



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월08일

(11) 등록번호 10-2042554

(24) 등록일자 2019년11월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 $G02C$ 7/02 (2006.01) $G02C$ 7/06 (2006.01)
 $G06F$ 17/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7012915
(22) 출원일자(국제) 2012년11월15일
심사청구일자 2017년11월06일
(85) 번역문제출일자 2014년05월14일
(65) 공개번호 10-2014-0092338
(43) 공개일자 2014년07월23일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/072679
(87) 국제공개번호 WO 2013/072396
국제공개일자 2013년05월23일
(30) 우선권주장
11306501 2011년11월16일 유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
US7210780 B1
US20070035696 A1
DE000004242267 A

(73) 특허권자
에셀로 앙터나시오날
프랑스 94220 샤랭통 르 폰트 뒤 드 파리 147
(72) 발명자
위하도호 파비앙
프랑스 에프-94220 샤랭통 르 폰트 뒤 드 파리 147
에셀로아 인터내셔널
드 호시 엘렌느
프랑스 에프-94220 샤랭통 르 폰트 뒤 드 파리 147
에셀로아 인터내셔널
(74) 대리인
방해철, 김용인

전체 청구항 수 : 총 14 항

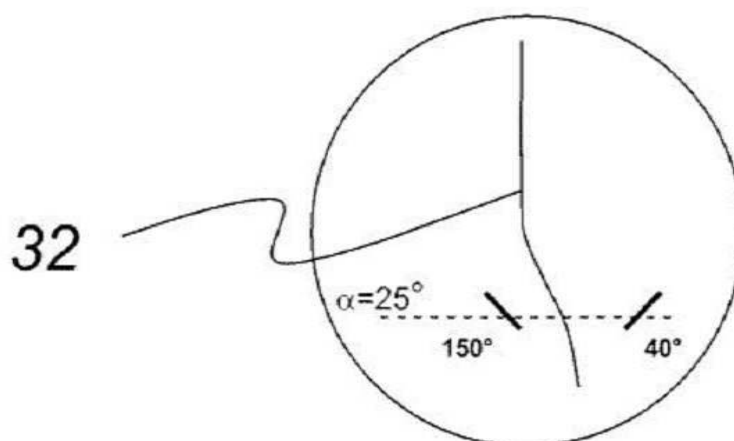
심사관 : 정향남

(54) 발명의 명칭 **안경 렌즈 결정 방법**

(57) 요약

본 발명은 누진 안경 렌즈를 결정하는 방법에 관한 것으로, - 제1 및 제2 기준축(Γ_1 , Γ_2)을 결정하며, 이때 제1 기준축은 $[\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ]$ (γ_T 는 제1 관자놀이 부분(Portion1)에서 제1 표면을 가르는(intersect) 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정값으로 설정값으로 설정되고, 제2 기준축 (뒷면에 계속)

대표도 - 도16



은 $[\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ]$ (γ_N 은 제2 코 부분(Portion2)에서 제1 표면을 가르는 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정값으로 설정값으로 설정되고; - 조합된 기준축(Γ)을 제1 기준축과 제2 기준축의 선형 조합으로서 결정하며; - 제1 부분에 걸쳐서는, 조합된 기준축을 따르는 구면도수 값이 조합된 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높게 만들고($SPH(\Gamma 1) > SPH(\perp \Gamma 1)$, 일반식 I); - 제2 부분에 걸쳐서는, 조합된 기준축을 따르는 구면도수 값이 조합된 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높게 만든다($SPH(\Gamma 2) > SPH(\perp \Gamma 2)$, 일반식 I). 상기 방법은 광학 도수 결함 및 광학적 잔여난시를 보정하는 것에서의 성능을 저하시키지 않으면서 왜곡을 향상시킬 수 있게 한다. 이것은 결과적으로 안경 착용자의 안락감을 증가시킨다. 본 발명은 또한 누진 안경 렌즈, 누진 안경 렌즈의 제조 방법, 누진 안경 렌즈를 제조하기 위한 일련의 장치, 상기 방법과 연관된 일련의 데이터, 컴퓨터 프로그램 제품 및 컴퓨터 판독가능 매체에 관한 것이다.

명세서

청구범위

청구항 1

렌즈를 코 영역(Area_nasal)과 관자놀이 영역(Area_temporal)으로 분리하는 주경선(main meridian, 32)을 포함하는 안경 렌즈 결정 방법으로서,

- 렌즈를 착용하였을 때, 하향 각(α) 및 방위각(β)에 대응되는 각각의 응시 방향에 대해, 굴절력($P_{\alpha, \beta}$), 난시 모듈($Ast_{\alpha, \beta}$) 및 난시축($\gamma_{\alpha, \beta}$)을 정의하는, 안경 착용자에 적합한 목표 광학 함수를 선택하는 단계;
- 각 점에서 평균 구면도수 값(SPH_{mean}), 원주렌즈 도수 값(CYL) 및 원주렌즈 축(γ_{AX})을 각각 갖는, 렌즈의 전면과 렌즈의 후면을 정의하는 단계;
- 관자놀이 영역(Area_temporal)에 $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $-40^\circ < \beta < -5^\circ$ 의 응시 방향에 의해 한정되며, 고려되는 부분에서의 비점수차는 0.50 디옵터를 초과하게 되는 적어도 하나의 제1 부분(Portion1)을 정의하고, 코 영역(Area_nasal)에 $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $5^\circ < \beta < 40^\circ$ 의 응시 방향에 의해 한정되며, 고려되는 부분에서의 비점수차는 0.50 디옵터를 초과하게 되는 적어도 하나의 제2 부분(Portion2)을 정의하는 단계;
- 전면의 제1 부분 및 제2 부분(Portion1, Portion2)에 대해, 제1 또는 제2 기준축(Γ_1, Γ_2)을 각각 결정하는 단계로, 이때 제1 기준축(Γ_1)은 [$\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ$](γ_T 는 제1 부분(Portion1)에서 전면을 가르는(intersect) 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정되고, 제2 기준축(Γ_2)은 [$\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ$](γ_N 은 제2 부분(Portion2)에서 전면을 가르는 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정되며, 상기 평균 난시축(γ_T, γ_N)이 최소 광학 도수의 방향을 규정하는 것인 단계;
- 제1 및 제2 기준축의 선형 조합으로 조합된 기준축(Γ)을 결정하는 단계, $\Gamma = \alpha_1 * \Gamma_1 + \alpha_2 * \Gamma_2$ (여기서 α_1 및 α_2 는 중량); 및
- 제1 부분(Portion1)에서, 상기 조합된 기준축을 따르는 구면도수 값($SPH(\Gamma)$)이 조합된 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값($SPH(\perp \Gamma)$)보다 높게 되도록 ($SPH(\Gamma) > SPH(\perp \Gamma)$), 그리고 제2 부분(Portion2)에서, 상기 조합된 기준축을 따르는 구면도수 값($SPH(\Gamma)$)이 조합된 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값($SPH(\perp \Gamma)$)보다 높게 되도록 ($SPH(\Gamma) > SPH(\perp \Gamma)$) 전면을 수정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

제1 기준축 및 제2 기준축에 동일한 중량($\alpha_1 = \alpha_2 = 1/2$)을 적용하는 단계;

제1 기준축에 총 중량($\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 0$)을 적용하는 단계;

제2 기준축에 총 중량($\alpha_1 = 0; \alpha_2 = 1$)을 적용하는 단계로 구성되는 리스트내에서 선택된 중량들을 적용함으로써 조합된 기준축(Γ)을 결정하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

전면이 조합된 기준축(Γ)에 대해 설정된 각 점에서 원주렌즈 축(γ_{AX})을 가진 원환체(toric) 표면이 되도록 전면을 수정하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

목표 광학 함수의 평균 난시축(γ_T , γ_N)은, 고려되는 부분의 전면을 가르는 응시 방향에 대한, 처방된 평균 난시축, 또는 전체평균 난시축, 또는 잔여평균 난시축인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

제1 기준축(Γ_1)은 제1 부분(Portion1)에서의 평균 난시축(γ_T)으로 설정되며, 제2 기준축(Γ_2)은 제2 부분(Portion2)에서의 평균 난시축(γ_N)으로 설정되는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

각각의 기준축(Γ_1 , Γ_2)은 각 부분(Portion1, Portion2)에서의 왜곡현상을 최소화하기 위한 광학적 최적화에 의해 정의되는 방법.

청구항 7

착용하였을 때, 각각의 응시 방향에 대해 굴절률($P_{a,\beta}$), 난시 모듈($Ast_{a,\beta}$) 및 난시축($\gamma_{a,\beta}$)을 갖는 안경 렌즈로서, 각각의 응시 방향은 하향 각(α) 및 방위각(β)에 대응되고,

상기 렌즈는 각 점에서 평균 구면도수 값(SPH_{mean}), 원주렌즈 도수 값(CYL), 원주렌즈 축(γ_{AX})을 각각 갖는 전면 및 후면을 포함하며, 이때 원주렌즈 축은 최대 구면 축이며,

렌즈는 코 영역(Area_nasal)과 관자놀이 영역(Area_temporal)으로 렌즈를 분리시키는 주경선(32)을 포함하며,

여기서 γ_T 는 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 가장 작은 광학 도수의 방향을 규정하는 렌즈의 평균 난시축이고,

γ_N 은 코 영역의 제2 부분에서의 가장 작은 광학 도수의 방향을 규정하는 렌즈의 평균 난시축이며;

γ 는 난시축의 가중 평균값: $\gamma = \alpha_1 * \gamma_T + \alpha_2 * \gamma_N$ 이며, 여기서 중량 α_1 및 α_2 는 0과 1 범위에 포함되고; 그리고 $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ 이며, 여기서 전면은 제1 부분(Portion1) 및 제2 부분(Portion2)을 포함하고 제1 부분(Portion1)은 $-20mm < x < -2.5mm$ 및 $4mm > y > -11mm$ 로 전면에 한정되고 제2 부분(Portion2)은 $2.5mm < x < 20mm$ 및 $4mm > y > -11mm$ 로 전면에 한정되며, 전면은:

- 관자놀이 영역의 적어도 하나의 제1 부분(Portion1)에서, $[\gamma - 20^\circ, \gamma + 20^\circ]$ 범위에 포함되는 원주렌즈 축($\gamma_{AX,T}$); 및

- 코 영역의 적어도 하나의 제2 부분(Portion2)에서, $[\gamma - 20^\circ, \gamma + 20^\circ]$ 범위에 포함되는 원주렌즈 축($\gamma_{AX,N}$)을 갖는, 안경 렌즈.

청구항 8

삭제

청구항 9

프로세서에 액세스 가능한 하나 이상의 저장된 명령어 시퀀스를 포함하며, 프로세서에 의해 실행될 때 프로세서가 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 단계들을 수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램 제품의 하나 이상의 명령어 시퀀스를 수행하는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체.

청구항 10

- 안경 착용자의 눈에 관한 데이터를 제공하는 단계;

- 안경 착용자에 관한 데이터를 전송하는 단계;

- 제1항에 기재된 방법에 따른 렌즈의 전면을 결정하는 단계;
- 전면에 관한 데이터를 전송하는 단계;
- 상기 전송된, 전면에 관한 데이터에 근거하여 렌즈의 광학적 최적화를 수행하는 단계;
- 광학적 최적화의 결과를 전송하는 단계; 및
- 광학적 최적화의 결과에 따라 누진 안경 렌즈를 제조하는 단계를 포함하는, 누진 안경 렌즈의 제조 방법.

청구항 11

제10항에 기재된 방법의 단계들을 수행하도록 구성된, 누진 안경 렌즈 제조를 위한 일련의 장치.

청구항 12

- 각 점에서 평균 구면도수 값(SPH_{mean})과 원주렌즈 도수 값(CYL)과 원주렌즈 축(γ_{AX})을 갖는 전면, 및 제2 미가공 표면을 정의하는 단계;
- 렌즈를 착용하였을 때, 하향 각(α) 및 방위각(β)에 대응되는 각각의 응시 방향에 대해, 굴절력($P_{\alpha, \beta}$), 난시모듈($Ast_{\alpha, \beta}$) 및 난시축($\gamma_{\alpha, \beta}$)을 정의하는, 주어진 처방 세트에 적합한 목표 광학 함수를 선택하는 단계;
- 상기 전면을 코 영역(Area_nasal)과 관자놀이 영역(Area_temporal)으로 나누는 주경선(32)을 정의하는 단계;
- 관자놀이 영역(Area_temporal)에 $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $-40^\circ < \beta < -5^\circ$ 의 응시 방향에 의해 한정되며, 고려되는 부분에서의 비점수차는 0.50 디옵터를 초과하게 되는 적어도 하나의 제1 부분(Portion1)을 정의하고, 코 영역(Area_nasal)에 $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $5^\circ < \beta < 40^\circ$ 의 응시 방향에 의해 한정되며, 고려되는 부분에서의 비점수차는 0.50 디옵터를 초과하게 되는 적어도 하나의 제2 부분(Portion2)을 정의하는 단계;
- 상기 전면의 제1 부분 및 제2 부분(Portion1, Portion2)에 대해, 제1 또는 제2 기준축(Γ_1, Γ_2)을 각각 결정하는 단계로, 이때 제1 기준축(Γ_1)은 [$\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ$](γ_T 는 제1 부분(Portion1)에서 전면을 가르는 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정되고, 제2 기준축(Γ_2)은 [$\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ$](γ_N 는 제2 부분(Portion2)에서 전면을 가르는 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정되며, 상기 평균 난시축(γ_T, γ_N)이 최소 광학 도수의 방향을 규정하는 것인 단계;
- 제1 및 제2 기준축의 선형 조합으로 조합된 기준축(Γ)을 결정하는 단계, $\Gamma = \alpha_1 * \Gamma_1 + \alpha_2 * \Gamma_2$ (여기서 α_1 및 α_2 는 중량); 및
- 제1 부분(Portion1)에서는, 조합된 기준축을 따르는 구면도수 값($SPH(\Gamma)$)이 조합된 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값($SPH(\perp \Gamma)$)보다 높게($SPH(\Gamma) > SPH(\perp \Gamma)$) 되도록, 그리고
- 제2 부분(Portion2)에서는, 조합된 기준축을 따르는 구면도수 값($SPH(\Gamma)$)이 조합된 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값($SPH(\perp \Gamma)$)보다 높게($SPH(\Gamma) > SPH(\perp \Gamma)$) 되도록, 전면을 결정하는 단계를 포함하는, 반가공 렌즈 블랭크의 결정 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

제1 기준축 및 제2 기준축에 동일한 중량($\alpha_1 = \alpha_2 = 1/2$)을 적용하는 단계;

제1 기준축에 총 중량($\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 0$)을 적용하는 단계;

제2 기준축에 총 중량($\alpha_1 = 0; \alpha_2 = 1$)을 적용하는 단계로 구성되는 리스트내에서 선택된 중량들을 적용함으로써 조합된 기준축(Γ)을 결정하는, 반가공 렌즈 블랭크의 결정 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 전면은 상기 조합된 기준축(Γ)에 대하여 설정된 각각의 점에서 원주렌즈 축(γ_{AX})을 갖는 원환체(toric) 표면으로서 결정되는, 반가공 렌즈 블랭크의 결정 방법.

청구항 15

- 안경 착용자에 관한 데이터를 제공하는 단계;

- 안경 착용자에 대해 제공되는 데이터에 근거하여, 렌즈를 착용하였을 때 하향 각(α) 및 방위각(β)에 대응되는 각각의 응시 방향에 대해, 굴절력($P_{\alpha,\beta}$), 난시 모듈($Ast_{\alpha,\beta}$) 및 난시축($\gamma_{\alpha,\beta}$)을 정의하는 목표 광학 함수를 선택하는 단계;

- 제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 따라 결정되는 반가공 렌즈 블랭크를 선택하는 단계로, 전면은 각 점에서 $[\gamma_{AXmean} - 20^\circ, \gamma_{AXmean} + 20^\circ]$ (γ_{AX} 평균은 관자놀이 영역 및 코 영역에서 제1 부분 및 제2 부분에서의 원주렌즈 축의 평균값) 범위에 포함된 원주렌즈 축(γ_{AX})을 갖는 단계;

- 전면의 원주렌즈 축의 평균값(γ_{AXmean})을 조합된 기준축(Γ)과 정렬하도록 반가공 렌즈 블랭크의 위치선정을 결정하는 단계;

- 선택된 목표 광학 함수 및 전면에 관한 데이터에 근거하여 렌즈의 제2 표면을 계산하는 단계;

- 결정된 위치에서의 블로커 상에 반가공 렌즈 블랭크를 위치시키는 단계;

- 상기 계산의 결과에 따라 렌즈의 제2 표면을 마무리 작업하는 단계를 포함하는, 누진 안경 렌즈의 제조 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 안경 렌즈, 특히 누진 안경 렌즈 결정 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 안경 렌즈, 한 쌍의 안경 렌즈의 제조 방법, 한 쌍의 누진 안경 렌즈를 제조하기 위한 일련의 장치, 상기 방법과 연관된 일련의 데이터, 컴퓨터 프로그램 제품 및 컴퓨터 판독가능 매체에 관한 것이다. 본 발명은 또한 반가공된 렌즈 블랭크(lens blank) 및 이러한 블랭크의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 안경 착용자는 플러스(+) 또는 마이너스(-) (광학) 도수 교정을 처방받게 된다. 노안 안경 착용자의 경우, 근시의 원근 조절 장애로 인해, 도수 교정값은 원시와 근시에 대해 다르다. 따라서, 처방전에는 원시 도수값과, 원시와 근시 사이의 도수 증가를 나타내는 가입도수(addition)가 포함된다. 이러한 가입도수는 가입도 처방으로 인정된다. 노안 안경 착용자에 적합한 안경 렌즈는 다초점 렌즈이며, 가장 적합한 렌즈는 누진 다초점 렌즈이다.

[0003] 안과 처방전에는 난시(비점수차, astigmatism) 처방이 포함될 수 있다. 이러한 처방전은, 축값(단위: 도) 및 진폭값(단위: 디옵터)으로 형성된 한 쌍의 형태로, 안과의사가 내린다. 진폭값은 주어진 방향에서 최저 도수와 최대 도수의 차를 나타내며, 이러한 진폭값을 이용하여 안경 착용자의 시각 결손을 교정할 수 있다. 종래에 채택된 방식에 따르면, 축은 선택되는 회전 관점으로, 기준축에 대해 두 도수 중 하나의 배향을 나타낸다. 보통, TABO 종래 방식이 이용된다. 이러한 종래 방식에서, 기준축은 수평 방향이며, 회전 방향에서 보면, 안경 착용자를 바라볼 때 각각의 눈에 대해 반시계 방향이다. 따라서 $+45^\circ$ 의 축값은 안경 착용자를 바라볼 때 우상 사분면으로부터 좌하 사분면까지 연장되는, 사선방향으로 배향된 축을 나타낸다. 이러한 난시 처방은 원거리를 주로 보는 안경 착용자에서 측정된다. “난시(비점수차)”라는 용어는 상기 쌍(진폭, 각도)을 표시하기 위해 사용되며; 전적으로 정확하지는 않지만, 비점수차의 진폭을 지칭하는 데에도 상기 용어가 사용된다. 당해 기술분야의 숙련자라면 상기 용어가 어떤 의미로 논해지는지 문맥으로 이해할 수 있다. 또한 당해 기술분야의 숙련자는, 안경 착용자에 처방된 도수 및 난시가 일반적으로 구면도수 SPH, 원주렌즈 도수 CYL 및 축(원주렌즈의 축) AXS를 나타낸다는 것을 숙지하고 있다. 도 1은 안경 착용자의 왼쪽 눈을 위해 바람직한, TABO 좌표계로 표현된 처방전의 개략적 예시도이다. 처방전에서 축(여기서는, 65°)은 가장 낮은 도수의 방향(본 경우에는 3.50δ)을 가리키는 한편, 가장 높은 도수는 처방전에서의 축에 직교하는 방향을 따르며 그 값은 $+3.50 \delta + 0.25 \delta = 3.75 \delta$ 이다. 평균 도수(평균 구면도수 SM으로도 불림)는 가장 낮은 도수와 가장 높은 도수의 산술 평균으로, 3.625δ 이다.

[0004] 위에 설명한 바와 같이, 노안 안경 착용자에 가장 적합한 렌즈는 누진 다초점 렌즈이다. 그러나, 이러한 렌즈는 안경 착용자를 만족시키기 위해 최소한으로 줄여야 하는 시력 결함을 유도한다. 안경 착용자가 인지한 이미지(像)가 렌즈를 통해 형성될 때, 렌즈의 결상 성능을 열화시키는 여러 현상이 발생한다. 도수 결함, 비점수차 결함 및 고위 수차는 이미지의 광학적 품질에 영향을 미쳐, 이미지의 선명도와 명암을 감소시키는 광학적 결함들의 예이다. 광학적 결함들은 또한 안경 착용자가 인지하는 물체의 외관을 바꾼다. 실제로, 상기 물체와 비교하여, 물체가 왜곡(이미지의 형상이 바뀜) 및/또는 위치이탈된 것으로 보일 수 있다.

[0005] 그러므로, 누진 다초점 렌즈를 설계할 때에는, 도수 증가로 인해 광학적 결함을 완전히 없애는 것이 불가능하지만 광학적 결함을 가능한 한 많이 감소시켜야 한다. 이와 같이, 남아있는 광학적 결함이 안경 착용자의 시력에 최소한도로 영향을 미치게하는 방식으로 상기 결함들을 또한 분산시켜야 한다.

[0006] 당해 기술분야의 숙련자는, 그 중에서도, EP-A-0,990,939호, US-A-5,270,746호 (EP-A-0,461,624호) 및 WO-A-98 12590호에 기재된 바와 같은 도수 결함 및 비점수차 결함을 포함한 광학적 결함들을 어떻게 보완하는지 알고 있다. 렌즈 설계자는 이러한 광학적 결함들을 보완할 때 두 가지 상반되는 제약조건을 다루어야 한다. 한 편으로, 설계자는 안경 착용자가 예를 들어 뭔가를 읽을 때 안경 착용자에게 편안한 시력을 제공하기 위해 렌즈의 중심 부위를 크게 설계할 필요가 있다. 이는 광학적 결함들을 시야의 측면 부위에 밀어버리고, 그리하여 동적 시력에 영향을 미치는 시야의 주변부가 중요한 구배를 갖게 함으로써 시행될 수 있다. 다른 한 편으로, 설계자는 동적 시력을 향상시키기 위해 시야의 주변부 내 구배를 제한시킬 필요가 있는데; 이는 중심 시야 부위의 크기에 불리하다. 공지된 방법들에서는, 중심 시각적 성능과 주변 시각적 성능 사이가 절충되어야 한다.

[0007] 또한, 위에 언급한 방법들은 무엇보다도 안경 착용자가 인지한 이미지의 선명도를 개선하거나 저하시키는 광학적 기준(optical criteria)만 고려한다. 예를 들어, 도수, 비점수차 및 고위 수차에 대한 기준들이 다루어진다. 렌즈 설계자는 렌즈를 통해 인지된 이미지의 왜곡현상을 제한하기 위해 상기 기준들 간을 절충할 수 있다. 이런 식으로, 통상 렌즈는 선명도와 이미지 변형 사이를 절충하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 위에 언급한 단점들을 적어도 부분적으로 완화시키는 데에 있다.

[0009] 더 구체적으로, 본 발명은 양호한 선명도를 보장하면서 이미지 변형(즉, 왜곡)에 대한 성능이 개선되도록 의도된 안경 렌즈를 쓰는 안경 착용자의 편안함을 개선하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적은 렌즈를 코 영역과 관자놀이 영역으로 분리하는 주경선(main meridian)을 포함하는 안경 렌즈 결정 방법으로 실현되며, 상기 방법은:

[0011] - 렌즈를 착용하였을 때, 하향 각 및 방위각에 대응되는 각각의 응시 방향에 대해, 굴절력, 난시 모듈 및 난시 축을 정의하는, 안경 착용자에 적합한 목표 광학 함수를 선택하는 단계;

[0012] - 각 점에서 평균 구면도수 값, 원주렌즈 도수 값 및 원주렌즈 축을 각각 갖는, 렌즈의 제1 표면과 제2 표면을 정의하는 단계;

[0013] - 관자놀이 영역에 적어도 하나의 제1 부분을 정의하고, 코 영역에 적어도 하나의 제2 부분을 정의하는 단계;

[0014] - 제1 표면의 제1 부분 및 제2 부분에 대해, 제1 또는 제2 기준축을 각각 결정하는 단계로, 이때 제1 기준축은 $[\gamma T - 20^\circ, \gamma T + 20^\circ]$ (γT 는 제1 관자놀이 부분에서 제1 표면을 가르는(intersect) 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균(mean) 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정값으로 설정값으로 설정되고, 제2 기준축은 $[\gamma N - 20^\circ, \gamma N + 20^\circ]$ (γN 은 제2 코 부분에서 제1 표면을 가르는 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정값으로 설정값으로 설정되는 것인 단계;

[0015] - 제1 및 제2 기준축의 선형 조합으로 조합되는 기준축을 결정하는 단계로서: $\Gamma = a_1 * \Gamma_1 + a_2 * \Gamma_2$ (여기서 a_1 및 a_2 는 중량); 및

[0016] - 제1 표면을 수정하는 단계로서:

[0017] - 제1 부분에서, 조합된 기준축을 따르는 구면도수 값이 조합 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높게 되도록, 및

[0018] - 제2 부분에서, 조합 기준축을 따르는 구면도수 값이 조합된 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높게 되도록 제1 표면을 수정하는 단계를 포함한다.

[0019] 일 구현예에 따르면, 제1 기준축 및 제2 기준축에 동일한 중량을 적용함으로써 조합된 기준축을 결정한다.

[0020] 다른 구현예에 따르면, 제1 기준축에 총 중량을 적용함으로써 조합된 기준축을 결정한다.

- [0021] 다른 구현예에 따르면, 제2 기준축에 총 중량을 적용함으로써 조합된 기준축을 결정한다.
- [0022] 다른 구현예에 따르면, 조합된 기준축에 대해 설정된 각 점에서 원주렌즈 축을 가진 원환체(toric) 표면이 되도록 제1 표면을 수정한다.
- [0023] 구현예들에 따르면, 목표 광학 함수의 평균 난시축은, 해당 부분의 제1 표면을 가르는 응시 방향에 대한, 처방된 평균 난시축, 또는 전체평균 난시축, 또는 잔여평균 난시축이다.
- [0024] 일 구현예에 따르면, 상기 방법은 목표 광학 함수를 충족시키기 위해 제2 표면을 수정하는 단계를 더 포함한다.
- [0025] 일 구현예에 따르면, 제1 기준축은 제1 관자놀이 부분에서의 평균 난시축으로 설정되며, 제2 기준축은 제2 코 부분에서의 평균 난시축으로 설정된다.
- [0026] 다른 구현예에 따르면, 각각의 기준축은 각 부분에서의 왜곡현상을 최소화하기 위한 광학적 최적화에 의해 정의된다.
- [0027] 본 발명은 또한 착용하였을 때, 각각의 응시 방향에 대해 굴절률, 난시 모듈 및 난시축을 갖는 안경 렌즈에 관한 것으로, 각각의 응시 방향은 하향 각 및 방위각에 대응되고, 상기 렌즈는 각 점에서 평균 구면도수 값, 원주렌즈 도수 값, 원주렌즈 축을 각각 갖는 제1 표면 및 제2 표면을 포함하며, 이때 원주렌즈 축은 최대 구면 축이고, 렌즈는 코 영역과 관자놀이 영역으로 렌즈를 분리시키는 주경선을 포함하며, 제1 표면은:
- [0028] - 관자놀이 영역의 적어도 하나의 제1 부분에서, $[\gamma - 20^\circ, \gamma + 20^\circ]$ 범위에 포함되는 원주렌즈 축; 및
- [0029] - 코 영역의 적어도 하나의 제2 부분에서, $[\gamma - 20^\circ, \gamma + 20^\circ]$ 범위에 포함되는 원주렌즈 축을 가지며,
- [0030] γ 는 난시축의 가중 평균값이며: $\gamma = \alpha_1 * \gamma_T + \alpha_2 * \gamma_N$, 여기서 α_1 및 α_2 는 중량이고, γ_T 는 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 렌즈의 평균 난시축이며, γ_N 은 코 영역의 제2 부분에서의 렌즈의 평균 난시축이다.
- [0031] 일 구현예에 따르면, 난시축의 가중 평균값은 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 렌즈의 평균 난시축 및 코 영역의 제2 부분에서의 렌즈의 평균 난시축의 중간값과 동일하다.
- [0032] 다른 구현예에 따르면, 난시축의 가중 평균값은 코 영역의 제2 부분에서의 렌즈의 평균 난시축과 동일하다.
- [0033] 다른 구현예에 따르면, 난시축의 가중 평균값은 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 렌즈의 평균 난시축과 동일하다.
- [0034] 일 구현예에 따르면, 제1 표면은 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 원주렌즈 축과 같은 원주렌즈 축을 코 영역의 제2 부분에 갖는다. 일 구현예에 따르면, 제1 표면은 원환체 표면이다.
- [0035] 구현예들에 따르면, 평균 난시축은 처방된 난시의 축이거나, 해당 부분에 있는 렌즈의 잔여 평균 난시축이거나, 해당 부분에 있는 렌즈의 전체평균 난시축이며, 이때 전체난시는 잔여난시와 처방된 난시 사이의 조합이다.
- [0036] 일 구현예에 따르면, 안경 렌즈는 누진 렌즈이다.
- [0037] 본 발명은 또한 프로세서가 액세스 가능한 하나 이상의 저장된 명령어 시퀀스를 포함하며, 프로세서에 의해 실행될 때 프로세서가 본 발명에 의한 방법의 단계들을 수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램 제품이다. 본 발명은 또한 본 발명의 컴퓨터 프로그램 제품의 하나 이상의 명령어 시퀀스를 수행하는 컴퓨터 판독 가능한 매체에 관한 것이다.
- [0038] 본 발명은 또한 본 발명의 방법에 따라 결정된 렌즈의 제1 표면과 관련된 데이터를 포함하는 일련의 데이터에 관한 것이다.
- [0039] 본 발명은 또한 누진 안경 렌즈의 제조 방법에 관한 것이며, 상기 방법은
- [0040] - 안경 착용자의 눈에 관한 데이터를 제공하는 단계;
- [0041] - 안경 착용자에 관한 데이터를 전송하는 단계;
- [0042] - 본 발명의 방법에 따라 렌즈의 제1 표면을 결정하는 단계;
- [0043] - 제1 표면에 관한 데이터를 전송하는 단계;
- [0044] - 상기 전송된, 제1 표면에 관한 데이터에 근거하여 렌즈의 광학적 최적화를 수행하는 단계;

- [0045] - 광학적 최적화의 결과를 전송하는 단계; 및
- [0046] - 광학적 최적화의 결과에 따라 누진 안경 렌즈를 제조하는 단계를 포함한다.
- [0047] 본 발명은 또한 전송된 방법의 단계들을 수행하도록 구성된, 누진 안경 렌즈 제조를 위한 일련의 장치에 관한 것이다.
- [0048] 또한, 본 발명은
- [0049] - 각 점에서 평균 구면도수 값과 원주렌즈 도수 값과 원주렌즈 축을 갖는 제1 표면, 및 제2 미가공 표면을 정의하는 단계;
- [0050] - 렌즈를 착용하였을 때, 하향 각 및 방위각에 대응되는 각각의 응시 방향에 대해, 굴절력, 난시 모듈 및 난시 축을 정의하는, 주어진 처방 세트에 적합한 목표 광학 함수를 선택하는 단계;
- [0051] - 제1 표면을 코 영역과 관자놀이 영역으로 나누는 주경선을 정의하는 단계;
- [0052] - 관자놀이 영역에 적어도 하나의 제1 부분을 정의하고, 코 영역에 적어도 하나의 제2 부분을 정의하는 단계;
- [0053] - 제1 표면의 제1 부분 및 제2 부분에 대해, 제1 또는 제2 기준축을 각각 결정하는 단계로, 이때 제1 기준축은 $[\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ]$ (γ_T 는 제1 관자놀이 부분에서 제1 표면을 가르는 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정값으로 설정되고, 제2 기준축은 $[\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ]$ (γ_N 은 제2 코 부분에서 제1 표면을 가르는 응시 방향에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축) 범위에 포함된 값으로 설정값으로 설정되는 것인 단계;
- [0054] - 제1 및 제2 기준축의 선형 조합으로 조합되는 기준축을 결정하는 단계로서, $\Gamma = \alpha_1 * \Gamma_1 + \alpha_2 * \Gamma_2$ (여기서 α_1 및 α_2 는 중량); 및
- [0055] - 제1 표면을 결정하는 단계로서:
- [0056] - 제1 부분에서는, 조합 기준축을 따르는 구면도수 값이 조합 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높게 되도록, 및
- [0057] - 제2 부분에서는, 조합 기준축을 따르는 구면도수 값이 조합 기준축에 대해 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높게 되도록 제1 표면을 결정하는 단계를 포함하는, 반가공 렌즈 블랭크의 결정 방법에 관한 것이다.
- [0058] 일 구현예에 따르면, 제1 기준축 및 제2 기준축에 동일한 중량을 적용함으로써 조합된 기준축을 결정한다.
- [0059] 다른 구현예에 따르면, 제1 기준축에 총 중량을 적용함으로써 조합된 기준축을 결정한다.
- [0060] 다른 구현예에 따르면, 제2 기준축에 총 중량을 적용함으로써 조합된 기준축을 결정한다.
- [0061] 일 구현예에 따르면, 조합된 기준축에 대해 설정된 각 점에서 원주렌즈 축을 가진 원환체(toric) 표면이 되도록 제1 표면을 수정한다.
- [0062] 또한, 본 발명은
- [0063] - 안경 착용자에 관한 데이터를 제공하는 단계;
- [0064] - 렌즈를 착용하였을 때, 하향 각 및 방위각에 대응되는 각각의 응시 방향에 대해, 굴절력, 난시 모듈 및 난시 축을 정의하는, 안경 착용자에 대해 제공되는 데이터에 근거하여 목표 광학 함수를 선택하는 단계;
- [0065] - 본 발명의 방법에 따라 결정되는 반가공 렌즈 블랭크를 선택하는 단계로, 제1 표면은 각 점에서 $[\gamma_{AXmean} - 20^\circ, \gamma_{AXmean} + 20^\circ]$ (γ_{AXmean} 은 관자놀이 영역 및 코 영역에서 제1 및 제2 부분에서의 원주렌즈 축의 평균값) 범위에 포함된 원주렌즈 축을 갖는 단계;
- [0066] - 전면의 원주렌즈 축의 평균값을 조합된 기준축과 정렬하도록 반가공 렌즈 블랭크의 위치선정을 결정하는 단계;
- [0067] - 선택된 목표 광학 함수 및 제1 표면에 관한 데이터에 근거하여 제2 표면을 계산하는 단계;
- [0068] - 결정된 위치에서의 블로커 상에 반가공 렌즈 블랭크를 위치시키는 단계; 및

[0069] - 상기 계산의 결과에 따라 렌즈의 제2 표면을 마무리 작업하는 단계를 포함하는, 반가공 렌즈 블랭크의 제조 방법에 관한 것이다.

[0070] 본 발명의 다른 특징들과 이점들은 이하에 기재된 첨부 도면을 참조하여 비제한적 예로서 주어진 본 발명의 구현예들에 대한 하기 설명으로부터 분명해질 것이다.

발명의 효과

[0071] 본 발명의 내용에 포함됨.

도면의 간단한 설명

[0072] 도 1은 안경 착용자의 왼쪽 눈을 위해 바람직한, TABO 기준으로 표현된 처방전의 개략적 예시도를 나타낸다.
 도 2는 TABO 종래 방식에서, 렌즈의 난시축 γ 를 예시한다.
 도 3은 비구면 표면의 특징을 나타내는 데 이용되는 종래 방식에서의 원주렌즈의 축 γ_{AX} 를 예시한다.
 도 4는 임의의 축을 따르는 국소적 구면을 예시한다.
 도 5는 가우스 공식에 따른 국소 구면도수 값의 변화에 대한 예시도이다.
 도 6 및 도 7은 마이크로 마킹을 가진 표면 및 마이크로 마킹을 갖지 않는 표면 각각에 대한, 마이크로 마킹과 관련해 정의된 좌표계를 나타낸다.
 도 8 및 도 9는 눈과 렌즈의 광학 시스템을 도식으로 나타낸다.
 도 10은 안구 회전 중심으로부터 투사된 광선을 나타낸다.
 도 11, 도 12 및 도 13은 정적 시력에서의 왜곡 영향 및 이러한 현상을 수치화하는 방식을 나타낸다.
 도 14 및 도 15는 렌즈의 시야부들을 나타낸다.
 도 16 및 도 17은 왜곡을 일으키는 현상을 나타낸다.
 도 18은 본 발명에 따른 누진 렌즈 결정 방법의 단계들에 대한 개략적 흐름도이다.
 도 19는 렌즈의 구성요소들을 나타낸다.
 도 20은 본 발명의 제1 구현예에 따른 누진 렌즈 결정 방법을 통해 제작된 렌즈의 전면(前面)을 개략적으로 나타낸다.
 도 21은 본 발명의 제2 구현예에 따른 누진 렌즈 결정 방법을 통해 제작된 렌즈의 전면을 개략적으로 나타낸다.
 도 22는 본 발명의 제3 구현예에 따른 누진 렌즈 결정 방법을 통해 제작된 렌즈의 전면을 개략적으로 나타낸다.
 도 23은 배율 값의 변화를 θ 의 함수로서 나타낸다.
 도 24는 한 응시 방향에 대해, 렌즈의 난시축을 따르는 배율과 렌즈의 난시축에 직교하는 축을 따르는 배율 사이의 차이 변화를 전면의 원주렌즈 축의 함수로서 나타낸다.
 도 25는 본 발명의 방법을 프로세싱하는 장치를 도시한다.
 도 26은 본 발명에 따른 렌즈 제조 방법에 대한 흐름도이다.
 도 27 내지 도 49는 4종의 렌즈에 대한 표면 특성 및 광학적 성능을 나타낸다.

도면의 구성요소들은 간략함과 명료함을 목적으로 도시된 것으로, 반드시 일정한 비율로 작성된 것은 아니라는 점을 이해할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 구현예들에 대한 이해의 증진을 돕기 위해, 도면의 몇몇 구성요소들의 치수는 다른 구성요소들에 비해 과장되어 있을 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0073] 누진 안경 렌즈 결정 방법을 제시한다. 본 방법은 도수 및 난시 교정 면에서의 성능을 저하시키지 않으면서 왜곡현상을 개선할 수 있게 한다. 이는 안경 착용자의 편안함을 증가시킨다.

[0074] 누진 렌즈는 2가지의 비회전 대칭적 비구면, 예를 들면, 누진형 표면, 역진형 표면, 원환체 또는 비원환체 표면을 포함하지만 여기에 한정되지 않는다.

[0075] 알려진 바와 같이, 최소 곡률 $CURV_{\min}$ 은 하기 공식에 의해 비구면 표면 상의 임의의 점에서 정의된다:

$$CURV_{\min} = \frac{1}{R_{\max}}$$

[0076]

[0077] 식에서, $R_{\max}$ 는 미터 단위로 표현되는 국소 최대 곡률반경이고, $CURV_{\min}$ 는 디오퍼터 단위로 표현된다.

[0078] 유사하게, 최대 곡률 $CURV_{\max}$ 는 하기 공식에 의해 비구면 표면 상의 임의의 점에서 정의된다:

$$CURV_{\max} = \frac{1}{R_{\min}}$$

[0079]

[0080] 식에서, $R_{\min}$ 은 미터 단위로 표현되는 국소 최소 곡률반경이고, $CURV_{\max}$ 는 디오퍼터 단위로 표현된다.

[0081] 표면이 국소적으로 구면인 경우에, 국소 최소 곡률반경 $R_{\min}$ 과 국소 최대 곡률반경 $R_{\max}$ 는 동일하며, 이에 따라 최소 곡률 $CURV_{\min}$ 과 최대 곡률 $CURV_{\max}$ 역시 동일해진다는 것을 주목할 수 있다. 표면이 비구면인 경우에, 국소 최소 곡률반경 $R_{\min}$ 과 국소 최대 곡률반경 $R_{\max}$ 는 상이하다.

[0082] 이러한 최소 곡률 $CURV_{\min}$ 과 최대 곡률 $CURV_{\max}$ 란 수식으로부터, 해당 표면의 종류에 따른 최저 구면도수 $SPH_{\min}$ 과 최대 구면도수 $SPH_{\max}$ 를 유추할 수 있다.

[0083] 해당 표면이 물체측 표면인 경우, 상기 수식들은 아래와 같다:

$$SPH_{\min} = (n-1)*CURV_{\min} = \frac{n-1}{R_{\max}} \quad \text{및}$$

[0084]

$$SPH_{\max} = (n-1)*CURV_{\max} = \frac{n-1}{R_{\min}}$$

[0085]

[0086] 식에서, n 은 렌즈의 구성재료의 굴절률(index)이다.

[0087] 해당 표면이 안구측 표면인 경우, 상기 수식들은 아래와 같다:

$$SPH_{\min} = (1-n)*CURV_{\min} = \frac{1-n}{R_{\max}} \quad \text{및}$$

[0088]

$$SPH_{\max} = (1-n)*CURV_{\max} = \frac{1-n}{R_{\min}}$$

[0089]

[0090] 식에서, n 은 렌즈의 구성재료의 지수이다.

[0091] 알려진 바와 같이, 비구면 표면 상의 임의의 점에서의 평균 구면도수 SPH_{mean} 은 하기 공식에 의해 또한 정의될 수 있다:

$$SPH_{mean} = \frac{1}{2} (SPH_{min} + SPH_{max})$$

[0092]

[0093] 따라서 평균 구면도수의 수식은 해당 표면에 따라 결정된다:

[0094] - 표면이 물체측 표면인 경우,

$$SPH_{mean} = \frac{n-1}{2} \left(\frac{1}{R_{min}} + \frac{1}{R_{max}} \right)$$

[0095]

[0096] - 표면이 안구측 표면인 경우,

$$SPH_{mean} = \frac{1-n}{2} \left(\frac{1}{R_{min}} + \frac{1}{R_{max}} \right)$$

[0097]

[0098] - 원주렌즈 도수 또한 공식 $CYL = |SPH_{max} - SPH_{min}|$ 에 의해 정의된다.

[0099] 렌즈의 모든 비구면 특성은 국소적 평균 구면도수와 원주렌즈 도수로 표현될 수 있다. 원주렌즈의 도수가 적어도 0.25 디옵터이면, 해당 표면은 국소적으로 비구면인 것으로 간주될 수 있다.

[0100] 비구면 표면에 대해서는, 국소 원주렌즈 축 γ_{AX} 을 추가로 정의내릴 수 있다. 도 2는 TABO 종래 방식으로 정의되는 것과 같은 난시축 γ 을 예시하며, 도 3은 비구면 표면을 특징짓기 위해 정의된 종래 방식에서의 원주렌즈의 축 γ_{AX} 를 예시한다.

[0101] 원주렌즈 축 γ_{AX} 은 기준축을 기준으로, 선택된 회전 방향에서, 최대 곡률 $CURV_{max}$ 의 배향각이다. 위에 정의된 종래 방식에서, 기준축은 수평 방향(이러한 기준축의 각도는 0°)이며, 회전 방향면에서는 안경 착용자를 바라볼 때 각각의 눈에 대해 반시계 방향이다. 따라서 원주렌즈 축 γ_{AX} 에 대한 측값 45° 는 안경 착용자를 바라볼 때 우상 사분면으로부터 좌하 사분면까지 연장되는, 사선방향으로 배향된 축을 나타낸다.

[0102] 또한, 국소 원주렌즈 축 γ_{AX} 의 값을 알고 있는 상태에서는, 가우스 공식을 통해, 임의의 축 θ 을 따르는 국소 구면도수 SPH 를 수식으로 표현할 수 있다. 여기서 q 는 도 3에 정의된 좌표계에 주어진 각도이다. 이러한 축 θ 을 도 4에 나타내었다.

$$SPH(\theta) = SPH_{max} \cos^2(\theta - \gamma_{AX}) + SPH_{min} \sin^2(\theta - \gamma_{AX})$$

[0103]

[0104] 예상대로, 가우스 공식을 이용하면, $SPH(\gamma_{AX}) = SPH_{max}$ 및 $SPH(\gamma_{AX} + 90^\circ) = SPH_{min}$.

[0105] 도 5는 일 예로, 물체 표면의 한 점에서 일어나는 이러한 변화를 도시한다. 선도(curve) 22가 이에 해당된다. 이러한 특정 경우에서, 최대 구면도수는 7.0 δ 이고, 최저 구면도수는 5.0 δ 이고, $\gamma_{AX} = 65^\circ$ 이다.

[0106] 또한 가우스 공식을, 수평축과 θ 각을 형성하는 각각의 축을 따르는 곡률 $CURV$ 에 관한 수식으로 하기와 같이 표현할 수도 있다:

$$CURV(\theta) = CURV_{max} \cos^2(\theta - \gamma_{AX}) + CURV_{min} \sin^2(\theta - \gamma_{AX})$$

[0107]

[0108] 따라서, 한 표면을 최대 구면도수 SPH_{max} , 최저 구면도수 SPH_{min} 및 원주렌즈 축 γ_{AX} 로 구성된 3중항에 의해 국소적으로 정의할 수 있다. 대안으로, 상기 3중항은 평균 구면도수 SPH_{mean} , 원주렌즈 도수 CYL 및 원주렌즈 축 γ_{AX} 로 구성될 수 있다.

[0109] 렌즈의 비구면 표면들 중 하나를 참조로 렌즈를 특징지을 때마다, 마이크로 마킹을 가진 표면과 마이크로 마킹

을 갖지 않은 표면 각각에 대한 도 6과 도 7에 예시된 마이크로 마킹들에 대하여 좌표계를 정의하게 된다.

- [0110] 누진 렌즈는 통일 규격 ISO 8990-2에 의해 의무화된 마이크로 마킹을 포함한다. 렌즈 상에서의 제어점들, 이를테면 가령, 원시용 제어점, 근시용 제어점, 프리즘 기준점 및 십자선(fitting cross)의 위치들을 표시하는 임시 마킹을 렌즈의 표면 상에 적용할 수도 있다. 임시 마킹이 없거나 지워졌다면, 숙련자는 마운트 도표와 영구 마이크로 마킹을 사용함으로써 렌즈 상에 제어점들의 위치를 정하는 것이 언제나 가능하다.
- [0111] 마이크로 마킹은 또한 렌즈의 양면에 대한 좌표계를 정의할 수 있도록 한다.
- [0112] 도 6은 마이크로 마킹을 가진 표면을 위한 좌표계를 나타낸다. 표면의 중심($x=0$, $y=0$)은, 상기 표면에 대한 법선 N 이 2개의 마이크로 마킹을 연결하는 세그먼트의 중심을 교차하는 표면 지점이다. 좌표계의 Z 벡터는 단위(unitary) 법선과 같고($Z=N$); 좌표계의 Y 벡터는 $Z \times MG$ 벡터곱이며; 좌표계의 X 벡터는 $Y \times Z$ 벡터곱이다. 따라서 $\{X, Y, Z\}$ 는 직접 정규직교 삼면체를 형성한다. 좌표계 중심은 $x=0\text{mm}$, $y=0\text{mm}$ 표면의 중심이다. 도 3에 나타낸 바와 같이, X 축은 수평축이고, Y 축은 수직축이다.
- [0113] 도 7은 마이크로 마킹을 가진 표면(제1 표면)의 반대쪽 표면을 위한 좌표계를 나타낸다. 이러한 제2 표면의 중심($x=0$, $y=0$)은, 제1 표면 상의 2개의 마이크로 마킹을 연결하는 세그먼트의 중심을 교차하는 법선 N 이 제2 표면을 가르는 지점이다. 제2 표면의 좌표계는 제1 표면의 좌표계와 동일한 방식으로 구성된다, 즉 Z 벡터는 제2 표면의 단위 법선이고; Y 벡터는 $Z \times MG$ 벡터곱이며; X 벡터는 $Y \times Z$ 벡터곱이다. 제1 표면에 대한 것처럼, 도 3에 나타낸 바와 같이, X 축은 수평축이고, Y 축은 수직축이다. 상기 표면의 좌표계 중심 또한 $x=0\text{mm}$, $y=0\text{mm}$ 이다.
- [0114] 유사하게, 반가공 렌즈 블랭크 상에는, ISO 10322-2 규격에 따라 마이크로 마킹을 적용해야 한다. 따라서, 반가공 렌즈 블랭크의 비구면 표면의 중심은 물론 좌표계를 전술한 바와 같이 결정할 수 있다.
- [0115] 아울러, 누진 다초점 렌즈는, 렌즈를 착용하는 사람의 상태를 감안하여, 광학 특성들에 의해 정의될 수도 있다.
- [0116] 도 8과 도 9는 본 명세서에 사용된 정의들을 보여주는 눈과 렌즈의 광학 시스템의 도식적 예시도이다. 보다 정확하게, 도 8은 이러한 시스템의 사시도를 나타내는 것으로, 응시 방향을 정의하기 위해 사용된 파라미터들(α , β)을 예시한다. 도 9는 안경 착용자 머리의 전후축(antero-posterior axis)에 평행하며, 파라미터 β 가 0인 경우에 눈의 회전 중심을 통과하는 수직면의 도면이다.
- [0117] 눈의 회전 중심을 Q' 로 표시하였다. 도 9에 쇄선으로 표시된 축 $Q'F'$ 는 눈의 회전 중심을 통과하며 안경 착용자의 전방으로 연장되는 수평축이다. 다시 말해, 이 축 $Q'F'$ 는 주 응시 시야에 해당된다. 이 축은 안경사가 프레임 내에 렌즈의 위치를 정할 수 있도록 렌즈 상에 존재하는 십자선이라 불리는 한 점에서 렌즈의 비구면 표면을 가른다. 렌즈 배면과 축 $Q'F'$ 와의 교차점이 O 지점이다. O 가 배면에 위치되는 경우에는 십자선이 될 수 있다. 중심 Q' 와 반경 q' 를 가진 정점 구면은 수평축의 한 점에서 렌즈의 배면과 접선을 이룬다. 예컨대, 일반적인 값에 해당되면서, 렌즈를 착용할 때 만족스러운 결과를 제공하는 반경 q' 의 값은 25.5 mm이다.
- [0118] 도 8에 실선으로 표시된 소정의 응시 방향은 Q' 를 중심으로 회전하는 눈의 위치와 정점 구면의 한 점 J 와 대응된다; β 각은 $Q'F'$ 축과, $Q'F'$ 축을 포함한 수평면 상에 투사된 직선 $Q'J$ 사이에 형성되는 각도이며, 이 각을 도 8의 도표에 나타내었다. α 각은 $Q'J$ 축과, $Q'F'$ 축을 포함하는 수평면 상에 투사된 직선 $Q'J$ 사이에 형성되는 각도이며, 이 각을 도 8과 도 9의 도표에 나타내었다. 따라서, 소정의 응시 시각은 정점 구면의 한 점 J 또는 한 쌍(α , β)에 해당된다. 하향 응시각의 값이 더 (+)일수록 시선이 더 아래를 향한다는 것이고, 하향 응시각의 값이 더 (-)일수록 시선이 더 위를 향한다는 것이다.
- [0119] 소정의 응시 방향에서, 소정의 물체 거리에 위치하는 대상 공간 내 한 점 M 의 이미지는 최소 거리 JS 및 최대 거리 JT (시상(sagittal) 초점 거리 및 접선 국소 초점 거리에 해당됨)에 대응되는 두 점 S 및 T 사이에 형성된다. 무한대의 물체 공간에서 한 점의 이미지가 F' 점에서 형성된다. 거리 D 는 렌즈의 후방 정면에 해당된다.
- [0120] 에르고라마는 물체점의 일반적인 거리를 각 응시 방향과 연관시키는 함수이다. 통상적으로, 주 응시 방향을 따르는 원시에서, 물체점은 무한대에 있다. 코쪽을 향해 절대값으로 35° 정도의 α 각과 5° 정도의 β 각에 본질적으로 대응하는 방향을 따르는 근시에서는, 물체 거리가 대략 30 cm 내지 50 cm이다. 에르고라마의 가능한 정의에 관한 보다 상세한 내용을 미국특허 제6,318,859호에서 찾아볼 수 있다. 이 문헌에는 에르고라마, 그 정의 및 모델링 방법이 기재되어 있다. 본 발명의 방법에 있어서, 점들은 무한대이거나, 무한대가 아닐 수 있다. 에르고라마는 안경 착용자의 굴절이상증(ametropia)의 함수일 수 있다.
- [0121] 이러한 요소들을 이용하여, 각각의 응시 방향으로 안경 착용자의 광학 도수와 비점수차를 정의하는 것이 가능하다. 에르고라마에 의해 제공된 물체 거리에 있는 물체점 M 을 시선 방향(α , β)으로 간주한다. 물체 근접도

Prox0는, 물체 공간 내 해당 광선 상의 점 M에 대해, 정점 구면의 점 M과 점 J 사이의 거리 MJ의 역수로 정의된다:

[0122]
$$\text{Prox0} = 1/MJ$$

[0123] 이로써, 에르고라마를 구하기 위해 이용되는 정점 구면의 모든 점에 대해 박막 렌즈 근사치 내에서 물체 근접도를 계산할 수 있게 된다. 실제 렌즈의 경우, 물체 근접도는, 해당 광선 상에서, 물체점과 렌즈 전면 사이의 거리의 역수로 간주될 수 있다.

[0124] 같은 응시 방향(α , β)에 대해, 소정의 물체 근접도를 가진 점 M의 이미지는 최소 초점 거리 및 최대 초점 거리(시상 초점 거리 및 접선 초점 거리에 해당됨)에 각각 대응하는 두 점 S 및 T 사이에 형성된다. Prox I 수치(quantity)를 점 M의 이미지 근접도로 지칭한다:

[0125]
$$\text{ProxI} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{JT} + \frac{1}{JS} \right)$$

[0126] 따라서, 박막 렌즈의 경우와 유사하게, 광학 도수 Pui는 소정의 응시 방향 및 소정의 물체 근접도에 대해(즉, 해당 광선 상의 물체 공간의 한 점에 대해) 이미지 근접도와 물체 근접도의 합으로 정의될 수 있다.

[0127]
$$\text{Pui} = \text{Prox0} + \text{Prox I}$$

[0128] 동일한 표기법을 이용하여, 비점수차 Ast는 모든 응시 방향 및 소정의 물체 근접도에 대해 다음과 같이 정의된다:

[0129]
$$\text{Ast} = \left| \frac{1}{JT} - \frac{1}{JS} \right|$$

[0130] 이러한 정의는 렌즈에 의해 발생하는 광선의 비점수차에 해당된다. 상기 정의는 주 응시 방향으로 비점수차의 고전적인 값을 제공한다는 것을 주목할 수 있다. 보통, 축으로 불리는 비점수차 각도는 γ 각이다. γ 각은 눈과 관련된 프레임 $\{Q', x_m, y_m, z_m\}$ 에서 측정된다. 상기 각은 사용된 종래 방식에 따라 이미지 S 또는 T가 $\{Q', z_m, y_m\}$ 평면에서 z_m 방향에 대해 이루는 각도에 해당된다.

[0131] 그러므로, 착용 조건 하에서, 광학 도수 및 비점수차의 가능한 정의들은 B. Bourdoncle et al.(“누진 안경 렌즈를 통한 광선 추적 (Ray tracing through progressive ophthalmic lenses)”, 1990 International Lens Design Conference, D.T. Moore ed., Proc. Soc. Photo. Opt. Instrum. Eng.)이 설명한 바와 같이 산출될 수 있다. 표준 착용 조건은 일반 안경 착용자의 눈을 기준으로 한 렌즈의 위치로서, 특히 -8° 의 전경각, 12 mm의 렌즈-동공 거리, 13.5 mm의 동공-눈 회전 중심, 및 0° 의 감김각(wrap angle)에 의해 정의되는 렌즈의 위치로 이해하면 된다. 전경각은, 수직면에서, 보통 수평방향으로 간주되는 제일 안위(primary position of an eye)에서의 시선축과 안경 렌즈의 광학축 사이의 각도이다. 감김각은 수평면에서, 보통 수평면으로 간주되는 제일 안위에서의 시선축과 안경 렌즈의 광학축 사이의 각도이다. 기타 다른 조건을 사용할 수 있다. 착용 조건은 해당 렌즈를 위한 광선 추적 프로그램으로부터 산출가능하다. 또한, 광학 도수와 비점수차는, 상기 착용 조건 하에서 안경을 착용하는 안경 착용자를 위해 기준점(즉, 원시에서 제어점)에서 처방 되도록 산출될 수 있거나, 또는 프론토포코미터(frontofocometer)에 의해 측정될 수 있다.

[0132] 도 10은 파라미터 α, β 가 0이 아닌 구성의 사시도를 나타낸다. 이와 같이, 고정된 프레임 $\{x, y, z\}$ 과 눈과 관련된 프레임 $\{x_m, y_m, z_m\}$ 을 보여줌으로써 눈의 회전 효과를 도시할 수 있다. 고정된 프레임 $\{x, y, z\}$ 은 Q'점에 원점을 갖는다. x축은 Q'를 축이며, 렌즈로부터 눈쪽으로 배향된다. y축은 수직 방향이며 위로 배향된다. z축은 프레임 $\{x, y, z\}$ 이 직접 정규직교하도록 배향된다. 프레임 $\{x_m, y_m, z_m\}$ 은 눈과 관련되며, 그 중심은 Q'점이다. x_m 축은 응시 방향 JQ'에 대응한다. 그러므로, 주 응시 방향에 대해 두 프레임 $\{x, y, z\}$ 및 $\{x_m, y_m, z_m\}$ 이 동일하다. 렌즈에 대한 특성들을 여러 다양한 방식으로, 특히 표면에서 광학적으로 표현할 수 있다는 것이 알려져 있다. 그러므로 표면 특성화는 광학적 특성화와 대등하다. 블랭크의 경우에는 표면 특성화만 이용될 수 있다. 광학적 특성화는, 안경 착용자의 처방전에 맞게 렌즈를 기계가공해야 한다는 조건이 있다. 이와 반대로, 안경 렌즈의 경우, 상기 특성화는 표면의 특성화 또는 광학 종류의 특성화일 수 있으며, 이들 특성화는 같은 물체를 두 가지 상이한 시점에서 설명할 수 있게 한다. 렌즈의 특성화가 광학 종류의 특성화일 때마다, 이는 전술된 에

르고라마-대안 렌즈(eye-lens) 시스템을 가리키는 것이다. 간단히 말해서, 본 명세서에서는 '렌즈'란 용어를 사용하지만, 이는 '에르고라마-대안 렌즈 시스템'으로 이해해야 한다. 표면에 관한 값은 점들을 기준으로 표현될 수 있다. 이들 점의 위치는 도 3, 도 6 및 도 7과 관련하여 위에 정의된 바와 같은 프레임 내의 가로축 또는 세로축으로 나타내어 진다.

[0133] 광학에 관한 값은 응시 방향에 대해 표현될 수 있다. 응시 방향들은 보통 눈의 회전 중심이 원점인 프레임 내의 방위각 및 하향 정도를 통해 주어진다. 렌즈를 눈 앞에 장착할 때, 십자선이라 불리는 점이 주 응시 방향에 대해 눈의 회전 중심 Q' 또는 동공 앞에 놓인다. 주 응시 방향은 안경 착용자가 앞을 똑바로 바라보는 위치를 말한다. 따라서, 선택된 프레임 내에서, 십자선은 렌즈의 어느 표면 - 배면 또는 전면 -에 위치하든 지, 0° 의 하향각 α 및 0° 의 방위각 β 에 상응한다.

[0134] 위의 설명은 중심시(력)(central vision)에 대해 도 8 내지 도 10을 참조로 하였다. 주변시(력)(peripheral vision)에서는, 응시 방향이 고정되면, 눈의 회전 중심 대신에 동공의 중심을 고려하고, 응시 방향 대신에 주변광선 방향을 고려한다. 주변시를 고려할 때, α 각과 β 각은 응시 방향 대신에 광선 방향에 대응된다.

[0135] 본 명세서의 나머지 부분에서는, "상부", "저부", "수평", "수직", "상부", "하부" 또는 관련 위치를 표시하는 다른 어휘들을 사용하기도 한다. 이들 용어는 렌즈의 착용 조건으로 이해하면 된다. 특히, 렌즈의 "상부" 부분은 $(-)$ 하향각 $\alpha < 0^\circ$ 에 해당되고, 렌즈의 "하부" 부분은 $(+)$ 하향각 $\alpha > 0^\circ$ 에 해당된다. 마찬가지로, 도 3, 도 6 및 도 7에 관해 위에 정의된 것과 같은 프레임에서, 렌즈 - 또는 반가공 렌즈 블랭크 - 의 표면의 "상부" 부분은 y축의 $(+)$ 값, 바람직하게는 십자선에서의 $y_{\text{값}}$ 보다 큰 y축의 값에 해당되며; 렌즈 - 또는 반가공 렌즈 블랭크 - 의 표면의 "하부" 부분은 y축의 $(-)$ 값, 바람직하게는 십자선에서의 $y_{\text{값}}$ 보다 작은 y축의 값에 해당된다.

[0136] 렌즈를 통해 보이는 시야 영역들을 도 14와 15에 개략적으로 예시하였다. 렌즈는 렌즈의 상부 부분에 위치하는 원시 영역(26), 렌즈의 하부 부분에 위치하는 근시 영역(28), 및 원시 영역(26)과 근시 영역(28) 사이의 렌즈 하부 부분에 위치하는 중간 영역(30)을 포함한다. 렌즈는 또한 상기 세 영역들을 통과하며, 코 측과 관자놀이 측을 획정하는 주경선(32)을 또한 포함한다.

[0137] 본 발명의 목적 상, 누진 렌즈의 주경선(32)은 다음과 같이 정의된다: 십자선에 상응하는 응시 방향과 근시 영역 내에 속하는 응시 방향 사이의 각각의 하향 시선 각도 $\alpha = \alpha_1$ 에 대해, 국소 잔여난시가 최소인 응시 방향 (α_1, β_1) . 따라서, 이러한 방식으로 정의되는 모든 응시 방향은 에르고라마-대안 렌즈 시스템의 경선을 형성한다. 렌즈의 경선은, 안경 착용자가 원용부를 통해 보다가 근용부로 볼 때, 안경 착용자의 평균 응시 방향들의 궤적을 나타낸다. 렌즈 표면의 경선(32)은 다음과 같이 정의된다: 렌즈의 광학 경선에 속하는 각각의 응시 방향 (α, β) 이 점(x, y)에서 표면을 가르는 선. 표면의 경선은 렌즈의 경선의 응시 방향들에 대응하는 점들의 집합이다.

[0138] 도 15에 나타낸 바와 같이, 경선(32)은 렌즈를 코 영역과 관자놀이 영역으로 나눈다. 예상대로, 코 영역은 안경 착용자의 코와 경선 사이에 있는 렌즈 영역인 한편, 관자놀이 영역은 안경 착용자의 관자놀이와 경선 사이에 있는 렌즈 영역이다. 코 영역은 Area_nasal로 표시하고, 관자놀이 영역은 Area_temporal로 표시하기로 하며, 이를 본 명세서의 나머지 부분에서도 적용한다.

[0139] 본 발명은 왜곡에 대한 출원인의 연구에 의존한다. 왜곡은 렌즈 시야의 주변에 의해 형성된 이미지의 선명함 또는 명도에 영향을 미치는 이미지의 해상도와는 관련이 없고 단지 이미지의 형상과 관련이 있는 결함이다. 안경 광학에서, "배럴" 왜곡은 마이너스 렌즈에서 발생하는 반면에, "핀-쿠션(pin-cushion)" 왜곡은 플러스 렌즈에서 발생하며; 이들 왜곡은 심플 플러스 또는 마이너스 렌즈의 고유 광학적 특성이다. 왜곡은 여러 다양한 렌즈 사용 환경에서 평가될 수 있다.

[0140] 먼저, 고정점을 안경 착용자에게 제시하여 안경 착용자가 눈을 움직이지 않도록 한다(따라서, 응시 방향이 고정된다). 이 경우, 평가되는 왜곡은 정적 왜곡이라 불리며, 주변시(간접 시야로도 지칭됨)에서 평가된다. 도 11은 관측자가 보는 광선이 렌즈를 통과한 후 왜곡되어 관측자 주변 시야에 미치는 영향을 예시한다. 따라서, 안경 착용자가 중심시에 있는 A점을 보는 동안, B점에 있는 일부 주변점들도 보이게 된다. 프리즘 편차로 인해, 안경 착용자는 물체점이 B점에 있는 게 아니라 B'점에 있다는 느낌을 갖게 된다. Δ 각은 안경 착용자에게 B점이 B'점에 위치하고 있다는 착각을 주는 프리즘 편차를 정량적으로 표현한 방식이다. 왜곡 평가를 위해 여러 수치를 계산해 볼 수 있다. 예를 들면, 주변시에서 보이는 물체 격자(grid)의 수직선 및/또는 수평선이 어떻게 도 12에서 볼 수 있는 것처럼 구부러지는지 수치화할 수 있다. 본 도면에서, 렌즈없이 보았을 때 변형되지 않은 격자를, 렌즈를 통해 보았을 때 왜곡된 그리드와 중첩시킨다. 그러면, 왜곡이 주변시에 영향을 미친다는 것이 명백해진다.

다. 또한, 어떻게 주변 정사각형이 변형되는지 계산함으로써 왜곡을 수치화할 수 있는 것으로 보인다. 이러한 계산을 위해, 도 13은 중첩된 렌즈 없이 본 격자의 한 정사각형 위에, 렌즈를 통해 본 변형된 격자의 변형된 정사각형이 중첩된 것을 보여주는 확대도이다. 정사각형의 두 대각선 길이는 a 로 표시하였다. 이에 따라, 렌즈 없이 본 격자의 정사각형의 경우에, 각 대각선의 길이를 나누면, $a/a = 1$ 이 된다. 이에 대응하는 변형된 정사각형의 두 대각선 길이는 각각 b 와 c 로 표시하였으며, 이때 b 는 c 보다 긴 대각선에 해당된다. 이러한 변형된 정사각형의 경우, b/c 는 1이 아니다. 상기 비가 1과 더 차이날수록, 이러한 렌즈 영역에서 왜곡은 더 중요해진다. 그러므로 대각선의 비를 계산하는 것은 왜곡을 수치화하는 하나의 방식이다.

[0141] 눈이 렌즈 뒤에서 움직인다는 것을 감안하여 왜곡을 평가할 수도 있으며, 이러한 종류의 왜곡은 동적 왜곡으로 지칭된다. 동적 왜곡은 중심시야의 주변에서 나타나며, 중심시(직접적 시력으로도 지칭됨)에서 평가된다.

[0142] 그러므로, 왜곡은 정적 시력, 즉 응시 방향이 고정된 상태에서 평가될 수 있으며, 이러한 왜곡은 주변시에서 분석된다. 왜곡은 또한 동적 시력, 즉 응시 방향이 자유로운 상태에서 평가될 수도 있으며, 이러한 왜곡은 중심시에서 분석된다. 정적 또는 동적 시력의 평가는 렌즈의 사용 목적에 따라 행해진다. Yves LE GRAND의 공개 저서 "La distortion en optique de lunetterie" Annales d'optique Oculaire 5e'me N° 1 Janvier 1956을 참조할 수 있다.

[0143] 도 11은 정적 시력에서의 왜곡을 예시한다. 동적 시력에서, 분석되는 수치들 -주변시 또는 중심시 각각에서의 배율-은 다르겠지만, 결론은 같은데, 즉 배율 변화는 극복되어야만 한다.

[0144] 왜곡을 줄이기 위해, 왜곡을 유발시키는 현상들을 주목해야 한다. 누진 다초점 렌즈에 대해서는 두 현상이 관여되어 있다. 첫째로, 시야의 주변에서, 중심시에서의 광학 평균 도수(그리고, 결과적으로 주변시에서의 광학 평균 도수)는 응시 방향을 렌즈의 상부 부분으로부터 렌즈의 하부 부분으로 낮출 때(또는 주변광선 방향을 낮출 때) 증가한다. 이 효과는 노안 안경 착용자에 적합하게 하기 위해 다초점 렌즈의 원시 및 근시 사이에 광학 도수를 증가시키는 사실 때문이다. 하기에서, '렌즈의 상부/하부 부분'이란 표현은 정적 시력 또는 동적 시력이 고려되는 지에 따라, 중심 시야 또는 주변 시야의 상부/하부 부분을 뜻한다. 이는 대안 렌즈 시스템의 중심 또는 주변 평균 배율이 적어도 평균 도수에 일차 비례하기 때문에 상기 배율은 응시 방향 또는 주변광선 방향을 중심 또는 주변 원시 영역으로부터 중심 또는 주변 근시 영역으로 낮출 때에도 증가한다는 것을 의미한다. 따라서, 왜곡을 줄이는 한 가지 방법은 원시 구역과 근시 구역 사이에서 중심 또는 주변 평균 배율의 차를 최소화하는 것이다.

[0145] 둘째로, 도수 누진은 또한 경선의 양쪽에 잔여난시를 발생시킨다. 이러한 관찰 결과는 구면 처방(난시 처방을 받지 않음)을 받은 안경 착용자에 적합한 렌즈의 특성들 중 일부를 나타내는 도 16과 도 17에 대한 코멘트에서 볼 수 있다. 도 16은 렌즈의 난시축의 평균 배향 개략도이며, 이때 평균값은 하향 응시 방향 25° 에 대해 렌즈의 하부 부분에서 계산된다. 도 17은 도 16에 나타난 바와 같이 주어진 고정 하향각 α_1 에 대한 방위각 β 의 함수에 따른, 중심시에서 평가된 난시축의 변화에 해당된다. 주어진 고정각 α_1 에 대해, 경선(32)의 양쪽에서는 잔여난시축이 모든 주어진 응시 방향(α_1, β)에 대해 거의 일정하다는 것을 관찰할 수 있다. 예를 들어, 선택한 렌즈의 경우에서, α_1 에 대해, 환자놀이 측에서의 난시축은 약 150° 이고, 코 측에서의 난시축은 약 40° 이다. 이들 표시를 도 16에 개략적으로 제공하였다. 잔여난시는 주변시 또는 중심시에서 도수와 같이 평가될 수 있다. 잔여난시는 안경 착용자의 시력을 보정하는 데 요구되지 않는 비점수차를 뜻하는 비점수차 결함이다.

[0146] 비점수차는 왜곡에 영향을 미친다. 실제로, 각각의 응시 방향에 대해, 비점수차값은 최저 광학 도수(난시축을 따르는 광학 도수)와 최대 광학 도수(난시축 + 90° 로 정의되는 난시 반대 축을 따르는 광학 도수) 사이의 차이이므로, 결과적으로 이들 두 축(난시축 및 반대 축) 사이의 배율이 차이나게 된다. 왜곡을 줄이는 또 다른 방식은 각각의 응시 방향에 대한 상기 두 축 사이의 중심 배율 또는 주변 배율 차이를 최소화시키는 것이다.

[0147] 예컨대 도수 및 비점수차와 같은 광학적 기준을 유지하면서, 각각의 응시 방향에 대한 상기 두 축 사이의 배율 차이를 최소화시키면, 안경 착용자를 위해 양호한 선명도의 이미지를 보장하면서 왜곡에 대한 렌즈의 성능을 향상시킬 수 있게 된다.

[0148] 도 18은 본 발명에 따른 누진 안경 렌즈 결정 방법의 일 예에 대한 흐름도이다. 본 구현예에서, 상기 방법은 안경 착용자에 적합한 목표 광학 함수를 선택하는 단계(10)를 포함한다. 알려진 바와 같이, 안경 렌즈의 광학적 성능을 향상시키기 위해, 안경 렌즈의 매개변수를 최적화하는 방법을 이용한다. 이러한 최적화 방법은 기 설정된 목표 광학 함수에 가능한 한 가까운 안경 렌즈를 얻도록 계획된다.

- [0149] 목표 광학 함수는 안경 렌즈가 갖추어야 할 광학 특성들을 대표한다. 편리상, 본 발명과 관련하여, 그리고 본 명세서의 나머지 부분에서, "렌즈의 목표 광학 함수"란 용어를 사용하기로 한다. 이러한 사용은 목표 광학 함수가 안경 착용자를 위한 의미 - 안경 렌즈 및 에르고라마 시스템 - 만 가진 한에 있어서 엄격하게는 정확하지 않다. 사실, 이러한 시스템의 목표 광학 함수는 해당 응시 방향들에 대해 정의되는 일련의 광학적 기준이다. 이는 하나의 응시 방향에 대한 한 가지 광학적 기준을 평가하면 하나의 광학적 기준 값이 제공된다는 것을 뜻한다. 이렇게 얻은 일련의 광학적 기준 값이 목표 광학 함수이다. 이렇게 해서 목표 광학 함수는 달성해야 할 성능을 나타낸다. 가장 간단한 경우에는, 도수 또는 비점수차와 같이 한 가지 광학적 기준만이 있을 수 있지만; 도수와 비점수차의 선형 조합인 평균 도수와 같은, 더 복잡한 기준을 사용할 수 있다. 고도 수차를 포함하는 광학적 기준을 고려해 볼 수 있다. 고려되는 기준의 개수 N 은 원하는 정확도에 따라 결정된다. 실제로, 더 많은 기준이 고려될 수록, 제작되는 렌즈는 안경 착용자의 요구를 더 만족시키기 쉽다. 그러나, 기준의 개수 N 은 계산과정에 드는 시간을 늘리고, 해결해야 할 최적화 문제점의 복잡성을 증가시킬 수 있다. 따라서, 고려대상 기준들의 개수 N 을 선택하는 일은 상기 두 요구조건 사이의 균형을 유지하는 작업이다. 목표 광학 함수, 광학적 기준 정의 및 광학적 기준 평가에 대한 더 상세한 내용은 특허출원 EP-A-2 207 118호에서 찾아볼 수 있다.
- [0150] 상기 방법은 렌즈의 제1 비구면 표면과 렌즈의 제2 비구면 표면을 정의하는 단계(12)를 또한 포함한다. 예를 들어, 제1 표면은 물체측 표면이고, 제2 표면은 안구측 표면이다. 각 표면은 각각의 점에서 평균 구면도수 값 SPH_{mean} , 원주렌즈 도수 값 CYL , 및 원주렌즈 축 γ_{AX} 를 갖는다.
- [0151] 상기 방법은 관자놀이 영역에 적어도 하나의 제1 부분 Portion1과, 코 영역에 적어도 하나의 제2 부분 Portion2를 정의하는 단계(14)를 더 포함한다. 따라서, Portion1은 Area_temporal에 속하고, Portion2는 Area_nasal에 속한다.
- [0152] 이들 부분 Portion1 및 Portion2의 선택 예들을 도 19에 예시하였다. 도 19의 예에서, 상기 부분들은 렌즈의 경선(32)에 대해 대칭을 이루는 디스크이다. 이들 광학 영역 Portion1 및 Portion2에 대응하는 부분들이 렌즈의 전면에 있다. 광학적 부분들의 범위를 확정하는 각각의 응시 방향은 제1 표면 상에 해당 부분들 Portion1_Front_Surface 및 Portion_Front_Surface가 정의되도록 제1 비구면 표면(전면)을 가른다.
- [0153] 구현예에 따르면, 관자놀이 영역과 코 영역에 있는 부분들 Portion1 및 Portion2를 다음과 같이 렌즈 상에 정의할 수 있다: 중심시를 고려하는 경우, 관자놀이 영역에 있는 Portion1의 범위는 $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $-40^\circ < \beta < -5^\circ$ 의 응시 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다. 코 영역에 있는 Portion2의 범위는 $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $5^\circ < \beta < 40^\circ$ 의 응시 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다.
- [0154] 중심시를 고려하는 경우, 관자놀이 영역에 있는 Portion1의 범위는 $5^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $-30^\circ < \beta < -10^\circ$ 의 응시 방향에 의해 더 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다. 코 영역에 있는 Portion2의 범위는 $5^\circ < \alpha < 30^\circ$ 및 $10^\circ < \beta < 30^\circ$ 의 응시 방향에 의해 더 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다.
- [0155] 주변시를 고려하는 경우, 주 응시 방향에서 고정된 응시 방향에 대해, 관자놀이 영역에 있는 Portion1의 범위는 $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ 및 $-50^\circ < \beta < -10^\circ$ 의 광선 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다. 코 영역에 있는 Portion2의 범위는 $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ 및 $10^\circ < \beta < 50^\circ$ 의 광선 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다.
- [0156] 주변시를 고려하는 경우, 관자놀이 영역에 있는 Portion1의 범위는 $10^\circ < \alpha < 50^\circ$ 및 $-40^\circ < \beta < -20^\circ$ 의 광선 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다. 코 영역에 있는 Portion2의 범위는 $10^\circ < \alpha < 50^\circ$ 및 $20^\circ < \beta < 40^\circ$ 의 광선 방향에 더 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다.
- [0157] 주변시를 고려하는 경우, 중간시 또는 근시에서 고정된 응시 방향에 대해, 관자놀이 영역에 있는 Portion1의 범위는 $-20^\circ < \alpha < 20^\circ$ 및 $-40^\circ < \beta < -20^\circ$ 의 광선 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다. 코 영역에 있는 Portion2의 범위는 $-20^\circ < \alpha < 20^\circ$ 및 $20^\circ < \beta < 40^\circ$ 의 광선 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다.
- [0158] 렌즈를 장착할 때, Portion1 및 Portion2 부분들을 더 감소시킬 수 있다.

- [0159] 렌즈의 표면을 고려하는 경우, Portion1 및 Portion2 부분들은 상기 정의된 부분들이 표면 상에 투사된 것으로 정의된다. 일 구현예에서, Portion1의 범위는 $-20\text{mm} < x < -2.5\text{mm}$ 및 $4\text{mm} < y < -11\text{mm}$ 로 전면에 한정될 수 있고, Portion2의 범위는 $2.5\text{mm} < x < 20\text{mm}$ 및 $4\text{mm} < y < -11\text{mm}$ 로 전면에 한정될 수 있다. 일 구현예에서, Portion1의 범위는 $-15\text{mm} < x < 5\text{mm}$ 및 $0\text{mm} < y < -11\text{mm}$ 로 전면에 더 한정될 수 있고, Portion2의 범위는 $5\text{mm} < x < 15\text{mm}$ 및 $0\text{mm} < y < -11\text{mm}$ 로 전면에 더 한정될 수 있다.
- [0160] 상기 방법은 또한 결정 단계(16)를 포함할 수 있다. 이 단계 동안에는, 제1 표면의 제1 부분 Portion1_Front_Surface에 대해, Portion1에 속하는 응시 방향들에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축 γ_T 를 바탕으로 제1 기준축 Γ_1 결정한다. Γ_1 각의 값은 앞서 기술된 종래 방식을 이용하여 수평축과 관련하여 표현한다. γ_T 는 제1 부분 Portion1에 있는 제1 표면을 가르는 응시 방향들에 대한 다른 난시축 $\gamma_{\alpha, \beta}$ 평균 값에 해당된다. 수학적으로, 이는 $\gamma_T = \langle \gamma_{\alpha, \beta} \text{ 평균} \rangle_{\text{Portion1}}$ 를 뜻한다. 제1 표면의 제2 부분 Portion2_Front_Surface에 대해, Portion2에 속하는 응시 방향들에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축 γ_N 을 바탕으로 제2 기준축 Γ_2 를 결정한다. 유사하게, Γ_2 각의 값은 앞서 기술된 종래 방식을 이용하여 수평축과 관련하여 표현하며, γ_N 은 제2 부분 Portion2에 있는 제1 표면을 가르는 응시 방향들에 대한 다른 난시축 $\gamma_{\alpha, \beta}$ 평균 값에 해당한다. 수학적으로, 이는 $\gamma_N = \langle \gamma_{\alpha, \beta} \text{ 평균} \rangle_{\text{Portion2}}$ 를 뜻한다.
- [0161] 대안으로, 결정 단계(16) 동안, 조합된 기준축 Γ 이 결정된다. 이러한 조합된 기준축 Γ 은 제1 기준축 Γ_1 및 제2 기준축 Γ_2 의 선형 조합으로 정의될 수 있다. 조합된 기준축 Γ 은 수학적으로:
- [0162] $\Gamma = \alpha_1 * \Gamma_1 + \alpha_2 * \Gamma_2$ 로 표현될 수 있고, 여기서 α_1 및 α_2 는 제1 및 제2 기준축에 각각 연관된 중량이다. 중량 α_1 및 α_2 는 0과 1 사이에 포함되며, 중량 $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ 이다.
- [0163] 구현예에 따르면, 제1 및 제2 기준축에는 동일한 중량이 적용될 수 있거나, 즉 중량 $\alpha_1 = \alpha_2 = 0.5$ 이거나; 제1 기준축 또는 제2 기준축 중 하나에 전체 중량이 인가될 수 있거나, 즉 $\alpha_1 = 0$, $\alpha_2 = 1$ 또는 $\alpha_1 = 1$, $\alpha_2 = 0$ 일 수 있다. 물론, 적용분야에 따라 다른 중량값 α_1 및 α_2 를 적용할 수 있다.
- [0164] 상기 방법은 제1 표면을 수정하는 단계(18)를 더 포함한다. 제1 부분 Portion1_Front_Surface 상에서 조합된 기준축 Γ 을 따르는 구면도수 값이 조합된 기준축 Γ 에 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높고 (제1 조건), 제2 부분 Portion2_Front_Surface 상에서 조합된 기준축 Γ 을 따르는 구면도수 값이 조합된 기준축 Γ 에 직교하는 축을 따르는 구면도수 값보다 높도록 (제2 조건), 제1 표면을 수정한다. 이들 조건은 다음과 같이 수학적으로 표현될 수 있다:
- [0165] - 제1 조건: 제1 부분에서, $\text{SPH}(\Gamma) > \text{SPH}(\perp \Gamma)$, 및
- [0166] - 제2 조건: 제2 부분에서, $\text{SPH}(\Gamma) > \text{SPH}(\perp \Gamma)$
- [0167] 식에서, $\text{SPH}(\Gamma)$ 는 조합된 기준축 Γ 을 따르는 구면도수 값이고, $\text{SPH}(\perp \Gamma)$ 는 조합된 기준축 Γ 에 직교하는 축을 따르는 구면도수 값이다.
- [0168] 곡률에 관하여, 제1 표면이 물체 측 표면인 경우에, 제1 조건 및 제2 조건은 아래와 같이 표현될 수 있다:
- [0169] - 제1 조건: 제1 부분에서, $\text{CURV}(\Gamma) > \text{CURV}(\perp \Gamma)$, 및
- [0170] - 제2 조건: 제2 부분에서, $\text{CURV}(\Gamma) > \text{CURV}(\perp \Gamma)$
- [0171] 식에서, $\text{CURV}(\Gamma)$ 는 조합된 기준축 Γ 을 따르는 곡률 값이고, $\text{CURV}(\perp \Gamma)$ 는 조합된 기준축 Γ 에 직교하는 축을 따르는 곡률 값이다.
- [0172] 제1 조건과 제2 조건을 고려하여 얻은 구면도수 값의 변화에 대한 예들을 도 20, 도 21 및 도 22에 도시하였다. 도시된 예에서, 제1 기준축 Γ_1 은 제1 관자놀이 영역에서의 평균 난시축과 동일한 것으로 결정되었다: $\Gamma_1 = \gamma_T = 150^\circ$; 그리고 제2 기준축 Γ_2 은 제2 코 부분에 대해 평균 난시축과 동일한 것으로 결정되었다: $\Gamma_2 = \gamma_N = 40^\circ$.
- [0173] 도 20은 모든 중량이 관자놀이 측에 제공되고 조합된 기준축 Γ 이 제1 기준축 Γ_1 과 동일하게 설정되었다. 이러

한 구현예는 관자놀이 측에서의 왜곡을 향상시키고 동적 시력에서의 왜곡에 민감한 안경 착용자가 이행할 수 있다.

[0174] 도 21은 조합된 기준축 Γ 이 제1 기준축 Γ_1 및 제2 기준축 Γ_2 의 평균값으로 설정된 구현예를 나타낸다.

[0175] 도 22는 모든 중량이 코 측에 제공되고 조합된 기준축 Γ 이 제2 기준축 Γ_2 과 동일하게 설정되었다. 이러한 구현예는 코 측에서의 왜곡을 향상시키고 읽기 상태에서의 왜곡에 민감한 안경 착용자가 이행할 수 있다.

[0176] 상기 방법은 렌즈를 위한 목표 광학 함수를 얻고, 렌즈를 위한 최적 선명도를 보장하도록 제2 비구면 표면을 수정하는 단계(20)를 또한 포함한다. 제2 표면의 수정은 현재 광학 함수와 목표 광학 함수의 차이를 최소화하기 위한 광학 최적화에 의해 수행된다. 비용 함수는 두 광학 함수 사이의 거리를 표현하는 수학적 수치이다. 이는 상기 최적화에서 선호되는 광학 기준들에 따라 다양한 방식으로 표현될 수 있다. 본 발명의 취지에서, "최적화를 수행하는 과정"은 바람직하게는 비용 함수를 "극소화하는 과정"으로 이해되어야 한다. 물론, 당해 기술분야의 숙련자는 본 발명이 본질적으로 최소화 과정에 제한받지 않는다는 것을 이해할 것이다. 최적화는 또한 당해 기술분야의 숙련자가 이해하는 비용 함수의 수식에 따른 실험수의 극대화일 수 있다. 즉, 실험수의 "극대화"는 그 반대인 "극소화"에 상응한다. 이러한 제1 조건 및 제2 조건 하에, 제작되는 렌즈(이들테면, 도 20, 도 21 및 도 22의 렌즈)는 안경 착용자에게 최적 선명도의 이미지를 제공하기 위해 정의되는 목표 광학 함수를 보장하는 동시에, 왜곡 특성을 덜 나타내게 된다. 이러한 효과는, 제1 표면에 대한 곡률의 배향들이 수정되었다는 사실을 통해 정성적으로(qualitatively) 이해가능하며, 이는 렌즈의 배율에 미치는 영향이 개선되어 결과적으로 왜곡이 감소되었다는 것을 의미한다. 다시 말해서, 제1 표면의 기하학적 구조는 렌즈의 왜곡을 줄이도록 선택된다. 제2 표면은 이미지의 선명도에 영향을 미치는 최적 광학적 성능을 보장하도록 결정된다.

[0177] 제1 표면과 제2 표면을 수정하는 단계들(18 및 20)은 왜곡을 최소화하고자 의도된 제1 표면-관련 제1 목표 광학 함수 및 렌즈의 선명도를 보장하고자 의도된 배면-관련 제2 목표 광학 함수를 이용하여 제1 표면과 제2 표면 사이의 토글링(toggling)에 의해 수행될 수 있다. 이러한 제1 및 제2 표면 최적화 사이의 토글링에 대해 예를 들면 EP-A-2 207 118호에 기재되어 있다.

[0178] 상기 방법의 결정 단계(16)는 다양한 방식으로 수행될 수 있다.

[0179] 예를 들어, 제1 및/또는 제2 기준축 Γ_1 및 Γ_2 는 처방된 난시에 근거하여 또한 결정될 수 있다. 이에 따라, 안경 착용자에게 더 적합하게 되므로, 제1 및/또는 제2 기준축 Γ_1 및 Γ_2 를 서로 더 연관되게 결정한다. 특히, 처방된 난시가 높을 경우, 전체난시 축은 처방된 난시축과 대략 같다.

[0180] 결정 단계(16)에서, 제1 및/또는 제1 기준축 Γ_1 및/또는 Γ_2 는 $[\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ]$ (γ_T 는 해당 부분들(Portion1, Portion2)에서의 난시축임) 범위에 포함된 값으로 설정값으로 설정값으로 설정될 수 있다. γ_T 는 제1 관자놀이 부분 Portion1 상의 평균 난시축이다. γ_N 는 제1 코 부분 Portion2 상의 평균 난시축이다.

[0181] 한편, 제1 부분 Portion1_Front_Surface의 경우, 제1 기준축 Γ_1 의 값은 $[\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ]$ (γ_T 는 제1 부분에서의 평균 난시축임(Γ_1 및 γ_T 는 도 단위로 표현)) 범위에 포함된다. 유사하게, 제2 부분 Portion2_Front_Surface의 경우, 제2 기준축 Γ_2 의 값은 $[\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ]$ (γ_N 는 제2 부분에서의 평균 난시축임(Γ_2 및 γ_N 는 도 단위로 표현)) 범위에 포함된다. 일 구현예에 따르면, 기준축 Γ_1 및/또는 Γ_2 는 각각 γ_T 및/또는 γ_N 값으로 설정값으로 설정값으로 설정될 수 있다.

[0182] 다른 구현예에 따르면, 각각의 기준축 Γ_1 및/또는 Γ_2 는 또한 각각의 부분 Portion1 및 Portion2 상에서의 왜곡을 최소화하는 광학 최적화에 의해 정의될 수 있다. 상기 최적화는 실험수의 극대화이기도 하다. 본 구현예에 따르면, 제1 표면과 제2 표면의 수정은 각 부분 Portion1 및 Portion2 상의 왜곡을 최소화하는 제1 목표 광학 함수와 렌즈의 선명도를 보장하는 제2 목표 광학 함수 사이의 토글링에 의해 수행될 수 있다. 이러한 제1 및 제2 표면 최적화 사이의 토글링에 대해 앞서 언급한 EP-A-2 207 118호에 기재되어 있다.

[0183] 각 부분 Portion1 및 Portion2 상의 왜곡을 최소화하는 최적화 과정의 이러한 구현에 덕분에, 왜곡이 가장 적은 렌즈를 제공하는 기준축 Γ_1 및/또는 Γ_2 를 결정할 수 있게 된다. 이하, 분석적 근사 공식들을 이용하여 이러한 최적화를 수행하기 위한 방식을 상술하기로 한다.

[0184] 수평축과 θ 각을 이루는 축을 따라, 소정의 응시 방향(α , β)에서 렌즈의 광학 도수 $P_{\alpha,\beta}(\theta)$ 는 배면 및 전면의 상기 축을 따르는 구면도수들의 조합이다. θ 축을 따라, $SPH_front_{x,y}(\theta)$ 가 전면과 응시 방향(α , β)의 교차점에서의 전면의 구면도수이고, $SPH_rear_{x',y'}(\theta)$ 가 배면과 응시 방향(α , β)의 교차점에서의 배면의 구면도수라면, θ 축을 따르는 광학 도수는 대략 이들 두 수치의 합으로,

[0185] $P_{\alpha,\beta}(\theta) = SPH_front_{x,y}(\theta) + SPH_rear_{x',y'}(\theta)$ 를 뜻한다.

[0186] 도 5는 최대 구면도수가 7.0 δ , 최저 구면도수가 5.0 δ 및 원주렌즈 축 γ_{AX} 65° (앞서 언급한 선도 22)인 전면의 한 점과 구면 배면(선도 42)의 한 점의 경우에서 상기 공식을 설명한 도면이다. 예상대로, 축을 따라 응시 방향(α , β)에 대한 렌즈의 광학 도수 $P_{\alpha,\beta}(\theta)$ (선도 44)는 해당 점(x,y)에서 동일한 축을 따르는 전면의 구면도수와 해당 점(x,y)에서 동일한 축을 따르는 배면의 구면도수의 합이며, 이들 해당 점은 응시 방향(α , β)과 표면들 사이의 교차점이다. 상기 예에서, 간단히 말하자면, 렌즈의 두께는 0mm로 간주되어, $x=x'$ 이고 $y=y'$ 가 된다.

[0187] 그러면, 근사 공식들을 통해, 수평축과 θ 각을 이루는 축을 따르는 배율 추정값을, 상기 축을 따르는 광학 도수 및 동일한 축을 따르는 전면의 구면도수의 함수로서, 얻을 수 있게 된다:

$$G_{\alpha,\beta}(\theta) = \frac{1}{1-LP_{\alpha,\beta}(\theta)} \cdot \frac{1}{1-\frac{t}{n}SPH-front_{x,y}(\theta)}$$

[0188]

[0189] 식에서, $G_{\alpha,\beta}(\theta)$ 는 수평축과 θ 각을 이루는 축을 따르는 배율이고; L은 중심시를 고려하는 경우에는 렌즈의 안구 측 표면으로부터 눈의 회전 중심까지의 거리, 또는 주변시를 고려하는 경우에는 렌즈의 안구 측 표면으로부터 동공까지의 거리이고; t는 렌즈의 두께이고; n은 렌즈의 굴절률이다.

[0190] 앞서 제공된 가우스 공식을 이용함으로써, θ 각의 함수에 따른 배율 $G_{\alpha,\beta}$ 변화를 구한다. 도 23은 Portion1(관자놀이 영역)에 속하는 응시 방향에 대한 이러한 변화를 나타내는 도면이다.

[0191] 난시축 γ 은 앞서 설명한 바와 같다. 임의의 응시 방향에 대해, 난시축은 그에 따르는 광학 도수가 최저인 축이다. 따라서, 최대 광학 도수는 $\gamma + 90^\circ$ 축을 따른다. 이에 따라, 최소 배율은 $G_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 이고, 최대 배율은 $G_{\alpha,\beta}(\gamma + 90^\circ)$ 이다. $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 수치 = $G_{\alpha,\beta}(\gamma + 90^\circ) - G_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 는 따라서 주(principal) 배율들 사이의 차이 변화로서, 각각의 응시 방향(α , β)에 대해 최소화되도록 해야 한다. 실제로, 이러한 차이의 존재로 인해 왜곡이 발생한다.

[0192] 상기 공식을 이용하여, $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 수치 = $G_{\alpha,\beta}(\gamma + 90^\circ) - G_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 를 표현할 수 있다. 이에 따라 최저 $G_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 배율을 계산할 수 있다:

$$\begin{aligned} G_{\alpha,\beta}(\gamma) &= \frac{1}{1-L*P(\gamma)} \cdot \frac{1}{1-\frac{t}{n}SPH-front_{x,y}(\gamma)} \\ &= \frac{1}{1-L*P_{\min}} \cdot \frac{1}{1-\frac{t}{n}SPH-front_{x,y}(\gamma)} \end{aligned}$$

[0193]

[0194] 유사하게, 최대 배율 $G(\gamma+90^\circ)$ 도 계산할 수 있다.

$$G_{\alpha,\beta}(\gamma+90^\circ) = \frac{1}{1-L*P(\gamma+90^\circ)} \cdot \frac{1}{1-\frac{t}{n}SPH-front_{x,y}(\gamma+90^\circ)}$$

$$= \frac{1}{1-L*P_{\max}} \cdot \frac{1}{1-\frac{t}{n}SPH-front_{x,y}(\gamma+90^\circ)}$$

[0195]

[0196] 사실, 목표 광학 함수가 미리 정의되기 때문에, 최저 광학 도수 $P_{\min}$ 과 최대 광학 도수 $P_{\max}$ 는 모든 응시 방향에 대해 제시된다. 따라서 이들 도수는 $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 수치에 대한 공식들에서 일정하다고 여겨야 한다.

[0197]

그러나, 가우스 공식에 의해 주어지는, γ 축을 따르는 전면의 구면도수 값과, $\gamma+90^\circ$ 축을 따르는 전면의 구면도수 값은 원주렌즈 축에 따라 결정된다. 이는 $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 의 값이 선택된 원주렌즈 축에 좌우된다는 것을 의미한다. 다시 말해서, $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 는 γ_{AX} 의 함수이다. 이 함수를 도면으로 나타낸 것이 도 24이다. 본 예는, 렌즈의 안구 측 표면으로부터 안구까지의 거리 L 의 값을 25mm로, 렌즈의 두께 t 의 값을 1.4mm로, 굴절률 n 의 값을 1.665로 하여 수행되었다.

[0198]

도 24의 선도는 원주렌즈 축의 값에 대해 $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 수치가 최저임을 보여 준다. 관자놀이 영역의 경우, 상각값으로 155° 를 얻는다. 코 영역에 대해 비슷한 계산을 하면, 40° 값에 이르게 된다. 이들 값에 동일한 기준축들 Γ_1 및 Γ_2 ($\Gamma_1 = 155^\circ$ 및 $\Gamma_2 = 40^\circ$)를 선택함으로써, $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ 수치가 최소화되며, 결과적으로 왜곡이 감소된다. 이와 같이, 도 18의 흐름도에 따른 방법의 단계(16)를 위한 최적화를 수행하는 한 가지 예를 설명하였다.

[0199]

상술한 바와 같은 안경 렌즈 결정 방법으로 안경 렌즈는 감소된 왜곡을 가질 수 있다.

[0200]

특히, 본 발명에 따른 렌즈의 전면은 $[\gamma-20^\circ; \gamma+20^\circ]$ 범위에 포함된 관자놀이 영역의 제1 부분 Portion1 내의 원주렌즈 축 $\gamma_{AX,T}$; 및 $[\gamma-20^\circ; \gamma+20^\circ]$ 범위에 포함된 코 영역의 제2 부분 Portion2 내의 cylinder axis $\gamma_{AX,N}$ 을 가지며, γ 는 아래와 같이 표현되는 난시의 축의 가중 평균값이다.

[0201]

$$\gamma = \alpha_1 * \gamma_T + \alpha_2 * \gamma_N,$$

[0202]

여기서 α_1 및 α_2 는 중량이고, γ_T 는 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 렌즈의 평균 난시축이며, γ_N 은 코 영역의 제2 부분에서의 렌즈의 평균 난시축이다.

[0203]

본 발명에 따른 렌즈의 전면의 원주렌즈 축은 관자놀이 영역의 제1 부분 및 코 영역의 제2 부분에서의 난시의 축의 가중 평균값과 동일하도록 제어된다. 난시의 축 γ_N 및 γ_T 는 고려되는 부분의 렌즈의 난시의 잔여 평균 난시축일 수 있다. 대안으로, 고려되는 부분의 난시의 처방된 난시 또는 전체평균 난시축일 수 있다.

[0204]

일 구현예에 따르면, 난시의 축의 가중 평균값은 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 렌즈의 평균 난시축 및 코 영역의 제2 부분에서의 렌즈의 평균 난시축의 중간값과 동일하며($\gamma = 1/2 * \gamma_T + 1/2 * \gamma_N$), 관자놀이 및 코 부분에서의 렌즈의 평균 난시축에 동일한 중량이 적용되고 즉 $\alpha_1 = \alpha_2 = 0.5$ 이다.

[0205]

이러한 물성을 충족하는 렌즈는 왜곡에 대해 향상된 물성을 보이면서 안경 착용자에 의해 감지되는 이미지에 대한 최적의 선명도를 보장한다. 따라서 이러한 종류의 렌즈를 착용하는 안경 착용자의 편안함이 증가한다.

[0206]

다른 구현예에 따르면, 난시의 축의 가중 평균값은 관자놀이 영역의 제1 부분에서의 렌즈의 평균 난시축과 동일하며($\gamma = \gamma_T$), 관자놀이 부분에 전체 중량이 적용되는데, 즉 $\alpha_1 = 1$ 및 $\alpha_2 = 0$ 이다.

[0207]

이러한 물성을 충족하는 렌즈는 특히 동적 시력에서 왜곡에 대한 향상된 물성을 보인다.

[0208]

다른 구현예에 따르면, 난시의 축의 가중 평균값은 코 영역의 제2 부분에서의 렌즈의 평균 난시축과 동일하며

($y = y_N$), 코 부분에 전체 중량이 적용되고 즉 $a_1=0$ 및 $a_2=1$ 이다.

- [0209] 이러한 물성을 충족하는 렌즈는 특히 읽기 조건에서 왜곡에 대한 향상된 물성을 보인다.
- [0210] 예를 들어, 렌즈의 전면은 관자놀이 영역의 제1 부분 Portion1에 상기 코 영역의 제2 부분에서의 원주렌즈 축 $y_{AX,N}$ 와 동일한 원주렌즈 축 $y_{AX,T}$ 를 가질 수 있다. 원환체 면은 이러한 전면에 대해 하나의 가능한 방안이다. 원환체 면은 또한 제조 공정에 유리하다.
- [0211] 전술된 렌즈 각각은 전술된 누진 안경 렌즈 결정 방법에 의해 제작될 수 있다. 이 방법을 컴퓨터에 구현시킬 수 있다. 이와 관련하여, 달리 구체적으로 명시되지 않는 한, 본 명세서 전반에 걸쳐, "컴퓨팅(computing)", "계산(calculating)", "생성(generating)" 등과 같은 용어들을 이용한 설명들은, 컴퓨팅 시스템의 레지스터 및/또는 메모리 내에 있는 전자량과 같은 물리량으로 표현된 데이터를, 컴퓨팅 시스템의 메모리, 레지스터 또는 기타 다른 정보 저장, 전송 또는 디스플레이 디바이스 내에 있는 물리량으로 유사하게 표현된 다른 데이터로 조작 및/또는 변환하는 컴퓨터 또는 컴퓨팅 시스템, 또는 유사한 전자 컴퓨팅 디바이스의 작동 및/또는 프로세스를 가리킨다는 것을 이해하면 된다.
- [0212] 프로세서가 액세스 가능한 하나 이상의 저장된 명령어 시퀀스를 포함하며, 프로세서에 의해 실행될 때 프로세서가 본 발명에 의한 방법의 단계들을 수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램 제품을 또한 제시한다.
- [0213] 이러한 컴퓨터 프로그램은 플로피 디스크, 광 디스크, CD-ROM, 자기광학 디스크, 읽기 전용 메모리(ROM), 랜덤 액세스 메모리(RAM), 전기적으로 프로그램 가능한 읽기 전용 메모리(EPROM), 전기적으로 소거 및 프로그램 가능한 읽기 전용 메모리(EEPROM), 자기 카드나 광학 카드, 또는 전자 명령어를 저장하기에 적합하며 컴퓨터 시스템 버스에 결합될 수 있는 임의의 다른 유형의 매체를 포함하는 임의의 유형의 디스크와 같은 (그러나 이에 제한되지 않는) 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장될 수 있다. 따라서, 컴퓨터 프로그램 제품의 하나 이상의 명령어 시퀀스를 운반하는 컴퓨터 판독 가능한 매체를 제시한다. 이로써, 본 방법을 어디에서든 용이하게 실행할 수 있게 된다.
- [0214] 본원에 제시된 프로세스들과 디스플레이들은 본질적으로 임의의 특정한 컴퓨터 또는 다른 기기와 연관이 없다. 다양한 범용 시스템들이 본원의 개시에 따른 프로그램들과 함께 사용될 수 있거나, 또는 바람직한 방법을 수행하기 위해 더 특화된 장치를 구성하는 데에 적합한 것으로 입증될 수 있다. 다양한 이들 시스템들에 대해 바람직한 구조가 하기의 설명에 나타날 것이다. 또한, 본 발명의 구현예들은 임의의 특정 프로그래밍 언어를 참조하여 설명되지 않는다. 다양한 프로그래밍 언어들을 사용하여 본원에 설명된 바와 같이 본 발명의 교시를 실행할 수 있음은 물론이다.
- [0215] 전술한 방법에 따라 결정된 렌즈의 제1 표면을 사용하여 한 쌍의 렌즈를 제작하기 위해, 다수의 장치들 또는 프로세스들을 이용할 수 있다. 프로세스들은 종종 일련의 데이터 교환을 의미한다. 예컨대, 이러한 일련의 데이터는 본 방법에 따라 결정된 렌즈의 제1 표면만을 포함할 수 있다. 이러한 일련의 데이터는 바람직하게는 안경 착용자의 눈과 관련된 데이터를 더 포함할 수 있으며, 이러한 데이터 세트를 이용하여 누진 안경 렌즈를 제조할 수 있다.
- [0216] 이러한 데이터 교환은 수치 데이터를 수신하는 장치(333)를 나타내는 도 25의 장치에 의해 개략적으로 이해될 수 있다. 이는 로직 유닛으로 실현되는 데이터 처리 장치(100)의 입출력 디바이스(98)에 연결되는 키보드(88)와 디스플레이(104)와 외부 정보 센터(86)와 데이터 수신기(102)를 포함한다.
- [0217] 데이터 처리 장치(100)는
- [0218] - 중앙 처리 장치(90);
- [0219] - RAM 메모리(96);
- [0220] - ROM 메모리(94); 및
- [0221] - 상기 입출력 디바이스(98)를 포함하고, 이들 사이는 데이터 버스 및 어드레스 버스(92)로 연결되어 있다.
- [0222] 도 25에 도시된 상기 구성요소들은 당해 기술분야의 숙련자에게 잘 알려져 있다. 이러한 구성요소들에 대해서 추가로 설명하지 않는다.
- [0223] 안경 착용자 처방전에 대응하는 누진 안경 렌즈를 제작하기 위해, 렌즈 제조자는 반가공 안경 렌즈 블랭크가 렌즈 제조자에 의해 처방 실험실에 제공될 수 있다. 일반적으로, 반가공 안경 렌즈 블랭크는 광학 기준 표면에 대

응하는 제1 표면(예컨대, 누진 다초점 렌즈의 경우 누진 표면), 및 제2 미가공 표면을 포함한다. 적절한 광학 특성들을 가진 반가공 렌즈 블랭크가 안경 착용자 처방전을 바탕으로 선택된다. 처방전에 따른 표면을 얻도록, 미가공 표면을 처방 실험실에서 최종적으로 기계가공 및 연마한다. 이에 따라, 처방전에 따른 안경 렌즈를 제작한다.

- [0224] 특히, 본 발명에 따르면, 반가공 렌즈 블랭크는 누진 안경 렌즈의 제1 표면과 관련하여 전술한 조건들을 충족시키는 제1 표면을 가질 수 있다.
- [0225] 이러한 반가공 렌즈 블랭크를 제공하기 위해서는 각 처방전 세트에 대한 목표 광학 함수를 (도 18의 단계(10)와 유사하게) 선택해야 한다. 제1 비구면 표면과 제1 미가공 표면을 (도 18의 단계(12)와 유사하게) 정의한다. Portion1 및 Portion2에 속하는 응시 방향들에 대한 목표 광학 함수의 평균 난시축 γ_T 및 γ_N 뿐만 아니라, 처방전 세트의 렌즈들을 위한 평균 난시축을 바탕으로 기준축 Γ_1 및 Γ_2 을 결정한다. 그런 후에는 전술된 제1 및 제2 조건들을 충족시키기 위해 조합된 기준축 Γ 을 상술한 바에 따라 결정하고 반가공 렌즈 블랭크의 제1 비구면 표면을 수정한다.
- [0226] 일 구현예에 따르면, 상술한 조건들을 만족하도록 정의된 제1 전면을 갖는 반가공 렌즈 블랭크를 선택함으로써 누진 안경 렌즈를 제조할 수 있다. 반가공 렌즈는 $[\gamma - 20^\circ ; \gamma + 20^\circ]$ 범위에 포함되는 각 점에서 주어진 원주 렌즈 축 γ_{AX} 을 갖는 제1 전면을 구비하여 추가로 선택되며, γ 는 관찰자가 영역 및 코 영역에서의 제1 및 제2 부분에서의 원주렌즈 축의 평균값이다.
- [0227] 그러면, 이러한 반가공 렌즈 블랭크는 전면의 원주렌즈 축의 평균값을 조합된 기준축 Γ 과 정렬하도록 위치될 수 있다. 렌즈의 제2 표면은 이때 - 제1 표면의 위치선정과 관련한 데이터를 포함한 - 제1 표면과 관련한 데이터 및 선택된 목표 광학 함수를 바탕으로 계산된다. 예컨대 렌즈의 제2 표면은 이후 디지털 마무리 작업에 의해 제조될 수 있다.
- [0228] 제어된 원주렌즈 축 γ_{AX} 을 갖는 이러한 반가공 렌즈 블랭크는 블로커 상의 정확하게 블랭크를 간단하게 정렬함으로써 난시의 다른 처방된 축을 포함한 일련의 처방전에 대해 사용될 수 있다.
- [0229] 그러나, 다른 제조 방법을 사용할 수 있다. 도 26에 따른 방법이 일 실시예이다. 제조 방법은 제1 위치에서 안경 착용자의 눈과 관련된 데이터를 제공하는 단계(74)를 포함한다. 상기 방법의 단계(76)에서 제1 위치로부터 제2 위치로 데이터를 전송한다. 그러면 단계(78)에서는 전술한 결정 방법에 따라 누진 안경 렌즈를 제2 위치에서 결정한다. 상기 제조 방법은 제1 표면에 관한 데이터를 제1 위치로 전송하는 단계(80)를 더 포함한다. 상기 방법은 전송된 제1 표면에 관한 데이터에 근거하여 광학 최적화를 수행하는 단계(82)를 또한 포함한다. 상기 방법은 광학 최적화의 결과를 제3 위치에 전송하는 단계(84)를 또한 포함한다. 상기 방법은 광학 최적화의 결과에 따라 누진 안경 렌즈를 제조하는 단계(86)를 더 포함한다.
- [0230] 이러한 제조 방법은 렌즈의 다른 광학적 성능들을 저해하지 않으면서, 왜곡이 감소된 누진 안경 렌즈를 제작가능하게 한다.
- [0231] 전송 단계들(76, 80)은 전자식으로 달성될 수 있다. 이는 상기 방법을 가속화시킬 수 있다. 누진 안경 렌즈를 보다 신속하게 제조하게 된다.
- [0232] 이러한 효과를 개선하기 위해, 제1 위치, 제2 위치 및 제3 위치는 동일한 건물 내에 위치하는 세 상이한 시스템(하나는 데이터 수집용, 다른 하나는 계산용, 또 다른 하나는 제조용)일 수 있다. 그러나, 이들 세 위치는 또한 서로 다른 세 회사(예컨대, 하나는 안경 판매자(안경점), 다른 하나는 실험실, 또 다른 하나는 실험실)일 수 있다.
- [0233] 상기 제조 방법을 수행하도록 구성되는, 누진 안경 렌즈 제조용 일련의 장치를 또한 개시한다.
- [0234] 하기 실시예들을 이용하여 본 발명을 추가 설명하기로 한다. 누진 안경 렌즈에 대해 실시예들이 제시되지만, 본 발명은 또한 비구면을 갖는 비누진 렌즈에 적용된다.
- [0235] **실시예들의 도면에 대한 전반적인 설명**
- [0236] 앞서 설명한 바와 같이, 하나의 표면은 따라서 최대 구면도수 SPH_{max} , 최저 구면도수 SPH_{min} 및 원주렌즈 축 γ_{AX} 으로 구성된 3항에 의해 국소적으로 정의될 수 있다.
- [0237] 이에 따라 실시예들의 표면 특성화는 고려되는 각 표면에 대한 최대 구면도수, 최저 구면도수 및 원주렌즈 축으

로 된 맵을 제공함으로써 주어진다.

- [0238] 도 27, 도 32 및 도 40은 최저 구면도수 맵이다. 맵의 수직축과 수평축은 가로축 X(단위: mm) 및 세로축 Y(단위: mm)의 값들이다. 이들 맵에 표시된 등치값(iso-value) 선도는 동일한 최저 구면도수 값에 대응하는 점들을 연결한다. 이들 선도에서 각각의 최저 구면도수 값들은 이웃 선도 간에 0.10 디옵터만큼씩 증가하며, 이들 선도 중 일부를 표시하였다.
- [0239] 도 28, 도 33 및 도 41은 최대 구면도수 맵이다. 맵의 수직축과 수평축은 가로축 X(단위: mm) 및 세로축 Y(단위: mm)의 값들이다. 이들 맵에 표시된 등치값 선도는 동일한 최대 구면도수 값에 대응하는 점들을 연결한다. 이들 선도에서 각각의 최대 구면도수 값들은 이웃 선도 간에 0.10 디옵터만큼씩 증가하며, 이들 선도 중 일부를 표시하였다.
- [0240] 도 37 및 도 46은 원환체 표면의 구형 프로파일이다.
- [0241] 도 29, 도 34 및 도 42는 원주렌즈 축이다. 맵의 수직축과 수평축은 가로축 X(단위: mm) 및 세로축 Y(단위: mm)의 값들이다. 이들 맵에 표시된 등치값 선도는 동일한 원주렌즈 축 값에 대응하는 점들을 연결한다. 이들 선도에서 각각의 원주렌즈 축 값들은 이웃 선도 간에 5° 만큼씩 증가하며, 이들 선도 중 일부를 표시하였다. 예시된 렌즈들의 전면은 고려되는 부분들에서 적어도 0.25 디옵터 이상, 우선적으로는 1 디옵터 이상, 우선적으로는 2 디옵터의 평균 원주렌즈 도수를 갖는다. 원주렌즈 도수가 더 높고 더 잘 배향될수록, 왜곡이 낮아지게 되며, 전면 상에서 축 배향에 대한 왜곡을 최소한으로 의식하게 된다.
- [0242] 도 30, 도 31, 도 35, 도 36, 도 38, 도 39, 도 43, 도 44, 도 45, 도 47, 도 48 및 도 49는 고려되는 렌즈의 성능의 광학 분석을 제공한다.
- [0243] 도 30, 도 35, 도 38, 도 43 및 도 47은 광학 도수 맵이다. 맵의 수직축과 수평축은 눈의 하향각 α 의 값과 눈의 방위각 β 의 값이다. 이들 맵에 표시된 등치값 선도는 동일한 광학 도수 값에 대응하는 응시 방향들을 연결한다. 이들 선도에서 각각의 광학 도수 값들은 이웃 선도 간에 0.25 디옵터만큼씩 증가하며, 이들 선도 중 일부를 표시하였다.
- [0244] 도 44 및 도 48은 광학 도수 맵의 것과 유사한 축을 갖는, 잔여난시 등고선 선도(contour plot)이다. 표시된 등치값 선도는 동일한 잔여난시 값에 대응하는 응시 방향들을 연결한다.
- [0245] 도 31, 도 36, 도 39, 도 45 및 도 49는 광학 도수 맵의 것과 유사한 축을 갖는, 전체난시 등고선 선도이다. 표시된 등치값 선도는 동일한 전체난시 값에 대응하는 응시 방향들을 연결한다.
- [0246] 실시예 0 (종래 기술)
- [0247] 실시예 0은 종래 기술에 따른 렌즈 LENS0에 해당된다. 이 경우, 처방된 도수는 0.0 δ 이고, 가입도수는 1.00 δ 이다. 본 실시예 0에서는, 안경 착용자에게 처방된 난시는 140°의 축에서 2.00 δ 이다.
- [0248] 도 27, 도 28 및 도 29는 LENS0에 대한 전면의 표면 특성이다. 비교를 위해, 두 특정 A 및 B 점을 고려하기로 한다. A 점은 관자놀이 영역에 위치한 반면, B 점은 코 영역에 위치한다. A 점의 경우, 최대 구면도수 SPHmax_A는 5.52 δ 이고, 최저 구면도수 SPHmin_A는 4.75 δ 이며, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX_A}=60^\circ$ 이다. B 점의 경우, 최대 구면도수 SPHmax_B는 5.50 δ 이고, 최저 구면도수 SPHmin_B는 4.65 δ 이며, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX_B}=126^\circ$ 이다.
- [0249] 도 30 및 도 31은 LENS0의 광학적 성능 분석을 제공한다. 비교를 위해, 두 특정 방향 D_A 및 D_B 를 고려하기로 한다. D_A 및 D_B 는 A 점과 B 점에서 LENS0의 전면을 가른다.
- [0250] D_A 방향의 경우, 평균 도수는 1.37 δ 이고, 난시는 2.72 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_A 는 142°이고, 난시 결함은 0.73 δ 이다. 또한, 이러한 D_A 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ 값인 0.07396544로 표시될 수 있다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ 은 1.08283716이다.
- [0251] D_B 방향의 경우, 평균 도수는 1.44 δ 이고, 난시는 1.28 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_B 는 147°이고, 난시 결함은 0.82 δ 이다. 또한, 이러한 D_B 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ 값인 0.03403641로 표시될 수 있다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ 은 1.08561437이다.
- [0252] 이러한 LENS0의 성능의 두 응시 방향에서의 국소적 분석에 더하여, 대역적 분석 또한 수행할 수 있다. 관자놀이

영역에 있는 Portion1의 범위는 $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ 및 $-50^\circ < \beta < -10^\circ$ 의 광선 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다. 코 영역에 있는 Portion2의 범위는 $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ 및 $50^\circ > \beta > 10^\circ$ 의 광선 방향에 의해 한정될 수 있으며, 이에 따라, 고려된 상기 부분에서의 비점수차는 0.50 디오퍼를 초과하게 된다.

[0253] 동일한 평가를 주변시에 수행할 수 있다. 따라서, D_A 및 D_B 는 포인트 A와 포인트 B에서 LENS0의 전면을 가로지르는 주변 광선 방향이다.

[0254] 이러한 다양한 특징화를 통해 LENS1 및 LENS2를 비교할 수 있으며, 이들의 특성을 실시예 1 및 2에 설명하였다.

[0255] 실시예 1:

[0256] 본 실시예는 렌즈 LENS0 중 하나의 동일한 처방에 대해 만들어진 본 발명에 따른 렌즈이다. 이때, 이 처방에 대해, 본 방법의 단계(16)에서 결정되는 기준축들은 Portion 1(관자놀이 영역)에서 $\Gamma_1 = 140^\circ$ 이고 Portion 2(코 영역)에서 $\Gamma_2 = 145^\circ$ 이고, 전면의 Portion 1 및 Portion 2는 실시예 0에서 정의된 광학적 Portion 1 및 Portion 2로부터 결정된다.

[0257] 도 32, 도 33 및 도 34는 $\Gamma_2 = 145^\circ$ 가 조합된 기준축으로 결정되는 경우 단계(18)에서 얻어진 LENS1에 대한 전면의 표면 특성이다. 포인트 A의 경우, 최대 구면도수 $SPH_{\max_A}$ 는 5.12 δ 이고, 최저 구면도수 $SPH_{\min_A}$ 는 2.54 δ 이고, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX_A} = 144^\circ$ 이다. 포인트 B의 경우, 최대 구면도수 $SPH_{\max_B}$ 는 4.95 δ 이고, 최저 구면도수 $SPH_{\min_B}$ 는 2.48 δ 이고, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX_B} = 146^\circ$ 이다.

[0258] 도 35 및 도 36는 응시 방향이 주 응시 방향으로 고정되었을 때 주변시에 대한 LENS1의 광학적 성능을 제공한다. 비교를 위해, 전술된 바와 같은 두 특정 방향 D_A 및 D_B 를 고려하기로 한다.

[0259] D_A 방향의 경우, 평균 도수는 1.37 δ 이고, 난시는 2.72 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_A 는 142° 이고, 난시 결함은 0.73 δ 이다. D_B 방향의 경우, 평균 도수는 1.44 δ 이고, 난시는 1.28 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_B 는 147° 이고, 난시 결함은 0.82 δ 이다. 이것은 D_A 및 D_B 에서 LENS0의 광학적 성능이 중심시에서의 도수 및 난시값과 관련한 LENS0의 광학적 성능과 실질적으로 동일함을 의미한다.

[0260] 이러한 D_A 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_A + 90^\circ) - G(\gamma_A)$ 값인 0.07097944로 표시될 수 있다. LENS0의 값과 비교해서, 4.04%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_A + 90^\circ) * G(\gamma_A)$ 은 1.08045844이다. LENS0의 값과 비교해서, 0.22%의 감소율이 존재한다.

[0261] 이러한 D_B 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_B + 90^\circ) - G(\gamma_B)$ 값인 0.03238737로 표시될 수 있다. LENS0의 값과 비교해서, 4.84%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_B + 90^\circ) * G(\gamma_B)$ 은 1.08312921이다. LENS0의 값과 비교해서, 0.23%의 감소율이 존재한다.

[0262] 실시예 2:

[0263] 도 37은 $\Gamma = 145^\circ$ 가 조합된 기준축으로 결정되는 경우 역시 단계(18)에서 얻어진 원환체 표면인 LENS2의 전면의 표면 특성이다. 최대 구면도수, 최저 구면도수 및 축 값이 표면에 걸쳐 일정하다. 모든 점 및 특히 A 점 및 B점의 경우, 최대 구면도수 $SPH_{\max}$ 는 5.0 δ 이고, 최저 구면도수 $SPH_{\min}$ 는 2.50 δ 이며, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX} = 145^\circ$ 이다.

[0264] 도 38 및 도 39는 LENS2의 광학적 성능에 대한 광학 분석결과를 제공한다. 비교를 위해, 동일한 두 특정 방향 D_A 및 D_B 를 고려하기로 한다.

[0265] D_A 방향의 경우, 평균 도수는 1.36 δ 이고, 난시는 2.71 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_A 는 142° 이고, 난시 결함은 0.73 δ 이다. D_B 방향의 경우, 평균 도수는 1.43 δ 이고, 난시는 1.27 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_B 는 147° 이고, 난시 결함은 0.82 δ 이다. 이것은 D_A 및 D_B 에서 LENS2의 광학적 성능이 중심시에서의 도수 및 난시값과 관련한 LENS0의 광학적 성능과 실질적으로 동일함을 의미한다.

- [0266] 이러한 D_A 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ 값인 0.07105139로 표시될 수 있다. LENS0의 값과 비교해서, 3.94%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ 은 1.08031271이다. LENS0의 값과 비교해서, 0.23%의 감소율이 존재한다.
- [0267] 이러한 D_B 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ 값인 0.03236598로 표시될 수 있다. LENS0의 값과 비교해서, 4.91%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ 은 1.08319312이다. LENS0의 값과 비교해서, 0.22%의 감소율이 존재한다.
- [0268] 원환체 전면을 갖는 LENS2는 감소율의 측면에서 LENS1과 대략 동일한 결과를 제공한다.
- [0269] 실시예 3 (종래기술):
- [0270] 실시예 3은 종래 기술에 따른 렌즈 LENS3에 해당된다. 이 경우, 처방된 도수는 0.0 δ 이고, 가입도수는 2.5 δ 이다. 본 실시예 3에서는, 안경 착용자에게 처방된 난시는 45° 의 축에서 2.00 δ 이다.
- [0271] 도 40, 도 41 및 도 42는 LENS3에 대한 전면의 표면 특성이다. 비교를 위해, 동일한 포인트 A 및 B를 고려하기로 한다. 포인트 A의 경우, 최대 구면도수 $SPH_{max,A}$ 는 6.90 δ 이고, 최저 구면도수 $SPH_{min,A}$ 는 4.80 δ 이며, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX,A}=64^\circ$ 이다. 포인트 B의 경우, 최대 구면도수 $SPH_{max,B}$ 는 6.90 δ 이고, 최저 구면도수 $SPH_{min,B}$ 는 4.65 δ 이며, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX,B}=126^\circ$ 이다.
- [0272] 도 43, 44 및 도 45는 LENS3의 광학적 성능 분석을 제공한다. 비교를 위해, 실시예 1과 동일한 방향 D_A 및 D_B 를 고려하기로 한다.
- [0273] D_A 방향의 경우, 평균 도수는 2.04 δ 이고, 난시는 1.31 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_A 는 4° 이고, 난시 결함은 2.22 δ 이다. 또한, 이러한 D_A 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ 값인 0.03749373로 표시될 수 있다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ 은 1.12169529이다.
- [0274] D_B 방향의 경우, 평균 도수는 2.00 δ 이고, 난시는 4.04 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_B 는 41° 이고, 난시 결함은 2.07 δ 이다. 또한, 이러한 D_B 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ 값인 0.11475916로 표시될 수 있다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ 은 1.1220315이다.
- [0275] 이러한 다양한 특징화를 통해 LENS4, LENS5 및 LENS6을 비교할 수 있으며, 이들의 특성을 실시예 4, 5 및 6에 설명하였다. 이들 3개의 실시예는 렌즈 LENS3 중 하나의 동일한 처방에 대해 만들어진 본 발명에 따른 렌즈이다. 따라서, 이 처방에 대해, 본 방법의 단계(16)에서 결정되는 기준축들은 Portion 1(관자놀이 영역)에서 $\Gamma_1=5^\circ$ 이고 Portion 2(코 영역)에서 $\Gamma_2=40^\circ$ 이며, 전면의 Portion 1 및 Portion 2는 실시예 0에서 정의된 광학적 Portion 1 및 Portion 2로부터 결정된다.
- [0276] 본 방법의 제1 단계(도 18의 단계10)는 목표 광학 함수를 정의하는 것이다. 미리결정된 목표 광학 함수는 LENS3 내지 LENS6에 대해 동일하다.
- [0277] 실시예 4:
- [0278] 도 46은 원환체 표면인 LENS4의 전면의 표면 특성이다. 모든 포인트 및 특히 포인트 A 및 포인트 B의 경우, 최대 구면도수 SPH_{max} 는 4.80 δ 이고, 최저 구면도수 SPH_{min} 는 2.80 δ 이고, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX}=22.5^\circ$ 이다. 이 표면은 조합된 기준축 $\Gamma = \frac{1}{2}*\Gamma_1 + \frac{1}{2}*\Gamma_2 = 22.5^\circ$ 가 단계 18에서 결정되는 경우 얻어진다.
- [0279] 도 47, 도 48 및 도 49는 LENS4의 광학적 성능에 대한 광학 분석결과를 제공한다. 비교를 위해, 상술한 두 특정 방향 D_A 및 D_B 를 고려하기로 한다.
- [0280] D_A 방향의 경우, 평균 도수는 2.20 δ 이고, 난시는 1.30 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_A 는 4° 이고, 난시 결함은 2.21 δ 이다. D_B 방향의 경우, 평균 도수는 2.01 δ 이고, 난시는 4.02 δ 이며, 결함 난시의 축 γ_B 는 41° 이고, 난시 결함은 2.06 δ 이다.
- [0281] 이러한 D_A 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ 값인 0.03506889로 표시될 수 있다. LENS3의 값과 비교해서,

6.47%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_A+90^\circ) \cdot G(\gamma_A)$ 은 1.11782421이다. LENS3의 값과 비교해서, 0.35%의 감소율이 존재한다.

[0282] 이러한 D_B 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ 값인 0.11116272로 표시될 수 있다. LENS3의 값과 비교해서, 3.13%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_B+90^\circ) \cdot G(\gamma_B)$ 은 1.11830007이다. LENS3의 값과 비교해서, 0.33%의 감소율이 존재한다.

[0283] 축 배향이 Γ_1 및 Γ_2 의 평균값으로 정의되는 원환체 전면을 갖는 LENS2는 왜곡의 감소율의 측면에서 양호한 결과를 제공한다. 왜곡의 감소율이 관자놀이측에 대해 보다 높음을 주지할 수 있다. 이것은 전체 난시가 관자놀이측에 대해 보다 낮다는 사실에 기인한다. 관자놀이측의 동일한 비율에서 코측에서의 왜곡을 줄이기 위해, (Sphmax-Sphmin 보다 높음을 의미)전면의 Portion 2에서의 보다 높은 국부 토러스를 정의하는 것이 필요할 것이다.

[0284] 실시예 5:

[0285] 단계18에서 결정된 조합된 기준축이 $\Gamma = \Gamma_1 = 4^\circ$ 인 경우 LENS5의 표면이 얻어진다.

[0286] LENS5의 전면의 표면 특성은 LENS4의 전면의 구체 값의 측면에서 동일하지만, 토러스 γ_{AX} 의 배향은 상이하다. 모든 점 및 특히 포인트 A 및 포인트 B의 경우, 최대 구면도수 SPH_{max} 는 4.80 δ 이고, 최저 구면도수 SPH_{min} 는 2.80 δ 이고, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX}=4^\circ$ 이다.

[0287] LENS5의 광학적 성능은 LENS4와 동일하다. 비교를 위해, 상술한 두 특정 방향 D_A 및 D_B 를 고려하기로 한다.

[0288] D_A 방향의 경우, 평균 도수는 2.02 δ 이고, 난시는 1.30 δ 이며, 결합 난시의 축 γ_A 는 4° 이고, 난시 결합은 2.21 δ 이다. D_B 방향의 경우, 평균 도수는 2.01 δ 이고, 난시는 4.02 δ 이며, 결합 난시의 축 γ_B 는 41° 이고, 난시 결합은 2.06 δ 이다.

[0289] 이러한 D_A 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ 값인 0.03471011로 표시될 수 있다. LENS3의 값과 비교해서, 7.42%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_A+90^\circ) \cdot G(\gamma_A)$ 은 1.11782449이다. LENS3의 값과 비교해서, 0.35%의 감소율이 존재한다.

[0290] 이러한 D_B 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ 값인 0.11209594로 표시될 수 있다. LENS3의 값과 비교해서, 2.32%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_B+90^\circ) \cdot G(\gamma_B)$ 은 1.11829962이다. LENS3의 값과 비교해서, 0.33%의 감소율이 존재한다.

[0291] 원주렌즈 축 γ_{AX} 배향이 제1 기준축 $\Gamma_1 = 4^\circ$ (약 γ_A 와 동일)와 거의 동일한 것으로 정의되는 원환체 전면을 갖는 LENS5는 왜곡의 감소율의 측면에서 특히 관자놀이측에서 양호한 결과를 제공한다.

[0292] 실시예 6:

[0293] 단계18에서 결정된 조합된 기준축이 $\Gamma = \Gamma_2 = 41^\circ$ 인 경우 LENS6의 표면이 얻어진다.

[0294] LENS6의 전면의 표면 특성은 LENS5의 전면의 구체 값의 측면에서 동일하지만, 토러스 γ_{AX} 의 배향은 상이하다. 모든 점 및 특히 포인트 A 및 포인트 B의 경우, 최대 구면도수 SPH_{max} 는 4.80 δ 이고, 최저 구면도수 SPH_{min} 는 2.80 δ 이며, 원주렌즈 축 $\gamma_{AX}=41^\circ$ 이다.

[0295] LENS6의 광학적 성능은 LENS4와 동일하다. 비교를 위해, 상술한 두 특정 방향 D_A 및 D_B 를 고려하기로 한다.

[0296] D_A 방향의 경우, 평균 도수는 2.02 δ 이고, 난시는 1.30 δ 이며, 결합 난시의 축 γ_A 는 4° 이고, 난시 결합은 2.21 δ 이다. D_B 방향의 경우, 평균 도수는 2.01 δ 이고, 난시는 4.02 δ 이며, 결합 난시의 축 γ_B 는 41° 이고, 난시 결합은 2.06 δ 이다.

[0297] 이러한 D_A 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ 값인 0.03600076으로 표시될 수 있다. LENS3의 값과 비교해

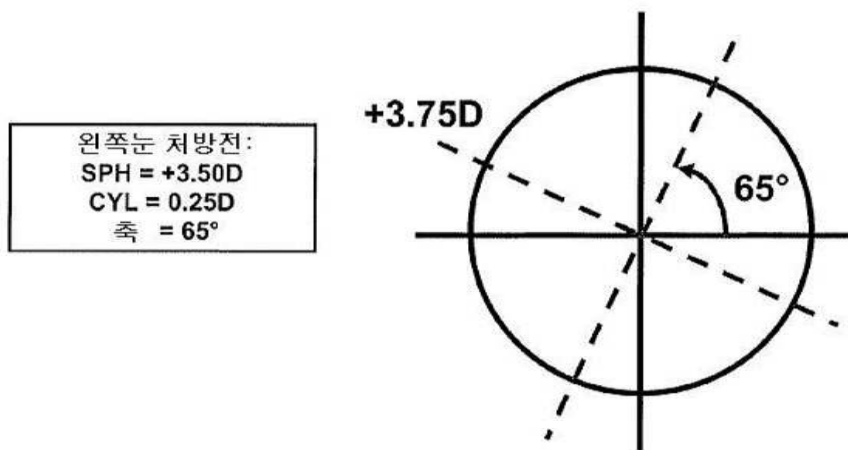
서, 3.98%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_A+90^\circ) * G(\gamma_A)$ 은 1.11782376이다. LENS3의 값과 비교해서, 0.35%의 감소율이 존재한다.

[0298] 이러한 D_B 방향에서의 왜곡은 $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ 값인 0.11080343으로 표시될 수 있다. LENS3의 값과 비교해서, 3.45%의 감소율이 존재한다. 이에 상응하는 값 $G(\gamma_B+90^\circ) * G(\gamma_B)$ 은 1.11830035이다. LENS3의 값과 비교해서, 0.33%의 감소율이 존재한다.

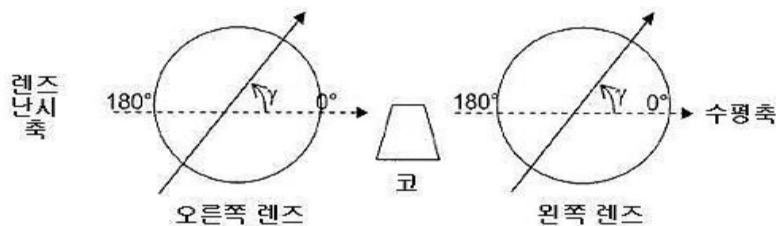
[0299] 원주렌즈 축 γ_{AX} 배향이 제1 기준축 $\Gamma_1 = 4^\circ$ (약 γ_A 와 동일)와 거의 동일한 것으로 정의되는 원환체 전면을 갖는 LENS6는 왜곡의 감소율의 측면에서 특히 관자놀이 측에서 양호한 결과를 제공한다. 그러나, 토러스의 원주렌즈의 값($Sph_{max} - Sph_{min}$)이 (전체난시의 값이 코 측에서 높다는 사실로 인해) 보다 높다면 보다 높은 개선이 있을 것이다.

도면

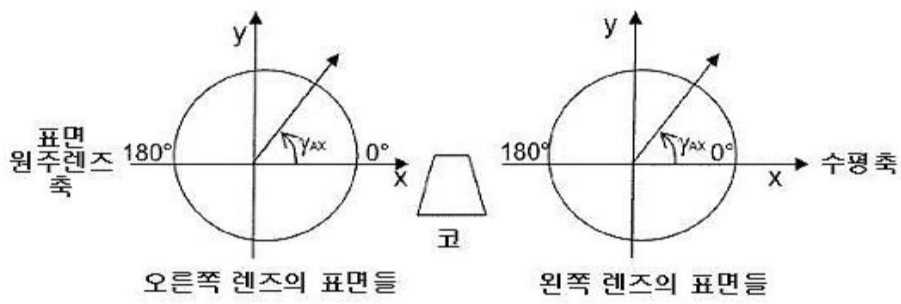
도면1



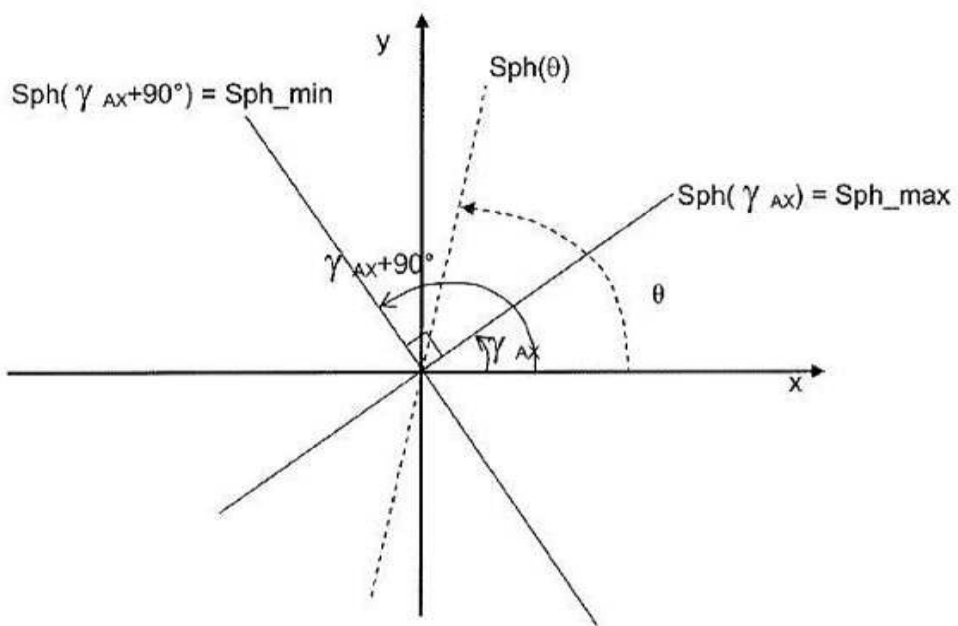
도면2



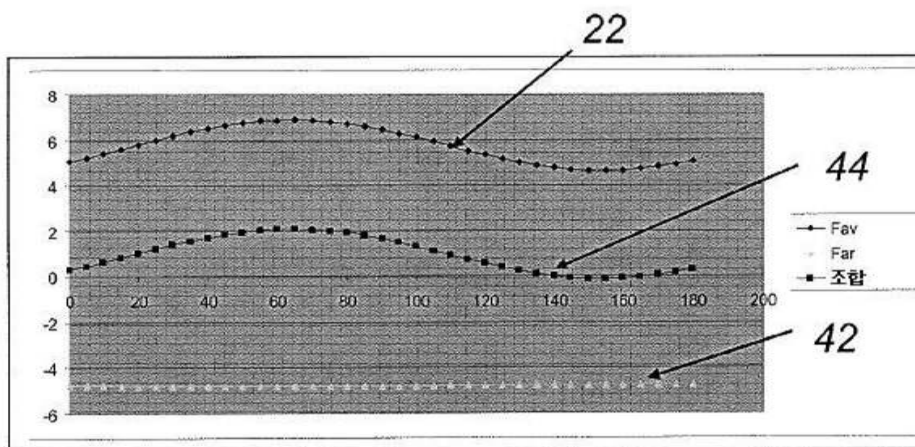
도면3



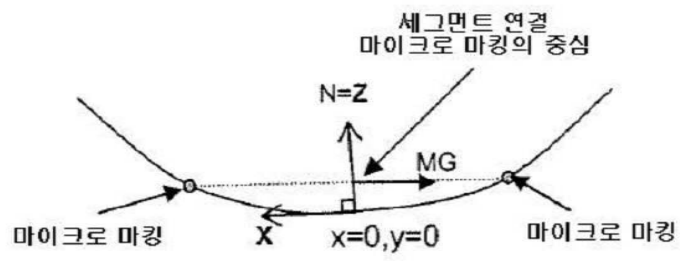
도면4



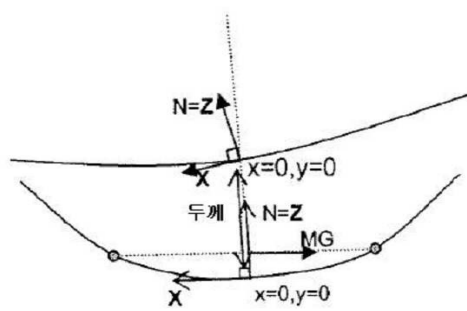
도면5



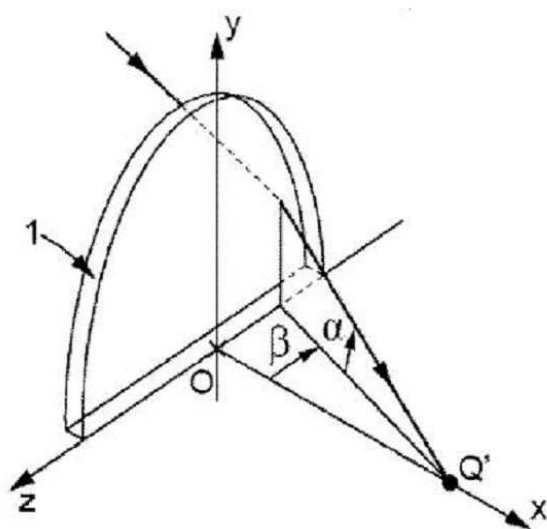
도면6



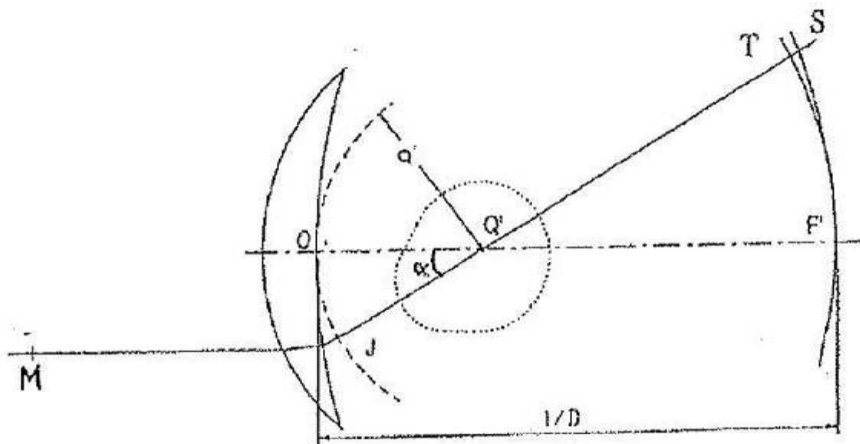
도면7



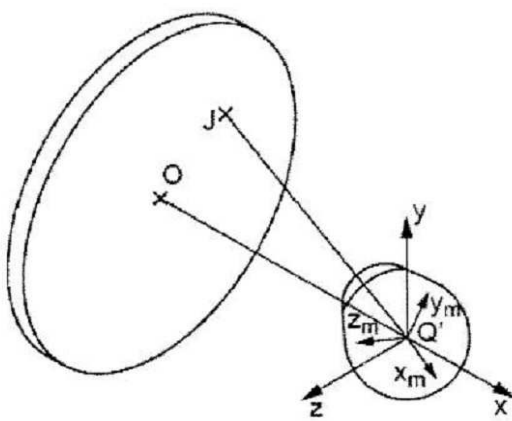
도면8



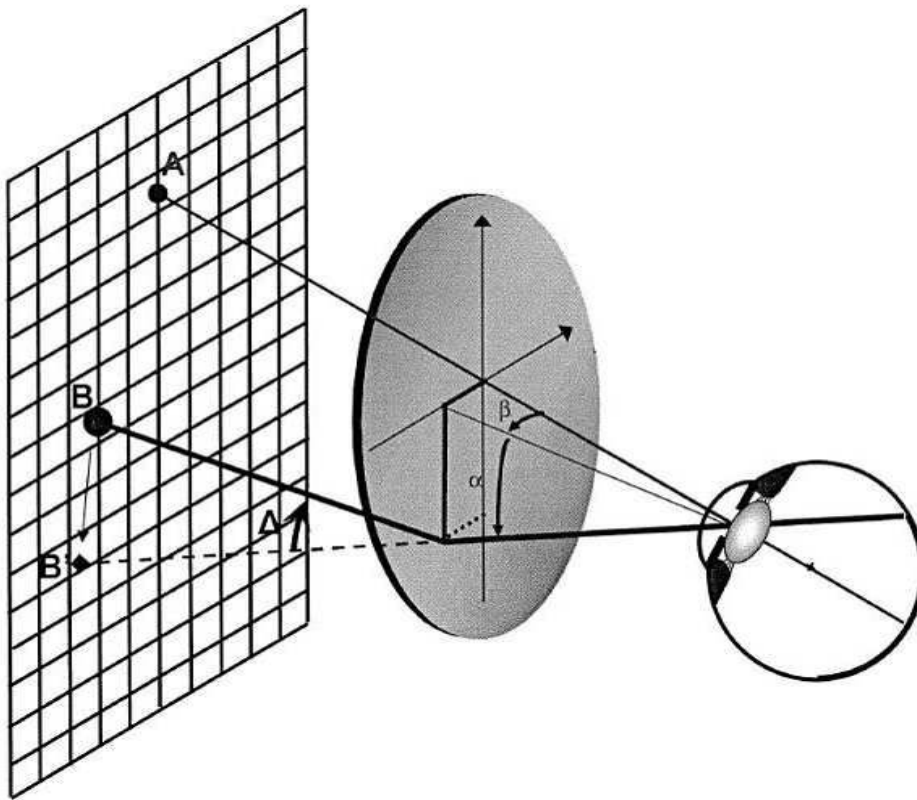
도면9



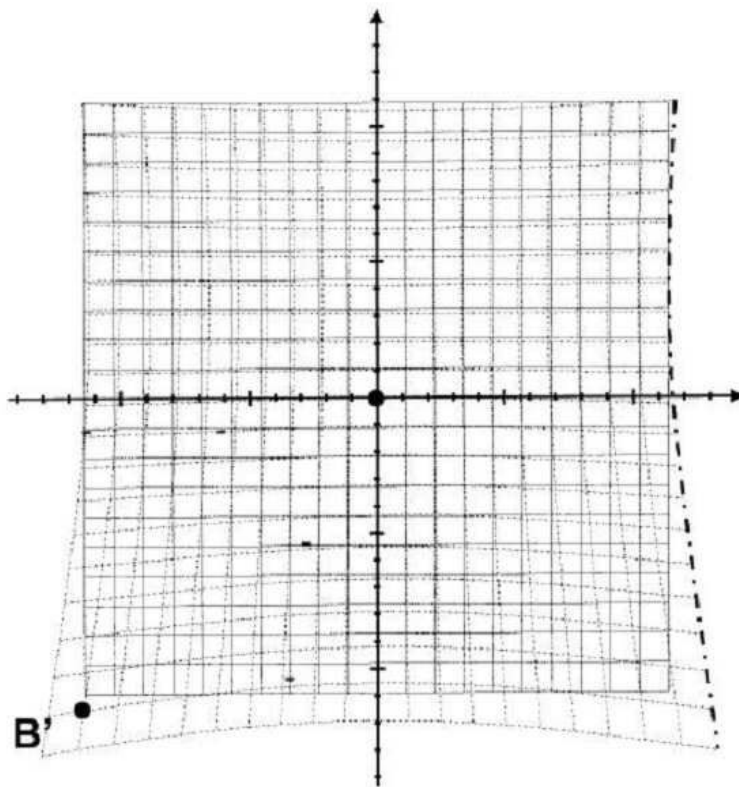
도면10



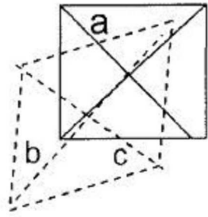
도면11



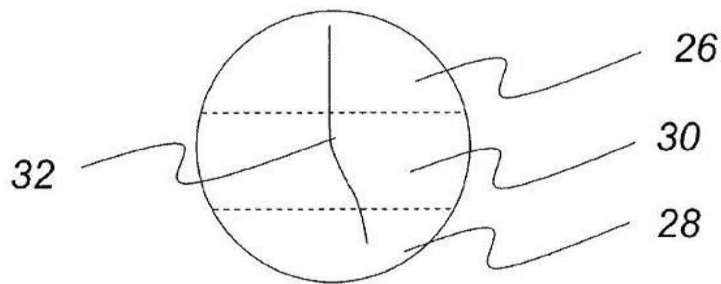
도면12



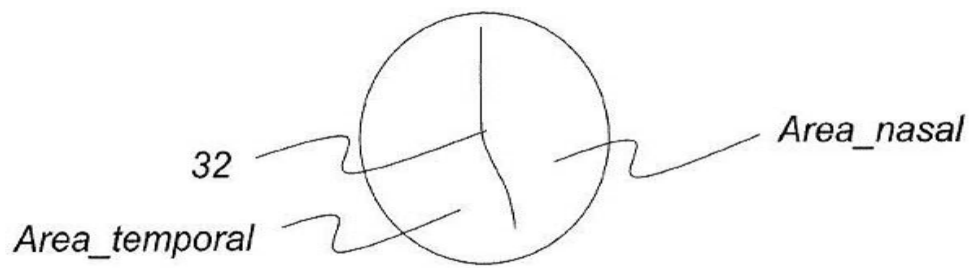
도면13



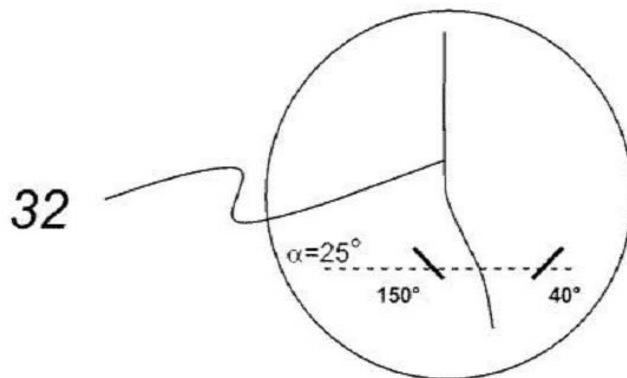
도면14



도면15



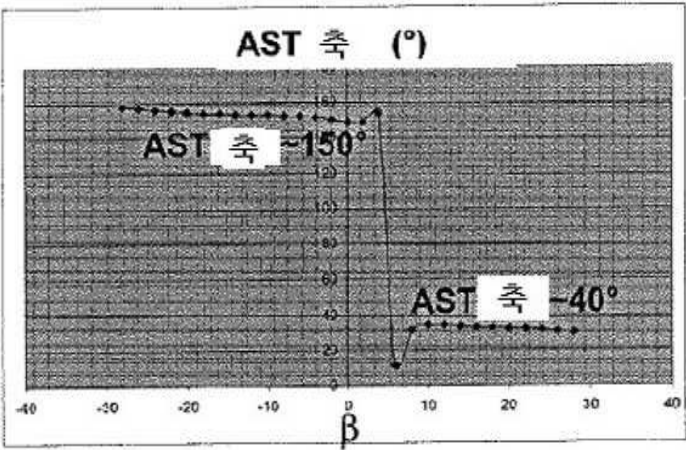
도면16



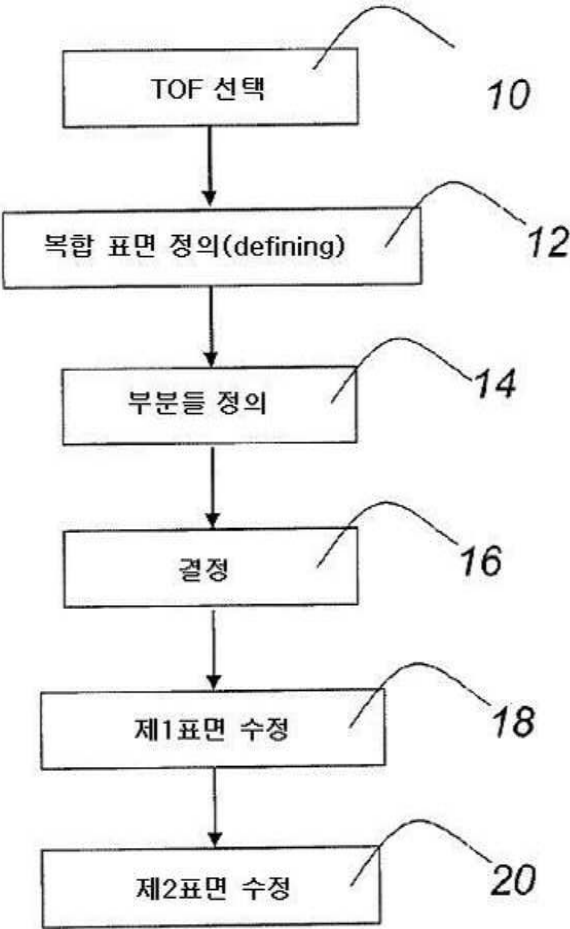
도면17

$(SPH(\Gamma) > SPH(\perp\Gamma))$

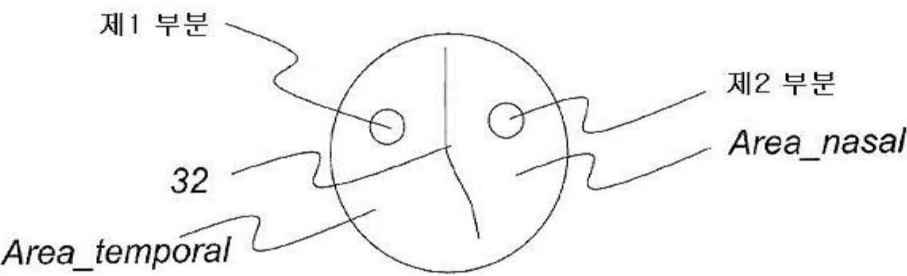
(l)



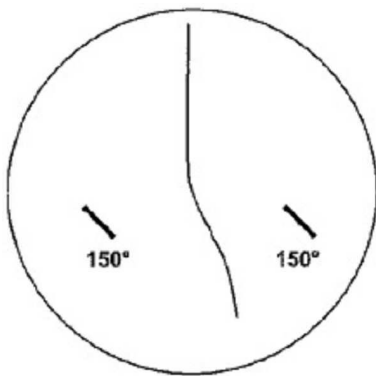
도면18



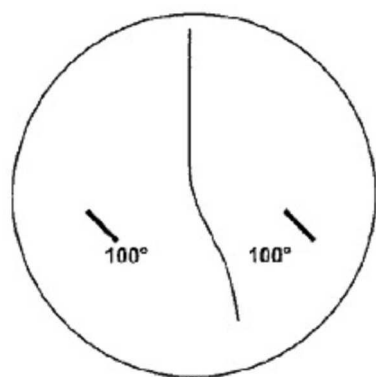
도면19



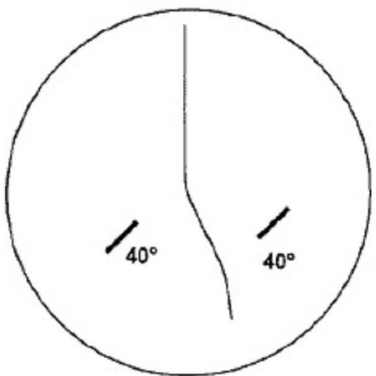
도면20



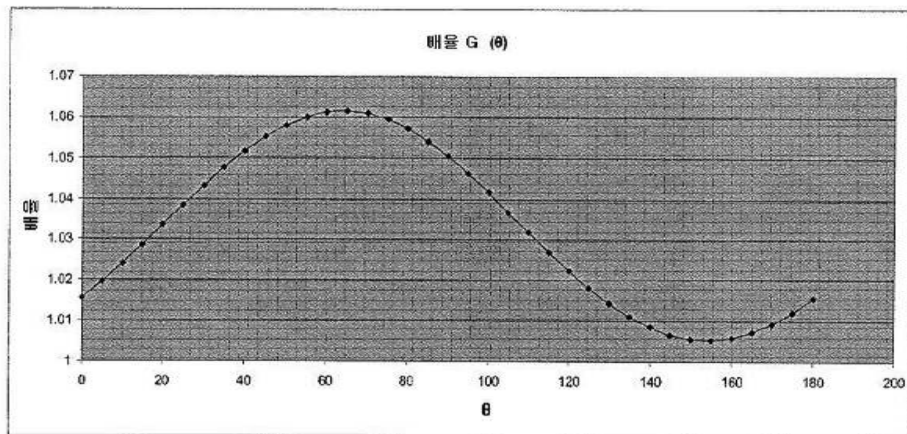
도면21



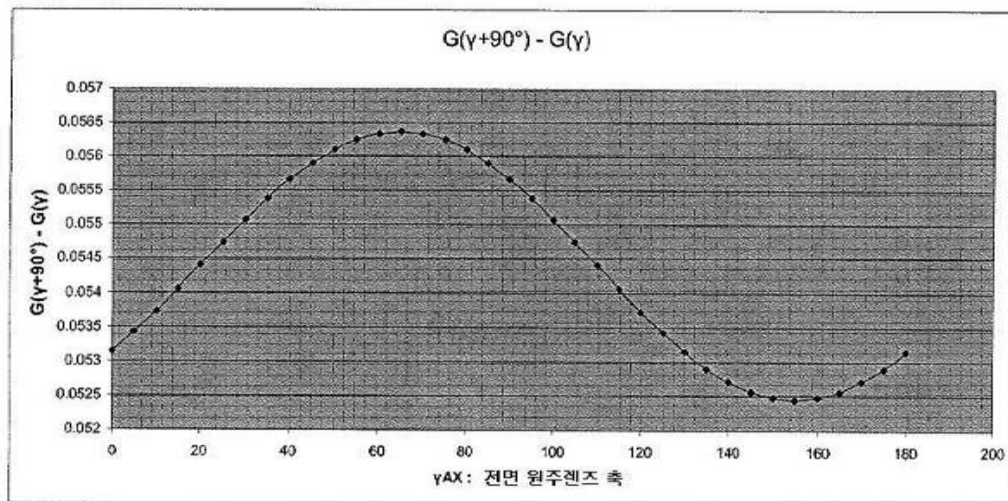
도면22



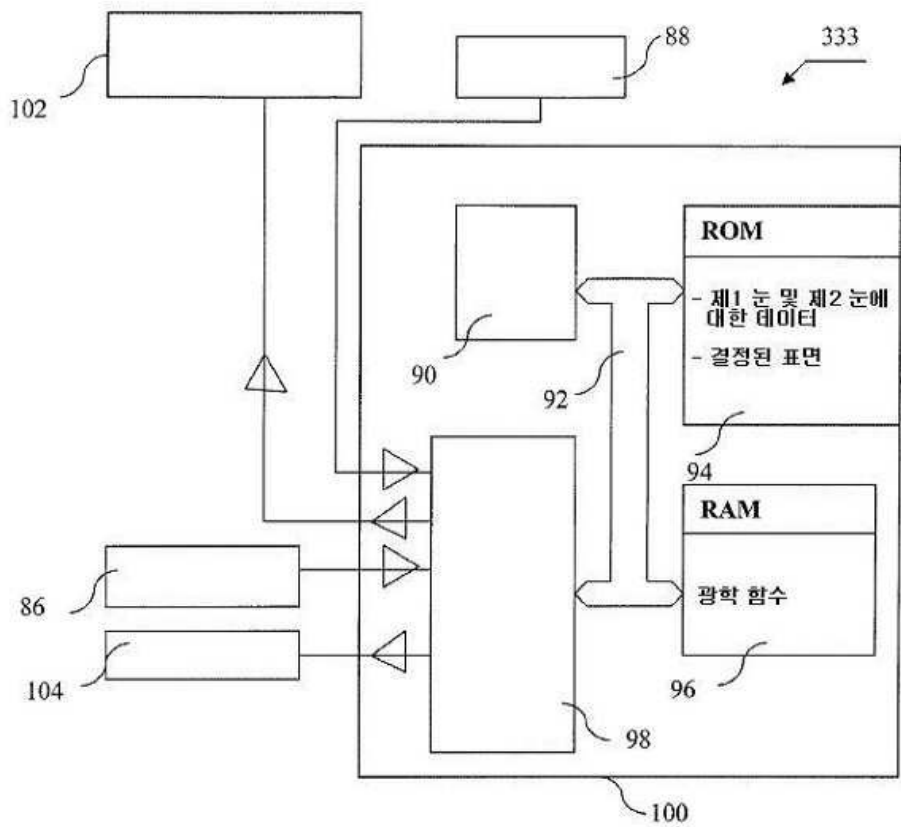
도면23



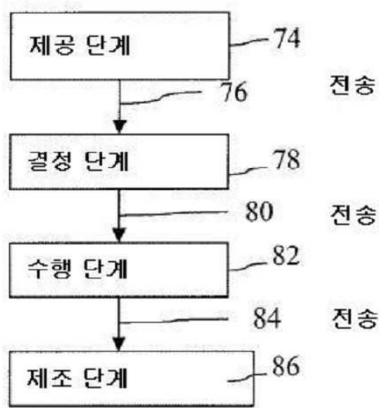
도면24



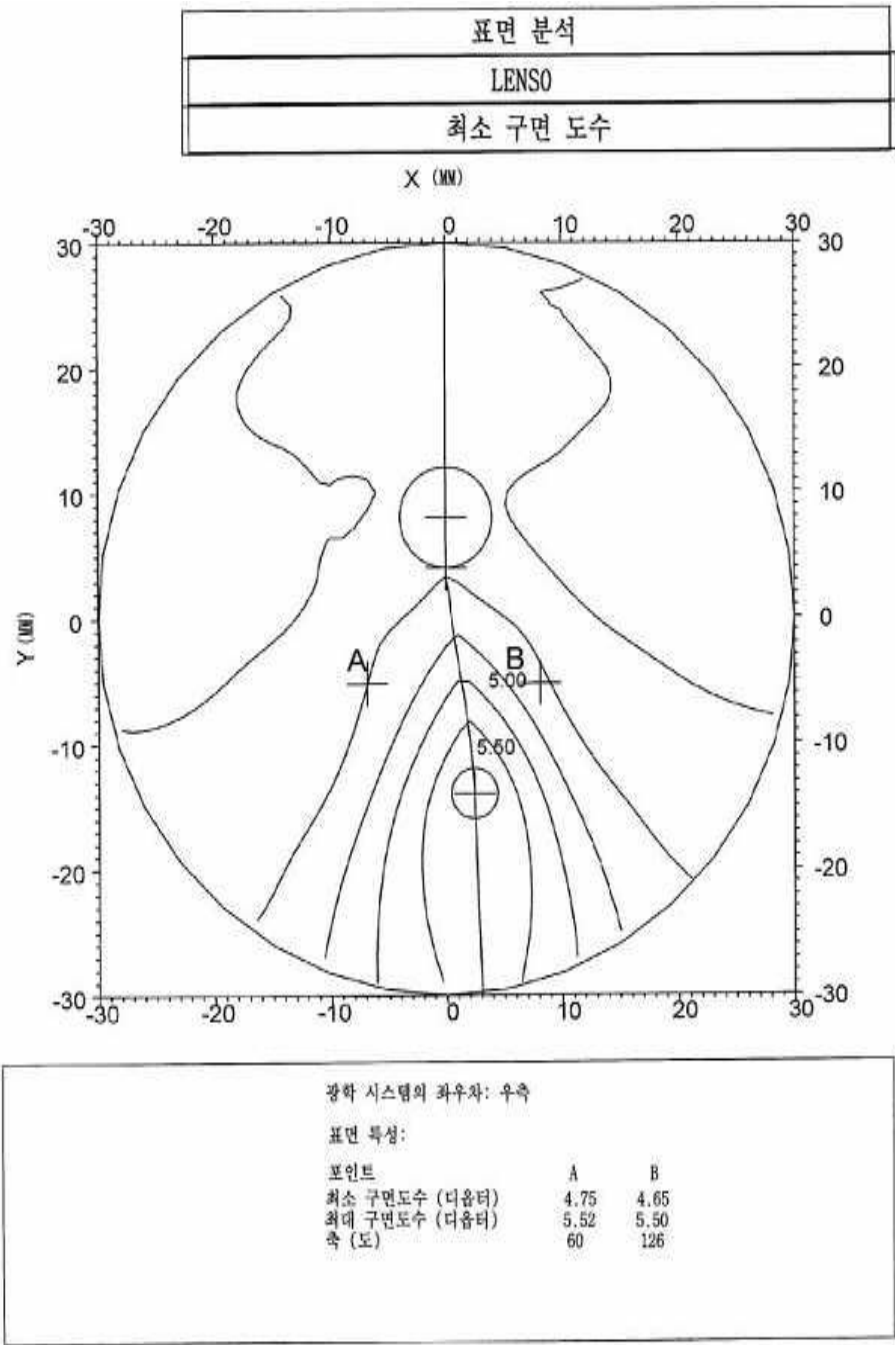
도면25



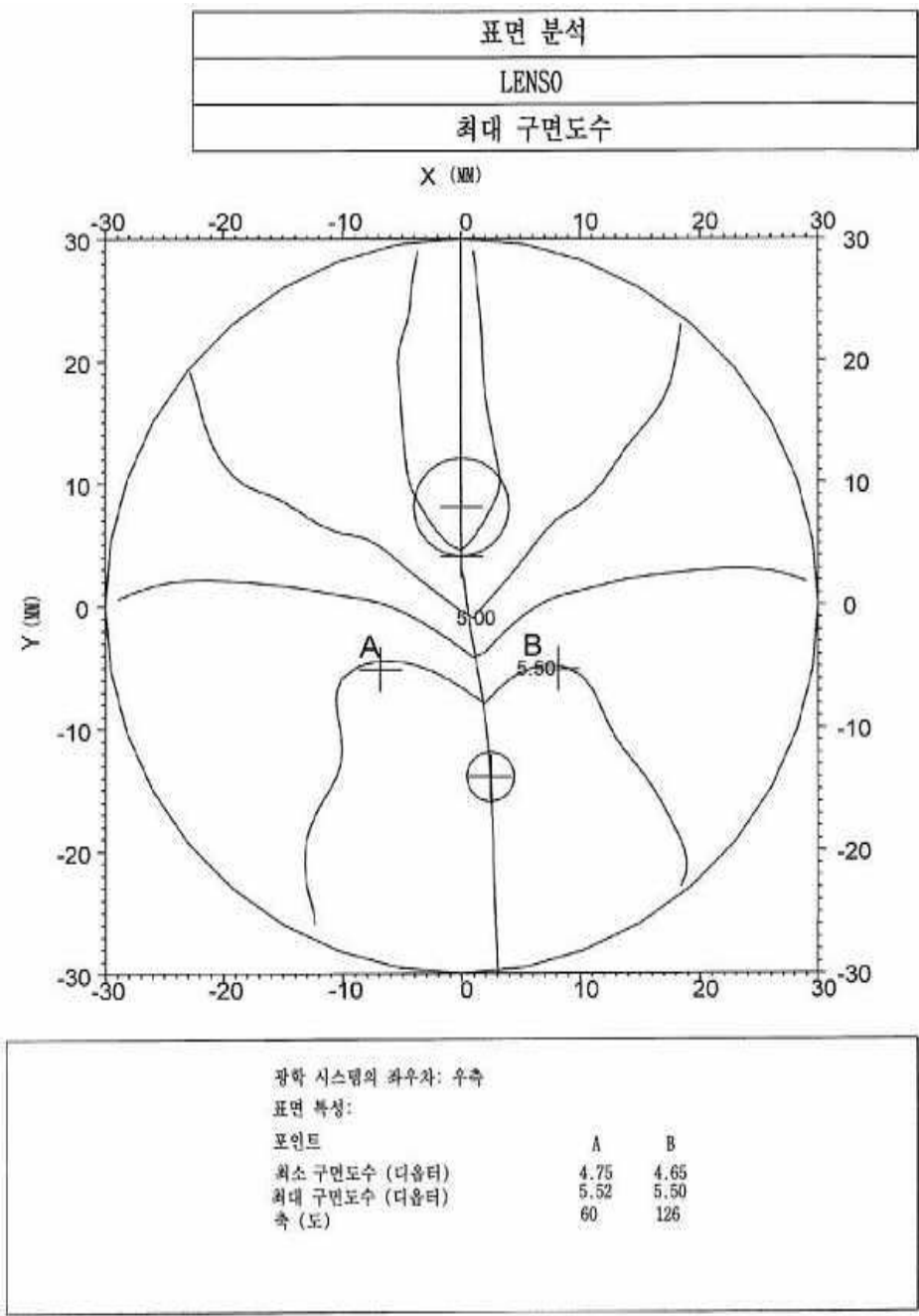
도면26



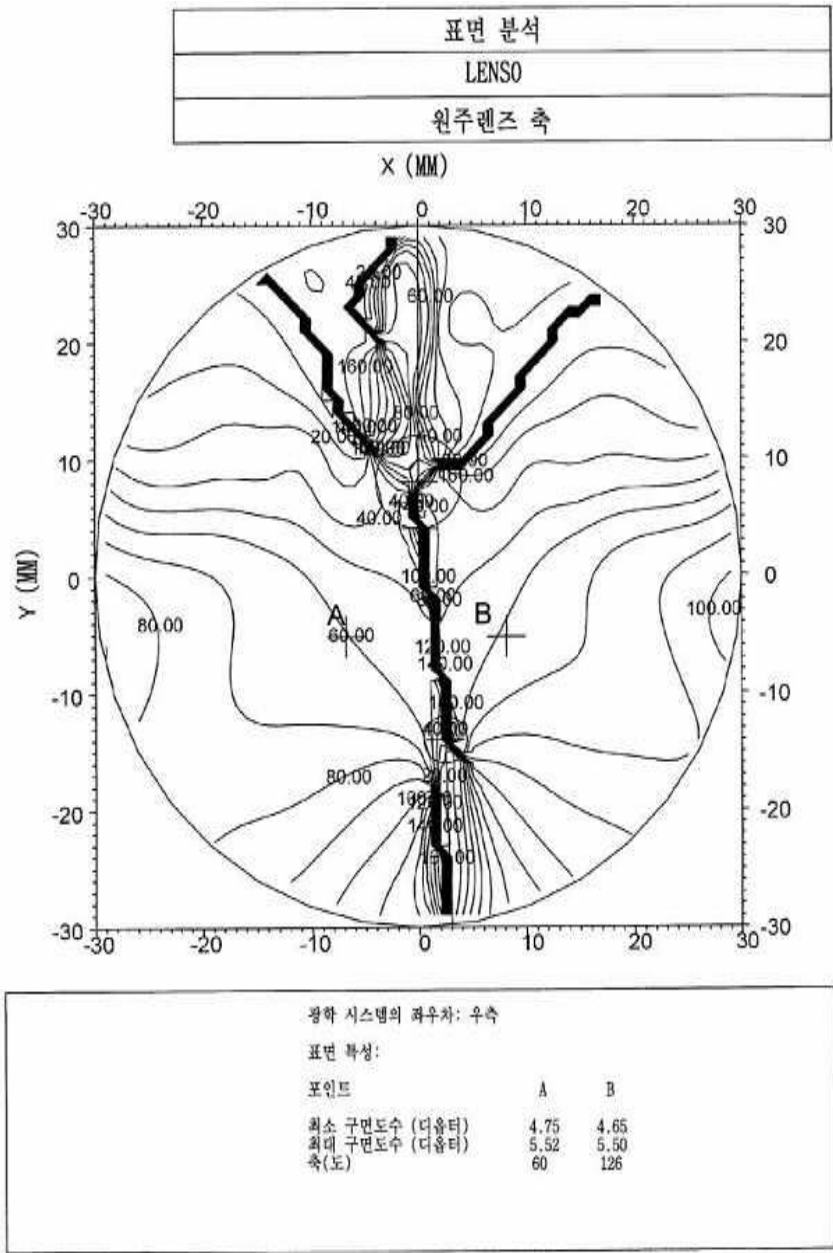
도면27



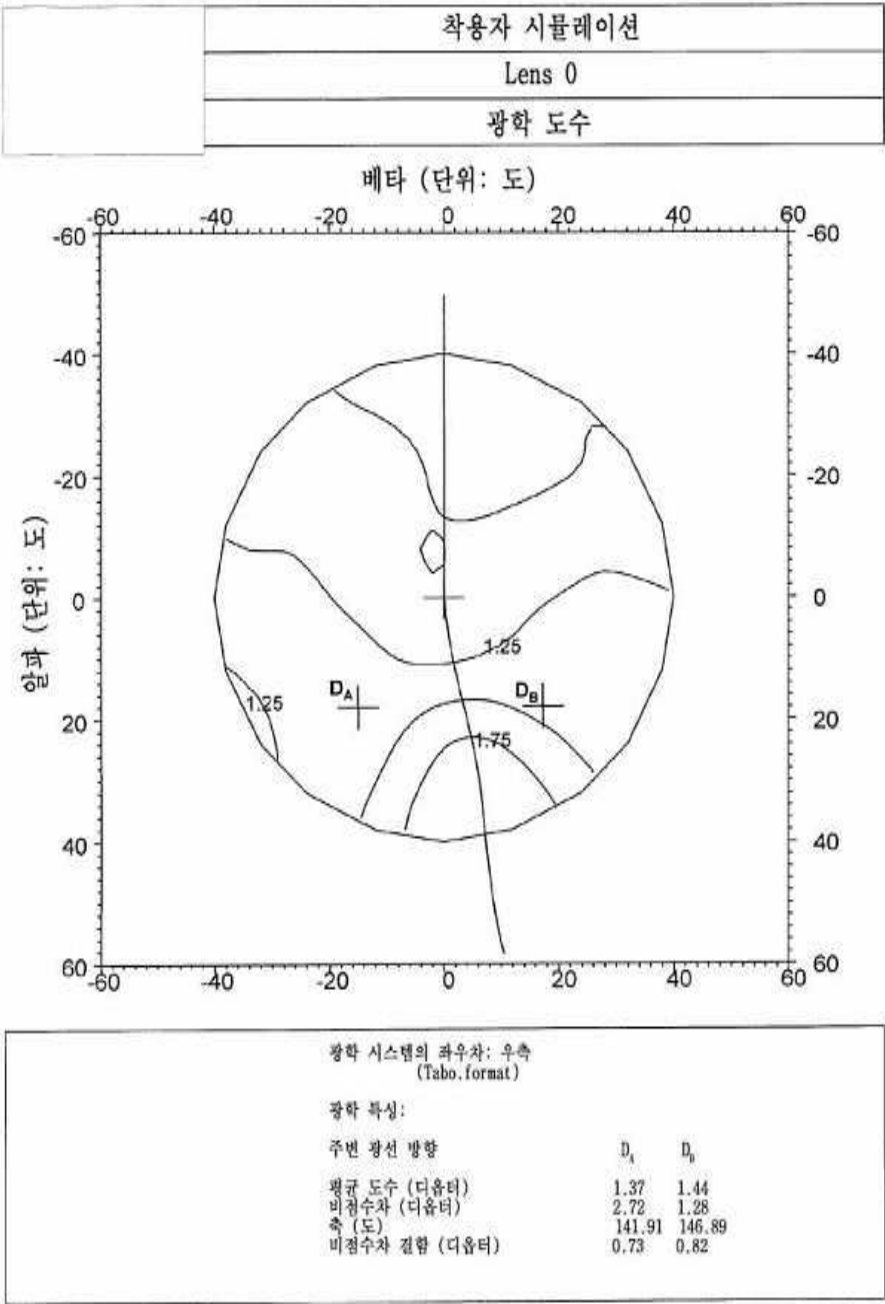
도면28



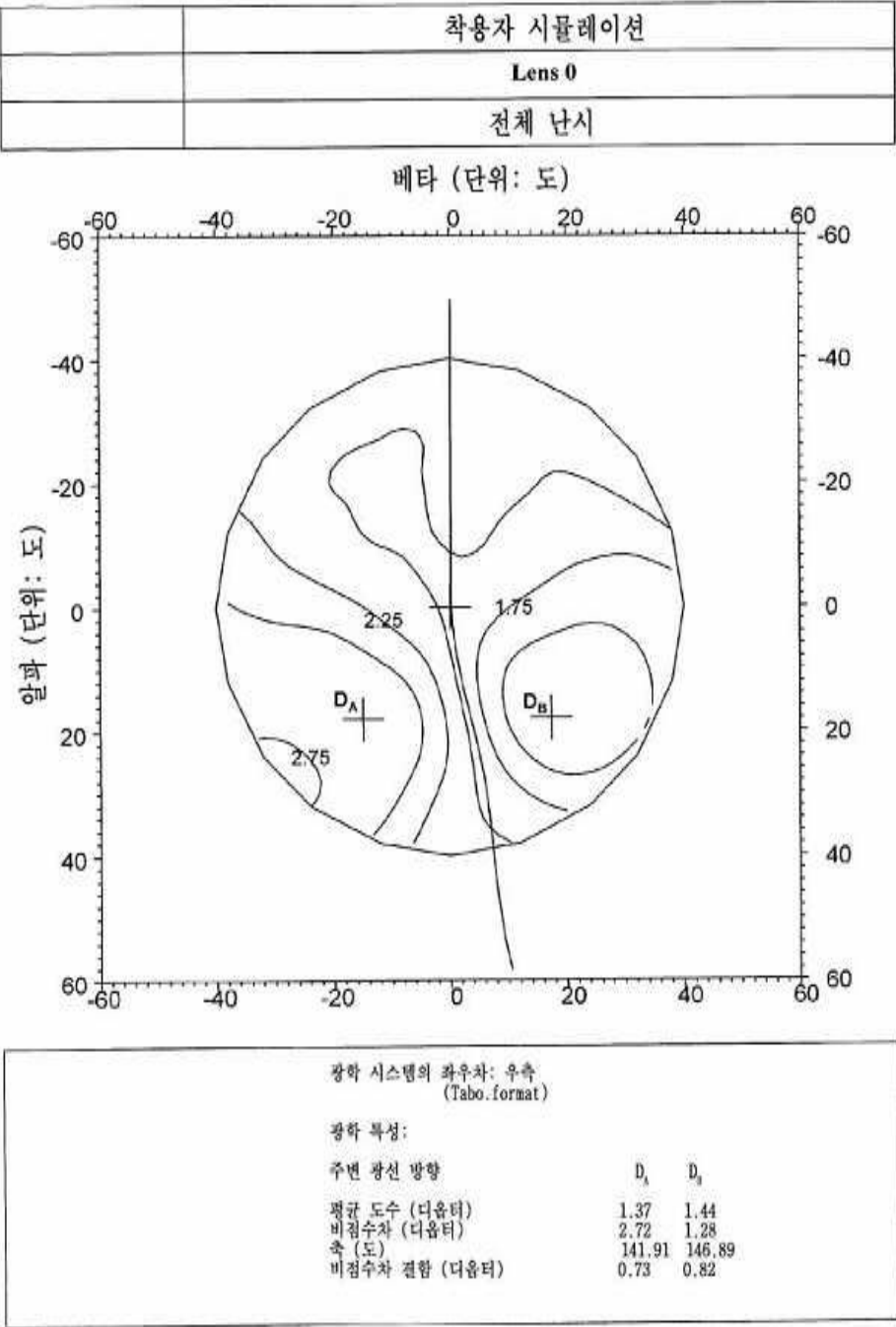
도면29



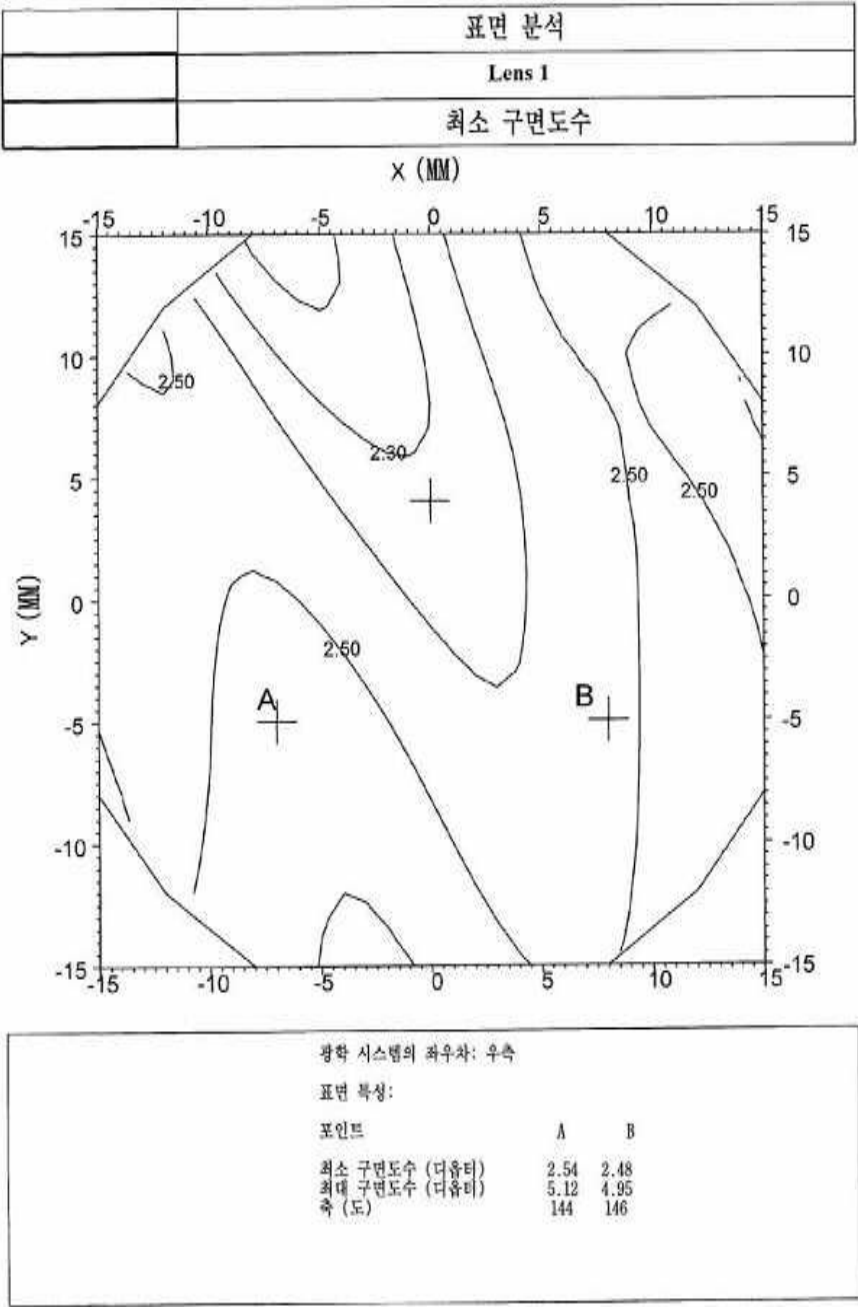
도면30



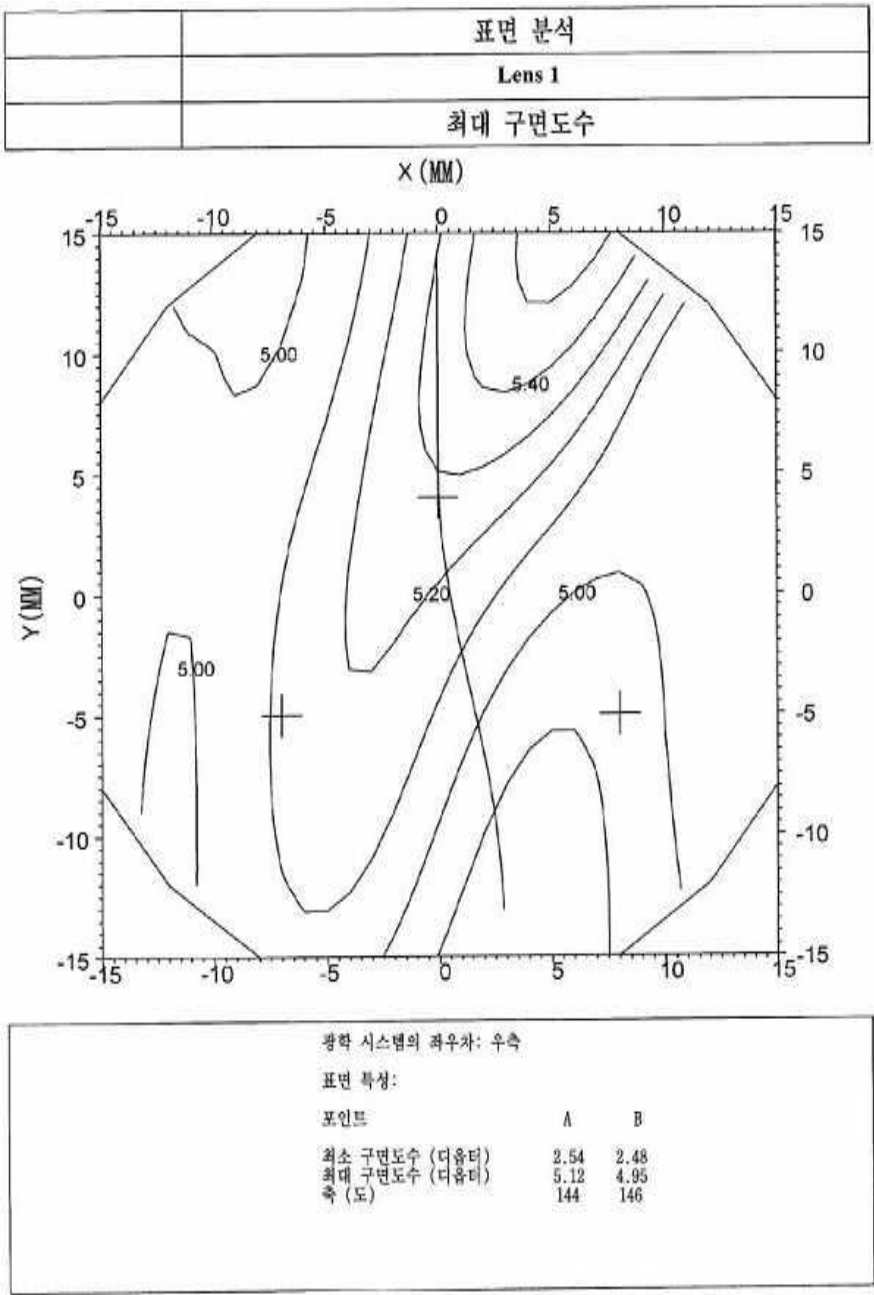
도면31



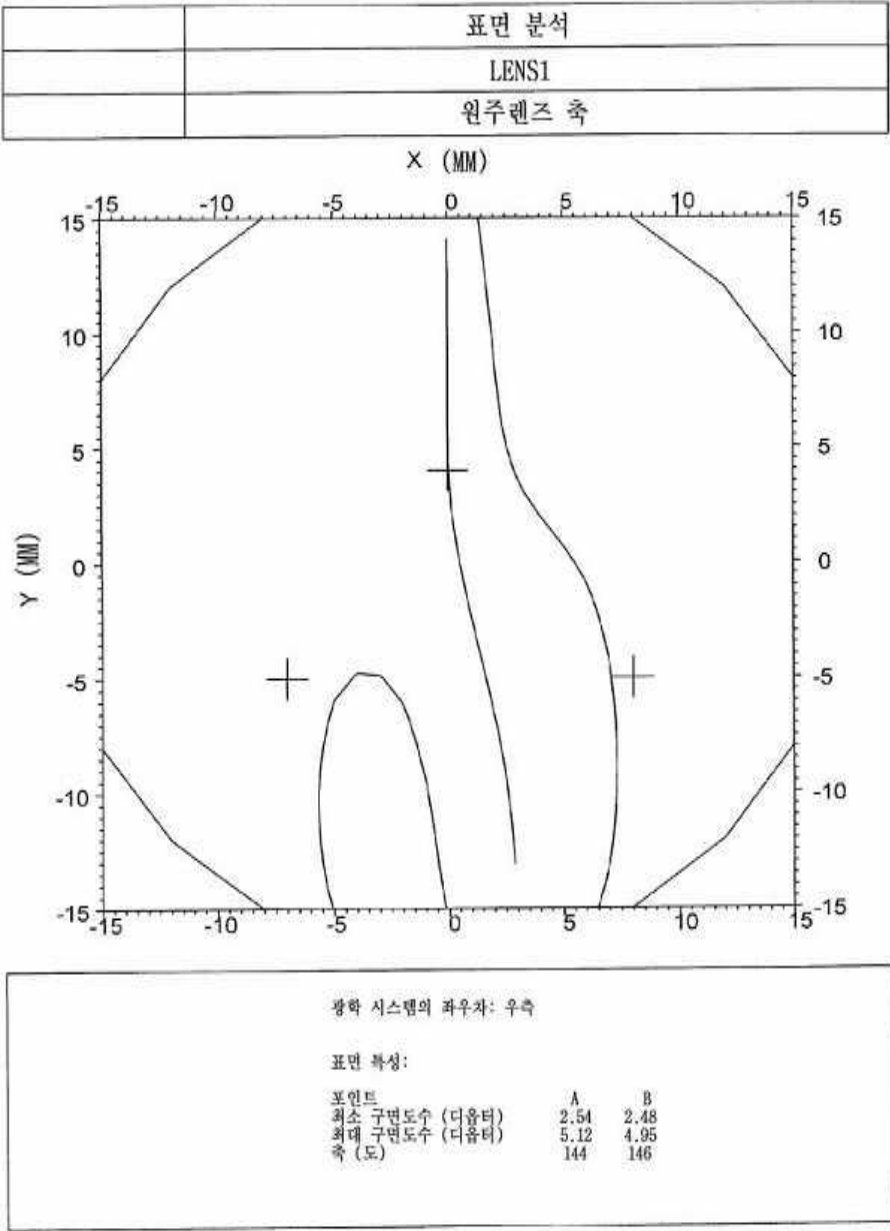
도면32



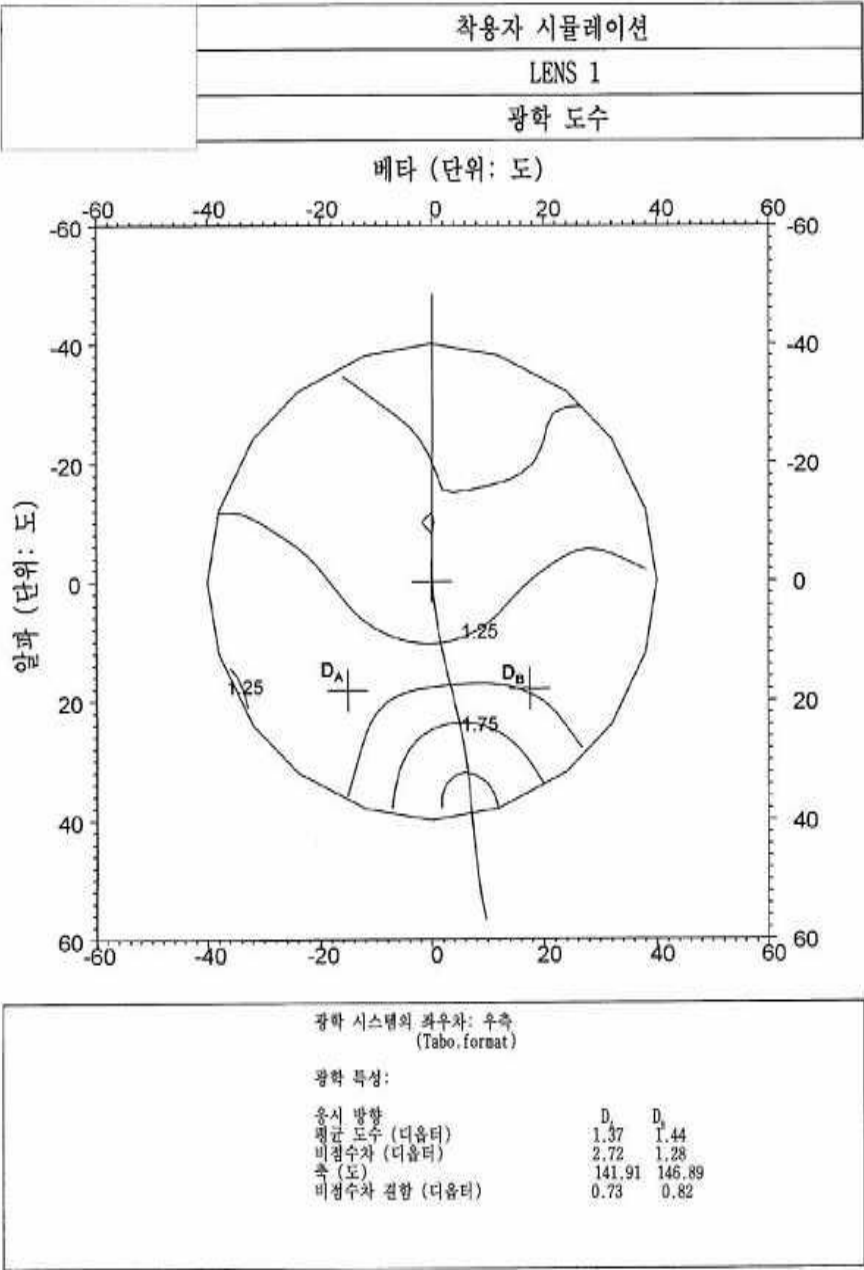
도면33



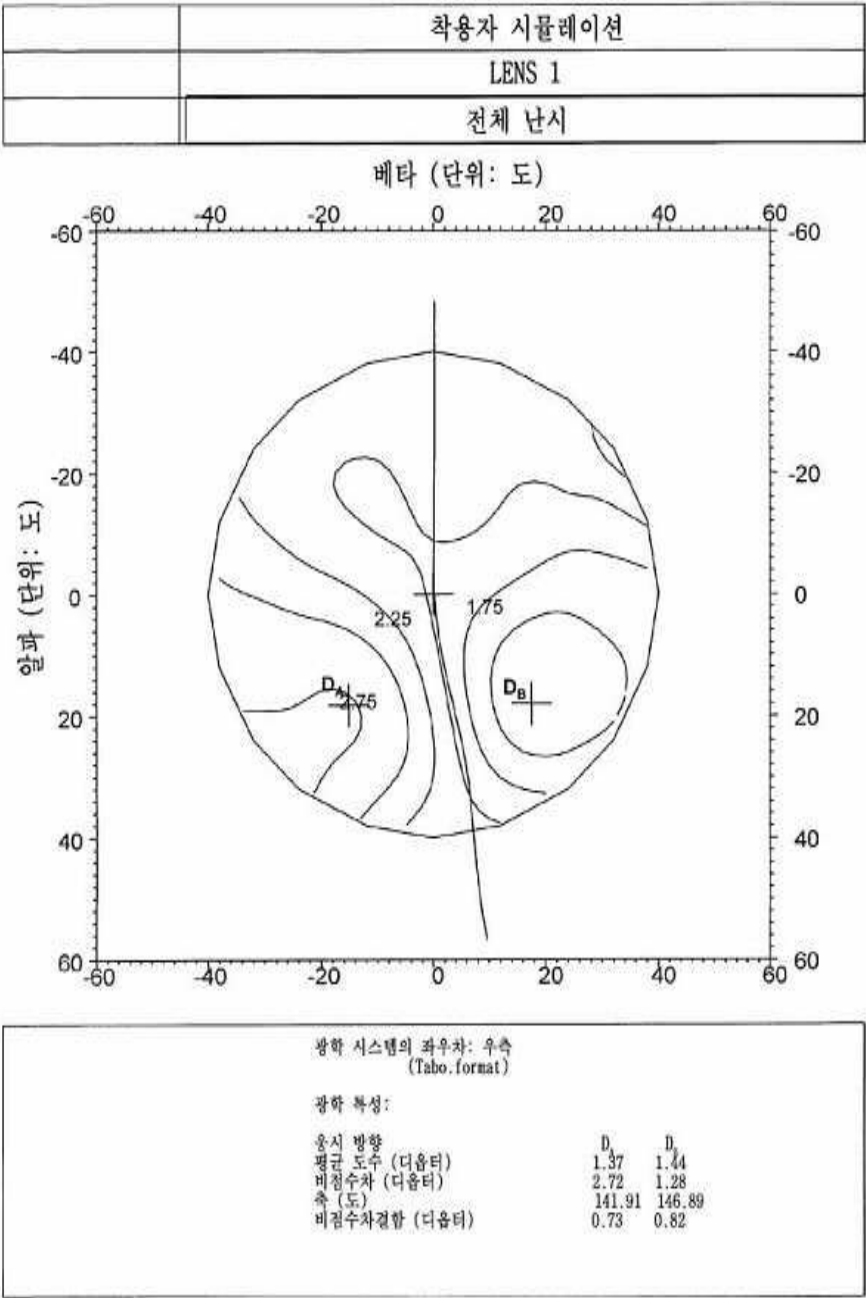
도면34



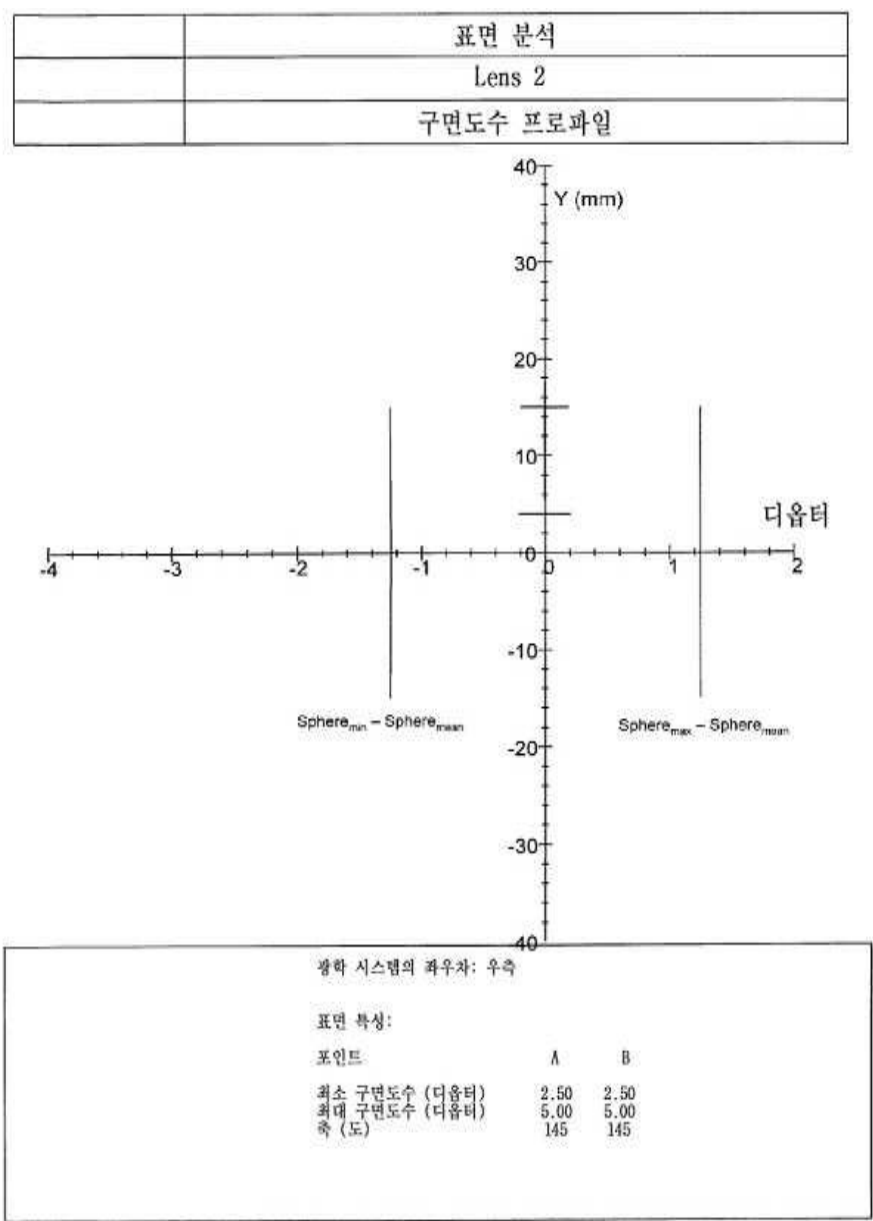
도면35



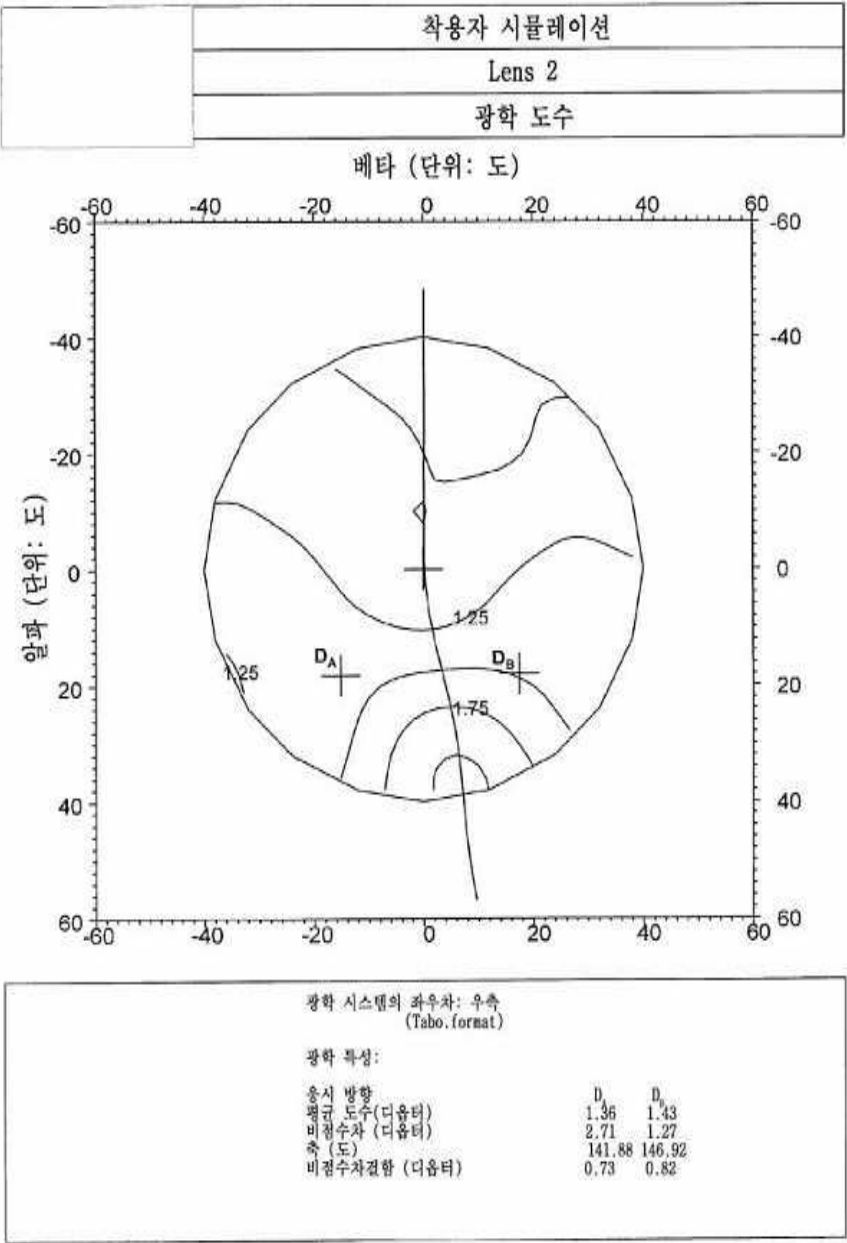
도면36



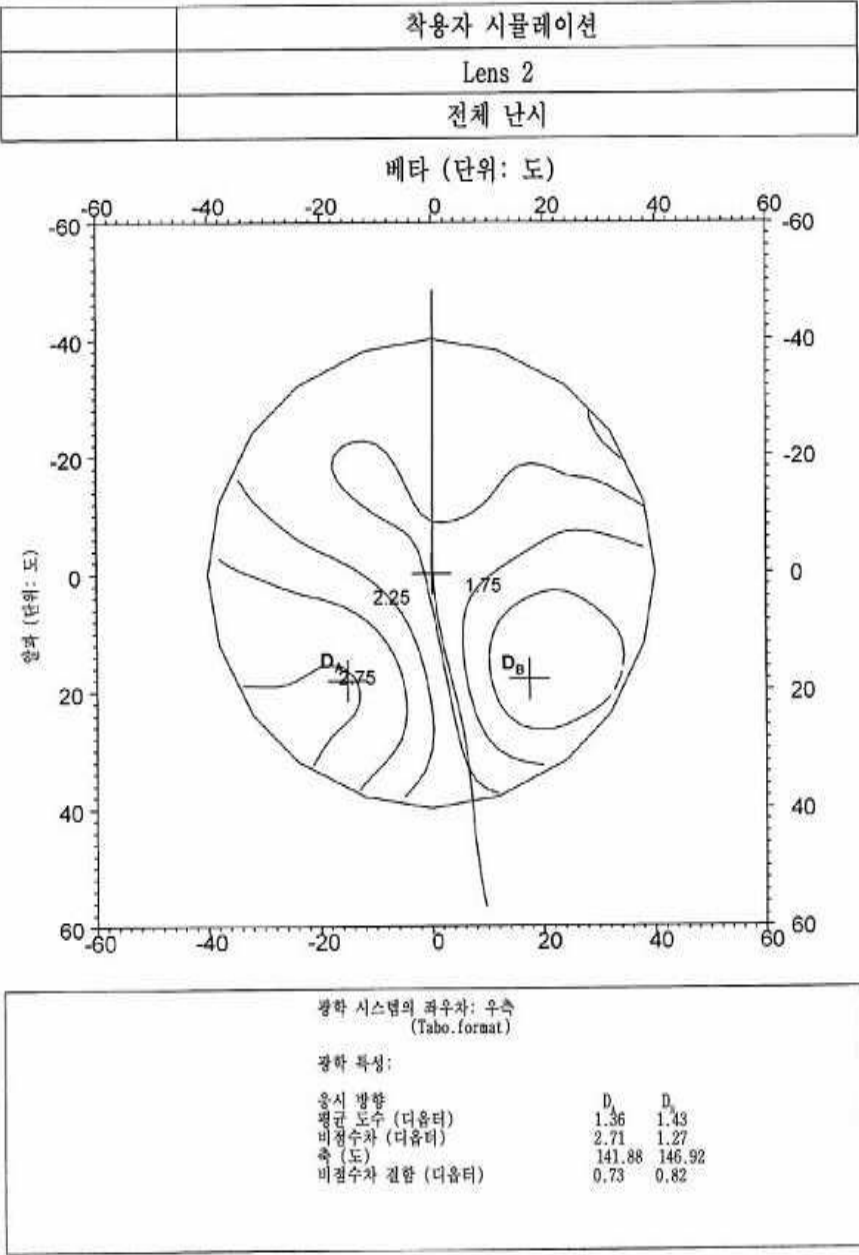
도면37



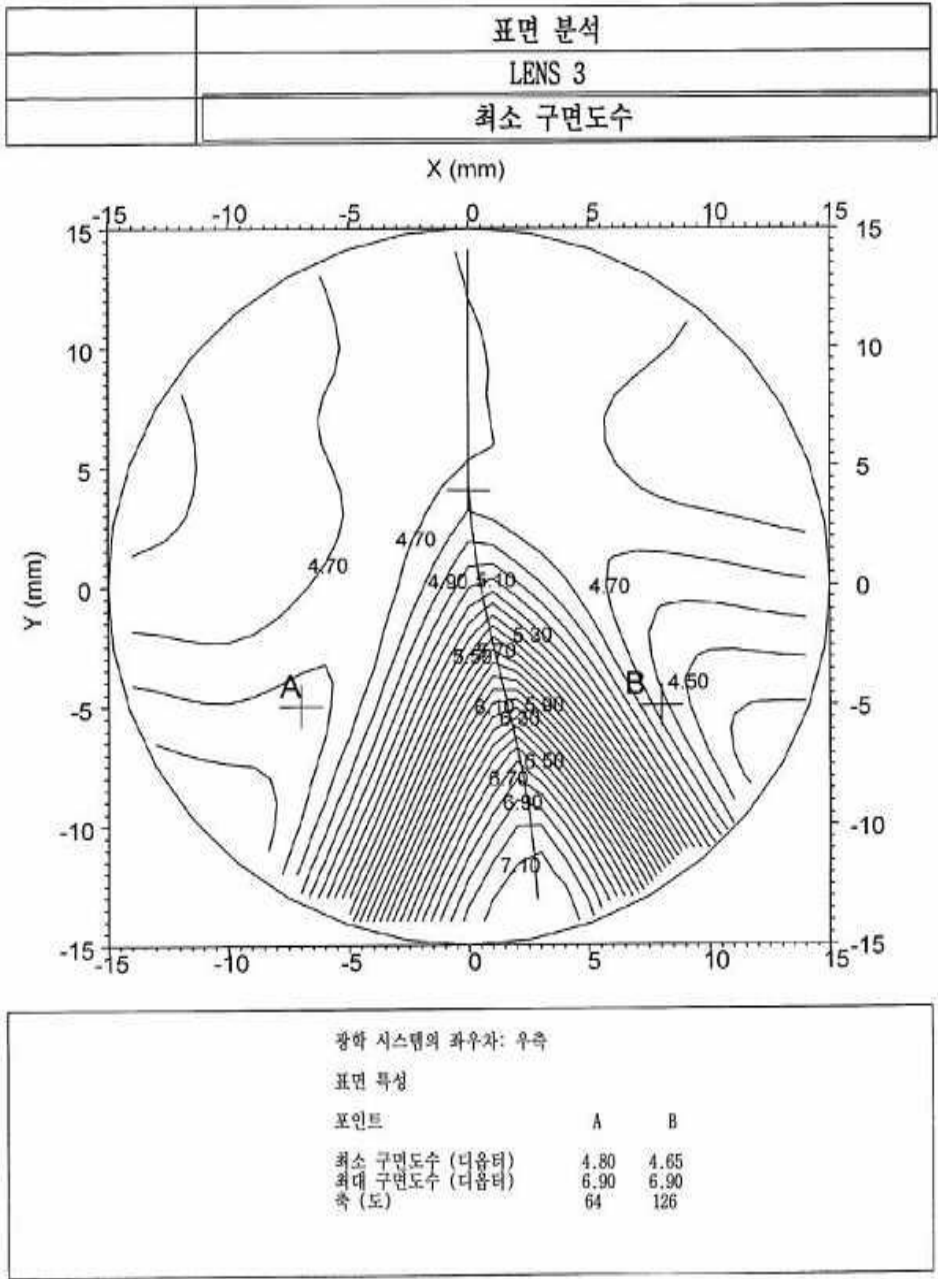
도면38



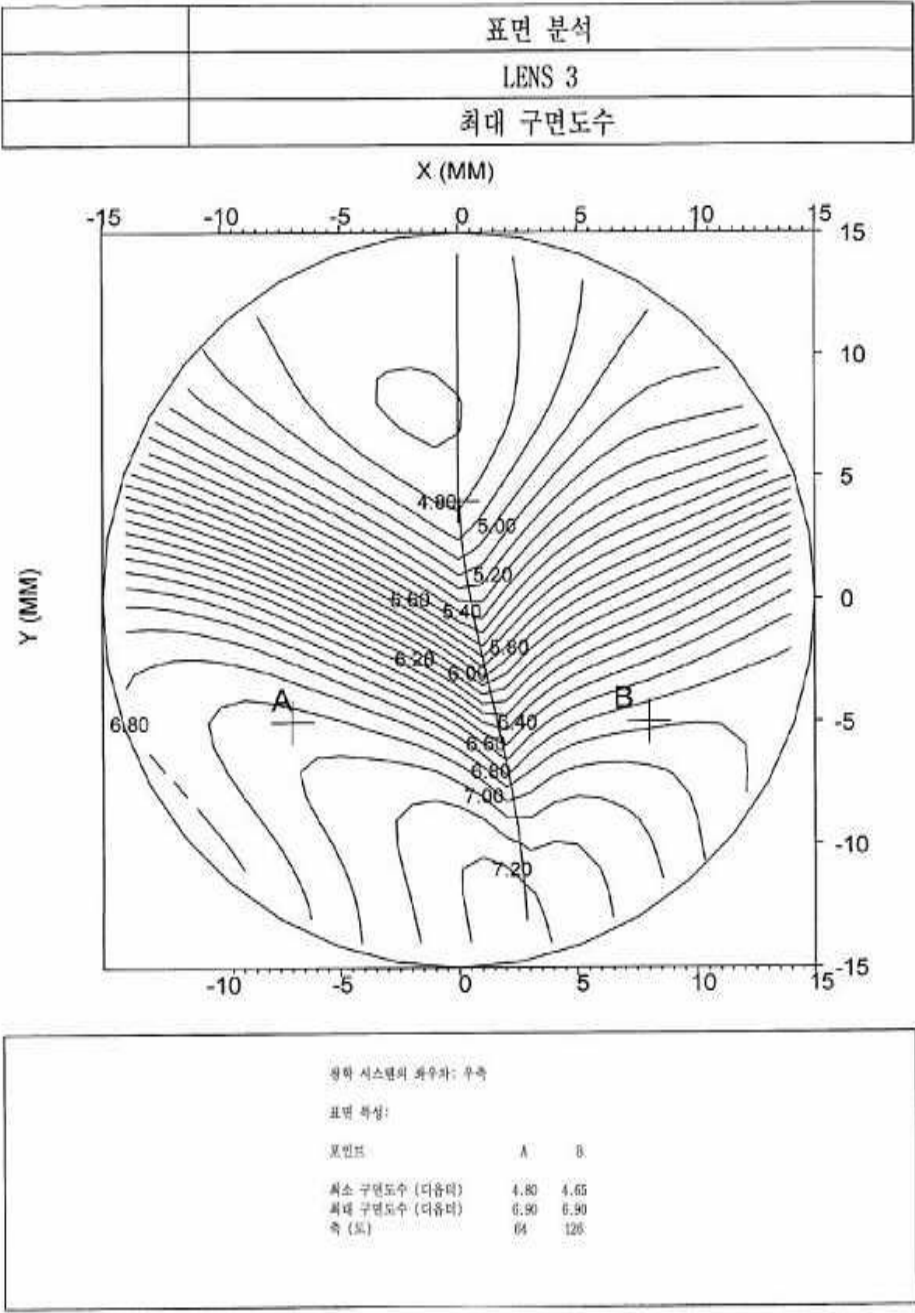
도면39



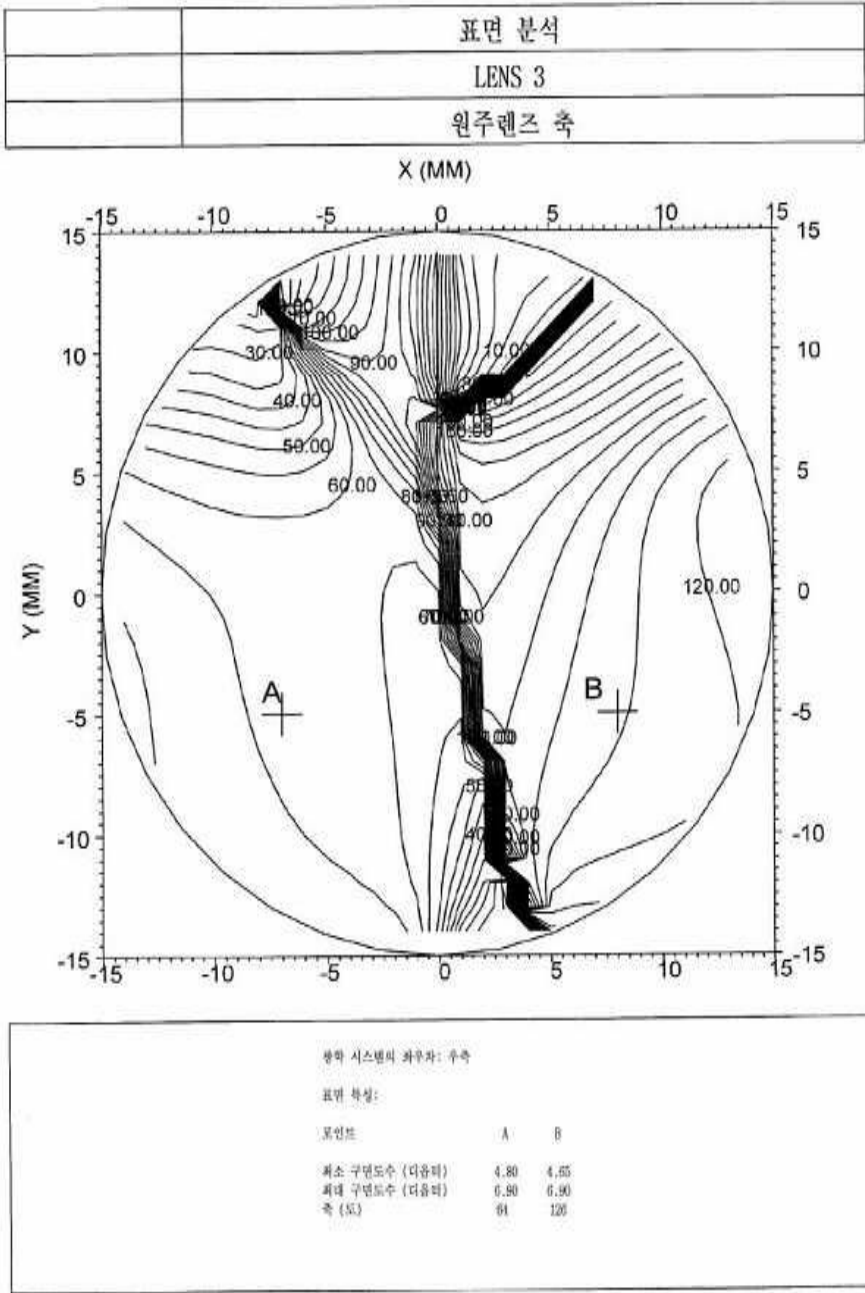
도면40



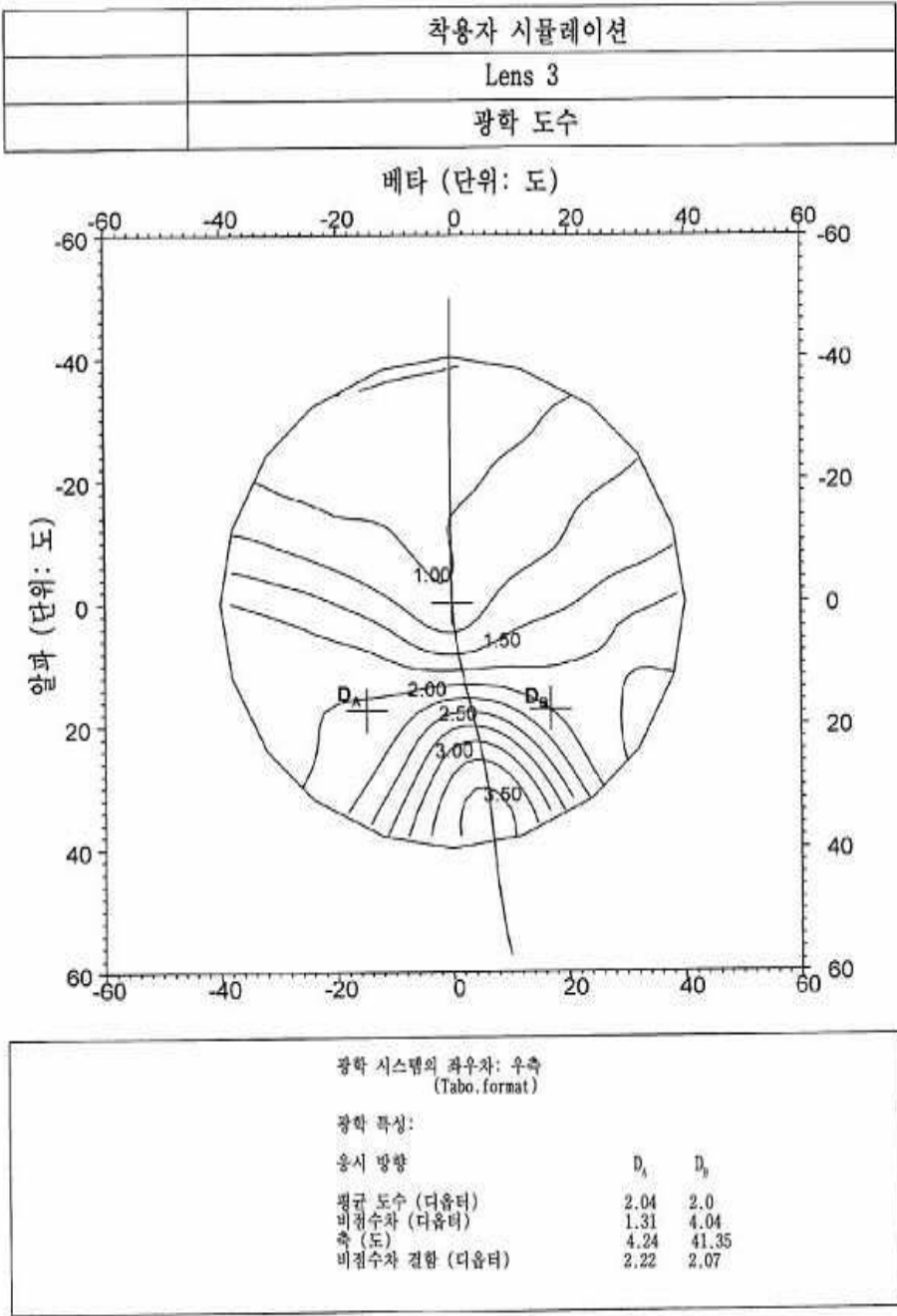
도면41



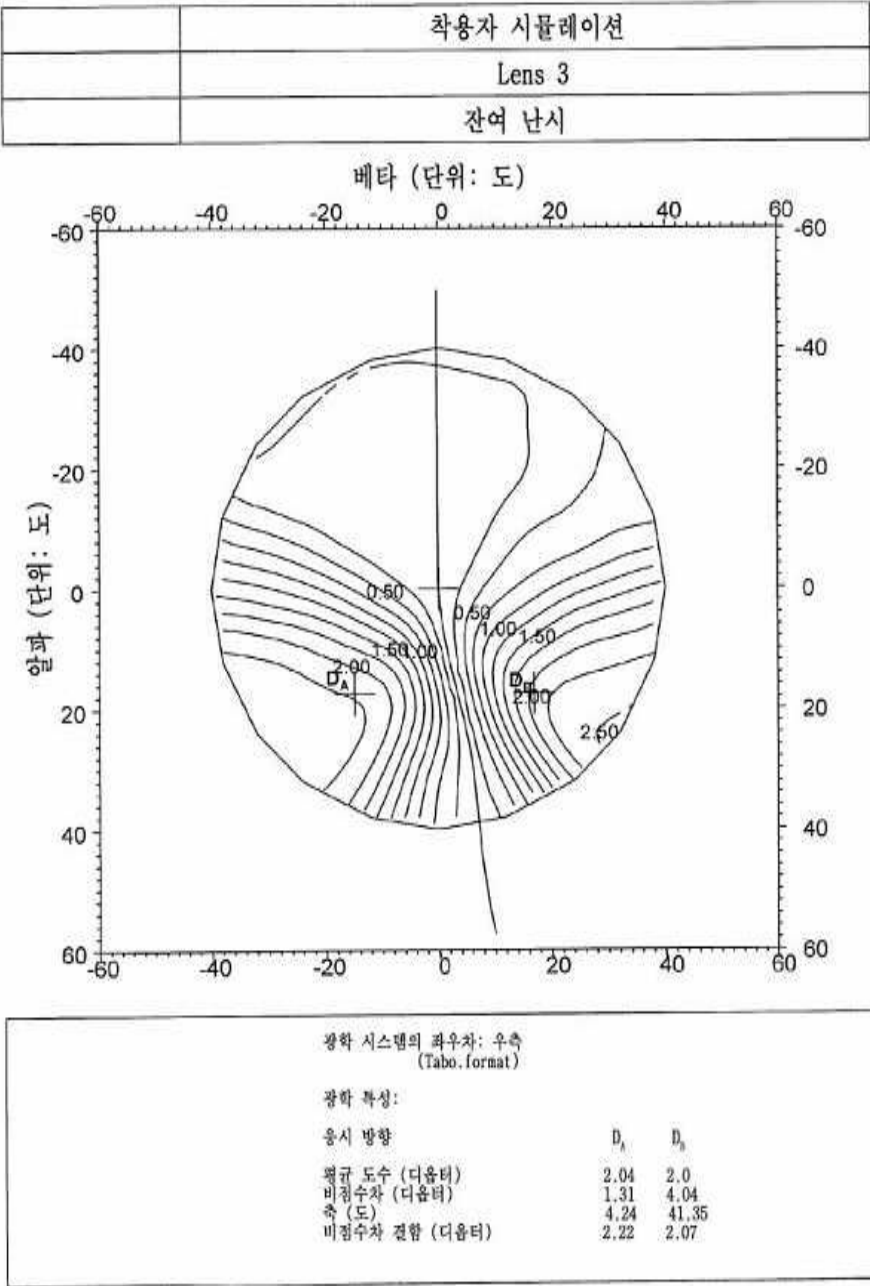
도면42



도면43

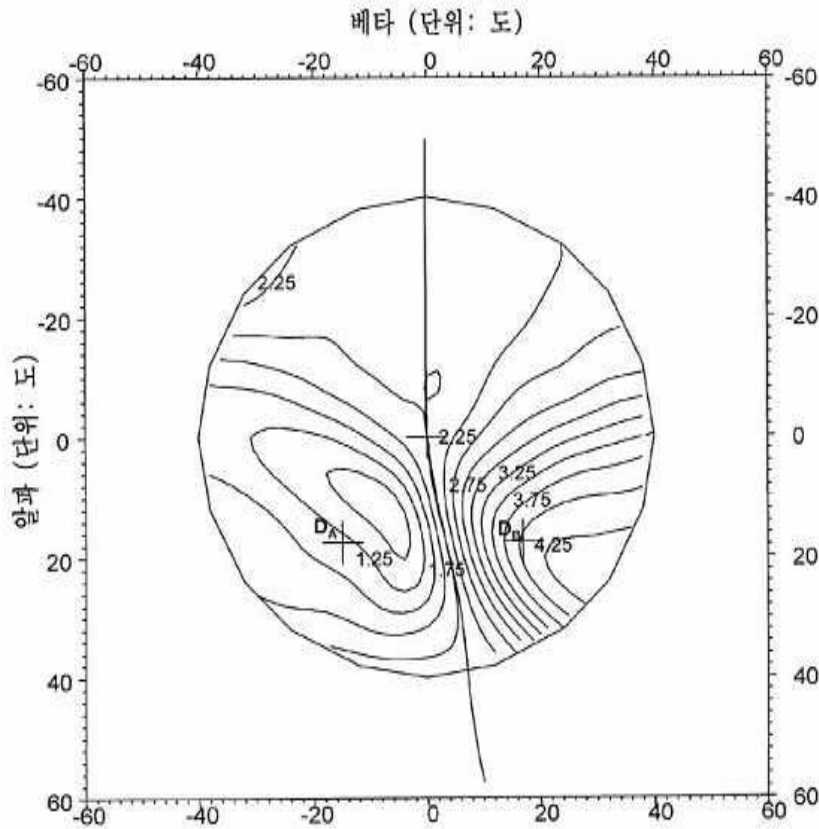


도면44



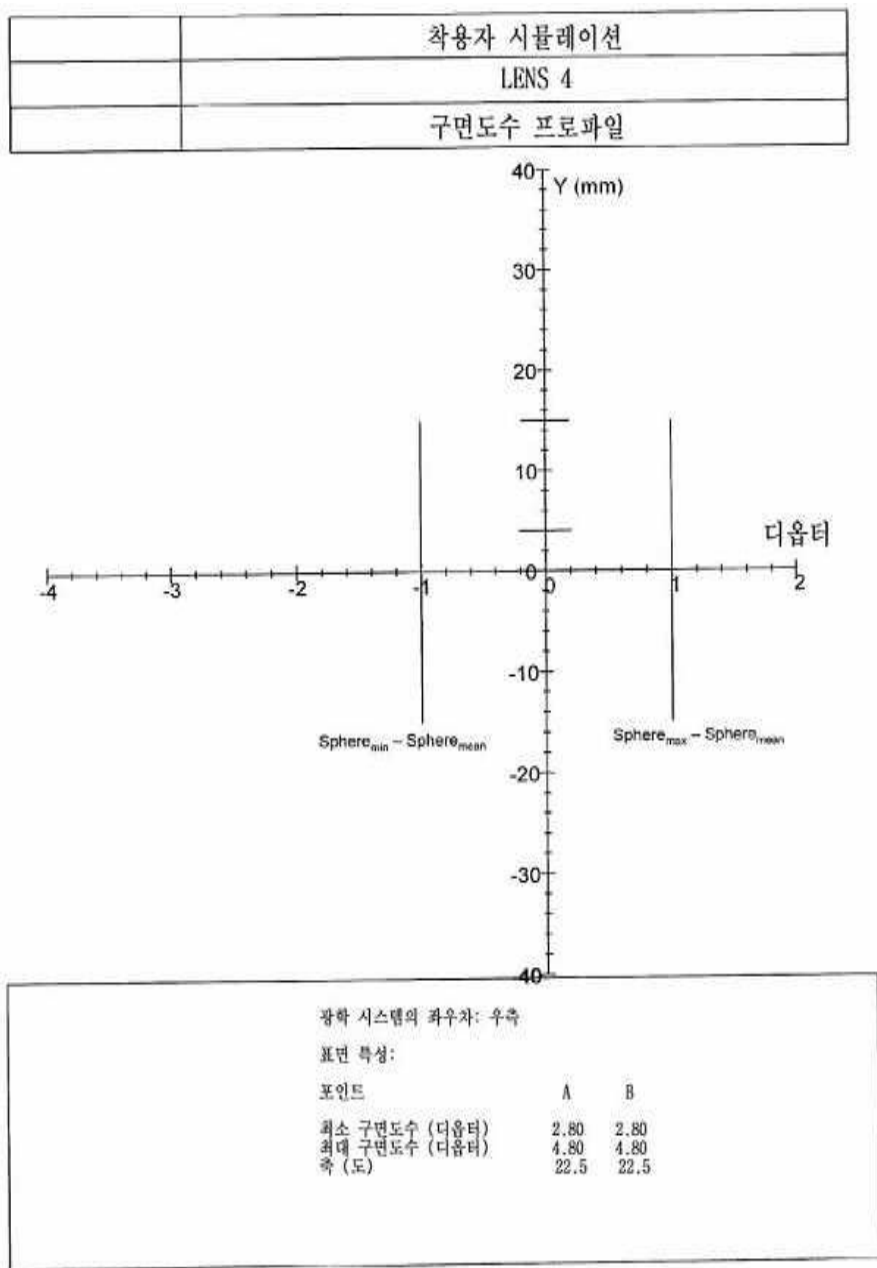
도면45

	착용자 시뮬레이션
	Lens 3
	전체 난시

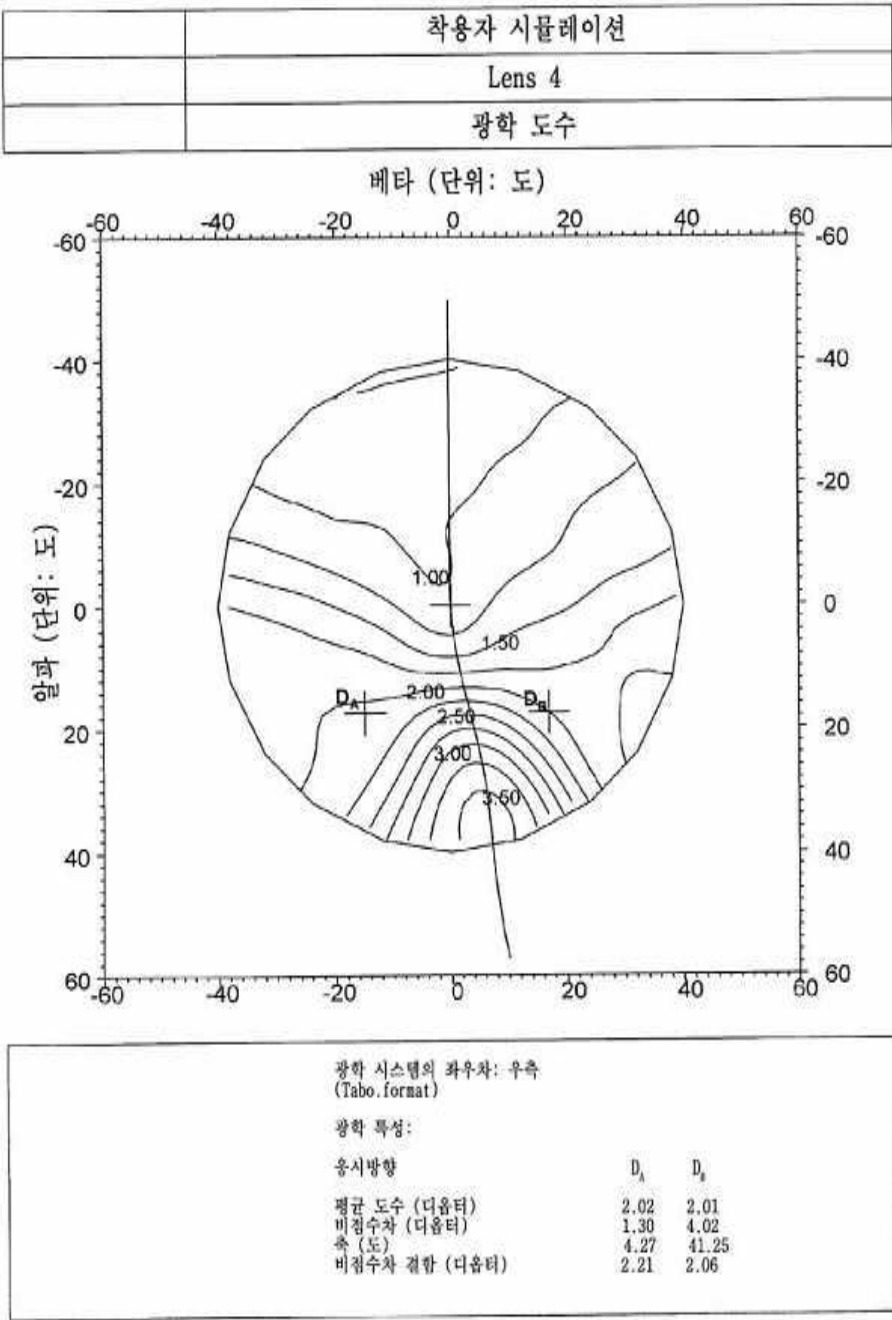


광학 시스템의 좌우차: 우측 (Tabo.format)		
광학 특성:		
용시 방향	D_A	D_B
평균 도수 (디옵터)	2.04	2.0
비점수차 (디옵터)	1.31	4.04
축 (도)	4.24	41.35
비점수차 결합 (디옵터)	2.22	2.07

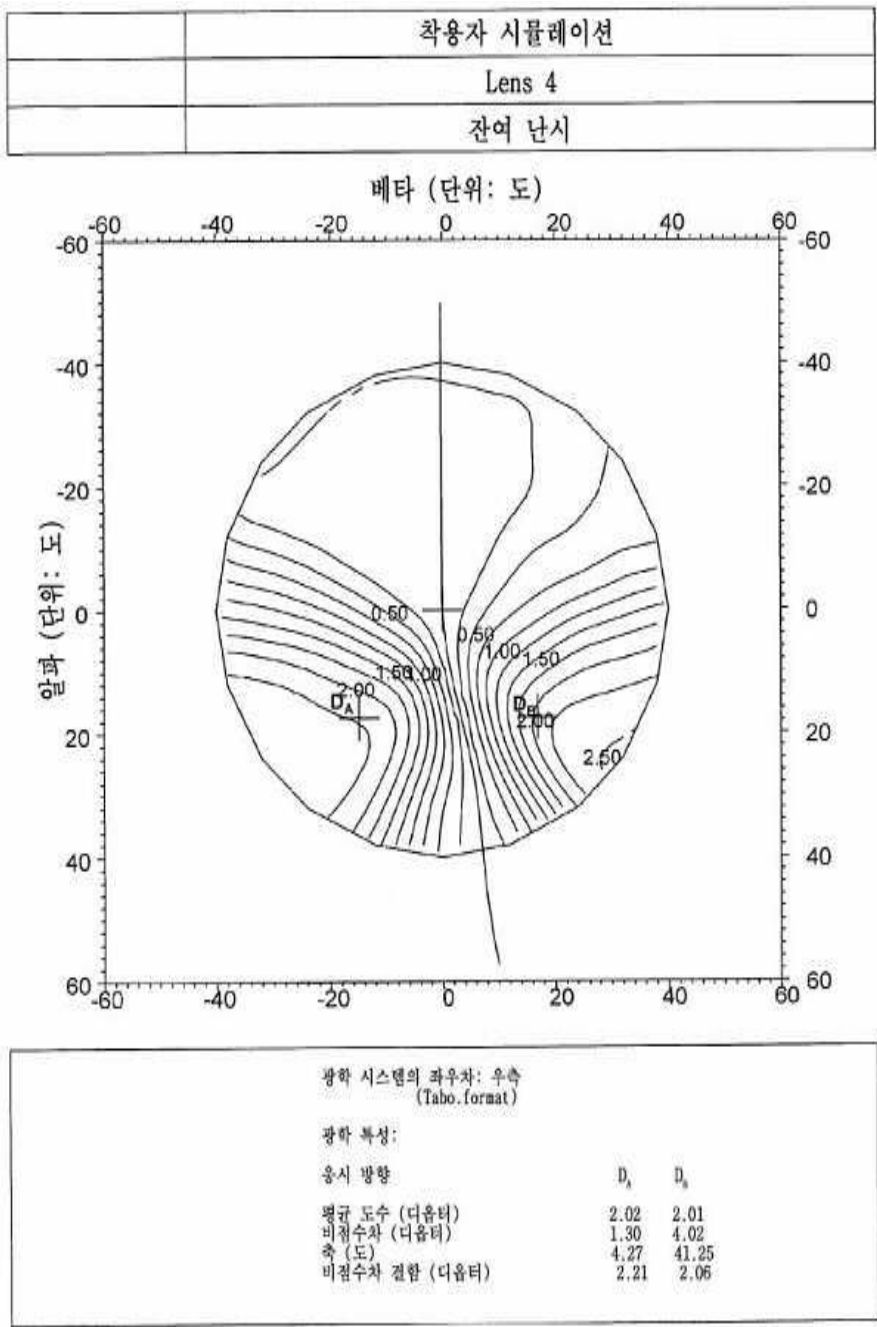
도면46



도면47



도면48



도면49

