



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0106902
 (43) 공개일자 2011년09월29일

(51) Int. Cl.
 G06F 17/50 (2006.01) G02C 7/02 (2006.01)
 G06F 17/10 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-7017304
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2009년12월24일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2011년07월22일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2009/067924
 (87) 국제공개번호 WO 2010/076294
 국제공개일자 2010년07월08일
 (30) 우선권주장
 08306028.5 2008년12월31일
 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
 에셀로아 인터내셔널/콩파니에 제네랄 도프티크
 프랑스, 94220 샤텐통 르 폰트, 튀 드 파리, 147
 (72) 발명자
 드 로시 엘렌
 프랑스 에프-94220 샤텐통 르 폰트 튀 드 파리
 147 에셀로아 인터내셔널 (콩파니에 제네랄 도프
 티크)
 무라도르 파비아
 프랑스 에프-94220 샤텐통 르 폰트 튀 드 파리
 147 에셀로아 인터내셔널 (콩파니에 제네랄 도프
 티크)
 (74) 대리인
 석혜선, 김용인

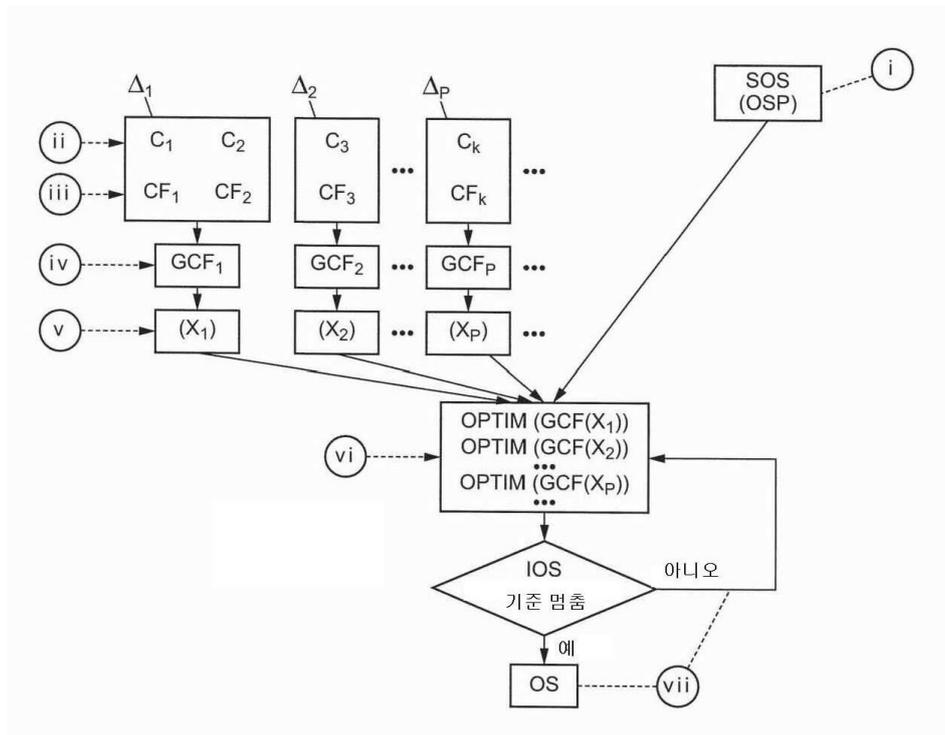
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 광학시스템과 같은 시스템 계산 방법

(57) 요약

본 발명에 따르면, i) 개시 시스템(SS)을 정의하기 위해 시스템 파라미터(SP) 세트를 제공하는 단계와, ii) 복수의 기준(C_k)을 정의하는 단계와, iii) 각 기준(C_k)에 대해 비용함수(CF_k)를 결합시키는 단계와, iv) 적어도 하나의 비용함수(CF_k)를 각각의 전체비용함수(GCF_P)에 결합시킴으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_{ND})를 정의하는 단계와, v) 변수 파라미터(X_p)의 각 벡터에 대해 적어도 하나의 시스템 파라미터(SP)를 선택함으로써 각 전체비용함수(GCF_P)에 결합된 변수 파라미터(X_p)의 벡터를 정의하는 단계와, vi) 중간 시스템(IS)을 얻기 위해 변수 파라미터(X_1, \dots, X_{ND})의 벡터의 시스템 파라미터의 값을 변경함으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_{ND})를 최적화하는 단계와, vii) 시스템(S)을 얻기 위해 균형에 도달될 때까지 단계 vi)를 반복하는 단계를 포함하는 컴퓨터 수단에 의해 최적화로 실행되는 시스템(S) 계산 방법이 제공된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

- i) 개시 시스템(SS)을 정의하기 위해 시스템 파라미터(SP) 세트를 제공하는 단계와,
- ii) 복수의 기준(C_k)을 정의하는 단계와,
- iii) 각 기준(C_k)에 대해 비용함수(CF_k)를 결합시키는 단계와,
- iv) 적어도 하나의 비용함수(CF_k)를 각각의 전체비용함수(GCF_p)에 결합시킴으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_N)를 정의하는 단계와,
- v) 변수 파라미터(X_p)의 각 벡터에 대해 적어도 하나의 시스템 파라미터(SP)를 선택함으로써 각 전체비용함수(GCF_p)에 결합된 변수 파라미터(X_p)의 벡터를 정의하는 단계와,
- vi) 중간 시스템(IS)을 얻기 위해 변수 파라미터(X_1, \dots, X_N)의 벡터의 시스템 파라미터의 값을 변경함으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_N)를 최적화하는 단계와,
- vii) 시스템(S)을 얻기 위해 균형에 도달될 때까지 단계 vi)를 반복하는 단계를 포함하고, 각 시스템 파라미터(SP)는 초기값으로 설정되는 컴퓨터 수단에 의해 최적화로 실행되는 시스템(S) 계산 방법.

청구항 2

- 제 1 항에 있어서,
 단계 vi) 동안, 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_N)를 최적화하는 단계는 다관단기준 방법을 이용해 달성되는 시스템 계산 방법.

청구항 3

- 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 단계 vi) 동안, 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_N)를 최적화하는 단계는 다목적 방법을 이용해 달성되는 시스템 계산 방법.

청구항 4

- 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
 적어도 하나의 시스템 파라미터는 변수 파라미터(X_p)의 단 하나의 벡터에 대해 선택되는 시스템 계산 방법.

청구항 5

- 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 - 시스템(S)은 광학 시스템(OS)이고,
 - 시스템 파라미터(SP)는 광학 시스템 파라미터(OSP)이며,
 - 개시 시스템(SS)은 개시 광학 시스템(SOS)이고, 각 광학 시스템 파라미터는 초기값으로 설정되는 시스템 계산 방법.

청구항 6

- 제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,
 개시 광학 시스템(SOS)은 제 1 및 제 2 광학면을 구비하고, 단계 v) 동안, 변수 파라미터(X_1, X_2)의 제 1 및 제

2 벡터가 정의되며, 변수 파라미터(X_1)의 제 1 벡터는 제 1 광학면에 대한 광학 시스템 파라미터를 구비하고, 변수 파라미터(X_2)의 제 2 벡터는 제 2 광학면에 대한 광학 시스템 파라미터를 구비하는 시스템 계산 방법.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

적어도 하나의 전체비용함수(GCF_p)는 중앙시각에서 도수, 중앙시각에서 난시, 중앙시각에서 고위수차, 중앙시각에서 시력, 주변시각에서 도수, 주변시각에서 난시, 주변시각에서 고위수차, 또는 선행 기준의 변화로 구성된 리스트에서 선택된 광학 기준(C_k)에 대한 하나 또는 다수의 비용함수(들)(CF_k)만을 결합함으로써 정의되는 시스템 계산 방법.

청구항 8

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 전체비용함수(GCF_p)는 중앙시각에서 프리즘 편차, 안경편차, 중앙시각에서 대상 시야, 중앙시각에서 이미지 시야, 중앙시각의 확대, 동공 시계광선 편차, 주변시각에서 대상 시야, 주변시각에서 이미지 시야, 주변시각에서 프리즘 편차, 주변시각의 확대, 눈의 확대, 관자놀이 이동 또는, 또는 선행 기준의 변화로 구성된 리스트에서 선택된 광학 기준(C_k)에 대한 하나 또는 다수의 비용함수(들)(CF_k)만을 결합함으로써 정의되는 시스템 계산 방법.

청구항 9

제 5 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 전체비용함수(GCF_p)는 기하학적 기준(C_k)에 대한 하나 또는 다수의 비용함수(들)(CF_k)만을 결합함으로써 정의되는 시스템 계산 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 vi) 및 단계 vii) 동안, 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_M) 각각은 균형에 도달할 때까지 최적화되는 시스템 계산 방법.

청구항 11

- 제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 최적화에 의해 시스템(S)을 계산하는 단계와,
- 계산 시스템을 제조하는 단계를 포함하는 시스템(S) 제조 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

피제조 시스템(S)은 광학 시스템(S)이고,

- 제 5 항과 결합된 제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 따라 최적화함으로써 광학 시스템(S)을 계산하는 단계와,
- 계산 시스템을 제조하는 단계를 포함하는 시스템(S) 제조 방법.

청구항 13

프로세서에 접근가능한 하나 이상의 저장된 명령어 시퀀스를 포함하고, 상기 프로세서에 의한 실행시 프로세서가 제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 단계를 실행하게 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

청구항 14

제 13 항의 컴퓨터 프로그램 제품의 하나 이상의 명령어 시퀀스를 운반하는 컴퓨터 판독가능한 매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 예컨대, 최적화에 의한 광학시스템과 같은 시스템 계산방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한, 예컨대, 광학시스템, 컴퓨터 프로그램 제품 및 컴퓨터 판독가능한 매체와 같은 시스템 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 광학 시스템과 같은 시스템 계산을 위한 최적화 방법이 해당기술분야에 알려져 있다. 그러나, 현재 고려되는 기준의 개수는 제한되며 모든 시스템 설계자의 요구에 답할 수 없다. 광학시스템 분야에서, 본 출원인의 프랑스 특허 FR 9812109는 특히 난시 및 디오퍼터 기준(power criteria)에 따른 광학시스템의 최적 파라미터를 결정하기 위한 "고전적" 방법의 예를 도시한 것이다.

[0003] 더욱이, 안경광학 분야에서, 알려진 "고전적" 방법은 대개 선택된 기준 세트가 목표치에 도달하거나 접근하는 것으로 개발된다. 상기 목표치는 광학시스템 설계자에 의해 사전결정된다. 예컨대, 국소적 두께와 같은 "고전적" 제약은 즉 미학 및 제조요건을 충족하도록 최적화 동안 고려된다. 그 결과, "고전적" 방법은 렌즈 착용자 요구에 응답할 수 있는 가능한 광학 시스템을 제한한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 상황을 개선시키고 이들 결함을 방지할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0005] 본 발명의 일태양에 따르면,
- [0006] i) 개시 시스템(SS)을 정의하기 위해 시스템 파라미터(SP) 세트를 제공하는 단계와,
- [0007] ii) 복수의 기준(C_k)을 정의하는 단계와,
- [0008] iii) 각 기준(C_k)에 대해 비용함수(CF_k)를 결합시키는 단계와,
- [0009] iv) 적어도 하나의 비용함수(CF_k)를 각각의 전체비용함수(GCF_p)에 결합시킴으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_{ND})를 정의하는 단계와,
- [0010] v) 변수 파라미터(X_p)의 각 벡터에 대해 적어도 하나의 시스템 파라미터(SP)를 선택함으로써 각 전체비용함수(GCF_p)에 결합된 변수 파라미터(X_p)의 벡터를 정의하는 단계와,
- [0011] vi) 중간 시스템(IS)을 얻기 위해 변수 파라미터(X_1, \dots, X_{ND})의 벡터의 시스템 파라미터의 값을 변경함으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_{ND})를 최적화하는 단계와,
- [0012] vii) 시스템(S)을 얻기 위해 균형에 도달될 때까지 단계 vi)를 반복하는 단계를 포함하고, 각 시스템 파라미터 (SP)는 초기값으로 설정되는 컴퓨터 수단에 의해 최적화로 실행되는 시스템(S) 계산 방법이 제공된다.
- [0013] 시스템 파라미터는 최적화되는 시스템을 정의하고 상기 시스템을 제조할 수 있는 정보를 얻는데 적합한 파라미터이다.

[0014] 균형은 예컨대 내쉬균형(Nash equilibrium), 스타켈버그 균형(Stackelberg equilibrium), 또는 임의의 다른 잘 알려진 균형일 수 있다. 내쉬균형은, 예컨대, 1951년 존 내쉬의 "Non-cooperative games" 및 또한 VKI 강의 시리즈: Introduction to Optimization and Multidisciplinary Design, Rhode-Saint-Genese, Belgium에서 페리옥스 등(Periaux et al.)의 "MOO methods for multidisciplinary Design Using Parallel Evolutionary Algorithms, Game Theory and Hierarchical Theory: Theoretical Background"에 기술되어 있다. 스타켈버그 균형은 바사르(Basar) 및 지.제이. 올스더(G. J. Olsder)의 "Dynamic Non-cooperative Game Theory", SIAM, 1999

에 기술되어 있다.

- [0015] 본 발명의 의도에서, "최적화"는 바람직하게는 실(實) 함수를 "최소화"하는 것으로 이해되어야 한다. 물론, 당업자는 본 발명이 최소화 그 자체에 국한되지 않음을 이해한다. 최적화는 또한 실(實) 함수의 최대화일 수 있다. 즉, 실(實) 함수를 "최대화"하는 것은 그 상대편을 "최소화"와 같다.
- [0016] 본 발명으로 인해, 복잡한 최적화 문제를 해결이 더 간단한 여러 개의 더 작은 최적화 문제로 분리함으로써 시스템을 유리하게 최적화할 수 있다. 최적화는 기준들 사이에서 타협을 더 적게 할 수 있다.
- [0017] 더욱이, 본 발명에 따른 방법을 실행함으로써, 최적화 문제를 간단히 하는 한편 매우 많은 기준들이 고려될 수 있다.
- [0018] 본 발명에 따른 방법의 또 다른 이점은 비용함수에서 고려되는 몇가지 기준들이 목표가 있거나 없이 정의될 수 있다. 따라서, 각 기준은 더 효율적으로 최적화될 수 있다. 그 결과, 본 발명에 따른 최적화 방법은 덜 복잡하고, 덜 시간 소비적이며 더 유연하다.
- [0019] 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계 vi) 동안, 다기준판단 방법에 의해 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_N)를 최적화하는 단계가 달성된다.
- [0020] 다기준판단 방법의 예는 예컨대, 《Algorithmes numeriques pour les equilibres de Nash》, 코헨 지.(COHEN G.); 차플라이스 에프(CHAPLAIS F.), Automatique-productique informatique industrielle, 1986에 기술되어 있다. 다기준판단 방법의 이용으로 균형에 도달할 때까지 전체 비용함수 세트의 동시 최적화가 가능하다.
- [0021] 본 발명에 또 다른 실시예에 따르면, 단계 vi) 동안, 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_N)를 최적화하는 단계는 다목적 방법을 이용해 달성된다.
- [0022] 다목적 최적화는 구속조건을 만족하고 요소가 객체 함수를 나타내는 벡터함수를 최적화하는 판단 변수의 벡터를 발견하는 문제이다. 이들 함수는 주로 서로 충돌하는 수행 기준의 수학적 묘사를 이룬다. 따라서, 최적화라는 용어는 2000년 코엘로(Coello)의 설계자가 허용할 수 있는 모든 객체 함수의 값을 제공하는 그런 방안을 찾는 것을 의미한다.
- [0023] 본 발명의 실시예에 따르면, 단계 v) 동안, 가변 파라미터(X_p)의 한 벡터만에 대해 적어도 하나의 시스템 파라미터가 선택된다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따르면,
- [0025] - 시스템(S)은 광학 시스템(OS)이고,
- [0026] - 시스템 파라미터(SP)는 광학 시스템 파라미터(OSP)이며,
- [0027] - 개시 시스템(SS)은 개시 광학 시스템(SOS)이고, 각 광학 시스템 파라미터는 초기값으로 설정된다.
- [0028] 최적화 방법은 매우 많은 기준들을 광학 설계자가 고려해야 할 때 훨씬 더 복잡한 과정이다. 본 발명에 의해, 복수의 전체비용함수가 정의될 수 있다. 각 전체비용함수는 이점적으로 동일한 타입의 기준을 모을 수 있다. 이는, 예컨대, 기하학적 기준 또는 광학 타입일 수 있다. 따라서, 최적화 방법은 해결하기 더 간단한 여러개의 더 작은 최적화 문제들로 나누어질 수 있다. 각각의 전체비용함수에 대해, 적어도 하나의 광학 시스템 파라미터를 선택함으로써 가변 파라미터의 벡터가 정의될 수 있다. 이들 선택된 광학 시스템 파라미터들만이 최적화 과정동안 변화도록 허용된다. 그 결과, 다양한 전체비용함수가 별도로 하지만 균형에 도달할 때까지 함께 최적화될 수 있다.
- [0029] 상술한 바와 같이, 본 발명으로 인해 타겟을 이용하는 것을 방지할 수 있다. 실제로, 고전적 기준과는 다른 몇몇 기준들에 대해, 타겟의 이용은 덜 효율적인 것으로 판명된다. 이런 처리 방식은 광학 설계자가 예컨대 광학 시스템의 확대를 최적화하고 싶을 경우 가능한 방안의 개수를 제한한다. 목표치를 결정하는 것은 또한 시간 낭비일 수 있다.
- [0030] 일실시예에 따르면, 최적화에 의한 본 발명의 광학 시스템 계산 방법은 이점적으로 착용자 데이터 등을 고려할 수 있으나 광각(pantoscopic angle), 권선각(wrap angle), 렌즈-눈 거리에 국한되지 않는다.
- [0031] 시스템(S)이 광학 시스템(OS)인 실시예에 따르면, 개시 광학 시스템(SOS)은 제 1 및 제 2 광학면을 구비하고, 단계 v) 동안, 가변 파라미터의 제 1 및 제 2 벡터가 정의되며, 가변 파라미터(X_1)의 제 1 벡터는 제 1 광학면

에 대한 광학 시스템 파라미터를 구비하며, 가변 파라미터(X_2)의 제 2 벡터는 제 2 광학면에 대한 광학 시스템 파라미터를 구비한다.

- [0032] 본 발명의 실시예에 따르면,
- [0033] - 적어도 하나의 전체비용함수(GCF_p)는 중앙시각에서 도수, 중앙시각에서 난시, 중앙시각에서 고위수차, 중앙시각에서 시력, 주변시각에서 도수, 주변시각에서 난시, 주변시각에서 고위수차, 또는 선행 기준의 변화로 구성된 리스트에서 선택된 광학 기준(C_k)에 대한 하나 또는 다수의 비용함수(들)(CF_k)만을 결합함으로써 정의된다.
- [0034] - 적어도 하나의 전체비용함수(GCF_p)는 중앙시각에서 프리즘 편차, 안경편차, 중앙시각에서 대상 시야, 중앙시각에서 이미지 시야, 중앙시각의 확대, 동공 시계광선 편차, 주변시각에서 대상 시야, 주변시각에서 이미지 시야, 주변시각에서 프리즘 편차, 주변시각의 확대, 눈의 확대, 판자놀이 이동 또는, 또는 선행 기준의 변화로 구성된 리스트에서 선택된 광학 기준(C_k)에 대한 하나 또는 다수의 비용함수(들)(CF_k)만을 결합함으로써 정의된다.
- [0035] - 적어도 하나의 전체비용함수(GCF_p)는 기하학적 기준(C_k)에 대한 하나 또는 다수의 비용함수(들)(CF_k)만을 결합함으로써 정의된다.
- [0036] 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계 vi) 및 vii) 동안, 복수의 전체비용함수(GCF_{pd}) 각각은 균형에 도달할 때까지 최적화된다.
- [0037] 본 발명은 또한
- [0038] - 최적화에 의해 시스템(S)을 계산하는 단계와,
- [0039] - 계산 시스템을 제조하는 단계를 포함하는 시스템(S) 제조 방법에 관한 것이다.
- [0040] 앞선 실시예에 따르면, 피제조 시스템(S)은 광학 시스템(S)이고, 상기 시스템 제조 방법은
- [0041] - 최적화함으로써 광학 시스템(S)을 계산하는 단계와,
- [0042] - 계산 시스템을 제조하는 단계를 포함한다.
- [0043] 본 발명은 또한 프로세서에 접근가능한 하나 이상의 저장된 명령어 시퀀스를 포함하고, 상기 프로세서에 의한 실행시, 프로세서가 선행 실시예들의 단계를 실행하게 하는 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 것이다.
- [0044] 본 발명은 또한 선행 실시예의 컴퓨터 프로그램 제품의 하나 이상의 명령어 시퀀스를 운반하는 컴퓨터 판독가능한 매체에 관한 것이다.
- [0045] 특별히 다르게 진술하지 않는 한, 하기의 논의로부터 명백한 바와 같이, "컴퓨팅", "계산", "발생" 등의 용어를 이용한 명세서의 논의는 전자장치와 같이 컴퓨팅 시스템의 레지스터 및/또는 메모리내에 물리적 양을 나타내는 데이터를 컴퓨팅 시스템의 메모리, 레지스터 또는 다른 이와 같은 정보저장장치, 전송 또는 디스플레이 디바이스 내에 물리적 양으로서 유사하게 표현된 다른 데이터로 조작 및/또는 변환하는 컴퓨터 또는 컴퓨터 시스템, 또는 유사한 전자 컴퓨팅 디바이스의 동작 및/또는 처리를 의미한다.
- [0046] 본 발명의 실시예는 본 명세서에서 연산을 수행하기 위한 기기를 포함할 수 있다. 이 기기는 특히 소정의 목적을 위해 구성될 수 있거나, 컴퓨터에 저장된 컴퓨터 프로그램에 의해 선택적으로 활성화되거나 재구성되는 일반용 컴퓨터 또는 디지털 신호 프로세서("DSP")를 포함할 수 있다. 이런 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독가능한 저장매체, 가령, 플로피 디스크, 광학 디스크, CD-ROM, 자기광학 디스크, 롬(ROM), 램(RAM), 이피롬((EPROMs, electrically programmable read-only memory), 이이피롬(EEPROMs, electrically erasable programmable read-only memory), 자기카드 또는 광학카드, 또는 전자 명령어를 저장하는데 적합하고 컴퓨터 시스템 버스에 결합될 수 있는 임의의 다른 타입의 매체에 저장될 수 있으나 이에 국한되지 않는다.
- [0047] 본 명세서에 표현된 프로세스 및 디스플레이는 본질적으로 임의의 특정 컴퓨터나 다른 기기와 관련 없다. 다양한 일반용 시스템이 본 명세서에 개시된 개시에 따른 프로그램들과 함께 사용될 수 있거나, 소정의 방법을 수행하기 위해 더 특별한 기기를 구성하는데 편리한 것이 입증될 수 있다. 다양한 이들 시스템에 대한 소정의 구조는 하기의 설명으로부터 명백해진다. 또한, 본 발명의 실시예는 임의의 특정한 프로그래밍 언어에 대해 기술되어 있지 않다. 다양한 프로그래밍 언어는 본 명세서에 기술된 바와 같이 본 발명의 개시를 구현하는데 사용될 수 있음이 명백해질 것이다.

- [0048] 본 발명의 틀에서, 광학 시스템은 예컨대 제 1 및 제 2 면을 구비하는 안경렌즈일 수 있으나, 이에 국한되지 않는다. 제 1 및/또는 제 2 면은 누진가입면, 구면, 비구면, 원환면 또는 비원환면일 수 있다.
- [0049] 본 발명의 범위에서, 상술한 용어는 하기의 정의에 따라 이해된다:
- [0050] - "광학 시스템"(OS)은 주로 상기 표면의 방정식의 계수, 유리의 굴절률, 및 상대적으로 서로에 대한 각 표면의 위치(오프셋, 회전 및 경사)에 의해 시스템의 표면 모두에 의해 정의된다. 이들 요소를 광학 시스템(OS)의 광학 시스템 파라미터(OSP)라 한다. 광학 시스템의 표면은 주로 B-스플라인(splines) 또는 제르니크 다항식(Zernike polynomials)을 기초로 한 모델을 이용해 얻은 다항식 또는 파라미터 방정식에 따라 표현된다. 이 모델들은 전체 렌즈에 연속 곡률을 제공한다. 표면은 프레즈넬(Fresnel) 또는 픽셀화 표면일 수 있다. 표면은 여러 개의 표면들의 합수일 수 있다(예컨대, 함수는 가중치 합일 수 있다). 재료의 굴절률은 비균일할 수 있고 광학시스템(OS)의 몇몇 파라미터에 따를 수 있다;
- [0051] - "광학 기준"은 착용자 및/또는 착용자의 관찰자의 시각 성능에 영향을 주는 기준으로 정의된다. 광학 기준은 3개의 그룹으로 분류된다"
- [0052] · 중앙시각 광학기준(CVOC) 그룹은 중앙시각에서 도수, 중앙시각에서 난시, 중앙시각에서 고위수차, 중앙시각에서 시력, 중앙시각에서 프리즘 편차, 안경편차, 중앙시각에서 대상 시야, 중앙시각에서 이미지 시야, 중앙시각의 확대, 또는 선행 기준의 변화를 포함한다.
- [0053] · 주변시각 광학기준(PVOC) 그룹은 주변시각에서 도수, 주변시각에서 난시, 주변시각에서 고위수차, 동공 시계 광선 편차, 주변시각에서 대상 시야, 주변시각에서 이미지 시야, 주변시각에서 프리즘 편차, 주변시각의 확대 또는 선행 기준의 변화로 구성된다.
- [0054] · 전체광학기준(GOC) 그룹은 눈의 확대, 관자놀이 이동을 포함한다.
- [0055] 본 발명의 범위에서, "기하학적 기준"은 광학 시스템(OS)의 물리적 특징에 영향을 주는 기준을 의미한다. 기하학적 기준은 예컨대 로컬 기하학적 기준인 두께와 전체 기하학적 기준인 용적을 포함하나 이에 국한되지 않는다.
- [0056] 본 발명에 따르면, "로컬 기준"은 적어도 하나의 응시방향 또는 주변 광선방향으로 정의된 평가영역에 대해 기준이 평가되는 것을 의미한다. 특히, 상술한 중앙시각 광학기준(CVOC) 및 주변시각 광학기준(PVOC)은 로컬 기준이다.
- [0057] 본 발명에 따르면, "전체 기준"은 전체로서 광학 시스템(OS)을 고려해 평가되는 것을 의미한다.
- [0058] 본 발명의 범위에서, 다른 상술한 용어들은 하기의 정의에 따라 이해된다:
- [0059] - "중앙 시각"(또한 중심와 시각이라 함)은 풍부한 원추체의 수집을 포함한 망막 중앙의 작은 영역인 중심와의 일을 설명한다. 중심시각 상황에서, 관찰자는 응시방향에 있는 대상을 보고 관찰자의 중심와는 대상을 따라 이동한다. 중앙시각은 사람이 읽고, 운전하고 양질의 선명한 시력을 필요로 하는 기타 활동을 수행하게 한다.
- [0060] - "응시방향"은 눈의 회전중심에 있는 기준 축에 대해 측정된 2개 각도로 정의된다.
- [0061] - "주변시각"은 직선의 시각에서 벗어나 대상과 움직임을 보는 능력을 말한다. 주변시각 상황에서, 관찰자는 고정된 응시방향으로 보며 대상이 이 직선의 시각에서 벗어난 대상이 관찰된다. 대상에서 눈으로의 광선 방향은 응시방향과 다르며 주변광선방향이라 한다. 주변시각은 주로 망막의 중심와에서 벗어나 있는 로드, 광수용기 세포의 작업이다.
- [0062] - "주변광선방향"은 눈 입사동공에 있고 응시방향 축을 따라 이동하는 기준 축에 대해 측정된 2개의 각도로 정의된다.
- [0063] - "중앙시각에서 도수 기준"은 착용자에 처방된 도수가 고려되는 것을 의미한다. 최적화 동안, 각 응시방향에 대한 도수 오차를 최소화하기 위해 광학 시스템의 파라미터가 계산된다.
- [0064] - "중앙시각에서 난시 기준"은 CRE에 대한 기준 축 및 각 응시방향에 대한 진폭과 축에 대해 착용자에 처방된 난시와 중간 광학시스템에 의해 발생된 난시 모두 사이에 차를 최소화하기 위해 광학 시스템의 파라미터가 계산되며, 이 차를 잔여난시(residual astigmatism)라 한다.
- [0065] - "고위수차"는 공통 잔여 도수 및 잔여 난시 이외에 중앙시각에서 착용자가 관찰한 대상의 이미지의 흐릿함을

완화하는 수차, 예컨대, 구면수차 및 비대칭수차(coma)를 말한다. 수차라고 하는 차수는 일반적으로 제르니크 다항식 표현으로 표현된 차수이다.

- [0066] - "주변도수"는 착용자가 주변시각에서 대상을 관찰할 때 광학 시스템에 의해 발생된 도수로 정의된다.
- [0067] - "주변난시"는 진폭 및 축에 대해 모두 광학 시스템에 의해 발생된 난시로 정의된다.
- [0068] - "안경편차"는 중앙시각에서 정의되면 렌즈를 추가함으로써 눈이 동일 대상에 초점을 두도록 회전되는 사실을 기술한다. 작은 프리즘 디옵터로 측정될 수 있다.
- [0069] - "중앙시각에서 대상 시야"는 눈이 대상 공간에서 적어도 2개의 응시방향에 의해 결정된 렌즈의 경사부를 스캐닝하는 것을 관찰할 수 있는 공간의 일부로 정의된다. 예컨대, 이들 응시방향은 안경 프레임의 형태 또는 충분히 좋은 선명도를 갖는 대상공간을 시각화하는 것을 방해하는 수차레벨에 의해 정의될 수 있다.
- [0070] - "이미지 공간에 중앙시각의 이미지 시야"는 대상공간에서 시야를 시각화하기 위해 눈이 스캔하는 경사부로서 대상공간(눈 공간)에서 중앙시각의 정해진 고정 대상 시야에 대해 정의된다.
- [0071] - "주변시각에서 고위수차"는 공통적으로 잔여 주변도수와 잔여 주변난시 이외에 주변시각에서 착용자가 관찰한 대상의 이미지의 흐릿함을 완화하는 수차, 예컨대, 구면수차 및 비대칭수차(coma)를 말한다. 수차라고 하는 차수는 일반적으로 제르니크 다항식 표현으로 표현된 차수이다.
- [0072] "동공 시계광선 편차"는 주변시야에 있는 대상에서 나온 광선이 눈 입사동공으로의 경로 상에 렌즈를 추가함으로써 변경되는 것을 기술한다.
- [0073] - "주변시야에서 대상 시야"는 대상공간에서 정의된다. 이는 눈 입사동공 중심에서 나온 적어도 2개의 광선에 의해 정의된 (눈이 고정된 방향으로 보고 있으면서) 주변 보기 시야에서 눈이 관찰할 수 있는 공간의 일부이다. 예컨대, 이들 광선은 안경 프레임의 형태 또는 충분히 좋은 선명도를 갖는 대상공간을 시각화하는 것을 방해하는 수차레벨에 의해 정의될 수 있다.
- [0074] - "주변시각에서 이미지 시야"는 정해진 고정된 주변 대상 시야에 대해 눈의 주변시각에 의해 보여진 이미지 공간에서 해당 경사부로서 정의된다.
- [0075] - "중심시각에서 프리즘 편차"는 대상공간에서 렌즈의 프리즘량에 의해 도입된 눈의 회전중심에서 나온 광선의 각(角) 편차에 의해 정의된다.
- [0076] - "주변시각에서 프리즘 편차"는 렌즈의 프리즘량에 의해 도입된 입사동공의 중심에서 나온 광선의 각(角) 편차에 의해 정의된다.
- [0077] - "중앙/주변시각의 확대"는 렌즈 없이 중앙/주변시각에서 보여진 대상의 분명한 각 크기(또는 입체각(solid angle))와 렌즈를 통해 중앙/주변시각에서 보여진 대상의 분명한 각 크기(또는 입체각) 간의 비율로 정의된다.
- [0078] - "눈의 확대"는 관찰자에 의해 평가된 착용자의 눈의 확대로서 정의된다.
- [0079] - "관자놀이 이동"은 관찰자에 의해 평가된 착용자 관자놀이의 오프셋으로서 정의된다.
- [0080] - "렌즈 부피"은 렌즈의 부피이다. 이는 가령 사다리꼴 방법 또는 직사각형 방법에 의해 렌즈의 이산화(discretization)를 통해 평가될 수 있다.
- [0081] - "평가 지역"은 평가되는 로컬 기준에 대한 것이다. 이는 하나 또는 다수의 평가 영역들로 구성된다. 평가 영역은 중심시각 광학기준(CVOC) 그룹에 속하거나 기하학적 로컬 기준그룹에 속하는 기준에 대한 하나 또는 다수의 응시방향과, 주변시각 광학기준(PVOC) 그룹에 속하는 기준에 대한 하나 또는 다수의 주변광선방향으로 구성된다.
- [0082] - "목표치"는 기준에 의해 도달되는 값이다. 선택된 기준이 로컬 기준이면, 목표치는 평가영역에 관한 것이다. 선택된 기준이 전체 기준이면, 목표치는 전체 광학 시스템(OS)에 관한 것이다.
- [0083] - "멈춤 기준"은 최적화 알고리즘을 멈추기 위한 반복을 발견하기 위해 사용된다, 이는 시스템이 "균형"에 도달했다고 한다.
- [0084] - "비용함수"는 전체비용함수(GCF)의 계산을 위해 사용되는 실(實) 함수이다.
- [0085] - "전체비용함수(GCF)"는 적어도 하나의 비용함수의 함수로서 정의되고 중간 광학 시스템(IOS)의 성능 레벨을

제공한다.

[0086] - "디사이플린(discipline)"은 변수 파라미터의 동일한 벡터가 정의되는 기준 세트이다.

[0087] - "균형"은 고려되는 시스템이 소정의 방식으로 더 최적화될 수 없는 상태이다. 균형의 예는 내쉬균형 및 스타크 켈버그 균형이다.

발명의 효과

[0088] 본 발명의 내용에 포함됨.

도면의 간단한 설명

[0089] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 광학시스템(OS) 계산 방법의 단계들의 개략도를 도시한 것이다.

도 2는 렌즈와 눈 시스템의 개략도를 도시한 것이다.

도 3은 눈의 회전 중심으로부터 광추적을 도시한 것이다.

도 4는 눈 입사동공의 중심으로부터 광추적을 도시한 것이다

도 5는 주변시야에서 프리즘 편차를 도시한 것이다.

도 6은 렌즈 편차를 도시한 것이다.

도 7은 동공의 광선 필드편차를 도시한 것이다.

도 8은 중앙시각에서 대상 시야를 도시한 것이다.

도 9는 수평 물체 시야를 도시한 것이다.

도 10은 중앙시각에서 수평 프리즘 편차를 도시한 것이다.

도 11은 전체 대상 시야를 도시한 것이다.

도 12는 중앙시각에서 이미지 시야를 도시한 것이다.

도 13은 주변시각에서 대상 시야를 도시한 것이다.

도 14는 주변시각에서 이미지 시야를 도시한 것이다.

도 15는 눈의 확대도이다.

도 16a 및 도 16b는 관자놀이 이동을 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0090] 당업자는 도면의 요소들이 단순하며 명확히 하기 위해 도시된 것이며 반드시 비례에 따라 작성될 필요가 없음을 이해한다. 예컨대, 도면에서 몇몇 요소들의 치수는 본 발명의 실시예의 이해를 높이도록 돕기 위해 다른 치수에 대해 과장될 수 있다. 다른 도면의 동일한 참조부호는 동일한 대상임을 의미한다.

[0091] 도 1a를 참조로, 본 발명에 따른 최적화에 의한 광학시스템(OS) 계산방법을 설명한다.

[0092] 본 방법은 개시 광학 시스템(SOS)을 정의하기 위한 광학 시스템 파라미터(OSP) 세트가 제공되는 제공단계 i)를 포함한다. 각 광학 시스템 파라미터(OSP)는 초기값을 설정된다.

[0093] 본 방법은 복수의 기준(C_1, \dots, C_m)이 정의되는 기준정의단계 ii)를 더 포함한다. 그런 후, 기준결합단계 iii) 동안, 적어도 하나의 비용함수(CF_k)가 각 기준(C_k)과 결합된다. 따라서, m개의 기준 세트(C_1, \dots, C_m)를 상정하면, m개의 비용함수(CF_1, \dots, CF_m)가 결합된다.

[0094] 본 방법은 적어도 하나의 비용함수(CF_k)를 각각의 전체비용함수(GCF_p)에 결합시킴으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_m)가 정의되는 전체비용함수 정의단계 iv)를 더 포함한다. 각각의 전체비용함수(GCF_p)는 특정 디사이플린(Δ_p)에 결합된다. 다르게 말하면, m개의 비용함수(CF_1, \dots, CF_m)가 ND 디사이플린($\Delta_1, \dots, \Delta_{ND}$)으로 그룹화

된다. 각 디사이플린(Δ_p)에 대해, 결합된 특정 전체비용함수(GCF_p)는 n_p 비용함수를 포함하므로 $n_1+n_2+\dots+n_{ND}=m$ 이다.

[0095] 특정 디사이플린(Δ_p)에 결합된 각각의 전체비용함수(GCF_p)는 n_p 비용함수(CF_k)의 실(實) 함수와 같다. 실(實) 함수는 아래와 같이 임의의 함수로

$$- \frac{1}{n_p} \prod_{k=1}^{n_p} CF_k(OSP) \quad \text{와 같은 평균함수;}$$

[0097] - 최소함수;

[0098] - 최대함수; 또는

[0099] - L_2 -노름함수(norm function)일 수 있으나 이에 국한되지 않는다.

[0100] 당업자로부터 임의의 다른 알고 있는 함수가 사용될 수 있다.

[0101] 본 방법은 변수 파라미터(X_p)의 벡터가 적어도 하나의 광학 시스템 파라미터(OSP)를 변수 파라미터(X_p)의 각 벡터에 대해 선택함으로써 각각의 전체비용함수(GCF_p)에 대해 정의되는 변수 파라미터 정의단계 (v)의 벡터를 더 포함한다. 따라서, 후술되는 바와 같이, 변수 파라미터(X_p)의 벡터는 최적화 단계 동안 변하게 허용되는 광학 시스템 파라미터(OSP)를 포함한다.

[0102] 본 방법은 중간 광학 시스템(IOS)을 얻기 위해 변수 파라미터((X_1, \dots, X_{ND}))의 벡터의 광학 시스템 파라미터(OSP) 값을 변경함으로써 복수의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_{ND})가 최적화되는 최적화 단계를 더 포함한다. 다르게 말하

면, 최적화 단계는 ND 최적화 문제 $\min_{X_p} GCF_p(X_p)$ 를 해결하는데 있다.

[0103] 그런 후, 최적화 단계는 광학 시스템(OS)을 최종적으로 얻기 위해 균형에 도달될 때까지 반복된다.

[0104] 최적화 단계는 예컨대 다판단기준(Multicriteria) 방법을 이용해 행해질 수 있다.

[0105] 각 최적화 단계 동안 도 1b에 도시된 바와 같이 다른 비제한적인 실시예에서, 각각의 전체비용함수(GCF_1, \dots, GCF_{ND})는 예컨대 각 최적화 단계 후 새로운 중간 광학 시스템(IOS1, IOS2, IOS3, ...)을 얻기 위해 번갈아 최적화될 수 있다. 다르게 말하면, 각 최적화 단계 동안, 단지 하나의 전체비용함수(GCF_p)만이 한번에 최소화된다. 그런 후 최적화 단계는 최종 광학 시스템(OS)을 얻기 위해 균형에 도달할 때까지 반복된다.

[0106] 본 발명을 더 잘 예시하기 위해, (근시인 사람에 대해) -6 디옵터의 단일 비전렌즈인 광학 시스템을 최적화함으로써 계산하는 방법을 설명한다.

[0107] 이 예에서, 광학 설계자는 (표준편차로 기술된) 중앙시각에서의 배율 변화를 최소화하고 70° 의 응시방향의 총 각도 콘(angular cone)에 해당하는 평가영역에 걸쳐 중앙시각에서 디옵터와 난시 기준에 해당하는 광학 비용함수를 최소화함으로써 렌즈를 최적화하는 것을 목표로 한다.

[0108] 제 1 디사이플린과 제 2 디사이플린의 2개의 디사이플린이 정의된다.

[0109] 제 1 디사이플린은 중앙시각에서 기준도수(C_1)와 난시(C_2) 모두를 함께 모은다. 이 디사이플린에 대한 전체비용함수는 GCF_1 이다.

[0110] 목표치는 기준 C_1 및 C_2 모두에 대한 평가영역(D^j)과 관련있다. T_1^j 은 C_1 에 대한 평가영역에 대한 목표치를 의미한다. T_1^j 은 각 응시방향 D^j 에 대해 -6 디옵터와 같다. T_2^j 은 C_2 에 대한 평가영역에 대한 목표치를 의미한다. T_2^j 은 각 응시방향 D^j 에 대해 0 디옵터와 같다.

[0111] 각 응시방향 D^j 에 대해, 도수의 나머지(ΔP^j)와 난시의 나머지(ΔA^j)가 다음과 같이 계산된다:

[0112]
$$\Delta P^j(D^j,OSP) = H_1(D^j,OSP) - T^j_1$$

[0113]
$$\Delta A^j(D^j,OSP) = H_2(D^j,OSP) - T^j_2$$

[0114] H_1 은 각 응시방향 D^j 및 광학 시스템 파라미터(OSP)를 상정하면 중앙시각에서 도수값과 관련된 평가함수이다.

[0115] H_2 는 각 응시방향 D^j 및 광학 시스템 파라미터(OSP)를 상정하면 중앙시각에서 난시 값과 관련된 평가함수이다.

[0116] C_1 에 대한 비용함수 CF_1 은 다음과 같이 정의된다:

[0117]
$$CF_1 = \sum_{j=1}^N [\Delta P^j(D^j,OSP)]^2, \quad N=70$$

[0118] C_2 에 대한 비용함수 CF_2 은 다음과 같이 정의된다:

[0119]
$$CF_2 = \sum_{j=1}^N [\Delta A^j(D^j,OSP)]^2, \quad N=70$$

[0120] 제 1 디사이플린에 대한 전체비용함수(GCF_1)는

[0121] $GCF_1 = CF_1 + CF_2$ 이다.

[0122] 제 2 디사이플린은 중앙시각에서 배율(C_3)의 표준편차로 나타내진다. 이 디사이플린에 대한 전체비용함수는 GCF_2 이다.

[0123]
$$GCF_2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N \left[H_3(D^j,OSP) - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N H_3(D^j,OSP) \right]^2, \quad N=70$$

[0124] 여기서, H_3 는 각 응시방향 D^j 및 광학 시스템 파라미터(OSP)를 상정하면 중앙시각에서 배율 값과 관련된 평가함수이다.

[0125] 광학 시스템의 후면을 기술한 모든 광학 시스템 파라미터는 변수로 간주되고 CCF_1 과 관련있다. X_1 은 상기 변수 파라미터의 벡터를 나타낸다.

[0126] 광학 시스템의 전면을 기술한 모든 광학 시스템 파라미터는 변수로 간주되고 CCF_2 와 관련있다. X_2 은 상기 변수 파라미터의 벡터를 나타낸다.

[0127] 내쉬균형(Nash Equilibrium)에 도달할 때까지, 도 1b에 설명된 바와 같이 $CCF_1(X_1)$ 및 $CCF_2(X_2)$ 이 번갈아 최적화된다.

[0128] 균형에서, 전체비용함수는 다음과 같이 모두 최소화된다:

[0129] $GCF_1(X_1) = 75.08$

[0130] $GCF_2(X_2) = 0.010$.

[0131] 단지 난시와 도수 기준만이 최적화되고 단지 일면만 변하는 표준편차에 의해 얻은 종래 렌즈는 최종 광학 전체 비용함수가 65.01이 되게 한다. 이 때, 중앙시각에서 배율의 표준편차는 0.021이다.

- [0132] 이 예는 다른 타입들로부터의 기준은 최적화가 잘되기 때문에 본 방법의 이점들 중 하나를 강조한다. 실제로, 배율의 표준편차는 도수와 난시 기준을 제외하고 최적화된다. 더욱이, 다른 디사이플린들로 기준의 모음은 다른 크기 순을 갖는 기준을 관리하게 하고 각 디사이플린에 대한 광학 시스템 파라미터들 간에 다른 변수를 정의하게 한다.
- [0133] 도 2는 렌즈와 눈 시스템의 개략도를 도시한 것이다. 도 2를 참조하면, 눈 위치는 눈(CRE)의 회전중심과 입사 동공중심점(P)에 의해 정의될 수 있다. PS는 동공크기(비례해서 작성되지 않음)이다. CRE와 렌즈(20) 간의 거리(q')는 일반적으로 25.5mm로 설정되나 이에 국한되지 않으며, p' 는 CRE에 대한 눈 입사동공의 위치를 정의한다.
- [0134] 도 3은 광추적에 의한 중심시각 상황에서 기준을 평가하기 위한 목적으로 중앙시각의 모델을 도시한 것이다. 중앙시각 상황에서, 눈은 회전중심뿐만 아니라 눈의 입구동공 주위로 회전한다. 응시방향은 CRE에 중심을 둔 기준 축 $R=(X,Y,Z)$ 에 대해 측정된 2개 각(α, β)에 의해 정의된다. 응시방향(α, β)에서 중심시각 기준을 평가하기 위해, 응시광선(1)이 CRE로부터 응시방향(α, β)으로 세워진다. 11은 렌즈(20)를 통과한 후의 입사광선이다.
- [0135] 도 4는 광추적을 통해 주변시각 상황에서 기준을 평가하기 위한 목적으로 주변시각에 대한 모델을 도시한 것이다. 주변시각 상황에서, 응시방향(α, β)(미도시됨)은 고정되고, 대상은 응시방향과는 다른 주변 광선방향으로 보여진다. 주변광선방향은 눈 입사동공에 중심을 두고 기준축 $R'=(X',Y',Z')$ 에 대해 측정되고 고정방향(α, β)으로 주어진 응시방향 축을 따라 이동하며 도 4에서 축(X')으로 표현된 2개의 각(α', β')에 의해 정의된다. 주변광선방향(α', β')에서 주변시각 기준을 평가하기 위해, 주변광선(2)은 주변광선방향(α', β')에서 동공(P)의 중심으로부터 세워진다. 22는 렌즈(20)를 통과한 후의 입사광선이다.
- [0136] 중심시각에서 응시광선(1) 또는 주변시각에서 주변광선(2)에 따라, 광추적 소프트웨어는 도 3 및 도 4의 기준(11 및 22)하에서 번갈아 해당 입사광선을 계산한다. 그런 후, 대상점이 대상공간에서 광선에 선택되고, 이 대상으로부터 광속(光束)이 최종 이미지를 계산하기 위해 만들어진다. 그런 후 광추적은 선택된 기준을 계산하게 한다.
- [0137] 도 5 내지 도 13은 본 발명에 따른 기준의 기준평가방법을 도시한 것이다.
- [0138] 도 5는 원주시각에서 프리즘 편차(PD)를 평가하기 위한 광추적을 도시한 것이다. 원주시각에서 프리즘 편차는 상술한 바와 같이 입사동공의 중심에 있고 응시방향을 따라 이동하는 기준 축에 대해 주어진 주변광선방향(α', β')에 대한 주변광선의 광추적을 통해 평가된다. 응시방향 축(X')에 대해 주변광선방향(α', β')으로 입사동공의 중심에서 나온 광선(2)이 추적된다. 그런 후, 광선(2)에 해당하는 입사광선(22)이 세워진다. 프리즘 편차는 입사광선(22)과 광선(2) 방향으로 동공의 중심에서 나오며 렌즈(20)의 프리즘에 의해 벗어나지 않는 가상광선(3) 간의 각을 나타낸다.
- [0139] 도 6은 안경편차(OCD)를 나타낸다. 전혀 렌즈가 경로에 배치되지 않을 때 대상(10)에서 CRE로의 제 1 광선(33)과, 렌즈(20)의 추가로 인해 경로가 변경된 동일 대상에서 나온 제 2 광선(120)을 나타낸다. 광선(120)은 렌즈(20)를 통과한 후 이미지 공간에서의 광선(120)에 해당한다. 방향(α, β)에서 안경편차(OCD)는 중심시각에서 평가되며
- [0140] - 렌즈 없이 대상을 타겟으로 하는 눈의 방향(광선(33)으로 표시됨)과,
- [0141] - 상기 렌즈가 보는 사람의 눈 앞에 있을 때 동일 대상을 타겟으로 하는 눈의 방향(광선(12)으로 표시됨) 사이의 각으로 정의된다.
- [0142] 도 7은 동공광선 시계편차(PRFD)를 도시한 것으로, 눈 입사동공으로의 경로에 렌즈가 배치되지 않을 때 주변시야에 위치한 대상(10)에서 나온 제 1 광선(34)과 렌즈(20)의 도입에 의해 경로가 변경된 동일 대상에서 나온 제 2 입사광선(230)을 나타낸다. 광선(23)은 이미지 필드에서 입사광선(230)에 해당한다.
- [0143] 동공광선 시계편차(PRFD)는 주변시각에서 평가되며 이미지 공간에서
- [0144] - 눈의 주변 시야에 집중되는 대상에서 나와 동공의 중심으로 들어가는 직선광선(34)과,
- [0145] - 상기 렌즈가 착용자의 눈에 배치된 경우 동일 대상에서 나와 동공 중심으로 들어가는 광선(23) 사이의 각으로 정의된다.
- [0146] 도 8은 평면에서 중심시각에 있고 CRE로부터 나온 2개의 임의로 선택한 광선(4 및 5)에 대한 대상 시야를 도시한 것이다. 대상 시야는 대상 공간에서 광선(4 및 5)에 의해 결정된 렌즈의 각(角)부분 스캐닝을 관찰할 수 있

는 공간 부분을 나타낸다. 빗금친 부분(60)은 중심시각에서 대상 시야를 나타낸 것이다.

[0147] 도 9는 CRE로부터 나온 2개 광선(41 및 51)에 대한 중심 시각에서 시야(VF)의 예를 도시한 것이다. 렌즈(20)는 등난시라인(isoastigmatism lines)(201-206)이 있는 면으로 나타나 있다. 광선(41 및 51)은 방향(α)으로 주어 진 기설정된 수평축과 2개의 기설정된 등난시라인(201 및 204) 사이의 교차로서 정의된다. 이들 교차는 방향(α, β_1)을 따른 광선(41)과 방향(α, β_2)을 따른 광선(51)을 추적하게 한다. 중심시각에서 대상시야(VF)는 프리즘 편차 함수이고 2개의 광선에 대해 다음과 같이 수학적으로 표현될 수 있다:

$$VF(\alpha) = \left| \beta_1 + Dp_{-} H(\alpha, \beta_1) \right| + \left| \beta_2 + Dp_{-} H(\alpha, \beta_2) \right|$$

[0149] - $Dp_{-} H(\alpha, \beta_1)$ 은 응시방향(α, β_1)에서 수평 프리즘 편차를 나타낸다. 수평 프리즘 편차는 도 8에서 P를 기준으로 한 수평면에서 프리즘 편차의 성분이다.

[0150] - $Dp_{-} H(\alpha, \beta_2)$ 은 응시방향(α, β_2)에서 수평 프리즘 편차를 나타낸다.

[0151] 도 10은 중심시각에서 수평 프리즘 편차(HPD)를 도시한 것이다. 프리즘 편차는 광선(130)과 광선(35) 간의 각도 차로서 정의된다. 광선(130)은 대상 공간에서 광선(13)의 이미지이다. 광선(13)은 도 10에 도시된 바와 같이 눈의 회전중심에 중심을 둔 고정된 기준축(X,Y,Z)으로 방향(α, β)을 따라 눈 회전중심에서 나온다. 광선(35)은 방향(α, β)을 따라 눈 회전중심에서 나온 가상광선이며 렌즈의 프리즘에 의해 벗어나지 않는다. 수평 프리즘 편차(HPD)는 면(XOZ)의 프리즘 편차의 성분이며 다음을 통해 계산될 수 있다:

$$HPD = \left(Arc \sin \left(\left(\frac{V_{ini}^h \otimes V_{fin}^h}{\|V_{ini}^h\| \|V_{fin}^h\|} \right) \begin{bmatrix} - \\ y \end{bmatrix} \right) \right)$$

[0153] 여기서, $V^h = V \cdot \bar{Y}$ ($V \cdot \bar{Y}$), y_{ini} 및 y_{fin} 은 다른 광선(13 및 130)의 방향 벡터이다.

[0154] 도 11은 안경프레임 형태(210)를 나타낸 응시방향 세트에 의해 정의된 중앙시각에서 대상 시야의 또 다른 실시 예를 도시한 것이다. 렌즈(20)는 등난시라인(201-208)이 있는 표면으로 나타나 있다. 상기 응시방향의 각각의 (α_i, β_i)에 대해, 다음을 포함한 P_i 면을 정의한다:

[0155] - 응시방향(α_i, β_i)에 의해 정의된 벡터,

[0156] - 응시방향(0,0)에 의해 정의된 벡터,

[0157] - 눈의 회전 중심.

[0158] (α, β)=(0,0): $Dp_{-} i(0,0)$ 으로 주어진 응시방향에 대해 P_i 상에 투사된 프리즘 편차를 계산한다.

[0159] (α_i, β_i): $Dp_{-} i(\alpha_i, \beta_i)$ 로 주어진 응시방향에 대해 P_i 상에 투사된 프리즘 편차를 계산한다.

[0160] 이 시야는 총 대상 시야라 하며, 다음과 같이 수학적으로 표현될 수 있다:

$$VF = \bigcup_i \left| Dp_{-} i(0,0) + \beta_i + Dp_{-} i(\alpha_i, \beta_i) \right|$$

[0162] 여기서, $Dp_{-} i(\alpha_i, \beta_i)$ 는 면 P_i 상에 투사된 응시방향(α_i, β_i)에서 프리즘 편차를 나타낸다.

[0163] 도 12는 중심시각에서 이미지 시야를 도시한 것으로, 광선(4 및 5)은 중심시각에서 대상 시야를 정의하는데 사용되며, 도트부(70)는 빗금친 부분(60)에 표현된 중심시각에서 대상 시야를 상정한 중심시각에서 이미지 시야를 나타낸다.

[0164] 도 13은 면에서 주변시야와 눈(P)의 입사동공에서 나온 2개의 임의의 선택된 광선(6 및 7)에 대한 대상 시야를

도시한 것이다. 빗금친 부분(80)은 주변시야에서 대상 시야를 나타낸 것이다.

- [0165] 도 14는 주변시야에서 이미지 시야를 도시한 것으로, 광선(6 및 7)은 주변시야(80)에서 대상 시야를 정의하는데 사용되며 도트부(90)는 빗금친 부분(80)에 표현된 주변시각에서 대상 시야를 상정한 주변시각에서 이미지 시야를 나타낸다.
- [0166] 도 15는 착용자의 눈의 확대를 도시한 것이다. Ω 와 Ω' 는 번갈아 렌즈(20) 있는 상태와 없는 상태의 착용자의 눈을 관찰자가 보는 입체각이다. 관찰자는 눈이 21로 표시된 착용자의 거리(d)에 위치해 있고, 관찰자의 입사동공의 중심은 OP라 하며, 착용자의 눈(21)과 렌즈(20) 간의 거리를 q'라 한다. 예컨대, 거리(d)는 가령 1미터일 수 있다.
- [0167] 도 16a 및 도 16b는 관자놀이 이동(TS)을 나타낸 것이다. 관자놀이 이동은 관찰자가 착용자를 볼 때 렌즈(20)에 의해 유발된 프리즘 편차로 인한 것이다. OP는 착용자의 머리(25)를 보는 관찰자의 동공중심 점이다. 착용자의 눈을 21이라 하고, 착용자의 코를 27이라 하며, 착용자의 관자놀이를 26이라 한다. 착용자는 안경렌즈를 착용하고 있다. 관자놀이 이동은 관찰자가 렌즈가 없이 착용자의 관자놀이를 볼 때 관자놀이(26)로부터 나온 광선(100)과 관찰자가 렌즈(20)를 통해 착용자의 관자놀이를 볼 때 관자놀이(26)로부터 나온 광선(101) 사이의 각(角)(TS)으로 정의된다. 예컨대, 착용자와 관찰자 사이의 거리는 1미터 일 수 있다.
- [0168] 본 발명을 더 잘 예시하기 위해 비용함수의 비제한적인 실시예를 설명한다.
- [0169] 로컬 기준 C_k 에 대한 비용함수의 실시예를 먼저 설명하고 그런 후 전체기준 C_k 에 대해 설명한다.
- [0170] 로컬 기준 C_k 에 대해, 하기의 단계들이 실행된다:
- [0171] - 기준 C_k 에 대한 평가영역 D_k 을 정의한다. 평가영역은 하나 또는 다수의 평가영역 $D_k^i (i \in [1 \dots M_k], 1$ 이상의 정수 M_k 는 기준에 대한 평가영역의 개수를 나타냄)을 포함하며, 상기 평가영역은 상기 기준이 중앙시각 기준그룹에 속하는 경우 적어도 하나의 응시방향(α, β) 또는 상기 기준이 주변시각 기준그룹에 속하는 경우 적어도 하나의 주변광선방향(α', β')으로 정의된다;
- [0172] - 평가함수 H_k 를 정의한다: 기준 C_k 과 평가영역 D_k 을 포함한 쌍 $\{C_k, D_k\}$ 에 대해, 평가함수 H_k 는 광학 시스템 파라미터(OSP)에 의해 정의된 광학 시스템(OS)에 대한 수치 기준값 $H_k(D_k^i, OSP)$ 을 D_k 중 하나의 평가영역 D_k^i 에 결합시킨다;
- [0173] - 기준 C_k 을 포함한 3개 한 벌 $\{C_k, D_k, H_k\}$ 이 주어지면, 평가영역(D_k), 평가함수(H_k), 및 광학 시스템 파라미터(OSP)가 비용함수 $CF_k(OSP)$ 를 정의한다. 비용함수 CF_k 는 수치값을 영역 D_k 에 대한 기준 C_k 에 결합시킨다.
- [0174] - 주어진 기준 C_k 은 결국 다른 평가영역들에 여러 번 사용될 수 있다; 예컨대, CF_1 및 CF_2 가 이 주어진 기준 C_k 에 결합될 수 있다.
- [0175] - 목표치가 평가영역에 결합될 수 있다. 목표치는 여러가지 방법으로, 즉,
 - [0176] · "타겟 렌즈"를 이용함으로써(선택된 기준에 대해, 목표치가 타겟 렌즈로부터 계산되고 목표치로 더 사용됨);
 - [0177] · 기준과 평가 도메인의 해당 세트에 대한 목표치가 기설정된 데이터베이스를 이용함으로써; 및
 - [0178] · 분석함수를 이용함으로써 광학 설계자에 의해 결정될 수 있다.
- [0179] 기준 값과 해당 목표치 세트가 주어지면, 비용함수는 다음과 같이 수학적으로 정의될 수 있다:

$$CF_k(OSP) = \prod_{i=1}^{Mk} w_k^i E(H_k(D_k^i, OSP) - T_k^i)^2$$

- [0180]
- [0181] 여기서, T_k^i 는 평가영역 D_k^i 에 대한 목표치이고, w_k^i 는 기설정된 가중치이다.
- [0182] 이점적으로, 목표치는 사전결정될 필요는 없다.

[0183] 예컨대, 비용함수는 다음과 같이 정의될 수 있다:

[0184] * 기준 C_k 과 관련된 D_k 에 대한 최대치:

[0185]
$$CF_k(OSP) = \max_{i=1..Mk} (H_k(D_k^i, OSP)^2),$$
 또는

[0186]
$$CF_k(OSP) = \left\lfloor \max_{i=1..Mk} H_k(D_k^i, OSP) \right\rfloor^2,$$

[0187] 여기서 \max_i 는 C_k 와 관련된 평가지역 D_k 의 평가영역에 대한 H_k 의 최대값을 반환한다.

[0188] * 가중치 합:

[0189]
$$CF_k(OSP) = \left[\sum_{i=1}^{Mk} w_k^i * H_k(D_k^i, OSP) \right]^2$$

[0190] 여기서, w_k^i 는 기설정된 가중치이다.

[0191] * 평가함수 H_k 의 모든 평가영역 D_k^i 에 대한 평균치:

[0192]
$$CF_k(OSP) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{Mk} H_k(D_k^i, OSP)$$

[0193] 전체기준 C_k 에 대해, 다음의 단계들이 실행된다.

[0194] - 평가함수 H_k 를 정의한다: 기준 C_k 에 대해, 평가함수 H_k 는 광학 시스템 파라미터(OSP)에 의해 정의된 광학 시스템(OS)에 대한 수치 기준값 $H_k(OSP)$ 을 결합시킨다;

[0195] - 평가함수 H_k 와 광학 시스템 파라미터(OSP)가 주어지면, 비용함수 $CF_k(OSP)$ 를 정의한다. 비용함수 CF_k 는 수치값을 기준 C_k 에 결합시킨다.

[0196] -목표치가 기준에 결합될 수 있다. 목표치는 여러 가지 방법으로, 즉,

[0197] · "타겟 렌즈"를 이용함으로써(선택된 기준에 대해, 목표치가 타겟 렌즈로부터 계산되고 목표치로 더 사용됨);

[0198] · 목표치가 기설정된 데이터베이스를 이용함으로써; 및

[0199] · 분석함수를 이용함으로써 광학 설계자에 의해 결정될 수 있다.

[0200] 기준 값과 해당 목표치가 주어지면, 비용함수는 다음과 같이 수학적으로 정의될 수 있다:

[0201]
$$CF_k(OSP) = w_k * (H_k(OSP) - T_k)^2$$

[0202] 여기서, T_k 는 목표치이고, w_k 는 기설정된 가중치이다.

[0203] 이점적으로, 목표치는 사전결정될 필요는 없다.

[0204] 예컨대, 비용함수는 평가함수 H_k 로서 정의될 수 있다:

[0205]
$$CF_k(OSP) = H_k(OSP)$$

[0206] 예컨대, 임의의 다른 실(實) 함수일 수 있다:

[0207]
$$CF_k(OSP) = (H_k(OSP))^2$$

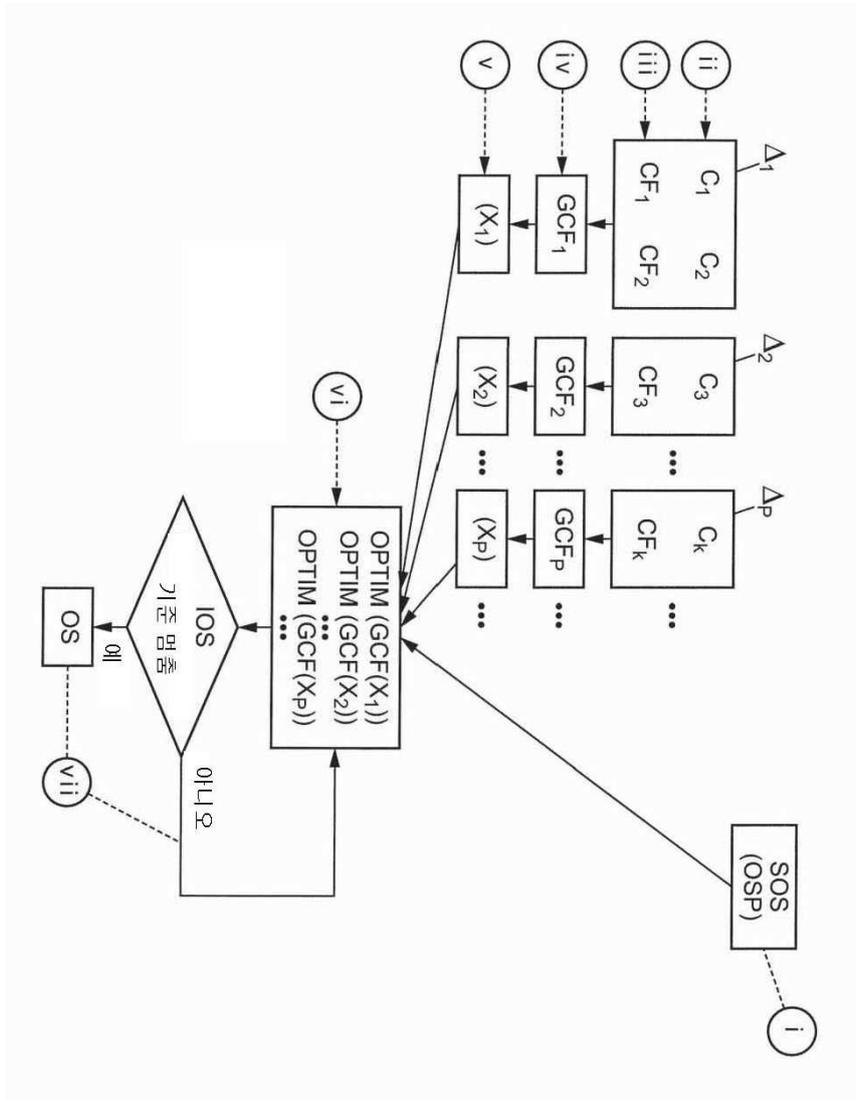
[0208] 따라서, 본 발명은 모든 종류의 광학 렌즈, 특히, 안경 렌즈, 예컨대, 단일비전(구형, 토로이드형), 이중초점, 누진, 비구면 렌즈 등에 사용될 수 있는 광학 시스템을 최적화함으로써 계산하는 방법을 제공한다.

[0209] 본 발명은 즉 광학 시스템에 대한 실시예들의 도움으로 상기에서 기술하였다. 이들 실시예들은 전체 발명의 개념을 제한하지 않고 모든 종류의 기술분야에 대한 시스템을 최적화함으로써 계산하는 방법을 제공하는 것임을 분명히 말하고 있다.

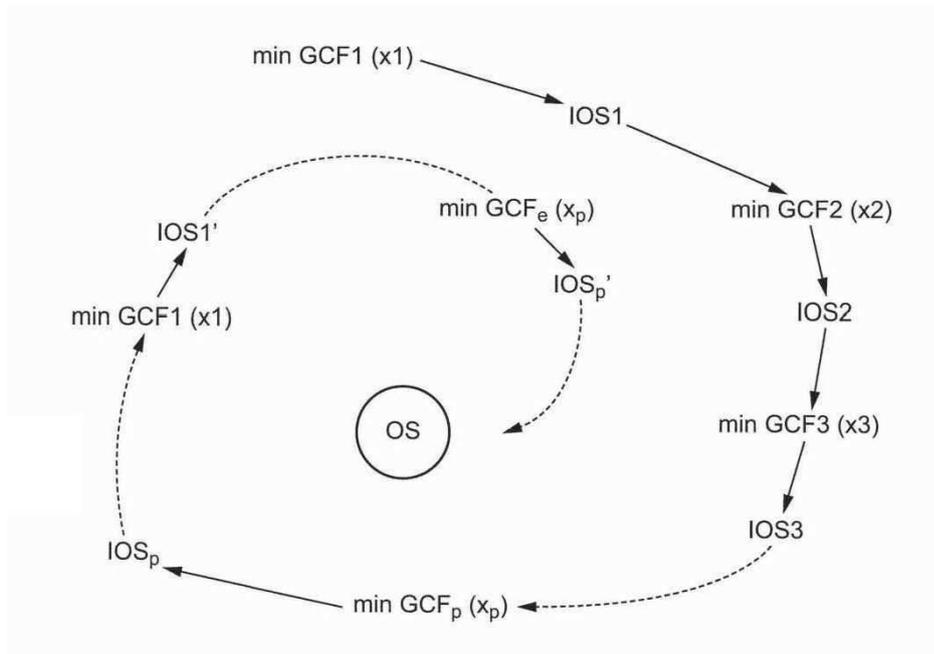
[0210] 본 발명은 복잡한 시스템을 다루는 경우 특히 중요하다. 예로써, 와이퍼와 방풍유리 표면의 결합 최적화는 해결될 이런 복잡한 문제이다.

도면

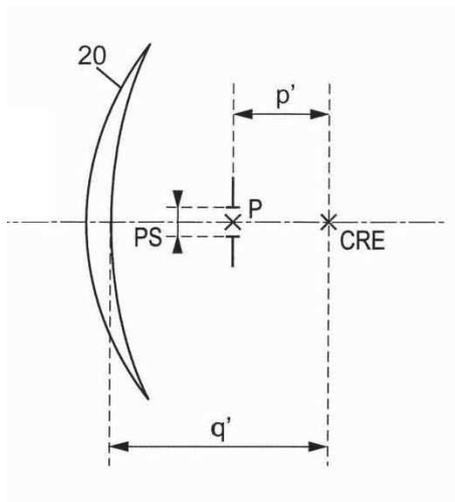
도면1a



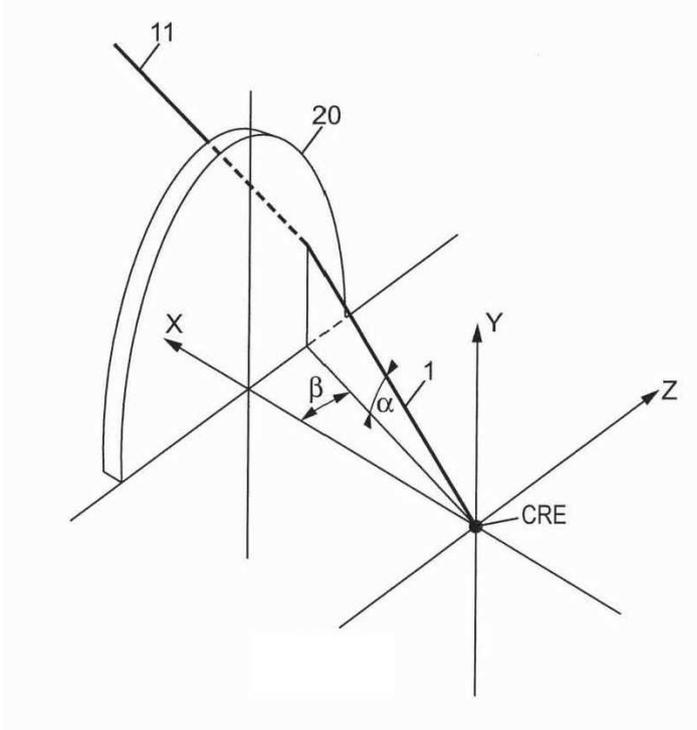
도면1b



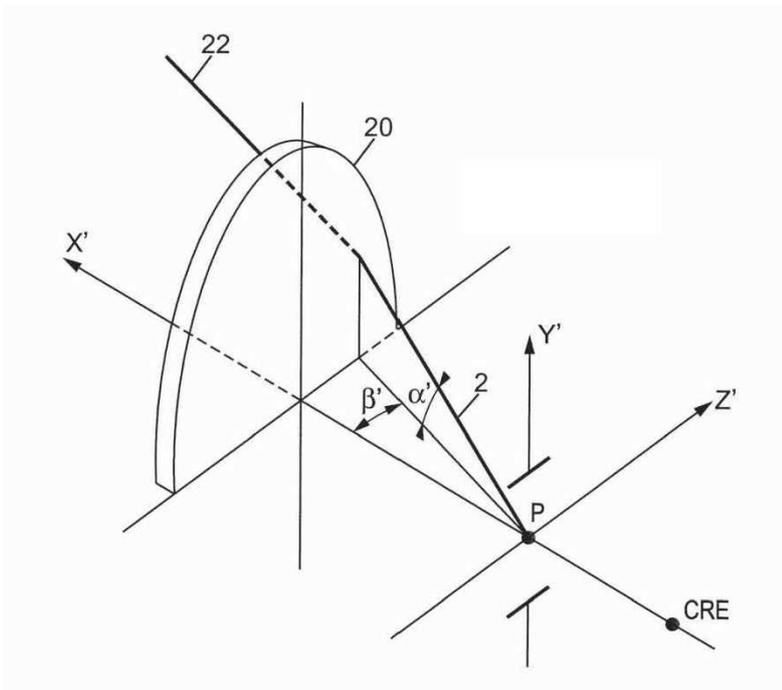
도면2



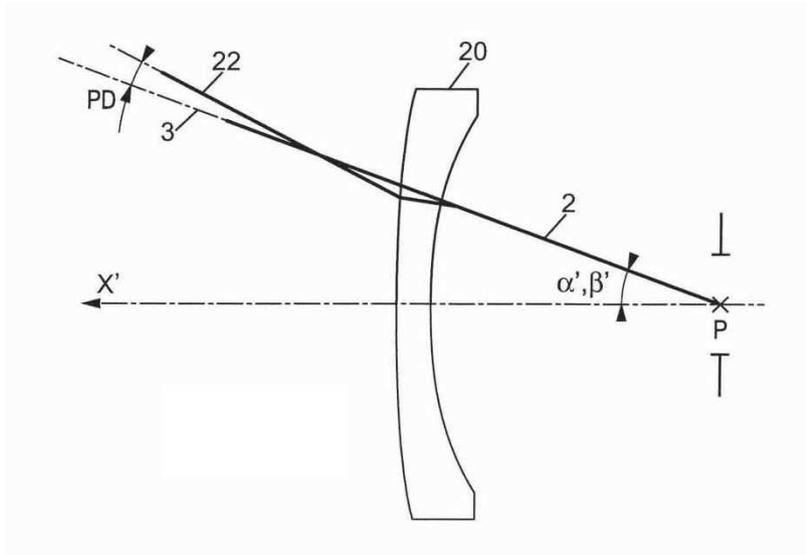
도면3



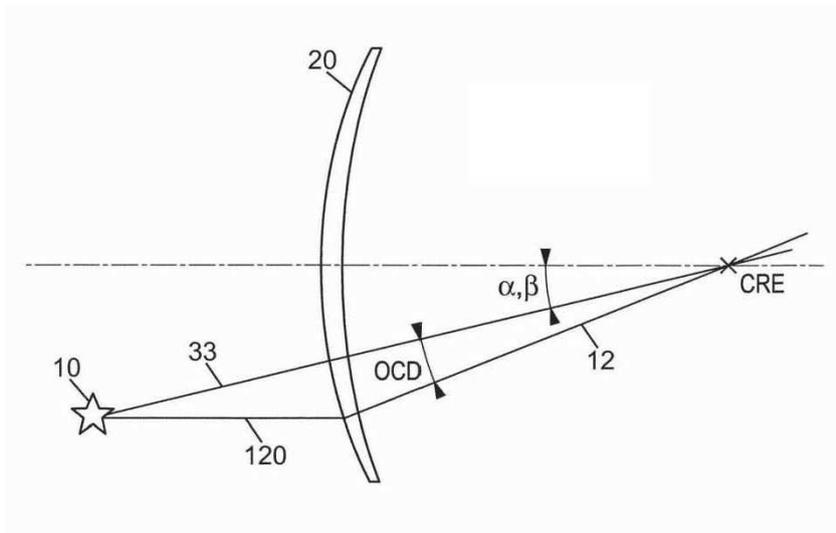
도면4



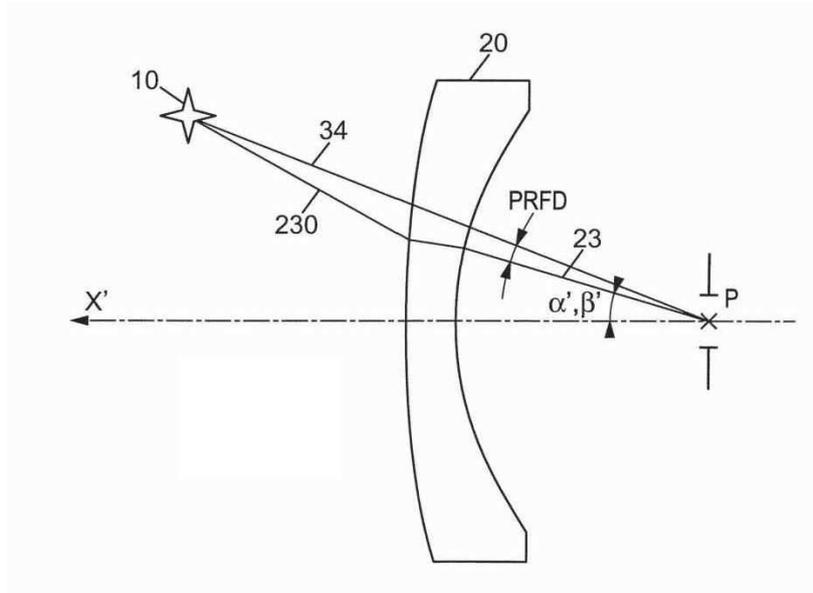
도면5



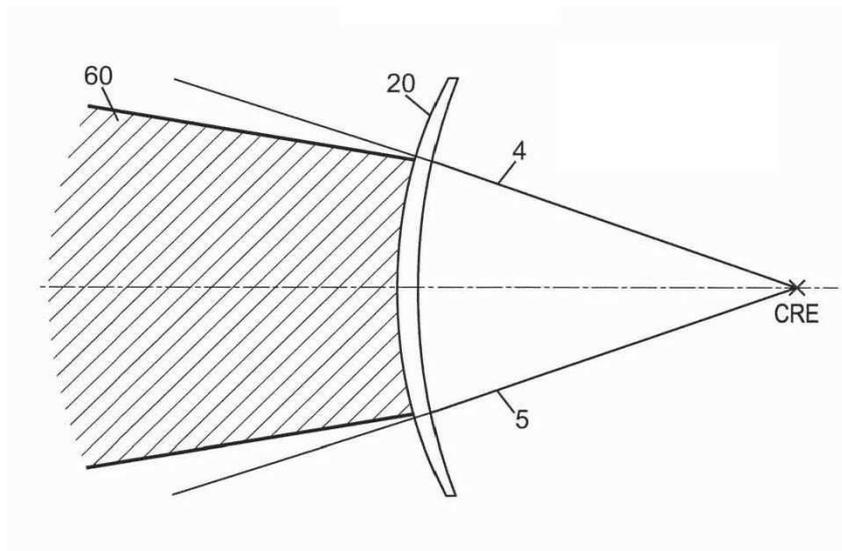
도면6



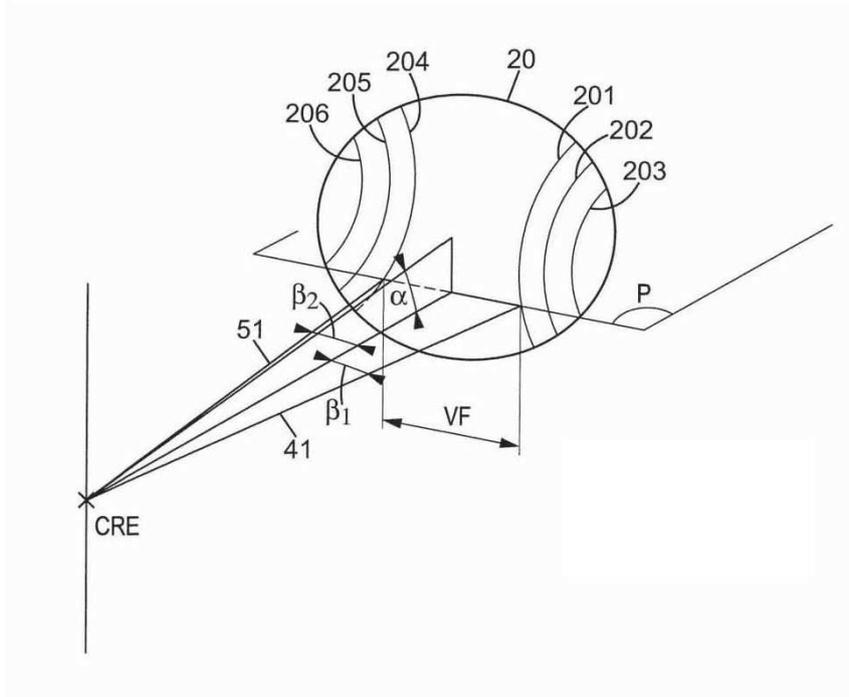
도면7



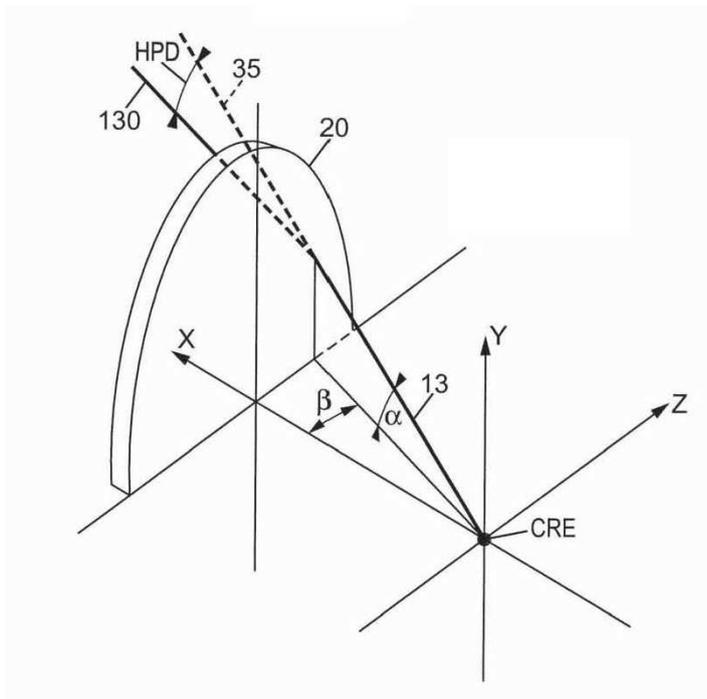
도면8



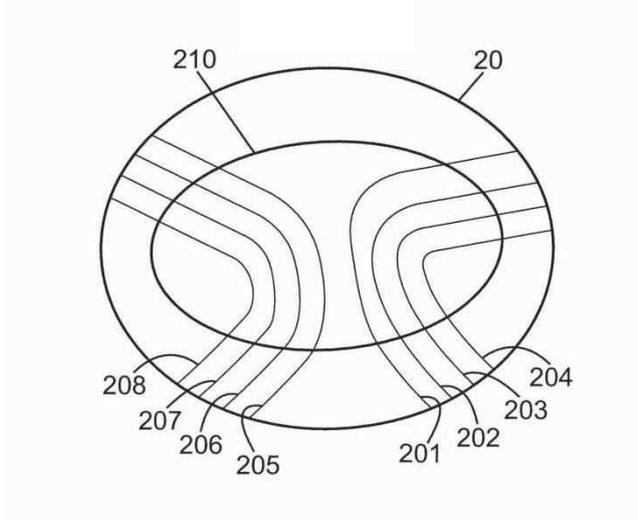
도면9



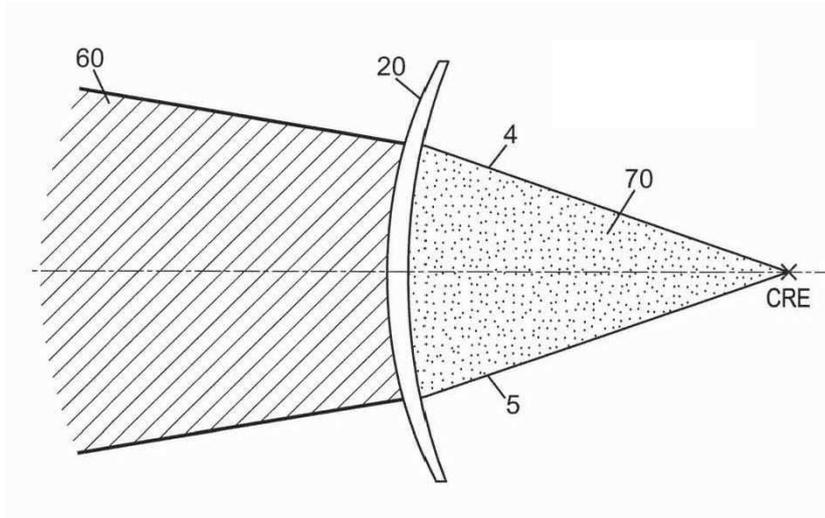
도면10



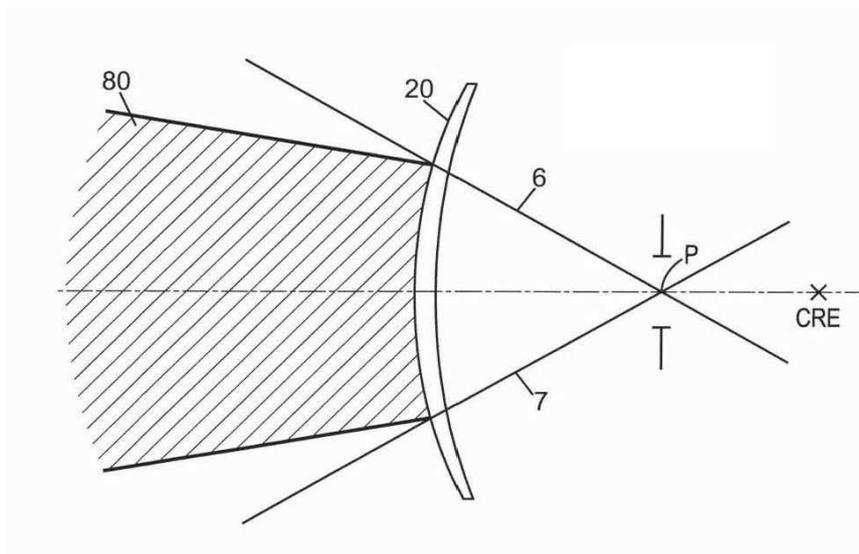
도면11



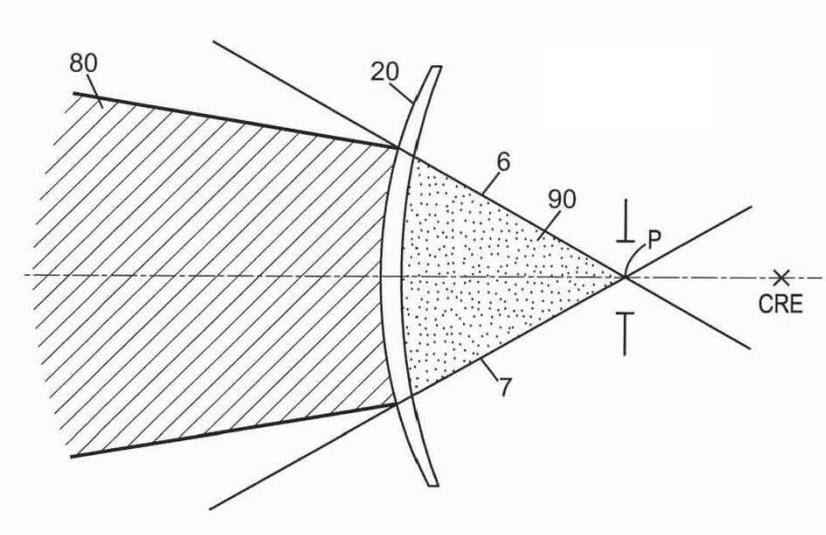
도면12



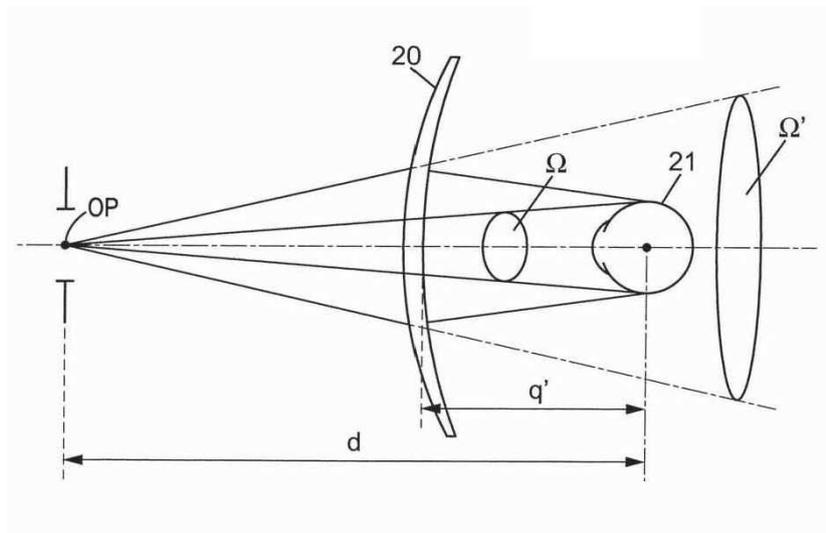
도면13



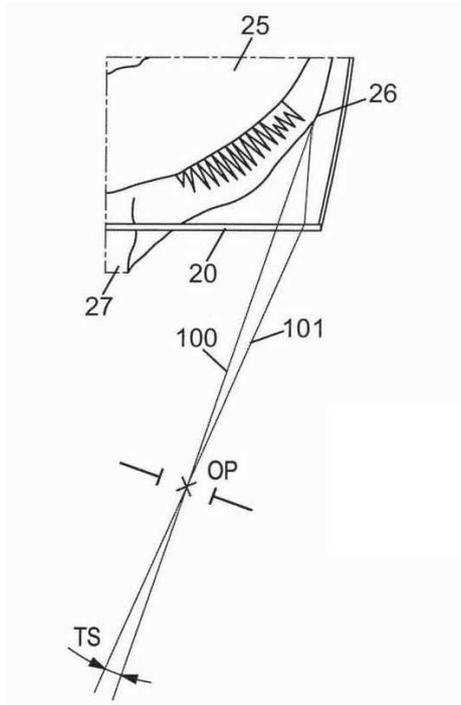
도면14



도면15



도면16a



도면16b

