



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월28일
(11) 등록번호 10-1301053
(24) 등록일자 2013년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61F 2/16 (2006.01) A61F 2/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7009832
(22) 출원일자(국제) 2005년10월31일
심사청구일자 2010년10월27일
(85) 번역문제출일자 2007년04월30일
(65) 공개번호 10-2007-0065899
(43) 공개일자 2007년06월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/039101
(87) 국제공개번호 WO 2006/050171
국제공개일자 2006년05월11일
(30) 우선권주장
11/261,035 2005년10월28일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
US4601545 A
US6638304 B2
US4787903 A
JP평성08508826 A

(73) 특허권자
이-비전 엘엘씨
미국 버지니아주 24019 로아노크 밸리파크 드라이브 5241
(72) 발명자
블럼 로널드 디
미국 버지니아주 24014 로아노크 실버 폭스 로드 4320
코코나스키 윌리엄
미국 워싱턴주 98335 각 하버 엔더블유 44 스트리트 코트 1807
(74) 대리인
김동완

전체 청구항 수 : 총 21 항

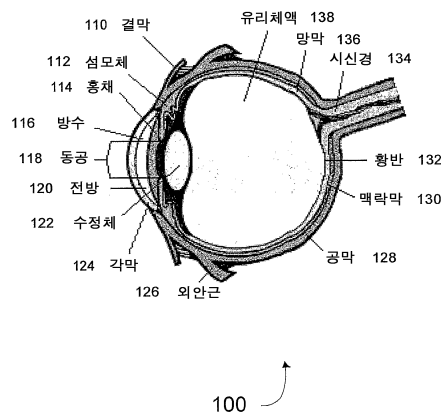
심사관 : 현승훈

(54) 발명의 명칭 전기-활성 안구내 렌즈

(57) 요약

다수의 독립적으로 제어 가능한 구역 도는 픽셀 및 원격으로 프로그래밍되는 것이 가능한 제어기를 포함한 전기-활성 렌즈를 포함한 안구내 렌즈 시스템이 제공된다.

대표도



(30) 우선권주장

60/623,935 2004년11월02일 미국(US)

60/636,490 2004년12월17일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

i) 독립적으로 제어 가능한 다수의 구역 또는 픽셀을 포함한 전기-활성 엘레먼트; 및 ii) 상기 전기-활성 엘레먼트와 작동 가능하게 연결된 원격으로 프로그래밍 가능한 제어기;로 이루어진 안구내 시스템에 있어서,

상기 전기-활성 엘레먼트는 사용자의 눈 내로 삽입하기 전에 접혀진 상태이며 사용자의 눈 내로 삽입한 후에 펼쳐진 상태이고, 전기-활성 엘레먼트는 사용자 망막의 선택된 부분으로 안구 시스템의 초점을 이동시킬 수 있도록 원격으로 변경 가능한 프리즘 파워를 제공함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 전기-활성 엘레먼트와 전기적으로 커뮤니케이션하는 전원을 더욱 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 전원은 전기-활성 엘레먼트에 인접하여 위치하는 에너지 저장 요소를 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 에너지 저장 요소는 배터리 및 축전기로 구성된 세트를 적어도 하나 이상 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 5

제 3항에 있어서, 상기 에너지 저장 요소에 전기를 선택적으로 공급하도록 개조된 충전 배열을 더욱 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 충전 배열은 상기 에너지 저장 요소와 전기적으로 커뮤니케이션하는 압전기 요소를 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 압전기 요소는 피험자 안구의 섬모체에 부착되도록 개조되고 상기 섬모체의 운동에 반응하여 전기를 생성하도록 개조됨을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 8

제 5항에 있어서, 상기 충전 배열은 피험자 안구 외부에 존재시 유도에 의해 상기 에너지 저장 요소를 충전하도록 개조된 외부 유도성 요소를 더욱 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 외부 유도성 요소는 필로우(pillow) 내부에 일부분이 배치됨을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 10

제 8항에 있어서, 상기 외부 유도성 요소는 안경 어셈블리(assembly)에 부착됨을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 11

제 5항에 있어서, 상기 충전 배열은 태양 전지를 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 12

제 5항에 있어서, 상기 충전 배열은 전기 버스(electrical bus)에 의해 상기 에너지 저장 요소에 전도적으로 연결되는 외부 전기 전원을 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 13

제 1항에 있어서, 상기 안구내 시스템은 제어기에 연결된 안테나; 및 상기 안테나를 통해 상기 제어기와 무선으로 커뮤니케이션하도록 개조된 무선 프로그래밍 유닛;를 더욱 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 14

제 1항에 있어서, 상기 전기-활성 엘레먼트는 전기-활성 엘레먼트에 부착된 기본 렌즈 엘레먼트를 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 기본 렌즈 엘레먼트는 고정된 기본 굴절력을 제공하도록 형성됨을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 16

제 1항에 있어서, 상기 전기-활성 엘레먼트는 적어도 하나 이상의 일반적(conventional) 굴절 오류를 선택적으로 교정하도록 개조됨을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 17

제 1항에 있어서, 상기 전기-활성 엘레먼트는 적어도 하나 이상의 비-일반적 굴절 오류를 선택적으로 교정하도록 개조됨을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 18

제 1항에 있어서, 상기 안구내 시스템은 전기-활성 엘레먼트에 부착되고 피험자 안구의 막 내에 안구내 렌즈를 안정하게 위치시키도록 개조된 적어도 하나 이상의 고정기를 더욱 포함함을 특징으로 하는 안구내 시스템

청구항 19

이중-안정성 액체 분자를 함유한 전기-활성 렌즈 엘레먼트를 포함하는 안구내 시스템

청구항 20

원격으로 재충전 가능한 전원을 통해 전력이 공급되는 전기-활성 렌즈 엘레먼트를 포함하는 안구내 시스템

청구항 21

전기-활성 엘레먼트 및 비-전기-활성 원근조절 렌즈 모듈을 포함한 안구내 렌즈 시스템에 있어서, 상기 전기-활성 엘레먼트 및 비-전기-활성 원근조절 렌즈는 광학적으로 커뮤니케이션함을 특징으로 하는 안구내 시스템

명세서**기술분야**

[0001] 본 발명은 안구내 렌즈(Intraocular Lens, IOL)에 관한 것이다. 특히 본 발명은 전기-활성 요소가 적어도 일부의 IOL 굴절력 또는 프리즘 파워(prismatic power) 또는 적어도 일부의 착색을 제공하는 안구내 렌즈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 관련 특허 및 출원

[0003] 본 출원은 참고사항으로 그 전체가 포함되어 있는 2004년 11월 2일 출원된 잠정출원 제60/623,946호 및 2004년 12월 17일에 제출된 제60/636,490호의 이익을 청구한다.

[0004] 하기 출원, 잠정출원 및 특허는 참고로 그 전체가 포함되어 있다: 2005년 9월 22일 출원된 미국 출원 제 11/232,551; 2005년 7월 19일 등록된 미국 특허 제6,918,670; 2005년 7월 18일 출원된 미국 출원 제11/183,454 호; 2005년 7월 21일 출원된 미국 잠정출원 제60/692,270호; 2005년 6월 6일 출원된 미국 잠정출원 제 60/687,342호; 2005년 6월 6일 출원된 미국 잠정출원 제60/687,341호; 2005년 5월 31일 출원된 미국 잠정출원 제60/685,407호; 2005년 5월 10일 출원된 미국 잠정출원 제60/679,241호; 2005년 4월 26일 출원된 미국 잠정출원 제60/674,702호; 2005년 4월 22일 출원된 미국 잠정출원 제60/673,758호; 2005년 4월 19일 출원된 미국 출원 제11/109,360호; 2005년 4월 8일 출원된 미국 잠정출원 제60/669,403호; 2005년 4월 1일 출원된 미국 잠정출원 제60/667,094호; 2005년 3월 30일 출원된 미국 잠정출원 제60/666,167호; 2005년 3월 29일 등록된 미국 특허 제6,871,951; 2005년 3월 28일 출원된 미국 출원 제11/091,104호; 2005년 3월 16일 출원된 미국 잠정출원 제60/661,925호; 2005년 3월 9일 출원된 미국 잠정출원 제60/659,431호; 2005년 2월 22일 출원된 미국 출원 제 11/063,323호; 2005년 2월 22일 등록된 미국 특허 제6,857,741호; 2005년 2월 8일 등록된 미국 특허 제 6,851,805, 2005년 1월 14일 출원된 미국 출원 제11/036,501호; 2005년 1월 6일 출원된 미국 출원 제 11/030,690호; 2004년 11월 24일 출원된 미국 출원 제10/996,781호; 2004년 11월 2일 출원된 미국 잠정출원 제 60/623,947호; 2004년 8월 24일 출원된 미국 출원 제10/924,619호 ; 2004년 8월 13일 출원된 미국 출원 제 10/918,496호; 2004년 6월 9일 출원된 미국 출원 제10/863,949호; 2004년 5월 11일 등록된 미국 특허 제 6,733,130호; 2004년 2월 5일 출원된 미국 출원 제10/772,917; 2003년 9월 16일 등록된 미국 특허 제 6,619,799호; 2003년 8월 20일 출원된 미국 출원 제10/664,112호; 2003년 7월 25일 출원된 미국 출원 제 10/627,828호; 2003년 3월 12일 출원된 미국 출원 제10/387,143호 ; 2003년 2월 11일 등록된 미국 특허 제 6,517,203호; 2002년 12월 10일 등록된 미국 특허 제6,491,391호; 2002년 12월 10일 등록된 미국 특허 제 6,491,394호; 및 2002년 10월 4일 출원된 미국 출원 제10/263,707호.

[0005] 안구내 렌즈(IOL)는 일반적으로 안구의 천연 수정체를 대체하거나 보충하기 위해 안구 내에 외과적으로 이식된 영구적인 플라스틱 렌즈이다. 이는 백내장 환자의 시력을 회복시키기 위해 1960년대 이후 미국에서 사용되고 있고 더욱 최근에는 여러 형태의 굴절성 안구 수술에서 사용되고 있다.

[0006] 천연 수정체는 안구의 복합적인 시력 시스템의 중요한 요소이다. 수정체는 건강한 안구의 굴절력의 총 60 디옵터 중 약 17 디옵터를 제공한다. 또한 건강한 수정체는 수정체 주변을 둘러싸는 근육성 섬모체에 의해 변형시 조정 가능한 초점조절을 제공한다. 안구가 노화됨에 따라 수정체의 유연성이 감소되고 이러한 조정 가능한 초점 조절이 감소된다. 따라서 이러한 중요한 수정체는 대부분 노화와 함께 반드시 유연성을 상실하고 또한 종종 백내장 또는 다른 질환에 의해 노화와 함께 투명도를 상실한다.

[0007] 백내장 수술시 사용되는 대부분의 안구내 렌즈는 천연 수정체를 제거하는데 사용된 동일한 작은 틈을 통해 접혀서 삽입된다. 안구 내에 삽입되면 렌즈는 그의 전체 크기로 펼쳐진다. 안구 내 틈은 아주 작아서 봉합하지 않고도 그 자체로 빠르게 치유된다. 안구내 렌즈는 신체에 의한 거부 반응을 유발하지 않는 불활성 물질로 이루어진다.

[0008] 대부분의 경우 IOL은 영구적이다. 이는 수술 전 안구의 측정이 IOL의 필요한 초점조절력을 정확하게 측정하지

많은 경우를 제외하고는 거의 교체할 필요가 없다. 또한 수술 자체는 안구의 시력 특성을 변화시킨다. 대부분의 경우 백내장 수술 동안 이식된 안구내 렌즈는 단일초점 렌즈이고 IOL의 시력은 안구의 시력이 원거리 시력으로 세팅되도록 선택된다. 따라서 대부분의 경우 환자는 수술 후 독서용 안경을 여전히 필요로 할 것이다. 안구내 렌즈 이식은 노안 환자에 있어서 원거리에서 명확한 시력을 제공하고 근거리 범위에 대해서는 적당한 시력을 제공함으로써 안구의 천연 수정체와 더 많이 유사한 기능을 하도록 시도하는 정적 다중초점 렌즈도 된다. 모든 환자가 다중초점 렌즈에 대한 적합한 후보가 되는 것은 아니나 렌즈를 사용할 수 있는 사람은 그 결과에 어느 정도 만족한다.

[0009] 더욱 최근에는 원근조절 IOL이 도입되었다. 이들 원근조절 IOL은 실제로 천연 수정체가 초점을 맞추는 방식과 유사하게 뇌로부터의 원근조절 자극에 대해 근육성 섬모체가 반응하는 운동(물리적으로는 안와 내 변형 및/또는 변역)에 의해 초점을 변화시킨다. 이들은 유망성을 제공하나 원근조절 IOL은 여전히 완벽한 것은 아니다. 이들의 제한적인 성공에도 불구하고 다중-초점 IOL 및 현재 원근조절 IOL은 건강한 천연 수정체와 비교시 성능 상의 실질적인 감소를 지닌다.

[0010] 노안을 교정하는 전망을 보유한 또다른 안구 렌즈는 소직경 각막 감입(Small Diameter Corneal Inlay, SDCI)이다. 소직경 각막 감입(SDCI)은 이중초점 콘택트렌즈와 유사한 효과를 생성하도록 각막 조직 내에 삽입되는 처방 렌즈이다. 소직경 각막 감입(SDCI)은 개발 초기 단계이고 이들이 얼마나 잘 기능하고 얼마나 효과적이 될 것 인지를 이해하기는 아직 너무 이르다.

[0011] 이들 모든 신생 수술 절차가 그의 장점을 지니고 있으나 이들 모두는 어리고 건강한 천연 수정체와 비교시 성능 상에서 실질적인 감소를 지닌다. 본 발명은 천연 수정체와 유사한 방식으로 작용하는 안구내 렌즈를 제공함으로써 이들의 결점을 처리하고자 한다.

[0012] 발명의 요약

[0013] 본 발명의 하나의 예시적 관점은 다수의 독립적으로 제어 가능한 구역 또는 픽셀을 포함한 전기-활성 렌즈 및 원격으로 프로그래밍되는 것이 가능한 제어기를 포함한 안구내 렌즈 시스템을 제공한다.

[0014] 변이 및 변형이 본 발명의 신규한 개념의 정신 및 범위에 위배됨이 없이 효력을 발휘하나 본 발명의 또다른 관점은 하기 도면을 참고로 하기 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 상세한 설명

[0015] 이하 본 발명의 다양한 실시태양이 설명될 것이다. 여기서 사용된 단수 형태의 어떠한 용어도 복수 형태로 해석되고, 또한 복수 형태의 어떠한 용어도 단수 형태로 해석된다.

[0016] 전기-활성 물질은 전기 제어에 의해 변화되는 시력 특성을 포함한다. 예를 들어 광 투과는 착색 또는 선글라스 효과를 생성하도록 제어된다. 또한 굴절률은 초점조절 또는 프리즘 효과를 생성하도록 전기적으로 제어된다. 전기-활성 물질의 하나의 분류는 액정이다. 액정은 결정성 고체와 비결정성 액체 사이의 중간체인 응집 상태를 포함한다. 액정의 특성은 전기적으로, 열적으로 또는 화학적으로 제어된다. 많은 액정은 막대-유사 분자로 구성되고, 광범위하게는 네마틱, 콜레스테릭 및 스멕틱으로 분류된다.

- [0017] IOL에 유용한 전기-활성 물질의 여러 가지 특성이 존재한다. 첫 번째로 시력 특성이 박중(두꺼운 렌즈를 필요로 하는 통상의 렌즈의 곡률에 의해서 보다는)에 의해 생성된다. 이들 박중은 통상의 렌즈가 놓이기 어려운 위치 예를 들면 안구의 전방(홍채와 수정체 사이)에 놓인다. 더욱이 안구의 전방 또는 후방에 놓이는 얇은 구조 내에서 프리즘, 통상의 굴절 오류 또는 높은 차수의 수차 교정을 포함한 생성된 전체 시력에 대한 추가적인 효과를 획득하는 방식으로 전기-활성층을 적층(시각적으로 일렬로 위치시킴)하는 것이 가능하다.
- [0018] 두 번째로 시력 특성이 능동적으로 제어된다. 예를 들어 전기-활성 렌즈는 밝은 광 조건 하에서 더 어둡게 된다(더 착색되고 광을 덜 투과시킴). 이러한 착색은 예를 들어 포토다이오드 또는 태양 전지를 사용하여 광도를 측정함으로써 자동적으로 생성된다. 대안으로 착색은 원격 제어 방식으로 사용자의 결정에 의해 제어된다.
- [0019] 유사하게는 전기-활성 렌즈의 초점은 전기적으로 제어된다. 초점은 예를 들어 거리 측정기 또는 경사계 또는 양안의 방향에 기반한 3각 측량, 안구의 근육에 의한 렌즈 상에 미치는 힘을 이용하여 자동적으로 제어된다. 대안으로 초점은 원격 제어 방식으로 사용자의 결정에 의해 제어된다.
- [0020] 세 번째로 전기적 제어는 복잡적이고 높은 차수의 시각 결함을 보정하기 위한 잠재력을 생성한다. 통상의 안구 내 렌즈는 다양한 제조 원인에 대한 특정 시각적 결함을 다루는데 제한적이다. 그러나 다수의 개별적으로 처리 가능한 제어된 작은 요소(예를 들어 매우 작은 픽셀 배열)을 지닌 전기-활성 렌즈가 일련의 동심원 또는 일련의 거의 동심 타원 또는 시각 결함을 효과적으로 교정하는 주문 제작된 형상과 같은 임의의 형상의 개별적으로 처리 가능한 요소를 생성함으로써 단순화된다. 작은 픽셀 배열의 디자인, 제조 또는 제어는 액정 디스플레이(LCD)의 제조와 유사성을 지닌다. 안구의 높은 차수의 수차와 같은 복잡한 시각 결함의 교정은 "초인적인" 시각 예민성의 가능성을 생성하고 시력은 렌즈(생물학적 또는 교정적)에 의해 제한되는 것이 아니라 망막 내 광수용체 세포의 고유의 해부학 및 물리학에 의해 제한된다. 20/10 시력 이상이 추가 확대가 고려되기 전에 가능하다. 또한 전기-활성 렌즈가 망원경 또는 현미경으로서 작용하는 것이 가능하다.
- [0021] 네 번째로 전기적 제어는 기술된 바와 같은 전기-활성 IOL의 시력 특성을 변화시키는 잠재력을 생성한다. 예를 들어 수술 동안 발생하는 어떠한 변화 또는 수술 후 굴절 오류를 계산하거나 평가할 때의 오류 문제를 보정하기 위해 바람직한 시력 특성은 IOL이 외과적으로 이식된 후 측정된다. 유사하게는 IOL의 시력 특성은 사용자의 안구 내 변화를 보정하는 시간에 따라 변화한다. 예를 들어 사용자가 망막 일부에 영향일 미치는 퇴행성 질환을 지닌 경우 손상되지 않은 망막 일부에 이미지를 이동시키기 위해 이식된 전기-활성 IOL이 프리즘 파워를 생성하게 하거나 그의 프리즘 파워를 변화시키도록 원격으로 유발하는 것이 가능하다. 예로서 각 개월마다(또는 필요시) 이미지는 최대 농도의 수용체 세포를 지닌 망막의 손상되지 않은 부분으로 이동된다. 이러한 변화는 외과수술 후 및 원격으로 달성될 수 있다(추가 수술 없음을 의미).
- [0022] 다섯 번째로 전기적 제어는 사용자가 초점을 자동적으로 또는 본능적으로 제어하는 잠재력을 생성한다. 예를 들어 근육성 섬모체의 수축은 압전기 요소(압력전달계와 같은)에 의해 측정될 수 있고, 이후 이들 수축은 섬모체가 물리적 변형에 의해 천연 수정체의 초점을 맞추는 것과 유사한 방식으로 IOL의 초점을 전기적으로 조정하는 제어 입력으로서 사용될 수 있다. 대안으로 이론상 초점은 뇌로부터 직접적으로 전기 신호에 의해 제어된다. 인공 사지의 최근 개발인 이러한 기술을 이용한다.
- [0023] 여섯 번째로 전기적 제어는 시야를 이동시켜 안구가 움직이는 것을 방지하는 질환에 대해 보정하는 잠재력을 생성한다. 병에 걸린 근육(더 이상 안구를 움직일 수 없는)에 대한 신경 신호가 해석되고 번역되고 시야를 전기적으로 이동시키는데 이용된다.
- [0024] 일곱 번째로 많은 형태의 전기-활성 요소 형상이 존재한다. 이들 형상은 하기를 포함한다: 픽셀화(일반적으로 컴퓨터 상의 액정 모니터와 유사한 픽셀의 2차원 배열), 순환적으로 대칭적인 픽셀화(예를 들어 한 세트의 동심

원) 및 회절성. 전기-활성적 개별적으로 처리 가능한 픽셀화 회절성 렌즈는 렌즈 표면 내로 회절성 요소를 물리적으로 기계화하거나 성형하거나 에칭하지 않고 변화하는 굴절률을 지닌 회절성 렌즈 파워를 생성하는 동심원 형태의 전극을 사용한다.

[0025] 전기-활성 요소는 통상의 렌즈와 결합하여 사용되고, 통상의 렌즈는 기본적인 굴절력을 제공한다. 전기-활성 요소는 기계화되거나 성형되거나 에칭된 표면 또는 기하학을 지닌 회절성 렌즈와 함께 사용된다. 전기-활성 요소는 두 번째 전기-활성 요소와 결합하여 사용되고, 각각은 다른 기능을 수행한다. 예를 들어 첫 번째 전기-활성 요소는 초점을 제공하고, 두 번째는 착색을 제공하거나 전기적으로 제어된 구경으로 작용하거나 또는 두 번째는 병에 걸린 안구의 망막의 건강한 영역으로의 이미지의 프리즘성 이동을 유발할 수 있다.

[0026] 여덟 번째로 상기 논의된 바와 같이 천연 안구의 많은 시력 기능을 전기적으로 대체하는 것이 가능하다: 착색은 홍채의 수축의 광 감소 효과를 대체하거나 증대시키고, 초점조절은 수정체의 천연 변형을 대체하고, 초점조절 및 프리즘성 이동은 안구 운동을 대체한다. 또다른 인자 중 본 발명은 하기를 처리한다: IOL의 위치화, 에너지 저장, 에너지 재충전, 전원 생성, 제어, 안구의 굴절력을 변화시키는 망막의 타겟된 영역으로의 위치 열의 방향 조정, 수정체의 원근조절력의 증대 또는 대체, 전기-활성 IOL의 수술 후 원격 조율. 조율은 IOL의 배율을 변화시키거나 IOL의 망막 상의 초점 위치를 변화시키는 것을 포함한다.

[0027] 도 1은 인체 안구의 주요 해부학적 구성요소를 나타낸다. 주요 해부학적 구성요소는 결막 110, 섬모체 112, 홍채 114, 수양액 116, 동공 118, 전방 120, 수정체 122, 각막 124, 안구의 근육 126, 공막 128, 코리드(choroid) 130, 황반 132, 시신경 134, 망막 136 및 유리액 138이다. 인체 안구가 기술되어 있으나 본 발명은 말 또는 개와 같은 비-인체 안구에도 적용 가능하다.

[0028] 배경기술로서 같이 안구의 시각 구성요소는 더욱 상세히 설명될 것이다. 안구에 진입한 광은 가장 먼저 각막 124에 진입한다. 각막 124는 투명하고 안구의 60 디오퍼터의 총 굴절력의 약 40 디오퍼터를 제공한다. 이후 광은 동공 118을 통과한다. 동공 118은 구경이고 1~8 mm의 직경으로 변화 가능하다. 이는 f20~f2.5를 초과하는 범위의 구경 및 눈에 진입하도록 허가된 광량에 대해 32:1의 비율을 제공한다. 홍채 114는 조정 가능한 가로막 생성 동공 118로서 작용한다. 이후 광은 수정체 122를 통과한다. 수정체 122는 주변이 섬모체 112로 둘러싸인 투명하고 캡슐화된 양면이 볼록한 본체이다. 수정체 122는 느슨해진 안구의 총 굴절력에 약 17 디오퍼터를 기여한다. 수정체 122의 굴절력은 수정체 122를 변형시키고 그의 굴절력을 변화시키는 섬모체 112 내 섬모 근육의 수축에 의해 변화된다. 망막 136은 안구의 감각 신경층이고 뇌의 파생물로 고려되고 시신경 134를 통해 뇌에 연결된다. 망막 136의 중심 가까이에서 황반 132는 시각 선명도가 최대인 약 0.4 mm의 직경을 지닌 중심와 또는 와(도 7)로 불리는 최대 시각 민감도의 중심 영역을 포함한다. 와의 작은 직경은 우수한 시력을 달성하기 위해 시각 축이 높은 정확도로 지시되어야 하는 이유 중의 하나이다.

[0029] 따라서 인체 안구는 조정 가능한 가로막(홍채 114) 및 조정 가능한 굴절력(수정체 122를 변형시키는 섬모체 112에 의한)을 지닌다.

[0030] IOL은 3가지 위치 중의 하나에 놓일 수 있다: 각막 124와 홍채 114 사이에 존재하는 전방 120 내; 또는 홍채 114와 수정체 122 사이에 존재하는 후방 내(나타내지 않음); 또는 수정체 122에 대한 대체.

[0031] 일반적으로 수정체가 병에 걸리거나 손상된 경우 IOL이 수정체를 대체하는데 사용된다. 이러한 수정체에 대한 IOL 대체는 원근조절적이거나 비-원근조절적이다. 수정체의 대체는 IOL이 천연 수정체를 앞서 보유한 투명한 가방-유사 피막 내부에 편리하게 위치하도록 하거나 투명한 가방-유사 피막 주변을 둘러싸는 근육성 섬모체와의 상호작용을 통해 일부 변화 가능한 초점 능력의 보유 가능성을 가능하게 한다. 또다른 경우 IOL은 피막 외부에 놓인다(가방-유사 피막 없이).

- [0032] 그러나 수정체가 여전히 기능적인 경우 수정체가 저해하지 않도록 그대로 두고 전기-활성 IOL을 안구의 후방 또는 전방 120 내부 또는 상기 논의된 조직경 각막 감입(SDCI)와 유사한 각막 조직 내에 위치시키는 것이 바람직하다. 이들 실시태양에서 예로서 전기-활성 IOL은 건강한 수정체의 시력을 교체하는 것과는 대조적으로 통상의 굴절 오류를 교정하고, 통상적이지 않은 굴절 오류를 교정하고, 망막의 더욱 건강한 영역의 위치를 이동시키는 프리즘성 이미지 이동 효과를 생성하고 색조를 첨가하도록 시력을 제공한다.
- [0033] 통상적인 굴절 오류는 하나 이상으로 정의된다: 근시, 원시, 노안 및 일반적 난시. 비-통상적(또는 높은 차수) 굴절 오류는 통상적인 굴절 오류가 아닌 모든 다른 굴절 오류 또는 수차로 정의된다.
- [0034] 대부분의 경우 전기-활성 IOL은 현존하는 수정체에 결함이 있는 경우 백내장 수술 동안 사용된다. 이러한 경우 전기-활성 IOL은 실제로 제거된 결함이 있는 현존하는 수정체를 대체하고 통상적이거나 비통상적인 굴절 오류를 포함한 광범위한 전기-활성 시력 교정을 제공할 뿐만 아니라 수정체의 제거에서 유발된 상실된 시력을 교정하도록 굴절력을 제공한다. 더욱이 전기-활성 IOL은 그의 표면 기하학 내 어떠한 이동, 번역 또는 변화 없이 원근 조절 능력을 제공할 수 있다. 이는 전기-활성 IOL의 굴절을 내 국부적으로 프로그램화된 변화에 의해 달성된다.
- [0035] 가장 일반적이고 진보된 백내장 수술 기술은 수정체유화법 또는 "파코(phaco)"이다. 외과의사는 먼저 각막 가장자리에 작은 절개를 생성한 후 백내장-손상된 수정체를 둘러싸는 막 내 틈을 생성한다. 이러한 얇은 막은 피막(capsule)으로 불린다. 탐침의 진동하는 끝이 탐침 끝 위의 부착에 의해 피막 외부로 흡인되는 작은 단편 내로 흐릿한 수정체를 분해하거나 "유화시킨다". 수정체가 완전히 제거된 후 탐침은 안구내 렌즈(IOL)에 대한 지지대 작용을 하는 투명한(비어있는) 가방-유사 피막만을 남긴채 철회된다.
- [0036] 수정체유화법은 각막 내 매우 작은 절개를 통해 백내장 수술이 수행될 수 있게 한다. 이러한 작은 입구를 폐쇄하기 위한 봉합은 거의 필요하지 않고, 이는 다른 수술 기술보다 더 적은 불편함 및 시력의 더 빠른 회복이 존재함을 의미한다.
- [0037] 백내장-손상된 수정체의 제거 후 인공 안구내 렌즈(IOL)가 이식된다. IOL은 연질의 아크릴 또는 고형 의약-등급의 실리콘으로 제조된다. IOL은 접혀서 수술 시작 시 파코 탐침이 삽입되는 동일한 절개를 이용하는 작은 주입기로 이식될 수 있다. IOL이 이식되면 잔재하는 투명한 피막 위의 안구 동공 뒤에 펼쳐지고 그 자신을 고정시키게 한다. 이식되는 IOL(들)은 수술 전 이루어진 시력 계산에 기반하여 선택된다. 본 발명의 경우 전기-활성 IOL은 필요한 전기-활성 교정 범위, 치료되는 어떠한 다른 안과 질환 형태 및 환자의 어떠한 특정 요구에 기반하여 선택된다.
- [0038] 대부분의 경우 전기-활성 요소는 일반적으로 시력의 +2.5 디옵터, +2.75 디옵터, +3.0 디옵터 또는 +3.25 디옵터에 기여한다. 수정체에 의해 일반적으로 제공되는 약 17 디옵터의 대부분에 기여하는 기본 렌즈 부분(전기-활성 요소가 시각적 커뮤니케이션을 하는)은 수술 전 측정되고 선택된다. 그러나 종래의 IOL과는 달리 전기-활성 IOL은 그의 시력의 원격 조율을 가능하게 한다(예를 들어 수술 전에 이루어진 계산이 수술 후 최적조건이 아닌 경우).
- [0039] 도 2A 및 2B는 본 발명의 실시태양에 따른 전기 활성 IOL 시스템 200을 나타낸다. 도 2A는 IOL 조립품의 정면도를 나타내고, 이는 전기-활성 요소 218의 주위에 배열된 얇은 환상의 전하 저장 축전기 216에 의해 전력이 공급되는 전기-활성 요소 218을 포함한다. 전하 저장 축전기 216은 압전기막 212에 의해 충전된다. 압전기막 212는 섬모체(나타내지 않음)에 의해 적용되는 기계적 힘의 결과로서 이러한 충전을 생성한다. 압전기막 212는 섬모체 부착 탭 210에 의해 섬모체에 부착된다.

- [0040] 섬모체는 안구가 근거리에서 원거리고, 원거리에서 근거리로 초점을 맞추는 시도를 할 때 팽창되고 수축된다. 섬모체 운동은 전기를 생성하는 압전기막 212의 긴장 및/또는 압축을 생성한다. 전기는 충전 도선 220을 통해 전달되고 전하 저장 축전기 216(또는 재충전 가능 배터리)을 충전하는데 사용된다. 전하 저장 축전기 216은 전기-활성 요소 218 및 어떠한 관련된 제어 회로(나타내지 않음)에도 전력을 공급한다. 일반적으로 전기-활성 요소 218은 약 1.0~5.0 볼트, 바람직하게는 1.5~2.5 볼트 범위를 필요로 한다. 이들 매우 낮은 전압은 전기 장치의 수술적 배치와 관련된 위험을 감소시킨다.
- [0041] 긴장 도는 압축된 압전기막 212의 전기적 특성은 원하는 조망 거리를 측정하기 위한 계기로서 사용되고, 전기-활성 렌즈의 초점을 맞추는데 사용된다. 따라서 사용자가 근육성 섬모체를 사용하여 전기-활성 IOL의 초점을 본능적이고 자동적으로 제어하는 것이 가능하다. 근육성 섬모체의 수축은 이를 물리적으로 변형시킴으로서 먼저 피험자의 수정체의 초점을 맞춘다. 전기 활성 IOL 시스템 200을 사용하여 근육성 섬모체의 본능적이고 자동적인 수축은 압전기막 212의 전기적 특성을 변화시킬 것이고, 이들 전기적 특성은 예를 들어 칩(나타내지 않음) 상에 배열된 프로세서에 의해 모니터링되고 전기 활성 IOL 시스템 200의 초점을 전기적이고 변화가 용이하게 조정하는데 사용된다. 대안으로 압전기막 212는 초점조절을 위한 계기뿐만 사용되고, 이러한 경우 전기 활성 IOL 시스템 200은 다른 전원으로 제공된다.
- [0042] 일부 실시태양에서 압전기막은 주변 섬모체의 고유의 주변 수축 및 팽창을 이용하기 위해 다수의 부착 탭(2 이상)에 의해 섬모체 주변에 부착된다.
- [0043] 하나 이상의 렌즈 고정기 214는 원하는 위치 내에 전기-활성 렌즈를 안정화시키는데 사용된다. 예를 들어 렌즈 고정기 214는 이전에 천연 수정체를 포함하였던 피막 또는 "가방" 또는 막의 내부에 전기-활성 렌즈를 집중시키는데 사용된다(피막내 IOL을 생성). 대안으로 렌즈 고정기 214는 섬모 근육에 직접 부착되고 따라서 피막의 외부에 존재한다(안구외 IOL을 생성).
- [0044] 다수의 렌즈 고정기 214가 사용된다. 예를 들어 3 또는 4개의 렌즈 고정기 214가 사용된다. 렌즈 고정기 214는 다른 형태를 지니고 특정한 적용으로 주문 제작된다.
- [0045] 선택적인 기본 렌즈 252는 종래의 렌즈 형상을 사용하여 기본 굴절력을 제공하고, 원근조절이 필요하지 않은 경우의 수정체의 굴절력과 동일하다. 또한 기본 렌즈 252는 연질의 아크릴 또는 고형 의약-등급 실리콘과 같은 IOL을 제조하는데 현재 사용되는 물질과 유사한 생체 적합성 물질로 구성된 용접 밀폐된 봉입체 내에 전기-활성 요소를 캡슐화하는 수단으로 작용한다.
- [0046] 도 2B는 전기-활성 렌즈 및 전력 공급기로서의 압전기적 물질을 나타낸다. 도 2B는 전기-활성 218을 둘러싸고 고정되거나 기본적인 굴절력을 제공하는 선택적 기본 렌즈 252를 나타낸다. 특정 실시태양에서 전기-활성 요소가 불활성인 경우 고정되거나 기본적인 굴절력은 안구를 근거리로 초점을 맞추도록 개조된다. 또다른 실시태양에서 전기-활성 요소가 불활성인 경우 고정되거나 기본적인 굴절력은 안구를 원거리로 초점을 맞추도록 개조된다. 선택적 기본 렌즈 252는 다수의 초점을 지니거나 착색된다.
- [0047] 또다른 전원은 태양 전지, 유도성 충전, 전도성 충전, 레이저, 열-전기 및 반사로부터 기계 에너지를 동력화하는 것을 포함한다. 전하 저장 축전기 216(또는 선택적으로는 배터리)은 배터리가 재충전되는 동안 전기-활성 렌즈를 원격으로 차단하는 한 쌍의 특정 안경으로 유도적으로 재충전된다. 또한 특정 안경은 배터리가 재충전되는 동안 시력 교정을 제공하도록 형성된다.

- [0048] 일부 실시태양에서 전기 활성 IOL 시스템 200 내 전하 저장 축전기 216은 현재 작동하는 매우 경량의 계기선을 지닌 특정 베개로 충전된다. 따라서 베개는 환자가 잠든 야간에 전기 활성 IOL 시스템 200 내부의 배터리를 충전하는데 사용된다. 이러한 형태의 예시적 배열은 도 5에 나타나 있고 하기에 더욱 상세히 설명될 것이다. 전력 조절 회로는 전압을 감소시키고 전류를 낮은 전력 충전에 대한 안전한 수준으로 제한시키고 더욱 효과적인 충전에 대한 빈도를 조정하는데 사용된다.
- [0049] 대안으로 전기-활성 IOL은 전하 저장 축전기 216 또는 배터리를 지니지 않고 외부에 위치한 배터리에 의해 전도적으로 일정하게 전력이 공급되거나 외부에 위치한 유도적으로 결합된 전력 공급기 또는 태양 전지 또는 적당히 조율된 레이저에 결합된 태양 전지 또는 체열(일반적으로 98°F)을 매우 서늘한 대기(일반적으로 70°F)로 떨어뜨림으로서 전기를 생성하는 열-전기 전력 공급기에 의해 전도적으로 일정하게 전력이 공급된다.
- [0050] 도 3A 및 3B는 회절성 전기-활성 렌즈 요소 326 및 재충전 가능한 배터리 고리 324를 지닌 안구내 렌즈 시스템 300을 나타낸다. 도 3A는 회절성 전기-활성 렌즈 요소 326의 정면도를 제공하고, 상기 회절성 렌즈 요소는 동심원 전극으로 전기적으로 회절하거나 지수 일치 및 불일치에 의해 제어되어 전기적으로 활성화되는 에치된 표면으로 기계적으로 회절할 수 있고, 이는 전력 연결기 322에 의해 재충전 가능한 배터리 고리 324에 연결된다. 렌즈 고정기 314는 원하는 위치 및 방향으로 회절성 전기-활성 렌즈 요소 326을 안정화시키고 위치시키는데 사용된다. 재충전 가능한 배터리 고리 324는 도 2A 및 2B의 전기 활성 IOL 시스템 200과 유사한 축전기로 전력이 공급된다. 또한 재충전 가능한 배터리 고리 324는 다르게 형성화되고 렌즈 고정기 314 내부에 또는 이에 인접하여 위치하고 따라서 시력 요소에서 멀리 이동된다.
- [0051] 도 3B는 안구내 렌즈 시스템 300의 측면도를 나타낸다. 특히 도 3B는 도 2A 및 2B의 전기 활성 IOL 시스템 200의 기본 렌즈 252와 유사한 선택적 기본 렌즈 352를 나타낸다. 이러한 기본 렌즈 352는 기본적으로거나 고정된 선택적 전력을 지니거나 선택적 전력을 지니지 않고 단지 보호성 피막 또는 기재로서만 작용한다.
- [0052] 도 4A 및 4B는 픽셀화된 전기-활성 렌즈 요소 430 및 재충전 가능한 배터리 고리 424를 지닌 안구내 렌즈 시스템 400을 나타낸다. 도 4A는 전력 연결기 422에 의해 재충전 가능한 배터리 고리 424에 연결된 픽셀화된 전기-활성 렌즈 요소 430의 정면도를 나타낸다. 렌즈 고정기 414는 원하는 위치 및 방향으로 회절성 전기-활성 렌즈 요소 430을 안정화시키고 위치시키는데 사용된다. 재충전 가능한 배터리 고리 424는 도 2의 전하 저장 축전기 216과 동일한 방식으로 전력이 공급된다.
- [0053] 도 4B는 상기 실시태양의 기본 렌즈와 유사한 기본 렌즈 452를 나타내는 안구내 렌즈 시스템 400의 측면도를 나타낸다.
- [0054] 도 5는 본 발명자의 일부 실시태양에 따른 IOL의 내부 전력 공급기를 충전하는데 사용되는 외부 전력 공급기 500을 나타낸다. 외부 전력 공급기 500에서 전력 조절기 532는 벽 출구 530에 전기적으로 연결된다. 전력 조절기 532는 재충전 가능한 전기-활성 IOL의 축전기 또는 배터리를 유도적으로 충전하기 위해 베개 536 내부의 경량 계기선 유도 코일 534에 연결된다. 전력 조절기 532는 전압을 감소시키고 전류를 낮은 전력 충전을 위해 안전한 수준으로 제한하고 더욱 효과적인 충전을 위해 빈도를 조정하도록 형성된다. 외부 전력 공급기 500은 전기-활성 IOL이 피험자가 베개 536 위 또는 그 가까이에 그의 머리를 눕는 동안 충전된다. 대안으로 상기 유도 코일 534가 피험자의 침대 또는 머리 받침, 시트백(seatback) 또는 충분한 기간 동안 피험자 머리에 밀접한 근접성을 지닐 수 있는 또다른 위치에 놓이기도 함이 이해될 것이다.
- [0055] 도 6은 전기-활성 렌즈 요소 618, 제어 칩 640 및 무선 프로그래밍 유닛 660으로 사용하기 위한 미니 안테나 642를 지닌 안구내 렌즈 조립품을 나타낸다. 무선 프로그래밍 유닛 660은 라디오파를 통해 제어 칩 640과 커뮤니케이션하도록 형성된다. 라디오 주파는 제어 칩 640과 커뮤니케이션하는 미니 안테나 642에 의해 탐지된다.

제어 칩 640은 이들 라디오파의 사용을 통해 원격으로 조율된다. 이러한 조율은 전기-활성 렌즈 요소 618의 시력 특성의 세팅 또는 조정을 포함한다. 제어 칩 640은 전기-활성 렌즈 요소 618을 제어하고 무선 프로그래밍 유닛 660과의 양방향성 커뮤니케이션을 지닌다. 예를 들어 제어 칩 640은 재충전 가능한 배터리 고리 624 전압이 낮음을 무선 프로그래밍 유닛 660에 경고하도록 형성된다. 대안으로 제어 칩 640과의 커뮤니케이션 프로그램은 라디오파 대신 레이저(광파)를 통해 이루어진다.

- [0056] 전기-활성 렌즈 요소 618은 전력 연결기 622에 의해 재충전 가능한 배터리 고리 624 또는 축전기(나타내지 않음)에 연결되고, 상기 기술된 실시태양과 동일하게 유도 코일 또는 압전기 요소에 의해 충전된다.
- [0057] 일부 태양에서 전기-활성 IOL에 의해 제공된 교정은 환자의 요구 또는 원하는 결과에 따라 달라진다. 일부 실시태양에서 전기-활성 요소는 노안에 대한 교정만을 제공한다. 일부 실시태양에서 전기-활성 IOL은 원격의 정밀하게 조율된 통상적인 교정을 제공한다. 일부 실시태양에서 전기-활성 IOL은 예로서 코마(coma), 구형 구차, 트레포일(trefoil) 및 다른 높은 차수의 수차와 같은 높은 차수의(비-통상적인) 수차 교정을 제공한다. 일부 실시태양에서 전기-활성 요소는 또한 이미지의 프리즘성 이동을 전자적으로 생성하는 방식으로 망막 상의 이미지의 위치를 조정한다. 높은 차수의 수차를 교정하거나 이미지가 망막 상에 존재하는 곳으로 프리즘성 이동을 교정하는 경우 전기-활성 IOL은 다수의 픽셀을 이용한다. 이미지의 프리즘성 이동은 예로서 망막의 황반 변성(질환에 의한 색채 변화 또는 황반의 특정 변성을 포함), 황반원공, 망막열공 및 시각 경로의 특정 분절 내 압점 또는 시력 손실을 유발하는 신경계 이상(시야 내 무색 또는 어두운 점 및 흐릿한 시력과 같은)과 같은 이상을 지닌 환자에 매우 유용하다. 상기 실시태양의 사용시 진보된 전기-활성 IOL은 원하는 최적화된 효과에 영향을 미치도록 수술 후 원격으로 조율될 수 있음이 지적되어야 한다.
- [0058] 도 7A는 건강한 오목 720 및 건강한 황반 710을 지닌 건강한 망막의 이미지를 나타낸다. 도 7B는 망막의 막을 교차하여 운동하는 망막 뒤의 출혈에 의해 일반적으로 유발되는 "습성" 황반 변성에 의해 손상된 황반 730 영역을 나타낸다. 도 7C는 황반 영역 내 망막 상의 결정체(drusen) 축적에 의해 유발되는 "건성" 황반 변성에 의해 손상된 황반 740 영역을 나타낸다. 망막 상의 또다른 위치로 이미지를 이동시킴으로서 황반 변성 증상을 나타내는 사람의 시력이 개선될 수 있다. 0.25~3.00 mm의 이미지 위치 변화는 병에 걸리거나 손상된 황반 또는 망막의 경우 시력의 주요한 개선을 이루게 한다. 바람직한 범위는 0.50~2.00 mm이다.
- [0059] 도 8은 프리즘성 IOL로 망막 상의 이미지의 방향을 새로 조정으로서 안구 상의 당뇨병성 망막증의 효과를 나타내고 이러한 질환의 일부 시각적 선명도 효과가 완화된다.
- [0060] 도 9는 선형 전극을 지닌 전기-활성 렌즈가 적층되어 망막 상의 이미지의 수직적이고 수평적인 변위의 조합을 생성하게 하는 실시태양을 나타낸다. 첫 번째 렌즈 910은 수직적 프리즘 파워를 생성하는데 사용되는 수평 전극을 지닌다. 두 번째 렌즈 920은 수평적 프리즘 파워를 생성하는데 사용되는 수직 전극을 지닌다. 결합된 렌즈 930은 수직적이고 수평적인 이미지 변위의 결합을 생성할 수 있다. 각각의 전극 상의 전압을 변화시키고 위상-포장으로 알려진 기술을 실시함으로써 이러한 렌즈에 의해 다양한 프리즘 파워가 생성된다. 또한 다수의 렌즈가 적층되어 더 큰 수치의 프리즘 파워를 생성하게 한다. 필요한 프리즘 파워의 양 및 이미지 이동의 수득된 양은 질환의 정도에 따라 달라진다. 이미지 이동의 바람직한 범위는 0.1~3.0 mm, 바람직하게는 0.5~2.0 mm이다.
- [0061] 도 10은 비-전기-활성 원근조절 IOL과 시각적 커뮤니케이션하는 전기-활성 IOL을 나타낸 것이다. 요소 1010은 비-전기-활성 원근조절 IOL 요소 1020과 시각적 커뮤니케이션하는 전기-활성 렌즈이다. 요소 1010 및 1020은 시각적 시리즈이나 서로 물리적으로 접촉하지 않음이 유지되어야 한다.
- [0062] 전기-활성에 전력을 공급하는 것에 많은 고려가 제공될 때 일부 전기-활성 물질은 적용된 전기의 부재시 그의 시력을 보유했다(예로서 이중-안정성 액정과 같이). 이들 형태의 전기-활성 물질을 사용하여 IOL의 기본 시력에

대해 추가되거나 차감해지는 추가 또는 차감 파워인 프리즘 파워 및/또는 높은 차수의 교정은 장치에 전력이 동급되는 동안 세팅될 수 있고, 이후 전력이 제거된 후에 세팅이 그대로 남아 있게 도니다. 이는 IOL 내 전원을 재충전하는 필요성을 무효화한다. 환자의 시력이 새로운 교정으로 변화하거나 이를 필요로 하는 경우 환자는 안과-치료 전문가에게 되돌아가서 IOL을 프리즘 및/또는 높은 차수의 교정의 새로운 결합에 조정되도록 할 수 있다. 변화는 외부에서 원격으로 전원 공급될 수 있다. 예를 들어 외부 전력은 RFID 태그가 현재 작용하는 방식과 유사한 RF 에너지이고, 판독 장치는 RFID 태그에 유도적으로 전력을 공급하여 RFID가 그의 정보를 RFID 판독기에 전송할 수 있다.

[0063] RFID 태그와 동일한 방식으로 IOL 전력을 변화시키기 위한 조율 기구는 전기-활성 IOL 상의 제어기에 전력을 제공하여 제어기가 IOL의 전극 상의 전압을 변화시키고 따라서 전기-활성 IOL의 시력 특성을 결정하는 위치화된 굴절률을 세팅할 수 있다.

[0064] 대안으로 전력은 밝은 광 또는 안구에 안전한 레이저를 안구 내로 또는 전기-활성 IOL 내로 조립되어 있어 전기-활성 IOL의 시력을 조정하는데 필요한 일시적인 전력을 제공하는 광전지 상에 비추게 함으로서 광학적으로 공급되기도 한다. 이러한 시스템은 전력을 공급하는 것 외에 커뮤니케이션을 위해 사용되기도 한다.

[0065] 이중-안정성 비틀린 네마틱, 콜레스테릭 및 강유전성 액정은 유연하고 저비용의 LCD 디스플레이에 사용되어 왔고 유사한 물질이 IOL의 전기-활성 요소에 사용된다. 이러한 형태의 전기적으로 조정된(그렇지 않은 경우 전력이 공급되지 않는) 망막 질환 조율 또는 높은 차수의 수차 교정을 위한 추가 또는 차감적인 프리즘 조정은 노안을 교정하는 어떠한 원근조절 비-전기-활성 IOL에도 추가된다(즉, 시각적 시리즈로 위치함). 예를 들어 전기-활성 요소는 안구 내 IOL의 하나 이상의 표면 곡률 및/또는 위치를 변화시킴으로서 그의 시력을 기계적으로 변화시키는 비-전기-활성 IOL과 같은 비-전기적 또는 비-전력 공급된 IOL과 시각적 시리즈로서 놓일 수 있다.

[0066] 전기-활성 렌즈 또는 전기-활성 요소의 추가는 적어도 3가지 이상의 방식으로 달성된다: 첫 번째로 개별적 전기-활성 IOL이 비-전기-활성 조절 IOL과 비-접촉성 시각적 커뮤니케이션(시각적 시리즈)하도록 위치하고; 두 번째로 전기-활성 요소는 원근조절 동안 윤곽을 변화시키지 않는 IOL의 표면 중의 하나 내로 조립될 수 있고; 세 번째로 전기-활성 요소는 적층된 비-전기-활성 내부에 놓인다.

[0067] 예를 들어 전기-활성 요소는 전방에 추가될 수 있고 개인 기능 수정체와 시각적 시리즈로 사용될 수 있다. 이러한 경우 수정체는 고유 원근조절을 제공할 것이고 전기-활성 IOL은 망막의 더 건강한 부분으로 이미지 방향을 조정하거나 높은 차수의 수차를 교정한다.

[0068] 상기 주지된 바와 같이 일부 실시태양에서 전기-활성 IOL을 원격으로 조율하거나 조정하는 것이 유리하다. 안구 내에 전기-활성 IOL을 삽입시킨 후 시력 및 프리즘 파워는 종래의 굴절 오류 또는 높은 차수의 수차 또는 망막 상의 정확한 이미지 위치를 교정하기 위해 시력 교정을 달성하도록 원격으로 정밀하게 조율될 수 있다. 또한 IOL은 질환 또는 노화로 인한 시간에 따른 안구 변화에 대해 보정하도록 차후에 다시 조율될 수 있다. 종래의 굴절 오류만을 교정하는 경우 전기-활성 IOL은 회절 또는 픽셀화 또는 이들 모두를 이용할 수 있다. 또한 전기-활성 요소는 환자의 상태에 의해 요구시 또는 안과 치료 전문가의 판단에 따라 이들 기능의 어떠한 조합도 수행된다.

[0069] 일부 실시태양에서 전기-활성 렌즈가 본 발명에서 기술된 바와 같이 시력 교정을 제공하는데 사용될 때 전기-활성 렌즈는 전기-활성적인 선글라스 또는 착색 효과도 제공한다. 특정 액정층 또는 다른 전기-크롬 물질을 사용함으로써 본 발명의 전기-활성 IOL은 주변 광 수치가 불편하게 높아지거나 안구에 위험할 수 있는 수치에 도달할 때 망막에 타격을 가하는 광량을 감소시킬 수 있다. 선글라스 효과는 IOL 내로 조립된 광 센서가 일부 역치 수준 이상의 광 강도를 수신할 때 자동으로 작동된다. 대안으로 선글라스 효과는 IOL의 제어 회로에 결합된 무

선 커뮤니케이션 장치를 사용하여 사용자에게 의해 원격으로 켜진다. 이러한 전기-활성 선글라스 효과는 종래의 렌즈의 광감지 화학적 착색의 수초(또는 그 이상)의 매우 느린 반응 시간과는 대조적으로 밀리세컨드 이하로 발생한다. 전기-활성 렌즈의 반응 시간을 결정하는 인자의 하나는 액정층의 박막성(thinness)이다. 예를 들어 5 마이크론의 액정층이 밀리세컨드로 반응한다.

[0070] 유사하게는 전기-활성 요소의 초점조절은 거리 측정기 또는 경사계(아래를 조망시 근거리, 직선으로 조망시 원거리를)를 사용함으로써 자동으로 수행되거나 무선 커뮤니케이션 장치를 사용하여 사용자에게 의해 원격으로 제어된다.

[0071] 많은 전기-크롬 물질이 존재한다. 하나의 형태는 이온의 교환을 가능하게 하는 내부층을 지닌 전기적 전도막의 투명 외부층을 구성한다. 전압이 외부 전도층에 적용되면 이온은 하나의 내부층에서 또다른 내부층으로 이동하여 전기 크롬 물질의 착색 변화를 유발한다. 전압 역전은 층을 다시 선명하게 한다. 전기-크롬층은 작동시 약 5~80%로 변화 가능한 광 투과율을 지닐 수 있다. 이러한 형태의 전기 크롬 유약(glazing)은 "메모리"를 지니고 변화가 개시된 후 일정한 전압을 필요로 하지 않는다. 또한 적외선(열) 에너지와 같은 특정 파장을 차단하도록 조율될 수 있다.

[0072] 또다른 전기-크롬 기술은 현탁 입자 디스플레이(suspended particle display, SPD)로 불린다. 이러한 물질은 글래스 판 사이의 용액 내에 현탁된 분자 입자를 포함한다. 그의 고유 상태에서 입자는 무작위로 운동하고 충돌하고 광의 직행통로를 차단한다. 스위치가 켜지면 입자는 빠르게 정렬되고 유약은 투명해진다. 이러한 형태의 스위치 가능한 유약은 90%의 광을 차단할 수 있다. 또한 액정은 선글라스 내 전기-크롬 효과를 제공하는데 사용되었다.

[0073] 여기서 기술된 시스템 및 방법은 상기 기술된 문제점 뿐만 아니라 종래 기술에 존재하는 또다른 문제점에 관한 것이다. "발명의 배경기술"에 기술된 다양한 제품, 방법 또는 장치의 설명 및 그의 부수적인 단점은 본 발명의 범위를 한정하거나 본 발명이 하나의 형태 또는 또다른 형태로 알려진 제품, 방법 및 장치의 다양한 요소의 일부 또는 전부를 포함하지 않음을 의미하는 것은 아니다. 실제로 본 발명의 다양한 실시태양은 하나의 형태 또는 또다른 형태로 알려진 제품, 방법 및 장치의 다양한 요소의 일부 또는 전부를 여전히 보유하면서 "발명의 배경기술"에 주지된 일부 단점을 극복할 수 있다.

[0074] 본 발명은 참고 표지가 요소를 지명하는데 사용된 수반된 도면과 함께 상기 상세한 설명에 의해 더욱 충분히 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0075] 도 1은 인체 안구의 주요 해부학적 요소를 나타낸 것이다.

[0076] 도 2A는 전기-활성 렌즈 및 전력 공급기로서의 압전기적 물질을 지닌 안구내 렌즈 실시태양의 정면도를 나타낸 것이다.

[0077] 도 2B는 전기-활성 렌즈 및 전력 공급용 압전기적 물질을 지닌 안구내 렌즈 실시태양의 측면도를 나타낸 것이다.

[0078] 도 3A는 회절성 전기-활성 및 재충전 가능한 배터리 고리를 지닌 안구내 렌즈 실시태양의 정면도를 나타낸 것이다.

[0079] 도 3B는 회절성 전기-활성 및 재충전 가능한 배터리 고리를 지닌 안구내 렌즈 실시태양의 측면도를 나타낸 것이다.

[0080] 도 4A는 픽셀화된 전기-활성 및 재충전 가능한 배터리 고리를 지닌 안구내 렌즈 실시태양의 정면도를 나타낸 것

이다.

[0081] 도 4B는 픽셀화된 전기-활성 및 재충전 가능한 배터리 고리를 지닌 안구내 렌즈 실시태양의 측면도를 나타낸 것이다.

[0082] 도 5는 베개 내부의 유도성 충전 요소를 지닌 외부 전력 공급기 실시태양을 나타낸 것이다.

[0083] 도 6은 전기-활성 렌즈를 지닌 안구내 렌즈 실시태양 및 무선 프로그래밍 유니트로 사용하기 위한 안테나를 지닌 제어 칩을 나타낸 것이다.

[0084] 도 7A는 망막 상의 반점 및 오목(fovea)의 위치를 나타낸 건강한 망막의 이미지이다.

[0085] 도 7B는 "습성" 반점 변성에 의해 손상된 반점 영역을 나타낸 것이다.

[0086] 도 7C는 "건성" 반점 변성에 의해 손상된 반점 영역을 나타낸 것이다.

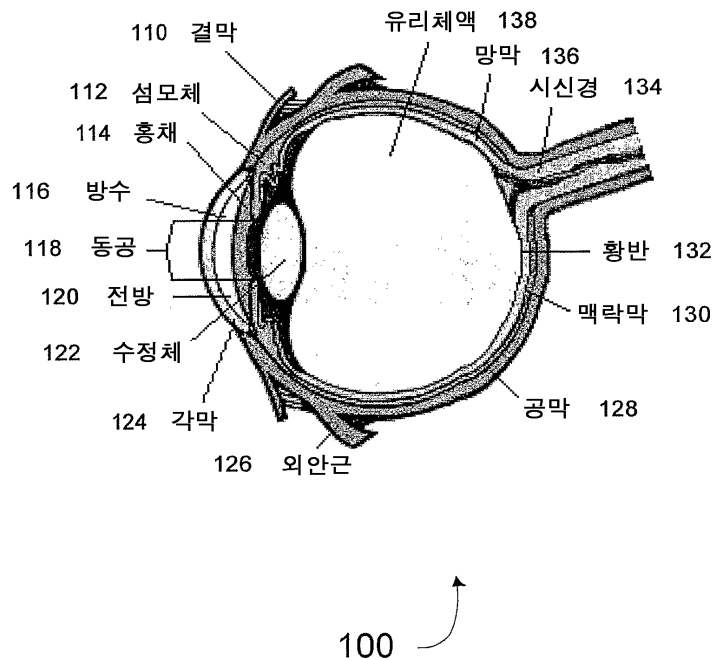
[0087] 도 8은 당뇨병성 망막증의 다양한 징후를 나타낸 것이다.

[0088] 도 9는 망막 상의 이미지의 수직 및 수평 변위의 조합을 생성하기 위한 선형 전극을 지닌 2개의 프리즘 렌즈의 적층을 나타낸 것이다.

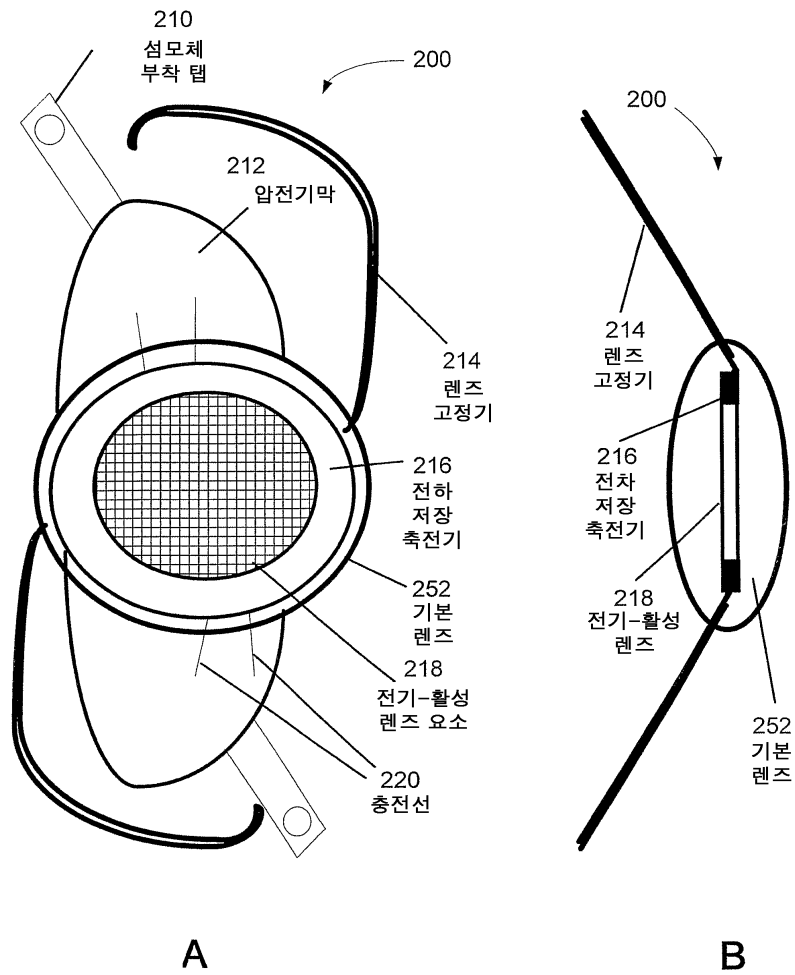
[0089] 도 10은 비-전기-활성 원근조절적 IOL을 지닌 시력 커뮤니케이션 내 전기-활성 IOL을 나타낸 것이다.

도면

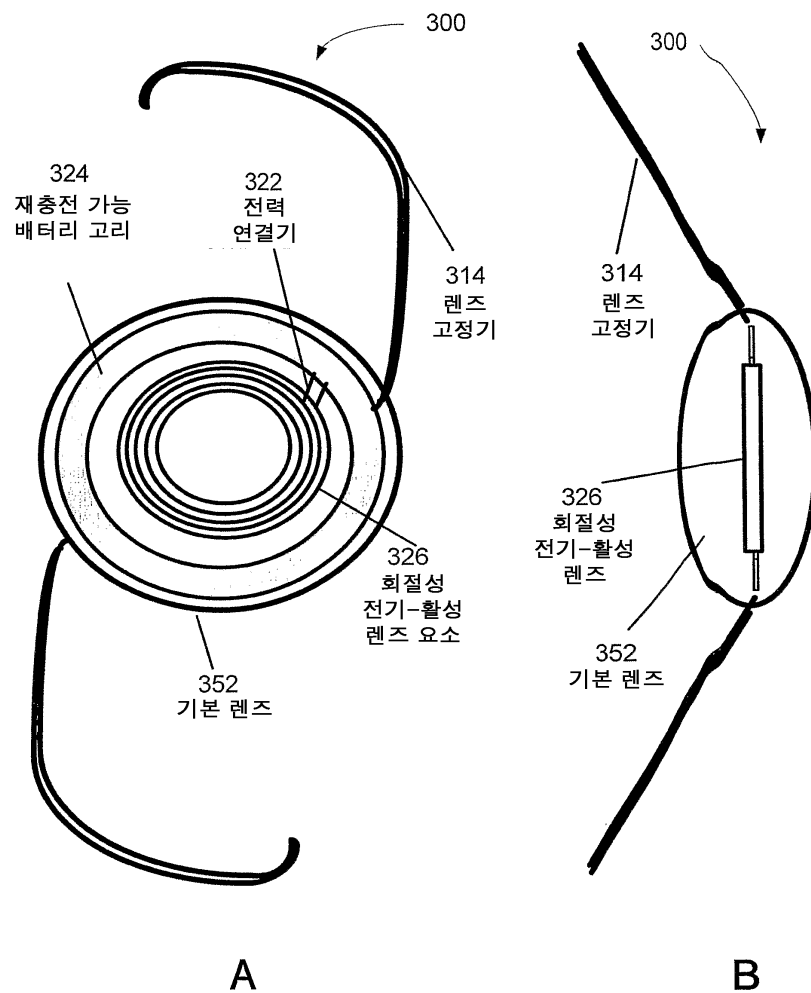
도면1



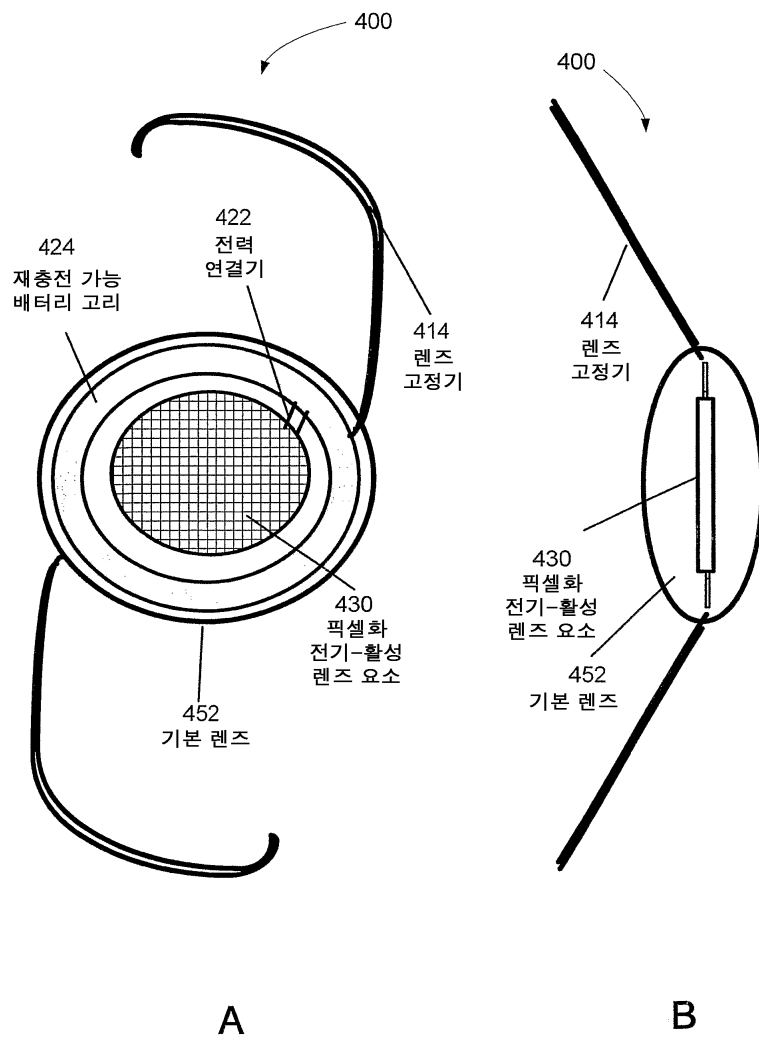
도면2



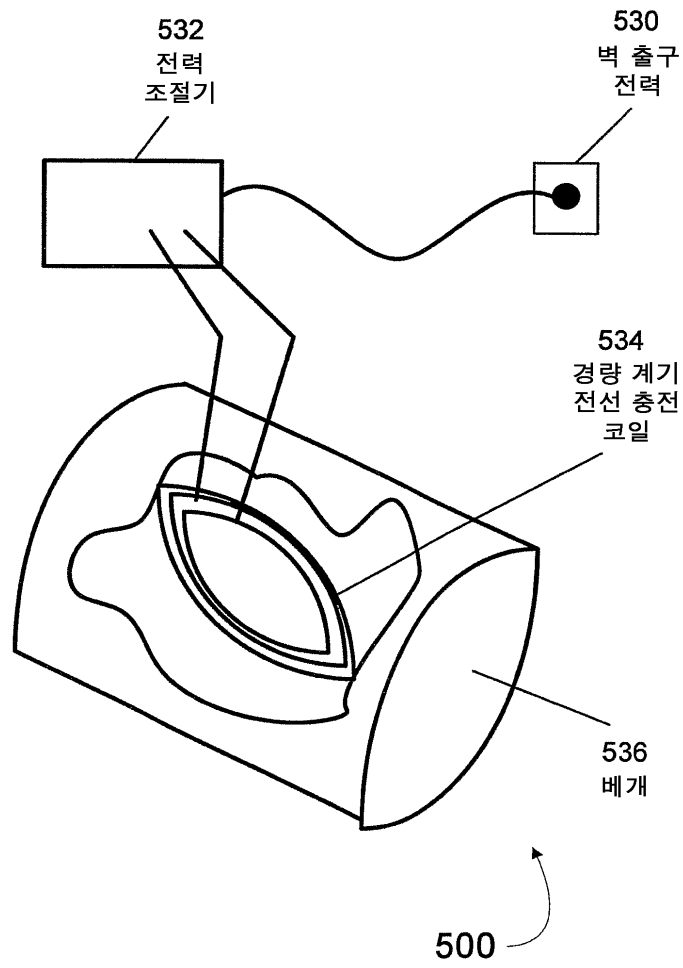
도면3



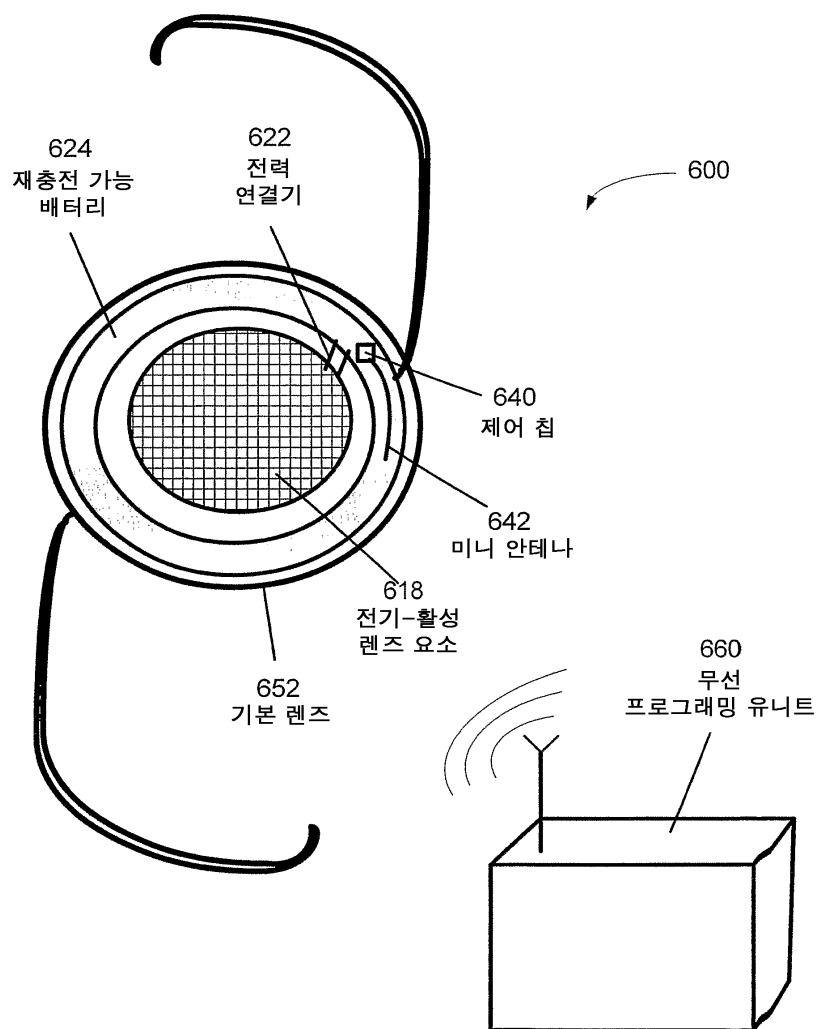
도면4



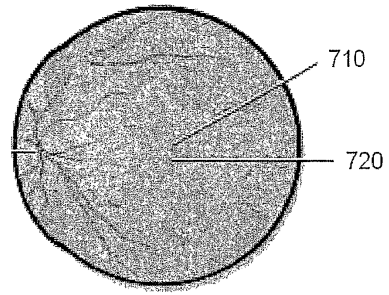
도면5



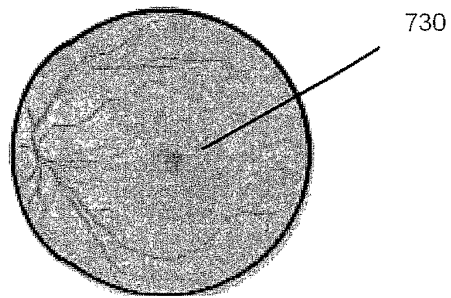
도면6



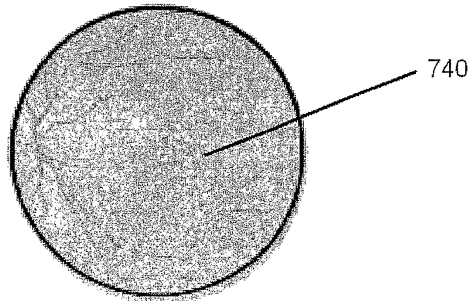
도면7



A

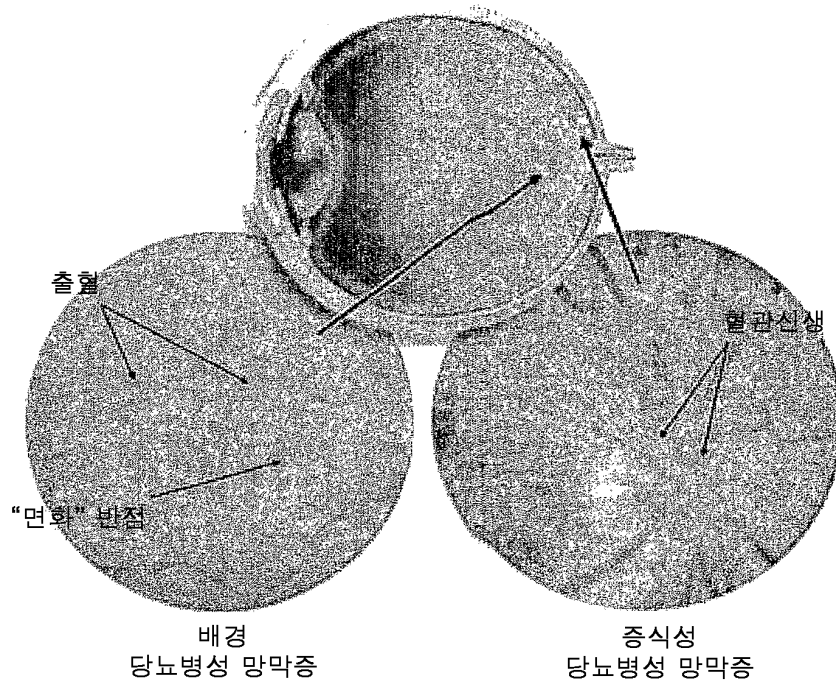


B

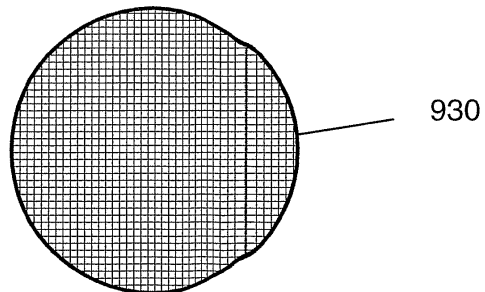
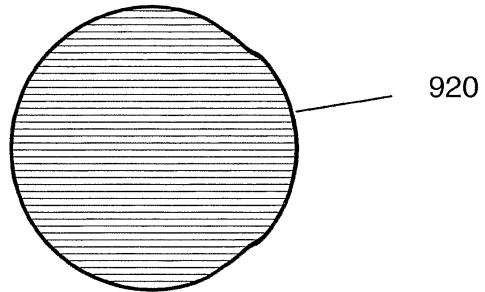
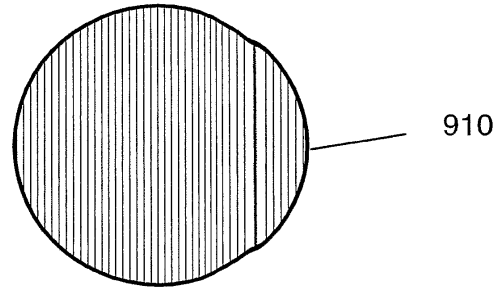


C

도면8



도면9



도면10

