



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월01일
(11) 등록번호 10-2000911
(24) 등록일자 2019년07월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02C 7/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02C 7/066 (2013.01)
G02C 2202/24 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7003140
- (22) 출원일자(국제) 2017년11월29일
심사청구일자 2019년02월01일
- (85) 번역문제출일자 2019년01월30일
- (65) 공개번호 10-2019-0018732
- (43) 공개일자 2019년02월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2017/080886
- (87) 국제공개번호 WO 2018/100012
국제공개일자 2018년06월07일
- (30) 우선권주장
16002581.3 2016년12월01일
유럽특허청(EPO)(EP)
17179412.6 2017년07월03일
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
WO2011054058 A1
WO1997026579 A1

- (73) 특허권자
칼 자이스 비전 인터내셔널 게엠베하
독일, 73430 아알렌, 턴스트라세 27
- (72) 발명자
바르나스, 사울리우스
오스트레일리아, 사우스오스트레일리아주 5048,
브라이튼, 맥코이 스트리트 22
- (74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 27 항

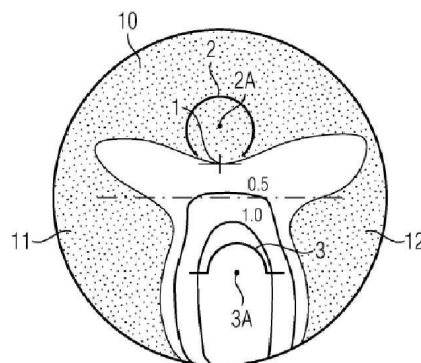
심사관 : 정향남

(54) 발명의 명칭 **프로그레시브 안경 렌즈, 프로그레시브 안경 렌즈를 제조하는 방법 및 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 방법**

(57) 요약

프로그레시브 안경 렌즈가 제공되며, 프로그레시브 안경 렌즈는, - 원거리 시력에 적용된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 제공하는 원거리 기준점(2A)을 갖는 상부 시야 구역(7); - 근거리 시력에 적용된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 제공하는 근거리 기준점(3A)을 갖는 하부 시야 구역(5)으로서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 나타내는, 하부 시야 구역(5); - 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력으로부터 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상부 시야 구역(7)과 하부 시야 구역(5) 사이의 회랑(6); 및 - 하부 시야 구역(5) 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)을 포함한다. 상부 시야 구역(7), 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)에서 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 존재하며, 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 또한, 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)은 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지할 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

프로그레시브 안경 렌즈로서,

- 원거리 시력에 적응된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점(2A)을 갖는 상부 시야 구역(7);
- 근거리 시력에 적응된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 상기 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점(3A)을 갖는 하부 시야 구역(5)으로서, 상기 제2 굴절력, 특히 상기 제2 평균 굴절력은 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 나타내는, 하부 시야 구역(5);
- 상기 특정 착용 위치에서, 굴절력, 특히 평균 굴절력이 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력으로부터 상기 제2 굴절력, 특히 상기 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상기 상부 시야 구역(7)과 상기 하부 시야 구역(5) 사이의 회랑(6);
- 상기 하부 시야 구역(5) 및 상기 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R); 및
- 상기 상부 시야 구역(7), 상기 좌측 주변 구역(4L) 및 상기 우측 주변 구역(4R)에서의 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)을 포함하며,

상기 특정 착용 위치에서 착용자가 경험하는 상기 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)에서 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않고,

상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)은 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하는 것을 특징으로 하는,

프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 착용자에 대한 상기 특정 착용 위치에서, 상기 굴절력, 특히 상기 평균 굴절력은 이의 회전 중심을 중심으로 이동하는 눈을 시물레이션함으로써 한정되고,

이에 의해 상기 굴절력, 특히 상기 평균 굴절력은, 눈이 1차 위치에 있을 때 상기 렌즈의 후방 정점 뒤의 20 mm 내지 30 mm 범위의 특정 간격에 위치된 상기 눈의 회전 중심 및 피팅 지점과 동공의 중심을 정렬시키도록 피팅된 상기 프로그레시브 안경 렌즈를 통해 무한원 물체를 보는 상기 이동하는 눈에 대해 셋업된 광선 추적으로부터 계산되며,

상기 굴절력, 특히 상기 평균 굴절력은, 상기 눈의 회전 중심에서 시작하여 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 상기 후방 정점과 접촉되는 구면을 기준으로 하고,

상기 시물레이션은 상기 눈 회전의 리스팅 회전 모델링을 포함하며, 상기 렌즈가 상기 피팅 지점에서 -20° 내지 $+30^\circ$ 의 범위에서 선택된 범초점 기울기를 갖고 상기 피팅 지점에서 -5° 내지 $+15^\circ$ 의 범위에서 선택된 랩 각도를 갖는다고 가정하는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 좌측 주변 구역(4L) 및 상기 우측 주변 구역(4R)에서 착용자가 경험하는 상기 평균 굴절력은 항상 상기 제2 굴절력 미만, 특히 상기 제2 평균 굴절력 미만인 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈이며, 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)은 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력에 대한 상기 제2 굴절력, 특히 상기 제2 평균 굴절력으로 제공되는 상기 부가 굴절력은 1.0 D 내지 3.0 D의 범위에 있는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 좌측 주변 구역(4L)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11)과 상기 우측 주변 구역(4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(12) 사이의 간격은 25 mm 이하인 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12)은 상기 근거리 기준점(3A)을 통과하는 수평 라인 아래의 위치로 연장되는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12)은 적어도, 상기 근거리 기준점(3A)을 통과하는 수평 라인보다 5 mm 위 및 아래에 위치한 수평 라인으로 연장되는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 상부 시야 구역(7)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10)은 상기 원거리 기준점(2A)을 통과하는 수평 라인 위에 있는 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내의 모든 상기 프로그레시브 안경 렌즈 영역을 커버하는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 상부 시야 구역(7)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10), 상기 좌측 주변 구역(4L)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11) 및 상기 우측 주변 구역(4R)의 낮은 평균 굴절력 구역(12)은 인접한 낮은 굴절력 구역을 형성하는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 굴절력, 특히 상기 제2 평균 굴절력은 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력에 대한 1.5 D 이하의 부가 굴절력을 나타내는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 인접한 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)은 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로

40 mm의 직경 내에 있는 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 상기 영역의 적어도 50%를 차지하는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 굴절력, 특히 상기 제2 평균 굴절력은 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력에 대한 1.5 D 초과 및 최대 2.0 D의 부가 굴절력을 나타내며,

상기 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12)은 상기 상부 시야 구역(7)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10)으로부터 분리되고,

상기 평균 굴절력이 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지만 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력, 플러스 0.5 D를 초과하지 않는 영역은 상기 상부 시야 구역(7)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10)을 상기 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 각각의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12)과 연결시키는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 굴절력, 특히 상기 제2 평균 굴절력은 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력에 대한 2.0 D 초과 및 최대 2.5 D의 부가 굴절력을 나타내며,

상기 좌측 및 우측 주변 구역의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12)은 상기 상부 시야 구역(7)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10)으로부터 분리되고,

상기 평균 굴절력이 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지만 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력, 플러스 0.5 D를 초과하지 않는 영역은 상기 상부 시야 구역(7)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10)을 상기 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12) 중 적어도 하나와 연결시키는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 15

제4항에 있어서,

상기 렌즈의 40 mm 직경 내부의 표면 비점수차는 5.5 D를 초과하지 않는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 렌즈의 40 mm 직경 내부의 상기 표면 비점수차는 3.5 D를 초과하지 않는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 렌즈의 40 mm 직경 내부의 상기 표면 비점수차는 4.5 D를 초과하지 않는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 18

특정 착용 위치에 의해 특정 착용자에게 적용되는 프로그레시브 안경 렌즈를 제조하는 방법으로서,

- 상기 착용자에 대한 상기 특정 착용 위치를 획득 또는 제공하는 단계;
- 상기 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- 상기 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;

- 렌즈 블랭크를 제공하는 단계;

- 상기 착용자에 대한 상기 특정 착용 위치, 상기 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 상기 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 상기 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면 상에 적어도 하나의 자유-형태 표면을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 적어도 하나의 자유-형태 표면은, 원거리 시력에 적용된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 상기 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점(2A)을 갖는 상부 시야 구역(7); 근거리 시력에 적용된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 상기 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점(3A)을 갖는 하부 시야 구역(5); 상기 상부 시야 구역(7)과 상기 하부 시야 구역(5) 사이의 회랑(6); 상기 하부 시야 구역(5) 및 상기 회랑(6)에 의해 분리되는 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)을 한정하고,

상기 자유-형태 표면은 상기 좌측 주변 구역(4L) 및 상기 우측 주변 구역(4R) 중 적어도 하나 및 상기 상부 시야 구역(7)에서 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 존재하도록 형성되며,

상기 특정 착용 위치에서, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)에서 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않고,

상기 적어도 하나의 자유-형태 표면은 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록 형성되는,

프로그레시브 안경 렌즈를 제조하는 방법.

청구항 19

특정 착용 위치에 의해 특정 착용자에게 적용되는 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법으로서,

- 상기 착용자에 대한 상기 특정 착용 위치를 획득 또는 제공하는 단계;

- 상기 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;

- 상기 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;

- 상기 착용자에 대한 상기 특정 착용 위치, 상기 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 상기 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 상기 프로그레시브 안경 렌즈에 의해 달성될 표면 특성 또는 광학 특성을 한정하는 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계; 및

- 예를 들어, 자유-형태 표면의 표면 특성 또는 자유-형태 표면으로 달성된 광학 특성과 상기 타겟 렌즈 설계에 의해 한정된 표면 특성 또는 광학 특성 사이의 차이를 각각 최소화하기 위해, 렌즈 블랭크 상에 형성될 자유-형태 표면을 최적화하는 단계를 포함하며,

상기 최적화가 상기 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면에 대한 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면을 제공하도록 상기 타겟 렌즈 설계가 선택되고,

상기 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면은, 원거리 시력에 적용된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 상기 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점(2A)을 갖는 상부 시야 구역(7); 근거리 시력에 적용된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 상기 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점(3A)을 갖는 하부 시야 구역(5); 상기 상부 시야 구역(7)과 상기 하부 시야 구역(5) 사이의 회랑(6); 상기 하부 시야 구역(5) 및 상기 회랑(6)에 의해 분리되는 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)을 한정하며,

상기 최적화된 자유-형태 표면은 상기 좌측 주변 구역(4L) 및 상기 우측 주변 구역(4R) 중 적어도 하나 및 상기 상부 시야 구역(7)에서 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 존재하도록 형성되고,

상기 특정 착용 위치에서, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)에서 상기 제1 굴절력, 특히 상기 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않으며,

상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록, 상기 타겟 렌즈 설계가 선택되는,

프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 좌측 주변 구역(4L)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11)과 상기 우측 주변 구역(4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(12) 사이의 간격은 25 mm 이하인, 컴퓨터 구현 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 프로그레시브 안경 렌즈는 원형 프로그레시브 안경 렌즈이며, 상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 상기 원형 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록, 상기 타겟 렌즈 설계가 선택되는, 컴퓨터 구현 방법.

청구항 22

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12)은 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 10%를 차지하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 23

제19항에 있어서,

상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 상기 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)의 상기 낮은 평균 굴절력 구역(11, 12)이 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 10%를 차지하도록, 상기 타겟 렌즈 설계가 선택되는, 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법.

청구항 24

제1항에 있어서,

상기 특정 착용 위치에서, 원거리 처방에 따른 단초점 렌즈를 통해 눈에 나타나는 일반적인 반응에 대한 상기 착용자의 조절 반응이 근거리 시력 학업 동안에 변경되는 것이 아니라, 중심와 앞에 또는 중심와 상에 이미지가 생성되거나 또는 적어도 중심와에 대한 조절 지연이 최소화되도록 하는, 상기 좌측 주변 구역(4L) 및/또는 상기 우측 주변 구역(4R)의 그러한 영역을 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 차지하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 25

제19항에 있어서,

상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 상기 특정 착용 위치에서, 원거리 처방에 따른 단초점 렌즈를 통해 눈에 나타나는 일반적인 반응에 대한 상기 착용자의 조절 반응이 근거리 시력 학업 동안에 변경되는 것이 아니라, 중심와 앞에 또는 중심와 상에 이미지가 생성되거나 또는 적어도 중심와에 대한 조절 지연이 최소화되도록 하는, 상기 좌측 주변 구역(4L) 및/또는 상기 우측 주변 구역(4R)의 그러한 영역을 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 차지하도록, 상기 타겟 렌즈 설계가 선택되는, 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법.

청구항 26

제25항에 있어서,

렌즈 블랭크를 제공하는 단계, 및 상기 렌즈 블랭크로부터 상기 최적화된 자유-형태 표면을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈를 형성하는 단계를 더 포함하는, 컴퓨터 구현 방법.

청구항 27

제11항에 있어서,

상기 인접한 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)은 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 상기 프로그레시브 안경 렌즈의 상기 영역의 적어도 50%를 차지하는 것을 특징으로 하는, 프로그레시브 안경 렌즈.

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 근시 억제를 위한 프로그레시브(progressive) 안경 렌즈에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 프로그레시브 안경 렌즈를 제조하는 방법 및 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초점이 맞는 시력을 제공하기 위해서, 눈은 망막에 빛을 집속할 수 있어야 한다. 망막에 빛을 집속하는 눈의 능력은 안구의 형상에 크게 좌우된다. 안구가 눈의 시선축 상의 초점 길이에 비해 너무 길면, 먼 물체의 이미지가 망막 앞에 형성되며, 이러한 상태를 근시라고 지칭한다. 결과적으로, 근시안이라고 지칭되는 그러한 눈은 망막에 먼 물체를 집속하는데 어려움을 겪는다.

[0003] 일반적으로, 먼 물체의 이미지가 망막에 형성되도록 초점 길이를 확장하기 위한 발산 렌즈를 갖는 안경이 근시 교정을 위해 사용된다.

[0004] 많은 동아시아 국가에서, 근시는 18~19세 중에 근시 발생률이 100%에 가까운 것으로 보고되는 일부 대도시에서 급속히 확산되기에 이르렀다(Jung S-K 등, "대한민국 서울의 19세 남성 모집군에서의 근시의 유병률 및 신체의 키 및 교육 수준과의 이의 연관성", Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012, 53, 5579-5583). 2010년에는 전세계적으로 약 20억명의 근시자가 있었던 것으로 추정되었으며, 최근의 역학 모델링 중 일부는 이러한 수치가 2050년에 50억명으로 증가할 것임을 시사하고 있다(Holden BA 등, "근시 및 고도 근시의 세계적인 유병률 및 2000년부터 2050년까지의 시간적 추세", 2016년 미국 안과학지, 언론 게재). 또한, 청소년은 고도 근시(SER ≤ -5.00 D로 정의됨, 여기서 SER은 구면 등적 굴절력을 의미함)로 발전하는 추세가 증가하고 있으며, 고도 근시는 이들 모두 회복 불가능한 시력 상실을 유발할 수 있는 백내장, 녹내장, 망막 박리 및 근시성 황반증과 같은 안질환의 위험을 실질적으로 증가시킨다(Wong TY 등, "병리학적 근시 및 근시성 맥락막 혈관 신생의 역학 및 질병 부담: 증거 중심의 체계적인 검토", Am J Ophthalmol 2014, 157: 9-25.e12). 역학 모델은 2010년에 약 3억명에서 2050년에는 10억명으로 고도 근시가 세계적으로 증가할 것으로 예측하고 있다(Holden BA 등, "근시 및 고도 근시의 세계적인 유병률 및 2000년부터 2050년까지의 시간적 추세", 2016년 미국 안과학지, 언론 게재). 이는 필

연적으로 생산성 손실 및 시각 장애 치료에 있어서 매우 많은 사회적 비용을 초래할 것이다.

- [0005] 이중 초점 및 프로그레시브 렌즈는 일반적으로 학교 교육의 시작과 일치하는 청소년 근시 진행의 주 원인 중 하나로 판단되는 근거리 시력 학업(near vision tasks) 동안에 조절 지연을 감소시키는 것을 목표로 임상적으로 시험되었다. 이러한 시험 중 일부는 효과를 나타내지 않은 반면에(예를 들어, Edwards MH 등, "홍콩 프로그레시브 렌즈 근시 억제 연구: 연구 설계 및 주요 연구결과", Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002, 43, 2852-2858), 다른 시험들은 장기간 시험에서 포화도를 나타내면서 첫 해에는 근시의 유의한 지연을 나타냈다(예를 들어, Gwiazda J 등, "어린이의 근시 진행에 관한 프로그레시브 부가 렌즈 대 단초점(single vision) 렌즈의 무작위 임상 시험", Invest Ophthalmol Vis Sci., 2003, 44, 1492-1500; Hasebe S 등, "양성적 비구면 프로그레시브 부가 렌즈를 통한 근시 억제: 2년간의 다중심 무작위 대조 시험", Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014, 55, 7177-7188). 포화도 문제는 조절 노력의 완화를 유발하는 부가 굴절력(addition power)의 존재에 대한 조절 체계의 적응 또는 부가 굴절력의 사용을 회피하는 시각적 행동의 일종의 적응으로 인한 것일 수 있다. 조절 지연의 보다 효과적인 감소를 제공하고, 근시 진행을 억제하기 위한 이들의 효능의 포화도를 극복하도록 가급적 도움을 주기 위해 PAL(프로그레시브-부가 렌즈) 설계를 개선할 필요가 있다.
- [0006] 프로그레시브 안경 렌즈는 일반적으로 렌즈 제조를 위한 반제품 예비 성형 재료, 즉 반제품 렌즈 블랭크(blank)를 제공함으로써 형성된다. 반제품 렌즈 블랭크는 전방 표면 또는 후방 표면 상에 특정 표면 곡률을 갖는 완제품 렌즈 표면을 가지며, 다른 표면은 아직 완성되지 않은 상태이다. 아직 완성되지 않은 표면 상에는 자유-형태 표면이 형성된다. 이와 관련하여, "자유-형태 표면"이라는 용어는 예를 들어, 스플라인과 같은 구분-한정된 기능부를 사용하여 구성될 수 있는 표면을 의미하며, 전형적으로 점대칭 또는 축대칭을 나타내지 않는다. 자유-형태 표면을 형성함으로써, 프로그레시브 안경 렌즈에는, 상부 시야 구역, 즉 원거리 시력을 위한 제1 굴절력을 갖는 부분; 하부 시야 구역, 즉 근거리 시력을 위한 제2 굴절력을 갖는 부분; 및 회랑(corridor), 즉 제1 굴절력과 제2 굴절력 사이의 굴절력 범위에 대해 선명한 시력을 제공하는 부분이 제공된다. 그러나, 미가공 요소, 즉 임의의 완제품 렌즈 표면이 없는 요소가 프로그레시브 안경 렌즈를 형성하기 위해 사용되는 것도 고려될 수 있다. 본 명세서 전반에 걸쳐서, "렌즈 블랭크"라는 용어는 반제품 렌즈 블랭크 뿐만 아니라 미가공 렌즈를 포함할 것이다.
- [0007] US 8,162,477 B2는 근시 교정을 위한 프로그레시브 안구 안경 렌즈를 개시한다. 이러한 프로그레시브 안구 안경 렌즈는 착용자의 주변 시력에 대해 교정이 적용되는 상부 영역을 포함한다.
- [0008] EP 2 069 854 B1은, 주변 영역에 걸친 평균 부가 굴절력이 양이고 프로그레시브 안구 안경 렌즈의 기하학적 중심으로부터 20 mm보다 더 큰 모든 반경 범위에서 0.50 D 내지 3.00 D의 범위에 있는, 프로그레시브 안구 안경 렌즈를 기술한다.
- [0009] EP 1 034 453 B1은 15 mm 이하의 중간 회랑의 길이를 갖는 프로그레시브 안구 안경 렌즈를 기술한다.
- [0010] US 8,807,747 B2는 근시 어린이를 위해 설계된 프로그레시브 부가 유형의 안경 접안렌즈를 기술한다. 이러한 목적을 위해, 아이들이 그들의 일상 생활에서 겪는 시력 조건을 고려하여, 에고라마(ergorama)가 구성되었다. 특히, 접안렌즈는 2개의 기준 눈 방향 간에 제한된 광학 굴절력 증가를 가지며, 접안렌즈에서 상당히 낮은 위치에 있는 광학 굴절력 증가의 시작부, 및 성인을 위해 설계된 접안렌즈의 경선보다 더 높은 경선에 대한 오프셋 값을 갖는다.
- [0011] US 8,833,936 B2는 상부 시야 구역, 하부 시야 구역, 회랑, 및 하부 시야 구역의 각각의 측면 상에 배치된 주변 영역을 포함하는 프로그레시브 안경 렌즈를 기술한다. 상부 시야 구역은 원거리 기준점 및 피팅 크로스(fitting cross)를 포함하고, 원거리 시력을 위한 제1 굴절력을 제공한다. 근거리 시력을 위한 하부 시야 구역은 제1 굴절력에 대한 부가 굴절력을 제공한다. 회랑은 상부 및 하부 구역을 연결하고 상부 시야 구역의 굴절력으로부터 하부 시야 구역의 굴절력으로 변동되는 굴절력을 제공한다. 각각의 주변 영역은 부가 굴절력에 대한 양의 굴절력의 구역을 포함하며, 그 내부에서 하부 시야 구역의 굴절력에 대한 양의 굴절력을 제공한다. 비교적 양의 굴절력의 구역은 하부 시야 구역이 비교적 양의 굴절력의 구역들 사이에 개재되도록 하부 시야 구역에 바로 인접하게 배치된다.
- [0012] 현재 시장에 나와 있는 대부분의 종래의 프로그레시브 안경 렌즈는, 안경 렌즈의 하부에서 평균 부가 굴절력의 평활한 분포(평활한 구배)를 갖는 상당히 넓은 근거리 시력 구역을 확보하여 근거리 시력 구역의 양 측면들 상의 주변 굴절력 저하부의 크기 및 깊이를 최소화하려고 시도한다.
- [0013] WO 97/26579 A1은 연결 및 경질 설계의 중첩에 의해 복합 프로그레시브 굴절력 표면을 한정하는 방법을 기술한

다. WO 97/26579 A1은 평균 굴절력이 0.130 D를 초과하지 않는, 원거리 시야 구역, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 영역들을 갖는 복합 설계 및 경질 설계를 제시한다.

[0014] WO 2011/054058 A1은 근시 교정을 위한 프로그레시브 안구 안경 렌즈를 기술한다. 프로그레시브 안구 안경 렌즈는 근거리 기준점에서의 부가 굴절력보다 더 높은 평균 부가 굴절력을 갖는 피크들이 프로그레시브 안구 안경 렌즈의 근거리 부분에 바로 인접하여 위치되는 주변 구역들을 포함한다. 이러한 피크들은 적어도 20 mm만큼 측 방향으로 분리된다. 추가적으로, 평균 부가 굴절력은 매우 낮은 값으로 급격히 떨어질 수 있고 심지어 음수가 될 수도 있다.

발명의 내용

[0015] WO 2011/054058 A1을 능가하는, 본 발명의 목적은 근거리 시력 학업 동안에 조절 지연의 제거 또는 적어도 더 큰 감소를 통해 보다 효과적인 근시 억제를 가능하게 하는 근시 억제를 위한 프로그레시브 안경 렌즈를 제공하는 것이다. 본 발명의 추가적인 목적은 프로그레시브 안경 렌즈를 제조하는 유리한 방법 및 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 유리한 방법을 제공하는 것이다.

[0016] 제1 목적은 청구항 제1항, 제21항, 제22항, 제28항 및 제31항에 따른 프로그레시브 안경 렌즈에 의해 달성되고, 제2 목적은 청구항 제18항에 따른 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 방법에 의해 달성되며, 제3 목적은 청구항 제19항, 제23항, 제24항, 제25항, 제29항 및 제32항에 따른 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법에 의해 달성된다. 종속 청구항들은 본 발명의 추가적인 전개들을 포함한다.

[0017] 본 발명을 개시하기 전에, 명세서 전반에 걸쳐서 사용되는 일부 표현에 대한 설명이 아래에 주어진다.

[0018] "환상형(toroidal) 표면"은 동일하지 않은 곡률의 상호 수직인 주경선들을 갖는 표면으로서, 이의 2개의 주경선들의 단면은 공칭으로 원형이다.

[0019] "안경 렌즈"라는 용어는 안경테의 안경 렌즈, 특정 안경테에 적용된 안경 렌즈 또는 글레이징(grazing) 전의 안경 렌즈를 포함하지만 이에 한정되지 않는, 안구 당업계에 사용되는 모든 형태의 개별적인 굴절성 광학체를 포함해야 한다.

[0020] "피팅 지점(fitting point)"이라는 용어는 눈 앞에 렌즈를 위치시키기 위한 기준점으로서 제조사에 의해 규정된 반제품 렌즈 블랭크 또는 렌즈의 전방 표면 상의 해당 지점을 나타낸다.

[0021] "시선"이란 용어는 중심와(fovea)의 중심을 눈의 출사 동공의 중심에 연결하는 라인, 및 입사 동공의 중심으로부터 전방 물체 공간 내로의 이의 연장선을 지칭한다.

[0022] "1차 위치"라는 용어는 눈 높이의 물체를 똑바로 바라보는 머리에 대한 눈의 위치를 의미한다.

[0023] "범초점(pantoscopic) 각도"라는 용어는 이의 박스형 중심에서, 즉 수평 및 수직 중심선의 교차점에서 안경 렌즈의 전방 표면에 대한 법선과 일반적으로 수평으로 취해진 1차 위치에서의 눈의 시선 사이의 수직 평면에서의 각도를 지칭한다(DIN EN ISO 13666:2013-10의 6.18 섹션 참조).

[0024] "랩 각도 또는 얼굴 형태 각도"라는 용어는 안경 전방의 평면과 우측 렌즈 형상 또는 좌측 렌즈 형상의 평면 사이의 각도를 지칭한다(DIN EN ISO 13666:2013-10의 17.3 섹션 참조). 우측 또는 좌측 얼굴 형태 각도는 우측 또는 좌측 렌즈 평면의 측두부 측면이 안경 전방의 평면보다 머리에 더 가까운 경우 양으로 간주된다. 우측 및 좌측의 얼굴 형태 각도는 상이할 수 있지만, 실제로는 흔히 얼굴 형태 각도가 측정되어 우측 및 좌측 얼굴 형태 각도의 평균값으로 특정된다.

[0025] "착용(as-worn) 위치"라는 용어는 착용 동안 눈과 얼굴에 대한 안경의 위치 및 배향을 지칭하며, 적어도 랩 각도, 범초점 각도, 및 눈의 회전 중심과 렌즈의 후방 정점 사이의 간격의 값들을 포함한다. 본 발명에서, 착용 위치는 눈의 회전 중심과 렌즈의 후방 정점 사이의 간격의 특정 값, 랩 각도의 특정 값, 및 범초점 각도의 특정 값의 조합으로 주어지며, 여기서 눈의 회전 중심과 렌즈의 후방 정점 사이의 거리의 특정 값은 20 mm 내지 30 mm의 범위로부터 취해진 값일 수 있고, 랩 각도의 특정 값은 -5도 내지 +15도의 범위로부터 취해진 값일 수 있으며, 범초점 각도의 특정 값은 -20도 내지 +30도의 범위로부터 취해진 값일 수 있다.

[0026] 본 발명의 제1 양태에 따라, 착용자에 대한 특정 착용 위치에 개별적으로 적용될 수 있는 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈는 상부 시야 구역, 하부 시야 구역, 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑, 및 좌측 및 우측 주변 구역을 포함한다. 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역은 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리된다. 특정 착용 위치는 개별적인 착용 위치, 즉 개별 착용자에 대해 획득된 착용 위치이거나, 또는 착용자들의 특정 모

집단에 대한 평균 착용 위치인 디폴트 착용 위치일 수 있다. 디폴트 착용 위치는 상이한 시장에서 변동될 수 있는데, 예를 들어 아시아에서 범초점 각도 및 램 각도의 디폴트 값들은 아시아인과 백인 얼굴의 신체적 특성들의 차이로 인해 유럽에서의 디폴트 값들과 상이할 수 있다.

- [0027] 상부 시야 구역은 이하에서 원거리 굴절력으로 지칭되는 원거리 시력에 적응된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 포함하며, 하부 시야 구역은 근거리 시력에 적응된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 포함한다. 이하에서 근거리 굴절력이라 지칭되는 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력(또는 원거리 굴절력)에 대한 부가 굴절력을 나타내며, 즉 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력과 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력 사이의 차이가 부가 굴절력이다. 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑에서, 굴절력은 특정 착용 위치에서, 원거리 굴절력으로부터 근거리 굴절력으로 점진적으로 변경되며, 즉 부가 굴절력은 0에서부터 근거리 굴절력을 제공하는 부가 굴절력으로 변경된다.
- [0028] 본 발명에 따라, 낮은 평균 굴절력 구역은 상부 시야 구역, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에 존재한다. 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역과 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역 사이의 간격, 바람직하게는 수평 간격은 25 mm 이하인 것이 바람직하며, 본 발명의 일부 실시형태에서 20 mm 이하인 것이 바람직하다. 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역과 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역 사이의 간격은 좌측 주변 구역의 0.125 등고선(contour)과 우측 주변 구역의 0.125 등고선 사이의 최소 간격으로서, 즉 좌측 주변 구역의 0.125 D-등고선과 우측 주변 구역의 0.125 D-등고선 사이에서 도출될 수 있는 최단 직선의 길이이다. 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역과 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역 사이의 수평 간격은 좌측 주변 구역의 0.125 등고선과 우측 주변 구역의 0.125 등고선 사이의 최소 수평 간격으로서, 즉 좌측 주변 구역의 0.125 D-등고선과 우측 주변 구역의 0.125 D-등고선 사이에서 도출될 수 있는 최단 직선 수평 라인의 길이이다. 수평 방향은 대부분의 프로그레시브 안경 렌즈에 또는 표면 상에 존재하는 인그레이빙(engraving)에 기초하여 결정될 수 있다. 상기 낮은 굴절력 구역에서, 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 또한, 낮은 평균 굴절력 구역은 안구 안경 렌즈의 적어도 40%, 바람직하게는 적어도 45%를 차지한다. 안구 안경 렌즈가 최종적으로 40 mm의 직경을 갖는 그레이징 이전의 원형 안구 안경 렌즈인 경우, 낮은 평균 굴절력 구역은 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지한다. 본 명세서의 맥락에서, "안경 렌즈의 영역"이라는 표현은 안경 렌즈의 전방 및 후방 표면 중 하나에 대한 영역을 지칭한다.
- [0029] 바람직하게는, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역들은 안경 렌즈의 영역의 적어도 10%, 유리하게는 적어도 15%, 더욱 유리하게는 적어도 25%를 차지한다.
- [0030] 바람직하게는, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에서 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 항상 제2 굴절력 미만, 특히 제2 평균 굴절력 미만이다.
- [0031] 본 발명의 안경 렌즈의 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 제공되는 부가 굴절력은 1.0 D 내지 3.0 D의 범위에 있을 수 있으며, 특히 1.5 D 내지 2.5 D의 범위에 있을 수 있다.
- [0032] 본 발명의 실시형태에 따른 프로그레시브 안구 안경 렌즈는 전방 표면(즉, 눈으로부터 가장 먼 표면) 및 후방 표면(즉, 눈에 가장 가까운 표면)을 포함한다. 전방 및/또는 후방 표면은 상부 시야 구역, 하부 시야 구역 및 회랑에 대하여 비점수차(astigmatism) 및 굴절력의 적절한 등고선들을 제공하도록 형상화될 수 있다.
- [0033] 렌즈의 전방 표면 및 후방 표면은 임의의 적절한 형상을 가질 수 있다. 실시형태에서, 전방 표면은 자유-형태 표면이고, 후방 표면은 구면 또는 원환체이다. 다른 실시형태에서, 전방 표면이 구면 또는 원환체 표면이고, 후방 표면은 자유-형태 표면이다.
- [0034] 또 다른 실시형태에서, 전방 및 후방 표면은 모두 자유-형태 표면이다. 자유-형태 표면은 예를 들어, 비구면(atoric) 표면, 프로그레시브 표면, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있음을 이해할 것이다.
- [0035] 본 발명은 부가 구역에서 안정한 굴절력의 크기를 변경함으로써 그리고 이러한 구역의 주변 측방향 굴절력 구배를 조작함으로써 발명의 배경기술에서 언급된 문제점들을 극복한다. 플러스 굴절력에 의해 커버되는 더 작은 공간 영역으로 인해 하부 시력 구역에서의 플러스 굴절력의 존재가 착용자에게 덜 분명해질 것이기 때문에, 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 이러한 변경이 추가적인 조절 노력을 자극하여 시간에 따른 이의 완화를 억제할 것이라는 가설이다. 더욱이, 조절에 대한 이러한 주변 신호가 충분히 강할 경우에, 근거리 시력 구역의 양 측면들

에 대한 음의 굴절력 구배는 조절 노력을 증가시키도록 보조해야 한다(Charman WN & Radhakrishnan H, "주변 굴절력 및 굴절 오차의 전개: 보고서", Ophthalmic Physiol Opt 2010, 30, 321-338).

- [0036] 상술한 가설에 기초하여, 본 발명의 프로그레시브 안구 안경 렌즈는 새롭고 효과적인 근시 억제를 제공하도록 개발되었다. 이러한 프로그레시브 렌즈의 이상적인 효과는, 렌즈가 근거리 시력 학업 동안에 단초점 렌즈(원거리 처방)를 통해 눈에 나타나는 일반적인 반응에 대한 어린이의 조절 반응을 변경하는 것이 아니라, 중심와 앞에 또는 중심와 상에 이미지를 생성하거나 또는 적어도 중심와에 대한 조절 지연을 최소화한다는 것이다. 이와 대조적으로, 표준형 프로그레시브 부가 렌즈(PAL)에서, 착용자는 일반적으로 렌즈의 하부에서 플러스 굴절력의 넓은 영역을 보게 되며, 이는 조절 반응의 조정(저하)을 초래할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈에 의하면, 해당하는 근시 억제 프로그레시브 부가 렌즈(PAL)의 근거리 시력 구역은 정상시보다 더 좁게 형성될 수 있고, 렌즈의 원거리 굴절력과 유사한 비교적 낮은 평균 굴절력으로 측방향으로 둘러싸일 수 있다. 따라서, 근거리 시력 구역은 가급적 실질적으로 좁게 형성될 수 있는 반면에, 근거리 시력 구역의 양 측면들 상의 주변 굴절력 저하부는 가급적 넓게 형성될 수 있다. 이는 근거리 시력 구역의 좌측 및 우측에 비교적 급격한 구배가 있음을 의미한다. 이와 대조적으로, 현재 시장에 나와있는 종래의 PAL은 렌즈의 하부에서 부가된 평균 굴절력의 평활한 분포(평활한 구배)를 갖는 상당히 넓은 근거리 시력 구역을 확보하여, 근거리 시력 구역의 양 측면들 상의 주변 굴절력 저하부의 크기 및 깊이를 최소화하려고 한다.
- [0038] 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈에서, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 유리하게는 좌측 및 우측의 하부 시야 구역을 충분히 둘러싸도록 근거리 기준점을 통과하는 수평 라인 아래의 위치로 연장된다. 앞서 언급된 바와 같이, 수평 방향은 프로그레시브 안경 렌즈의 표면 상에 존재하는 인그레이빙에 기초하여 결정될 수 있다. 특히, 적어도, 안경 렌즈의 근거리 기준점을 통과하는 수평 라인보다 5 mm 위 및 아래에 위치한 수평 라인으로 연장되는 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역이 유리하다. 이러한 치수에 의해, 하부 시야 구역의 대부분은 상기 낮은 굴절력 구역에 의해 측방향으로 둘러싸인다.
- [0039] 본 발명에서, 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 원거리 기준점을 통과하는 수평 라인 위에 있는 모든 안경 렌즈 영역(안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 상기 40 mm 직경의 원 내에 있는)을 커버할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일부 실시형태에서, 예를 들어 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 최대 1.5 D(디옵터) 이하의 부가 굴절력을 나타내는 실시형태에서, 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역, 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역, 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 인접한 낮은 굴절력 구역을 형성할 수 있다. 이러한 치수는 특히 넓은 낮은 굴절력 구역을 제공한다. 특히, 이러한 넓은 낮은 평균 굴절력 구역은 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에 있는 안경 렌즈의 상기 영역의 적어도 50%, 바람직하게는 적어도 60%를 차지할 수 있다.
- [0041] 프로그레시브 안경 렌즈의 실시형태에서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 1.5 D 내지 최대 2.0 D 범위의 부가 굴절력을 나타낸다. 이러한 실시형태에서, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역으로부터 분리된다. 평균 부가 굴절력이 원거리 굴절력보다 0.125 D 초과로 더 크지만 원거리 굴절력을 초과하여 0.5 D에 도달하지는 않는 영역들은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역을 좌측 및 우측 주변 구역의 각각의 낮은 평균 굴절력 구역과 연결시킨다. 이러한 실시형태에서, 낮은 평균 굴절력 구역은 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40mm 직경의 원 내에 있는 안경 렌즈의 상기 영역의 적어도 45%를 차지할 수 있다.
- [0042] 프로그레시브 안경 렌즈의 다른 실시형태에서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 2.0 D 내지 최대 2.5 D 범위의 부가 굴절력을 나타내며, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역으로부터 분리된다. 평균 부가 굴절력이 원거리 굴절력보다 0.125 D 초과로 더 크지만 원거리 굴절력을 초과하여 0.5 D에 도달하지는 않는 영역들은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역을 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역들 중 적어도 하나와 연결시킨다. 이러한 실시형태에서, 낮은 평균 굴절력 구역은 특히 안경 렌즈가 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 안경 렌즈인 경우, 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내의 안경 렌즈의 상기 영역의 적어도 45%를 차지할 수 있다.
- [0043] 바람직하게는, 프로그레시브 안경 렌즈의 표면 비점수차, 특히 안경 렌즈가 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 안경 렌즈인 경우, 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내의 표면 비점수차는, 주변 구역의 수차를 가급적 낮게 유지하기 위해 5.5 D를 초과하지 않는다. 부가 굴절력이 1.5 D 초과 및 최대 2.0 D의 범위에 있는 경우, 표면 비점수차, 특히 안경 렌즈가 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 안경 렌즈인 경우, 안경 렌

즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내의 표면 비점수차는 4.5 D를 초과하지 않는 것이 바람직하며, 부가 굴절력이 1.5 D 이하인 경우, 40 mm 직경 내부의 표면 비점수차는 3.5 D를 초과하지 않는 것이 바람직하다.

- [0044] 특정 착용 위치로 특정 착용자에게 적용되는 프로그레시브 안경 렌즈를 제조하는 본 발명의 방법은,
- [0045] - 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득 또는 제공하는 단계;
- [0046] - 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0047] - 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0048] - 렌즈 블랭크를 제공하는 단계;
- [0049] - 착용자에 대한 특정 착용 위치, 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면 상에 적어도 하나의 자유-형태 표면을 형성하는 단계를 포함하며, 적어도 하나의 자유-형태 표면은, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역; 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역; 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 회랑 및 하부 시야 구역에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 한정하고, 자유-형태 표면은 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역 중 적어도 하나 및 상부 시야 구역에서 낮은 평균 굴절력 구역이 존재하도록 형성되며, 특정 착용 위치에서, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않고, 상기 적어도 하나의 자유-형태 표면은 낮은 평균 굴절력 구역이 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록 형성된다. 바람직하게는, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에서 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 항상 제2 굴절력 미만, 특히 제2 평균 굴절력 미만이다. 본 발명의 방법에 의해 제조된 안경 렌즈는 최종적으로 40 mm의 직경을 갖는 그레이징 이전의 원형 안경 렌즈일 수 있다. 이 경우, 낮은 평균 굴절력 구역은 40 mm의 직경 내에 있는 영역의 적어도 40%를 차지한다. 특히, 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 원거리 기준점을 통과하는 수평 라인 위에 있는 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 상기 40 mm의 직경 내의 모든 안경 렌즈 영역을 커버할 수 있다. 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면 상에 적어도 하나의 자유-형태 표면을 형성하는 단계는 렌즈 블랭크의 자유-형태 표면의 형상이 최적화되는 최적화 공정을 포함할 수 있다. 최적화 공정은 최적화된 자유-형태 표면으로 달성되는 표면 특성 및/또는 광학 특성을 한정하는 타겟 렌즈 설계에 기초한다. 최적화 공정에서, 자유-형태 표면은 타겟 렌즈 설계에 의해 한정된 표면 특성 및/또는 광학 특성과 자유-형태 표면으로 달성된 표면 특성 및/또는 광학 특성 사이의 차이를 최소화함으로써 최적화된다. 타겟 렌즈 설계는 최적화 공정으로부터 비롯되는 자유-형태 표면이 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하는 낮은 평균 굴절력 구역을 유발하는 형상을 갖도록 선택된다.
- [0050] 특정 착용 위치로 특정 착용자에게 적용되는 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법은,
- [0051] - 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득 또는 제공하는 단계;
- [0052] - 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0053] - 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0054] - 착용자에 대한 특정 착용 위치, 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 프로그레시브 안경 렌즈에 의해 달성될 광학 특성을 한정하는 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계; 및
- [0055] - 예를 들어, 자유-형태 표면으로 달성된 광학 특성과 타겟 렌즈 설계에 의해 한정된 광학 특성 사이의 차이를 최소화하기 위해, 렌즈 블랭크 상에 형성될 자유-형태 표면을 최적화하는 단계를 포함한다.
- [0056] 최적화가 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면에 대한 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면을 제공하도록 타겟 렌즈 설계가 선택되고, 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면은, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역; 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역; 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 한정한다. 또한, 최적화된 자유-형태 표면은 낮은 평균 굴절력 구역이 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역 중 적어도 하나 및 상부 시야 구역에서 존재하도록 형성되고, 특정 착용 위치에서, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 또한, 상기 적어도 하나의 자유-

-형태 표면의 최적화 후에, 낮은 평균 굴절력 구역이 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록 타겟 렌즈 설계가 선택된다.

- [0057] 특히, 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역과 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역 사이의 간격이 25 mm 이하이도록 그리고 일부 실시형태에서는 20 mm 이하이도록, 타겟 렌즈 설계가 선택될 수 있다.
- [0058] 더욱이, 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역, 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역, 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역이 인접한 낮은 굴절력 구역을 형성하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택될 수 있다.
- [0059] 특히, 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 제공된 부가 굴절력이 1.0 D 내지 3.0 D의 범위에 있도록, 타겟 렌즈 설계가 선택될 수 있다.
- [0060] 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역이 근거리 기준점을 통과하는 수평 라인 아래의 위치로 연장되도록, 타겟 렌즈 설계가 선택될 수 있다. 특히, 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역이 적어도, 근거리 기준점을 통과하는 수평 라인보다 5 mm 위 및 아래에 위치된 수평 라인으로 연장되도록, 타겟 렌즈 설계가 선택될 수 있다.
- [0061] 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 설명된 방법의 제1 변형예로서, 최적화에 의해 제공되는 적어도 하나의 자유-형태표면에서, 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역, 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역, 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역이 인접한 낮은 굴절력 구역을 형성하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택된다. 이 경우, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 1.5 D 이하의 부가 굴절력을 나타낼 수 있다. 또한, 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 인접한 낮은 평균 굴절력 구역이 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 안경 렌즈의 상기 영역의 적어도 50%를 차지하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0062] 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 본 발명의 방법의 제2 변형예로서, 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 1.5 D 초과 및 최대 2.0 D의 부가 굴절력을 나타내도록 타겟 렌즈 설계가 선택되며, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역으로부터 분리되고, 평균 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지만 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.5 D를 초과하지 않는 영역은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역을 좌측 및 우측 주변 구역의 각각의 낮은 평균 굴절력 구역과 연결시킨다.
- [0063] 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 본 발명의 방법의 제3 변형예로서, 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 2.0 D 초과 및 최대 2.5 D의 부가 굴절력을 나타내도록 타겟 렌즈 설계가 선택되며, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역으로부터 분리되고, 평균 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지만 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.5 D를 초과하지 않는 영역은 상부 시야 구역의 낮은 평균 굴절력 구역을 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역들 중 적어도 하나와 연결시킨다.
- [0064] 최적화에 의해 제공된 적어도 하나의 자유-형태 표면에서, 렌즈의 40 mm 직경 내부의 표면 비점수차가 5.5 D를 초과하지 않도록 타겟 렌즈 설계가 선택될 수 있다.
- [0065] 컴퓨터 구현 방법은 렌즈 블랭크를 제공하는 단계, 및 렌즈 블랭크로부터 최적화된 자유-형태 표면을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0066] 본 발명의 방법은 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈에 대하여 상술한 장점들을 갖는 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하고 제조할 수 있도록 한다. 따라서, 본 발명의 방법의 장점들과 관련하여, 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈에 대하여 상술한 장점들이 참조된다.
- [0067] 또한, 본 발명은 특정 착용 위치로 착용자에게 적용되는 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 다른 컴퓨터 구현 방법을 제공하며, 상기 안경 렌즈는 전방 표면 및 후방 표면을 갖는다. 이러한 방법은,

- [0068] - 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득 또는 제공하는 단계;
- [0069] - 착용자의 원거리 시력을 위한 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0070] - 착용자의 근거리 시력을 위한 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0071] - 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계로서, 타겟 렌즈 설계는,
- [0072] 원거리 시력을 위한 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 포함하는 프로그레시브 안경 렌즈의 굴절력 분포;
- [0073] 원거리 시력에 적응된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역;
- [0074] 근거리 시력에 적응된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역으로서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 제공하는, 하부 시야 구역;
- [0075] 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력으로부터 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 및
- [0076] 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 한정하고,
- [0077] 상부 시야 구역, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에서 낮은 평균 굴절력 구역이 존재하며, 착용자가 특정 착용 위치에서 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않고,
- [0078] 낮은 평균 굴절력 구역은 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하는, 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계;
- [0079] - 타겟 렌즈 설계에 기초하여 특정 착용 위치에서 전방 표면 또는 후방 표면 중 적어도 하나의 형상을 최적화하는 단계를 포함한다.
- [0080] 본 발명의 다른 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈가 제공되며, 프로그레시브 안경 렌즈는,
- [0081] - 원거리 시력에 적응된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역;
- [0082] - 근거리 시력에 적응된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역으로서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 나타내는, 하부 시야 구역;
- [0083] - 특정 착용 위치에서, 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력으로부터 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑;
- [0084] - 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역; 및
- [0085] - 상부 시야 구역, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에서의 낮은 평균 굴절력 구역을 포함하며, 특정 착용 위치에서 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다.
- [0086] 본 발명의 본 양태에 따라, 낮은 평균 굴절력 구역은 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하며, 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역과 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역 사이의 간격, 특히 수평 간격은 25 mm 이하이다. 본 발명의 본 양태에 따른 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈일 수 있다. 이 경우, 낮은 평균 굴절력 구역은 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지한다.
- [0087] 또한, 본 발명의 이러한 양태에 따라, 특정 착용 위치에 의해 특정 착용자에게 적응되는 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법이 제공된다. 방법은,
- [0088] - 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득 또는 제공하는 단계;
- [0089] - 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0090] - 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;

- [0091] - 착용자에 대한 특정 착용 위치, 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 프로그레시브 안경 렌즈에 의해 달성될 표면 특성 또는 광학 특성을 한정하는 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계; 및
- [0092] - 예를 들어, 자유-형태 표면의 표면 특성 또는 자유-형태 표면으로 달성된 광학 특성과 타겟 렌즈 설계에 의해 한정된 표면 특성 또는 광학 특성 사이의 차이를 각각 최소화하기 위해, 렌즈 블랭크 상에 형성될 자유-형태 표면을 최적화하는 단계를 포함한다.
- [0093] 최적화가 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면에 대한 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면을 제공하도록 타겟 렌즈 설계가 선택되고, 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면은, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역; 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역; 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 및 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 한정한다. 또한, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역 중 적어도 하나 및 상부 시야 구역에서 낮은 평균 굴절력 구역이 존재하도록 최적화된 자유-형태 표면이 형성되도록, 타겟 렌즈 설계가 선택되며, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 또한, 상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 낮은 평균 굴절력 구역이 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택되며, 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역과 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역 사이의 간격, 특히 수평 간격이 25 mm 이하이도록, 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0094] 본 발명의 본 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈일 수 있다. 이 경우, 낮은 평균 굴절력 구역이 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0095] 본 발명의 본 양태에 따른 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈에서, 근시 억제 프로그레시브 부가 렌즈(PAL) 요소의 근거리 시력 구역은 정상시보다 더 좁고, 렌즈의 원거리 굴절력과 유사한 비교적 낮은 평균 굴절력으로 측 방향으로 둘러싸인다. 따라서, 근거리 시력 구역은 가급적 실질적으로 좁은 반면에, 근거리 시력 구역의 양 측면들 상의 주변 굴절력 저하부는 가급적 넓다. 이는 근거리 시력 구역의 좌측 및 우측에 비교적 급격한 구배가 있음을 의미한다. 이와 대조적으로, 현재 시장에 나와있는 종래의 PAL은 렌즈의 하부에서 부가된 평균 굴절력의 평활한 분포(평활한 구배)를 갖는 상당히 넓은 근거리 시력 구역을 확보하여, 근거리 시력 구역의 양 측면들 상의 주변 굴절력 저하부의 크기 및 깊이를 최소화하려고 한다.
- [0096] 본 발명의 또 다른 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈가 제공되며, 프로그레시브 안경 렌즈는,
- [0097] - 원거리 시력에 적용된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역;
- [0098] - 근거리 시력에 적용된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역으로서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 나타내는, 하부 시야 구역;
- [0099] - 특정 착용 위치에서, 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력으로부터 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑;
- [0100] - 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역; 및
- [0101] - 상부 시야 구역, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에서의 낮은 평균 굴절력 구역을 포함하며, 착용자가 특정 착용 위치에서 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다.
- [0102] 본 발명의 본 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈이며, 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 낮은 평균 굴절력 구역이 차지한다.
- [0103] 또한, 본 발명의 본 양태에 따라, 특정 착용 위치에 의해 특정 착용자에게 적용되는 원형 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법이 제공된다. 방법은,
- [0104] - 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득 또는 제공하는 단계;

- [0105] - 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0106] - 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0107] - 착용자에 대한 특정 착용 위치, 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 프로그레시브 안경 렌즈에 의해 달성될 표면 특성 또는 광학 특성을 한정하는 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계; 및
- [0108] - 예를 들어, 자유-형태 표면의 표면 특성 또는 자유-형태 표면으로 달성된 광학 특성과 타겟 렌즈 설계에 의해 한정된 표면 특성 또는 광학 특성 사이의 차이를 각각 최소화하기 위해, 렌즈 블랭크 상에 형성될 자유-형태 표면을 최적화하는 단계를 포함한다.
- [0109] 최적화가 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면에 대한 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면을 제공하도록 타겟 렌즈 설계가 선택되고, 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면은, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역; 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역; 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 및 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 한정한다. 또한, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역 중 적어도 하나 및 상부 시야 구역에서 낮은 평균 굴절력 구역이 존재하도록 최적화된 자유-형태 표면이 형성되도록, 타겟 렌즈 설계가 선택되며, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 또한, 상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 원형 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 낮은 평균 굴절력 구역이 차지하도록 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0110] 본 발명의 또 다른 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈가 제공되며, 프로그레시브 안경 렌즈는,
- [0111] - 원거리 시력에 적응된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역;
- [0112] - 근거리 시력에 적응된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역으로서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 나타내는, 하부 시야 구역;
- [0113] - 특정 착용 위치에서, 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력으로부터 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 및
- [0114] - 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역; 및
- [0115] - 상부 시야 구역, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에서의 낮은 평균 굴절력 구역을 포함하며, 착용자가 특정 착용 위치에서 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다.
- [0116] 본 발명의 본 양태에 따라, 낮은 평균 굴절력 구역은 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하고, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 10%, 유리하게는 적어도 15%, 더욱 더 유리하게는 적어도 25%를 차지한다. 본 발명의 본 양태에 따른 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈일 수 있다. 이 경우, 낮은 평균 굴절력 구역은 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지한다.
- [0117] 또한, 본 발명의 본 양태에 따라, 특정 착용 위치에 의해 특정 착용자에게 적응되는 원형 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법이 제공된다. 방법은,
- [0118] - 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득 또는 제공 또는 도출하는 단계;
- [0119] - 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0120] - 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0121] - 착용자에 대한 특정 착용 위치, 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 프로그레시브 안경 렌즈에 의해 달성될 표면 특성 또는 광학 특성을 한정하는 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계; 및

- [0122] - 예를 들어, 자유-형태 표면의 표면 특성 또는 자유-형태 표면으로 달성된 광학 특성과 타겟 렌즈 설계에 의해 한정된 표면 특성 또는 광학 특성 사이의 차이를 각각 최소화하기 위해, 렌즈 블랭크 상에 형성될 자유-형태 표면을 최적화하는 단계를 포함한다.
- [0123] 최적화가 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면에 대한 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면을 제공하도록 타겟 렌즈 설계가 선택되고, 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면은, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역; 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역; 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 한정한다. 또한, 최적화된 자유-형태 표면은 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역 중 적어도 하나 및 상부 시야 구역에서 낮은 평균 굴절력 구역이 존재하도록 형성되고, 특정 착용 위치에서, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 또한, 상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 낮은 평균 굴절력 구역이 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하며, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역이 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 10%, 유리하게는 적어도 15%, 더욱 더 유리하게는 적어도 25%를 차지하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0124] 본 발명의 본 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈일 수 있다. 이 경우, 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 낮은 평균 굴절력 구역이 차지하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0125] 본 발명의 또 다른 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈가 제공되며, 프로그레시브 안경 렌즈는,
- [0126] - 원거리 시력에 적응된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역;
- [0127] - 근거리 시력에 적응된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역으로서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 나타내는, 하부 시야 구역;
- [0128] - 특정 착용 위치에서, 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력으로부터 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 및
- [0129] - 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역; 및
- [0130] - 상부 시야 구역, 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역에서의 낮은 평균 굴절력 구역을 포함하며, 착용자가 특정 착용 위치에서 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다.
- [0131] 본 발명의 본 양태에 따라, 낮은 평균 굴절력 구역은 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하고, 특정 착용 위치에서, 원거리 처방에 따른 단초점 렌즈를 통해 눈에 나타나는 일반적인 반응에 대한 착용자의 조절 반응이 근거리 시력 획득 동안에 변경되는 것이 아니라 중심과 앞에 또는 중심과 상에 이미지가 생성되거나 적어도 중심와에 대한 조절 지연이 최소화되도록 하는, 좌측 주변 구역 및/또는 우측 주변 구역의 그러한 영역을 낮은 평균 굴절력 구역이 차지한다.
- [0132] 본 발명의 본 양태에 따른 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈일 수 있다. 이 경우, 낮은 평균 굴절력 구역은 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지한다.
- [0133] 또한, 본 발명의 본 양태에 따라, 특정 착용 위치에 의해 특정 착용자에게 적용되는 원형 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법이 제공된다. 방법은,
- [0134] - 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득 또는 제공 또는 도출하는 단계;
- [0135] - 착용자의 원거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0136] - 착용자의 근거리 시력을 위한 굴절력을 획득 또는 제공하는 단계;
- [0137] - 착용자에 대한 특정 착용 위치, 원거리 시력을 위한 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 굴절력에 기초하여, 프로그레시브 안경 렌즈에 의해 달성될 표면 특성 또는 광학 특성을 한정하는 타겟 렌즈 설계를 제공하는 단계; 및

- [0138] - 예를 들어, 자유-형태 표면의 표면 특성 또는 자유-형태 표면으로 달성된 광학 특성과 타겟 렌즈 설계에 의해 한정된 표면 특성 또는 광학 특성 사이의 차이를 각각 최소화하기 위해, 렌즈 블랭크 상에 형성될 자유-형태 표면을 최적화하는 단계를 포함한다.
- [0139] 최적화가 렌즈 블랭크의 전방 표면 및/또는 후방 표면에 대한 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면을 제공하도록 타겟 렌즈 설계가 선택되며, 적어도 하나의 최적화된 자유-형태 표면은, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 원거리 기준점을 갖는 상부 시야 구역; 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 특정 착용 위치에서 제공하는 근거리 기준점을 갖는 하부 시야 구역; 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 회랑; 하부 시야 구역 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역을 한정하고, 최적화된 자유-형태 표면은 좌측 주변 구역 및 우측 주변 구역 중 적어도 하나 및 상부 시야 구역에 낮은 평균 굴절력 구역이 존재하도록 형성되며, 특정 착용 위치에서, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 또한, 상기 적어도 하나의 자유-형태 표면의 최적화 후에, 낮은 평균 굴절력 구역이 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하고, 특정 착용 위치에서, 원거리 처방에 따른 단초점 렌즈를 통해 눈에 나타나는 일반적인 반응에 대한 착용자의 조절 반응이 근거리 시력 학업 동안에 변경되는 것이 아니라 중심와 앞에 또는 중심와 상에 이미지가 생성되거나 적어도 중심와에 대한 조절 지연이 최소화되도록 하는, 좌측 주변 구역 및/또는 우측 주변 구역의 그러한 영역을 낮은 평균 굴절력 구역이 차지하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0140] 본 발명의 본 양태에 따라, 프로그레시브 안경 렌즈는 적어도 40 mm의 직경을 갖는 원형 프로그레시브 안경 렌즈일 수 있다. 이 경우, 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm의 직경 내에 있는 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 낮은 평균 굴절력 구역이 차지하도록, 타겟 렌즈 설계가 선택된다.
- [0141] 본 발명은 컴퓨터 프로그램이 컴퓨터에 로딩되거나 컴퓨터에서 실행될 때, 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 본 발명의 컴퓨터 구현 방법의 모든 방법 단계를 수행하기 위한 프로그램 코드를 컴퓨터 프로그램에 추가적으로 제공한다.
- [0142] 프로그레시브 안경 렌즈 및 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법의 일부 추가적인 전개가 본 발명의 일부 양태에 대해서만 설명되었지만, 당업자는 본 발명의 상기 일부 양태에 대하여 설명된 것과 동일한 추가적인 전개가 본 발명의 다른 양태에 따른 프로그레시브 안경 렌즈 및 프로그레시브 안경 렌즈를 설계하는 컴퓨터 구현 방법에 대해서도 적용된다는 것을 인식한다.
- [0143] 본 발명의 추가적인 특징, 특성 및 장점은 첨부된 도면과 함께 본 발명의 실시형태의 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0144] 도 1은 약 1.5 D의 부가 굴절력을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에서 이동하는 눈(roving eye)에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력 등고선을 도시한다.
- 도 2는 도 1의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 표면 비점수차의 등고선도를 도시한다.
- 도 3은 도 2에 도시된 암시적인 눈 경로를 따라 도 1의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력의 도면을 도시한다.
- 도 4는 도 1의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 등고선도를 도시한다.
- 도 5는 도 4에 도시된 복수의 수평 라인을 따라 도 1의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 도면을 도시한다.
- 도 6은 약 2.0 D의 부가 굴절력을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에서 이동하는 눈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력 등고선을 도시한다.
- 도 7은 도 6의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 표면 비점수차의 등고선도를 도시한다.
- 도 8은 도 7에 도시된 암시적인 눈 경로를 따라 도 6의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력의 도면을 도시한다.
- 도 9는 도 6의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 등고선도를 도시한다.
- 도 10은 도 9에 도시된 복수의 수평 라인을 따라 도 6의 프로그레시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력

의 도면을 도시한다.

도 11은 약 2.5 D의 부가 굴절력을 갖는 프로그래시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에서 이동하는 눈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력 등고선을 도시한다.

도 12는 도 11의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 표면 비점수차의 등고선도를 도시한다.

도 13은 도 12에 도시된 경로를 따라 도 11의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력의 도면을 도시한다.

도 14는 도 11의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 등고선도를 도시한다.

도 15는 도 14에 도시된 복수의 수평 라인을 따라 도 11의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 도면을 도시한다.

도 16은 렌즈의 눈 측면 상에 프로그래시브 표면을 갖는 약 1.5 D의 부가 굴절력을 갖는 프로그래시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에서 이동하는 눈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력 등고선을 도시한다.

도 17은 도 16의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 후방 표면 비점수차의 등고선도를 도시한다.

도 18은 도 17에 도시된 암시적인 눈 경로를 따라 도 16의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력의 도면을 도시한다.

도 19는 도 16의 프로그래시브 안경 렌즈의 후방 표면 상의 평균 표면 부가 굴절력의 등고선도를 도시한다.

도 20은 도 19에 도시된 복수의 수평 라인을 따라 도 16의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 도면을 도시한다.

도 21은 종래기술에 따른 프로그래시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에서 이동하는 눈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력 등고선을 도시한다.

도 22는 도 21의 종래기술의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 표면 비점수차의 등고선도를 도시한다.

도 23은 도 22에 도시된 암시적인 눈 경로를 따라 도 21의 종래기술의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 광선 추적된 평균 표면 부가 굴절력의 도면을 도시한다.

도 24는 도 21의 종래기술의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 등고선도를 도시한다.

도 25는 도 24에 도시된 복수의 수평 라인을 따라 도 16의 종래기술의 프로그래시브 안경 렌즈에 대한 평균 표면 부가 굴절력의 도면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0145] 본 발명의 실시형태에 대한 설명을 시작하기 전에, 이하의 명세서 전반에 걸쳐서 사용되는 일부 표현에 대한 설명이 아래에 주어질 것이다.

[0146] "자유-형태 표면"이라는 용어는 제조 공정 동안에 자유롭게 형성될 수 있고 축 대칭 또는 회전 대칭을 나타낼 필요가 없는 표면을 지칭한다. 특히, 자유-형태 표면은 표면의 상이한 부분들에서 상이한 굴절력들을 유발할 수 있다. 자유-형태 표면의 사용은 착용자가 경험하는 이미징 품질과 관련하여 안경 렌즈의 품질을 개선할 수 있게 하는데, 이는 안경 렌즈가 착용자의 개별적인 처방 값에 대해서 최적화될 수 있을 뿐만 아니라, 개별적인 중심화 및 프레임 테이터에 대해서도 최적화될 수 있기 때문이다. 프로그래시브 굴절력 렌즈의 자유-형태 표면은 예를 들어 누진(progression) 길이 또는 부가 굴절력과 같이, 단초점 렌즈에 대한 자유-형태 표면의 계산에서 보다 표면의 계산에 고려될 수 있는 더 많은 수의 파라미터를 포함한다.

[0147] "프로그래시브 안경 렌즈"라는 용어는 원거리 시력을 위한 상부 시야 구역으로부터 근거리 시력을 위한 하부 시야 구역으로의 증가하는 평균 부가 굴절력을 제공하는 적어도 하나의 프로그래시브 표면을 갖는 안경 렌즈를 지칭한다. 본 발명의 맥락에서, 프로그래시브 안경 렌즈는 안경테에 피팅하기 위한 에징(edging) 전 또는 에징 후의 안경 렌즈일 수 있다.

[0148] "표면 비점수차"라는 용어는 표면의 지점에서 렌즈의 표면에 수직인 교차 평면들 간에 렌즈의 곡률이 변동되는 각도율의 치수에 대한 기준값을 의미한다. 표면 비점수차는 (n-1)로 곱해진 임의의 그러한 교차 평면들에서의

렌즈 표면의 최소 곡률과 최대 곡률 사이의 차이와 동일하며, 여기서 n은 기준 굴절률이다.

- [0149] "피팅 크로스"란 용어는, 프로그레시브 안경 렌즈를 착용자의 눈 앞에 위치시키기 위한 기준점으로서 제조사에 의해 규정되는 프로그레시브 안경 렌즈의 표면 상의 지점에 위치한 마킹을 나타낸다. 이는 "피팅 크로스"가 제조사에 의해 제공된 바와 같은 렌즈 표면 상의 "피팅 지점"의 마킹이라는 것을 의미한다.
- [0150] "굴절력"이라는 용어는, 렌즈의 후방 정점보다 27 mm 뒤에 위치한 눈의 회전 중심 및 피팅 크로스과 동공의 중심을 정렬시키도록 피팅된 렌즈를 통해 무한원 물체를 보는 이동하는 눈에 대해 셋업된 광선 추적으로부터 계산되는 순 굴절력 오차를 의미한다. 이러한 굴절력은, 눈의 회전 중심에서 시작하여 렌즈의 후방 정점에 접촉되며 "기준 구면"으로 공지되는 구면을 기준으로 한다. 굴절력은 렌즈에 의해 기준 구면에 전달된 수렴값(vergence)을 산출하여 선명한 이미지를 보기 위해 눈에 필요한 해당 수렴값을 차감함으로써 결정된다. 이는 선택된 안구 렌즈 모델의 조건 하에서 렌즈가 얼마나 잘 눈의 초점 요구사항을 충족시키는지를 판정한다. 모델은 눈 회전의 리스팅 회전 모델링을 포함하며, 렌즈가 0°의 랩 각도 및 피팅 크로스에서 7°의 전형적인 범초점 기울기를 갖는다고 가정한다. 안구 광학기의 주어진 위치(이는 일반적으로 눈의 회전 중심에 중심을 두고 렌즈의 후방 정점과 접촉되는 기준 구면 상의 위치임)에서 프로그레시브 안경 렌즈와 같은 렌즈의 굴절력은 구면 굴절력, 원주(비점수차) 및 원주 축의 3개의 스칼라 값들의 조합으로서 일반적으로 특정된다. 렌즈의 평균 굴절력은 구면 굴절력, 플러스 원주 값의 절반으로서, 즉
- [0151] $M = S + C/2$ 이며,
- [0152] 여기서 M은 평균 굴절력이고, S는 구면 굴절력이며, C는 원주 또는 비점수차 굴절력이다. 이와 관련하여, 구면은 평행 광의 근축 속선(paraxial pencil)을 단초점에 맞추는 렌즈의 굴절력으로서, 평행 광의 근축 속선은 렌즈의 광축으로부터의 광의 속선에 포함된 광선들의 간격이 작은 광의 속선이며, 광축에 대한 광선의 각도는 $\sin\alpha \approx \alpha$ 에 따라 근사화될 수 있고, 원주는 평행 광의 근축 속선을 2개의 별개의 선초점들에 상호 직각으로 맞추는 안경 렌즈의 능력을 지칭한다. 이와 관련하여, "주 경선"이라는 용어는 2개의 초점 라인에 평행한 원주 굴절력 렌즈의 2개의 상호 수직인 경선 중 하나를 지칭하며, 여기서 "경선"이라는 용어는 표면의 곡률 중심 및 곡률 중심의 법선 벡터를 포함하는 평면을 지칭한다. 2개의 주 경선에서의 굴절력의 차이를 의미하는 "원주 굴절력"은 비점수차 굴절력에 관련된다. 원주 굴절력에 대한 기준으로서 선택되는 주 경선의 방향은 "원주 축"으로 지칭된다.
- [0153] "원거리 기준점"(DRP)이라는 용어는 원거리 시력을 위한 굴절력이 적용되는 프로그레시브 안경 렌즈의 상부 절반부의 표면 상의 지점을 지칭한다.
- [0154] "상부 시야 구역"이라는 표현은 원거리 시력 굴절력에 해당하거나 이에 근접한 굴절력을 가지며 특정 착용 위치에서의 착용자에 대해 0.5 D 미만의 비점수차 오차를 갖는 원거리 기준점 주변의 구역을 지칭한다.
- [0155] "근거리 기준점"(NRP)이라는 용어는 근거리 시력을 위한 굴절력이 적용되는 프로그레시브 안경 렌즈의 하부 절반부의 표면 상의 지점을 지칭한다.
- [0156] "하부 시야 구역"이라는 표현은 근거리 시력 굴절력에 해당하거나 이에 근접한 굴절력을 가지며 특정 착용 위치에서의 착용자에 대해 0.5 D 미만의 비점수차 오차를 갖는 근거리 기준점 주변의 구역을 지칭한다.
- [0157] "회랑"이라는 용어는 상부 시야 구역과 하부 시야 구역 사이의 영역을 기술하며, 이러한 영역에서, 원거리 굴절력으로부터 근거리 굴절력으로 굴절력이 점진적으로 변경되고 표면 비점수차는 0.5 D 미만이다.
- [0158] "주변 구역"이라는 용어는 특정 착용 위치에서의 착용자에 대해 0.5 D 이상의 비점수차 오차를 가지며 하부 시야 구역 및 회랑의 좌측 및 우측에 위치되는 구역을 지칭한다.
- [0159] "평균 부가 굴절력"이라는 용어는 렌즈의 주어진 위치에서의 광선-추적된 굴절력 마이너스 원거리 기준점에서의 평균 굴절력을 지칭한다.
- [0160] "표면 부가 굴절력"이라는 용어는 주어진 위치에서의 렌즈의 표면 굴절력 마이너스 원거리 기준점에서의 표면 굴절력을 지칭한다. 표면 부가 굴절력의 스칼라 변형값이 사용되는 경우, 이러한 스칼라 변형값은 일반적으로 말해서 표면 굴절력이 2x2 텐서이기 때문에, "평균 표면 부가 굴절력"으로 지칭된다.
- [0161] "눈 경로"라는 표현은, 프로그레시브 안경 렌즈가 착용자를 위해 올바르게 설계되는 경우, 착용자가 원거리 물체, 즉 원거리 시야 물체로부터 근거리 물체, 즉 근거리 시야 물체로 고시(fixation)를 조정할 때, 비강 및 측두의 0.5 D 비점수차 등고선들 사이의 수평 중간-지점들의 궤적과 전형적으로 일치하는 시각적 고시 궤적을 지

칭한다.

- [0162] 이제 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈의 제1 실시형태가 도 1 내지 도 5에 대하여 설명될 것이다. 제1 실시형태는 약 1.50 D의 부가 굴절력을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈를 나타낸다.
- [0163] 도 1은 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심에 중심을 둔 제1 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈의 40 mm 직경의 원형 프레임 내부에서 이동하는 눈에 대한 광선 추적된 평균 부가 굴절력 등고선을 도시한다. 이는 피팅 크로스(1)와 더불어, 그 중심이 원거리 기준점(2A)으로 주어지는 부분-원(2), 및 그 중심에 근거리 기준점(3A)을 갖는 반원(3)을 도시한다. 도 1에 도시된 등고선은 프로그레시브 안경 렌즈의 평균 부가 굴절력이 각각 0.25 D, 0.5 D 및 1.0 D인 라인들을 나타낸다. 도 1의 점선 구역은 평균 부가 굴절력이 0.125 D를 초과하지 않는 구역을 나타낸다. 이러한 구역은 이하에서 낮은 평균 굴절력 구역이라고 지칭된다. 따라서, 낮은 평균 굴절력 구역에서, 프로그레시브 안경 렌즈의 평균 굴절력, 즉 원거리 굴절력 플러스 평균 부가 굴절력은, 원거리 굴절력 플러스 0.125 D보다 더 높지 않다. 낮은 평균 굴절력 구역에서, 프로그레시브 안경 렌즈의 평균 굴절력은 심지어 원거리 굴절력보다도 더 낮을 수 있다는 점을 유의한다.
- [0164] 도 2는 도 1의 프로그레시브 안경 렌즈의 전방 표면의 표면 비점수차를 도시하는 등고선도이다. 표면 비점수차는 0.5 D의 단차를 나타내는 등고선으로 표시된다. 도 2에서 알 수 있는 바와 같이, 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)을 한정하는 0.5 D의 표면 비점수차를 나타내는 회랑의 오른쪽 및 왼쪽에 등고선들이 있다. 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)에서 도달되는 비점수차의 최대값은 약 3.5 D이다.
- [0165] 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)은 프로그레시브 안경 렌즈의 하부 시야 구역(5) 및 회랑(6)에 의해 분리된다. 0.5 D의 표면 비점수차 등고선 위에 있는 구역은 프로그레시브 안경 렌즈의 상부 시야 구역(7)이다.
- [0166] 또한, 도 2는 프로그레시브 안경 렌즈의 의도된 눈 경로 라인(8)을 도시한다. 눈 경로 라인을 따라 렌즈 전방 표면의 광선 추적된 평균 부가 굴절력의 분포는 도 3의 도면에 도시된다. 본 도면에서, 수평 축은 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 통과하는 수평 라인($y = 0$ 에 위치됨)과 눈 경로 라인(8)의 교차점으로부터의 수직 간격(y)을 나타내고, 수직 축은 프로그레시브 안경 렌즈의 원거리 굴절력에 추가되는 굴절력을 디옵터(D)로 나타낸다. 0 D의 평균 부가 굴절력 값은 이러한 특정 위치에서의 굴절력이 제로임을 의미하는 것이 아니라, 이러한 특정 위치에서의 굴절력이 환자의 처방에 따른 원거리 굴절력에 해당한다는 것을 의미한다는 점을 유의한다.
- [0167] 도 3의 도면으로부터 알 수 있는 바와 같이, 원거리 기준점(DRP)은 $y = 0$ mm로부터 프로그레시브 안경 렌즈의 상단부를 향하여 8 mm의 거리에, 즉 $y = 8$ mm의 위치에 위치된다. 본 실시형태의 상부 시야 구역은 약 $y = 4$ mm(피팅 크로스의 위치)에서 시작된다. 도 1의 도면으로부터 추가적으로 알 수 있는 바와 같이, 광선 추적된 평균 부가 굴절력은 프로그레시브 안경 렌즈의 상부 수직 단부까지 0.125 D 미만이다.
- [0168] 근거리 기준점(NRP)은 약 $y = -8$ mm에 위치되며, 하부 시야 구역은 약 $y = -6.1$ mm(눈 경로를 따라 공칭 평균 부가 굴절력의 95%의 위치)에서 시작된다. 하부 시야 구역은, 약 $y = -8$ mm로부터 약 $y = -20$ mm로 연장되며 광선 추적된 평균 부가 굴절력이 1.5 D에서 거의 일정한 광선 추적된 평균 부가 굴절력의 안정기(plateau)를 포함한다. 따라서, 근거리 기준 굴절력은 원거리 기준 굴절력보다 약 1.5 D 더 높다.
- [0169] 약 $y = 4$ mm와 약 $y = -8$ mm 사이에서, 광선 추적된 평균 부가 굴절력은 약 0.125 D로부터 약 1.5 D로 급격히 증가한다. 평균 부가 굴절력이 급격히 증가하는 영역은 회랑(6)에 해당한다.
- [0170] 도 4는 0.5 D의 단차로 증분된 등고선들로 평균 표면 부가 굴절력을 나타내는 등고선도를 도시한다. 또한, 도 4는 근거리 시야 구역을 가로지르며 눈 경로 라인(8)에 수직으로 통과하는 수평 라인(9A 내지 9D)을 도시한다.
- [0171] 도 5는 도 4에 도시된 수평 라인(9A 내지 9D)에 따른 표면 부가 굴절력을 나타내는 도면을 도시한다. 본 도면에서, 수평 축은 프로그레시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 통과하는 수직 라인으로부터의 간격(x)을 나타내고, 수직 축은 평균 부가 굴절력을 디옵터(D)로 나타낸다. 눈 경로 라인(8)은 근거리 물체를 볼 때 눈의 수렴으로 인해 비스듬하며, 이러한 라인은 수평 라인(9A 내지 9D)의 영역에서의 도 5의 수평 축의 체로 값과 일치하지 않는다는 점을 유의한다. 평균 부가 굴절력은 눈 경로 라인에서 가장 높고(1.5 D), 약 $x = -8$ mm 및 약 $x = 12$ mm에서 프로그레시브 안경 렌즈의 좌측 및 우측 테두리를 향하여 0.125 D 미만의 값으로 떨어진다는 것을 도 5로부터 알 수 있다. 이러한 지점들 사이의 간격은 본 실시형태에서 20 mm이다. 프로그레시브 안경 렌즈의 하부 테두리를 향하여 그리고 회랑을 향하여, 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 낮은 평균 굴절력 구역들 사이의 간격이 더 작아지므로(도 1 참조), 20 mm의 간격이 본 실시형태에서 최대 간격임을 유의한다.
- [0172] 본 실시형태에서, 평균 표면 부가 굴절력은 다시 증가하여 약 $x = -16$ mm 및 약 $x = 19$ mm에서 결국 0.125 D의

값을 초과하기 전에, 원거리 기준 굴절력 미만의 값으로 더 떨어진다. 약 $x = -8$ mm와 약 $x = -16$ mm 사이의 구역 및 타측의 약 12 mm와 약 19 mm 사이의 구역은 도 1에 도시된 낮은 평균 굴절력 구역의 일부이다.

- [0173] 도 1로부터 명백해지는 바와 같이, 본 실시형태의 낮은 평균 굴절력 구역은 인접하며 거의 전체 상부 시야 구역 및 좌측 및 우측 주변 구역의 넓은 부분들을 포함한다. 더욱이, 평균 부가 굴절력이 하부 시야 구역(5)으로부터 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)을 향하여 떨어지는 구배는 종래의 프로그레시브 안구 프로그레시브 안경 렌즈들에 비해 급격하며, 이는 도 16 내지 도 20을 참조로 예시적으로 후술될 것이다.
- [0174] 이미 언급된 바와 같이, 도 1의 도면은 40 mm의 직경을 갖는 원을 나타낸다. 이러한 원의 총 면적은 1256.65 mm²이다. 낮은 평균 굴절력 구역에 의해 커버되는 면적은 758.9 mm²로서 원의 총 면적의 60.4%에 해당한다. 따라서, 제1 실시형태의 프로그레시브 안구 프로그레시브 안경 렌즈의 대부분은 사실상 평균 부가 굴절력을 제공하지 않는다.
- [0175] 이제 본 발명의 제2 실시형태가 도 6 내지 도 10에 대하여 설명될 것이다. 제2 실시형태의 설명은 반복을 방지하기 위해 제1 실시형태와의 차이점에 중점을 둘 것이다. 따라서, 제1 실시형태의 특징과 실질적으로 유사한 제2 실시형태의 특징은 제1 실시형태에서와 동일한 참조 부호로 표시되며 다시 설명되지 않을 것이다. 제2 실시형태는 근거리 시야 구역의 부가 굴절력이 약 1.5 D 대신에 약 2.00 D인 프로그레시브 안경 렌즈를 나타낸다.
- [0176] 도 6은 제2 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈의 40 mm 직경의 원형 프레임을 도시한다. 본 도면은 제1 실시형태의 도 1에 대응한다. 제1 실시형태에서와 마찬가지로, 점선 영역 내의 광선 추적된 평균 부가 굴절력은 음수일 수도 있는데, 즉 낮은 굴절력 영역에 존재하는 평균 굴절력이 원거리 굴절력 미만일 수 있다.
- [0177] 제1 실시형태의 도 2에 대응하는 도 7은 표면 비점수차를 나타내는 등고선도를 도시한다. 도 7로부터 알 수 있는 바와 같이, 제2 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈에서 도달되는 비점수차의 최대값은 우측 주변 구역에서 약 4.5이다.
- [0178] 제1 실시형태의 도 3에 대응하는 도 8은 도 7에 도시된 눈 경로 라인(8)에 따른 광선 추적된 평균 부가 굴절력을 도시한다. 원거리 기준점(DRP), 근거리 기준점(NRP) 및 회량의 위치들은 제1 실시형태에서와 동일하다. 광선 추적된 평균 부가 굴절력은 도 7에 도시된 50 mm 직경의 하부 테두리로의 눈 라인(8)의 방향으로 거의 일정하게 유지된다는 점을 유의한다.
- [0179] 제1 실시형태의 도 4에 대응하는 도 9는 프로그레시브 안경 렌즈의 50 mm 직경의 원 내에서 프로그레시브 안경 렌즈의 평균 표면 부가 굴절력을 나타내는 등고선도를 도시한다.
- [0180] 제1 실시형태의 도 5에 대응하는 도 10은 도 9에 도시된 4개의 수평 라인(9A 내지 9D)에 따른 평균 표면 부가 굴절력을 나타내는 도면을 도시한다. 도 10에서 알 수 있는 바와 같이, 평균 표면 부가 굴절력은 +x 방향으로 뿐만 아니라 -x 방향으로, $x = 2$ mm(눈 라인의 위치에 해당함)에서의 2.0 D로부터 0.125 D로 떨어진다. 약 $x = -11$ mm 및 약 $x = +12$ mm에서 각각 0.125 D의 값에 도달된다. 따라서, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역들은 약 23 mm로 이격된다. 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 낮은 평균 굴절력 구역들 사이의 간격은 회량을 향하여 더 작아지는 반면에, 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 낮은 평균 굴절력 구역들(11, 12) 사이의 간격은 프로그레시브 안경 렌즈의 하부 테두리를 향해서만 약간 증가한다(도 6 참조)는 점을 유의한다. 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 낮은 평균 굴절력 구역들 사이의 간격은 약 25 mm를 초과하지 않는다. 평균 표면 부가 굴절력이 하부 시야 구역(5)으로부터 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)을 향하여 떨어지는 구배는 제1 실시형태에서보다 약간 더 급격하다.
- [0181] 제2 실시형태에서, 우측 주변 구역(4R)의 평균 표면 부가 굴절력은 다시 증가하여 약 $x = 22$ mm에서 원거리 굴절력에 도달하기 전에, 원거리 기준 굴절력 미만의 값으로 더 떨어진다. 따라서, 우측 주변 구역의 수평 라인(9A 내지 9D)에 따른 낮은 평균 굴절력 구역의 폭은 10 mm를 초과한다. 좌측 주변 구역(4L)에서, 평균 표면 부가 굴절력은 도 9에 도시된 수평 라인(9A 내지 9D)을 따라 제로 아래로 떨어지지 않고 약 $x = -14$ mm에서 다시 0.125 D에 도달하여 낮은 평균 굴절력 구역의 폭이 약 3 mm이며, 이는 우측 주변 구역(4R)에서보다 더 좁은 낮은 평균 굴절력 구역을 유발한다. 이러한 비대칭은 눈 라인(8)이 $x = 0$ 으로부터 오프셋된다는 사실에 기인한다. 그러나, 도 6으로부터, 좌측 주변 구역(4L)의 낮은 평균 굴절력 구역의 폭은 수평 라인(9A 내지 9D)의 영역에서 가장 좁으므로, 약 3 mm의 폭이 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역의 최소 폭을 나타낸다는 점을 유의한다.
- [0182] 도 6에서 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태의 낮은 평균 굴절력 구역은 인접하지 않으며 3개의 분리된 서브

구역(10, 11, 12)을 포함하고, 여기서 제1 서브-구역(10)은 상부 시야 구역(7)과 다소 일치하며, 제2 서브-구역(11)은 좌측 주변 구역(4L)에 위치되고, 제3 서브-구역(12)은 우측 주변 구역(4R)에 위치된다. 제1 서브-구역(10)은 광선 추적된 평균 부가 굴절력이 0.125 D 내지 0.5 D인 프로그레시브 안경 렌즈의 부분들에 의해 제2 서브-구역(11) 및 제3 서브-구역(12)과 연결된다.

- [0183] 제2 실시형태에서, 도 6에 도시된 40 mm 직경의 원 내에서 낮은 평균 굴절력 구역의 면적은 589.4 mm^2 이다. 따라서, 제2 실시형태의 낮은 평균 굴절력 구역은 도 6에 도시된 40 mm 직경의 원 내의 면적의 46.9%를 차지한다.
- [0184] 이제 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈의 제3 실시형태가 도 11 내지 도 15에 대하여 설명될 것이다. 또한, 제1 실시형태에 도시된 요소들과 실질적으로 상이하지 않은 그러한 요소들은 제1 실시형태에서와 동일한 참조 부호로 표시되며, 반복을 방지하기 위해 다시 설명되지 않을 것이다. 제3 실시형태는 약 2.50 D의 부가 굴절력을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈를 나타낸다.
- [0185] 도 11은 제3 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈의 40 mm 직경의 원형 프레임을 도시한다. 본 도면은 제1 실시형태의 도 1에 대응한다. 점선 영역은 제3 실시형태의 낮은 평균 굴절력 구역이다.
- [0186] 제1 실시형태의 도 2에 대응하는 도 12는 본 발명의 제3 실시형태에 따른 프로그레시브 안경 렌즈의 표면 비점수차의 등고선도를 도시한다. 프로그레시브 안경 렌즈에서 도달되는 비점수차의 최대값은 우측 주변 구역(4R)에서 약 5.5이다.
- [0187] 제1 실시형태의 도 3에 대응하는 도 13은 눈 경로 라인(8)에 따른 광선 추적된 평균 표면 부가 굴절력의 도면을 도시한다. 원거리 기준점(DRP), 근거리 기준점(NRP) 및 회랑의 위치들은 제1 실시형태에서와 동일하다.
- [0188] 제1 실시형태의 도 4에 대응하는 도 14는 50 mm 직경의 원 내의 평균 표면 부가 굴절력을 나타내는 등고선도를 도시하고, 제1 실시형태의 도 5에 대응하는 도 15는 도 14의 수평 라인(9A 내지 9D)에 따른 평균 표면 부가 굴절력을 도시한다. 평균 표면 부가 굴절력은 0.125 D의 평균 표면 부가 굴절력에 도달할 때까지, 최대 평균 표면 부가 굴절력으로부터 좌측 및 우측으로 떨어진다. 좌측에서, 즉 $-x$ 방향에서, 도면은 4개의 라인(9A 내지 9D) 중 3개의 라인에 대해 0.125 D를 초과하는 평균 표면 부가 굴절력을 나타낸다는 점을 유의한다. 이는 좌측 주변 구역(4L)의 낮은 평균 굴절력 구역(11)은, 평균 표면 부가 굴절력이 0.125 D를 초과하여 약 0.25 D에 도달하는 좌측 주변 구역(4L)의 부분에 의해 분할되는 2개의 별개의 부분(11A, 11B)을 포함한다는 사실에 기인한다. 4개의 수직 라인(9A 내지 9D) 중 3개는 좌측 주변 구역(4L)의 낮은 평균 굴절력 구역(11)의 2개의 부분들 사이의 구역을 통과한다.
- [0189] 약 $x = -11 \text{ mm}$ 및 약 $x = +12 \text{ mm}$ 에서 각각 0.125 D의 값에 도달된다. 따라서, 좌측 및 우측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역들은 약 23 mm로 이격된다. 평균 표면 부가 굴절력이 하부 시야 구역(5)으로부터 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)을 향하여 떨어지는 구배는 제2 실시형태에서보다 훨씬 더 급격하다.
- [0190] 좌측 주변 구역(4L)의 낮은 평균 굴절력 구역과 우측 주변 구역(4R)의 낮은 평균 굴절력 구역 사이의 간격은 약 23 mm이다. 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 낮은 평균 굴절력 구역들 사이의 간격은 회랑을 향하여 더 작아지고, 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 낮은 평균 굴절력 구역들 사이의 간격은 프로그레시브 안경 렌즈의 하부 테두리를 향해서만 약간 증가한다는 점을 유의한다. 좌측 및 우측 주변 구역(4L, 4R)의 낮은 평균 굴절력 구역들 사이의 간격은 약 25 mm를 초과하지 않는다.
- [0191] 도 11에서 알 수 있는 바와 같이, 상부 시야 구역(7), 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)의 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11A, 11B, 12)은 제2 실시형태에서와 같이 분리되어 있다. 또한, 좌측 주변 구역의 낮은 평균 굴절력 구역은 2개의 분리된 부분(11A, 11B)으로 형성된다. 그러나, 평균 표면 부가 굴절력은 이러한 2개의 부분들 사이에서 0.25 D를 초과하지 않는다. 좌측 주변 구역(4L)의 낮은 평균 굴절력 구역(11A, 11B)은, 평균 표면 부가 굴절력이 0.125 D 내지 0.5 D인 프로그레시브 안경 렌즈의 부분을 통해 상부 시야 구역(7)의 낮은 평균 굴절력 구역(10)에 연결된다. 우측 주변 구역(4R)의 낮은 평균 굴절력 구역(12)은, 평균 표면 부가 굴절력이 0.125 D 내지 1.0 D인 프로그레시브 안경 렌즈의 부분을 통해 상부 시야 구역(7)의 낮은 평균 굴절력 구역(10)에 연결된다.
- [0192] 낮은 평균 굴절력 구역이 차지하는 도 11에 도시된 40 mm 직경의 원의 면적은 567.1 mm^2 이며, 이는 40 mm 직경의 원 내의 총 면적의 45%의 비율에 해당한다.
- [0193] 지금까지 설명된 프로그레시브 안경 렌즈의 실시형태에서, 원거리 기준점에서의 굴절력은 -2.5 DS (구면 굴절력

의 디옵터)이고, 평균 부가 굴절력을 제공하는 자유-형태 표면은 프로그레시브 안경 렌즈의 전방 표면 상에 위치되는 반면에, 후방 표면은 굴절률이 1.530인 2.4 D의 구면을 갖는 구체이지만, 프로그레시브 안경 렌즈의 재료는 1.594의 굴절률을 갖는다(렌즈의 표면 굴절력, 특히 구면 렌즈의 표면 굴절력을 렌즈의 재료와 무관하게 1.530의 기준 굴절률로 표시하는 것이 역사적 관례이다). 그러나, 전방 표면이 구체이면서, 평균 부가 굴절력을 제공하는 자유-형태 표면이 프로그레시브 안경 렌즈의 후방 표면 상에 위치될 수도 있다. 원환체 후방 표면(자유-형태 표면이 전방에 형성된 경우) 또는 원환체 전방 표면(자유-형태 표면이 후방에 형성된 경우)도 가능할 수 있다는 점을 유의한다. 추가적인 선택사항은, 후방 표면과 전방 표면 모두에 자유-형태 형상을 제공하여, 자유-형태 후방 표면 및 자유-형태 전방 표면이 함께 렌즈의 부가 굴절력을 제공하도록 하는 것이다.

[0194] 이하에서, 제4 실시형태가 도 16 내지 도 20에 대하여 설명될 것이다. 제4 실시형태는, 원거리 기준점에서의 굴절력이 -2.5 DS(구면 굴절력의 디옵터)이고, 근거리 시야 구역의 평균 부가 굴절력이 제1 실시형태에서와 같이 약 1.5 D인, 1.594의 굴절률을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈를 나타낸다. 제1 실시형태와 제4 실시형태 사이의 주요 차이점은, 제4 실시형태의 평균 부가 굴절력이 제1 실시형태의 경우와 같이 프로그레시브 자유-형태 전방 표면에 의해 제공되는 것이 아니라, 프로그레시브 자유-형태 후방 표면에 의해 제공된다는 것이다. 제4 실시형태의 전방 표면은 1.530의 기준 굴절률에서의 2.4 D의 구면이다. 제1 실시형태의 특징과 실질적으로 유사한 제4 실시형태의 특징은 제1 실시형태에서와 동일한 참조 부호로 표시되며 다시 설명되지 않을 것이다.

[0195] 도 16은 제4 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈의 40 mm 직경의 원형 프레임을 도시한다. 본 도면은 제1 실시형태의 도 1에 대응한다. 제1 실시형태에서와 마찬가지로, 점선 영역 내의 광선 추적된 평균 부가 굴절력은 0.125 D보다 더 크게 원거리 시력 굴절력을 초과하지 않는 평균 굴절력을 갖는다.

[0196] 제1 실시형태의 도 2에 대응하는 도 17은 후방 표면의 표면 비점수차를 나타내는 등고선도를 도시한다. 도 17과 도 2를 비교하면 알 수 있는 바와 같이, 제4 실시형태에서의 후방 표면의 표면 비점수차는 제1 실시형태에서의 전방 표면의 표면 비점수차와 거의 동일하다.

[0197] 제1 실시형태의 도 3에 대응하는 도 18은 도 17에 도시된 눈 경로 라인(8)에 따른 광선 추적된 평균 부가 굴절력을 도시한다. 원거리 기준점(DRP), 근거리 기준점(NRP) 및 회랑의 위치들은 제1 실시형태에서와 동일하다. 전체적으로, 눈 경로 라인에 따른 광선 추적된 평균 부가 굴절력의 특성들은 제1 실시형태의 눈 경로 라인에 따른 광선 추적된 평균 부가 굴절력과 매우 유사하다.

[0198] 제1 실시형태의 도 4에 대응하는 도 19는 프로그레시브 안경 렌즈의 50 mm 직경의 원 내에서 제4 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈의 후방 표면의 평균 표면 부가 굴절력을 나타내는 등고선도를 도시한다.

[0199] 제1 실시형태의 도 5에 대응하는 도 20은 도 19에 도시된 4개의 수평 라인(9A 내지 9D)에 따른 프로그레시브 안경 렌즈의 후방 표면의 평균 표면 부가 굴절력을 나타내는 도면을 도시한다.

[0200] 도 16에 도시된 40 mm 직경의 원 내에 있는 낮은 평균 굴절력 구역의 면적은 제4 실시형태에서 764.4 mm^2 이다. 따라서, 제4 실시형태의 낮은 평균 굴절력 구역은 도 16에 도시된 40 mm 직경의 원 내의 면적의 60.8%를 차지한다.

[0201] 비교를 위하여, 제1 실시형태의 도 1 내지 도 5에 각각 대응하는 도 21 내지 도 25에서, 굴절률이 1.594이고 평균 부가 굴절력이 1.5 D인 전형적인 종래기술의 프로그레시브 안경 렌즈가 도시된다.

[0202] 도 21에서 알 수 있는 바와 같이, 주변 구역의 광선 추적된 평균 부가 굴절력은 항상 0.125 D를 초과하고 주변 구역의 넓은 영역에서도 0.5 D를 초과하는 반면에, 제1 및 제4 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈에서는(1.5 D의 광선 추적된 평균 부가 굴절력을 또한 가짐), 주변 구역의 넓은 부분은 0.125 D의 광선 추적된 평균 부가 굴절력을 초과하지 않는다(도 1 및 도 16과 비교). 도 21에 도시된 종래기술의 프로그레시브 안경 렌즈의 40 mm 직경의 원 내에서의 낮은 평균 굴절력 구역(점선 영역)의 면적은 401.2 mm^2 이다. 따라서, 종래기술의 프로그레시브 안경 렌즈의 낮은 평균 굴절력 구역은 40 mm 직경의 원 내에 있는 영역의 약 32%만을 차지하는 반면에, 본 발명의 제1 실시형태에 따른 본 발명의 프로그레시브 안경 렌즈에서는 낮은 평균 굴절력 구역이 40 mm 직경의 원 내에 있는 영역의 약 60%를 차지하며, 이는 종래기술의 프로그레시브 안경 렌즈보다 거의 2배 더 많은 것이다. 도 21 내지 도 25에 도시된 종래기술의 프로그레시브 안경 렌즈보다 더 많은 광선 추적된 평균 부가 굴절력을 갖는 제2 및 제3 실시형태의 프로그레시브 안경 렌즈에서도, 45%의 낮은 평균 굴절력 구역은 종래기술의 프로그레시브 안경 렌즈의 낮은 평균 굴절력 구역보다 40 mm 직경의 원 내에 있는 영역의 상당히 더 큰 비율을 차지한다. 또한, 도 5, 도 10, 도 15 및 도 20과 도 25의 비교는, 평균 표면 부가 굴절력이 하부 시야 구역으로부

터 좌측 및 우측 주변 구역을 향해 변경되는 구배가 종래기술의 프로그래시브 안경 렌즈에서보다 본 발명의 프로그래시브 안경 렌즈에서 상당히 더 급격하다는 것을 보여준다.

- [0203] 본 발명은, 프로그래시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에 있는 영역의 적어도 45%를 차지하며, 0.125 D를 초과하지 않는 광선 추적된 평균 부가 굴절력을 갖는 넓은 낮은 평균 굴절력 구역이 존재하는 프로그래시브 안경 렌즈를 제공한다. 모든 도시된 실시형태에서, 낮은 평균 굴절력 구역은 회랑 및 하부 시야 구역의 양 측면들 상의 주변 구역들에 존재한다. 이와 대조적으로, 종래의 프로그래시브 안경 렌즈의 상태에서 낮은 평균 굴절력 구역의 비율은 각각의 프로그래시브 안경 렌즈의 기하학적 중심을 중심으로 40 mm 직경의 원 내에 있는 영역의 약 35%를 초과하지 않는다. 또한, 종래의 프로그래시브 안경 렌즈의 상태는 주변 구역에서 0.125 D 미만의 광선 추적된 평균 부가 굴절력을 갖는 낮은 평균 굴절력 구역을 제시하지 않거나, 또는 그러한 낮은 평균 굴절력 구역이 주변 구역에 존재하는 경우에, 이들이 우측 및 좌측 주변 구역 중 하나에만 존재하며, 이들이 각각의 주변 구역의 무시할 수 있을 정도의 면적 비율만을 나타낸다.
- [0204] 본 발명의 프로그래시브 안경 렌즈를 제조하는 방법의 실시형태에 따라, 본 발명의 프로그래시브 안경 렌즈는 착용자에 대해 개별적으로 제조될 수 있다. 방법은, 착용자에 대한 특정 착용 위치를 획득하는 단계; 착용자의 원거리 시력을 위한 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 획득하는 단계; 착용자의 근거리 시력을 위한 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 획득하는 단계; 및 반제품 렌즈 블랭크를 렌즈 블랭크로서 제공하는 단계를 포함한다. 반제품 렌즈 블랭크에서, 하나의 렌즈 표면은 이미 완성되어 있다. 이러한 표면은 전형적으로 구면 또는 원환체 표면이다. 본 실시형태에서, 완성된 렌즈 표면은 전방 표면이다. 그러나, 자유-형태 표면이 전방 표면 상에 형성되는 경우, 완성된 렌즈 표면이 후방 표면일 수도 있다.
- [0205] 착용자에 대한 특정 착용 위치, 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 및 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력에 기초하여, 반제품 렌즈 블랭크의 후방 표면 상에 자유-형태 표면이 형성된다. 이러한 자유-형태 표면은, 원거리 기준점(2A)을 갖는 상부 시야 구역(7), 근거리 기준점(3A)을 갖는 하부 시야 구역(5), 및 상부 시야 구역(7)과 하부 시야 구역(5) 사이의 회랑(6)을 한정할 뿐만 아니라, 하부 시야 구역(5) 및 회랑(6)에 의해 분리되는 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)을 한정한다. 자유-형태 표면은 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R) 중 적어도 하나 및 상부 시야 구역(7)에서 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 존재하도록 형성된다. 특정 착용 위치에서, 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 더욱이, 상기 적어도 하나의 자유-형태 표면은 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 프로그래시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지하도록 형성된다.
- [0206] 본 발명의 방법의 본 실시형태에서는 반제품 렌즈 블랭크의 후방 표면 상에 자유-형태 표면이 형성되지만, 자유-형태 표면은 전방 표면 상에 형성될 수도 있다. 이 경우, 반제품 렌즈 블랭크의 후방 표면이 구면 또는 원환체일 것이다.
- [0207] 렌즈 블랭크가 반제품 렌즈 블랭크일 필요는 없으며 안경 렌즈를 형성하기 위한 개시점으로서 적합한 임의의 형태의 원자재일 수 있다는 점을 유의한다.
- [0208] 안경 렌즈는 컴퓨터 구현 방법을 사용함으로써 설계될 수 있다. 이러한 방법에서, 착용자에 대한 특정 착용 위치, 착용자의 원거리 시력을 위한 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 및 착용자의 근거리 시력을 위한 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 타겟 렌즈 설계와 함께 획득 또는 제공된다. 이러한 타겟 렌즈 설계는,
- [0209] - 원거리 시력을 위한 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 및 근거리 시력을 위한 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 포함하는 프로그래시브 안경 렌즈의 굴절력 분포;
- [0210] - 원거리 시력에 적응된 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력을 제공하는 원거리 기준점(2A)을 갖는 상부 시야 구역(7);
- [0211] - 근거리 시력에 적응된 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력을 제공하는 근거리 기준점(3A)을 갖는 하부 시야 구역(5)으로서, 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력은 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력에 대한 부가 굴절력을 제공하는, 하부 시야 구역(5);
- [0212] - 굴절력이 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력으로부터 제2 굴절력, 특히 제2 평균 굴절력으로 점진적으로 변경되는, 상부 시야 구역(7)과 하부 시야 구역(5) 사이의 회랑(6); 및
- [0213] - 하부 시야 구역(5) 및 회랑에 의해 분리되는 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)을 한정하며,
- [0214] 상부 시야 구역(7), 좌측 주변 구역(4L) 및 우측 주변 구역(4R)에서 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)이 존재

하고, 특정 착용 위치에서 착용자가 경험하는 평균 굴절력은 상기 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)에서 제1 굴절력, 특히 제1 평균 굴절력, 플러스 0.125 D를 초과하지 않는다. 낮은 평균 굴절력 구역(10, 11, 12)은 프로그레시브 안경 렌즈의 영역의 적어도 40%를 차지한다.

[0215] 안경 렌즈를 설계하는 것은 타겟 렌즈 설계에 기초하여 특정 착용 위치에서 전방 표면 또는 후방 표면 중 적어도 하나의 형상을 최적화하는 것을 포함한다. 안경 렌즈 표면의 형상을 최적화하는 방법에 관한 정보는 EP 0 857 993 A2 또는 Werner Köppen, "Konzeption und Entwicklung von Gleitsichtgläsern"(DOZ 10/95, 42-46 페이지)에서 구할 수 있다.

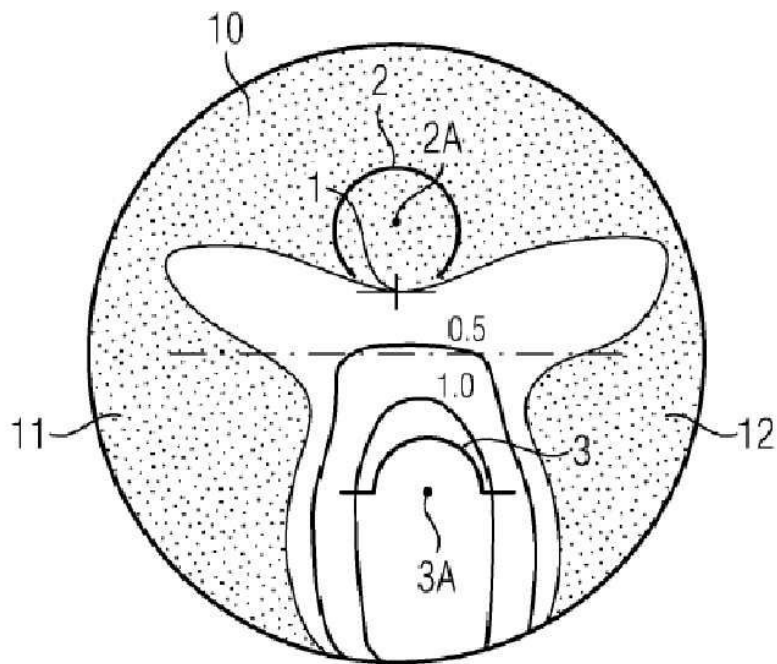
[0216] 본 발명은 예시적인 이유로 4개의 실시형태에 대하여 설명되었지만, 도시된 실시형태와 상이한 실시형태가 가능하다는 것은 당업자에게 명백하다. 예를 들어, 본 실시형태들은 약 1.5 D, 2.0 D 및 2.5 D의 최대 평균 부가 굴절력을 갖는 프로그레시브 안경 렌즈를 제시한다. 그러나, 다른 최대 평균 부가 굴절력이 가능하다. 전형적인 최대 평균 부가 굴절력은 1.0 내지 3.0 D이며, 1.5 D 내지 2.5 D의 부가 굴절력이 가장 일반적인 것이다. 따라서, 본 발명은 위에서 주어진 특정 실시형태로 한정되는 것이 아니라 첨부된 청구범위에 의해서만 한정되어야 한다.

부호의 설명

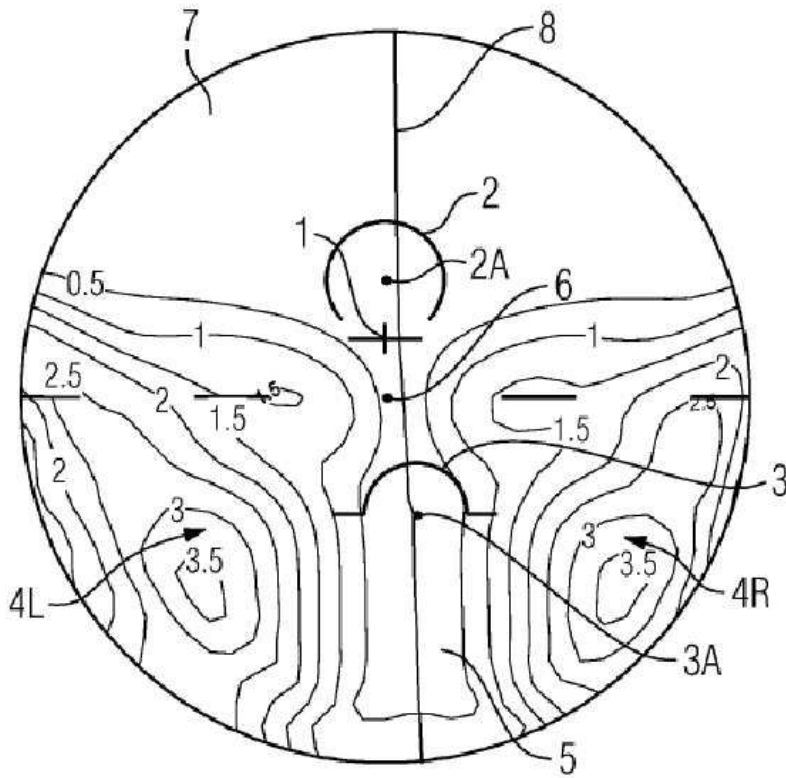
- [0217]
- 1: 피팅 크로스
 - 2: 부분-원
 - 3: 반원
 - 4L, 4R: 좌측, 우측 주변 구역
 - 5: 하부 시야 구역
 - 6: 회랑
 - 7: 상부 시야 구역
 - 8: 눈 라인
 - 9A-9D: 수평 라인
 - 10: 서브-구역
 - 11: 서브-구역
 - 12: 서브-구역

도면

도면1

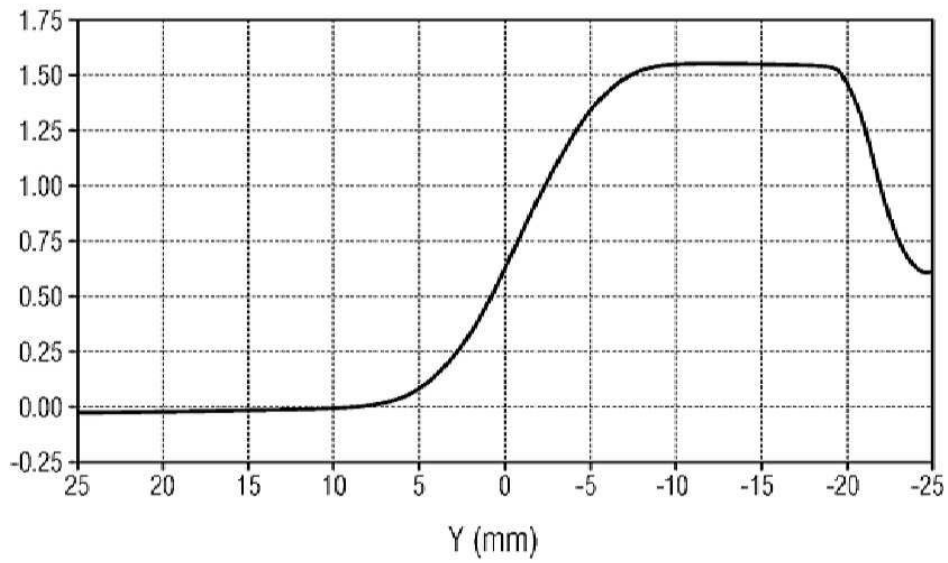


도면2

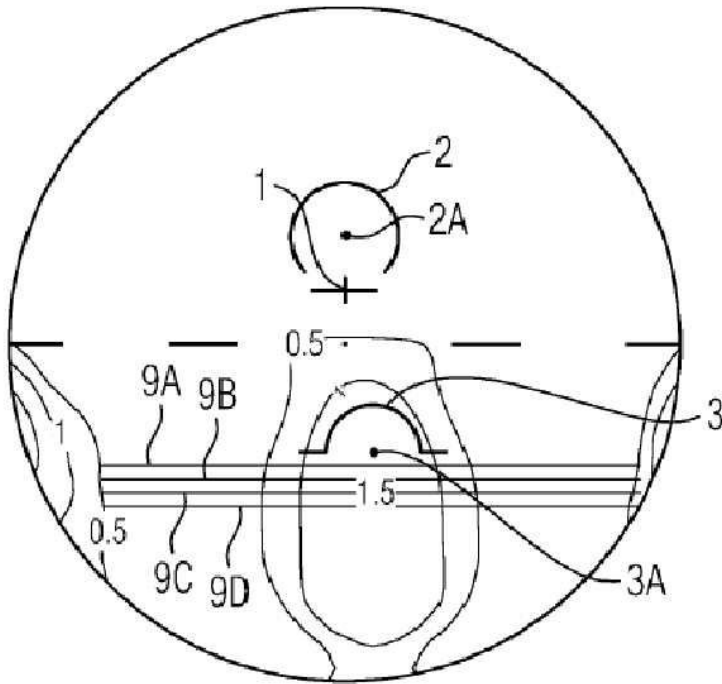


도면3

평균 광학
부가 굴절력 (D)

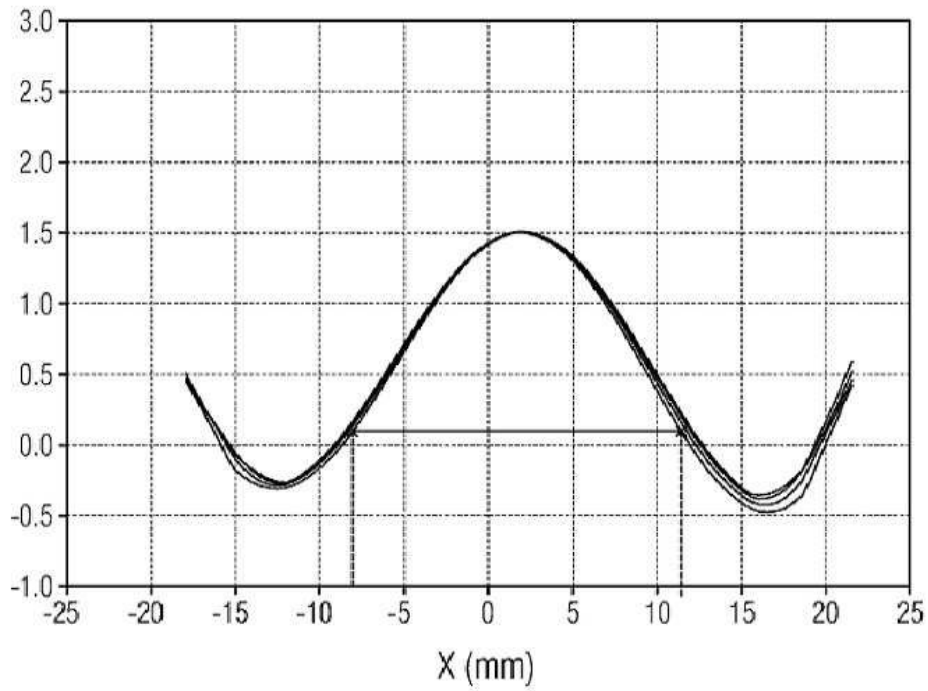


도면4

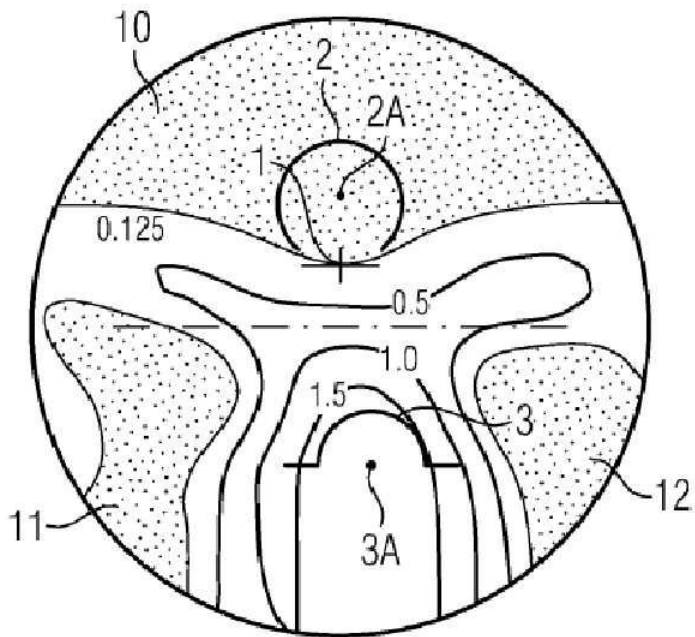


도면5

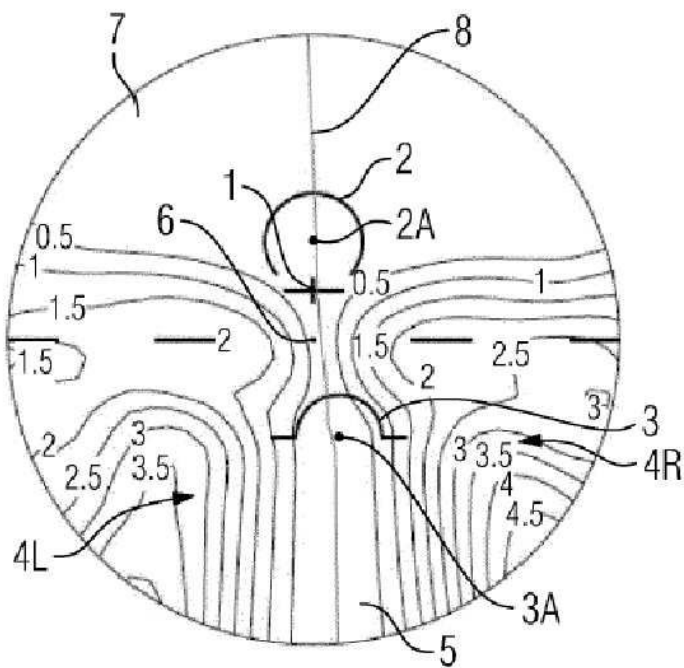
평균 부가
굴절력 (D)



도면6

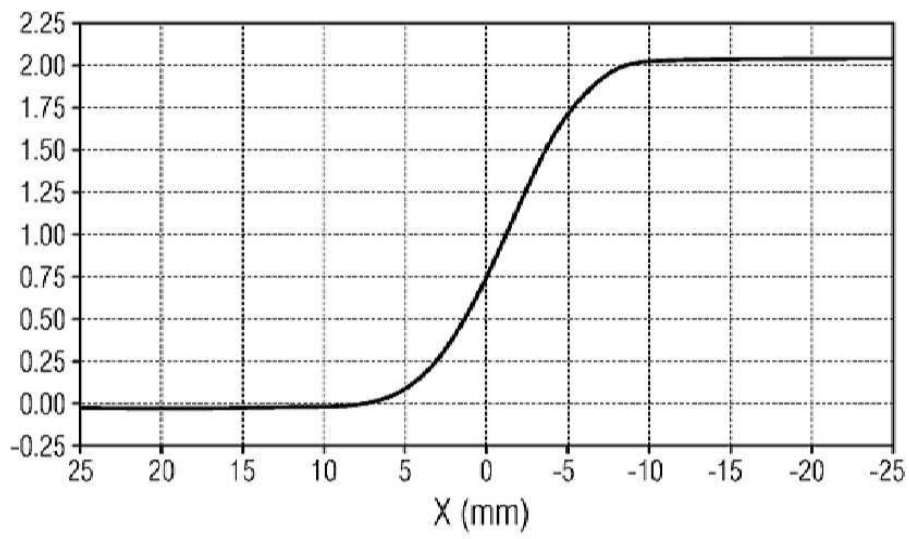


도면7

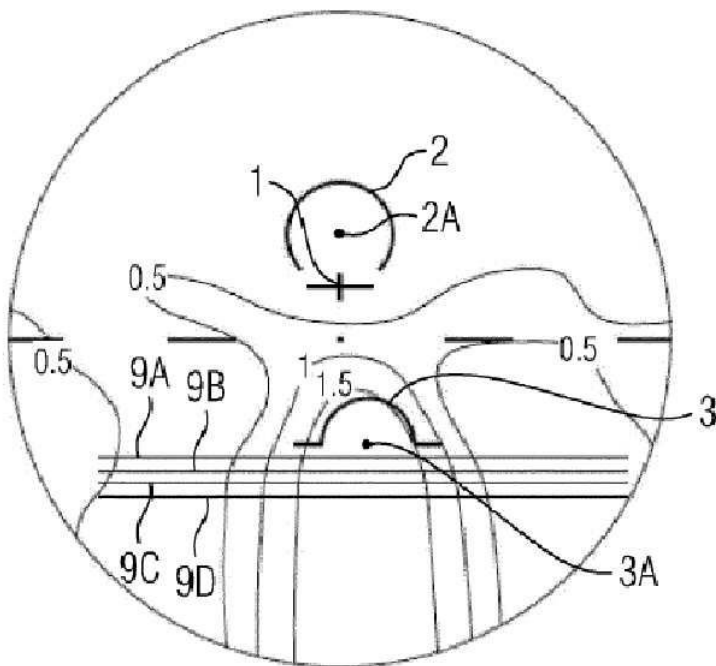


도면8

평균 광학
부가 굴절력 (D)

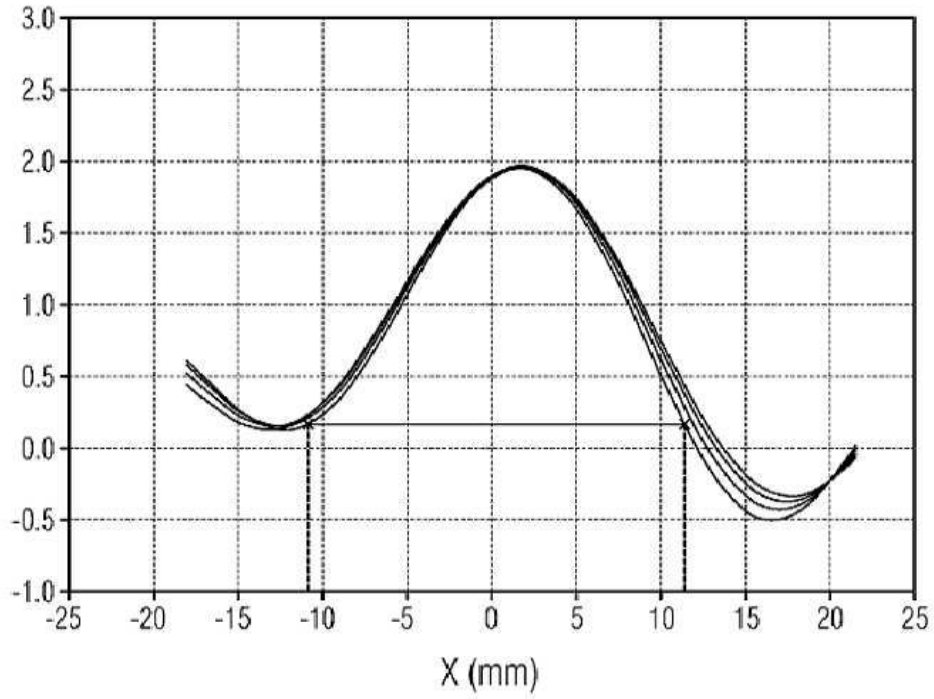


도면9

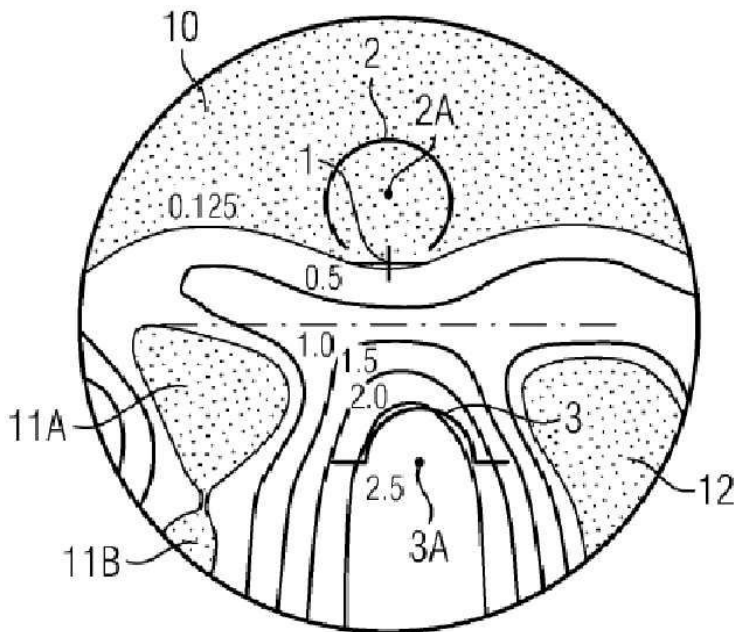


도면10

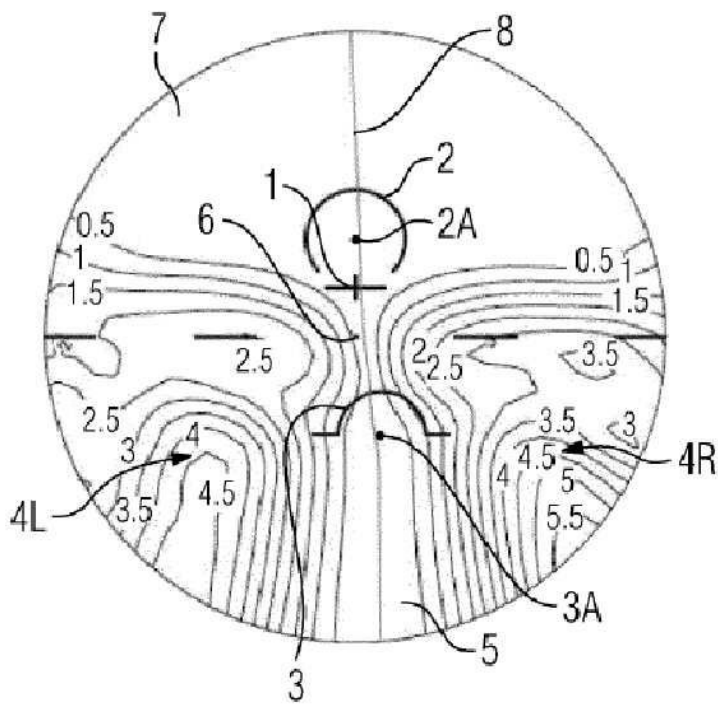
평균 부가
굴절력 (D)



도면11

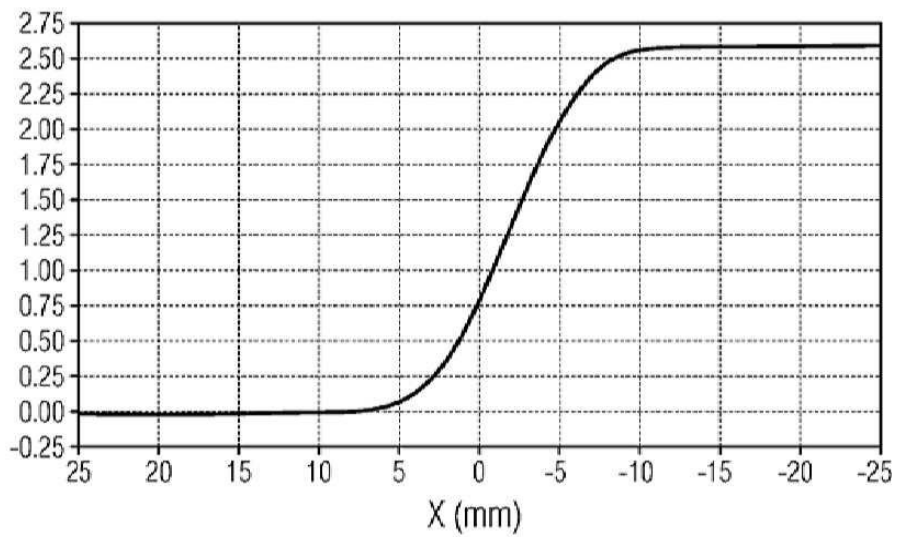


도면12

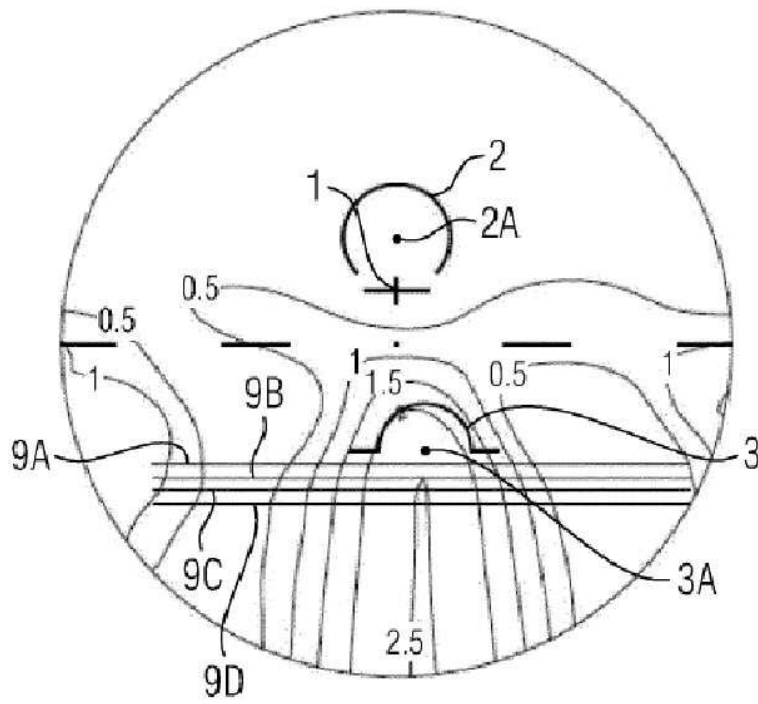


도면13

평균 광학
부가 굴절력 (D)

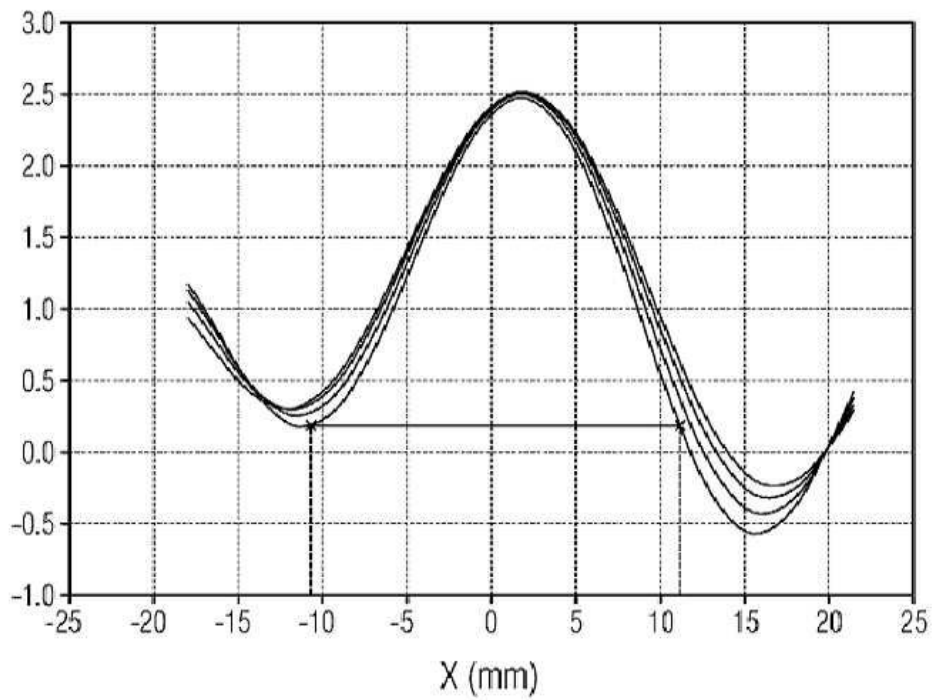


도면14

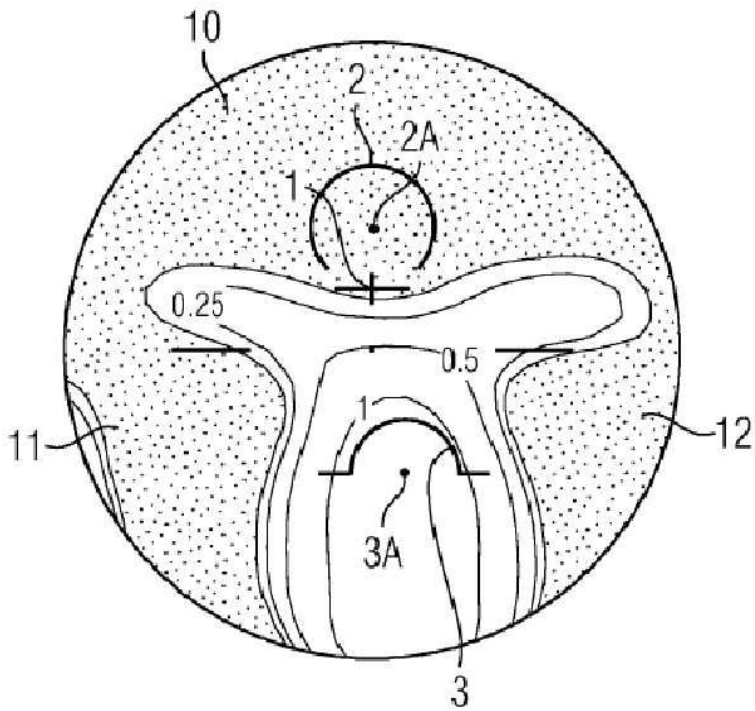


도면15

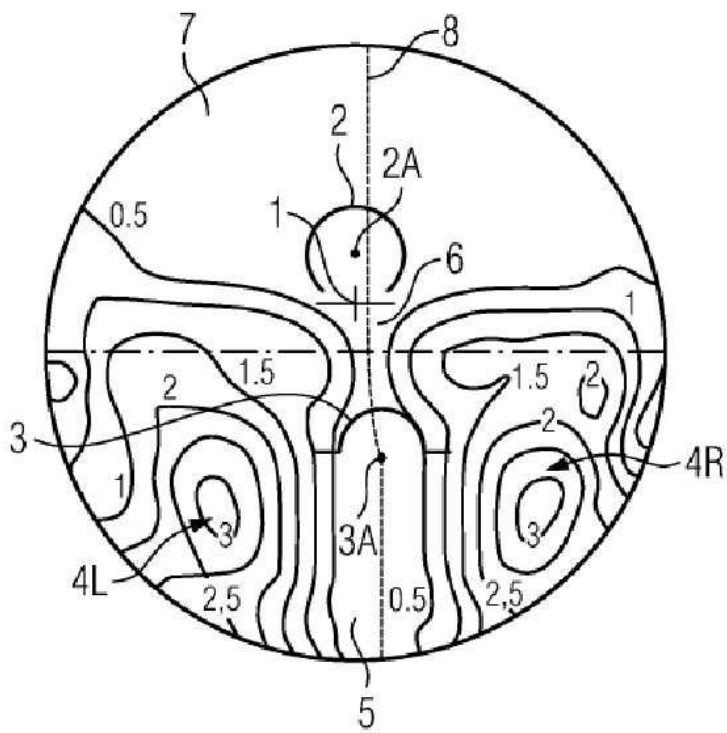
평균 부가
굴절력 (D)



도면16

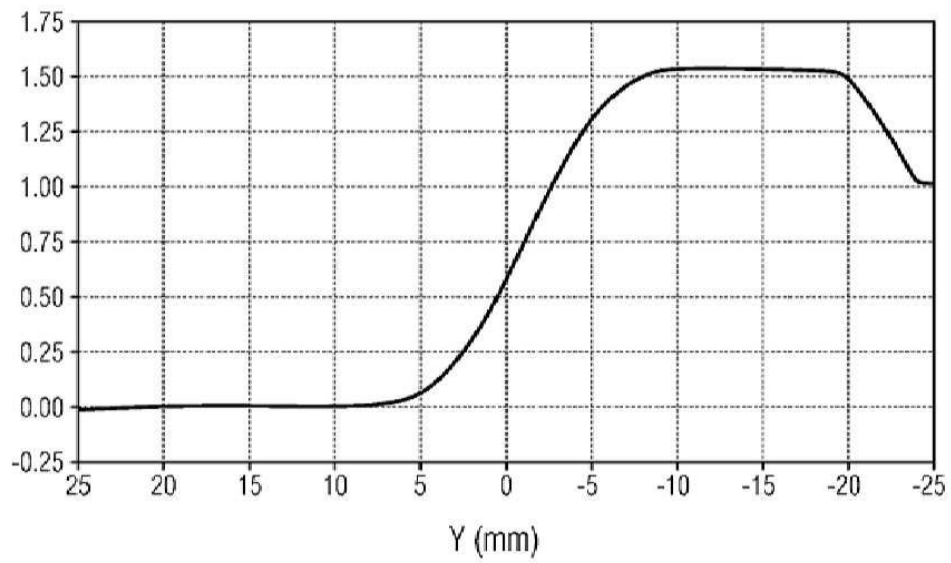


도면17

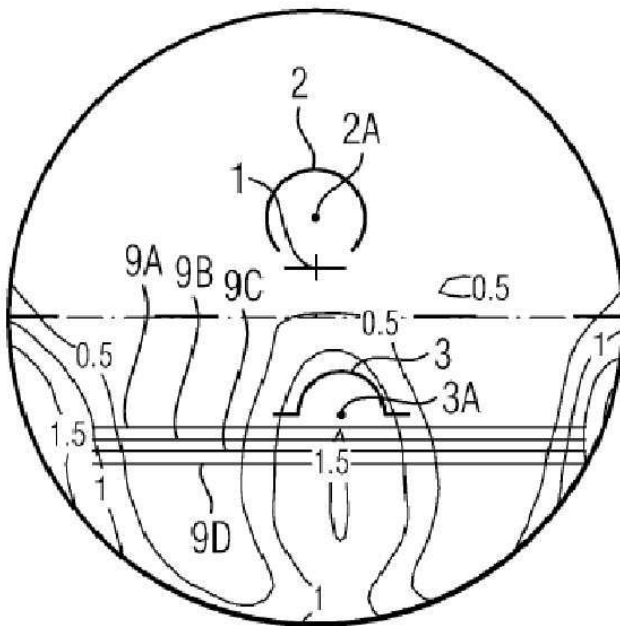


도면18

평균 광학
부가 굴절력 (D)

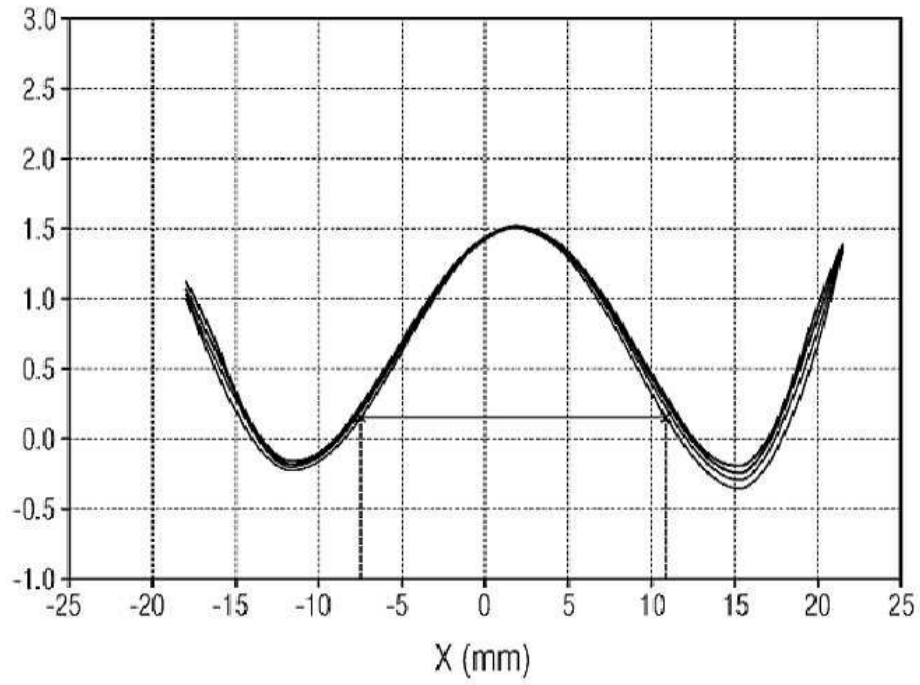


도면19

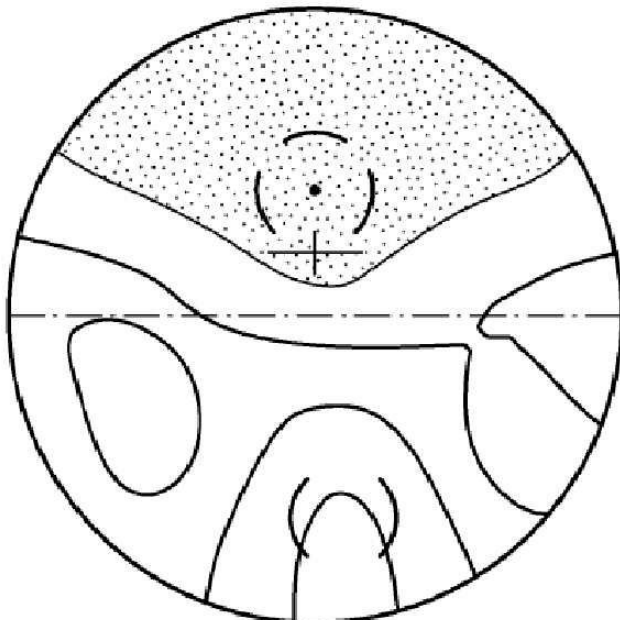


도면20

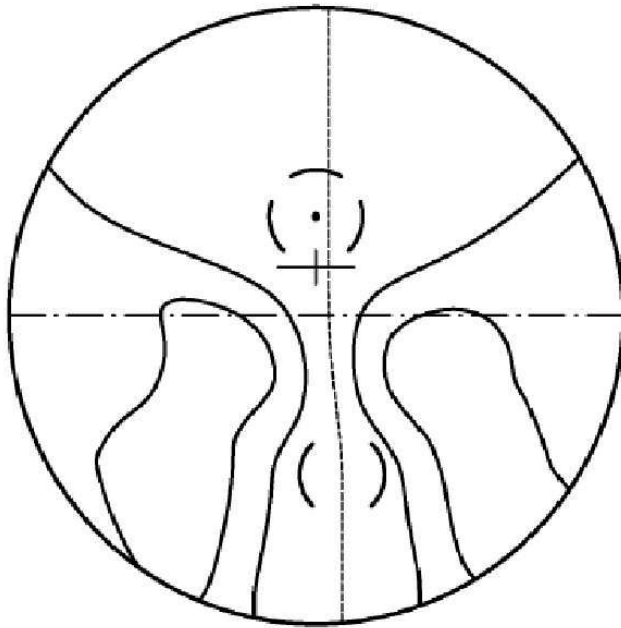
평균 부가
굴절력 (D)



도면21

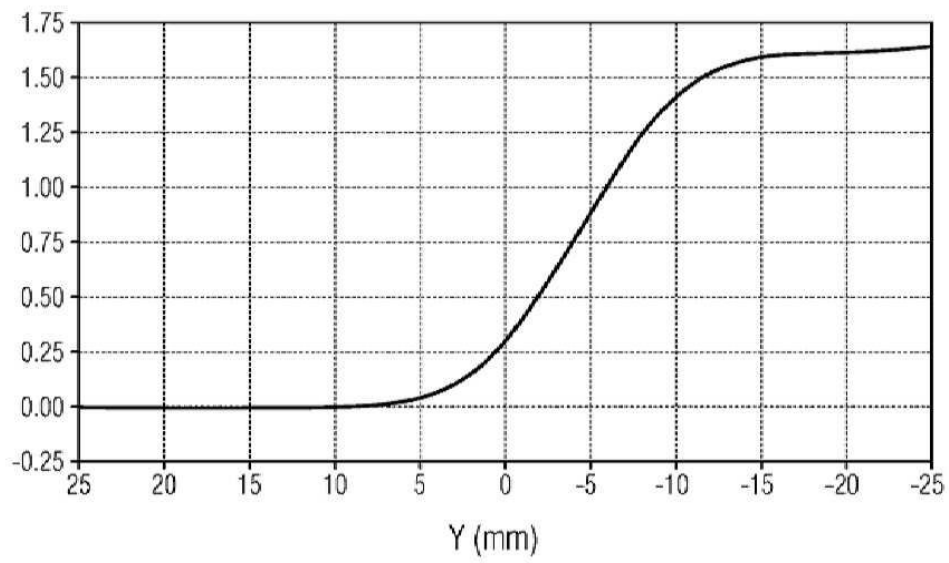


도면22

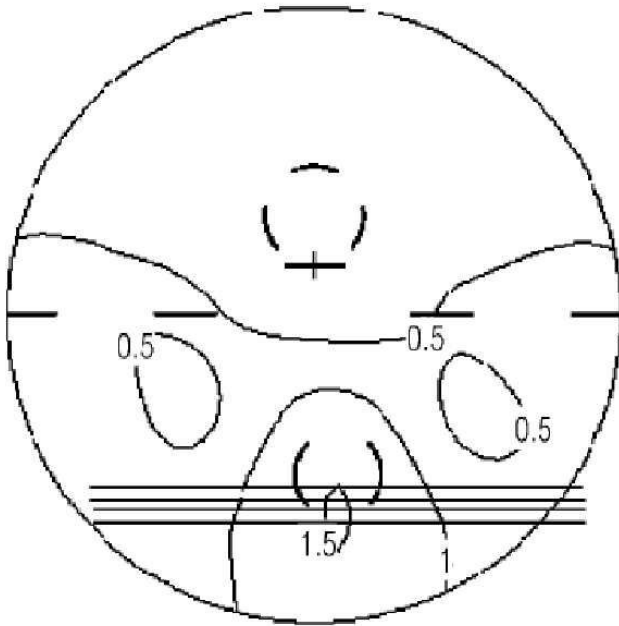


도면23

평균 광학
부가 굴절력 (D)

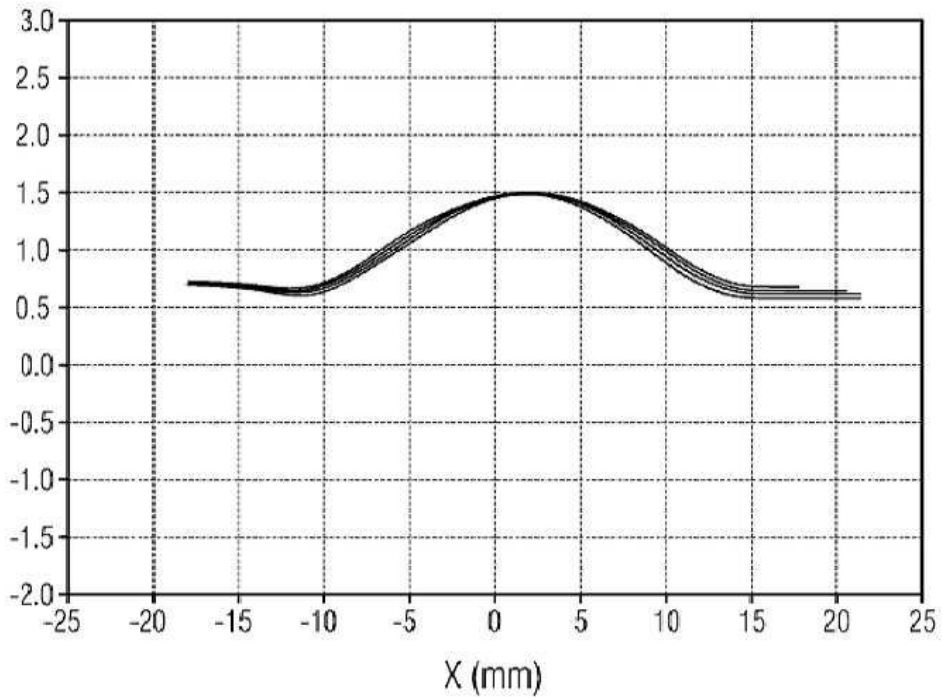


도면24



도면25

평균 부가
굴절력 (D)



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

상기 표면 비점수차

【변경후】

표면 비점수차