



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0139063
(43) 공개일자 2017년12월18일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 3/16 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
A61B 3/16 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7032827</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년08월27일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2017년11월13일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2015/047134</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2016/167827
국제공개일자 2016년10월20일</p> <p>(30) 우선권주장
62/148,048 2015년04월15일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
캐츠 토노미터, 엘엘씨
미국 아리조나 (우편번호 85710) 투손 이. 스피드웨이 블러바드 6422</p> <p>(72) 발명자
맥카퍼티, 슌, 제이.
미국 아리조나주 85715, 투손 산타 마르타 플레이스 2821</p> <p>(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스</p> |
|---|--|

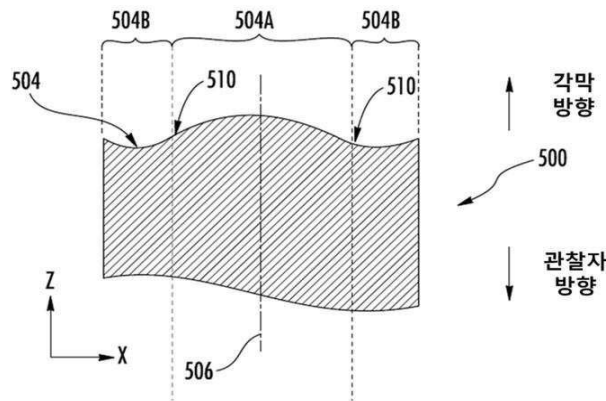
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 **광학 기구**

(57) 요약

각막 내 응력을 최소화하도록 구성된 이중 곡선의 각막 접촉 표면을 갖는 압평 안압계 팁 및 안압 측정용 장치의 사용 방법이다. 각막 접촉 표면은 제1 중심부 및 제1 중심부를 에워싸고 인접하는 제2 부분을 포함한다. 제1 및 제2 부분의 곡률은 반대 부호를 갖는다. 일 예로, 제1 중심부는 회전 대칭일 수 있다. 관련된 예에서, 제1 부분은 전형적인 각막의 곡률과 반대의 부호를 갖는 곡률을 가지며, 제2 부분의 곡률은 각막의 곡률의 부호와 동일한 부호를 갖는다. 기존 평탄 표면 혈압계 팁의 사용과 비교하여 향상된 정확도로 값 IOP를 조달하기 위한 장치 사용 방법이다.

대표도 - 도5a



명세서

청구범위

청구항 1

눈의 안압을 측정하는 광학 기구로, 상기 기구는:

각막 접촉 부재 및 상기 측정 중 눈의 각막과 접촉하도록 치수 설정된 앞면(front surface)으로,

상기 앞면은 상기 각막 접촉 부재의 상기 앞면의 중앙 부분으로 정의된 각막 접촉 표면 부분을 포함하고,

상기 각막 접촉 표면 부분은 0이 아닌 곡률로 굴곡되고, 상기 측정시 적어도 각막의 곡률에 의한 오차를 감소시키도록 굴곡되며,

굴곡된 각막 접촉 표면 부분을 둘러싸고 상기 각막 접촉 표면 부분과 폐 평면 곡선을 따라 접하여 합쳐지는 주변 표면 부분을 포함하는 기구.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 각막 접촉 부재는 길이축을 가지고,

상기 폐 평면 곡선은 상기 축을 가로지르는 평면에서 정의되는 기구.

청구항 3

제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 눈의 상기 각막이 제1 부호를 가지는 제1 곡률을 가질 때,

상기 각막 접촉 표면 부분은 상기 제1 부호와 반대인 제2 부호를 가지는 제2 곡률을 가지며,

상기 주변 표면 부분은 제3 부호의 제3 곡률을 가지고,

상기 제3 부호는 상기 제2 부호와 반대인 기구.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 앞면은 상기 각막 접촉 부재가 각막에 대하여 눌릴 때 고리로 정의된 표면 영역 내에서 상기 제1 곡률의 부호가 변화하도록 형성되는 기구.

청구항 5

제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 눈의 상기 각막은 제1 부호를 가지는 제1 곡률을 가지고,

굴곡된 각막 접촉 표면 부분은 상기 제1 부호와 동일한 제2 부호를 가지는 제2 곡률을 가지며,

상기 주변 표면 부분은 제3 부호의 제3 곡률을 가지고, 상기 제3 부호는 제2 부호와 반대인 기구.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 굴곡된 각막 접촉 표면 부분은 실질적으로 상기 각막의 표면과 실질적으로 합동인 기구.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 앞면은 동작시 상기 각막 접촉 부재가 각막에 대하여 눌렸을 때 상기 각막의 부분을 평탄화하도록 형성되고, 상기 각막의 상기 평탄화된 부분은 상기 축에 대하여 대칭인 영역으로 정의되는 기구.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기구는,

상기 각막 접촉 부재의 바디 내의 광학 프리즘 및

상기 앞면을 향하여 상기 프리즘을 통해 광을 전송하도록 위치한 광원을 더 포함하는 기구.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각막 접촉 표면 부분은 구형 표면의 부분을 정의하며, 상기 각막 접촉 표면 부분은 그를 통한 개구(opening)가 없는 기구.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 앞면은 상기 축에 의하여 축 대칭인 기구.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기구는 안압계(tonometer)로 구성된 기구.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기구는 외부 원뿔 표면을 가지는 하우징 요소를 더 포함하고, 상기 각막 접촉 부재는 상기 하우징에 고정된 기구.

청구항 13

안압의 측정을 위한 광학 기구로, 상기 기구는:

눈의 각막의 제1 부분과 접촉하도록 치수 설정된 앞면을 포함하는 각막 접촉 부재로,

상기 앞면은 축에 대하여 회전 대칭이고, 상기 앞면은 개구(opening)없는 구형 표면의 부분을 정의하는 각막 접촉 표면 부분을 포함하며,

상기 각막 접촉 표면 부분은 각막 곡률의 부호와 반대인 제1 부호의 제1 곡률을 가지며;

상기 각막 접촉 표면 부분을 둘러싸고, 상기 각막 접촉 표면 부분과 상기 축을 가로지르는 평면에서 정의된 폐곡선을 따라 접하여 합쳐지고, 상기 각막의 곡률의 부호와 동일한 제2 부호를 가지는 제2 곡률을 가지는 곡률 주변 표면 부분을 포함하는 기구.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 앞면은,

동작시, 각막에 대하여, 상기 각막 접촉 부재가 눌렸을 때 상기 각막의 부분을 압평하도록 형성되고, 상기 각막의 상기 압평된 부분은 고리로 정의된 기구.

청구항 15

제13항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 앞면은 상기 각막의 상기 압평된 부분내의 각막내 응력을 최소화하도록 치수화된 기구.

청구항 16

제13항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기구는,

상기 각막 접촉 부재의 바디내의 광학 프리즘 및 상기 앞면을 향해 상기 프리즘을 통하여 광을 전송하도록 배치된 광원을 더 포함하는 기구.

청구항 17

광학 기구로 안압을 측정하는 방법으로, 상기 광학 기구는 각막 접촉 부재를 포함하되, 상기 각막 접촉 부재는 (i) 제1 부호의 표면 곡률을 가지는 중앙 굴곡 부분과, (ii) 상기 중앙 굴곡 부분을 둘러싸며, 제2 부호의 표면 곡률을 가지는 주변 표면 부분을 포함하며, 상기 방법은:

상기 측정시 각막의 곡률에 의하여 형성되는 오차를 최소화하기 위하여 상기 각막 접촉 표면과 상기 각막 사이의 접촉을 이루고 상기 각막의 제1 부분을 압평하기 위하여 상기 각막에 대하여 상기 각막 접촉 부재를 누르는 단계;

상기 각막 접촉 및 상기 각막 접촉 부재를 횡단하는 광으로 각막의 광학 이미지를 형성하는 단계; 및

상기 광학 이미지를 나타내는 이미징 데이터로부터 안압의 값을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 누르는 단계는, 각막에 대하여 상기 중앙 굴곡 부분을 누르는 것을 포함하되, 상기 중앙 굴곡 부분의 곡률과 상기 각막의 곡률은 반대의 부호를 가지는 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 중앙 굴곡 부분의 곡률 및 상기 주변 표면 부분의 곡률은 서로 다른 부호를 가지는 방법.

청구항 20

제17항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방법은,

적어도 각막의 두께 및 경도(stiffness) 중 어느 하나를 보상하기 위한 상기 이미징 데이터를 교정하는 단계를 수행하지 않는 방법.

청구항 21

제17항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 누르는 단계는,

상기 주변 표면 부분이 폐 평면 곡선을 따라 상기 중앙 굴곡 부분과 접하는 상기 각막 접촉 부재를 누르는 것을 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 안과기구에 관련되고, 보다 상세하게는, 각막 접촉 부재로 구성된 압평 안압계 팁 및 상기 팁을 사용하는 압평 안압계에 관련된다.

[0001]

배경 기술

[0002] 종래 사용된(도 1B로 예로 도시되고, 이하에서 논의되는)골드만 압평 안압계는 평평한, 평면 표면 팁을 사용한다(각막에 접촉하는 표면의 곡률은 상기 팁은 영(zero)이다). 그 사용은 0이 아닌 각막 두께와 강성을 설명하기 위해(안구 내 안압의 측정 결과의) 필연적으로 수정을 요구하는 것으로 알려져 있다. 그 수정이 각막의 강성과 두께 사이의 예측할 수 없는 정도의 상관성에 근거하기 때문에 그러한 교정의 정확도가 종종 의심스럽다는 것도 잘 인식되어 있다. 안압의 측정 결과를 교정할 필요성을 완화할 수 있는-완전히 제거하지는 못한다면- 안압계 팁의 필요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 아이디어는 상술한 종래 사용된 골드만 압평 안압계의 단점이 평평한 모양의 안압계 팁에 의해 상당 부분 발생된다는 것을 깨닫는 데서 비롯되었다. 더욱이, 안압(IOP) 측정에서 또 다른 오류의 원인은 - 기존의 평면 안압계 팁으로 보상되지도 않고 관련 기술에 의해 다루어지지도 않은 - 0이 아닌 각막의 곡률의 기여이다. 아래에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 평면 안압계 팁(영 곡률)의 곡률과 0이 아닌 곡률 각막의 차이는 각막 표면을 현저히 왜곡시키는 압평 과정에서 각막 표면의 리플(ripple) 또는 꼬임을 야기하며, 각막내 스트레스를 유발하여 결과적으로 안압 측정에 오류를 더한다. 한편, 0이 아닌 곡률을 가진 각막은 안압계의 팁에 힘의 일부가 전이되도록 하여, 안압 측정값을 더 불확실하게 한다.

[0004] 현존하는 안압계 팁으로 안압을 잘못 측정할 경우(수정 요청되는 정확한 양이 불분명하여) 오진 및/또는 안질환 검출 지연의 위험을 발생시킨다.

과제의 해결 수단

[0005] 안압계의 사용에 의한 종래의 안압 측정의 단점은 본 발명의 시도에 의해 해결된다. 특히, 압평 안압계로 수행된 안압 측정의 결과에 대한 크게 정의되지 않은 수정에 대한 필요성이 계속되고 있는 문제는 각막 접촉 표면이 현저하게 굴곡되고 평평하지 않은 팁을 갖는 안압계를 제공함으로써 해결된다. 설명된 바와 같이 굴곡부를 가지는 안압계 팁의 표면을 구비함에 따라 각막 곡률 및 각막 내 스트레스에 의해 야기되는 측정 오차를 감소시키고, 경우에 따라서는 제거하여, 사용자가 본 발명의 안압계 팁으로 수행된 직접 안압 측정의 원시 결과(raw result)에 의존할 수 있도록 한다.

[0006] 본 발명의 실시예는 눈의 안압(IOP) 측정용 광학 기구를 제공한다. 이러한기구는 적어도 길이축(이하, "축"이라 칭함)을 가지는 각막 접촉 부재 각막로, 접촉 부재는 동작시에 길이축을 따라 이동될 수 있고, 축 및 눈의 각막과 접촉하도록 치수화된 앞면을 포함한다. 각막 접촉 부재의 길이축은 바람직하게는 각막 접촉 부재의 대칭축이다. 앞면은 적어도 a) 각막 접촉 표면 부분을 포함하며, 상기 부분은 각막 접촉 부재의 앞면의 중앙 부분을 정의하고, 상기 부분은 적어도 각막의 곡률에 의해 상기 측정에 기여하는 오차를 감소시키도록 굴곡되고 b) 굴곡된 각막 접촉 표면 부분을 둘러싸고, 폐 평면 곡선을 따라 상기 각막 접촉 표면 부분과 접선으로 합쳐지는 주변 표면 부분을 포함한다.

[0007] 눈의 각막이 제1 부호를 갖는 제1 곡률을 갖는 일 예에서, 각막 접촉 표면 부분은 제1 부호와 반대인 제2 부호를 갖는 제2 곡률을 가지며, 주변 표면 부분은 제3 부호(제3 부호는 제2 부호와 반대인)의 제3 곡률을 가진다. 이러한 특정 예에서, 앞면은 각막에 대해 가압된 각막 접촉 부재와 각막 사이의 접촉 영역에 의해 정의된 표면 영역 내에서 제1 곡률의 부호가 변화하도록 형성될 수 있다. 관련된 다른 예에서, 눈의 각막은 제1 부호를 갖는 제1 곡률을 가지며, 굴곡된 각막 접촉면 부분은 제1 부호와 동일한 제2 부호를 갖는 제2 곡률을 가진다. 여기서, 주변 표면 부분은 제3 곡률(제3 부호는 제2 부호와 반대인)을 갖는다. 어떤 실시예에서, 앞면은 상기 각막 접촉 부재가, 동작 중, 각막에 대하여, 눌렸을 때 상기 각막의 일부를 평평하게 하도록 형성되고 치수화될 수 있으며, 표면 영역에 의하여 정의된 각막의 평평하게 된 부분은 축에 대하여 대칭적인 것이 바람직하고, 이에 따라 안압(IOP)의 측정을 간편화한다.

[0008] 광학 기구는 각막 접촉 부재의 바디 내에 포함된 광학 프리즘 및 프리즘을 통하여 앞면을 향해 광을 전송하는 광원(light source)을 더 포함할 수 있다. 대신에 또는 추가적으로, 각막 접촉 표면 부분은 구형 표면의 부분을 정의하도록 구성될 수 있다. 대신에 또는 추가적으로, 앞면은 축에 대하여 축 대칭으로 구성될 수 있고, 특정한 예에서, 광학 기구는 안압계로 구성될 수 있다. 기구는 각막 접촉 부재가 하우징 부재에 고정되도록 외부 원뿔

표면을 가지는 하우징 부재를 추가적으로 구비할 수 있다.

[0009] 본 발명의 실시예들은, 위에서 예로서 설명된 바와 같이, 눈의 각막의 제1 부분에 접촉하도록 치수화된 앞면(前面)을 가지는 각막 접촉 부재를 포함하는 안압(IOP)의 측정을 위한 광학 기구를 제공한다. 바람직하게, 앞면은 축에 대하여 회전 대칭이다. 그러한 앞면은 적어도(i) 이를 통하는 개구(opening)가 없는 구형 표면의 부분을 정의하고, 각막 접촉 표면 부분은 각막 곡률의 부호와 반대 부호인 제1 부호를 가지는 제1 곡률을 가지는 각막 접촉 표면 부분; 및 (ii) 각막 접촉 표면 부분을 둘러싸고, 상기 축을 가로지르는 평면에서 정의된 폐곡선을 따라 각막 접촉 표면 부분과 접선으로 합쳐지고, 각막의 곡률 부호와 동일한 부호인 제2 부호를 가지는 제2 곡률을 가지는 주변 표면 부분을 포함한다. 기구의 특정한 구현예에서, 앞면은 각막 접촉 부재가 구동중 각막에 대하여 눌렀을 때, 각막의 부분을 압평할 수 있도록 형성될 수 있고, 각막의 압평된 부분은 고리(annulus)로 정의된다. 이러한 특정한 구현예에서, 앞면은 각막의 상기 압평된 부분의 각막내 응력을 최소화하도록 수치화된다. 대신에 또는 추가적으로, 광학 기구는 각막 접촉 부재의 바디 내에 포함된 광학 프리즘 및 프리즘을 통하여 앞면을 향해 광을 전송하도록 광(光) 소스(source)를 더 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예들은 추가적으로 도면들을 참조하여 뒤에서 더욱 자세히 설명될 구조를 가지는 구조를 가지는 기구들을 이용하는 안압(IOP) 측정 방법을 제공한다. 안압 측정에 사용되는 기구는 각막 접촉 부재(적어도 (i) 제1 부호의 표면 곡률을 가지는 중앙 굴곡 부분 및 (ii) 제2 부호의 표면 곡률을 가지고, 중앙 굴곡 부분을 둘러싸는 주변 표면 부분 중 적어도 어느 하나 이상을 정의하는 각막 접촉 표면을 가지는)를 포함할 수 있다. 방법은 (i) 각막 접촉 표면과 각막 사이에 접촉이 이루어지고, 각막의 곡률에 의하여 유발된 오차를 최소화하며 각막의 제1 부분을 압평하도록 각막 접촉 부재를 각막에 대하여 누르는 단계와, (ii) 각막과 각막 접촉 부재 접촉을 가로지르는 광으로 각막의 광학 이미지를 형성하는 단계와, (iii) 광학 이미지를 나타내는 이미지 데이터에서 안압값을 결정하는 단계 중 적어도 하나의 단계를 포함한다. 누르는 단계는 중앙 굴곡 부분을 각막에 대하여 누르는 것을 포함할 수 있으며, 중앙 굴곡 부분의 곡률과 각막의 곡률은 서로 다른 부호를 가질 수 있다. (선택적으로, 누르는 단계는 중앙 굴곡 부분의 곡률과 주변 표면 부분이 상이한 부호를 가질 때 효과적이다.) 일 예에서, 방법은 각막 두께 및 경도 중 적어도 어느 하나에 대한 보상(compensation)을 위한 이미지 데이터 교정 단계가 없다. 나아가, 누르는 단계는 주변 접촉 부분은 폐 평면 곡선을 따라 중앙 굴곡 부분과 접선으로 합쳐지도록 각막 접촉 부재를 누르는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0011] 전반적으로, 각막 접촉 표면이 평평한 평면 표면으로부터 벗어나도록 구성되고, 전술한 바와 같이 반대 부호의 두 곡면을 갖는 곡면을 포함하도록 구성된 안압계 팁의 사용은 평평한 표면과 함께 안압계 팁을 사용하는 통상적으로 사용되는 골드만 압평 안압계(GAT)로 수행되는 것보다 안압 측정의 정확도를 높이고, 적어도 중심 각막 두께(CCT), 각막 경도 또는 강성, 각막 곡률 및/또는 각막내 응력 중 적어도 하나를 고려하는 측정 결과 수정의 필요성을 감소시킨다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명은 이하의 상세한 설명과 연결된 비례하지 않는 도면들을 참조하여 보다 전체적으로 이해될 수 있을 것이다.

도 1a는 사람 눈을 측정하기 위하여 사용되는 골드만 압평 안압계 팁의 두 도시로, 바이-프리즘 각(bi-prism angle, 60도)를 도시한다.

도 1b는 골드만 압평 안압계를 예시하는 도면이다.

도 2a는 안압계 팁이 제공하는 압력에 의하여 각막 표면이 평탄하게 되는 것을 도시한 도면이다.

도 2b는 두 각막 표면의 평탄화된 부분의 이미지를 나타내는 반원들의(semi-circles)의 압력 의존적 위치를 보여주는 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 안압계 팁을 예시적으로 도시하는 단면도와 상면도이다.

도 3c는 본 발명의 다른 실시예를 도시하는 도면이다.

도 4는 도 3a, 3b의 실시예로 안압 측정을 위한 방법을 도시하는 도면이다.

도 5A, 5B는 본 발명의 다른 실시예에 의한 안압계 팁을 예시적으로 도시하는 단면도 및 상면도이다.

도 6은 안압계 팁의 표면의 특정한 실시예를 도시한다.

도 7은 도 5A, 5B의 실시예로 안압 측정시 유발된 표준 각막의 폰 마이제스(von Mises) 응력을 도시한다.

도 8은 도 5A, 5B의 실시예로 압평 이전 및 이후의 각막 표면의 표면 프로파일을 도시하는 선도들을 제공한다.

도 9a는 도 5A, 5B의 실시예, 도 3a, 3b의 실시예 및 평면 팁 안압계 피스로 안압을 측정할 때 각막 곡률에 의하여 형성되는 오차를 표시하는 선도를 제공한다.

도 9b는 도 5A, 5B의 실시예, 평면 팁 안압계 피스로 안압을 측정할 때 각막 경도(rigidity)에 의하여 형성되는 오차를 표시하는 선도를 제공한다.

도 9c는 도 5A, 5B의 실시예, 평면 팁 안압계 피스로 안압 측정시 영이 아닌 각막 두께로 유발되는 오차들을 나타내는 선도를 제공한다.

도 10은 표준 각막에 대한 각막 두께의 함수의 등압 곡선들을 나타내는 등고선도이다.

도 11A 및 11B는 각각 도 3A 및 5A의 실시예들에 대한 특정한 단면 프로파일을 제공한다.

도 12는 평면 팁 안압계 피스에 대비하여 도 3A, 3B 및 도 5A, 5B의 실시예에서 압평된 각막에서의 평균 응력의 감소를 도시되는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 출원은 2015년 4월 15일에 "Ophthalmological Instrument"(안과 기구)라는 명칭을 가진 미국 출원 번호 62/148,048 가특허출원(provisional patent application)에 기초하여 우선권을 주장한다. 본 출원은 공개번호 2014/0073897로 공개된 미국 특허 출원 14/012,592의 일부 계속 출원이다. 상기 언급된 출원들의 개시는 참고로 포함된다.
- [0014] 논의된 발명은 전통적으로 평면 팁을 가지는 골드만 타입의 압평 안압계(GAT, Goldmann-type applanation tonometer)로 눈의 안압 측정시 이에 관련된 문제들을 해결한다. 본 발명은 각막의 두께와 경도(stiffness, rigidity)의 기여에 의한 측정 결과를 교정할 필요성을 제거하며, 동시에 각막의 곡률, 각막 경도 및 측정 과정에서 안구에 부가되거나 현재까지 임상적으로 무시된 안구내 응력에 의한 안압 측정의 오류를 최소화한다. 이러한 유리한 효과들은 적어도 i) 중앙 굴곡 부분 및 ii) 중앙 부분의 곡률 부호와 반대 부호를 가지는 곡률을 가지고 중앙 부분을 둘러싸는 주변 부분(일반적으로 축 대칭인)을 포함하는 각막 접촉 표면을 가지는 안압계를 사용하여 이루어진다. 안압계 팁 표면의 중앙 및 주변 부분들은 폐 평면 곡선을 따라 접선으로 병합될 수 있다. 반직관적으로(counter-intuitively)-그리고, 측정시 각막 내 응력의 최소화라는 주목할 만한 장점(굴곡된 평면이 아닌 평면 팁을 가지는 종래 안압계 부재의 설계에 대비하여)- 특정한 실시예의 팁의 표면의 중앙 부분의 곡률은 바람직하게는 각막의 곡률의 부호와 반대되는 부호를 가진다. 본 발명의 실시예들에 상응하여, 본 발명의 개념에 따라 구성되어 GAT 플랫폼과 사용할 수 있는 각막 접촉 부재를 포함하는 안과 기구 방법들 및 장치들이 개시된다. 발명의 실시예들은 안압계 팁, 마이-프리즘을 포함하는 포함 부분 및 각막 표면 변형과 각막 내부 압력 측정시 각막 내부 응력이 최소화되도록 구성된 각막 접촉 표면을 포함한다.
- [0015] 본 명세서 및 첨부된 청구 범위의 목적 상, 달리 언급되지 않는한:
- [0016] 평면 곡선은 평면에 정의된 곡선이다. 폐 평면 곡선은 끝점이 없고 영역을 완전히 둘러싸는 곡선이다. 바람직하게는, 폐 평면 곡선은 축을 가로지르는 평면에서 정의된다. 즉, 폐 평면 곡선은 축에 대해 가로 지르는 채로 놓여지거나 또는 연장된 평면에서 정의되며, 특정한 경우에 축에 수직인 방향으로 연장된 평면에서 정의된다. 이는 각막 접촉 부재의 각막 접촉 표면 부분이 각막에 대해 눌릴때 때 각막 변형의 균일성을 향상시킨다.
- [0017] 일반적으로, 각막 접촉 부재의 표면은 평평한 표면으로부터 벗어나는 표면을 가지며, 하나는 오목 표면 부분이고 다른 하나는 볼록 표면 부분인 서로 다르게 굴곡된 두 개의 표면 부분을 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 청구항의 목적을 위해, 곡률 반경, 곡률, 곡률의 부호 및 관련 용어는 관련 분야에서 인식되고 일반적으로 사용되는 수학적 의미에 따라 식별된다. 예를 들어, 표면의 점에서 주어진 곡선의 곡률 반경은 일반적으로 그 점에서 곡선에 가장 근접한 원의 반경으로 정의된다. 곡률이라는 용어는 곡률 반경의 역수를 나타낸다. 곡률의 정의는 곡률이 양 또는 음의 값(양 또는 음의 부호를 갖는 값)을 가지는 것으로 확장될 수 있다. 이것은 곡선을 따라 단위 법선 벡터를 선택하고, 곡선이 선택한 법선 방향으로 돌면 커브의 곡률을 양수 기호로 지정하고 법선 방향으로 멀어지면 음수 기호를 지정하면된다. 본 개시 및 첨부된 청구 범위의 목적을 위해, 주어진 곡률의 부호는

이러한 관례에 따라 정의된다. 이들 및 다른 수학적 용어의 정의에 대해, 독자는 수학에 대한 표준 참고 문헌, 예컨대 I.N. Bronstein, K.A. Semendyaev, 엔지니어 및 대학생을 위한 수학에 대한 참고서, Science, 1981(또는 다른 어떤 판)을 참고할 것이 요청된다.

[0018] 본 명세서 전체에 걸쳐 "일 실시예", "실시예", "관련된 실시예" 또는 유사한 용어는 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되어 언급된 "실시예"와 관련된 특정한 특징, 구조 또는 특성을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전반에 걸쳐 "일 실시예에서", "실시예에서" 및 유사한 언어와 같은 표현의 출현은 동일한 실시예를 지칭할 수 있지만 반드시 그런 것은 아니다. 본 개시의 어떤 부분도, 그 자체 및 도면과의 가능한 연결에서, 본 발명의 완전하고 모든 특징들을 제공하지 않는 것을 이해해야 한다. 본 명세서 내에서, 실시예들은 기재된 명확하고 명료한 사양을 가능하게 하는 방식으로 설명되었지만, 실시예들은 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 다양하게 조합되거나 분리될 수 있음을 알 것이다. 특히, 본 명세서에 기술된 모든 특징은 본 발명의 모든 양태에 적용 가능하다는 것을 이해할 것이다.

[0019] 본 개시에서 대응하는 도면(동일한 번호는 가능한 한 동일하거나 유사한 요소를 나타냄)을 참조하여 기술할 때, 도시된 구조적 요소는 비례에 따라 축척되지 않으며, 특정 요소는 강조와 이해를 목적으로 다른 요소에 비하여 확대될 수 있다. 본 발명의 모든 특징의 완전한 설명은 단 하나의 도면으로 뒷받침되는 것이 아니라는 것을 이해해야 한다. 다시 말해서, 주어진 도면은 일반적으로 본 발명의 몇몇 특징만, 일반적으로는 모든 특징을 기술하지는 않는다. 주어진 도면 및 그러한 도면을 참조하는 설명을 포함하는 본 발명의 관련 부분은 적어도 주어진 도면 및 논의를 단순화하고, 해당 도면에 제시된 특정 요소들로 논의를 유도하기 위하여 일반적으로 특정 시야에서 제공되는 그 시야의 모든 요소 또는 모든 특징을 포함하지 않는다. 통상의 기술자라면, 본 발명이 하나 이상의 특정 특징, 요소, 구성 요소, 구조, 세부 사항 또는 특성 없이 또는 다른 방법, 구성 요소, 재료 등의 사용없이 실시될 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예의 특정 세부 사항이 그러한 실시예를 설명하는 각각의 모든 도면에 반드시 도시되어 있지는 않지만, 설명의 맥락이 다르게 요구하지 않는 한, 도면에서 해당 특정 세부 사항의 존재는 암시될 수 있다. 다른 예들에서, 공지된 구조들, 세부 사항들, 재료들 또는 동작들은 논의되고 있는 본 발명의 일 실시예의 불명료한 측면들을 회피하기 위해 주어진 도면에 도시되지 않거나 상세히 기술되지 않을 수 있다. 또한, 본 발명의 설명된 단일 특징, 구조 또는 특성은 하나 이상의 추가 실시예에서 임의의 적합한 방식으로 결합될 수 있다.

[0020] 또한, 개략적인 순서도가 포함되는 경우, 논리 흐름의 도시된 순서 및 표시된 단계는 제시된 방법의 일 실시예를 나타낸다. 예시된 방법에서 하나 이상의 단계 또는 그 일부에 대한 기능, 논리 또는 효과가 등가인 다른 단계 및 순서가 고려될 수 있다. 일반성을 잃지 않고 처리 단계 또는 특정 방법이 발생하는 순서는 표시된 해당 단계의 순서를 엄격하게 준수할 수 있고 그렇지 않을 수도 있다.

[0021] 본 개시에 첨부된 청구 범위에 기재된 발명은 참조된 선행 기술에 개시된 특징을 추가하여 개시 전체로 비추어 평가되는 것으로 의도되었다.

[0022] 본 명세서 및 첨부된 청구 범위의 목적을 위해, 값, 요소, 성질(property) 또는 특성의 기술자(descriptor)와 관련하여 용어 "실질적으로", "대략적으로", "약" 및 유사한 용어를 사용하는 것은, 그 언급된 값, 요소, 성질 또는 특성을 강조하기 위한 것이나, 그럼에도 불구하고 반드시 정확하게 기술된 것은 아니지만, 당업자에 의해 기술된 바와 같이 실제 목적을 위해 고려될 수 있다. 특정 특성 또는 품질 기술자에 적용되는 "대부분", "주로", "상당히", "크게", "본질적으로", "크게 또는 상당히", "반드시 전체는 아니지만 크게" 등의 용어는 근사화의 언어를 합리적으로 표시하고 특정 특성 또는 기술자를 기술하여 그 범위가 당업자에 의하여 이해되도록 한다. 선택된 특징 또는 개념을 서술하는데 이러한 용어를 사용하는 것은 불명료함(indefiniteness)에 대한 근거 및 기술자 또는 특정 특성에 대한 수치한정의 근거를 암시하는 것 또는 명시적으로 제공하는 것이 아니다. 통상의 기술자에 의해 이해된 바와 같이, 설명한 것과 정확한 값 또는 값, 요소, 또는 속성의 특징의 실제 편차는 당해 분야에서 허용 측정 방법을 사용할 때 전형적인 실험 측정 오차에 의해 규정된 범위 내에서 변할 수 있다. 예를 들어 기준선 또는 평면과 실질적으로 평행한 벡터 또는 선 또는 평면에 대한 참조는 그러한 벡터 또는 선 방향 또는 축을 따라서 연장되며, 기준 선 또는 평면의 방향과 연장된 방향 또는 축은 동일하거나, 매우 근접하다(해당 기술 분야에서 실질적으로 전형적이라고 간주되는 기준 방향 또는 축으로부터, 예를 들어 0도 내지 15도 사이, 보다 바람직하게는 0도 내지 10도 사이, 더욱 바람직하게는 0도 내지 5도 사이, 가장 바람직하게는 0도 내지 2도 사이 각도 편차가 있을 수 있다.) 문제의 기구에 대한 기계적 지지를 제공하는 하우징 또는 구조 요소를 지칭하며 사용될 때 "실질적으로 굳은(rigid)"이라는 용어는 일반적으로 그러한 구조 요소가 지지하는 장치보다 강성이 큰 구조 요소를 지칭한다. 다른 예로서, 특정 표면에 대한 "실질적으로 평평한"이라는 용어의 사용은, 그러한 표면이 특징의 기술 분야 통상의 기술자에 의해 일반적으로 이해되는 바와 같이 크기 및 표현된

비평탄도 및/또는 거칠기를 가질 수 있음을 의미한다. 예를 들어, 수치에 관하여 사용될 때 "대략" 및 "근사하여" 라는 용어는 특정 값에 대해 $\pm 20\%$ 의 범위, 보다 바람직하게는 $\pm 10\%$, 훨씬 더 바람직하게는 $\pm 5\%$ 의 범위, 가장 바람직하게는 $\pm 2\%$ 를 나타낸다.

[0023] "표면"이라는 용어는 그 기술적 및 과학적 의미에 따라 유형(有形) 요소의 두 가지 매체, 경계들 혹은 공간적 한계의 경계를 나타내는 데 사용된다. 그것은 길이와 너비가 있지만 두께를 가지고 있지 않으며 신체의 피부(두께가 0 인 것)로 이해된다.

[0024] "압평(壓平)", "압평(壓平)하다", "평탄화하는", "평탄화"등과 같은 용어는 일반적으로 대상 피사체의 표면 곡률이 감소하는 작용 과정을 지칭하며, 즉 표면은 평평하게 또는 압평됨(곡면의 초기 값과 비교하여 완전히 평평하거나 적어도 곡률이 감소하는 표면을 생성함).

[0025] 또한, 이하의 개시는 상응하는 도면을 참조하여 본 발명의 특징을 설명할 수 있으며, 도면에서 동일 번호는 가능한 동일하거나 유사한 요소를 나타낸다. 도면에서, 도시된 구조적 요소는 일반적으로 비례에 따라 축소/확대되지 않았고, 특정 구성 요소는 강조 및 이해를 위해 다른 구성 요소에 비해 확대되어 있다. 하나의 도면으로 본 발명의 모든 특징을 완전히 설명하고 뒷받침하도록 의도된 것이 아니라는 것을 이해해야 한다. 다시 말해서, 주어진 도면은 일반적으로 본 발명의 몇몇 특징만, 일반적으로는 모든 특징을 기술하지는 않는다. 주어진 도면 및 논의를 단순화하고, 해당 도면에 제시된 특정한 요소로 논의를 이끌기 위하여, 주어진 도면 및 그러한 도면을 참조하는 설명을 포함하는 개시의 관련된 부분은 일반적으로, 특정한 시각의 모든 요소들 또는 해당 시야에서 표시될 수 있는 모든 특징을 포함하는 것은 아니다. 통상의 기술자라면, 본 발명이 하나 이상의 특정 특징, 원소(element), 구성 요소(component), 구조, 세부 사항 또는 특징 없이 또는 다른 방법, 구성 요소, 재료 등으로 실시될 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예의 특정 세부 사항이 그러한 실시예를 설명하는 각각의 모든 도면에 반드시 도시되어 있지는 않지만, 설명의 맥락이 다르게 요구하지 않는한, 도면의 해당 세부 사항의 존재는 암시될 수 있다. 다른 예들에서, 공지된 구조들, 세부 사항들, 재료들 또는 동작들은 논의되고 있는 본 발명의 실시예의 모호한 측면들을 제거하기 위해 주어진 도면에 도시되지 않거나 상세히 기술되지 않을 수 있다. 또한, 본 발명의 설명된 단일 특징, 구조 또는 특성은 하나 이상의 추가 실시예에서 임의의 적합한 방식으로 결합될 수 있다.

[0026] **일반적 고려 사항**

[0027] 안압 측정(tonometry)은 눈 관리 전문가들이 눈 내부의 유체 압력인 안압(IOP)을 결정하기 위하여 수행하는 비침습적인 절차이다. 환자의 시각 장애를 유발하는 질환인 녹내장으로 인한 위험에 처한 환자를 평가하는 중요한 테스트이다. 압평 안압계(applanation tonometry)에서, 평면이 내부 압력을 가진 폐구(closed sphere)에 대하여 눌러질 때, 구면에 작용하는 힘이 접촉면에 대하여 구의 내부 압력에 의해 균형을 이룰 때 평형이 달성된다는 Imbert-Fick 가설에 따라, 안압은 각막의 일정하고 미리 정의된 영역을 평탄화(압평)하기 위해 필요한 힘으로부터 유추된다. 다시 말하면, 유연하고 탄성적인(그리고 아마도 무한히 얇은) 구 내의 압력 P는 평탄화된 영역의 면적 A로 정규화(normalized)된 구의 일부를 평탄화 하도록 요청되는 외부의 힘 f, $P=f/A$ 와 유사하다. 따라서, (일 예로, 도 1A로 도시된 100 등의 부재와 같은) 평면 접촉 표면을 갖는 투명한 압력 부재가 눈의 각막에 대해 가압되어 소정의 영역(실제로는 약 7.3 mm²)이 평탄하게 된다.

[0028] 측정을 수행하기 전에, 압력 부재가 각막과 접촉하기 때문에, 일반적으로 국소 마취제(예 : 프록시메타카인, proxymecaine)가 눈의 표면에 도입된다(예 : 점안액의 형태로). 측정하는 동안 청색광(예 : 파란색 필터가 장착된 램프에서 전달되는 빛)으로 눈을 조명한다. 각막 표면과 압력 부재 사이의 접촉 영역에서, 접촉의 결과로 눈물 막(플루오레신을 함유하고 푸른 빛으로 비추면 녹색 황색 색조를 띠는)이 이동되어, 각막의 평평한 영역과 만곡된 영역 사이의 경계가 쉽게 식별 가능하다. 평평하게 하는데 필요한 접촉 압력이 안압의 측정값으로 사용된다.

[0029] 고전적인 골드만 안압기(도 1B의 예 114 참조)는(안압계 작동시 각막과 접촉하게되는 평평한 표면을 갖는) 원뿔대(truncated cone) 형태의 투명한 플라스틱 압평 팁(100)을 가진다. 각막(120)의 표면은 슬릿 - 램프 현미경으로 플라스틱 압출 팁을 통해 관찰된다. 이 장치는 각막(120)의 압평을 이용하는 안압계의 현재 가장 널리 사용되는 안압계이다. 도 2B를 참조하면, 팁(100)(압력 부재 또는 각막 접촉 부재라고 지칭됨)은 전형적으로 평탄화된 표면(202)의 광학적 이미지 복제를 형성하고, 두 이미지 요소들을, 시야를 가로지르고, 고정된 거리 또는 공간으로 분리하는, 거리 또는 공간은 프리즘들의 꼭지각에 의존하는, 바이 - 프리즘(두 개의 프리즘이 꼭지점에서 만나도록 조합)을 포함한다. 도 1B를 더 참조하면, 골드만 안압계 각막 접촉 부재 또는 팁(100)은 레버 암(lever arm)에 의해 안압계 본체(116)에 연결된다. 안압계 본체(116)는 가변 웨이트(weight)를 포함한다.

[0030] 관찰자 - 검사자는 압평 팀(100)을 통해 형성된 두 개의 이미지 성분(도 2B에서 반원 210A, 210B 으로 도시)을 보기 위해 광학 필터(일반적으로, 코발트 블루 필터)를 사용한다. 각막(120)의 표면(220)에 안압계 팀(100)을 통하여 가해진 힘은 부 파인더에서 본 반원(210A, 210B)의 내부 에지가 만나거나 일치할 때(도 2B I 참조) 까지 장치의 가변 인장 스프링에 연결된 다이얼(손잡이)에 의하여 조절된다. 이러한 "에지의 만남"은 직경이 약 3.06 mm 인 각막이 평평해졌을 때, 그리고 두 개의 상반되는 반향력(첫 번째는 굳은 각막의 저항에 의해 생성되고, 두 번째는 눈물 막의 텐션(tension)에 의해 생성)이 실질적으로 동일하고 서로 상쇄됨으로써 각막에 가해지는 힘으로부터 눈 내의 압력을 결정할 수 있다. 비침습적인 방법인 이러한 안압 측정 방법은 본질적으로 부정확하다.

[0031] 몇몇의 측정 오차들은 각막이 이상적인 구체와 달리 두께가 0이 아니기 때문에 발생한다. 평균보다 각막이 얇으면 일반적으로 안압이 낮게 평가되는 반면, 평균 각막이 두꺼운 경우 실제보다 높게 평가될 수 있다. 실제 IOP의 각막의 0이 아닌 강성을 상쇄시키고 각막의 일부를 압평하기 위해서는 실제적인 안압의 값으로 계산할 수 없는 추가적인 힘이 필요하다. 연구 결과는 각막 두께와 각막 경도(stiffness) 사이의 상관 관계를 밝혔다. 그렇다면, 분명히 0이 아닌 각막의 두께와 강성이 있는 각막은 안압 측정에 오차를 유도한다. 따라서, 안압 측정 오차를 줄이기 위해, 초기에 측정된 각막에 적용되는 힘의 값은 각막 두께(파키미터(각막 곡률계로 측정함)의 두 번째 측정을 기초로 수정되어야한다. 이러한 교정의 정확성은 각막의 두께와 경도 특성 사이의 상관성의 정확성을 전제로 하나, 이는 본질적으로 부정확하다(사람의 나이, 각막의 직경, 각막 곡률, 각종 안질환에 의한 효과에 의하여).

[0032] 현재까지 알려지지 않은 측정 오류의 추가 원인은 0이 아닌 각막 곡률의 기여이다. 안압 측정의 정확도에 대한 각막 곡률의 영향은 각막 면적이 평탄화된 후에 변위된 안액(eye-fluid) 체적의 차이 및/또는 눈의 원래 체적의 차이, 또는 두 요소(Liu와 Roberts, 안압 측정에 대한 각막 생체 역학적 특성의 영향, J. Cataract Refract. Surg., 31 권, 146-155 페이지, 2005 년 1 월)로 설명되는 것으로 이론화되었다. 각막 곡률의 효과는 안압과는 독립적이지만 안구에서부터 안구와 접촉하는 안압계 팀까지 전달되는 힘의 중요한 요인을 보여준다.

[0033] 마지막으로, 종래의 평평한 팀 프리즘으로 평평하지 않은 각막을 접촉하여 "평평하게한다"는 사실에 의하여, 종래의 안압 측정의 "각막 압평" 절차는 각막 표면에 일종의 "꼬임(kink)"을 형성한다. 이러한 "꼬임"은 부분적으로 압평된 각막의 곡률이 매우 높은 비율로 변화하는 각막 영역을 드러낸다. 이해할 수 있는 바와 같이, 이 "꼬임" 영역은 각막 압평된 부분의 둘레 근방에 놓여 있으며 압평된 부분과 각막과 안압계의 편평한 끝 부분과 접촉하지 않은 여전히 굴곡된 부분 사이의 공간적 전이를 정의한다. 달리 표현하면, "꼬임" 영역에서, 부분적으로 압평된 각막의 모양을 나타내는 함수의 2차 미분값은 매우 높고 각막이 크게 왜곡되어 각막내 스트레스를 유발한다(안압계 팀에 가해지는 힘 및 압력의 부가적인 성분을 야기하는데, 이 성분은 안압과 관련이 없으며 그 측정에 오차를 추가한다).

[0034] 특히 현재까지 각막의 생체 역학적 특성의 크기에 대한 결정적이고 일관된 데이터는 없다. 잘못된 안압값 - 필요한 수정의 정확한 양, 그러나 실제로는 불분명한- 은 오진의 위험을 초래하여 안질환의 검출을 놓치거나, 지연시킨다. 따라서 안압 결과의 정밀도와 정확성을 높이는 측정 기법 및 시스템이 필요하다. 본 발명의 실시예를 사용함으로써(예를 들어, 골드만 압평 안압계를 사용하여 수행되는) 안압 측정의 정확성을 증가시킴으로써, 각막 두께 보조 측정 필요성을 제거하고 전체 비용을 감소시키고, 안과 치료의 질을 높이고 치료의 질을 향상시킨다. 또한, 본 발명의 실시예를 사용함으로써 안압 측정 절차에 대한 각막 곡률의 기여도 및 눈에서의 그러한 절차에 의해 야기된 안구 내 응력을 최소화한다.

[0035] 이하, 도 3A, 3B, 3C 및 5A, 5B를 참조하여, 본 발명의 사상에 따라 형성된 안압계 팀의 비한정적인 특정 예들이 논의된다.

[0036] **예 1**

[0037] 도 3A 및 도 3B에서, 예를 들어, 눈의 각막과 접촉하도록 설계된 광학 요소의 실시예의 팀(각막 접촉 부재로 지칭되는)을 나타내는 관련 부분(300)이 각각 부분 단면도 및 정면도로 도시된다. 각막 접촉 표면(304)은 하나의 특정 구현 예에서 전형적인 눈(반경은 대략 7.8 mm +/- 0.38 mm, 일반적인 눈의 각막에 대한 탄성 계수 및 각막 두께의 범위는 이 명세서의 다른 곳에서 논의됨)의 각막 곡률에 적응되고 그와 실질적으로 일치하는 중앙 오목 표면 부분(304A)을 포함한다. 합동이라는 용어는 두 요소를 참조 하고, 서로 중첩될 때 모든 점에서 일치할 때를 지칭한다. 이 개시의 목적 상, 두 표면은 표면적의 90 % 이상에서 중첩될 때 "실질적으로 일치"하는 것으로 간주된다.

- [0038] 각막 접촉 표면(304)의 주변부에서, 중앙 오목 표면 부(304a)는 접선 방향으로 평행한 방식으로 반대 부호(중앙 표면 부분(304A)과 비교하여)의 곡률을 갖는 주변 표면 부분(304B)을 통과하여 합류한다. 도 3A의 단면도에 도시된 바와 같이, 표면부(304B)는 볼록한 것으로 특징지을 수 있다. 주변 표면 부분(304B)은 축(306)을 따라 그리고 축(306)을 가로지르는 평면 상에 루프 형태(looped)(및 도시된 특정 경우 - 환형의) 투영(projection)을 정의할 수 있으며, 중앙부(304A) 둘레에 링을 형성한다. 중앙 오목 표면 부분(304A) 및 주변 고리 부분(304B)은 표면(304)에 접하고 축(306)을 가로질러 횡단하도록 연장되는 평면에서 정의된 폐곡선(310)을 따라 접선 방향으로 이음매 없이 서로 병합된다. 달리 말하면, 제1 평면(표면 부분 304A, 3304B의 경계(310)에서 중앙 표면 부분(304A)에 접하는)과 제2 평면(표면 부(304A, 304B)와 공유되는 경계(310)에서 주변 표면 부((304B)에 접하는)는 실질적으로 서로 일치하고 2 면각(dihedral angle)을 형성하지 않는다. 곡선(310)을 따른 임의의 지점에서의 표면(304)의 곡률은 0이다.
- [0039] 작동시, 중앙 오목 표면 부분(304A)은 각막 표면(220)과 접촉된다. 일반적으로, 표면(304)의 측면 경계 또는 주변(320)을 따른 안압계 틈은 각막과의 접촉 영역의 외부에 있으므로 어떤 특정한 광학적, 기계적 또는 기하학적 요청을 만족할 것이 요구되지 않는다.
- [0040] 장치(300)의 앞면(304)의 주변 곡선(320)과 중심 곡면 부분(304A) 및 주변 곡면 부분(304B)이 병합되는 폐곡선(310) 모두가 원으로 도시되어 있지만, 표면(304)은 이들 곡선(310, 320) 중 적어도 하나를 일반적인 타원(두 주어진 점에 이르는 거리의 합이 일정한 점의 궤적에 의해 정의됨)으로서 정의하도록 구성될 수 있다. 그러나 특정한 경우에 있어서, 표면(304)은 축(306)을 중심으로 회전 대칭이다. 도 3A 및 도 3B는 단지 이러한 회전 대칭 표면(304)을 도시한다.
- [0041] 일 실시예에서, 그리고 도 3A 및 도 3B를 더 참조하면, 오목 표면 부분(304A)은 곡률 반경 R, 예를 들어 -9.0 mm, 을 가지는 구형 표면(축(306)을 포함하는 평면에서 정의되는), 및 축(306)을 따른 직경(diameter) d, 예를 들어 3.06mm,(축(306)을 횡단하는 평면에서 정의됨)의 수직 투영 또는 풋 프린트(footprint)을 포함할 수 있다. 주변의 고리형(즉, 링의 형태를 가짐) 표면 부분(304B)는 예를 들어 3.0mm(축(306)을 포함하는 평면에서 정의됨)의 곡률 반경을 갖는다. 이러한 구현 예에서, 축(306)에 수직인 평면상에서의 각막 접촉 표면(304)의 풋 프린트 또는 돌출부의 풋 프린트 또는 투영은 예를 들어, 원을 정의하며, 직경 D는 예를 들어 약 6.0 mm일 수 있다. 각막 접촉 표면(304)은 중합체 물질(예를 들어, 1.5 정도의 굴절률을 갖는 폴리 카보네이트) 또는 광학 품질의 광택된 마감을 가지는 유리로 형성될 수 있다.
- [0042] **예 2**
- [0043] 도 3A 및 도 3B의 실시예(300)와 관련된 실시예에서, 각막 접촉면(304)은, 실시예(300)와 비교하여, 일반적으로 비축 방향 대칭(non-axially-symmetric) 풋 프린트 또는 수직 투영으로 상이한 방향으로 다른 정도로 변형된다. 이러한 경우에, 각막 접촉 표면의 중심 오목 표면 부분은 각막 표면에 실질적으로 맞춰진 상태로(곡률 측면에서) 2 개의(특정 경우 - 서로 수직 인) 방향으로 동일하지 않은 범위를 가질 수 있다. 따라서, 전술한 방식으로 중앙 오목 표면 부에 인접한 주변 표면 부분은 중앙 오목 부를 특징으로 하는 비율과 유사하거나 또는 심지어 동일한 측면 범위의 비율을 갖는다.
- [0044] 도 3C의 평면도에 도시된 특정 예에서, 이렇게 구성된 각막 접촉면(350)은 z 축에 수직인 평면상의 타원으로 정의된 풋 프린트(352)를 가진다. 표면(350)은 중앙의 실질적으로 구형의 표면 부분(354A) 및 주변 고리 부분(354B)을 포함하며, 각각은 축(306)에 수직인 평면에 타원형으로 투영된다(도 3C에서, 지정된 좌표계의 로컬 시스템의 축 z). 도시된 바와 같이, 상응하는 풋 프린트의 단축과 장축을 따른 중앙 표면 부분(354A)의 치수는 각각 a와 b이다. 주변 표면 부분(354B)의 풋 프린트의 상응하는 장축과 단축에 따른 최대 치수들은 각각 A, B이고, 둘레 320'로 표시된다. 표면 부분(354A, 354B)는 접선 방향으로, 도 3A 및 도 3B를 참조하여 기술된 것과 유사한 방식으로 타원형의 폐평면 곡선(310')을 따라 서로 접선을 따라 이음매없이 연결된다. 이 특정예에서, 각막 접촉면은 축 대칭이다. 일 실시예에서, a는 약 2.13mm이고, b는 약 3.06mm이다. 표면(350)을 가지는 각막 접촉 부재의 내부에 있는 바이-프리즘 요소(미도시)는 도 3C의 풋 프린트(352)의 긴 범위를 대략 양분하도록 배향될 수 있다.
- [0045] 도 3C에 도시된 구현에는 관찰자 - 검사자가 반드시 도 3A 및 도 3B의 실시예의 대칭 구조화된 각막 접촉 표면을 수용할 수 없도록 하는 눈꺼풀 사이 특징을 가지는 환자의 안압 측정을 용이하게 하는데 적합하다. 도 3C에 의해 표현된 본 발명의 구현예가 실제로 사용되는 경우, 압평되는 각막의 영역은 도 3B의 실시예에 대응하는 영역과 실질적으로 동일하게 유지된다. 좁은 눈꺼풀 사이(부분적으로 닫힌 눈꺼풀)를 수용하는 354A에 해당하는 타원형 풋 프린트의 측면 방향 치수는 줄어드나, 풋 프린트 304A의 직경과 비교하여 풋 프린트의(눈꺼풀을

따른) 직각 치수 는 증가한다. 일부 조건에서는 압평을 달성하는 데 필요한 힘이 감소될 수 있다.

[0046] 일반적으로, 각막 접촉 부재(300)의 각막 접촉 표면은 제1 및 제2 국부 극대점; 곡선의 대칭축과 일치하는 하나의 최소점; 및 축 방향 대칭 단조 변화 곡선의 임의의 점에서 정의된 2차 도함수를 가지는 축대칭인 단조 변화 곡선(monotonic curve)으로 정의된(접촉 부재(300)의 광축을 포함하는 평면에서) 단면을 가지는 방위각으로 대칭인 이중 곡면을 포함하도록 구성된다. 이러한 각막 접촉 표면은 중앙 오목 부와 중앙 오목 부를 둘러싸는 주변 볼록 부를 포함한다. 동작시, 각막 접촉 표면의 중앙 오목 부분은 각막의 중앙 부분에 접촉시 실질적으로 무시할만한 압축을 생성한다. 주변 볼록 부와 중앙 접촉부가 서로 접하는 각막 접촉 표면의 영역은 각막으로부터의 빛의 반사에서 반원 형태로 관찰되는 주변 고리 패턴을 정의하기 위해 약한 각막 압축을 생성한다.

[0047] **예 3**

[0048] 도 5A 및 도 5B는 각각 부분 단면도 및 정면도로 도시된 각막 접촉 부재의 팁의 관련된 실시예(500)를 개략적으로 도시한다. 각막 접촉면(504)은 중앙 표면 부분(504A)을 포함하며, 그 중앙 표면 부분(504A)의 곡률은 각막 곡률의 부호와 반대의 부호를 갖는다. 각막 접촉 표면(504)의 주변부에서, 중앙 표면 부분(504A)은(중앙 표면 부분(504A)과 비교하여) 반대 부호의 곡률을 갖는 주변 표면 부분(504B) 내로 통과하여 접선 방향으로 합쳐진다. 도 5A의 단면도에 도시된 바와 같이, 표면 부분(504A)은 볼록한 것으로 특징지어 질 수 있다. 주변 오목 표면 부분(504B)는 축(506)을 따라 그리고 축(506)을 가로 지르는 평면 상에 루프 형태의(및 특정 경우에 - 고리형 인) 투영(projection)을 정의한다. 중앙 볼록 표면 부분(504A) 및 주변 오목 고리 부분(504B)은 표면(504)에 접하고 축(506)을 가로지르는 평면에 형성된 폐곡선(510)을 따라 접선 방향으로 이음매 없이 서로 병합된다. 다르게 말하면, 제1 평면(표면 부분 504A, 504B의 경계(510)에서 중앙 표면 부분 504A에 접하는) 및 제2 평면(표면 부분 504A와 504B와 공유되는 경계 510에서 주변 표면 부분 504B에 접하는)은 실질적으로 서로 일치하며, 2 면각(dihedral angle)을 형성하지 않는다. 곡선(510)을 따른 임의의 지점에서의 표면(504)의 곡률은 실질적으로 0이다.

[0049] 동작시, 중앙 볼록 표면 부분(504A)은 각막 표면(220)과 접촉한다. 일반적으로, 표면(504)의 측면 경계 또는 주변(520)을 따른 안압계 팁에서, 경계는 각막과의 접촉 영역 바깥에 있으므로, 임의의 특정 광학적, 기계적 또는 기하학적 요건을 만족할 필요는 없다.

[0050] 장치(500)의 앞면(504)의 주변 곡선(520) 및 중앙 곡면 부분(504A)과 주변 곡면 부분(504B)이 합쳐지는 폐곡선(510) 둘 모두가 원으로 도시되어 있지만, 표면(504)는 이러한 곡선들(510, 520) 중 적어도 하나를 일반적인 타원으로 정의하도록 구성될 수 있다. 그러나, 특정한 경우, 표면(504)은 축(506)에 대해 회전 대칭이다. 도 3A 및 도 3B는 단지 이러한 회전 대칭 표면(504)을 도시한다.

[0051] 일 실시예에서 그리고 도 5A와 5B의 실시예를 더 참조하면, 볼록 표면 부분(504A)는 약 +9.0mm(축(506)을 포함하는 평면에서 정의됨)의 곡률 반경(R)인 구형 표면과, 약 3.06 mm(축(506)에 수직인 평면에서 정의됨)의 직경을 가지는 축(506)을 따른 쾨프 프린트 또는 수직 투영을 갖는다. 주변 고리(즉, 링의 형태를 가짐) 표면 부분(504B)는 약 3.0 mm(축(506)을 포함하는 평면에서 정의됨)의 곡률 반경을 갖는다. 이러한 구형 예에서, 축(506)에 수직인 평면 상에 각막 접촉면(504)의 쾨프 프린트 또는 투영은 약 3.06mm의 직경(D)을 갖는 원을 정의한다. 각막 접촉 표면(504)은 실질적으로 광학 품질로 연마 마무리된 중합체 물질(예를 들어 1.5 정도의 굴절률을 갖는 폴리카보네이트) 또는 실질적으로 광학 품질로 광택 마무리된 유리로 형성될 수 있다. 표면(504)의 측면 경계 또는 둘레(520)는 각막과의 접촉 영역의 바깥에 있으므로 임의의 특정 광학적, 기계적 또는 기하학적 요건을 충족시킬 필요가 없을 수 있다.

[0052] 각막 접촉 표면(504)을 가지는 안압계 팁의 관련 구현 예(600)가 도 6의 부분 단면도에 개략적으로 도시된다. 도시된 바와 같이, 고리 오목 부분(504B)이 최저점(극점(extremum), 604)에 도달하는, 축(506)에 대해 정의된 반경은 1.15 mm이고; 팁(600)의 정점(608)과 주변 에지(510) 사이의 축 방향 분리는 29 마이크로미터이며; 부분(504A)의 정점(608)과 부분(504B)의 바닥(604) 사이의 축 분리는 60 마이크로미터이고; 축(506)에 수직인 평면에서 측정된 팁의 전체 반경은 1.505mm이다.

[0053] 실시예(600)의 표면(504)의 프로파일은 실시예(600)가 강제적 접촉하는 각막 프로파일의 2 차 미분을 최소화하는 것과 같은 다항식으로 표현된 일반 표면(504)을 최적화함으로써 결정되었다. 최적화는 주어진 반경에서 각막의 두께를 통해 평균화된 폰 마이세스 응력(von Mises stress)의 모듈러스를 최소화함으로써 수행되었다.

[0054] 실시예 500의 각막 접촉면(504)의 다항식 최적화는 평균적이고, 전형적 각막(약 7.8 mm의 외부 반경 및 0.58MPa의 평균 각막 탄성 계수)에 대한 유한-요소 방법을 사용하여 수행되었다. 도 7은 외측 콜라겐 층(E, 각막의 외

부 표면에서) 및 내측 콜라겐 층(I, 각막의 내측 표면에서)에서 형성된 응력의 공간 분포를 나타내는 가지는 평균 각막(C)에 대한 부분 단면도를 예시적으로 도시한다. "평균 각막"이라는 용어는, 예를 들어 인간 각막의 기하학적 및 재질적 특성이 통계적 평균으로 나타나며, 사람들에게 알려진 각막 요소의 통계적 분포에 기초한 기하학적 및 기계적 요소의 통계적 평균을 가지는 각막을 의미한다.

[0055] 평균 각막의 프로파일이 도시된 실시예(600)의 표면(504)과 접촉하게 될 때 변화하는 정도는 다항식 피팅 (polynomial fitting)을 사용하여 도 8에 도시되어 있다. 도 8은(외부의 도구와 접촉하지 않고) 독립하여 위치하는 각막의 표면의 방사형 프로파일(radial profile, P), 기구의 실시예(600)의 표면의 방사형 프로파일(R) 및 실시예(600)로 각막과 접촉하여 압평 후 각막의 방사형 프로파일(S)를 동일한 공간 스케일로 비교한다. y축("원통 높이")을 따르는 0 값은 각막 곡률의 중앙에 상응한다.

[0056] **예 4**

[0057] 실시예(도시되지 않음)에서, 각막 접촉 표면(504)은 주변(520) 및 곡선(510) 중 적어도 하나가 일반적인 타원을 정의하도록 변형될 수 있다. 고리 부분(504B)는 또한 중앙 볼록 표면 부분(504A) 주변의 상응하는 고리 형태의 링을 정의하도록 형성될 수 있다.

[0058] 본 발명의 아이디어에 따라 구성된 안압계 팁의 작동상의 이점을 설명하기 위해, 본 발명의 장치의 팁의 각막 접촉 표면의 형상은 또한 안압 측정시 오차를 야기하는 여러 파라미터의 범위 내에서 평가 될 수 있다. 이러한 변수들 중에는 각막 곡률(6-9 mm 95%; 6 mm 는 매우 급한 각막 곡률) 및 각막 탄성 계수(0.1-0.9 MPa 95%; 0.9 MPa은 매우 딱딱한 각막), 각막 두께(450-700 microns 95% 및 눈물 막 두께(0-1 mm 95%)가 있다.

[0059] 본 발명의 실시예의 사용에 의한 각막 곡률에 의한 측정 오차 감소. 유한 요소 방법(FEM, Finite Element Method)의 사용으로 계산되며, 각막 곡률의 존재에 의하여 발생하며, 고려되어야 하는 안압 교정값은 일반적인 평평한 팁 각막 접촉 부재(100, 데이터와 선형 피팅 910), 본 발명의 실시예(300, 데이터와 선형 피팅 920) 및 본 발명의 실시예(500, 데이터와 선형 피팅 920) 별로 도 9A에 도시된다. 각막 곡률의 반경은 평균, 표준 각막 곡률의 그것과 경험적으로 알려진 각막 곡률의 편차를 수용하기 위해 6.8에서 9.4mm까지 다양하게 변화하였다. 통상의 기술자라면 본 발명의 일 실시예에 따라 치수가 정해진 안압계 팁(300 또는 500과 같은)으로 수행된 안압 측정이 편평형 안압계로 수행되는 안압보다 작은 안구 응력을 각막에 부과한다는 것을 이해할 것이며, 결과적으로 안압 측정값에 각막 곡률에 의하여 형성되는 오차의 기여는 실시예 300, 500이 더 적다. 예를 들어(9 mm 반경을 갖는 특정 각막을 고려할 때), 실시예(300)으로 측정 수행시 각막 곡률을 고려하기 위하여 도입되어야 하는 안압 보정은 $\delta \approx 1$ mmHg 또는 평평한 팁 각막 접촉 부재(100)이 사용될 때 요청되는 수정 이하이다. 실시예(500)의 사용은 더 정확한 측정을 가져온다: 여기에서, 각막 곡률에 의하여 도입되는 오차는 $\Delta \approx 2$ mmHg(혹은 그 이상)로, 실시예 100에 의한 측정에 따르는 상응하는 오차보다 적다. 분명히, 약 2 mmHg(표준 16 mmHg의 안압에서, 또는 12 % 이상) 가량의 안압 측정시 달성 가능한 정확도를 향상시키는 것은 특정 눈을 수술해야하는지 결정하는데 실질적인 차이를 만든다. 눈물 막의 영향이 안압 측정 결과에 다소 영향을 미칠 것으로 예상되지만 모델에 포함되지 않았다.

[0060] 본 발명의 실시예를 사용함에 따른 각막 경도에 의한 측정 오차의 감소. 한편, 안압 측정 오차에 대한 각막 복합 재료의 탄성 계수를 다룰 때, 경험적으로 알려진 약 0.1MPa 내지 약 0.9MPa의 탄성 계수의 범위가 고려되어야 한다. 도 9B는 안압계 팁의 각막 접촉 표면이 실시예(500)의 아이디어에 따라 구성될 때(각막 강성에 의해 야기되는 오차를 보상하기 위해 요구되는) 측정된 안압값에 대한 수정량이 실질적으로 감소되는 것을 나타내는 선도를 제공한다. 계산은 545 마이크로미터(약 475 마이크로미터에서 약 640 마이크로미터의 전형적인 각막에 대하여 각막 두께가 실질적으로 공통적인 범위의 중간값을 제공함)의 두께를 가진 각막에 대해 유한 요소 방법(FEM)으로 수행되었다. 공지된 각막 강성의 개인차에 대해,(평평한 팁의 종래의 표준과 비교하여) 상술한 예에서의 원리에 따라 구성되어 최적화된 안압계 팁의 사용은 2mmHg 만큼의 오차를 감소시킨다.

[0061] 본 발명의 실시예를 사용함에 따른 각막 두께에 의한 측정 오차의 감소. 도 9c의 플롯은 안압계 팁의 실시예 100 및 500에 의해 안압 측정에 도입된 오차의 생체 내 임상 비교의 결과를 도시한다. 본 발명의 아이디어에 따라 구성된 안압계 팁으로 안압 측정이 수행될 때 오차의 실질적인 감소에 대한 명확한 경향이 관찰될 수 있다. 본 발명의 아이디어(들)에 따라 구성된 안압계 팁의 사용에 의해 정의된 바와 같이, 각막 두께에 기인하는 2mmHg 이하 오차의 실질적으로 관측된 감소는, 평평한 표면 계측기 팁으로 수행된 측정 동안의 결과와 비교할 때 - 수학적 모델(선형 피팅)에 의한 예측과 일치한다.

[0062] 표준 각막에 대해 유한 요소 방법(FEM)을 사용하여 고안된 등압 곡선을 보여주는 도 10은 실제 안압(IOP)와 비

교하여 측정된 안압(IOP)(등축 곡선 1010)의 값에 대한 표준 각막 두께의 영향 평가를 더욱 용이하게 한다(블록 (1020)에서 값으로 도시 됨). 예를 들어, 약 16mmHg의 전형적인 안압의 경우, 약 1.5mmHg 내지 2.0mmHg의 오차로 인해 측정된 안압값이 실제 안압을 초과할 것이다.

[0063] 골드만 압평 안압 측정(Goldmann applanation tonometry)의 측정 오차에 최대로 기여하는 극단적인 눈 특성의 실제적인 가능성이 주목할 가치가 있다. 이러한 특징으로는 반경 6 mm의 가파른 각막, 균은 각막 0.9 MPa, 중심 두께가 700 마이크론인 각막, 영(zero) 눈물 막을 포함한다. 이를 위해, 도 11a는 그러한 극한 상황을 위해 고안된 표면(304)의 회전 대칭 버전의 특정 설계의 파라미터를 제공한다. 도시된 바와 같이, 고리형 볼록 부분(304B)이 최상부 지점(첨단, 정점)(326)에 도달하는 반경(축(306)에 대해 정의됨)은 1.53 mm이고; 주변부(304 B)의 정점과 표면(304, 축(306)에서의 표면(304)의 지점)의 중심 사이의 축 방향 분리는 약 186 마이크론이다. 유사하게, 도 11B는 이러한 극한 상황을 위해 고안된 표면(504)의 특정 디자인의 파라미터를 제공한다. 따라서 안압계 팁의 각막 접촉 표면에 대한 적절하게 정의된 곡선 / 비평면 형상은 표준 특성을 가지는 전형적인 눈뿐만 아니라, 드물고, 극단적 특성들을 가지는 눈에 대하여도 눈의 생체 역학적 특성에 기인한 측정 오차를 감소시킬 수 있다.

[0064] 위의 논의로부터 최적화된 안압계 팁을 고안하는 열쇠는 안압 측정 중에 일어나는 압평 변형 동안 각막 내 응력의 최소화라는 것이다. 도 12는 현재 사용되는 골드만 압평 안압계의 플랫 팁 표준과 비교하여 본 발명의 실시예(300 및 500)에 의해 제공되는 장점에 대한 추가적인 지침을 도시한다. 각막 정점(apex)에서 주어진 압평 방사형 거리에서 평균 각막내 응력(von Mises stress)이 도시된다. 본 발명의 아이디어에 따라 치수가 정해진 안압계 팁의 사용은 안구 내 응력을 감소시키고 또한 변형된 각막 표면의 2차 미분(또는 각막 곡률의 변화율)을 감소시킨다.

[0065] 도 4의 개략도는 도 3A 및 3B의 실시예(300)에 따라 팁이 구성된 안압계로 눈(400)을 검사하는 과정을 도시한다.(실시예 500에 있어서도 마찬가지로의 검사 과정을 수행한다). 안압 측정 중, 각막 접촉 부재(300)(표면(304) 또는 표면(350)을 가짐)는 각막 표면(220)과 접촉한다. 부재(300)의 각막 접촉 표면(304)은 골드만(Goldmann) 안압계를 사용하는 안압 측정 절차 동안 대응하는 본 발명의 실시예에 따라 형성되고, 각막 표면(220)의 변형을 최소화하도록 치수가 정해진다. 특히, 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 각막 변형의 최소화는 힘의 적용된 측정에 응답하여 눈에 의해 정의된 힘에 대한 각막 강성의 기여를 최소화하는 것으로 해석된다(즉, 이것은 대략 3.06mm의 직경을 가지는 원형 영역의 각막 표면의 부분의 적합한 압평을 위하여 요청된다). 각막의 기여도의 감소 또는 최소화의 실질적인 결과로서, 수정 인자(상기한 바와 같이, 각막 두께를 고려하고, 실질적으로 신뢰할 수 없고, 알 수 없는 각막 경도를 보상하는 데 사용됨)는 실질적으로 무시할 수 있게 된다. 그러므로 안압 측정의 오류에 대한 계산상의 보상은 실질적으로 불필요하다. 유사하게 골드만 안압계를 사용하여 통상적으로 수행되는 안압 측정에 수반되는 각막 두께 관련 오류를 수정하기 위해 고비용의 시간 소모적인 각막 두께 측정(pachymetry)을 수행할 필요가 없으므로, 각막 두께 측정(pachymetry)을 포함하지 않는 측정 방법이 측정 방법이 제공된다.

[0066] 도 4를 더 참조하면, 골드만 압평 안압계(GAT)의 일부 구성 요소는 도시의 단순화를 위해 생략되어있다. 광원(420)에서 반사 요소(424)로, 각막의 표면(220)으로(그리고 반사에서 관찰자(430) 로의) 전파시에 바이 - 프리즘을 포함하는 각막 접촉 부재(300)를 가로 지르는 광의 경로는 화살표(440)로 지시된다. 각막 표면(220)에 가해지는 가변 압력은 화살표(450)로 표시된다.

[0067] 도 3A, 도 3B 및 도 4를 참조하여 기술된 실시예의 예를 설명하기 위해 선택된 특정 수치가, 일반적으로 상이한 애플리케이션에 적합하도록 넓은 범위에 걸쳐 변할 수 있다. 예시된 실시예들에 대한 변형 및 변형이 본 명세서에 개시된 발명 개념으로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있음을 통상의 기술자는 이해할 것이다. 각막 접촉 표면의 중앙 오목 표면 부분 및 관련 주변 표면 부분 모두는 방해받지 않고 공간상 연속적일 수 있다(예를 들어, 도 3A, 3B의 304A, 304B 부분 또는 도 3C의 354A, 354B부분과 같이). 선택적으로, 중앙 오목 부 및 관련 주변 표면 부 중 적어도 하나는 각막 접촉 부재의 광축에 수직인 평면으로의 투영에서 각막 접촉 표면의 분할된 푼프린트를 한정하도록 공간적으로 불연속(적어도 각막 접촉 부재의 광축을 가로지르는 한 방향으로)일 수 있다. 예를 들어, 중앙 오목 표면 부분 및 주변 표면 부분 중 적어도 하나는 적어도 하나의 공간 축에 대해 간섭된 표면 부분(들)의 대칭을 유지하도록 공간적으로 간섭될 수 있다. 도 3A 및 도 3B를 참조하면, 특정 실시예로서, 주변 표면 부분(304B)은 y- 축을 따라 공간적으로 간섭될 수 있다. 작동시, 각막에 대하여 눌릴 때, 이러한 분절된 구조는 표면 간섭이 존재하는 축을 중심으로 실질적으로 대칭적으로 위치하는 복수의 압평 영역을 정의할 것이다.

[0068] 전반적으로, 각막 접촉 표면이 평평한 평면 표면으로부터 벗어나도록 구성되고 전술 한 바와 같이 반대 부호의 두 곡면을 갖는 곡면을 포함하도록 구성된 안압계 팁의 사용은 평평한 표면의 안압계 팁을 채택한 전통적으로 사용된 골드만 압평 안압계에 비하여 안압 측정의 정확도를 향상시키고, 중앙 각막 두께(CCT, central corneal thickness), 각막 경도 혹은 굳기, 각막 곡률 및/또는 각막내 응력을 고려한 측정 결과 수정의 필요 및 수정값을 감소시키도록 시연되었다.

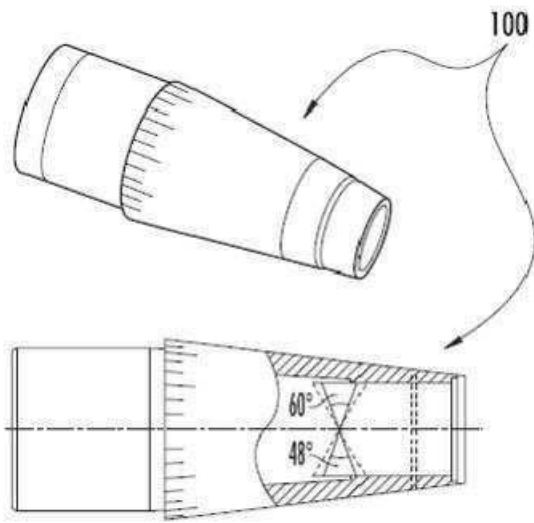
[0069] 본 개시 물에 첨부된 청구 범위에 기재된 발명은 참조가 이루어진 선행 기술에 개시된 특징을 포함하여 전체로서 본 명세서에 비추어 평가되는 것으로 의도된다. 따라서, 본 발명은 개시된 실시예(들)에 한정되는 것으로 간주되어서는 안된다.

부호의 설명

- [0070] 100: 압평 팁 114: 골드만 안압기
 116: 안압계 본체 120: 각막
 210A, 210B: 반원
 300: 본 발명의 실시예에 따른 팁, 각막 접촉 부재
 304: 각막 접촉 표면 304A: 중앙 오목 표면 부분
 304B: 주변 표면 부분, 주변 고리 부분
 306: 축 310: 폐 곡선, 경계
 320: 주변, 곡선, 326: 정점
 354A: 표면 부분
 354B: 주변 고리 부분, 주변 표면 부분
 350: 각막 접촉면, 표면
 352: 쏫 프린트 400: 눈
 420: 광원 430: 관찰자
 440: 화살표 500: 본 발명의 실시예, 장치
 504: 표면, 각막 접촉면
 504A: 중앙 표면 부분, 중앙 볼록 표면 부분
 504B: 주변 오목 고리 부분, 주변 표면 부분
 506: 축 510: 에지, 곡선, 폐곡선
 520: 주변 604: 최저점, 바닥
 1010: 등축 곡선 1020: 블록

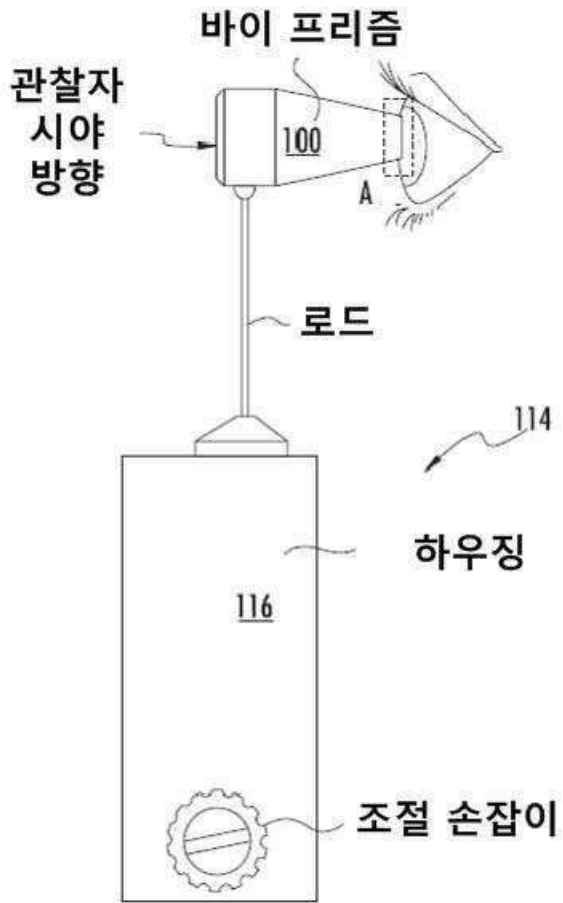
도면

도면1a



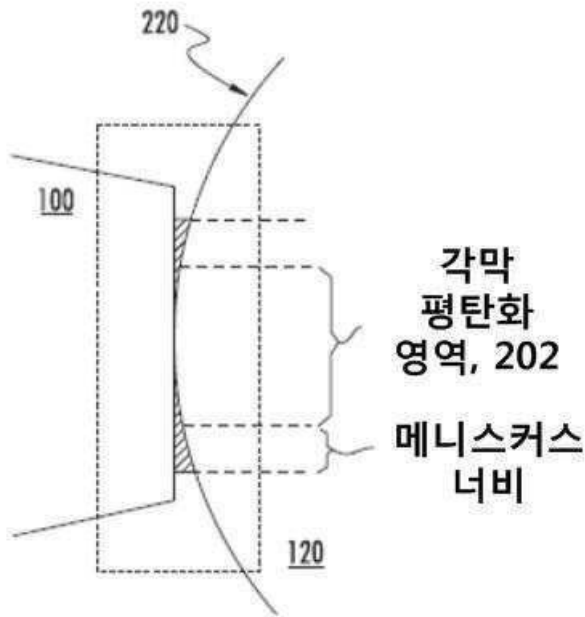
(종래 기술)

도면1b



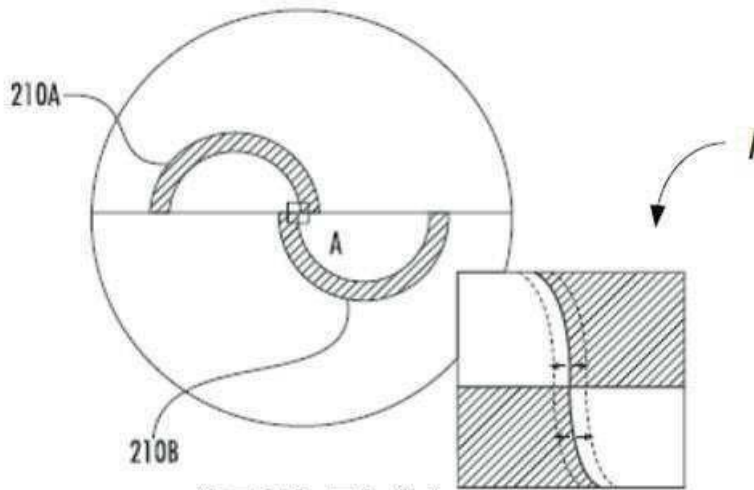
(종래 기술)

도면2a



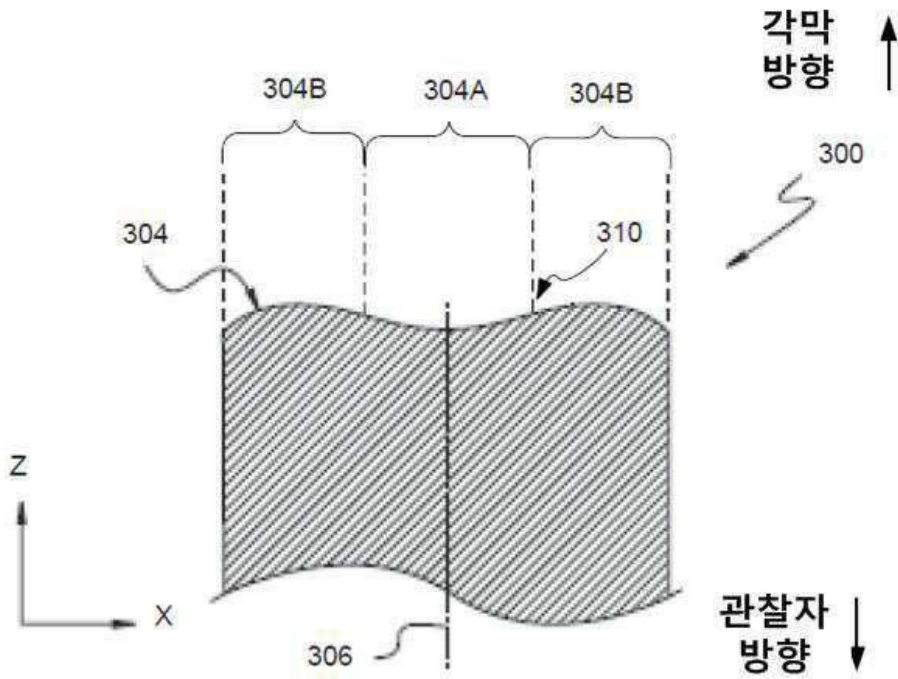
(종래 기술)

도면2b

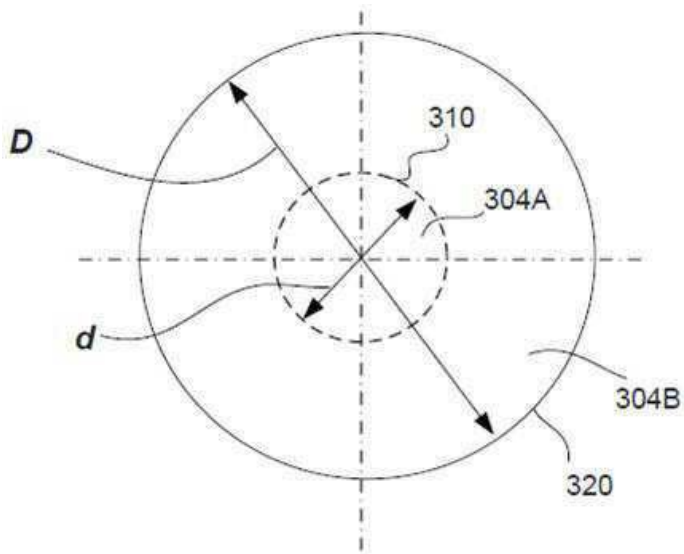


(종래 기술)

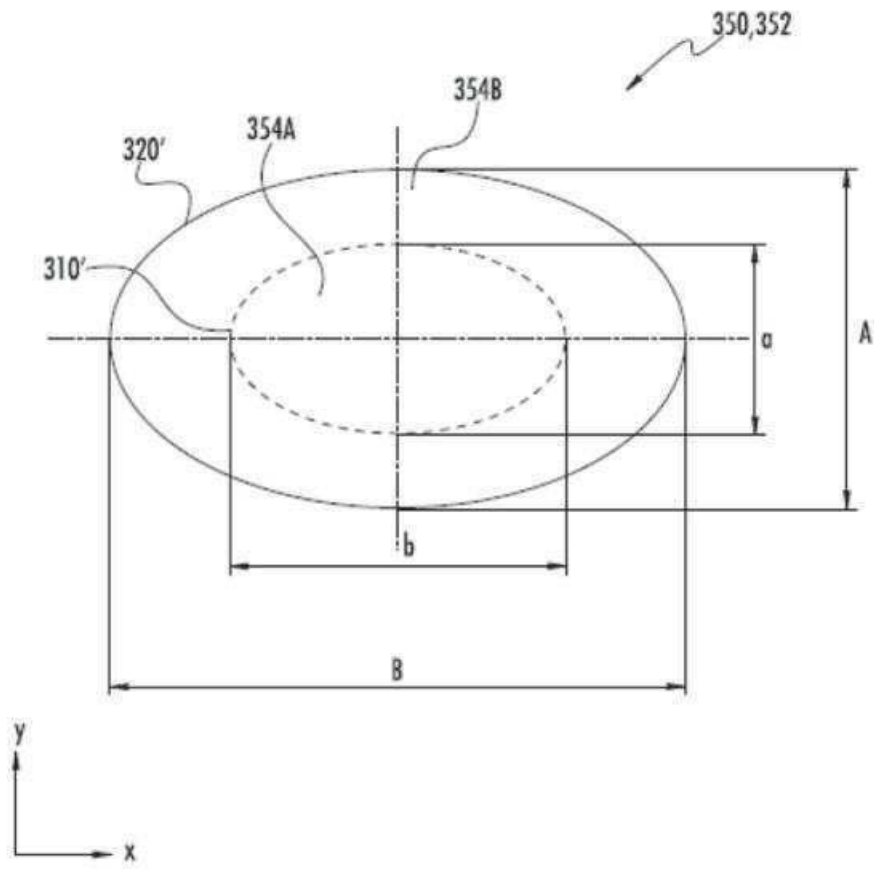
도면3a



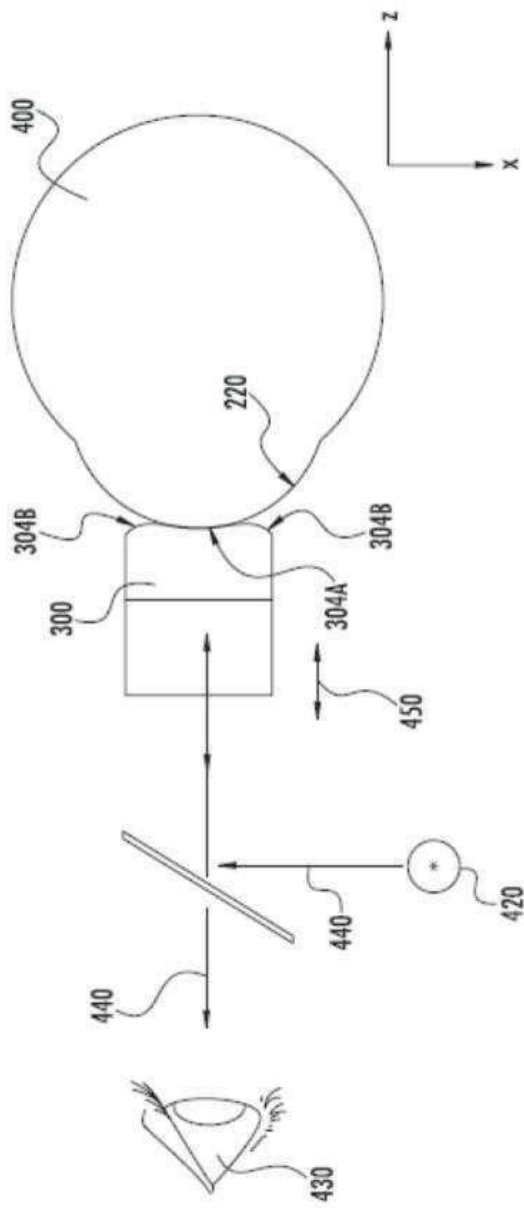
도면3b



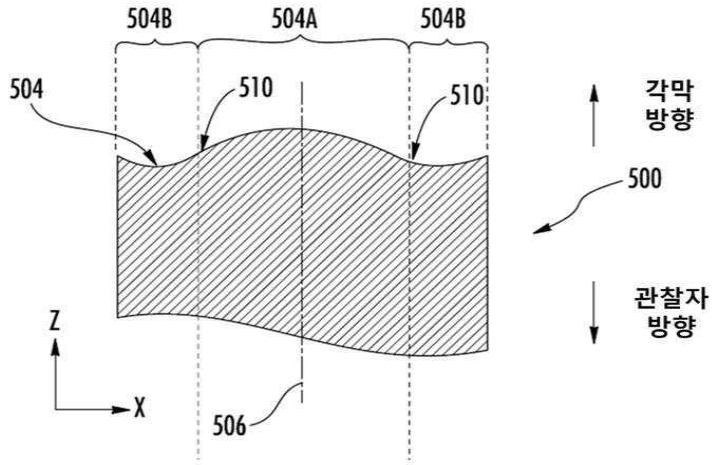
도면3c



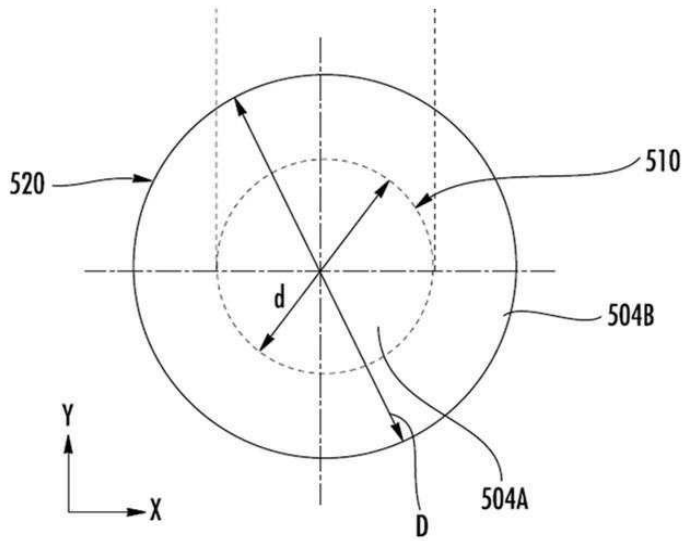
도면4



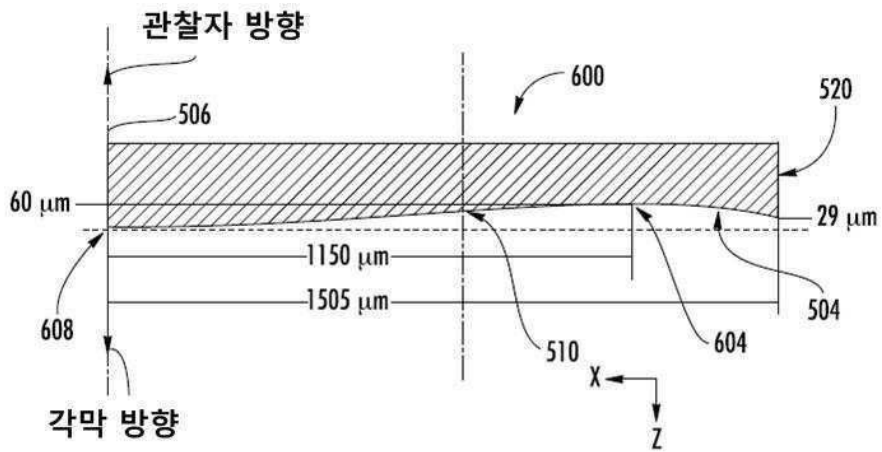
도면5a



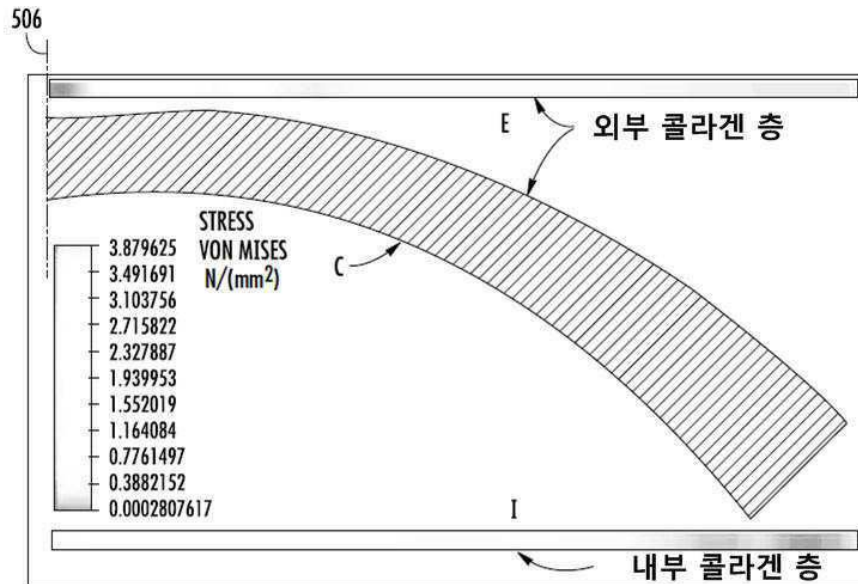
도면5b



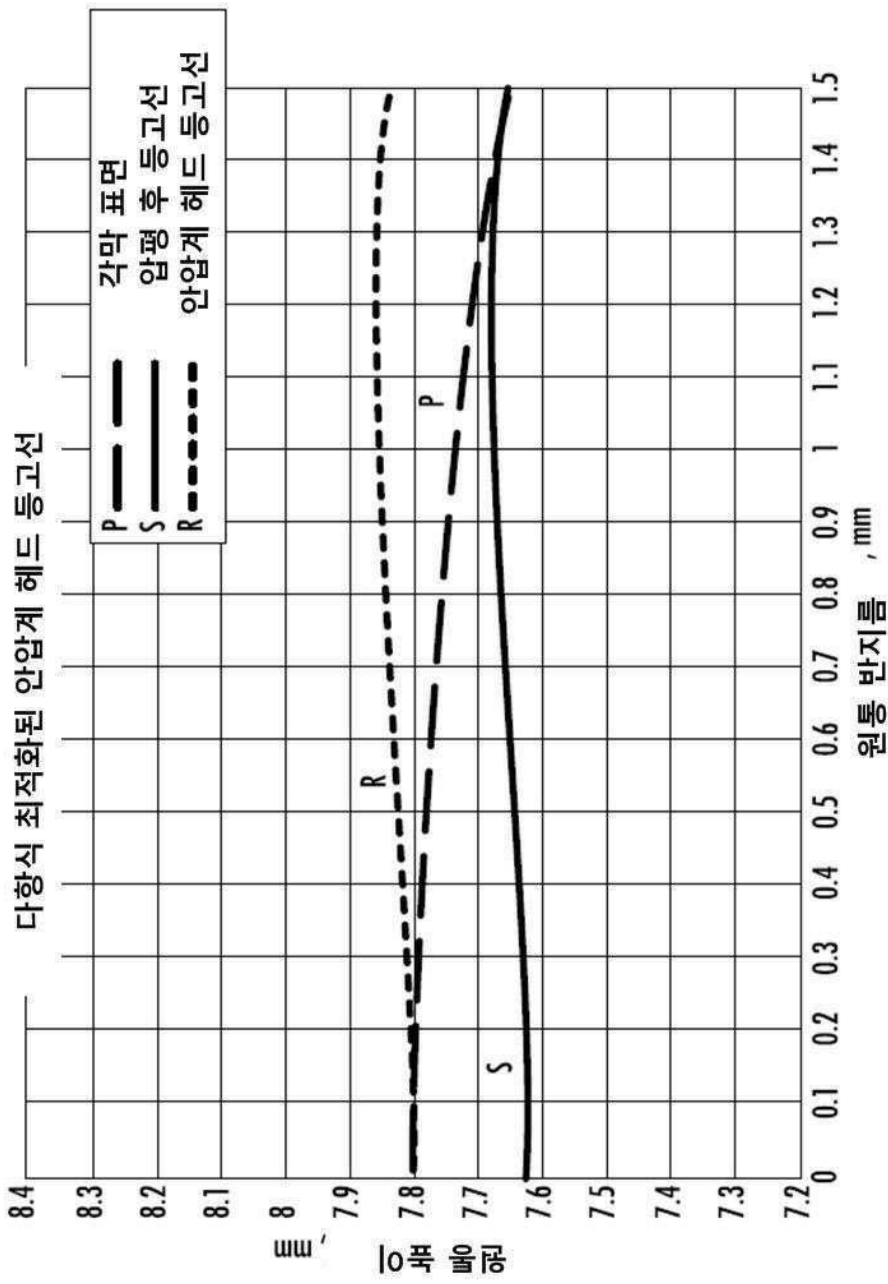
도면6



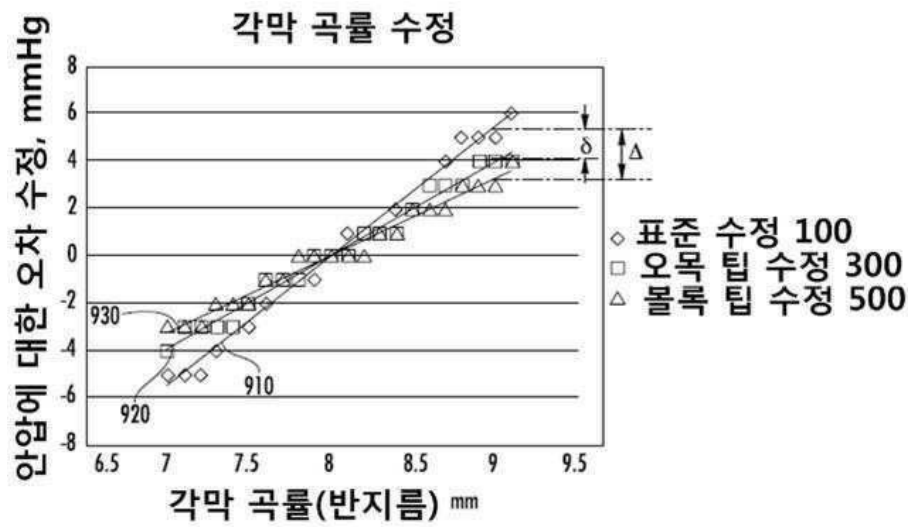
도면7



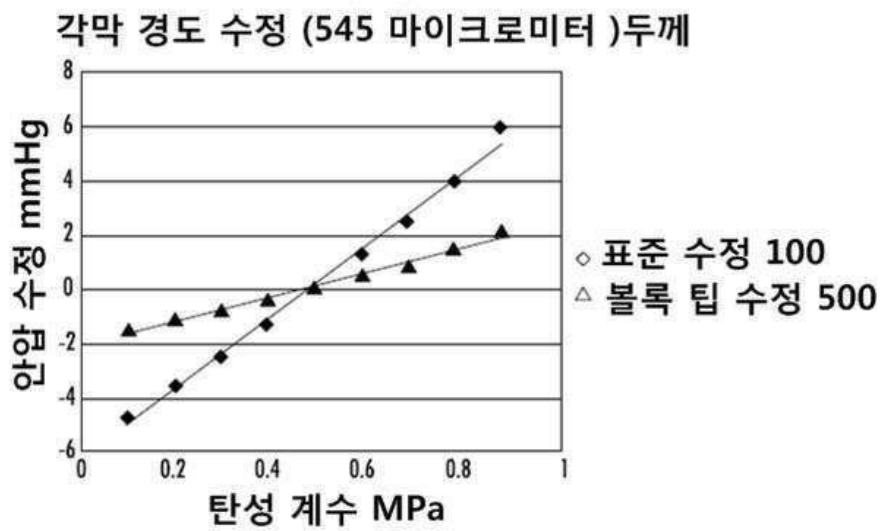
도면8



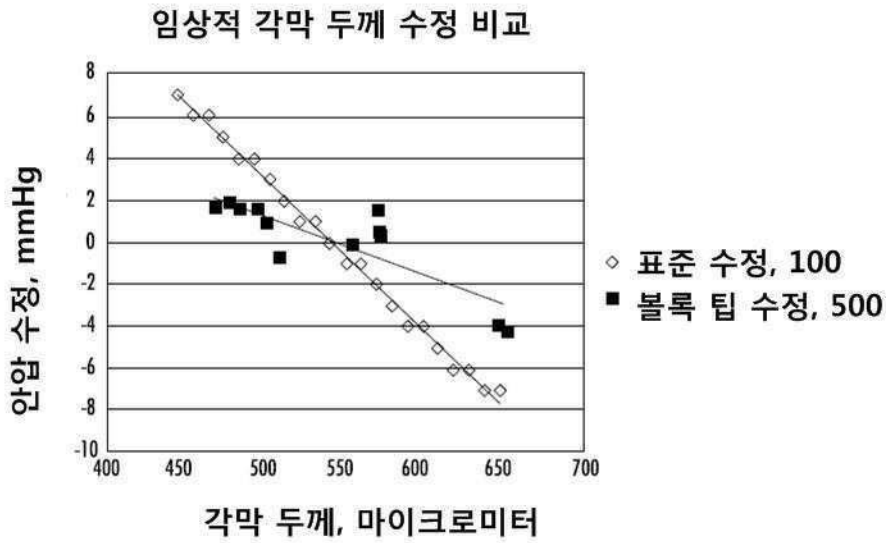
도면9a



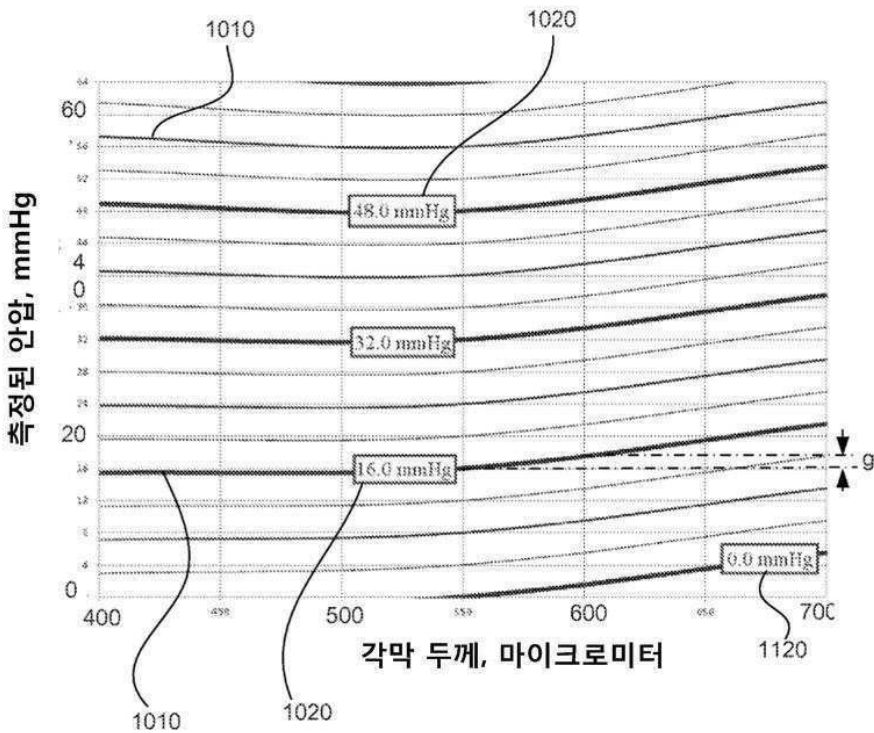
도면9b



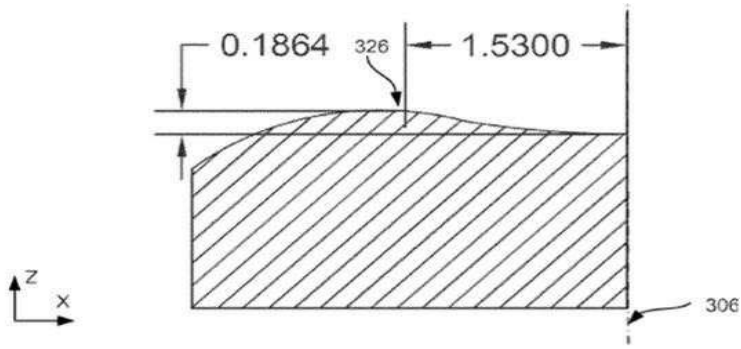
도면9c



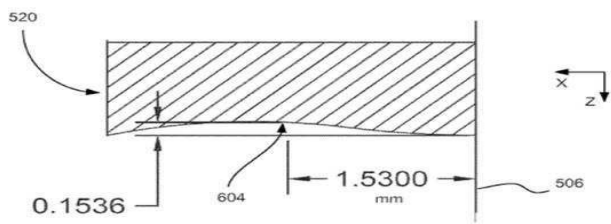
도면10



도면11a



도면11b



도면12

