

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0039919
G02C 7/04 (2006.01) (43) 공개일자 2006년05월09일

(21) 출원번호	10-2006-7001351	(87) 국제공개번호	WO 2005/015289
(22) 출원일자	2006년01월20일	국제공개일자	2005년02월17일
번역문 제출일자	2006년01월20일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2004/018334		
국제출원일자	2004년06월08일		

(30) 우선권주장 10/624,086 2003년07월21일 미국(US)

(71) 출원인 오클라 사이언시즈, 인크.
미국 94520 캘리포니아주 콩코드 스위트 700 게이트웨이 불리바드 1855

(72) 발명자 호 아더
호주 2031 엔에스더블유 클로벨리 페른 스트리트 12/50
백 아더
미국 94526 캘리포니아주 덴빌 트워드 라인 22

(74) 대리인 주성민
안국찬

심사청구 : 없음

(54) 무접합 안구용 렌즈 및 그 제조 방법

요약

무접합 안구용 렌즈를 제조하는 방법이 제공된다. 더욱이, 이러한 렌즈의 제조에 사용되는 성형 공구뿐 아니라 예를 들어, 비대칭 전방 및/또는 후방면인 무접합 3차원 표면을 가진 안구용 렌즈가 또한 제공된다. 이 방법은 일반적으로 표면 외형을 한정하도록 샘플 데이터 포인트를 제공하는 단계와, 모사된 3차원 표면을 생성하도록 알고리즘을 사용하여 이러한 데이터 포인트 사이를 내삽하는 단계를 포함한다. 이 모사된 3차원 표면은 예를 들어, 주조 성형 콘택트 렌즈에서 안구용 렌즈를 제조하는데 사용된다.

대표도

도 1

색인어

무접합 안구용 렌즈, 데이터 포인트, 콘택트 렌즈, 알고리즘, 샘플 데이터, 안구용 렌즈

명세서

기술분야

본 출원은 2000년 11월 10일자로 출원된 출원 번호 제09/709,132호의 연속 출원이며, 그 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 합체된다.

본 발명은 전체적으로 안구용 렌즈 설계에 관한 것이며, 보다 구체적으로 무접합 안구용 렌즈 및 접합부가 없는 3차원 표면을 가지는 안구용 렌즈를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

콘택트 렌즈 설계는 통상적으로 다수의 단계를 포함한다. 배면, 즉, 렌즈의 후방면은 종종 먼저 각막의 형상, 그리고 바람직한 각막-렌즈 피팅 관계에 의해서 설계된다. 전면, 즉, 렌즈의 전방면은 눈에 필요한 굴절 교정 및 바람직한 렌즈 성능을 얻도록 구성된다. 이러한 성능은 바람직한 렌즈 운동 및 렌즈 위치 설정을 달성하기 위해 효과적인 눈꺼풀과의 상호 작용을 제공하는 렌즈 질량 분포, 렌즈 착용자의 안락함을 제공하기 위한 기타 다른 외형적인 고려 사항 등을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는 많은 인자들에 의해 좌우된다.

정상적인 인간의 각막의 표면 형상부는 대부분 구형이 아니다. 예컨대, 눈의 각막 표면은 각막의 중앙으로부터 주변부까지 전체적으로 평평한 곡선을 가진다는 것은 잘 알려져 있다. 보다 평평한 주변 렌즈 표면과, 렌즈의 에지와 그 밑에 놓인 각막/결막 사이의 적절한 에지 간극을 생성하기 위한 통상적인 접근 방법에서는 각각이 선행부보다 큰 곡률 반경을 가지는 (즉, 보다 평평한) 일련의 원뿔형 곡선을 생성해야만 했다. 종래의 콘택트 렌즈 설계의 전방면 및 후방면은 모두 일련의 회전 대칭형 표면 세그먼트에 의해 2차원적으로 기술되었다. 표면 세그먼트가 대칭축으로부터 오프셋될 수도 있고, 되지 않을 수도 있다.

따라서, 종래 설계된 렌즈는 일련의 회전 대칭형 표면 세그먼트에 의한 것과 같이, 2차원 적으로 기술되었고, 이로 인해 수학적으로 기술될 수 있다. 2차원 표면 섹션의 수학적 기술은 예컨대 스플라인 또는 다항식의 합성, 또는 섹션의 혼합에 의해 매끄럽고 연속적으로 만들어진다. 이러한 매끄럽고 연속적인 표면은 접합부가 없는 것으로, 또는 무접합으로 간주될 수 있다. 따라서, 접합부가 있는 안구용 렌즈 표면의 불편함 및/또는 하나 이상의 다른 렌즈 성능의 감소를 야기할 수 있는 불연속부에서 교차하는 세그먼트를 가진다. 따라서, 하나 이상의 실질적으로 무접합 표면을 구비한 안구용 렌즈를 제공하는 것이 유익하다.

전체 내용이 본 명세서에 참조로서 합체된, 듀참(Ducharme) 미국 특허 번호 제5,542,031호는 콘택트 렌즈 및, 매끄러운 무접합 표면을 가지는 콘택트 렌즈를 제조하는 방법을 개시한다. 보다 구체적으로, 듀참 특허는 각막 표면을 기준 곡선에 관련시킴으로써 콘택트 렌즈 표면의 형상을 한정하는 방법을 개시한다. 상기 기준 곡선은 포인트 좌표에 의거한 구분적 다항식 및 스플라인의 사용으로부터 유도될 수 있고, 무접합 표면 형상부를 초래한다. 컴퓨터 제어식 선반은 상기 스플라인 데이터를 수용하고, 절단되어야 하는 필수 렌즈 형상을 지시하는 신호를 발생시킨다.

그 전체 내용이 본 명세서에 참조로서 합체된, 베인트라프(Vayntraub) 미국 특허번호 제5,815,237호는 지수 함수에 의해 한정된 주변 구역 표면을 가지는 콘택트 렌즈를 제조하는 방법을 개시한다. 유사하게, 역시 그 전체 내용이 본 명세서에 참조로서 합체된 베인트라프 미국 특허번호 제5,815,236호는 로그 함수에 의해 한정된 주변 구역 표면을 가지는 콘택트 렌즈를 제조하는 방법을 개시한다.

비록 이전의 기본 구형 콘택트 렌즈 형상에 비해 사람 눈의 곡률에 보다 밀접하게 접근했지만, 다항식 및 스플라인식 내삽법, 또는 지수 및 로그 대수 함수를 사용하는 이러한 종래의 컴퓨터 보조 렌즈 설계 방법은 표면 형상부의 2차원 표현에 한정된 렌즈를 초래한다.

정상적인 인체 각막의 표면 형상부는 종종 독특하며, 2차원으로 적절하게 표현될 수 없는 불규칙, 비대칭 및 비구면의 영역을 포함한다. 유사하게 최적의 렌즈 성능을 달성하기 위해 필요한 렌즈 전방 또는 후방 렌즈 표면 형상은 2차원으로 적절하게 표현될 수 없다. 특히 이러한 경우에, 종래 2차원 컴퓨터 보조 렌즈 설계 방법은 충분하지 않다.

렌즈를 2차원으로 설계하는 것은 하나 이상의 전방 또는 후방 표면이 비대칭 성분, 즉 회전 비대칭 성분을 포함하는 경우에 부적절하다. 비록 컴퓨터 제어식 제조 기술은 최근에 렌즈의 제조를 용이하게 했지만, 실제적으로 이런 기술은 제한적인 응용분야만을 가지고 있으며, 하나 이상의 비대칭 성분을 가지는 렌즈, 특히 콘택트 렌즈, 안구내 렌즈 및 각막 렌즈

(corneal onlay lens) 등과 같이 안구 상 또는 안구 내에서 사용되는 렌즈의 설계 및 제조에는 부적절하다. 이는 렌즈 설계의 현행 기술은 필수적으로 많은 2차원 표면의 평균 및 조합에 의한 설계에 대한 가정 및 절충을 필요로 하기 때문이다. 이러한 가정 및 절충은 광학적으로나 사용자 착용감에서 감소된 렌즈 성능을 초래할 수 있다.

신규한 안구용 렌즈 및 종래의 렌즈, 렌즈 설계 및 생산 방법에 관련된 하나 이상의 문제를 처리하는 안구용 렌즈의 생산을 제공하는 것이 유익할 것이다.

발명의 상세한 설명

신규한 안구용 렌즈와, 안구용 렌즈 설계 및 제조를 위한 방법이 개발되었다. 본 렌즈 및 방법은 하나 이상의 회전 비대칭 성분을 포함할 수 있는 실질적으로 매끄러운 무접합 3차원 표면을 가지는 안구용 렌즈를 제공함으로써 종래의 렌즈 및 방법에 비해 현저한 이점을 제공한다. 본 발명에 따른 방법에 의해 제조된 렌즈는 예컨대, 원환체 콘택트 렌즈, 단초점 콘택트 렌즈 및 다초점 콘택트 렌즈 등과 같은 모든 유형의 콘택트 렌즈와, 전방 챔버 IOL, 후방 챔버 IOL 등과 같은 안구내 렌즈(IOL)와, 각막 상에 고정된 렌즈, 각막 내에 위치되거나 고정된 렌즈 등과 같은 각막 렌즈와 같은 안구 내 또는 안구 상에 사용되도록 구성되고 구조화된 안구용 렌즈를 포함할 수 있지만, 이에 한정되지는 않는다. 또한 본 발명의 방법은 각막 굴절 레이저 수술, 예컨대 각막의 성형에 사용될 수 있다.

본 발명은 예컨대, 하나 또는 복수의 표면이 하나 이상의 비대칭 성분을 가질 수 있는, 하나 이상의 실질적으로 매끄러운 무접합 3차원 표면을 가지는 안구용 렌즈를 설계하고 제조하는 방법을 제공한다. 또한, 본 발명의 범위는 이러한 렌즈를 제조하는데 사용되는 렌즈, 공구 삽입체 및 몰드 섹션과, 이러한 공구 삽입체 및 몰드 섹션을 생산하는 방법을 포함한다.

본 발명은, 예컨대, 종래 기술에 비해, 렌즈 형상, 표면 외형, 질량의 분포, 광학 지수 위치 등의 렌즈 설계 내의 파라미터를 제어하는데 하나 이상의 추가적인 자유도를 제공한다. 따라서, 본 발명에 의해 예컨대, 착용감, 피팅, 시야 및/또는 렌즈 위치에 관련하여 향상된 안구용 렌즈 성능이 제공된다.

본 방법은 특히 대칭의 제한이 불이익을 제공하는 렌즈 설계에 적용될 때 유익하다. 예컨대, 상기 방법은 렌즈에 후방 원환체 광학 구역과, 벨러스트의 형태에서의 안정성 및 렌즈 방향성을 용이하게 하는 두께 프로파일과 적절한 광학 지수를 제공하도록 성형된 전방면을 포함하는 원환체 콘택트 렌즈의 설계에 매우 적합하다.

또한, 본 발명은 안구용 렌즈 치수 및 표면의 향상된 재생산성을 제공한다. 본 발명은 안구용 렌즈를 생산하는데 사용되어 왔던 현대식 CNC 선반을 매우 효과적으로 보완한다.

본 발명의 일 태양에서, 예컨대, 지정된 각막 표면(렌즈의 착용자의 각막의 표면)이나, 지정된 또는 바람직한 전방 렌즈 표면과 같은 지정된 표면으로부터 선택된 샘플 데이터 포인트를 제공하거나 구체화하는 단계와, 양호하게 지정된 표면과 관련된, 예컨대, 지정된 표면의 적어도 일부분을 근거로 하는 모사된 3차원 지정 표면을 한정하는 적어도 하나의 알고리즘을 사용하여 샘플 데이터 포인트 사이를 내삽하는 단계와, 모사된 3차원 지정 표면을 가지는 안구용 렌즈를 성형하는 단계를 전체적으로 포함하는 안구용 렌즈의 생산 방법이 제공된다. 양호하게 모사 설계 표면은 예컨대, 내삽 단계에서 매끄러운 실질적인 무접합 3차원 표면으로 충분히 양호하게 한정된다. 일 실시예에서, 샘플 데이터 포인트 및 하나 이상의 인자 또는 하나 이상의 설계 파라미터사이의 관계를 사용하여 내삽 단계 동안 모사된 3차원 표면이 한정된다. 유익하게는, 안구용 렌즈가 바람직한 광학 교정, 크기, 구성, 각막과 렌즈의 후방면 사이의 공간 또는 간격, 및 기타 다른 바람직한 광학 피팅 관계 등을 포함하지만 이에 한정되지는 않는 바람직한 렌즈 설계 파라미터를 가지도록 성형 단계가 수행된다.

유익하게는, 본 발명의 방법은 회전형 2차원 표면에 의해 한정되는 외형에 한정되지 않는 표면을 가지는 콘택트 렌즈를 생산하도록 사용될 수 있다. 오히려, 양호하게 본 렌즈는 착용자의 눈에 따라 맞춤 주문되거나 전용으로 되는 임의의 회전 비대칭 성분을 포함하는 하나 이상의 매끄러운 실질적인 무접합 3차원 표면에 의해 한정된다. 이는 개선된 렌즈/각막 피팅 관계, 및/또는 바람직한 물리적, 생리학적인 렌즈 운동 및/또는 시야 교정 목적을 달성하는 후방면 형상을 초래한다.

본 발명의 일 실시예에서, 안구용 렌즈는 양호하게, 후방면을 가지며 안구 내 또는 그 위에 위치되도록 구성되고 구조화되며 전체적으로 전방면에 대향하는 렌즈 본체가 제공되며 이를 포함한다. 전방면 및 후방면 중 적어도 하나는 실질적으로 매끄러운 무접합 3차원 표면이다. 무접합 표면은 비대칭일 수 있다. 소정의 실시예에서, 안구용 렌즈는 벨러스트를 한정하는 가변 전방면 형상부를 가진다. 이러한 가변 전방면 형상부는 렌즈가 각막 표면 상에 위치될 때, 렌즈 착용감, 렌즈 방향성, 수직 렌즈 병진 운동, 및/또는 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 용이하게 한다. 또한, 상기 렌즈는 실질적인 무접합 가변 반경 두께를 한정하는 적어도 하나의 외형을 가지는 렌즈 본체를 가질 수 있다. 이러한 안구용 렌즈는 친수성 실리콘 폴리머성분을 포함할 수 있고, 특정 실시예에서, 안구용 렌즈는 실리콘 하이드로겔을 포함한다. 안구용 렌즈가 난시용 시야 교

정을 제공하는데 사용되는 경우에, 렌즈는 양호하게 원환체 후방면과 같은 원환체 표면을 포함한다. 바람직한 시야 교정을 제공하기 위해 하나 이상의 광학 지수가 필요한 상황에서, 상기 렌즈는 양호하게 다중 지수 광학 구역을 포함할 수 있다. 다시 말해서, 렌즈는 다초점 광학 구역(예컨대, 2개 이상의 광학 지수를 가지는 광학 구역)을 포함할 수 있다. 따라서, 다초점 렌즈는 이초점 렌즈, 삼초점 렌즈 등을 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 태양에서, 실리콘 하이드로겔과 같은 친수성 실리콘 폴리머 성분을 함유하는 렌즈 본체를 포함하는 콘택트 렌즈가 제공될 수 있다. 렌즈 본체는 본 명세서에 개시된 방법에 따라서 성형 또는 형상화될 수 있다. 이러한 콘택트 렌즈는 난시성 눈에 시야 교정을 제공하기 위한 원환체 표면을 포함할 수 있으며, 실질적인 무접합 가변 반경 두께를 한정하고, 상기 콘택트 렌즈가 눈, 예컨대 살아있는 사람의 눈의 각막 표면 위에 위치될 때, 렌즈 착용감, 렌즈 방향성, 수직 렌즈 병진 운동, 및/또는 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 용이하게 하는 적어도 하나의 외형을 구비한 가변 표면 형상부를 포함할 수 있다.

본 발명의 또 다른 태양에서, 실리콘 하이드로겔을 포함하고 콘택트 렌즈의 실질적인 무접합 가변 반경 두께를 한정하는 적어도 하나의 외형을 구비한 가변 표면 형상부를 가지는 콘택트 렌즈가 제공된다. 이러한 가변 표면 형상부는 양호하게, 렌즈가 눈의 각막 표면 위에 위치될 때 렌즈 착용감, 렌즈 방향성, 수직 렌즈 병진 운동 및/또는 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 용이하게 한다. 상기 렌즈는 원환체 표면을 포함할 수 있다.

비록 설명된 목적을 위해서, 본 명세서에서 설명된 본 발명의 상세한 설명은 콘택트 렌즈 및 콘택트 렌즈에 관련된 방법을 강조하지만, 본 발명은 일반적으로 안구용 렌즈에 적합하며, 바람직하게는 안구 내에 또는 위에 위치되도록 구조화되고 구성된 안구용 렌즈 및 이러한 안구용 렌즈에 관련된 방법에 적합하다. 이러한 모든 렌즈 및 방법은 본 발명의 범위 내에 포함된다.

본 발명은 소정의 적절한 프로세싱 기술 또는 그 조합을 사용하여 안구용 렌즈를 생산하기 위해 사용하도록 구성될 수 있다. 유용한 일 실시예에서, 본 발명은 예컨대, 바람직한 렌즈 표면에 전체적으로 상응하는 표면을 가지는 공구 삽입체의 최초 설계시에, 종래의 캐스트 몰딩 기술과 연관해서 사용될 수 있다. 본 기술분야의 당업자에게 주지된 바와 같이, 공구 삽입체 또는 공구는 전체적으로 최종 렌즈 생산품의 표면의 음형을 한정하는 몰드 섹션을 성형하는데 사용된다.

예컨대, 본 발명의 방법에 의해 설계된 3차원의 실질적인 무접합 표면을 가지는 공구 삽입체가, 통상적인 설계의 몰딩 장치와 같은 몰딩 장치 내에 위치된다. 폴리머 재료 또는 폴리머 재료의 조합 등과 같은 몰드 가능한 조성이 몰딩 장치 내로 유입되고 공구의 표면의 음형을 가지는 몰드 섹션을 형성하기에 효과적인 조건 하에 놓이게 된다. 공구에 의해 형성된 몰드 섹션은 공구 삽입체 설계에 따라 좌우되는 배면 몰드 섹션 또는 전면 몰드 섹션 중 어느 하나가 될 수 있다. 다시 말해서, 공구의 표면은 전체적으로 성형될 안구용 렌즈의 전방면 또는 후방면 중 어느 하나의 면에 대응한다.

종래의 것과 마찬가지로, 몰드 섹션은 그 사이에 렌즈 형상 공동을 형성하는 상보적인 몰드 섹션과 조립된다. 콘택트 렌즈 선행 재료가 렌즈 형상 공동 내로 유입된다. 탈형 또는 몰드 섹션으로부터의 제거 시에, 렌즈 제품이 얻어진다. 통상적인 것과 마찬가지로, 성형 후 처리 단계가 탈형된 콘택트 렌즈 제품에 채용될 수 있다. 이러한 단계는 수화, 살균, 포장 등을 포함할 수 있다. 이러한 단계는 주지의 것이며, 본 발명의 일부로 고려되지 않는다.

본 발명에 따라서, 공구 삽입체는 착용자의 눈에 맞춤 주문되거나 전용으로 되는 불규칙 또는 비대칭 표면 외형 또는 2차원 곡선 또는 내삽법에 의해 실질적인 무접합 표면으로서 한정될 수 없는 외형을 포함할 수 있다. 양호하게 공구 삽입체의 설계는 예컨대, 지정된 각막 표면이나, 지정된 또는 바람직한 전방 렌즈 표면과 같은 지정된 3차원 표면으로부터 샘플 데이터 포인트를 제공하거나 구체화하는 단계와, 모사된 3차원 지정 표면을 한정하는 적어도 하나의 알고리즘을 사용하여 샘플 데이터 포인트 사이를 내삽하는 단계와, 모사된 3차원 지정 표면을 공구 삽입체, 예컨대, 공구 삽입체 블랭크 상에 성형하는 단계를 포함하는 방법에 의해 달성된다.

본 발명의 상기 실시예에서, 캐스트 몰드된 안구용 렌즈, 예컨대, 콘택트 렌즈는 예컨대, 대칭형, 원뿔형 또는 구형 삽입체를 사용하여 통상적으로 생산된 통상적인 또는 종래 기술의 캐스트 몰드된 렌즈에 비해서 개선된 피팅, 및/또는 전방면 형상 및/또는 시야 교정 성능 및/또는 다른 성능을 가지도록 만들어진다.

대체 렌즈 제조 기술이 본 발명의 방법과 관련해서 사용될 수 있다. 예컨대, 선반 또는 밀링을 포함하지만 이에 한정되지는 않는 알고리즘이 렌즈 표면 형성 공구와 관련해서 사용될 수 있다. 모사된 지정 3차원 표면은 예컨대 컴퓨터 구동식 표면 절단 공구를 사용하여 렌즈 블랭크 상에 직접 절단될 수 있다.

본 발명의 다른 태양에서, 각막을 재성형하는 방법이 제공된다. 이러한 방법은 바람직한 시야 교정과 같은 바람직한 결과를 얻기 위해 환자의 각막에 제공되는 각막 표면인 교정된 3차원 각막 표면으로부터 샘플 데이터 포인트를 제공하거나 구체화하는 단계와, 매끄러운 실질적인 무접합 모사된 3차원 표면을 생산하기 위한 적어도 하나의 알고리즘을 사용하여 샘플 데이터 포인트 사이를 내삽하는 단계와, 모사된 3차원 표면에 근접하게 각막의 표면을 성형함으로써 각막에 광학적 교정을 제공하는 단계를 포함한다. 유용한 일 실시예에서, 상기 방법은 환자의 각막의 교정되지 않은 표면의 3차원 표면으로부터 샘플 데이터를 제공하는 단계와, 매끄러운 실질적인 무접합 모사된 3차원 비교정 표면을 생산하기 위한 적어도 하나의 알고리즘을 사용하여 샘플 데이터 포인트 사이를 내삽하는 단계이며, 이후에는 상기 제공 단계 내에 채용되는 단계를 더 포함한다.

본 방법은 바람직한 시야 교정을 성취하기 위해 어느 정도의 각막 재성형이 필요한지를 결정하는데 효과적이다. 모사된 3차원 교정 각막 표면은 바람직한 교정, 예컨대 시야 교정을 제공할 표면이다. 비교정 각막의 샘플 데이터로부터 내삽된 비교정 표면은 재성형 전의 각막의 표면을 나타낸다. 따라서, 원래 각막의 비교정 형상으로부터 바람직한 교정을 위해 각막의 바람직한 또는 교정된 형상까지 가는데 필요한 재성형의 정도가 결정된다.

재성형 자체는 본 발명에 따라 제어되도록 구성된 소정의 적절한 방법을 사용해서 수행될 수 있다. 유용한 특정 일 실시예에서, 교정을 제공하는 단계는 각막 표면을 재성형하는데 통상적으로 사용되는 바와 같이 컴퓨터 구동식 레이저 시스템을 사용하여 각막의 표면을 용융 제거하는 단계를 포함한다. 교정을 제공하는 단계는 각막 표면 상에, 예컨대, 대칭형 각막 표면 상에 비대칭 표면을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

본 명세서에 설명된 각각의 모든 특징 및 두개 이상의 이러한 특징의 각각의 모든 조합은, 그러한 조합에 포함된 특징이 서로 일치하지 않는다면, 본 발명의 범위 내에 포함된다.

첨부된 도면과 관련해서 고려될 때, 이하의 설명을 참조하여 본 발명의 이점이 보다 용이하게 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

도1은 안구 표면 상의 콘택트 렌즈를 도시한 단순화된 단면도이다.

도2a, 도2b 및 도2c는 각각 렌즈 중심을 통과하는 수평 단면에 대한 두께 데이터, 공칭 반경 두께 프로파일을 포함하는 정면도 및 본 발명의 방법에 따라 설계된 회전 대칭 구형 콘택트 렌즈를 도시한 측면도이다. 파선으로 구분된 구역(2a)은 실질적으로 상이한 표면 유형의 인접 영역들 사이의 전이 구역을 지시한다.

도3a, 도3b 및 도3c는 각각 렌즈 중심을 통과하는 수평 단면에 대한 두께 데이터, 공칭 반경 두께 프로파일을 포함하는 정면도 및 본 발명의 방법에 따라 설계된 회전 비대칭 원환체 콘택트 렌즈를 도시한 측면도이다. 파선으로 구분된 구역(3a)은 실질적으로 상이한 표면 유형의 인접 영역들 사이의 전이 구역을 지시한다.

도4는 본 발명의 방법에 따라 설계된 복합 설계 콘택트 렌즈의 두께 데이터를 포함하는 단면을 도시한 정면도이다.

도5a 및 도5b는 도2a 내지 도2c의 반경방향으로 대칭인 렌즈에 대한 각각 배면/각막 분리부(α) 및 반경 방향 두께(σ) 프로파일을 3차원으로 도시한 도면이다.

도6a 및 도6b는 도3a 내지 도3c의 원환체 렌즈에 대한 각각 배면/각막 분리부(α) 및 반경 방향 두께(σ) 프로파일을 3차원으로 도시한 도면이다.

도7a 및 도7b는 도4의 복합 설계 렌즈에 대한 각각 배면/각막 분리부(α) 및 반경 방향 두께(σ) 프로파일을 3차원으로 도시한 도면이다.

도8은 본 발명에 따라 렌즈를 생산하기 위한 일 방법을 도시한 개략도이다.

실시예

본 발명은 단초점, 다초점 안구용 렌즈 및 원환체 콘택트 렌즈, 안구내 렌즈, 각막내 렌즈 및 다른 안구용 렌즈를 포함하지만, 이에 한정되지는 않는 안구용 렌즈 및 이러한 렌즈를 설계하고 생산하기 위한 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 안구용 렌즈를 제조하는 방법은 친수성 실리콘 폴리머 성분 등 및 그 혼합물을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는 친수성 렌즈 재료로 만들어진 렌즈에 특히 유익하다.

본 명세서의 개시물을 참조하면, 폴리머 하이드로겔은 수팽윤성(water swellable) 폴리머와 같은 하이드로겔 형성 폴리머를 포함한다. 하이드로겔 자체는 이러한 물에 의해 팽창된 폴리머를 포함한다. 안구용 렌즈, 예컨대, 콘택트 렌즈로서 유용한 폴리머 하이드로겔은 통상적으로 약 30% 내지 약 80% 중량 물을 가지지만, 약 20% 내지 약 90% 중량 물을 가질 수 있고, 약 1.3 내지 약 1.5 사이, 예컨대 약 1.4의 굴절 지수를 가진다. 개시된 렌즈의 적합한 하이드로겔 형성 폴리머 재료 또는 성분의 예는 제한없이 폴리(2-하이드록시에틸메타크릴레이트) PHEMA, 폴리(글리세롤 메타크릴레이트) PGMA, 폴리일렉트롤리트 재료, 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리비닐 알콜, 폴리디옥살라인, 폴리(아크릴산), 폴리(아크릴아미드), 폴리(N-비닐 피롤리돈) 등과 그 혼합물을 포함한다. 이러한 재료의 대다수가 공공연하게 입수가 가능하다. 또한, 그 자체가 메틸메타크릴레이트(MMA), 기타 메타크릴레이트, 아크릴레이트 등과 그 혼합물과 같은 하이드로겔 형성 폴리머인 단일 폴리머를 생성하지 않는 하나 이상의 단량체도 역시, 만일 이러한 단량체로부터의 유닛의 존재가 폴리머 하이드로겔의 바람직한 형성과 간섭하지 않는다면, 이러한 하이드로겔 형성 폴리머 재료에 포함될 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 안구용 렌즈는 생체 친화성 비 하이드로겔 재료 또는 성분으로부터 제조될 수 있다. 비 하이드로겔 재료의 예로는 아크릴릭 폴리머, 폴리올레핀, 플루오르폴리머, 실리콘, 스티레닉 폴리머, 비닐 폴리머, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리카보네이트, 셀룰로오스, 콜라겐계 재료를 포함하는 단백질 등 및 그 혼합물을 포함하며, 이에 한정되지는 않는다.

양호하게 본 발명에 따른 렌즈는 친수성이다. 친수성 렌즈는 하나 이상의 단량체 유닛 성분, 즉, 단량체 성분으로 구성될 수 있다. 예컨대, 제한없이, 단량체 유닛 성분은 -OH, -COOH, -NCO(CH₂)₃(예컨대, 피롤리돈) 등의 그룹을 포함할 수 있다. 유용한 친수성 단량체 성분의 예로는, 제한 없이, 하이드록시에틸 메타크릴레이트 등과 같은 하이드록시알킬 메타크릴레이트, 메타크릴릭 산 N-비닐피롤리돈, 아크릴아미드, 알킬 아크릴아미드, 비닐 알콜, 친수성 (메트)아크릴레이트 등 및 그 혼합물과 같은 단량체, 친수성 실리콘 폴리머 재료, 예컨대, 실리콘 하이드로겔에 포함되기 용이한, 친수성 실리콘 폴리머 내로의 중합반응을 위한 실리콘 함유 단량체, 유기실록산 등 및 그 혼합물과 같은 실록산, 실리콘 함유 아크릴레이트, 실리콘 함유 메타크릴레이트 등 및 그 혼합물이 포함된다. 양호하게, 렌즈는 하이드로겔 함유 렌즈이고, 보다 양호하게 실리콘 하이드로겔 함유 렌즈이다.

간단 및 단순화하도록 다음의 상세한 설명은 주로 콘택트 렌즈의 설계를 중심으로 한다. 본 기술 분야의 당업자는 하나 이상의 적절한 변형예를 갖는 본 발명에 따른 방법은 렌즈의 상기 및 다른 타입의 설계에 이용될 수 있다는 것을 이해한다.

본 발명의 방법에 따르면, 안구용 렌즈는 3차원 공간에서 단일 연속 비복합 수학적 표면을 달성하도록 제한된 수의 명세 사항과 수학적인 알고리즘을 사용하여 설계된다.

더 상세하게는, 각막 형상이 단체 또는 선택된 환자에 대하여 결정된 후, 콘택트 렌즈의 후방면이 수학적인 알고리즘을 사용하면서, 바람직하게는, 예를 들어 하나 이상의 가변 각막 곡률에 근접시키는 것과 같은 각막 형상 상에 적어도 일부가 놓여지는 모사된 3차원 표면(후방 렌즈면)을 형성하도록, 본문에 다른 부분에서 설명되는 바와 같이, 예를 들어 각막과 렌즈의 후방면 사이의 공간 또는 간극을 갖는 최종 렌즈에 요구되는 하나 이상의 파라미터에 관한 관계를 포함하는 샘플 분산 데이터 포인트 사이에서의 내삽법에 의해 설계된다. 소정의 실시예에서, 렌즈는 각막의 표면 형태에 대응하는 후방면을 갖도록 형성되어서, 렌즈의 후방면과 각막 사이에서 실질적으로 균일한 거리가 유지된다. 렌즈와 각막 사이의 거리 변화를 감소시킴으로써, 개선된 렌즈 피팅 및/또는 렌즈 착용자의 착용감이 획득된다. 본문의 다른 부분에서 설명된 바와 같이, 명세 사항 또는 관계뿐만 아니라 하나 이상의 렌즈 성능 요구조건 또는 파라미터에 대한 두께 데이터가 제공되고, 수학적인 알고리즘과 관련하여 소정의 두께 프로파일을 갖는 3차원 표면(전방 렌즈면)을 한정한다.

모사된 3차원 표면은, 예를 들어 주조 성형 기술에 의한 종래의 제조 기술을 이용하여 렌즈 상으로 형성된다. 또한, 본 발명은 현대 CNC 선반을 이용하여 보완한다.

본문에 설명된 바와 같은 이러한 해결책을 이용함으로써, 전방면 및/또는 후방 렌즈면이 양호하게는 실질적인 손상 없이 설계될 수 있다.

도1을 참조하면, 콘택트 렌즈(10)와 각막(12)의 단순화된 단면도는 y축이 페이지 상으로 향하게 하면서 x 및 z 좌표축을 가로질러 취해져 도시된다. 렌즈(10)는 (0,0,0)에서 x 및 y에 접하는 후방면(즉, 후부면)[14]을 포함한다. 각막(12)은 렌즈(10)의 후방면(14)의 중심 아래에서 거리 amm만큼 이격되어 위치하고, 전방면(즉, 전면)[18]은 각막(12) 위로 δmm만큼 이격되어 위치한다. 각막은 이후에 추가로 설명되는 바와 같이, 반축 거리(R_0, R_1)로 타원형인 표면(22)을 갖는다.

임의의 콘택트 렌즈는 본 발명을 이용하면서 설계될 수 있다. 하지만, 본문에 지시되는 바와 같이, 하나 이상의 친수성 실리콘 폴리머 성분을 포함하는 렌즈가 본문에 개시된 방법으로부터 특히 효과적이라는 것이 발견되었다. 예를 들어, 가변 표면 형상부를 갖는 본 발명에 따른 실리콘 하이드로겔 성분을 포함하는 콘택트 렌즈와 같은 콘택트 렌즈는 각막 표면상에 놓여질 때 개선된 렌즈 착용감, 개선된 렌즈 방향성, 개선된 수직 렌즈 병진 운동, 및/또는 개선된 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 효과적으로 용이하게 한다. 실리콘 하이드로겔을 포함하는 렌즈로 하나 이상의 이러한 개선점들을 얻는 것은 개선된 마모성, 예를 들어 제거하지 않고 적어도 1주 또는 2주 내지 1달 이상동안 눈 안에서 사용될 수 있다. 본 발명의 하나 이상의 특징을 포함하는 렌즈는 개선된 마모 렌즈로서 특히 유용하다. 이러한 콘택트 렌즈는 원환체 콘택트 렌즈 또는 다초점 렌즈를 포함한다. 이에 따라, 예를 들어 다른 것들 중에서 착용감, 방향성 및 안정성 측면에서의 실질적인 장점이 본 발명의 렌즈로 얻어진다. 이는 친수성 실리콘 폴리머 성분을 포함하는 렌즈는 다른 하이드로겔 렌즈에 대한 높은 모듈러스를 전형적으로 갖기 때문에 특히 중요하다.

또한, 본 발명의 렌즈는 렌즈 본체의 다른 부분보다 상대적으로 두꺼운 부분 또는 부분들을 갖춘 렌즈 본체일 수 있다. 예를 들어, 렌즈 본체는 윗부분(superior portion)보다 두꺼운 아래 부분(inferior portion)을 가질 수 있다. 또는, 렌즈 본체는 렌즈 본체의 잔류부보다 그 돌출부에서 더 큰 두께를 야기시키는 렌즈 본체의 전방면과 같은 표면으로부터 연장되는 복수의 돌출부를 포함할 수 있다. 이러한 두껍게 된 부분은 원환체 렌즈 및/또는 개선된 수직 렌즈 병진 운동을 제공하는 다초점 렌즈에 특히 유용할 수 있다. 이에 따라, 예를 들어 개선된 마모성 콘택트 렌즈, 즉 두껍게 된 영역을 갖춘 실리콘 하이드로겔 렌즈는 비실리콘 하이드로겔 렌즈에 대해 개선된 가스 투과성을 제공한다. 실리콘 하이드로겔 렌즈는 다른 (비실리콘 함유) 하이드로겔 렌즈에 대해 개선된 산소 및 이산화탄소 투과성을 갖는다.

예를 들어, 도2a 내지 도2c를 참조하면, 회전식 대칭의 싱글 비전(single vision) 콘택트 렌즈(30)가 가장 단순한 콘택트 렌즈 설계들 중 하나를 설명하도록 도시된다.

본 발명은 더 복잡한 회전식 비대칭 렌즈의 설계 및 제조에 특히 유익하다. 예를 들어, 도3a 내지 도3c는 본 발명에 따라 설계된 원환체 렌즈, 특히 프리즘 밸러스트 원환체 렌즈를 도시한다.

도4는 본 발명에 따라 제조된 매우 복잡한 렌즈 설계를 도시한다. 이러한 복합 렌즈는 종래의 2차원 방법 및 기술을 사용하여 만족스럽게 설계될 수 없는 비대칭 3차원 표면 성분을 포함한다.

본 발명을 이용하는 렌즈 설계는 다음의 단계를 더 특히 포함한다. 환자의 각막 형상이 먼저 결정된다. 각막을 나타내는 선택된 수의 샘플 데이터 포인트가 종래의 수단을 이용하여 제공된다. 각막에 대한 렌즈 후방면의 소정의 피팅 관계가 이후에 특정되어 착용자의 생리학적, 물리적 및/또는 광학적 조건을 만족시키게 된다. 이후에, 모사된 3차원 표면이 데이터 포인트들 사이에서 내삽하는 알고리즘을 이용하여 결정된다. 이러한 모사된 3차원 표면은 궁구 삽입체, 또는 예를 들어 컴퓨터 구동 표면 절삭 공구, 밀링 머신 또는 선반을 이용함으로써 렌즈 후방면 상에 직접 형성된다.

다음으로, 렌즈의 전방면이 설계된다. 특히, 키 렌즈 두께 데이터 포인트가 특정되어 소정의 진료 행위, 예를 들어 시력 교정, 원환체 렌즈의 회전 방향성 등을 달성하게 된다. 3종류의 렌즈에 대한 이러한 두께 데이터의 예가 도2a 및 도2b, 도3a 및 도3b, 도4에 도시된다. 렌즈의 전방면이 키 렌즈 두께 데이터와 관련한 알고리즘을 이용하여 설계된다.

소정의 실시예에서, 렌즈는 환자의 눈의 웨이브프런트 수차(wavefront aberration)를 교정 또는 감소시키도록 설계된다. 웨이브프런트 수차는 레퍼런스 표면과 광의 중앙 스폿의 실질 광 웨이브프런트 사이의 거리의 3차원 프로파일, 예를 들어 본문에서 레퍼런스로 참조되는 미국 특허 제6,585,375호의 도1 및 1997년 "Der Ophtalmologe"지의 6호{미어델(Mierdel) 외}에 도시된 바와 같이 이상적인 구형이다. 웨이브프런트 수차는 눈의 동공의 임의의 포인트에서, 이미지 포인트에서 센터링된 이상 기준 웨이브프런트와 실제 이미지 웨이브프런트 사이의 광학 경로 차이로 이해될 수 있다. 웨이브프런트 수차를 측정하는 방법은 본 기술 분야의 당업자에게 널리 알려져 있다.

간략하게 설명하면, 네이더, 엔.(Nader, N.)의 "새로운 언어의 이해: 웨이브프런트 가이드 절제의 용어의 이해"(2003년 1월 1일 안구 수술 뉴스)에 개시된 바와 같이, 수차계(예를 들어, 눈의 수차를 측정하는 기구)가 눈을 떠나는 수차 화상을 측

정하는데 사용되거나 또는 망막 상으로 조사된 그리드의 형상을 측정하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 환자가 시각 고정 타겟에 시야를 유지하는 동안, 상대적으로 좁은 입력 레이저 빔이 동공을 통해 지향되고 환자의 눈의 망막 상으로 포커싱 되어 망막 상에 점광원(point-light source)을 생성한다. 광은 동공을 통해 망막으로부터 반사되고, 눈으로부터 통과하는 광의 웨이브프런트는 웨이브프런트 센서에 통과된다. 본 기술 분야의 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 웨이브프런트는 광원으로부터 등거리인 전자기파의 모든 필드 포인트를 연결하는 표면으로서 정의될 수 있다. 광선은 눈을 떠나서 광선의 편차를 검지하는 렌즈의 어레이를 통과할 수 있다. 웨이브프런트는 렌즈, 망막, 수양액 및 유리액과 같은 눈의 굴절 매체의 굴절 특성에서의 이질성에 의해 편위되거나 또는 왜곡된다. 이후에, 최종 화상은, 예를 들어 전하 결합 소자(CCD) 카메라에 의해 전형적으로는 기록된다.

이후에, 웨이브프런트는 전형적으로는 재구성되고, 편차는 3차원으로 수학적으로 표시된다. 웨이브프런트 편위는 광선의 방향을 분석함으로써 적어도 부분적으로는 계산될 수 있다. 대체로, 평행 광 비임은 거의 수차가 없는 웨이브프런트를 지칭하고, 비평행 광 비임은 등거리 초점을 제공하지 않는 수차를 갖는 웨이브프런트를 지칭한다.

전형적으로는, 제니케 다항식이 안구 수차를 측정하거나 또는 분석하는데 사용된다. 각각의 제니케 다항식은 형상 또는 3차원 표면을 표시한다. 본 기술 분야의 당업자가 이해하는 바와 같이, 제니케 다항식은 무한 집합이지만, 안과에서는 제니케 다항식이 대개 제1 15차 다항식에 한정된다. 2차 제니케 항은 디포커스 및 비점수차와 같은 종래의 수차를 나타낸다. 2차 수차 이상의 수차는 고차 수차라 불려진다. 고차 수차는 대개 종래의 구면 원주 렌즈에 의해 교정될 수 없다. 고차 수차의 예는 코마, 구면 수차, 트레포일(3중 대칭을 갖는 웨이브프런트) 및 쿼드레포일(quadrefoil)[4중 대칭을 갖는 웨이브프런트]를 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 많은 고차 수차는 대칭이 아니지만, 구면 수차와 같은 고차 수차는 대칭일 수 있다.

본 발명에 따르면, 환자의 눈의 웨이브프런트 수차는 측정되어 적절한 렌즈 구성을 용이하게 하도록 분석될 수 있다. 본 발명의 렌즈는 이후에, 임의의 웨이브프런트 수차뿐만 아니라 환자의 각막 표면의 형상 또는 지세를 고려하여 본문에 설명된 바와 같이 형상화될 수 있다. 예를 들어, 눈의 각막 표면 형상에 대응되는 후방면을 갖도록 렌즈 본체를 먼저 형성하고, 이후에 환자의 눈과 관련된 임의의 웨이브프런트 수차를 교정하도록 렌즈 본체를 형성한다. 이에 따라, 콘택트 렌즈는 환자의 눈의 웨이브프런트 수차를 교정하도록 구성된 렌즈 본체로 얻어진다. 바람직하게는, 콘택트 렌즈는 각막 표면 형상, 비점수차, 웨이브프런트 수차 및 광출력에서의 변화와 같은 인자를 고려하면서 특정 환자 맞춤형이 되도록 제공된다. 실시예에서, 콘택트 렌즈에는 벨러스트와, 웨이브프런트 수차 교정 표면을 포함하는 광학 영역이 제공된다. 웨이브프런트 수차 교정 표면은 전방면, 후방면 또는 전방면과 후방면 모두에 제공될 수 있다. 이에 따라, 소정의 실시예에서, 본 발명의 렌즈는 고차 웨이브프런트 수차를 교정하거나 또는 감소시킨다. 고차 웨이브프런트 수차가 비대칭인 경우에, 렌즈는 웨이브프런트 수차를 교정하기 위하여 소정의 방향을 실질적으로 유지하도록 구성된다. 소정의 실시예에서, 웨이브프런트 수차 교정 방향은 렌즈 상에서 벨러스트를 이용함으로써 달성된다. 다른 실시예에서, 렌즈는 복수의 두껍게 된 부분 또는 웨이브프런트 수차를 교정하거나 감소시키도록 적절한 방향을 용이하게 하는 부분을 포함할 수 있다.

3종류의 렌즈의 본 발명의 발명에 따른 후방부 및 전방면의 구성의 결과가 도5a 내지 도7b에 3차원 개략 도면에 의해 도시된다. 특히, 도5a, 도6a 및 도7a는 3가지 렌즈 종류의 후방면/각막 분리를 도시하고, 도5b, 도6b 및 도7b는 3가지 렌즈 종류의 반경 두께 프로파일을 도시한다.

도7a 및 도7b를 특히 참조하면, 복합 렌즈 설계는 그 가변 표면 형상부에도 불구하고 평활하고 실질적으로 이음매가 없는 것으로서 도시된다. 본 발명의 당업자는 이러한 복합 렌즈 설계는 렌즈 설계 기술 및 방법에 수학적으로 기초한 종래의 2차원을 사용하여 제조될 수 없다는 것을 알 수 있다. 나아가, 도7b에 도시된 렌즈 표면의 외형은 오프셋된 회전식 대칭 곡선들 및 다른 정교한 현재의 설계 방법을 사용하여 제조될 수 없다는 것을 이해한다.

샘플 데이터 포인트를 제공하는 단계는 샘플 데이터 포인트, 예를 들어 시상면 깊이가 지정 표면을 나타내도록 지정, 공급 또는 선택될 수 있는 종래의 기술 및 장비를 이용하여 달성될 수 있다.

본 기술 분야의 당업자가 이해하는 바와 같이, 제한된 수의 분산 데이터 포인트 및 명세 사항이 주어진, 3차원적으로 평활한 표면을 수학적으로 나타내는 작업은 특정 형상 및 설계 명세 사항에 대하여 많은 방법에 의해 달성될 수 있다. 하나의 알고리즘이 예를 들어 다양한 정밀도를 제공함으로써 다른 하나의 알고리즘보다 나은 기술을 제공할 수 있다. 본 발명이 임의의 특정 알고리즘 또는 알고리즘들의 조합에 제한되지 않는다는 것이 인지될지라도, 본 발명은 이후에 따르는 3가지 알고리즘에 의해 예시될 수 있다.

3차원 외형을 갖는 렌즈 표면을 형성하는 단계는 컴퓨터 구동 밀링 머신 또는 선반 또는 다른 적절한 절삭 공구를 이용하여 렌즈를 형성하는 것을 포함한다. 모사된 3차원 표면은 컴퓨터 구동 선반 내로 디지털 형식으로 입력될 수 있고, 상기 선반은 렌즈 블랭크, 공구 삽입체(예를 들어, 구조 성형 렌즈에서) 또는 각막(예를 들어, 레이저 수술시)을 이음매가 없는 3차원 표면으로 절삭하도록 프로그램된다.

안구용 렌즈의 중심부는 전형적으로는 광학 교정을 제공하는 렌즈의 "광학 영역"으로서 지칭된다. 착용자에 따라서, 광학 영역은 구형 원추 단면에 의해 표시될 수 있고, 이는 원환체 광학 영역과 같은 더 복잡한 형상일 수도 있다. 본 발명은 훨씬 복잡한 설계뿐만 아니라 원환체 콘택트 렌즈의 설계에 특히 효과적이다.

(대개 "원환체 콘택트 렌즈로 불려지는) 원환체 광학 영역과 같은 원환체 표면을 갖는 콘택트 렌즈는 비점수차와 관련한 눈의 굴절 이상을 교정하는데 대개 사용된다. 비점수차는 근시, 원시, 노안 등과 같은 다른 굴절 이상과 관련된다. 원환체 콘택트 렌즈는 하나 이상의 구형 교정으로 처방될 수 있다.

구형 콘택트 렌즈는 눈 위에서 자유롭게 회전할 수 있지만, 원환체 콘택트 렌즈는 원환체 영역의 원통형 축이 비점수차의 축과 대개 정렬되게 유지되도록 눈 위의 렌즈의 회전을 억제 또는 감소시키도록 밸러스트 또는 두꺼운 렌즈 부분을 포함한다. 밸러스트는 본 발명에 의해 다루어질 수 있는 렌즈에 비대칭 성분을 제공한다. 소정의 실시예에서, 밸러스트는 렌즈 본체의 전방면을 변화시킴으로써 한정된다. 다른 실시예에서, 밸러스트는 렌즈 본체의 전방면 및 후방면 모두를 변화시킴으로써 한정된다.

다초점 콘택트 렌즈에는 수직 렌즈 병진 운동을 용이하게 하도록 가변 표면 형상부가 제공된다. 가변 표면 형상부는 밸러스트를 포함할 수 있거나 또는 수직 렌즈 병진 운동을 용이하게 하는 하나 이상의 돌기 또는 돌출부와 같은 렌즈의 전방면 또는 후방면 또는 전방면과 후방면 모두에 다른 구조적 형상을 포함할 수 있다. 돌기의 예는 다른 것들 중에서 랫지(ledge), 릿지(ridge), 립(lip) 및 리브(rib)를 포함한다. 랫지와 리브는 렌즈 본체의 전방면으로부터 전방으로 돌출하는 렌즈 본체의 영역으로서 제공될 수 있다. 랫지는 렌즈 본체가 급격하게 하지만 매끄럽게 두꺼운 부분으로부터 얇은 부분으로 변화하는 렌즈 본체의 영역으로서 제공될 수 있다.

본문에서 사용되는 수직 렌즈 병진 운동은 눈의 동공에 대하여 눈 위의 콘택트 렌즈의 상대적인 상하 또는 수직 운동을 지칭한다. 이에 따라, 수직 렌즈 병진 운동은 렌즈의 운동, 눈의 운동 또는 렌즈와 눈의 운동의 조합에 의해 생긴 눈의 동공에 대한 콘택트 렌즈의 상대적인 위치의 변화를 지칭할 수도 있다.

예를 통하여 비제한적으로, 이초점 렌즈와 같은 다초점 렌즈는 2개의 광출력을 가진 광학 영역을 포함할 수도 있다. 이에 따라, 광학 영역은 제1 광출력을 가진 윗부분과 제2 광출력을 가진 아래 부분을 구비할 수 있다. 광학 영역의 아래 부분은 독서에 적합한 광출력을 가질 수 있어서 독서 또는 근접 영역을 한정한다. 전형적으로는, 다초점 광학 영역을 가진 눈이 전방을 향할 때(예를 들어, 수평으로), 독서 영역은 눈의 동공의 중심의 아래 또는 실질적으로 아래에 위치되고, 실질적으로 모든 시력 교정은 렌즈의 광학 영역의 윗부분에 의해 제공된다. 예를 들어, 눈이 책을 보기 위하여 아래로 운동할 때, 본 발명의 렌즈는 수직으로 상향으로 효과적으로 운동하여서, 독서 영역은 독서 영역의 광출력에 기초한 시력 교정을 제공하도록 동공의 적어도 일부분을 덮는다.

소정의 실시예에서, 눈이 하향으로 운동함에 따라 동공이 렌즈의 아래 부분에 의해 덮여지도록 눈이 하향으로 회전하기 때문에, 렌즈의 효과적인 상향 운동은 고정된 위치에 렌즈를 실질적으로 유지시킴으로써 달성될 수 있다. 다른 실시예에서, 렌즈의 효과적인 상향 운동은, 예를 들어 눈의 하나 이상의 눈꺼풀에 의해 렌즈 상에 가해진 작용에 의해 상향으로 렌즈의 운동에 의해 달성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 하부 눈꺼풀은 상대적으로 고정된 위치에 렌즈를 고정시키도록 렌즈의 표면 상의 밸러스트 또는 다른 형상부와 결합할 수 있다. 눈이, 예를 들어 회전함으로써 아래로 향할 때, 하부 눈꺼풀은 렌즈를 약간 하향으로 운동시킬 수 있지만, 눈의 회전은 동공이 적어도 광학 영역의 아래 영역 부분에 의해 덮여지게 하도록 렌즈의 운동보다 상대적으로 크다.

이러한 렌즈의 가변 표면 형상부는 렌즈 본체의 두께 또는 전방 및/또는 후방면의 형상을 변화시킴으로써 형성될 수 있는 밸러스트의 형태이다. 소정 실시예에서, 효과적인 수직 렌즈 병진 운동은 렌즈 두께의 변화율을 제어함으로써 얻어진다. 원환체 콘택트 렌즈와 비교하면, 밸러스트를 갖춘 다초점 렌즈는 밸러스트 구역에서 상대적으로 더 큰 변화율을 가질 수 있다. 이에 따라, 본 발명에 따른 다초점 렌즈는 상기 설명된 바와 같이 효과적인 수직 렌즈 병진 운동을 제공하도록 구성되는 밸러스트를 구비할 수 있다.

도8을 특히 참조하면, 본 발명은 안구용 렌즈의 후방면 및 전방면 각각을 성형하는 주조용에 적합한 공구 또는 공구 삽입체(112, 113)를 추가로 포함한다. 공구 삽입체(112, 113)는 각각의 공구 삽입체의 표면의 음각을 갖는 제1 성형부 또는 반부(117)와 제2 성형부 또는 반부(118)를 형성할 때에 성형 장치(115, 116) 내에 위치되도록 구성된다. 삽입체(112, 113)의 표면은 소정의 안구용 렌즈의 후방면과 전방면 각각에 대응하는 실질적으로 매끄러운 이음매가 없는 3차원 비대칭 표면이다. 성형부 또는 반부(117, 118)는 렌즈 형상 공동을 한정하는 조립 성형체(120)를 형성하도록 함께 조립된다. 중합 반응성/경화성 단량체 조성물은 공동 내에 위치되고, 예를 들어 콘택트 렌즈를 형성하도록 중합 반응 및/또는 경화에 의해 처리된다. 이러한 공정은 본 기술 분야의 당업자에게 알려져 있으므로 상세하게 설명하지는 않는다. 렌즈는 탈형되고, 살균, 패키징 등과 같은 종래의 추가적인 처리 단계에 놓여질 수 있다.

본문에 개시된 바와 같이 공구 삽입체 및 이러한 공구 삽입체에 의해 제조된 성형 섹션은 본 발명의 범위 내이다.

본 발명의 다른 실시예에서, 눈의 각막을 재성형하기 위한 방법이 제공된다. 이 방법은 환자, 예를 들어 인간의 눈의 교정된 각막 표면을 나타내는 샘플 데이터 포인트를 선택 또는 지정하는 단계와, 실질적으로 매끄럽고 연속적인 3차원 표면을 생성하도록 적어도 하나의 알고리즘을 사용하여 샘플 데이터 포인트 들을 내삽하는 단계를 포함한다. 바람직하게는, 환자의 각막의 비교정 표면의 3차원 표면으로부터 샘플 데이터 포인트들이 얻어지고, 매끄럽고 실질적으로 이음매가 없는 모사된 3차원 비교정 표면을 생성하도록 적어도 하나의 알고리즘을 이용하여 내삽된다. 모사된 표면 외형, 바람직하게는 모사된 비교정 표면 외형이 제공된 종래의 컴퓨터 구동 레이저 시스템을 사용하여, 각막은 모사된 표면 외형에 근접하도록 재성형된다. 본 발명의 이러한 실시예에서, 이 방법은 간질 각막 조직(corneal stromal tissue)을 선택적으로 절제하거나 또는 재성형, 몇몇 경우에는 전방 각막 플랩의 임시적인 제거를 함으로써, 눈의 굴절 능력을 변경하도록 종래의 각막 굴절 레이저 수술 시스템과 함께 사용될 수 있다. 이 방법은 개선된 광학 교정을 위한 고각 각막 성형, 즉 동공 중심 등과 종종 정렬되지 않는 각막 정점 위에서 센터링된 교정을 제공할 때, 예를 들어 비점수차를 교정하기 위하여 각막 표면과 같은 비대칭 표면의 형성 시 유용하다.

다음의 비제한적인 예들이 본 발명의 소정의 태양을 예시한다.

예들

본 발명의 방법에 기초한 원환체 렌즈의 설계

본 발명에 따른 원환체 콘택트 렌즈를 설계하는데 채용되는 단계는,

- (1) 각막 형상을 결정하는 단계,
- (2) 소정의 렌즈/각막 피팅 관계의 선택 및 표시하는 단계,
- (3) 원환체 광학 영역을 포함하는 후방면의 특징하는 단계,
- (4) 3차원으로 렌즈의 후방면을 표시하도록 알고리즘 X를 이용하는 단계,
- (5) 렌즈의 중심 두께의 특징하는 단계,
- (6) 렌즈의 광출력을 선택하는 단계,
- (7) 렌즈 질량 분포(선택된 샘플 포인트들)를 선택하는 단계,
- (8) 그래픽 표시를 포함하여 3차원으로 렌즈의 전방면을 표시하도록 알고리즘 X를 이용하는 단계를 포함한다.

알고리즘 X는 소정의 모사된 3차원 표면을 제공하도록 내삽에 적합한 임의의 적절한 알고리즘일 수 있다. 데이터 포인트들 사이에서의 내삽에 사용된 적절한 알고리즘을 사용하는 이러한 3가지 수학적 방법이 제공되어 이하에 설명된다.

내삽법

일반적으로 말하면, n 데이터 포인트 및 이들의 값 $(z_1 \dots z_n) = [z(x_1, y_1) \dots z(x_n, y_n)]$ 은 미지의 기초 표면 $f^*(x, y)$ 의 불완전한 표시로 구성되어 특정된다. 전반적으로, 내삽 함수 $f(x, y)$ 는 $f(x_i, y_i) = z_i, i = 1, \dots, n$ 이고 $n \rightarrow \infty$ 일 때 단순하게 $f \rightarrow f^*$ 가 되도록 선택된다. 기본 표면 f^* 의 평활도는 적어도 C^1 (또는, 세그먼트식으로 C^1)에서 대체로 고려되고, 이러한 가정은 수학적 공식으로 구축된다.

I. 셰파드(shephard) 방법 (셰파드, 1968)

기본적인 셰파드 방법에서, 임의의 점(x, y)에서의 내삽치 ϕ 는 가중치가 (x, y)와 데이터 포인트 사이의 거리의 역제곱에 비례하는 데이터 포인트들의 가중된 합에 의해 정의된다.

그 가장 단순한 형태에서, 알고리즘은 아래의 식으로 표현될 수 있다.

$$\phi(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^N h_i |(x, y) - (x_i, y_i)|^{-2}}{\sum_{i=1}^N |(x, y) - (x_i, y_i)|^{-2}}$$

여기서, h_i 는 i 번째 데이터 포인트이고, (x_i, y_i) 는 그 위치이며, N은 데이터 포인트들의 수이다.

II. 내삽 방법(클라인과 렌카, 1984)

다음은 이후 CR 설계로서 언급되는 내삽 방법의 요약적 설명이고, 이 방법은 클라인 에이.케이. 및 렌카, 알.제이.의 1984년, 로키 마운틴 제이. 매쓰. 14(1) 119-139 "티젠(Thiessen) 삼각법의 구성에 대한 저장 효율 방법", 클라인 에이.케이. 및 렌카, 알.제이.의 1984년, 로키 마운틴 제이. 매쓰. 14(1) 223-237 "삼각형계 C^1 내삽 방법", 렌카, 알.제이.의 1984년 ACM 트랜스. 매쓰. 소프트웨어 10(4) 440-442, "알고리즘 624: 평면의 임의 분배 포인트에서의 삼각법 및 내삽법"에서 완전히 설명된다. 각각의 이러한 출판물은 본 명세서에 참조로 병합된다.

CR 계획은 다음의 단계를 포함한다.

- a. 공지된 데이터 포인트의 세트와 관련된 블록 선체를 삼각형으로 분할(CR 단계1)
- b. 각각의 데이터 포인트에서 내삽 함수 $f(x, y)$ 의 부분 유도식을 평가(CR 단계2)
- c. 블록 선체의 임의 포인트(x_0, y_0)에 대해, 내삽 함수 $f(x_0, y_0)$ 의 수치는 그 후 삼각형 포함(x_0, y_0)의 각각의 최고점에서 부분 유도식과 데이터 수치를 사용하여 계산될 수 있다. 이 계산은 삼각형 캡핑된 입방면을 기초로 한다.

단계1. 삼각법

S를 노드의 세트(데이터 포인트) $\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$ 로 하고, 여기서 $n \geq 3$ 이고 $i \neq j$ 에 대해 $(x_i, y_i) \neq (x_j, y_j)$ 로 하자. N_i 는 노드(x_i, y_i)를 나타내는데 사용된다. H를 블록 선체로 하자.

S의 삼각법은 다음의 특성, 즉, (i) 각각의 삼각형이 정확한 3개의 노드를 포함하고, (ii) 삼각형의 내부 구역은 한쌍으로 해체되고, (iii) H의 매 포인트는 T의 몇몇 삼각형에 포함되는 특성을 구비한 삼각형 T 세트이다.

상기 단계 (ii) 및 (iii)의 정확성을 최대화하기 위해, 가능한 거의 등각인 삼각형을 구성한다. 이렇게 하기 위해, T의 삼각형의 두 개의 최고점을 연결하여 $i \neq j$, 지시없는 라인 세그먼트 $N_i \leftrightarrow N_j$ 로 아크를 한정한다. 아크 $N_i \leftrightarrow N_j$ 는 만약 H의 경계부에 놓이거나 노드를 공유하는 한 쌍의 인접한 삼각형에 의해 한정된 4변형이 엄격하게 블록하지 않으면 국부적으로 최적이다.

요구되는 삼각법은 모든 아크가 국부적으로 최적인 것이다. 결과적인 삼각법은 티젠 삼각법 또는 델라우네이 삼각법으로 불린다. 클라인과 렌카(1984)는 티젠 삼각법을 생성하도록 다음의 알고리즘을 제공한다.

- 각각의 노드 N_i 에 대해, N_i 와 관련된 티젠 구역이 모든 $i \neq j$ 에 대해 $|(x, y) - N_i| < |(x, y) - N_j|$ 를 만족시키는 포인트 (x, y) 의 세트가 되도록 정의한다.
- 한 쌍의 노드 (N_1, N_2) 는 만약 그 대응 티젠 구역이 적어도 하나의 포인트를 공유하면 티젠 인접부가 된다. 만약 그 구역이 하나의 지점을 정확하게 공유하면, N_1 및 N_2 는 약한(weak) 티젠 인접부라 불리고, 만약 그것이 두 개 이상의 포인트를 공유하면, 그들은 강한 티젠 인접부라 불린다.
- 모든 쌍의 강한 티젠 인접부를 연결하고 k 노드가 공통 원 상에 놓일 때 약한 인접부를 연결하는 $k-3$ 비교차 아크를 임의로 선택한다($k \geq 4$).

단계2. 각각의 데이터 포인트에서 내삽 함수 $f(x,y)$ 의 부분 유도식을 평가한다.

삼각법을 실행한 후, CR 설계의 다음 단계는 각각의 노드에서 내삽 함수의 부분 유도식을 결정하는 것이다.

다음의 부분 유도식 벡터의 수치가 발견된다.

$$D_{(x,y)} = \left(\frac{\partial f}{\partial(x,y)}(x_1, y_1), \dots, \frac{\partial f}{\partial(x,y)}(x_n, y_n) \right) \quad (1)$$

이러한 벡터는 내삽 함수 $f(x,y)$ 의 H에 대해 선형 곡물의 L_2 표준을 최소화한다. 이는 4변형 함수를 최소화하는 부분 유도식(1)의 수치를 발견하는 문제를 직접 야기한다.

$$Q_k(D_x, D_y) = \int_{P_k} \left\{ \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \right)^2 \right\} dx dy \quad (2)$$

여기서 P_k 는 노드 k 를 포함하는 삼각형의 패치이다. 렌가와 클라인(1984)에서 설명된 바와 같이, 식(2)은 요구되는 유도식 D_x 및 D_y 를 회복시키도록 블록 가우스-세이텔 방법에 의해 해석되는 선형 시스템에 안내한다.

$$\frac{\partial Q_k}{\partial D_x} = 0, \quad \frac{\partial Q_k}{\partial D_y} = 0 \quad (3)$$

단계3. 샘플링

블록 선체의 임의 포인트의 경우, 내삽 함수의 수치는 임의 포인트를 포함하는 삼각형의 각각의 최고점에서 부분 유도식과 데이터 수치를 사용하여 계산될 수 있다. 이 계산은 삼각형을 캡핑하는 입방면을 기초로 한다.

이전 두 개의 단계는 그 표면의 공지된 데이터 지점에서 내삽 함수의 골격을 구성한다. 아래놓인 표면에 대한 기본 공식이 없이, 그 표면의 수학적 설명은 $f(x,y)$ 를 나타내는 알고리즘이 인터레스트 구역에서 임의 $(x,y)=(x_0,y_0)$ 에 대한 합리적인 수치로 복귀될 때 완성된다.

이 처리는 내삽 및 유한 요소 분석에서 공통적인 것이고, 따라서 본 명세서에서 상세히 설명되지 않는다. 요약하면, 몇몇 $(x_0,y_0)=H$ 에 대한 $f(x_0,y_0)$ 의 수치는 로슨(1976)에 의한 절차에 의해 계산된다. (x_0,y_0) 를 포함하는 삼각형(T) 상에, f 의 국부적 구조는 삼각형에 걸쳐 있는 입방 요소 $F(x,y)$ 에 의해 나타낸다. 국부적 요소(F)는 다음의 특성을 갖는다.

1. F는 (x_0,y_0) 를 포함하는 삼각형의 중심에 최고점을 연결함으로써 형성된 동등한 영역의 세 개의 하부삼각형 각각에서의 진성 입방체이다(바이큐빅이 아니다).

2. F는 C^1 이다.

3. 각각의 삼각형 에지 상에, $N_i \leftrightarrow N_j$, F는 단부포인트 N_i 및 N_j 에서 그 방향 유도식 및 z_i, z_j 의 헤르미트(Hermite) 입방 내삽이다. 더욱이, $N_i \leftrightarrow N_j$ 에 수직 방향으로 F의 유도식은 N_i, N_j 에서 보통 유도식을 내삽한다.

최종 두 개의 특성은 삼각형 측면 상의 임의의 포인트에서의 유도식이 측면의 단부포인트에서 그 수치에 의해 완전히 결정되기 때문에 삼각형 경계부에 대해(이에 따라 전체 구역 H에 걸쳐) C^1 연속성을 보증한다.

국부적 입방 요소 F의 구조로, 국부적 공지된 데이터 포인트 사이에 놓인 수치가 결정될 수 있다. 따라서, 이 표면은 데이터에 의해 커버된 구역에서의 임의의 포인트에서 알 수 있다.

III. 내삽 방법(바이큐빅 스플라인)

디에르크, 피.의 1981년 수치 분석의 IMA 저널 볼륨 1.267 내지 283페이지의 "스플라인 함수를 가진 표면 피팅에 대한 알고리즘"에서 설명된 내삽 방법은 분산된 데이터 포인트(x_i, y_i, h_i) 중량 w_i 의 세트에 매끄러운 바이큐빅 스플라인 접근 $\phi(x, y)$ 를 계산하고, 여기서, $i=1 \dots N$ 이다. 스플라인은 소정의 B-스플라인 표시이다.

$$\phi(x, y) = \sum_k \sum_l c_{kl} Q_k(x) P_l(y) \quad (4)$$

여기서 $Q_k(x)$ 및 $P_l(y)$ 는 상호작용적으로 계산된 노트의 세트 상에 한정된 표준화된 입방체 B-스플라인이고, 계수(c_{kl})가 결정된다.

k 번 반복해서, 현재 노트 세트는 적어도 정방형으로 데이터에 바이큐빅 스플라인을 맞추는데 사용된다. 이후 잔류 변화가 계산된다. 만약 θ 가 사용자 특정화된 비 음수 제한치 S 보다 크면, 노트 세트는 피트가 $(k+1)$ 번 반복을 위해 노트 세트를 생성하도록 가장 빈약한(즉, 여기서 θ 는 가장 큼) 구역에 여분의 노트를 추가함으로써 개량된다. 많은 이러한 반복 후에, 이 표준 $\theta \leq S$ 는 충족되고, 노트 세트가 허용된다.

$$\theta = \sum_{i=1}^N w_i^2 (h_i - \phi(x_i, y_i))^2 \quad (5)$$

피. 키에르크에 의한 상술된 출판물은 본 명세서에 참조로 완전히 병합된다.

그 표면의 최종 접근은 그 후 제한 $\theta < S$ 에 놓인 전체적인 완만한 측정을 최소화하는 식(4)의 계수를 발견하는 최적 문제에 대한 해법으로 계산된다.

본 발명이 장점으로 사용될 수 있는 방법을 설명할 목적으로 무집합의 3차원 표면을 가진 특정 안구용 렌즈 및 본 발명에 따라 동일한 것을 제조하는 방법이 위에서 설명되었지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다고 이해해야 한다.

본 발명은 다양한 특정 예 및 실시예에 대해 설명되지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고 다음의 청구범위의 범위 내에서 다양하게 실시될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

콘택트 렌즈이며,

전방면 및 일반적으로 대향 후방면을 갖고 눈에 위치되도록 채용되고 구성되고 실리콘 하이드로겔을 구비한 렌즈 본체를 포함하고,

상기 전방면과 후방면 중 적어도 하나는 사실상 매끈하고 무접합 3차원 비대칭면이고, 콘택트 렌즈는 콘택트 렌즈의 사실상 무접합의 가변 반경 두께를 한정하는 적어도 하나의 외형을 가진 가변 표면 형상부를 갖고, 가변 표면 형상부는 콘택트 렌즈가 눈의 각막 표면에 위치될 때 렌즈 착용감, 렌즈 방향성, 수직 렌즈 병진 및 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 용이하게 하는 콘택트 렌즈.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 후방면은 사실상 매끄럽고, 무접합 3차원 비대칭 표면인 콘택트 렌즈.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 전방면은 사실상 매끄럽고, 무접합 3차원 비대칭 표면인 콘택트 렌즈.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 전방면과 후방면 모두는 사실상 매끄럽고, 무접합 3차원 비대칭 표면인 콘택트 렌즈.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 콘택트 렌즈는 밸러스트를 한정하는 가변 전방면을 갖는 콘택트 렌즈.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 밸러스트를 한정하는 가변 후방면 및 가변 전방면을 갖는 콘택트 렌즈.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 원환체 표면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 렌즈 본체의 후방면은 렌즈 본체가 눈의 각막의 표면에 위치될 때 각막 표면의 곡률에 근접하도록 구성되는 콘택트 렌즈.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 다초점 광학 구역을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 환자 눈의 웨이브프런트 수차를 감소시키거나 교정시키도록 구성되는 콘택트 렌즈.

청구항 11.

콘택트 렌즈이며,

친수성 실리콘 폴리머 성분을 구비한 렌즈 본체를 포함하고,

상기 렌즈 본체는 콘택트 렌즈의 사실상 무접합 가변 반경 두께를 한정하는 적어도 하나의 외형을 가진 가변 표면 형상부 및 원환체 표면을 구비하고,

상기 가변 표면 형상부는 콘택트 렌즈가 눈의 각막 표면에 위치될 때 렌즈 착용감, 렌즈 방향성, 수직 렌즈 병진 및 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 용이하게 하는 콘택트 렌즈.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 실리콘 하이드로겔을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 13.

제11항에 있어서, 상기 친수성 실리콘 폴리머는 친수성 실리콘 폴리머로 중합반응하기 위한 실리콘 함유 단량체를 구성하는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 단량체 및 그 혼합물로부터의 유닛을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 적어도 하나의 단량체는 실록산, 실리콘 함유 아크릴레이트, 실리콘 함유 메타크릴레이트 및 그 혼합물로 구성된 그룹으로부터 선택된 콘택트 렌즈.

청구항 15.

제11항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 눈의 난시를 교정하도록 구성된 콘택트 렌즈.

청구항 16.

제11항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 벨러스트를 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 17.

제11항에 있어서, 상기 가변 표면 형상부는 콘택트 렌즈의 전방면 상에 제공되는 콘택트 렌즈.

청구항 18.

제11항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 사실상 매끄럽고, 무접합 3차원 비대칭 후방면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 19.

제11항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 사실상 매끄럽고, 무접합 3차원 비대칭 전방면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 20.

제11항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 렌즈 본체가 눈의 각막 표면에 위치될 때 각막 표면의 곡률에 근접하도록 구성된 후방면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 21.

제20항에 있어서, 상기 후방면은 렌즈 본체가 눈의 각막 표면에 위치될 때 렌즈 본체 후방면과 각막 표면 사이에 사실상 균일한 거리를 유지시키도록 구성된 콘택트 렌즈.

청구항 22.

제11항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 환자의 눈의 웨이브프런트 수차를 교정하거나 또는 감소시키도록 구성된 콘택트 렌즈.

청구항 23.

콘택트 렌즈이며,

전방면과 일반적으로 대향하는 후방면을 갖고 눈에 위치되도록 채용되고 구성된 렌즈 본체를 포함하고,

전방면과 후방면 중 적어도 하나는 사실상 매끄럽고 무접합 3차원 비대칭 표면이고, 상기 콘택트 렌즈는 콘택트 렌즈의 사실상 무접합 가변 반경 두께를 한정하는 적어도 하나의 외형 및 밸러스트를 한정하는 가변 표면 형상부를 갖고,

상기 가변 표면 형상부는 콘택트 렌즈가 눈의 각막 표면에 위치될 때 렌즈 착용감, 렌즈 방향성, 수직 렌즈 병진 및 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 용이하게 하는 콘택트 렌즈.

청구항 24.

제23항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 친수성 실리콘 폴리머 성분을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 25.

제24항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 실리콘 하이드로겔을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 26.

제23항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 원환체 표면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 27.

제23항에 있어서, 상기 후방면은 사실상 매끄러운 무접합 3차원 비대칭 표면인 콘택트 렌즈.

청구항 28.

제23항에 있어서, 상기 전방면은 사실상 매끄러운 무접합 3차원 비대칭 표면인 콘택트 렌즈.

청구항 29.

제23항에 있어서, 상기 전방면과 후방면 모두는 사실상 매끄러운 무접합 3차원 비대칭 표면인 콘택트 렌즈.

청구항 30.

제23항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 환자 눈의 웨이브프런트 수차를 교정하거나 또는 감소시키도록 구성된 콘택트 렌즈.

청구항 31.

콘택트 렌즈이며,

친수성 실리콘 폴리머 성분을 구비한 렌즈 본체를 포함하고,

상기 렌즈 본체는 다초점 광학 구역 및 콘택트 렌즈의 사실상 무접합 가변 반경 두께를 한정하는 적어도 하나의 외형을 가진 가변 표면 형상부를 구비하고,

상기 가변 표면 형상부는 콘택트 렌즈가 눈의 각막 표면에 위치될 때 렌즈 착용감, 렌즈 방향성, 수직 렌즈 병진 및 렌즈 안정성 중 적어도 하나를 용이하게 하는 콘택트 렌즈.

청구항 32.

제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 실리콘 하이드로겔을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 33.

제31항에 있어서, 상기 친수성 실리콘 폴리머는 친수성 실리콘 폴리머로 중합반응하기 위한 실리콘 함유 단량체를 구성하는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 단량체 및 그 혼합물로부터의 유닛을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 34.

제33항에 있어서, 상기 적어도 하나의 단량체는 실록산, 실리콘 함유 아크릴레이트, 실리콘 함유 메타크릴레이트 및 그 혼합물로 구성된 그룹으로부터 선택된 콘택트 렌즈.

청구항 35.

제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 밸러스트를 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 36.

제31항에 있어서, 가변 표면 형상부는 콘택트 렌즈의 전방면에 제공되는 콘택트 렌즈.

청구항 37.

제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 사실상 매끄럽고, 무접합 3차원 비대칭 후방면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 38.

제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 사실상 매끄럽고, 무접합 3차원 비대칭 전방면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 39.

제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 렌즈 본체가 눈의 각막 표면에 위치될 때 각막 표면의 곡률에 근접하도록 구성된 후방면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 40.

제39항에 있어서, 상기 후방면은 렌즈 본체가 눈의 각막 표면에 위치될 때 렌즈 본체 후방면과 각막 표면 사이에 사실상 균일한 거리를 유지시키도록 구성된 콘택트 렌즈.

청구항 41.

제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 이초점 광학 구역을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 42.

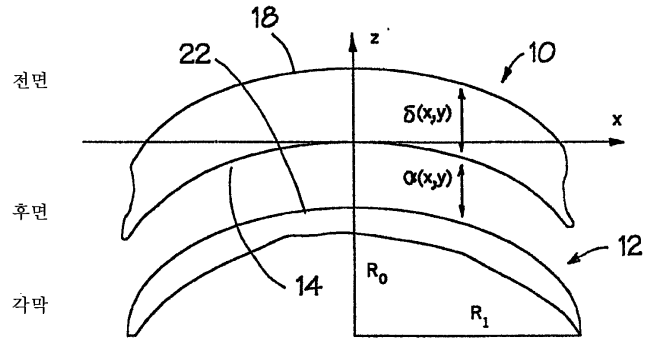
제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 밸리스트를 한정하는 가변 전방면과 가변 후방면을 포함하는 콘택트 렌즈.

청구항 43.

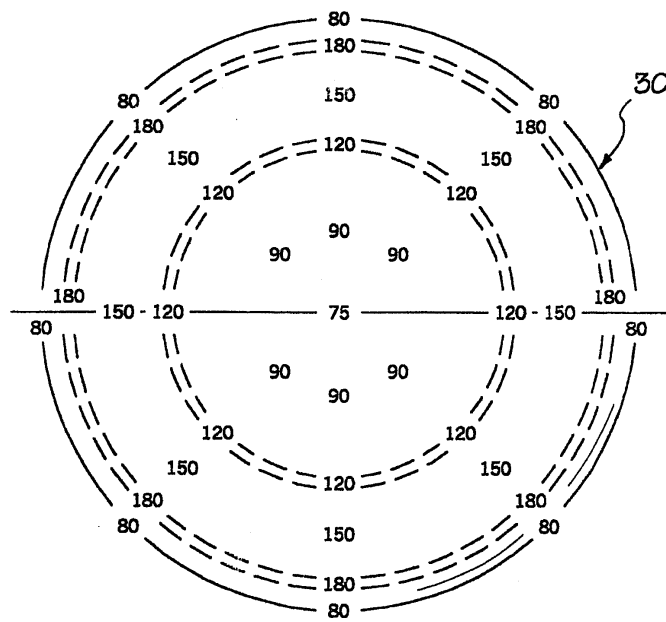
제31항에 있어서, 상기 렌즈 본체는 환자 눈의 웨이브프런트 수차를 교정하거나 또는 감소시키도록 구성된 콘택트 렌즈.

도면

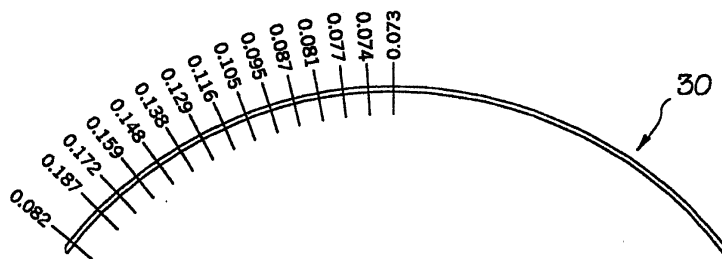
도면1



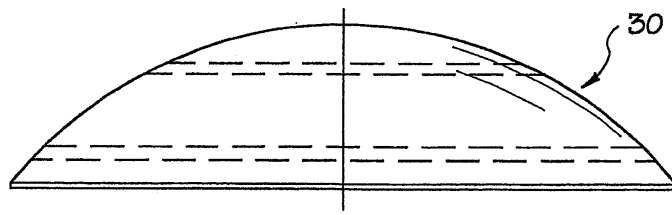
도면2a



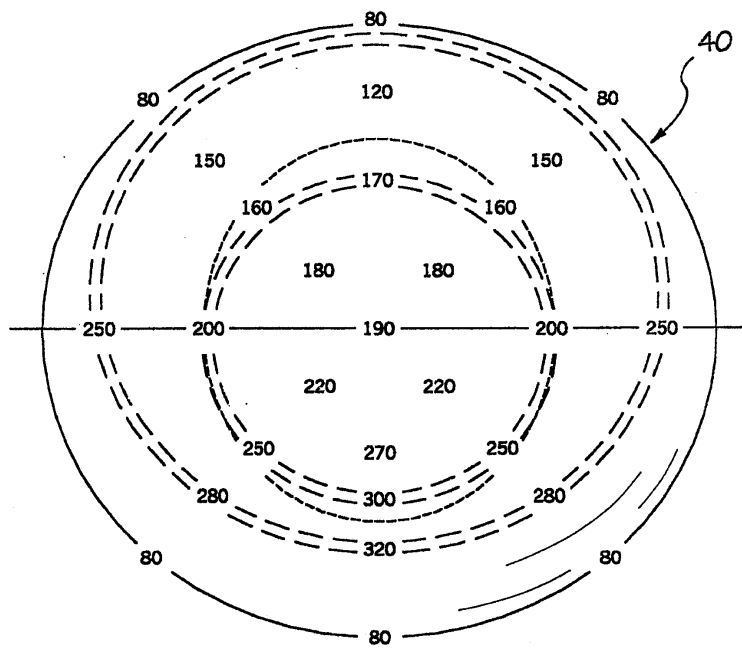
도면2b



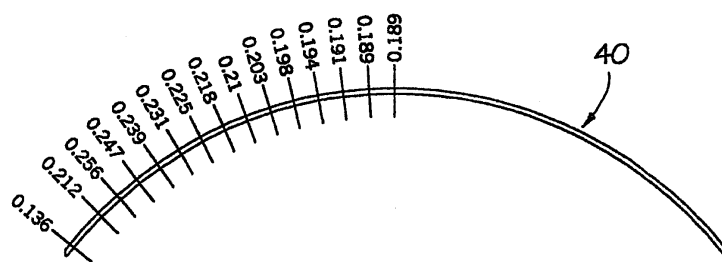
도면2c



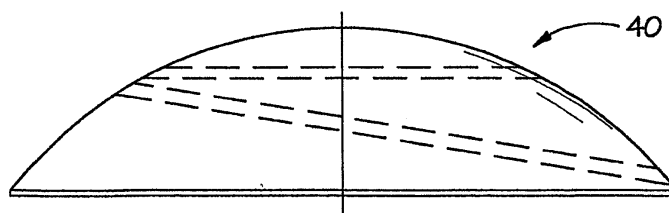
도면3a



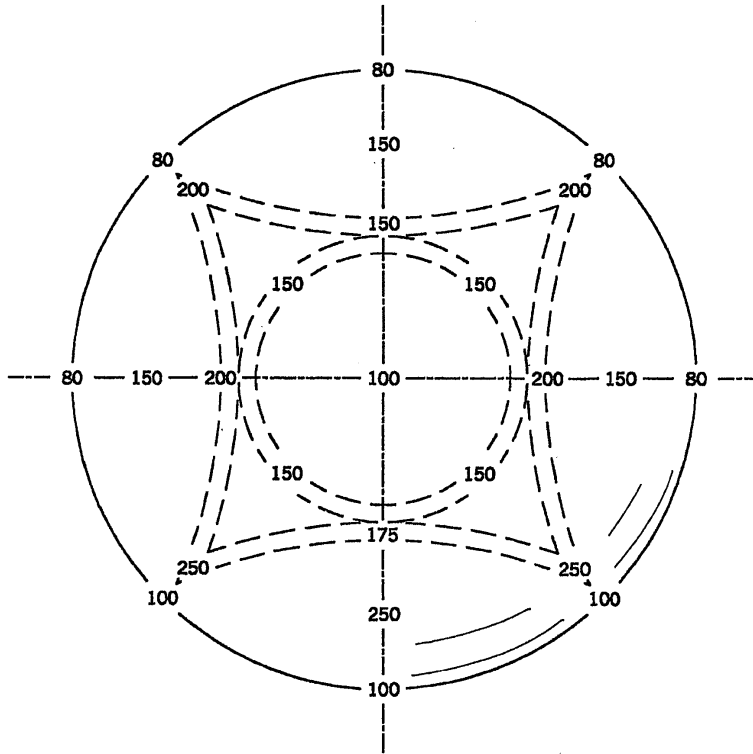
도면3b



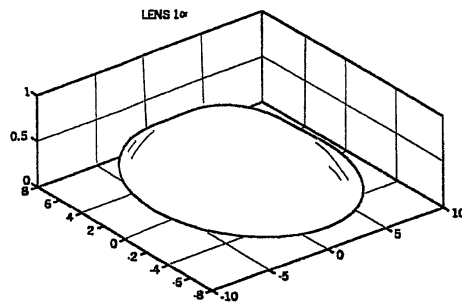
도면3c



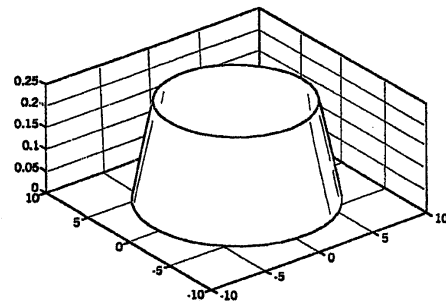
도면4



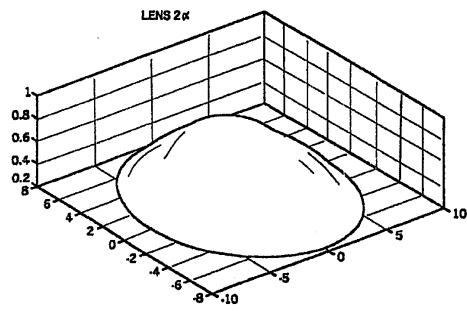
도면5a



도면5b



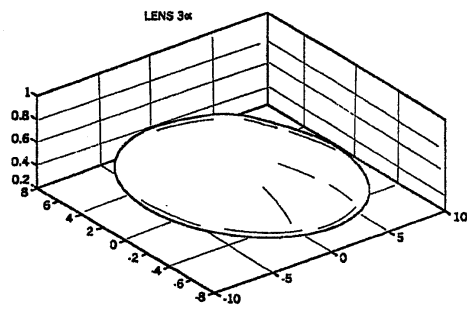
도면6a



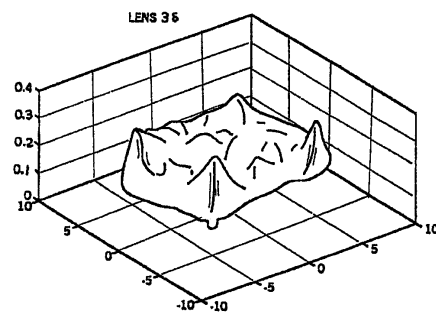
도면6b



도면7a



도면7b



도면8

