



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월26일
(11) 등록번호 10-1921583
(24) 등록일자 2018년11월19일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02C 7/04 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-7010668</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2012년09월21일
심사청구일자 2017년04월07일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2014년04월22일</p> <p>(65) 공개번호 10-2014-0065463</p> <p>(43) 공개일자 2014년05월29일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2012/056530</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/048893
국제공개일자 2013년04월04일</p> <p>(30) 우선권주장
13/245,923 2011년09월27일 미국(US)</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
JP08262377 A
US06511179 B1</p> | <p>(73) 특허권자
존슨 앤드 존슨 비전 케어, 인코포레이티드
미국 플로리다주 32256 잭슨빌 센츄리온 파크웨이 7500</p> <p>(72) 발명자
거리간드 피에르 와이.
미국 플로리다 32259 잭슨빌 노스 체커베리 웨이 224
주빈 필리페 에프.
미국 플로리다 32034 페르난디나 비치 에그렛 레인 2112
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
장훈</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 26 항

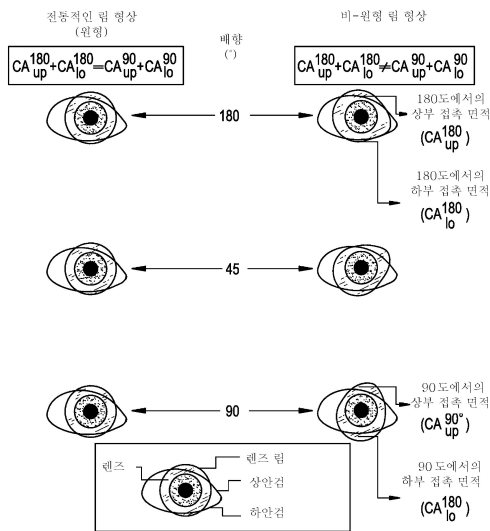
심사관 : 정향남

(54) 발명의 명칭 비-원형 소프트 콘택트 렌즈의 설계 방법

(57) 요약

콘택트 렌즈의 중심화, 회전 및 안정성에 있어서의 성능을 최적화하는 방법은 눈 상에서의 2개의 상이한 콘택트 렌즈 위치들에 대한 렌즈-안검 상호작용을 최대화하도록 상안검 및 하안검의 기하학적 구조들을 이용한다. 안검 들과의 상호작용을 최대화하기 위해 콘택트 렌즈는 비-원형 렌즈이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

클러티브 터모시 에이.

미국 플로리다 32225 잭슨빌 해링톤 파크 드라이브
1453

다모드할란 라드하크리시난

미국 플로리다 32258 잭슨빌 오차드 레이트 드라이브
5426

명세서

청구범위

청구항 1

눈 상에서의 렌즈 안정성, 회전 및 중심화(centration)를 향상시키기 위한 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법으로서,

환자의 적어도 하나의 눈의 상안검(upper eyelid)의 기하학적 구조(geometry)를 결정하는 단계;

상기 환자의 적어도 하나의 눈의 안구 표면의 표면 기하학적 구조를 결정하는 단계;

비-원형 콘택트 렌즈(non-round contact lens)의 외측 윤곽의 초기 기하학적 형상(geometric shape)을 설정하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 최적 최종 위치에 있을 때 상기 상안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 상위부(superior portion) 사이의 제1 표면적 중첩을 계산하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 가장 최적이지 아닌 위치에 있을 때 상기 상안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 상위부 사이의 제2 표면적 중첩을 계산하는 단계; 및

상기 비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 기하학적 형상을 변경함으로써 상기 제1 표면적 중첩과 상기 제2 표면적 중첩 사이의 차이를 최대화하는 단계를 포함하는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

환자의 적어도 하나의 눈의 하안검(lower eyelid)의 기하학적 구조를 결정하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 최적 최종 위치에 있을 때 상기 하안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 하위부(inferior portion) 사이의 제3 표면적 중첩을 계산하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 가장 최적이지 아닌 위치에 있을 때 상기 하안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 하위부 사이의 제4 표면적 중첩을 계산하는 단계; 및

상기 비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 기하학적 형상을 변경함으로써 상기 제3 표면적 중첩과 상기 제4 표면적 중첩 사이의 차이를 최대화하는 단계를 추가로 포함하는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 개개인의 환자의 눈 및 안검의 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 특정 개체군 하위집단의 눈 및 안검의 기하학적 구조의 평균적인 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상이한 시선(gaze)들에 대한 개개인의 환자의 눈 및 안검의 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 에지는 동일한 평면에 있는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 에지는 동일한 평면에 있지 않는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 수직 축에 대하여 대칭인, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 수직 축에 대하여 비대칭인, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 10

눈 상에서의 렌즈 안정성, 회전 및 중심화를 향상시키기 위한 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법으로서,

환자의 적어도 하나의 눈의 하안검의 기하학적 구조를 결정하는 단계;

상기 환자의 적어도 하나의 눈의 안구 표면의 표면 기하학적 구조를 결정하는 단계;

비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 초기 기하학적 형상을 설정하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 최적 최종 위치에 있을 때 상기 하안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 하위 상위부 사이의 제1 표면적 중첩을 계산하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 가장 최적이지 아닌 위치에 있을 때 상기 하안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 하위부 사이의 제2 표면적 중첩을 계산하는 단계; 및

상기 비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 기하학적 형상을 변경함으로써 상기 제1 표면적 중첩과 상기 제2 표면적 중첩 사이의 차이를 최대화하는 단계를 포함하는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

환자의 적어도 하나의 눈의 상안검의 기하학적 구조를 결정하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 최적 최종 위치에 있을 때 상기 상안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 상위부 사이의 제3 표면적 중첩을 계산하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 가장 최적이지 아닌 위치에 있을 때 상기 상안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 상위부 사이의 제4 표면적 중첩을 계산하는 단계; 및

상기 비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 기하학적 형상을 변경함으로써 상기 제3 표면적 중첩과 상기 제4 표면적 중첩 사이의 차이를 최대화하는 단계를 추가로 포함하는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 개개인의 환자의 눈 및 안검의 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 특정 개체군 하위집단의 눈 및 안검의 기하학적 구조의 평균적인 기하학적

구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상이한 시선들에 대한 개개인의 환자의 눈 및 안검의 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 15

제10항에 있어서, 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 에지는 동일한 평면에 있는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 에지는 동일한 평면에 있지 않는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 17

제10항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 수직 축에 대하여 대칭인, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 18

제10항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 수직 축에 대하여 비대칭인, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 19

눈 상에서의 렌즈 안정성, 회전 및 중심화를 향상시키기 위한 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법으로서,

환자의 적어도 하나의 눈의 상안검의 기하학적 구조를 결정하는 단계;

상기 환자의 적어도 하나의 눈의 안구 표면의 표면 기하학적 구조를 결정하는 단계;

비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 초기 기하학적 형상을 설정하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 최적 최종 위치에 있을 때 상기 상안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 상위부 사이의 제1 표면적 중첩을 계산하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 가장 최적이지 아닌 위치에 있을 때 상기 상안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 상위부 사이의 제2 표면적 중첩을 계산하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 기하학적 형상을 변경함으로써 상기 제1 표면적 중첩과 상기 제2 표면적 중첩 사이의 차이를 최대화하는 단계;

환자의 적어도 하나의 눈의 하안검의 기하학적 구조를 결정하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 최적 최종 위치에 있을 때 상기 하안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 하위부 사이의 제3 표면적 중첩을 계산하는 단계;

상기 비-원형 콘택트 렌즈가 상기 안구 표면의 기하학적 구조에 기초하여 상기 눈 상에서의 가장 최적이지 아닌 위치에 있을 때 상기 하안검과 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 하위부 사이의 제4 표면적 중첩을 계산하는 단계; 및

상기 비-원형 콘택트 렌즈의 외측 윤곽의 기하학적 형상을 변경함으로써 상기 제3 표면적 중첩과 상기 제4 표면적 중첩 사이의 차이를 최대화하는 단계를 포함하는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 개개인의 환자의 눈 및 안검의 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 21

제19항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 특정 개체군 하위집단의 눈 및 안검의 기하학적 구조의 평균적인 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 22

제19항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상이한 시선들에 대한 개개인의 환자의 눈 및 안검의 기하학적 구조에 의해 결정되는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 23

제19항에 있어서, 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 에지는 동일한 평면에 있는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 24

제19항에 있어서, 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 에지는 동일한 평면에 있지 않는, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 25

제19항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 수직 축에 대하여 대칭인, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

청구항 26

제19항에 있어서, 상기 외측 윤곽은 상기 비-원형 콘택트 렌즈의 수직 축에 대하여 비대칭인, 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비-원형 소프트 콘택트 렌즈의 설계 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 착용자의 눈 상에서의 중심화(centration)/회전에 있어서 렌즈 위치의 함수로서 렌즈-안검 접촉 면적의 변화를 최적화함으로써 눈 상에서의 렌즈 안정성, 회전 및 중심화를 개선할 목적을 갖는 비-원형 소프트 콘택트 렌즈의 설계 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 소정의 광학 결합의 교정은 원주, 이중초점, 다초점, 파면 교정 특성 또는 광학 구역의 탈중심화와 같은 비-회전적 대칭 교정 특성을 콘택트 렌즈의 하나 이상의 표면에 부여함으로써 달성될 수 있는 것으로 알려져 있다. 또한, 인쇄 패턴, 마킹 등과 같은 소정의 미용적 특징부는 착용자의 눈에 대한 특정 배향으로 배치될 것을 필요로 하는 것으로 알려져 있다. 콘택트 렌즈의 사용은 쌍의 각각의 콘택트 렌즈가 눈 상에서 효과적인 상태에서 특정 배향으로 유지되어야 한다는 점에서 문제가 있다. 콘택트 렌즈가 눈 상에 처음으로 배치된 때, 콘택트 렌즈는 그 자신을 자동적으로 위치시키거나 자동-위치설정(auto-position)하여야 하고 이어서 시간 경과에 따라 그 위치를 유지하여야 한다. 그러나, 일단 콘택트 렌즈가 위치되면, 콘택트 렌즈는 깜빡임 동안에 안검들에 의해 콘택트 렌즈에 가해지는 힘으로 인해 눈 상에서 회전하는 경향이 있다.

[0003] 콘택트 렌즈의 눈 상의 배향의 유지는 전형적으로 콘택트 렌즈의 기계적 특성을 변경함으로써 달성된다. 예를 들어, 콘택트 렌즈의 후방 표면에 대한 전방 표면의 탈중심화, 하위 콘택트 렌즈 주변부의 후화(thickening), 콘택트 렌즈의 표면 상의 함몰부 또는 융기부의 형성, 및 콘택트 렌즈 에지의 절단(truncating)을 포함한 프리즘 안정화(prism stabilization)가 사용되었던 방법들이다.

[0004] 부가적으로, 콘택트 렌즈가 두꺼운 구역 및 얇은 구역, 또는 경우에 따라 콘택트 렌즈의 주변부의 두께가 증가되거나 감소되는 영역들의 사용에 의해 안정화되는 동적 안정화가 사용되었다. 전형적으로, 두꺼운 구역 및 얇은 구역은 수직 축 및 수평 축에 대해 대칭인 상태로 콘택트 렌즈의 주변부에 위치된다. 예를 들어, 2개의 두꺼운 구역들 각각은 광학 구역의 어느 일 측에 위치될 수 있고, 콘택트 렌즈의 0-180도 축을 따라 중심설정될 수 있다. 따라서, 대부분의 사람들에서, 상안검이 예를 들어 하나의 두꺼운 구역의 최상단부에 부딪친 후에 다른 두꺼운 구역에 부딪칠 것이다. 이는 콘택트 렌즈의 기울어짐을 초래하여, 렌즈를 유지시키고자 하는 배향으

로부터 멀어지게 이동시킨다.

[0005] 콘택트 렌즈 배향 및 중심화의 유지는 지금까지 콘택트 렌즈들 상의 기계적인 특징부들을 사용하여 수행되어 왔으나, 상안검 및 하안검의 기하학적 구조의 이점을 취하여 이러한 기하학적 구조에 따라 콘택트 렌즈 외측 윤곽의 형상을 조절하여 배향, 회전 및 중심화에 있어서 개선된 안정성을 제공하는 어떠한 설계도 현재 없다.

[0006] 미국 특허 제7,216,978호는 상안검 및 하안검이 깜박임 동안의 상방 및 하방 움직임에 의해 엄밀하게 수직으로 움직이지 않음을 보여준다. 상안검은 깜박임 동안에 작은 코 방향 성분에 의해 실질적으로 수직으로 움직이고, 하안검은 깜박임 동안에 실질적으로 수평으로 움직여서 코를 향해 움직인다. 부가적으로, 상안검 및 하안검은 수직 자오선을 통해 절단하는 평면에 대해 대칭이 아니다. 달리 말하면, 사람은 개방된 상안검과 하안검 사이에 그려진 수평 축에 대해 대칭으로 깜박이지 않는다. 또한, 관찰자가 독서를 위해 하방으로 응시할 때, 눈이 모이는 것으로 알려져 있다. 따라서, 자연적인 상태의 깜박임은 콘택트 렌즈의 이상적인 병진이동을 초래하지 않을 수 있다.

[0007] 따라서, 콘택트 렌즈가 오-배향된 경우의 렌즈-안검 접촉 면적과 콘택트 렌즈가 정확히 배향된 경우의 렌즈-안검 접촉 면적 사이의 차이가 최대화되도록 콘택트 렌즈 외측 윤곽의 형상을 최적화하는 콘택트 렌즈의 설계 방법을 개발하는 것이 유리할 것이다.

발명의 내용

[0008] 본 발명의 비-원형 콘택트 렌즈의 설계 방법은 착용자의 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 배향과 연관된 다수의 단점들을 극복한다.

[0009] 본 발명은 눈 상에서의 렌즈 안정성, 회전 및 중심화를 개선할 목적을 갖는 비-원형 소프트 콘택트 렌즈의 신규한 설계 방법에 관한 것이다. 본 방법은 착용자의 눈 상에서의 중심화/회전에 있어서 콘택트 렌즈 위치의 함수로서 렌즈-안검 접촉 면적의 변화를 최적화한다. 렌즈-안검 접촉 면적은 상안검 및 하안검과 중첩되는 콘택트 렌즈 표면적으로서 정의된다. 본 방법은 렌즈가 오-배향된 경우의 렌즈-안검 접촉 면적과 콘택트 렌즈가 정확하게 배향된 경우의 렌즈-안검 접촉 면적 사이의 차이가 최대화되도록 콘택트 렌즈 외측 윤곽의 형상을 최적화한다.

[0010] 본 방법은 상안검 및 하안검의 기하학적 구조를 초기에 설정하는 단계를 포함한다. 이들 기하학적 구조는 코카서스인, 아시아인, 아프리카인과 같은 인종집단을 대표하는 개체군 평균이거나, 이들 기하학적 구조는 주문에 기초할 수 있다. 일단 안검 기하학적 구조가 설정되면, 다음 단계는 각막 형상, 각막윤부(limbal) 형상 및 공막(sclera) 형상을 포함한 안구의 기하학적 구조를 설정하는 것이다. 다음 단계는 콘택트 렌즈의 기하학적 구조(전방 및 후방 광학 구역들, 전방 및 후방 주변부, 예지 기하학적 구조, 중심 두께, 재료 등)를 설정하는 단계를 수반한다. 일단 모든 기하학적 구조들이 설정되면, 다음 단계는 전술된 안구 형상에서 그 콘택트 렌즈를 래핑(wrapping)하도록 유한 요소 분석을 사용하여, 필요하면 눈 상에서의 콘택트 렌즈 중심화를 추정하는 단계를 수반한다. 콘택트 렌즈 중심화는 최소 변형 에너지의 위치에 대응한다. 다음 단계는 2개의 극단적인 콘택트 렌즈 배향들을 선택하는 단계를 수반하는데, 이러한 배향들 중 하나는 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 최종 위치/배향이다. 최종 단계는 이들 2개의 극단적인 콘택트 렌즈 배향들 사이의 렌즈-안검 접촉 면적 차이를 최대화시키도록 콘택트 렌즈 형상을 최적화하는 단계를 포함한다.

[0011] 비-원형 소프트 콘택트 렌즈의 설계 방법은 눈 상에서의 개선된 렌즈 안정성, 회전 및 중심화를 갖는 콘택트 렌즈를 제공한다. 이들 콘택트 렌즈는 또한 적절한 위치설정으로 인해 향상된 시력을 갖는 선명하고 편안한 착용감을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 상기 및 다른 특징들과 이점들은 첨부 도면에 도시된 바와 같은 본 발명의 바람직한 실시 형태들의 하기의 보다 구체적인 설명으로부터 명백할 것이다.

<도 1>

도 1은 전통적인 원형 콘택트 렌즈와 본 발명에 따른 비-원형 콘택트 렌즈 사이의 렌즈-안검 접촉 면적의 차이를 도시하는 도면.

<도 2>

도 2는 본 발명에 따른 비-원형 소프트 콘택트 렌즈의 설계 방법의 흐름도.

<도 3a 및 도 3b>

도 3a 및 도 3b는 눈 상의 2개의 상이한 위치들에서의 비-원형 콘택트 렌즈 및 본 발명에 따른 대응하는 렌즈-안검 교차부의 개략도.

<도 4>

도 4는 본 발명에 따라 극좌표에서 4개의 제어점들을 사용하여 얻어진 제1 비-원형 윤곽 콘택트 렌즈의 개략도.

<도 5a, 도 5b 및 도 5c>

도 5a, 도 5b 및 도 5c는 원형, 타원형 및 비-원형 콘택트 렌즈들의 법선방향 두께 등고선도.

<도 6>

도 6은 본 발명에 따라 극좌표에서 4개의 제어점들을 사용하여 얻어진 제2 비-원형 콘택트 렌즈의 개략도.

<도 7a 및 도 7b>

도 7a 및 도 7b는 각각 타원형 콘택트 렌즈와 본 발명에 따른 비-원형 콘택트 렌즈에 대한 렌즈-안검 접촉 면적 표면 차이 대 콘택트 렌즈 배향의 그래프.

<도 8>

도 8은 원형, 타원형, 및 본 발명에 따른 비-원형 콘택트 렌즈에 대한 콘택트 렌즈 재-배향 응답의 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명은 눈 상에서의 렌즈 안정성, 회전 및 중심화를 개선할 목적을 갖는 비-원형 소프트 콘택트 렌즈의 신규한 설계 방법에 관한 것이다. 본 방법은 착용자의 눈 상에서의 중심화/회전에 있어서 콘택트 렌즈 위치의 함수로서 렌즈-안검 접촉 면적의 변화를 최적화한다. 렌즈-안검 접촉 면적은 상안검 및 하안검과 중첩되는 콘택트 렌즈 표면적으로서 정의된다. 본 방법은 렌즈가 오-배향된 경우의 렌즈-안검 접촉 면적과 콘택트 렌즈가 정확하게 배향된 경우의 렌즈-안검 접촉 면적 사이의 차이가 최대화되도록 콘택트 렌즈 외측 윤곽의 형상을 최적화한다.
- [0014] 본 발명의 목적을 위해, 콘택트 렌즈는 적어도 3개의 별개의 영역들에 의해 한정된다: 시력 교정이 얻어지는 내부 영역, 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 기계적 안정성을 제공하는 콘택트 렌즈의 외부 주변부, 및 불연속성이 발생하지 않도록 매끄러운 방식으로 2개의 앞서 언급된 영역들을 혼합하기 위해 사용되는, 내부 영역과 외부 영역 사이에 위치되는 중간 영역.
- [0015] 내부 영역 또는 광학 구역은 시력 교정을 제공하며, 단일 시력 교정, 난시 시력 교정, 이중초점 시력 교정, 다초점 시력 교정, 맞춤 교정 또는 시력 교정을 제공할 수 있는 임의의 다른 설계와 같은 특정 요구를 위해 설계된다. 외부 주변부 또는 주변 구역은 중심화 및 배향을 포함하는 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 안정화를 제공한다. 배향 안정화는 광학 구역이 난시 교정 및/또는 고위 수차 교정과 같은 비-회전적 대칭 특징부를 포함할 때 필수적이다. 중간 영역 또는 구역은 광학 구역과 주변 구역이 접곡선(tangent curve)으로 혼합되는 것을 보장한다. 광학 구역 및 주변 구역이, 비록 때때로 이들의 설계가 특정 요건이 필요할 때 깊게 관련되기는 하지만, 독립적으로 설계될 수 있다는 것에 주목하는 것이 중요하다. 예를 들어, 난시 광학 구역을 가진 원환체 렌즈의 설계는 콘택트 렌즈를 눈 상의 미리결정된 배향으로 유지하기 위한 특정 주변 구역을 필요로 할 수도 있다.
- [0016] 본 발명의 목적을 위해, 콘택트 렌즈는 또한 전방 표면 또는 표면 굴절력, 후방 표면 또는 기본 곡선 및 에지에 의해 한정된다. 콘택트 렌즈의 전방 및 후방 표면은 적어도 3개의 영역들에 의해 기술된다: 시력 교정이 얻어지는 내부 영역, 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 기계적 안정성을 제공하는 콘택트 렌즈의 외부 영역 또는 주변부, 및 불연속성이 발생하지 않도록 매끄러운 방식으로 2개의 앞서 언급된 영역들을 혼합하기 위해 사용되는, 내부 영역과 외부 영역 사이에 위치되는 중간 영역.
- [0017] 현재의 원환체 렌즈 설계들이 눈 상에서 콘택트 렌즈를 재-배향하기 위해서 상안검 및 하안검 압력을 사용하는 것이 잘 알려져 있다. 원환체 렌즈는 서로 수직인 2개의 배향들로 2개의 상이한 굴절력들을 갖는 렌즈이며 전형적으로 난시를 교정하기 위해 이용된다. 안검에 의해 콘택트 렌즈에 인가되는 힘을 제어하는 다른 방법은 렌즈와 안검 사이의 표면 접촉 면적을 제어하는 것이다. 일정한 안검 압력의 경우, 렌즈-안검 접촉 면적의 증가

(감소)는 안검에 의해 콘택트 렌즈에 인가되는 힘을 증가(감소)시킬 것이다. 따라서, 주어진 눈구멍(palpebral aperture) 및 안검 형상에 대하여, 콘택트 렌즈의 형상은 렌즈-안검 접촉 면적이 렌즈가 오-배향된 때는 최대화 되고 렌즈가 정확히 배향된 때는 최소화되도록 맞춤 제작될 수 있다. 본 발명의 목적은 눈 상에서의 콘택트 렌즈 배향의 함수로서 렌즈-안검 접촉 면적을 제어하는 콘택트 렌즈의 설계 방법을 제공하는 것이다.

[0018] 안검 압력의 대부분은 리드 와이퍼(lid wiper)를 따라, 즉 상안검과 하안검의 에지를 따른 약 0.40 mm 내지 0.60 mm 폭의 압력대(pressure band)를 따라 분포된다. 안검 결막(안검 안쪽의 결막)이 안구 결막(눈의 흰자위 안쪽의 결막)과 직접 접촉하지 않는다는 것이 또한 알려져 있다. 이들 2개의 조직들 사이에는 얇은 눈물 막으로 채워진 간극이 존재한다. 압력의 대부분이 리드 와이퍼에 의해 가해지지만, 안검 결막이 또한 눈물막을 통해 어느 정도의 압력에 기여한다고 추정될 수 있다.

[0019] 도 1에 도시된 바와 같이, 렌즈-안검 접촉 면적은 전통적인 원형 렌즈들에 대해서 콘택트 렌즈 배향과는 무관하다. 콘택트 렌즈 배향의 함수로서 이러한 렌즈-안검 접촉 면적을 최대화하는 것은 도 1에 또한 도시된 바와 같은 비-원형 형상을 사용하여서만 얻어질 수 있다. 상안검 및 하안검의 기하학적 구조들이 이들 상안검 및 하안검 접촉 영역의 경계부들 중 하나를 한정하므로, 비-원형 형상의 최적화는 단지 상안검 및 하안검의 기하학적 구조들을 고려함으로써만 얻어질 수 있다. 도시된 바와 같이, 전통적인 원형 형상의 콘택트 렌즈의 경우, 180도에서의 상안검의 접촉 면적과 180도에서의 하안검의 접촉 면적은 90도에서의 상안검의 접촉 면적과 90도에서의 하안검의 접촉 면적과 동일하지만, 이는 비-원형 림(rim) 형상의 콘택트 렌즈에는 그러하지 않다.

[0020] 본 발명의 방법은 눈 상에서의 2개 이상의 상이한 렌즈 위치들 사이의 렌즈-안검 접촉 면적 차이를 최적화하는 단계를 포함한다. 이들 위치들은 눈 상에서의 렌즈의 요구되는 최종 위치와, 착용 주기 동안에 발생하는 적어도 다른 덜 바람직한 렌즈 위치에 대응한다.

[0021] 본 발명의 방법에 따른 하나의 예시적인 실시 형태에서, 상부 또는 상위 렌즈 안검-접촉 면적 차이는 상안검의 윤곽 및 상안검과 중첩되는 콘택트 렌즈의 부분의 콘택트 렌즈의 에지에 의해 한정되는 표면적만을 사용하여 계산된다. 본 발명의 방법에 따른 다른 예시적인 실시 형태에서, 하안검과 중첩되는 하부 또는 하위 렌즈-안검 접촉 면적은 또한 그 자체로 또는 상위 렌즈-안검 접촉 면적의 기여와 조합되어 고려된다.

[0022] 본 발명의 방법에 따른 또 다른 예시적인 실시 형태에서, 상위 렌즈-안검 압력대 면적 차이는 상안검의 압력대 및 상안검과 중첩되는 콘택트 렌즈의 부분의 콘택트 렌즈의 에지에 의해 한정되는 표면적만을 사용하여 계산된다. 본 발명에 따른 방법의 또 다른 예시적인 실시 형태에서, 하안검과 중첩되는 하위 렌즈-안검 압력대 면적은 또한 그 자체로 또는 상위 렌즈-안검 압력대의 기여와 조합되어 고려된다.

[0023] 표면적 계산은 계산될 표면의 경계부들이 알려져 있으면 임의의 적합한 수학적 도구들을 사용하여 수행될 수 있다. 본 발명에서, 표면적은 눈 광학 축에 수직인 평면으로 정의되는 X-Y 좌표 평면에서 상안검/하안검 윤곽과 안검들과 중첩되는 상부/하부 콘택트 렌즈 에지 사이에서 한정된다. 본 발명의 다른 예시적인 실시 형태에서, 표면적 계산은 전술된 동일한 경계부들을 사용한 실제 토포그래픽(topographical) 표면적을 사용하여 실행될 수 있다. 이러한 두번째 방법은 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 기계적 안정화를 제공하는 안정화 구역들 또는 임의의 다른 특징부들과 같은, 콘택트 렌즈의 그 표면적을 증가 또는 감소시킬 수 있는 콘택트 렌즈의 전방 표면에 추가되는 임의의 특징부를 고려한다.

[0024] 본 발명에 따른 예시적인 방법은 개략적으로 다음과 같이 기술될 수 있다: 제1 단계에서, 상안검 및 하안검 중 하나 또는 둘 모두의 기하학적 구조가 명시되거나 기술된다. 이들 기하학적 구조는 2차 또는 더 고차의 다항식에 의해 수학적으로 기술될 수 있으나, 다른 수학적 도구들이 이용될 수 있다. 제2 단계에서, 각막(홍채, 동공 및 앞방(anterior chamber)을 덮는 눈의 투명한 전방부), 공막(눈의 흰자위) 및 공막을 각막에 연결하는 각막윤부 구역(공막이 종료되고 각막이 시작되는 연결부)을 포함하는 안구 표면의 기하학적 구조가 명시되거나 기술된다. 제3 단계에서, 이후에 최적화될 콘택트 렌즈의 초기 기하학적 구조가 선택 또는 기술된다. 콘택트 렌즈의 기하학적 구조는 중심 두께, 전방 및 후방 표면의 기하학적 구조, 에지 윤곽 및 재료 특성을 포함한다. 제4 단계에서, 명시된 안검의 기하학적 구조 및 안구 표면의 명시된 기하학적 구조에 기초한 초기 콘택트 렌즈 중심화가 추정된다. 제5 단계에서, 최적화를 위해 요구되는 상이한 제약 조건들이 설정된다. 최종 단계에서, 눈 상에서의 2개 이상의 상이한 콘택트 렌즈 위치들에 대한 렌즈-안검 접촉 면적 차이를 최대화하는 렌즈 에지 윤곽은 제5 단계에서 설정된 제약 조건들에 기초하여 최적화된다. 도 2는 본 발명에 따른 예시적인 방법의 흐름도이며, 이하에 상세히 기술된다.

[0025] 흐름도에서 요소(202, 204, 206)들로 표시된 본 발명에 따른 예시적인 방법의 제1 단계에서, 상안검 및 하안검

중 하나 및/또는 둘 모두의 기하학적 구조들이 명시된다. 이들 기하학적 구조는, 예를 들어 코카서스인, 아시아인 또는 아프리카인과 같은 인종집단을 나타내는 개체군 평균일 수 있거나, 이들 기하학적 구조는 환자 고유의 우측 및/또는 좌측 눈과 연관될 수 있다. 이들 기하학적 구조는 비교적 단순하므로 2차 또는 더 고차의 다항식으로 수학적으로 기술될 수 있다. 그러나, 다른 수학적 도구들이 이들 기하학적 구조를 기술하는 데 사용될 수 있다. 다항식을 사용하는 이점들 중 하나는, 안검 윤곽이 연속적인 곡선으로 기술되므로, 상안검/하안검과 수평 X-축 사이의 표면적의 직접적인 계산이다. 따라서 적분 방법은 그 표면적을 결정하기 위한 임의의 수치 방법의 사용을 요구하지 않는다. 면적은 그 다항식의 적분으로 직접 얻어진다.

[0026] 주어진 인종집단에 대하여, 전술된 바와 같이 다항식에 의해 수학적으로 나타내어질 수 있는 예견 가능한 또는 평균적인 안검 기하학적 구조가 있다. 맞춤형 안검 기하학적 구조는 대상의 눈들의 디지털 이미지를 취하고 나서 안검 기하학적 구조를 가장 잘 나타내는 다항식 표현을 전개하기 위한 다항식 맞춤(polynomial fit)을 결정함으로써 결정될 수 있다.

[0027] 흐름도에서 요소(208, 210, 212, 214)들로 표시된 본 발명에 따른 예시적인 방법의 제2 단계에서, 각막, 공막 및 공막을 각막에 연결하는 각막윤부 영역을 포함하는 안구 표면의 기하학적 구조가 명시된다. 바람직한 예시적인 실시 형태에서, 각막은 하기에 의해 주어진 수학식 1에 의해 기술된 비구면 표면으로 기술될 수 있다:

[0028] [수학식 1]

$$[0029] Z = CS^2 / (1 + (1 - (1+k)C^2S^2)^{1/2})$$

[0030] 수학식에서, Z는 표면의 시상 깊이(sagittal depth)이며, C는 각막의 곡률($C = 1/R$, 여기서 R은 곡률 반경), k는 원추 상수(conic constant), 그리고 S는 반경방향 위치이다. 각막은, 비구면 표면의 R과 k 값들이 임상적 토포그래피 데이터로부터 정의되는 경우에, 가장 잘 기술된다. 예를 들어, 코카서스인의 눈에 대한 각막을 기술하는 가장 양호한 데이터 세트는 $R = 7.85 \text{ mm}$ 이고 $k = -0.26$ 이지만, 이로 한정되지 않는다. 이러한 비구면은 또한, 난시가 있는 각막이 기술될 경우에, 원환체 비구면 또는 쌍원추 표면으로 대체될 수 있다. 원환체 비구면 또는 쌍원추 표면은 하기에 의해 주어진 수학식 2로 기술될 수 있다:

[0031] [수학식 2]

$$[0032] Z = (C_x X^2 + C_y Y^2) / (1 + (1 - (1+k_x)C_x^2 X^2 - (1+k_y)C_y^2 Y^2)^{1/2})$$

[0033] 수학식에서, Z는 좌표 위치(X, Y)에서의 표면의 시상 깊이이며, $C_x = 1/R_x$ (여기서, R_x 는 X 축을 따른 곡률 반경), $C_y = 1/R_y$ (여기서, R_y 는 Y 축을 따른 곡률 반경), k_x 및 k_y 는 X 축과 Y 축 각각을 따른 원추 상수들이다. 수학식 1의 S^2 항은 수학식 2에서 $X^2 + Y^2$ 로 표현되거나 치환된다. 다시 말하면, $S^2 = X^2 + Y^2$ 이고, S는 위에서 정의된 바와 같이 반경방향 위치이다.

[0034] 공막은 반경 R_s 의 구면에 의해 기술될 수 있다. 이러한 구면은 R_s 가 임상적 토포그래피 데이터로부터 정의되는 경우에 가장 잘 기술된다. 바람직한 예시적인 실시 형태에서, 공막은 비구면과 같은 보다 복잡한 표면으로 기술될 수 있다. 공막의 곡률이 눈의 상위 영역과 하위 영역을 따라 너무 많이 상이하지는 않지만, 관자놀이 영역의 곡률이 코 영역보다 더 가파르다는 것을 숙련자들은 잘 알고 있다. 각막윤부 영역은 2개의 인접 영역들 사이의 천이부가 매끄럽고 연속적이도록 이들 2개 영역들을 연결하는 반경 R_f 의 필릿(fillet)으로 기술될 수 있다. 각막윤부 영역에 대하여 제3 곡선을 사용하는 이점은 각막으로부터 공막으로의 상이한 천이 프로파일들을 모델링하는 능력이다.

[0035] 흐름도에서 요소(216, 218, 220, 222, 224)들로 표시된 본 발명에 따른 예시적인 방법의 제3 단계에서, 나중에 최적화될 콘택트 렌즈의 초기 기하학적 구조가 명시된다. 콘택트 렌즈 기하학적 구조 선택은 중심 두께의 선택을 포함하는데, 이는 기술된 렌즈 재료 및 렌즈 유형(요소(218)), 광학 구역 및 주변부 내의 전방 및 후방 표면 기하학적 구조, 렌즈 에지 프로파일(요소(225)), 및 외측 윤곽의 초기 렌즈 형상(요소(224))에 기초한다. 외측 윤곽을 갖는 콘택트 렌즈 형상은 단순히 콘택트 렌즈를 위해 통상적으로 사용되는 원형 형상이거나, 타원형 형상 또는 초기 렌즈 에지 윤곽이 비-원형이도록 심지어 더 복잡한 형상과 같은 보다 복잡한 형상일 수 있다. 콘택트 렌즈가 제조되는 재료를 선택하는 것이 또한 중요한데, 이는 공정의 다음 단계를 위한 중요한 파라미터이기 때문이다. 콘택트 렌즈 기하학적 구조뿐만 아니라 재료 특성들은 콘택트 렌즈가 눈의 기하학적 구조 상에서 래핑한 후의 그 콘택트 렌즈 내에 담긴 변형 에너지를 좌우한다.

- [0036] 흐름도에서 요소(226, 228, 230, 232)들로 표시된 본 발명에 따른 예시적인 방법의 제4 단계에서, 요구된다면 초기 렌즈 중심화가 유한 요소 방법(finite element methodology)(요소(228)) 또는 임의의 다른 적합한 추정 방법을 사용하여 추정된다. 일단 렌즈 래핑(wrapping)의 유한 요소 분석이 완료되면, 최대 각막 압력과 최대 공막 압력이 얻어진다(요소(230)). 콘택트 렌즈 중심화는 최소 변형 에너지의 위치에 대응한다. 콘택트 렌즈의 초기 기하학적 구조의 복잡성에 따라, 눈 상에서의 상이한 콘택트 렌즈 배향들에 대하여 콘택트 렌즈 중심화의 추정을 실행하는 것이 바람직할 수 있다. 이 방법의 바람직한 예시적인 실시 형태에서, 콘택트 렌즈 중심화는 렌즈-안검 접촉 면적이 결정될 선택된 위치들 각각에 대하여 실행된다.
- [0037] 흐름도에서 요소(234)로 표시된 본 발명에 따른 예시적인 방법의 제5 단계에서, 최적화 제약 조건들이 정의된다. 이들 제약 조건들은 수평 축을 따른 콘택트 렌즈의 수평 직경의 범위, 수직 축을 따른 콘택트 렌즈의 수직 직경의 범위, 최대 수평 콘택트 렌즈 반경 차이, 최대 수직 콘택트 렌즈 반경 차이, 상안검과 하안검에서의 최소 및 최대 렌즈-안검 중첩, 및 콘택트 렌즈 중심화를 포함한다. 상기의 것에 다수의 추가적인 제약 조건들이 추가될 수 있다. 대안적으로, 임의의 적합한 설계 제약 조건들의 집합이 이용될 수 있다.
- [0038] 흐름도에서 요소(236, 238, 240, 242)들로 표시된 본 발명에 따른 예시적인 방법의 제6 단계에서, 콘택트 렌즈 형상의 최적화는 해결에 도달할 때까지 실행된다. 최적화는, 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 적어도 2개의 상이한 위치들에 대하여, 콘택트 렌즈의 상위 영역에서 또는 콘택트 렌즈의 하위 영역에서, 또는 콘택트 렌즈의 둘 모두의 영역들에서 렌즈-안검 접촉 면적을 최대화하도록 설정된다. 이 방법의 바람직한 예시적인 실시 형태에서, 이들 위치는 착용 주기 동안에 발생하는 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 요구되는 최종 위치 및 적어도 하나의 보다 덜 또는 최소로 바람직한 다른 렌즈 위치에 해당한다. 보다 덜 또는 최소로 바람직한 위치는 콘택트 렌즈의 회전 위치가 의도된 최종 위치로부터 가장 멀리 떨어져 있는 경우이며, 전형적으로는 요구되는 최종 위치로부터 90도 떨어져 있다.
- [0039] 본 발명의 목적 또는 의도는 적어도 2개의 상이한 콘택트 렌즈 배향들에 대한 접촉 면적 차이를 최대화하는 콘택트 렌즈 에지 윤곽을 가장 잘 결정하기 위해서 상부 렌즈-안검 접촉 면적 또는 하부 렌즈-안검 접촉 면적, 또는 상부 및 하부 렌즈-안검 접촉 면적 둘 모두를 결정 또는 추정하는 것이다. 이러한 접촉 면적 차이를 최대화하기 위해 하기의 예시적인 절차가 이용될 수 있다.
- [0040] 도 3a 및 도 3b는 동일한 임의의 비-원형 콘택트 렌즈의 2개의 상이한 위치들에 대한 렌즈-안검 배향의 예들을 도시한다. 도 3a에서, 비-원형 콘택트 렌즈(302)는 상안검(304)과 하안검(306) 사이에서 눈 상에서의 최종 안착 배향으로 있다. 도 3b에서, 비-원형 콘택트 렌즈(302)는 상안검(304)과 하안검(306) 사이에서 눈 상의 최종 배향으로부터 반시계 방향으로 90도 벗어나 있다. 이 방법을 설명할 목적으로, 이러한 90도 오-배향은 비-원형 콘택트 렌즈가 눈 상에서 취할 수 있는 최악으로 또는 최소로 안정한 위치인 것으로 간주된다. 상안검(304)과 하안검(306) 사이의 교점들이 원(308, 310, 312, 314, 316, 318, 320, 322)들로 표시되어 있다. 이들 점들은 상부 및 하부 렌즈-안검 접촉 면적들을 결정하기 위해 이용되는 한계들을 명시할 것이다.
- [0041] 접촉 면적은 하기와 같이 계산될 수 있다. 우선, 상부 및 하부 영역들의 교점(308, 310, 312, 314)들은 제1 콘택트 렌즈 배향에 대하여 수학적으로 결정된다. 다음으로, 상안검(304)과 수평 축 사이의 영역을 포함하고 수평 축 위에서 교점(308, 310)들의 투영에 의해 한정되는 표면적이 계산된다. 이러한 표면적은 교점(308, 310)들을 한계 또는 적분 경계로 하는 적분에 의해 간단히 계산될 수 있다. 다음으로, 상부 콘택트 렌즈(302) 에지와 수평 축 사이의 영역을 포함하고 수평 축 위에서 교점(308, 310)들의 투영에 의해 한정되는 표면적이 계산된다. 다시 한번, 표면적은 교점(308, 310)들을 경계로 하는 적분 또는 임의의 다른 적합한 방법을 통해 계산될 수 있다. 다음에, 이들 2개의 표면적들 사이의 차이가 계산된다. 이러한 단계들 모두는 콘택트 렌즈의 하위 영역에서의 표면적 차이를 결정하기 위해서 교점(312, 314)들을 사용하여 하안검(306)에 대하여 반복될 수 있다. 일단 이러한 것이 완료되면, 전체 과정이 이어서 도 3b에 도시된 바와 같이 상이한 콘택트 렌즈 위치에 대하여 반복되어, 렌즈-안검 접촉 면적 차이가 결정될 수 있게 한다.
- [0042] 숙련자의 경우, 콘택트 렌즈의 에지를 한정하는 비-원형 윤곽을 정의하기 위해 다수의 수학적 도구들이 이용될 수 있다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 콘택트 렌즈 에지 윤곽은 일련의 제어 점들로 간단히 표현될 수 있는데, 여기서 각각의 제어점 $P_n(R_n, \theta_n)$ 은 반경방향 거리(R_n)와 각도(θ_n)에 의해 극좌표계에서 정의된다. (R_n, θ_n) 및 (R_{n+1}, θ_{n+1})이 극좌표계에서 콘택트 렌즈의 에지의 일 섹션을 기술하는 2개의 연속된 제어점들이라면, 렌즈 중심으로부터 이러한 섹션 내의 에지까지의 반경방향 거리(R)는 수학식 3에 의해 정의된다:
- [0043] [수학식 3]

- [0044] $R = R_n + (R_{n+1} - R_n) \sin (90((\theta - \theta_n) / \theta_{n+1} - \theta_n))$
- [0045] 수학식에서, $\theta_n < \theta \leq \theta_{n+1}$ 이다.
- [0046] 최소한 2개의 제어점들이 윤곽을 결정하는 데 요구되지만, 바람직하게는 각각의 사분면이 적어도 하나의 제어점을 포함할 수 있도록 적어도 4개의 제어점들이 이용된다. 보다 복잡한 콘택트 렌즈 에지 윤곽들의 경우, 얼마나 많은 점들이 이용될 수 있는지에 대해서는 제한이 없다. 이제 도 4를 참조하면, 각자의 반경 및 각도를 갖는 4개의 제어점(402, 404, 406, 408)들에 의해 한정되는 콘택트 렌즈 에지 윤곽이 도시되어 있다.
- [0047] 상기 설명이 본 발명의 개념에 대한 예시적 실시 형태들을 기술하지만, 이하에 주어지는 실시예들은 구체적 실시 형태들 및 그와 연관된 이점들을 보다 잘 이해할 수 있게 할 것이다. 이하에 주어지는 실시예들의 설정 및 파라미터들이 먼저 설명되고, 결과에 대한 논의가 이어질 것이다.
- [0048] 하기의 3개의 실시예들에서 콘택트 렌즈에 대한 회전 및 중심화에 있어서의 성능을 본 명세서에 참고로 포함된, 2009년 12월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제12/641,089호에 기술된 시뮬레이션 모델을 이용하여 구하였다. 이러한 시뮬레이션 모델에서, 콘택트 렌즈는 콘택트 렌즈의 중심화 및 회전 거동이 결정될 수 있도록 눈 상에서 자유롭게 이동 및 회전한다. 이러한 시뮬레이션 모델에서, 눈물막(수성 층)들이 콘택트 렌즈와 눈(각막 및 공막) 사이에, 콘택트 렌즈와 안검들 사이에 존재하며, 안검들이 콘택트 렌즈 상에 압력을 가하는 것으로 간주된다. 안검들이 움직일 때, 예를 들어, 깜빡임 동안에, 눈물막에서 전단이 일어나고, 따라서 콘택트 렌즈 상에 전단 응력이 작용한다. 콘택트 렌즈와 안검들 사이의 상호작용에 미치는 콘택트 렌즈의 두께 분포의 영향(안검 압력)이 고려된다. 눈 상에 착용될 때, 콘택트 렌즈는 변형되고 눈의 형상과 동일한 형상을 취한다. 콘택트 렌즈의 변형에 따른 위치는 콘택트 렌즈의 탄성 에너지 함량에 영향을 미치고, 따라서 위치에 영향을 미친다.
- [0049] 실시예 1
- [0050] 원형 형상을 갖는 난시 환자들을 위한 종래 기술의 콘택트 렌즈(502)가 도 5a에 도시되어 있으며, 하기의 입력 설계 파라미터들을 사용하여 종래의 콘택트 렌즈 설계 소프트웨어를 이용하여 설계되었다:
- [0051] 구면도수(sphere power): - 3.00 D
- [0052] 난시도수(cylinder power): - 0.75 D
- [0053] 난시 축(cylinder axis): 180도
- [0054] 렌즈 직경: 14.50 mm
- [0055] 전방 광학 구역 직경: 8.50 mm
- [0056] 후방 광학 구역 직경: 11.35 mm
- [0057] 렌즈 기본 곡선: 8.55 mm
- [0058] 안정화 구역 내의 최대 두께 차이: 0.270 mm.
- [0059] 안정화 구역은 콘택트 렌즈의 두께 프로파일에 부가된 추가의 두꺼운 구역이다. 이러한 콘택트 렌즈(502)는 실질적으로 원형인 원환체 렌즈의 전형적인 예이다. 콘택트 렌즈 에지 기하학적 구조가 원형이므로, 렌즈-안검 접촉 면적 차이는 눈 상에서의 콘택트 렌즈(502)의 배향과 무관하게 0에서 유지된다. 이러한 설계는 난시를 교정하기 위한 구매 가능한 콘택트 렌즈들 중에서 발견될 수 있는 것의 양호한 대표인 것으로서 제시된다. 도 5a는 콘택트 렌즈(502)의 법선방향 두께의 윤곽 플롯을 도시한다.
- [0060] 실시예 2
- [0061] 타원 형상을 갖는 난시 환자용 콘택트 렌즈(504)가 도 5b에 도시되어 있으며, 하기의 입력 설계 파라미터들을 사용하여 종래의 콘택트 렌즈 설계 소프트웨어를 이용하여 설계되었다:
- [0062] 구면도수: - 3.00 D
- [0063] 난시도수: - 0.75 D
- [0064] 난시 축: 180도
- [0065] 렌즈 수평 직경: 15.50 mm

- [0066] 렌즈 수직 직경: 13.50 mm
- [0067] 전방 광학 구역 직경: 8.50 mm
- [0068] 후방 광학 구역 직경: 11.35 mm
- [0069] 렌즈 기본 곡선: 8.55 mm
- [0070] 안정화 구역 내의 최대 두께 차이: 0.180 mm.
- [0071] 콘택트 렌즈(504)의 안정화 구역은 콘택트 렌즈(502)(실시예 1)의 안정화 구역과 동일한 프로파일을 갖지만, 크기가 콘택트 렌즈(502)의 최대 두께 차이의 66%로 감소되었다. 안정화 구역의 최대 두께의 위치는 콘택트 렌즈(504)의 에지 윤곽을 따른다. 도 5b는 콘택트 렌즈(504)의 법선방향 두께의 윤곽 플롯을 도시한다.
- [0072] 실시예 3
- [0073] 비-원형 형상을 갖는 난시 환자용 콘택트 렌즈(506)가 도 5c에 도시되어 있고, 전술된 바와 같이 얻어졌으며, 하기의 입력 파라미터들을 사용하여 종래의 렌즈 설계 소프트웨어를 이용하여 설계되었다:
- [0074] 구면도수: - 3.00 D
- [0075] 난시도수: - 0.75 D
- [0076] 난시 축: 180도
- [0077] 렌즈 직경: 14.50 mm
- [0078] 전방 광학 구역 직경: 8.50 mm
- [0079] 후방 광학 구역 직경: 11.35 mm
- [0080] 렌즈 기본 곡선: 8.55 mm
- [0081] 안정화 구역 내의 최대 두께 차이: 0.180 mm.
- [0082] 콘택트 렌즈(506)의 비-원형 에지 윤곽은 4개의 제어점들을 이용하여 전술된 방법에 의해 정의된다. 이들 제어점의 좌표들이 도 6에 주어져 있다. 콘택트 렌즈(506)의 안정화 구역은 또한 원형 콘택트 렌즈(502)(실시예 1)의 안정화 구역과 동일한 프로파일을 가지며, 다시 한번 크기는 원형 콘택트 렌즈(502)의 최대 두께 차이의 66%로 감소되었다. 안정화 구역의 최대 두께의 위치는 콘택트 렌즈(506)의 에지 윤곽을 따른다. 도 5c는 콘택트 렌즈(506)의 법선방향 두께의 윤곽 플롯을 도시한다.
- [0083] 본 발명의 방법을 이용하여, 실시예 2(타원 형상)와 실시예 3(비-원형 형상)의 콘택트 렌즈(504, 506)들에 대하여 렌즈-안검 접촉 면적 차이를 생성하였다. 각각의 콘택트 렌즈의 최종 위치 또는 안착 위치를 접촉 면적 차이를 추정하기 위한 기준 위치로서 취하였다. 원형 콘택트 렌즈의 윤곽이 눈 상에서의 위치와 무관하게 대칭으로 유지되므로, 실시예 1(원형 형상)의 원형 콘택트 렌즈(502)에 대해서는 어떠한 접촉 면적 차이도 추정하지 않았다. 콘택트 렌즈 중심화를 이 계산에는 고려하지 않았다. 중심화가 과정의 중요한 파라미터이지만, 이는 과정에 상당한 복잡성을 부가하여서 과정을 예시하고 단순화하는 데 이용되는 실시예들의 교시를 손상시킨다. 깜빡임 동안에 상안검만이 수직 운동을 가지므로 상부 렌즈-안검 접촉 면적이 렌즈 회전에 가장 많이 기여하지만, 상부 및 하부 접촉 면적 차이 둘 모두가 도 7a 및 도 7b에 제공되어 있다.
- [0084] 도 7a는 실시예 2의 콘택트 렌즈(504)에 대한 상부 및 하부 둘 모두의 렌즈-안검 접촉 면적 차이 대 콘택트 렌즈 배향을 그래프로 도시하고, 도 7b는 실시예 3의 콘택트 렌즈(506)에 대한 상부 및 하부 둘 모두의 렌즈-안검 접촉 면적 차이 대 콘택트 렌즈 배향을 그래프로 도시한다. 특정의 안검 기하학적 구조, 예를 들어 특정 사람에 대해 측정된 안검 기하학적 구조와는 대조적으로, 개체군 집단들 또는 개체군 하위집단들의 눈과 안검의 생물 측정 데이터에 관한 정보를 수집하기 위해 특별히 수행된 임상 연구들로부터 안검 기하학적 구조들을 얻었다. 본 명세서에 기술된 실시예들에서, 동일한 개체군들에 대한 안검 기하학적 구조들을 이용하였다. 각각의 개체군 하위집단은 약 일백(100)명의 개인들로 구성되었다. 하기의 표 1은 3개의 개체군 하위집단들에 대한 안검 기하학적 구조들을 요약한다. 본질적으로, 이러한 데이터는 연구된 특정 개체군에 대한 평균을 나타낸다. 표에서의 숫자들은 기하학적 구조들을 나타내는 다항식들의 계수들인데, 이때 A2는 X² 항을 나타내고, A1은 X 항을 나타내며, A0은 상수항을 나타낸다.

표 1

상이한 개체군에 대한 상안검 및 하안검의 기하학적 구조들

집단 1		상안검			하안검		
		A0	A1	A2	A0	A1	A2
평균		4.394	- 0.040	- 0.038	-6.24	0.043	0.033
표준편차		1.015	0.087	0.006	0.929	0.071	0.006
집단 2		상안검			하안검		
		A0	A1	A2	A0	A1	A2
평균		3.614	- 0.117	- 0.039	- 6.165	0.036	0.032
표준편차		1.01	0.139	0.007	0.785	0.064	0.006
집단 3		상안검			하안검		
		A0	A1	A2	A0	A1	A2
평균		3.807	- 0.088	- 0.037	- 6.538	- 0.012	0.031
표준편차		1.035	0.080	0.006	0.874	0.068	0.006

[0085]

[0086]

도 7a에서, 곡선(702, 704, 706)들은 실시예 2의 콘택트 렌즈(504)에 대한 집단 2의 개체군 눈, 집단 1의 개체군 눈 및 집단 3의 개체군 눈의 하안검에 대한 표면적 차이 대 콘택트 렌즈 배향을 각각 나타낸다. 곡선(708, 710, 712)들은 실시예 2의 콘택트 렌즈(504)에 대한 집단 1의 개체군 눈, 집단 2의 개체군 눈 및 집단 3의 개체군 눈의 상안검에 대한 표면적 차이 대 콘택트 렌즈 배향을 각각 나타낸다. 도 7b에서, 곡선(714, 716, 718)들은 실시예 3의 콘택트 렌즈(506)에 대한 집단 3의 개체군 눈, 집단 2의 개체군 눈 및 집단 1의 개체군 눈의 하안검에 대한 표면적 차이 대 콘택트 렌즈 배향을 각각 나타낸다. 곡선(720, 722, 724)들은 실시예 3의 콘택트 렌즈에 대한 집단 1의 개체군 눈, 집단 3의 개체군 눈 및 집단 2의 개체군 눈의 상안검에 대한 표면적 차이 대 콘택트 렌즈 배향을 각각 나타낸다.

[0087]

최소로 안정한 위치(90도의 콘택트 렌즈 배향)에 대한 실시예 2의 콘택트 렌즈(504)와 실시예 3의 콘택트 렌즈(506) 사이에서 렌즈-안검 접촉 면적 차이는 콘택트 렌즈의 상부 구역에서 약 일백(100) 퍼센트만큼 그리고 하부 구역에서 약 육십(60) 퍼센트만큼 증가하였다. 비-원형 콘택트 렌즈(506)(실시예 3)는 상이한 위치들 및 개체군들에 걸쳐서 보다 촘촘한 접촉 면적 차이를 제공하는데, 이는 이러한 설계가 3개의 개체군들 모두에 적합할 것임을 의미한다. 타원형 콘택트 렌즈(504)는 바람직하게는 집단 1의 개체군에 사용될 것인데, 그 이유는 이 인종집단에 대해 최대의 접촉 면적 차이를 보이기 때문이다. 비-원형 콘택트 렌즈(506)는 또한 안착 위치 주변의 작은 콘택트 렌즈 오-배향(안착 위치에서 십오(15)도 이내의 콘택트 렌즈 배향)에서는 렌즈-안검 접촉 면적 차이에 변화를 거의 나타내지 않는데, 이는 눈 상에서의 콘택트 렌즈의 보다 양호한 각도 안정성을 의미한다.

[0088]

도 8은 우측 눈 상에서의 시뮬레이션 모델로부터 얻어진 콘택트 렌즈 재-배향을 그래프로 도시 및 요약한다. 곡선 802는 실시예 1에 대한 콘택트 렌즈 결과를 나타내고, 곡선 804는 실시예 2에 대한 콘택트 렌즈 결과를 나타내며, 곡선 806은 실시예 3에 대한 콘택트 렌즈 결과를 나타낸다. 각각의 콘택트 렌즈를 초기에 수평으로부터 멀리 반시계 방향으로 사십오(45)도에 배향시켰다. 사용된 눈과 안검의 기하학적 구조들을 코커서스인의 눈을 가장 잘 나타내도록 선택하였다. 콘택트 렌즈 재-배향을 약 칠십팔(78)초의 시간 프레임을 나타내는 한 세트의 24회 깜빡임 사이클들에 걸쳐 계산하였다. 실시예 1의 콘택트 렌즈(502)는 수평으로부터 멀리 여전히 21도에 있으므로 최종 안착 위치에 충분히 도달하지 못한다. 실시예 2 및 실시예 3의 콘택트 렌즈(504, 506)들은 24회 깜빡임 사이클들 후에 동일한 위치에 도달한다. 그러나, 실시예 3의 콘택트 렌즈(506)는 보다 빠른 초기 재-배향을 나타내어, 눈 상에서의 보다 빠른 전체적인 재-배향으로 이어진다.

[0089]

하기의 표 2는 최후의 깜빡임 사이클 동안의 콘택트 렌즈 위치 및 이동을 제공한다. 수직 축을 따른 위치 변화는 각각의 콘택트 렌즈 에지가 어떻게 상안검 및 하안검과 상호작용하는지에 의해 주로 설명된다. 이들 콘택트

렌즈의 대부분이 수직 축을 따라 형상에 차이가 있으므로, 상당한 차이를 수직 위치에서 보게 된다. 실시예 1 및 실시예 2의 콘택트 렌즈들은 관자놀이 방향으로의 탈중심화를 보이는 반면 실시예 3의 콘택트 렌즈(506)는 코 방향으로의 탈중심화를 보인다. 수평 탈중심화에서의 이러한 이동은 최대 수평 반경 차이로부터 제어된다. 코 축에서 보다 짧은 반경을 가져, 콘택트 렌즈 래핑이 콘택트 렌즈를 그 방향으로 재-중심설정시키는 경향이 있게 하는 것이 바람직하다. 콘택트 렌즈 이동은 3개의 콘택트 렌즈(502, 504, 506)들에 걸쳐 대략 동일하게 유지된다. 그러나, 실시예 3의 콘택트 렌즈(506)는 회전에서 보다 양호한 안정성을 보인다. 각이동(angular movement)의 범위는 실시예 1 및 실시예 2의 콘택트 렌즈(502, 504)들에서 관측된 것의 대략 절반이다.

표 2

실시예 1, 실시예 2 및 실시예 3 에서 제공된 렌즈들에 대하여 얻어진 탈중심화 및 이동 데이터

		24 회 깜박임 후의 주 시선(primary gaze)					
		총 회전	탈중심화			이동	
			X	Y	탈중심화	h	V
실시예 1	21.57	-0.18	-0.08	0.20	0.26	0.56	0.80
실시예 2	6.70	-0.25	0.13	0.29	0.26	0.55	0.55
실시예 3	6.86	0.11	0.30	0.32	0.27	0.60	0.20

[0090]

[0091]

본 발명의 예시적인 실시 형태의 다른 태양에 따르면, 제안된 방법은 콘택트 렌즈의 설계에 대해 숙련자들에게 큰 용통성을 제공한다. 동일한 설계가 우측 눈 및 좌측 눈 둘 모두에 적합하도록, 하나의 경우에 콘택트 렌즈 에지 윤곽이 Y-축 또는 수직 축을 따라 대칭이 되도록 대칭 축을 제어하는 것이 생각될 수 있다. 또한, 콘택트 렌즈 에지 윤곽이 환자의 안검 기하학적 구조 또는 눈 형상에 완전히 맞춤 제조되도록 콘택트 렌즈 에지 윤곽이 전혀 대칭성을 갖지 않는 것이 생각될 수 있다.

[0092]

또한, 콘택트 렌즈가 삽입 전에 손가락 또는 손바닥 상에서 어떻게 취급되어야 하는지가 환자에게 명백하도록 콘택트 렌즈 에지 윤곽이 충분히 특별한 것이 고려될 수 있다. 그러한 설계의 경우에, 환자가 콘택트 렌즈를 삽입 전에 자신의 손가락 상에서 예비적으로 배향시킬 것이므로, 렌즈-안검 접촉 면적 차이 계산을 위한 제2 배향의 위치를 위한 선택은 최대 변형 에너지의 배향이 아니라 그의 최종 위치로부터 멀리 단지 이십(20)도 또는 삼십(30)도의 콘택트 렌즈의 배향일 수 있다.

[0093]

전체 처방 범위의 하나의 SKU가 콘택트 렌즈 에지 윤곽을 최적화하도록 선택되고 얻어진 해결책이 나머지 SKU들에 걸쳐 적용되는 경우가 고려될 수 있다. 또한 각각의 개별 SKU가 콘택트 렌즈들의 중심 및 주변부에서의 두께의 SKU 범위에 걸친 변화로 인해 최적화되는 경우가 고려될 수 있다. 두께에서의 이들 변화는 눈 상에서의 콘택트 렌즈 래핑으로부터의 변형 에너지에 영향을 미침으로써, 눈 상에서의 콘택트 렌즈 중심화를 변화시킬 것이다. 중심화에서의 이들 변화는 콘택트 렌즈 에지 윤곽과 안검 윤곽 사이의 교점들의 위치들을 변화시켜서 각각의 SKU의 렌즈-안검 접촉 면적 차이에 영향을 미칠 것이다.

[0094]

눈 상에서의 콘택트 렌즈 성능을 평가하는 당업자의 경우에는, 안검 기하학적 구조가 시선 방향에 따라, 특히 수직 방향으로 변화한다는 것이 알려져 있다. 이때, 안검 기하학적 구조에서의 그러한 변화가 눈 상에서의 콘택트 렌즈 성능에 영향을 미칠 것임이 명백하다. 따라서, 설계 과정 동안에 시선 방향의 변화로 인한 안검 기하학적 구조의 변화를 고려함으로써 설계 성능을 개선할 기회가 또한 있다. 게다가, 눈 상에서의 콘택트 렌즈 성능을 평가하는 숙련자에 대해서는, 안검 기하학적 구조가 인종집단들 간에 변화한다는 것이 알려져 있다. 따라서, 콘택트 렌즈 설계가 의도하는 개체군에 따라 콘택트 렌즈 에지 윤곽을 설계할 기회가 또한 있다. 본 발명은 코커서스인, 아시아인(중국인, 일본인), 아프리카인 또는 특정의 생물 측정 안검 및 안구 표면 데이터를 갖는 임의의 다른 개체군을 포함한 특정 개체군을 위한 콘택트 렌즈 설계를 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0095]

또한, 구매 가능한 콘택트 렌즈들이, 선천성 기형, 외상, 또는 안검에 영향을 미치거나 안검이 비정상적으로 변형되게 하는 임의의 다른 원인들로부터 야기되는 안검 변형을 갖는 환자를 위한 최선의 해결책을 제공할 수 없

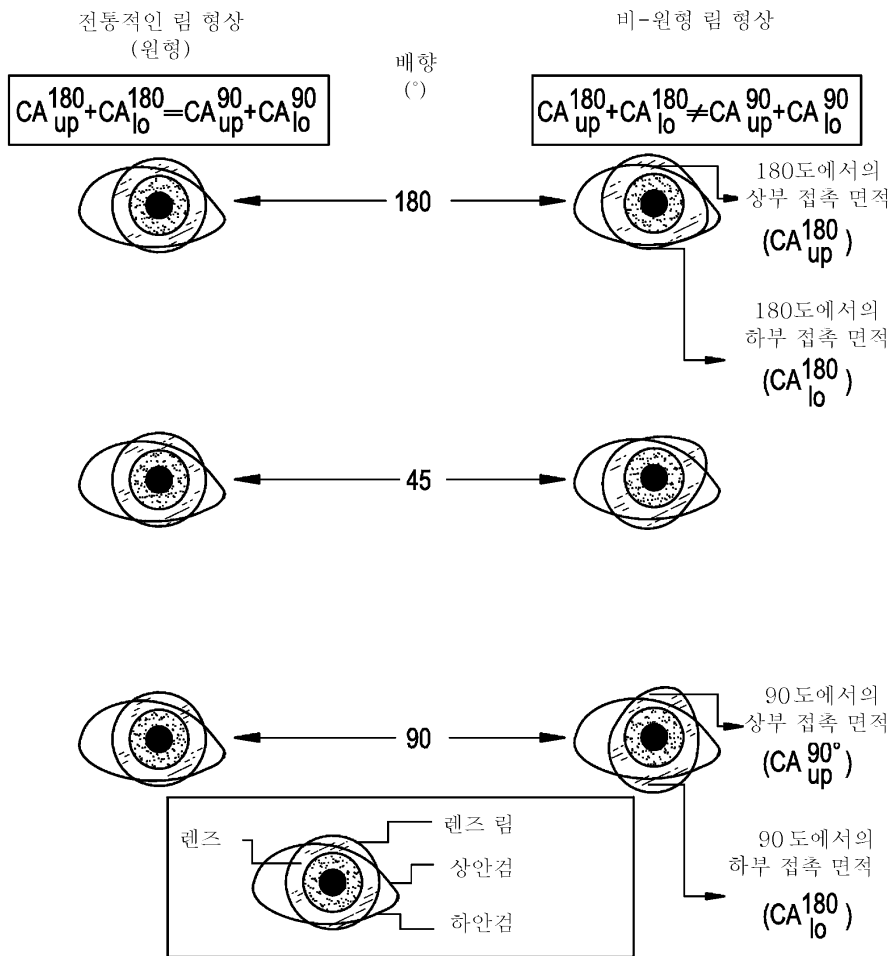
음이 생각될 수 있다. 이들 변형은 환자들이 그들의 안검 기하학적 구조들에 기초하는 주문 제작한 콘택트 렌즈를 필요로 할 수 있을 정도까지 콘택트 렌즈 성능에 영향을 미칠 수 있다. 본 발명은 이러한 환자들에게 콘택트 렌즈들의 성능에 대한 영향 없이 환자들이 콘택트 렌즈들을 착용하게 할 해결책을 제공할 수 있다.

[0096]

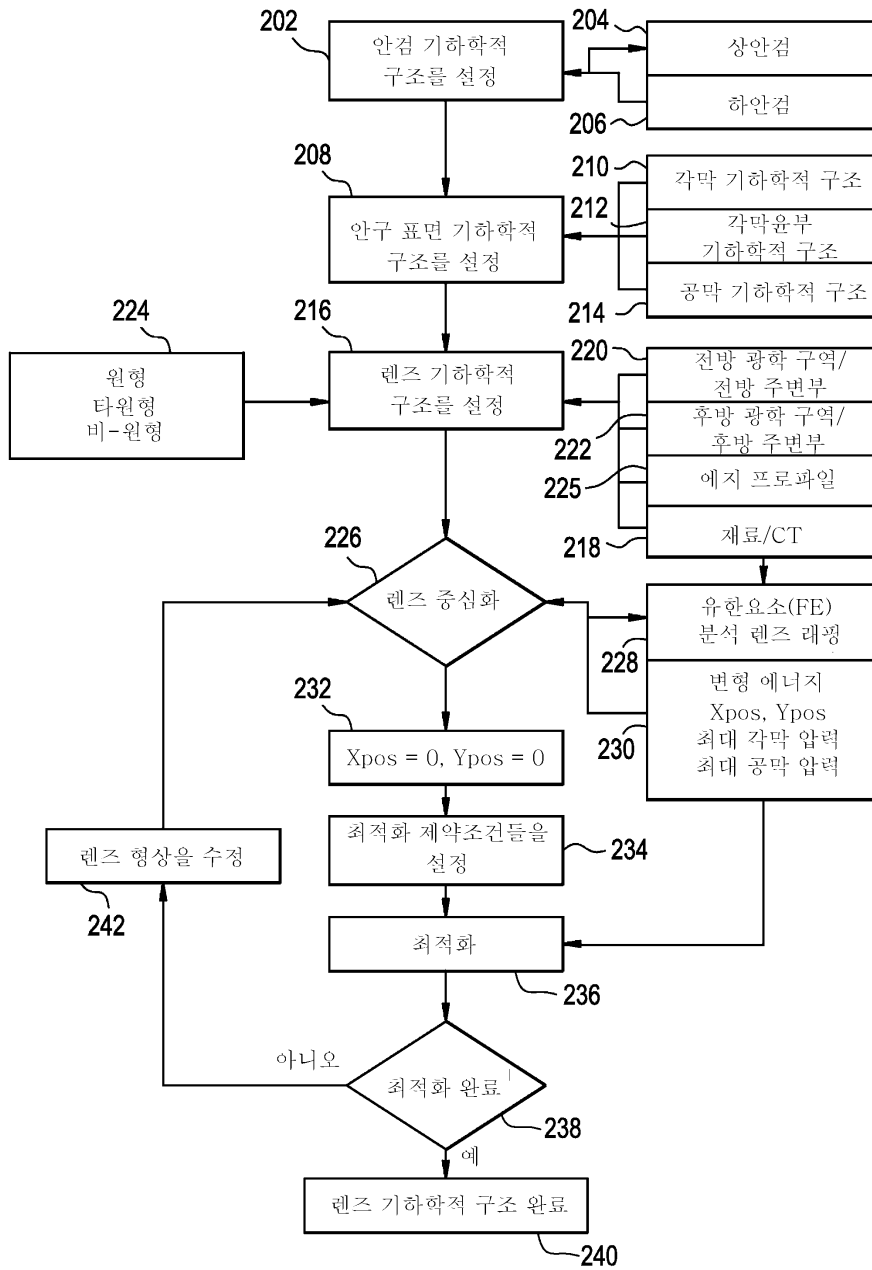
가장 실용적이고 바람직한 실시 형태들로 여겨지는 것이 도시되고 설명되었지만, 설명되고 도시된 특정 설계 및 방법으로부터 벗어나는 것이 그 자체를 당업자에게 제안할 것이며 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남 없이 사용될 수 있다는 것이 명백하다. 본 발명은 기술되고 예시된 특정 구성으로 제한되는 것이 아니라, 첨부된 특허청구범위의 범주 내에 포함될 수 있는 모든 변형과 합쳐지도록 구성될 것이다.

도면

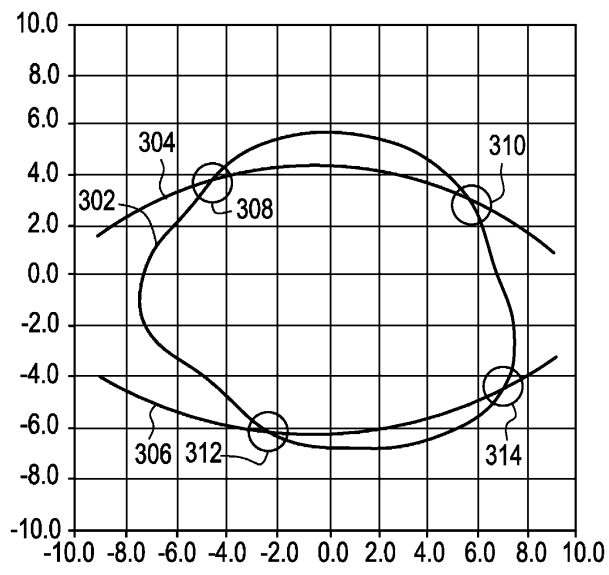
도면1



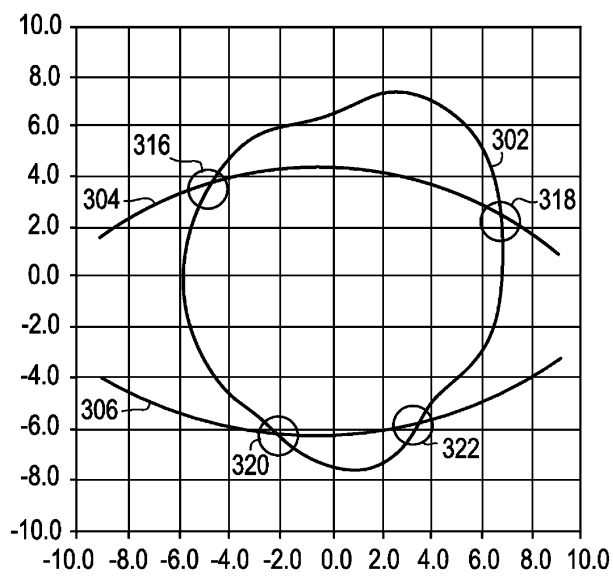
도면2



도면3a

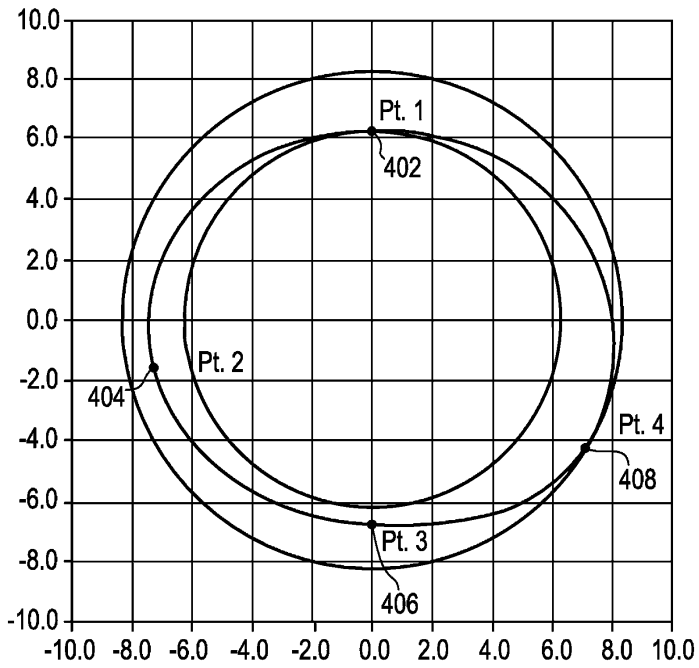


도면3b

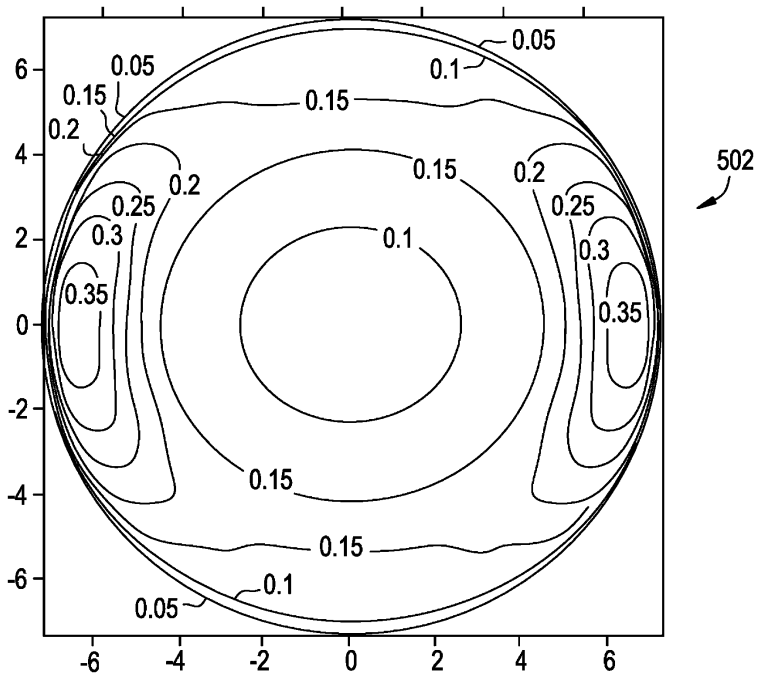


도면4

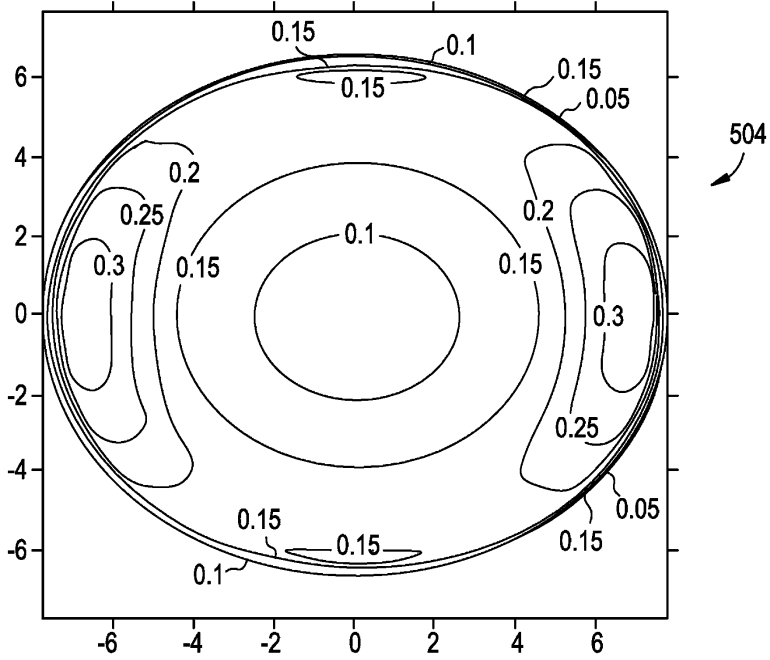
제이점	반경	세타
1	6.25	90
2	7.50	190
3	6.75	270
4	8.25	330



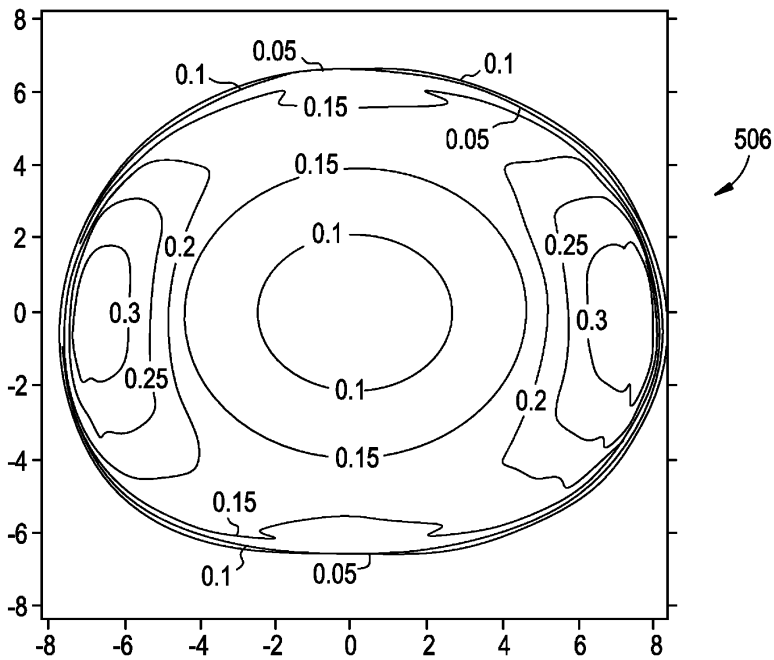
도면5a



도면5b

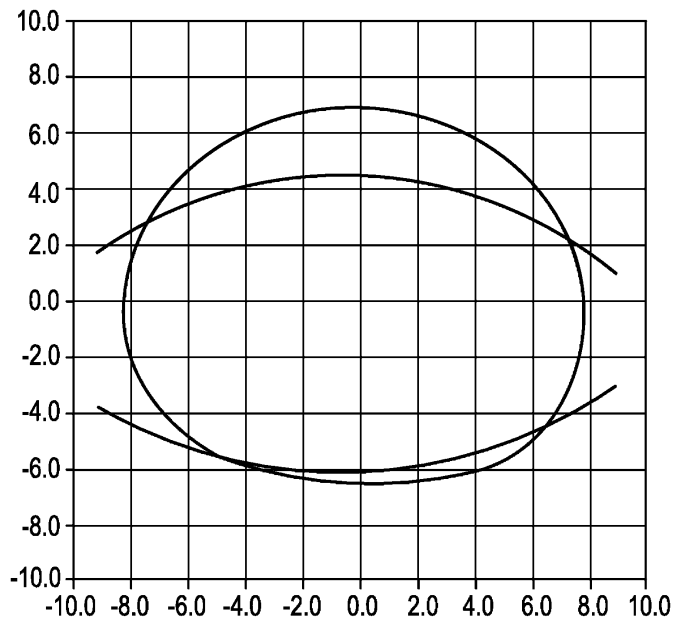


도면5c



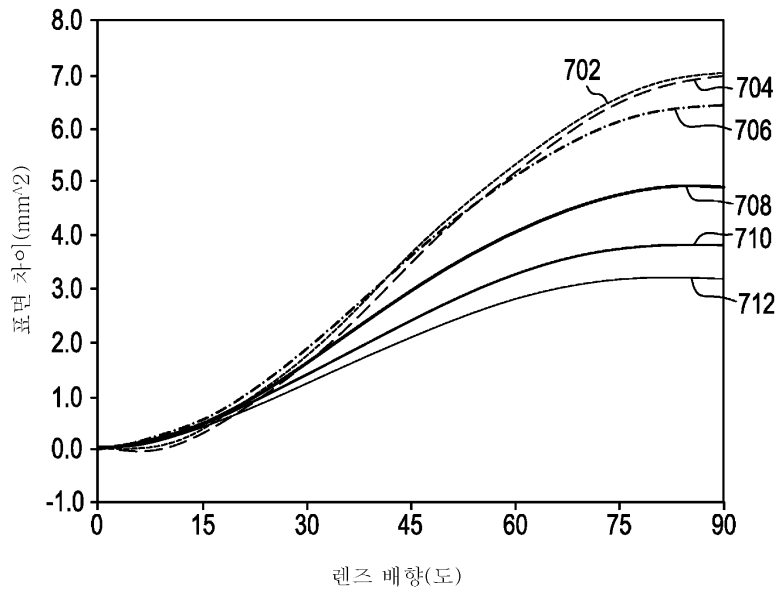
도면6

제이점	반경	세타
1	6.80	90
2	8.25	190
3	6.60	270
4	8.00	330



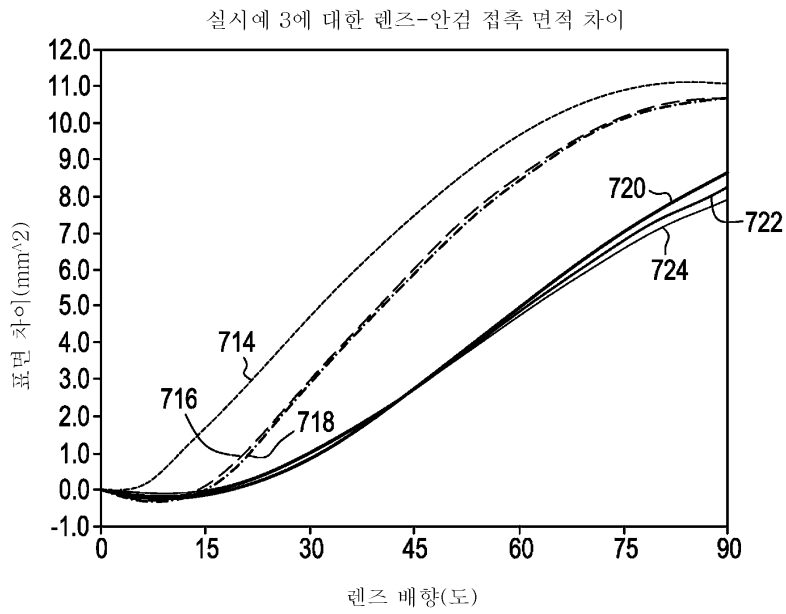
도면7a

실시에 2에 대한 렌즈-안검 접촉 면적 차이



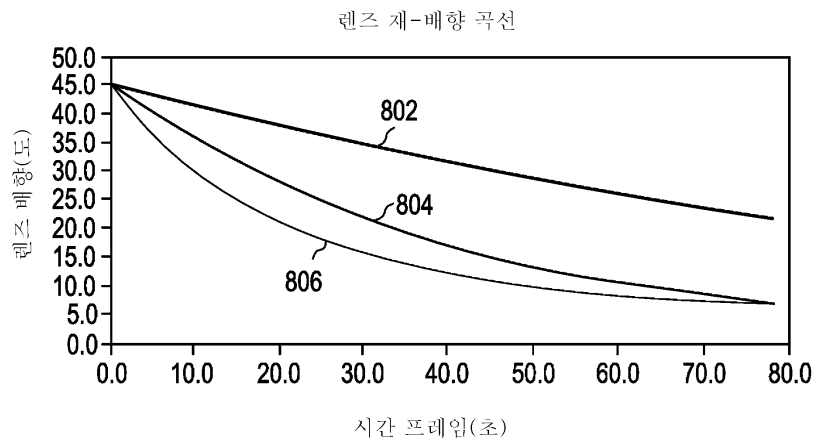
- 집단 1
- 집단 2
- · - · - 집단 3
- 집단 1
- 집단 2
- 집단 3

도면7b



- 집단 1
- 집단 2
- 집단 3
- 집단 1
- 집단 2
- 집단 3

도면8



- 실시예 1
- 실시예 2
- 실시예 3