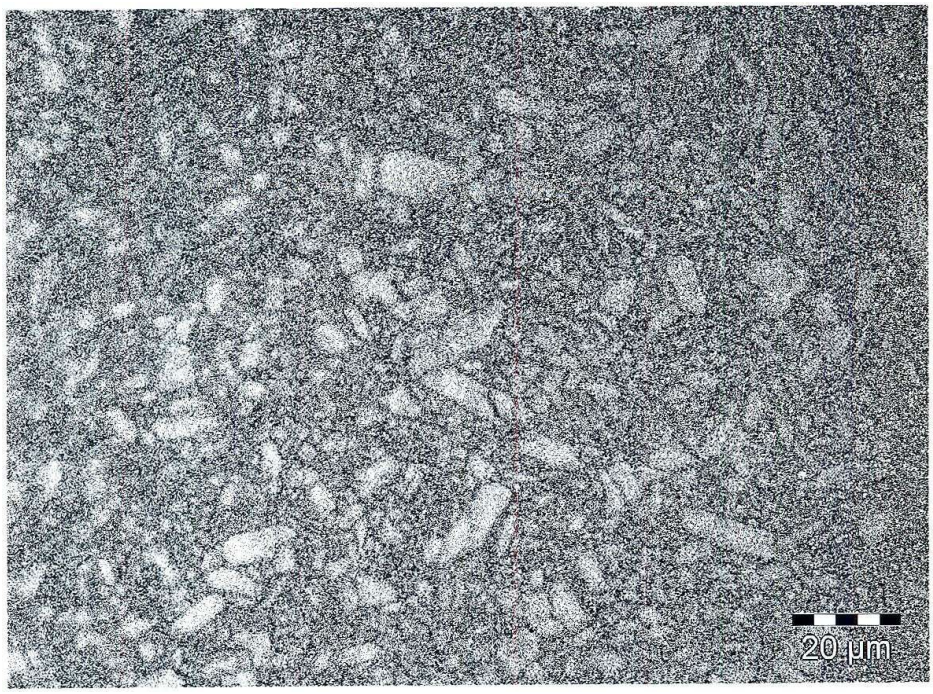
도면26c



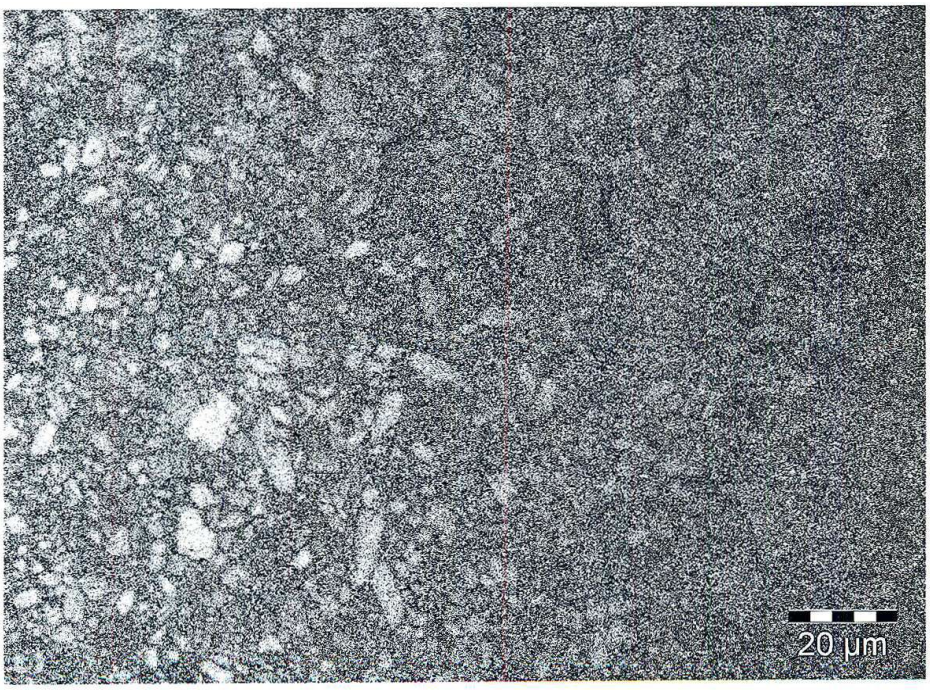
도면26d



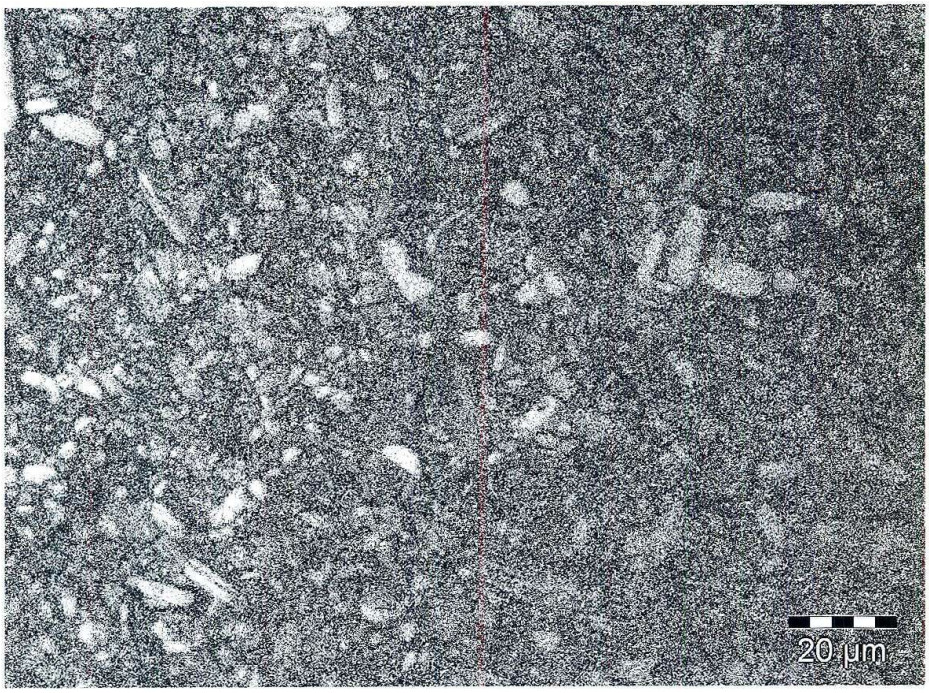
도면27a



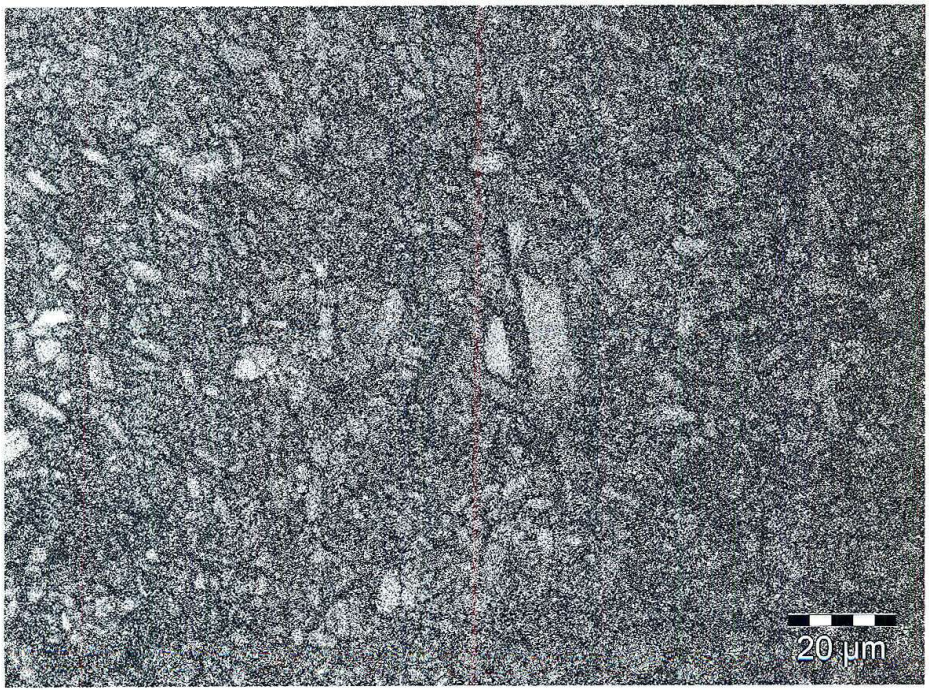
도면27b



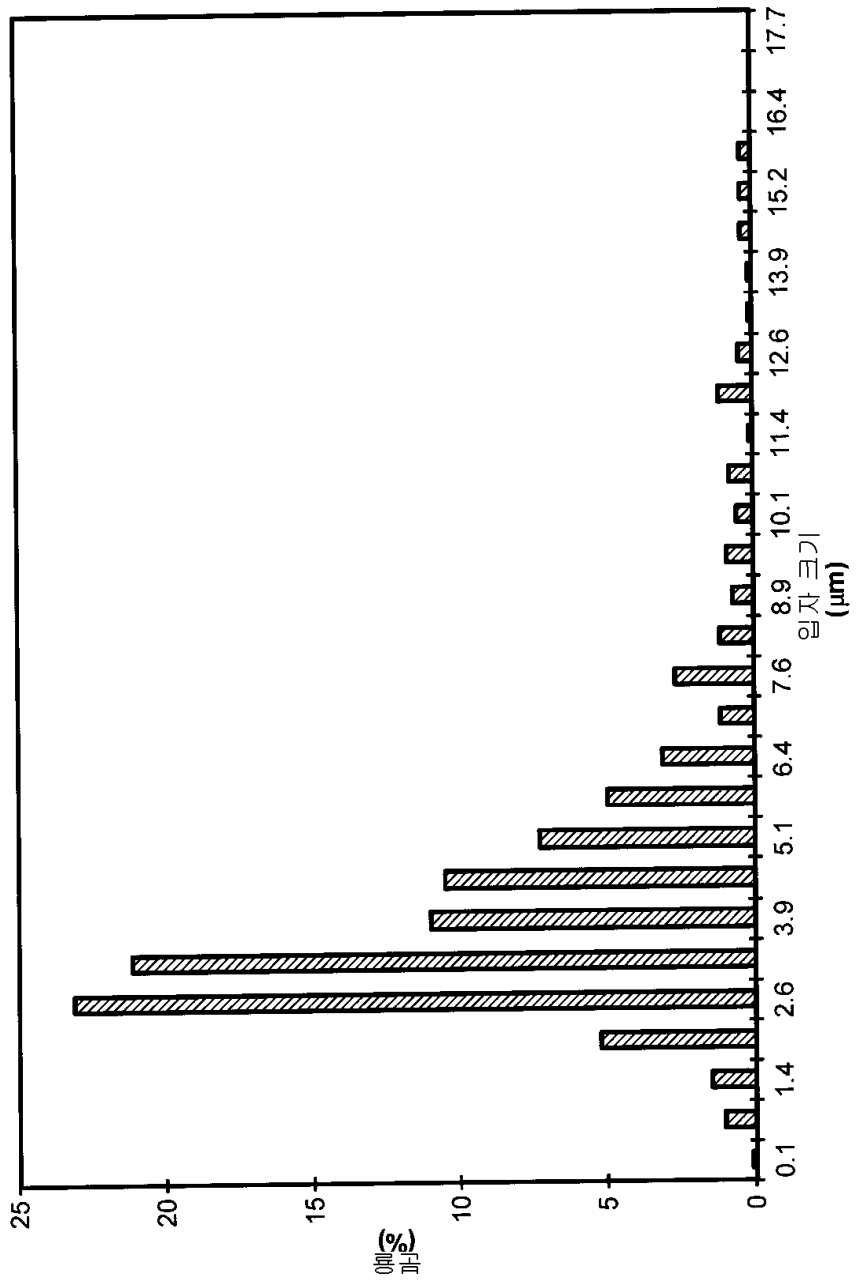
도면27c



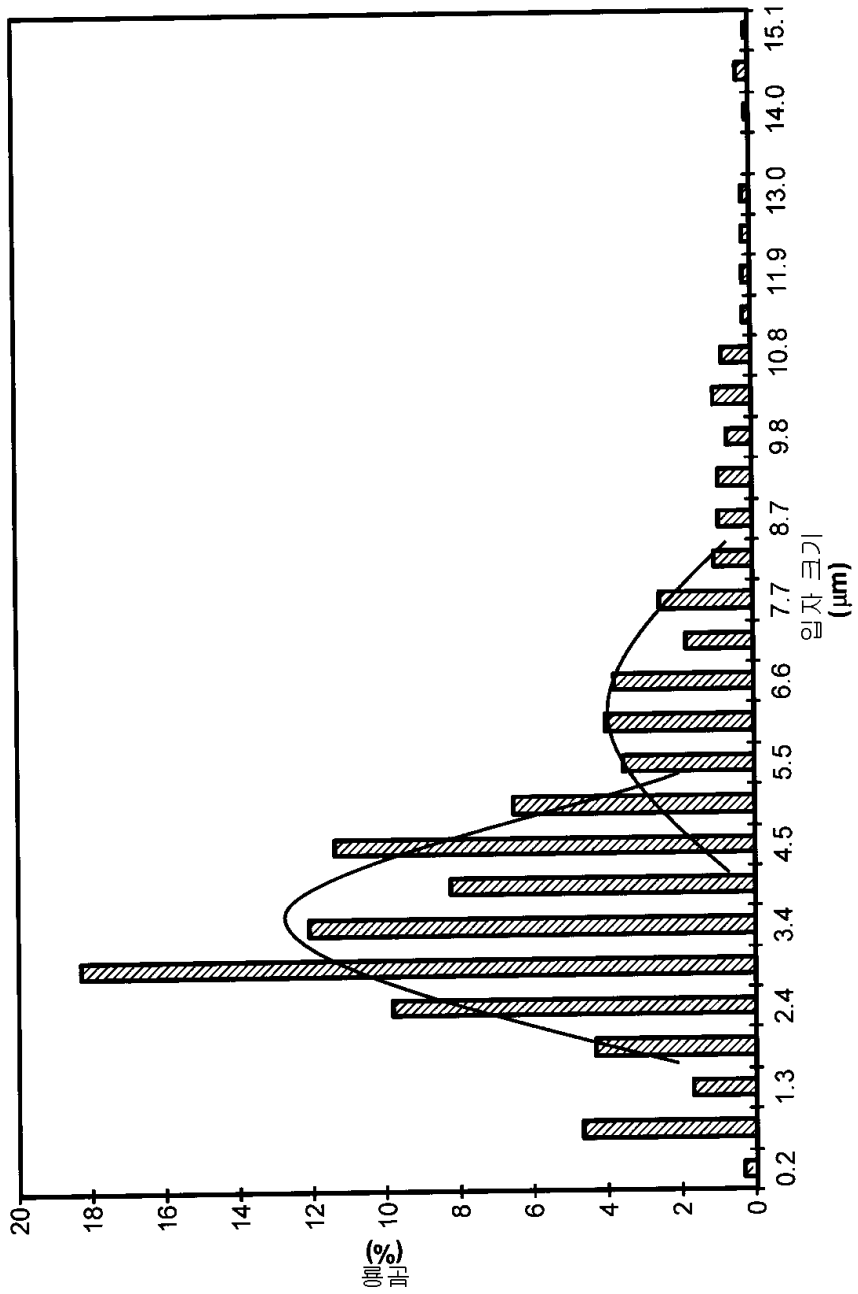
도면27d



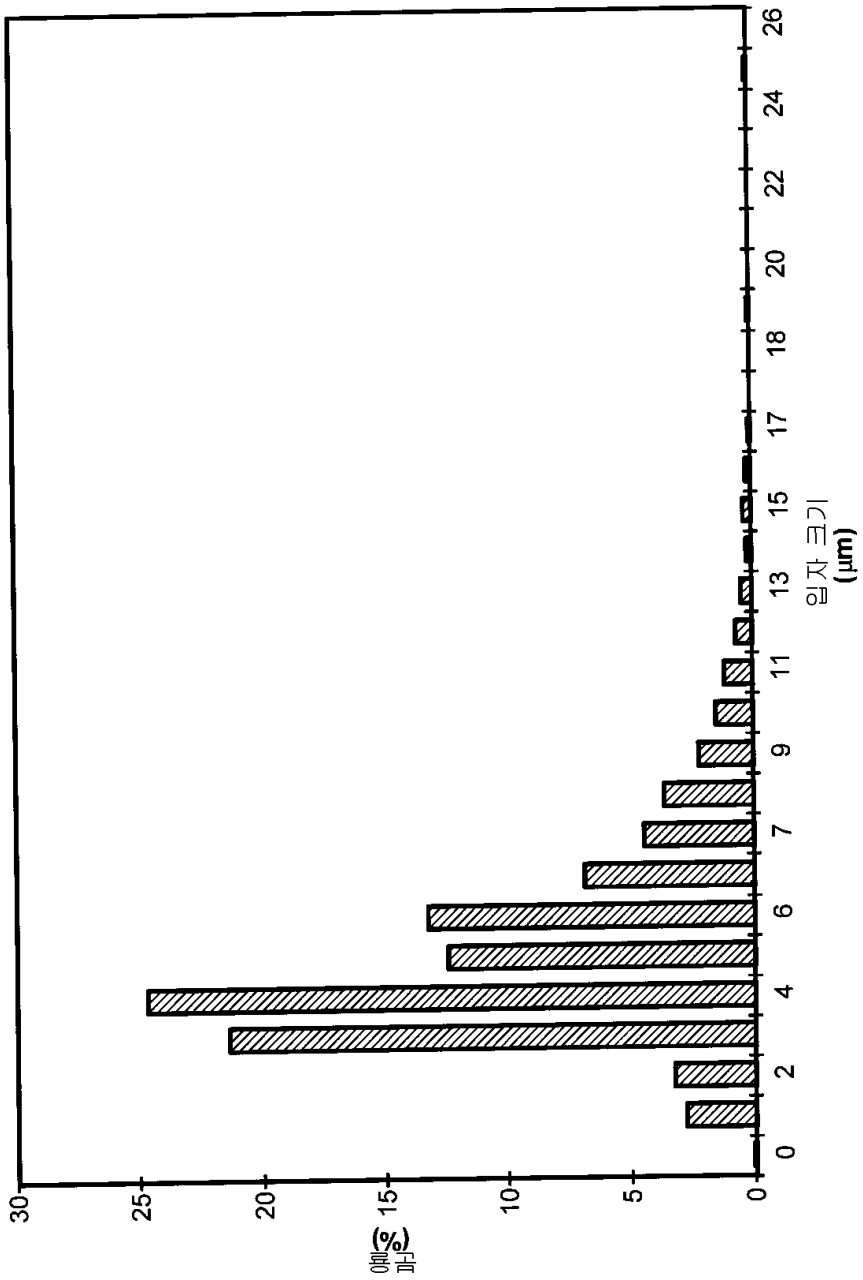
도면28a


25
20
15
10
5
0
(%)
빈율
0.1
1.4
2.6
3.9
5.1
6.4
7.6
8.9
10.1
11.4
12.6
13.9
15.2
16.4
17.7
입자 크기
(μm)

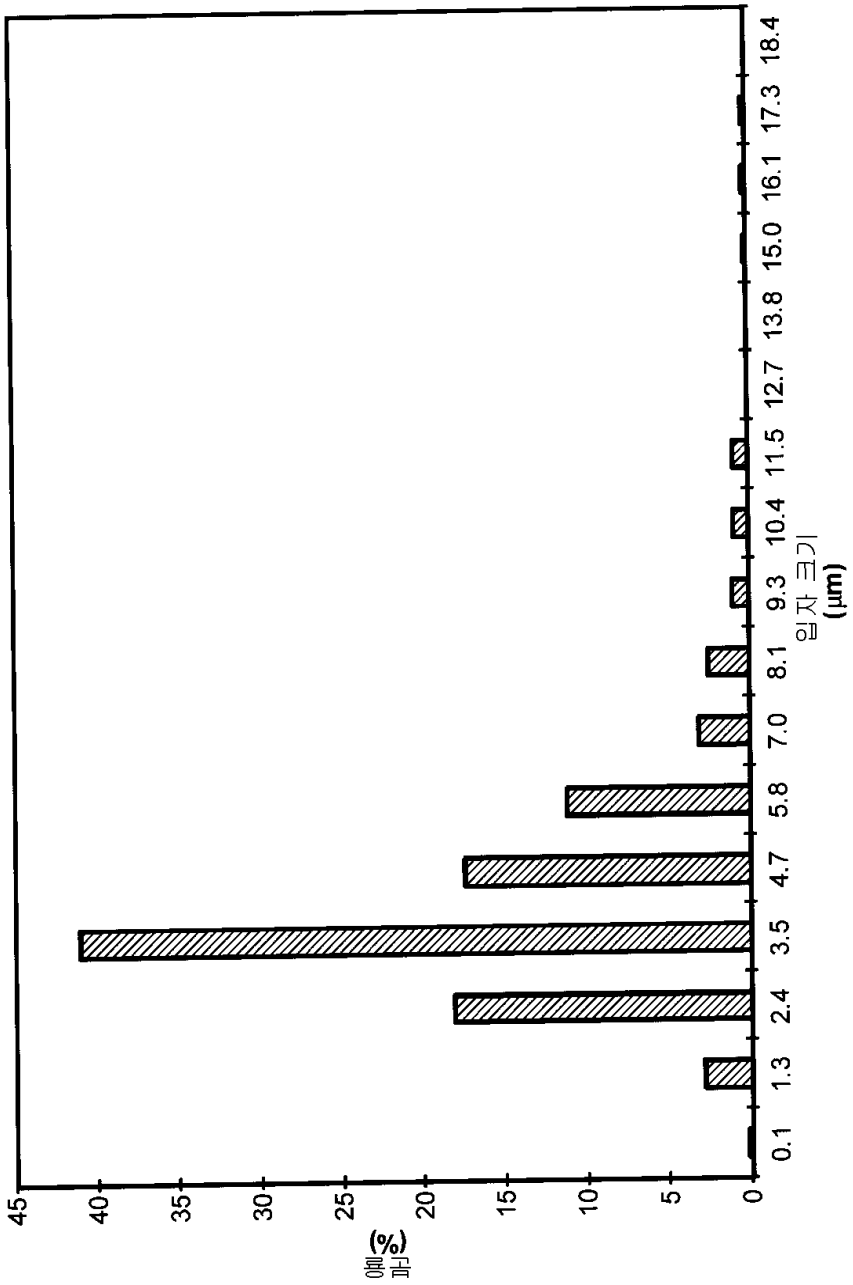
도면28b


20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
(%)
용량
0.2
1.3
2.4
3.4
4.5
5.5
6.6
7.7
8.7
9.8
10.8
11.9
13.0
14.0
15.1
입자 크기
(μm)

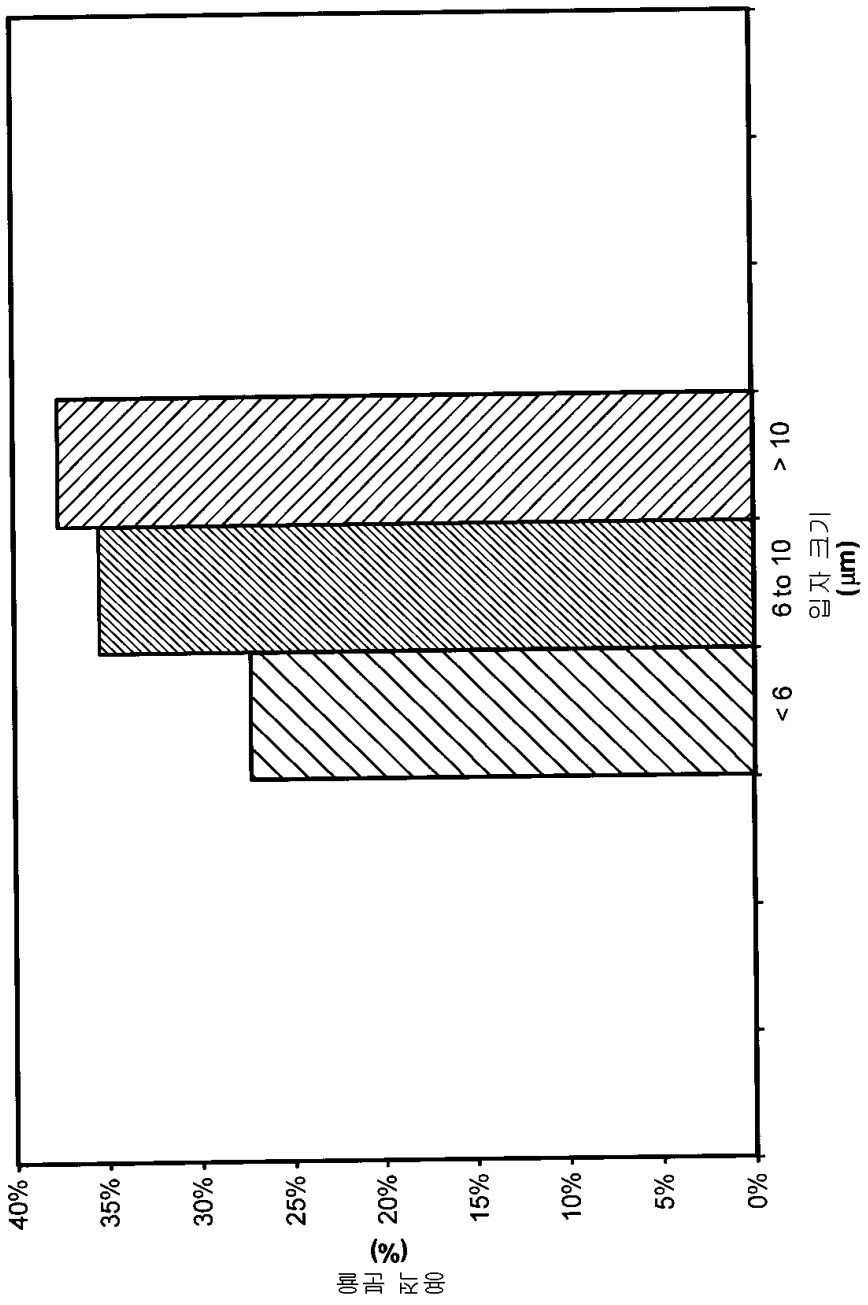
도면28c



도면28d


45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
(%)
부피
0.1
1.3
2.4
3.5
4.7
5.8
7.0
8.1
9.3
10.4
11.5
12.7
13.8
15.0
16.1
17.3
18.4
입자 크기
(μm)

도면29



도면30

