



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0051111
(43) 공개일자 2009년05월20일

(51) Int. Cl.

G02F 1/133 (2006.01) H01L 21/00 (2006.01)

G02B 26/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7006593

(22) 출원일자 2009년03월31일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2009년03월31일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/076994

국제출원일자 2007년08월28일

(87) 국제공개번호 WO 2008/027890

국제공개일자 2008년03월06일

(30) 우선권주장

60/824,325 2006년09월01일 미국(US)

(71) 출원인

존슨 앤드 존슨 비전 케어, 인코포레이티드

미국 플로리다주 32256 잭슨빌 스위트 100 센츄리
온파크웨이 7500

(72) 발명자

메레디스 제랄드

미국 아리조나주 85745 투손 더블유 몬테지 비스
타 드라이브 2995

(74) 대리인

김동완

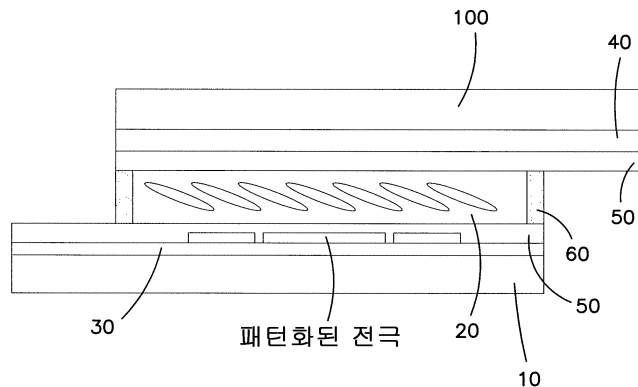
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 저항성 전극을 탑재한 전기광학 렌즈

(57) 요약

본 발명은 한쌍의 마주보는 투명기관 사이에 위치하는 액정층 ; 액정층과 첫 번째 투명기관의 내측 표면 사이에 위치하는 저항성 패터닝 전극 세트(resistive patterned electrode set) ; 액정층과 두 번째 투명기관의 내측 표면 사이에 위치한 전도층으로 구성된 전기광학 장치에 있어서, 상기 전도층과 저항성 패터닝 전극 세트는 전기적으로 연결되어 있고 상기 저항성 패터닝 전극 세트는 하나 또는 그 이상의 전기적으로 분리된 전극들을 포함하며 원하는 전압 강하는 원하는 위상차 프로파일을 제공하기 위해 각각의 전극을 교차하여 인가됨을 특징으로 하는 전기광학장치를 제공하는 것이다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

i) 한쌍의 마주보는 투명기판 사이에 위치하는 액정층 ; ii) 액정층과 첫 번째 투명기판의 내측 표면 사이에 위치하는 저항성 패터닝 전극 세트(resistive patterned electrode set) ; iii) 액정층과 두 번째 투명기판의 내측 표면 사이에 위치한 전도층으로 구성된 전기광학 장치에 있어서, 상기 전도층과 저항성 패터닝 전극 세트는 전기적으로 연결되어 있고 상기 저항성 패터닝 전극 세트는 하나 또는 그 이상의 전기적으로 분리된 전극들을 포함하며 원하는 전압 강하는 원하는 위상차 프로파일을 제공하기 위해 각각의 전극을 교차하여 인가됨을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 저항성 패터닝 전극 세트는 둘 또는 그 이상의 전기적으로 분리된 중심이 같은 전극을 구성함을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 3

제 1항에 있어서, 액정은 E7임을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 4

제 1항에 있어서, 투명 기판은 유리임을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 5

제 1항에 있어서, 투명 기판은 플라스틱임을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 6

제 1항에 있어서, 전극과 전도성 층은 인듐-틴-옥사이드 임을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 7

제 1항에 있어서, 액정층을 둘러싸고 있는 배향막을 더욱 포함함을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 8

제 7항에 있어서, 배향막은 폴리비닐 알코올임을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 9

제 7항에 있어서, 배향막은 나이론 6,6 임을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 10

제 1항에 있어서, 투명 기판은 3 내지 20 마이크로미터 떨어져 있음을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 11

제 10항에 있어서 투명 기판은 3 내지 8 마이크로미터 떨어져 있음을 특징으로 하는 전기광학장치.

청구항 12

i) 마주보는 한쌍의 투명 기판 사이에 위치한 액정 층, 액정층과 첫번째 투명기판의 내측 표면 사이에 위치한 저항성 패터닝 전극 세트, 액정층과 두번째 투명 기판의 내측 표면 사이에 위치하는 저항성 패터닝 전극 세트에 전기적으로 연결된 전도성 층을 준비하는 단계 ; ii) 액정에 원하는 크기의 광 전송 변화를 제공하기 위해 패터닝 전극 세트에 충분한 전압을 인가하는 단계를 포함하는 빛의 회절 방법.

명세서

기술분야

<1> 출원에 관련된 참고문헌

<2> 본 출원은 명세서 내에 참고문헌으로 통합된 2006년 6월 12일자로 출원된 미국 잠정특허출원 제60/804,494호의 이익을 청구한다.

배경기술

<3> 본 발명은 광학 렌즈에 관한 것이다. 고정된 초점을 지닌 안과용 렌즈는 노안 및 다른 상태의 시력을 교정하기 위한 안경이나 콘택트 렌즈에 널리 사용되어 왔다. 특히 안과용 렌즈는 조절 가능한 초점을 가지고 있다면(예를 들면 초점이 고정되지 않은 경우) 매우 유용할 것이다. 조절 가능한 초점은 서로 다른 거리에 물체의 초점을 제공할 수 있는 외부적 원근조절을 눈에 제공할 수 있다.

<4> 조절 가능한 초점은 기계적인 줌 렌즈를 사용함으로써 달성될 수 있다. 그러나 기계적인 접근은 안경을 크고 비싸게 한다. 근시와 원시 모두에 사용되기 위한 다초점 렌즈에 다양한 광학 기술이 활용되어 왔다. 예를 들면 사용자는 각각의 눈에 서로 다른 초점을 제공하는 렌즈를 적용하여 한 쪽은 근거리의 물체에, 다른 쪽은 원거리의 물체에 대해 사용할 수 있다. 한편 렌즈의 구역분할, 다초점 회절렌즈 또는 다른 분할 기술을 사용함으로써 가까운 물체와 먼 물체가 동시에 망막에 상이 맺히지며 뇌는 이미지를 구분한다. 다초점 회절렌즈를 제외하고 이러한 광학 기술을 사용한 분야는 좁다. 더욱이 동공이 작을 때는 망막이 렌즈의 환형부를 통과하는 광선을 가로막아 이러한 광학 기술은 잘 작동하지 않는다. 교정을 위한 다른 옵션은 한쪽 눈은 가까운 물체로, 다른 쪽 눈은 먼 물체로 상이한 초점이 제공되는 모노비전 렌즈(monovision lens)의 사용이다. 그러나 모노비전 렌즈의 사용은 양안의 거리 감각에 영향을 준다. 전기적으로 전환 가능한 렌즈들(예를 들면 두개의 전도성 판 사이에 전기장이 가해짐에 따라 배향이 변하는 액정이 끼워진 렌즈)이 광학계에서의 사용을 위해 설명되었다. (Kowal, Appl. Opt. 23(16), 2774-2777 (1984); Dance, Laser Focus World 28, 34 (1992)를 참고) 전기적으로 전환 가능한 렌즈에서 프레즈넬 구역 플레이트(Fresnel zone plate) 전극 구조(Williams, SPIE Current Developments in Optical Engineering and Commercial Optics, 1168, 352-357 (1989); McOwan, Optics Communications 103, 189-193 (1993)) 등 다양한 전극 배열이 연구되어왔다. 그러나 액정 렌즈는 제작과 작동상의 문제 등 여러 요인들에 의해 상업적 성공을 이루지 못했다.

<5> 발명의 요약

<6> 본 발명은 한쌍의 마주보는 투명기관 사이에 위치하는 액정층 ; 액정층과 첫 번째 투명기관의 내측 표면 사이에 위치하는 저항성 패터닝 전극 세트(resistive patterned electrode set) ; 액정층과 두 번째 투명기관의 내측 표면 사이에 위치한 전도층으로 구성된 전기광학 장치에 있어서, 상기 전도층과 저항성 패터닝 전극 세트는 전기적으로 연결되어 있고 상기 저항성 패터닝 전극 세트는 하나 또는 그 이상의 전기적으로 분리된 전극들을 포함하며 원하는 전압 강하는 원하는 위상차 프로파일을 제공하기 위해 각각의 전극을 교차하여 인가됨을 특징으로 하는 전기광학장치를 제공하는 것이다.

<7> 또한 본 명세서에 개시된 것과 같이 패터닝된 전극 세트에서 개별 전극을 교차하여 원하는 전압차를 인가하는 것으로 구성되는 광선의 회절 방법을 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

<8> 다음 기재사항은 본 발명의 전기활성 렌즈를 구성하는 세부사항을 제공한다. 본 발명은 전기장에 의해 재배열될 수 있는 액정 물질로 채워진 전기활성 렌즈를 제공한다. 본 렌즈는 회절광학소자(DOE)와 같이 기능한다. 회절광학소자는 얇은 액정층을 가로질러 전압이 인가되었을 때 결과이고 액정층은 도파기 배치 필드를 변경함에 의해 반응하며 불균일한 굴절률 패턴을 생성하여 셀의 표면에 불균일한 상-투과-작용(PTF)을 유도하는 역할을 한다. 본 발명에서는 조절된 전압 차이를 저항성 패터닝 전극세트에 가로질러 인가함에 따라 원하는 DOE를 생성하기 위한 PTF의 정확한 제어가 달성된다.

<9> 본 발명에서 '저항성 패터닝 전극세트'는 전기적으로 분리된 하나 이상의 전기적 전도성 물질(전극)이며 조절된 전압차이가 인가된다. 저항성 패터닝 전극 세트에는 둘 이상의 전극이 있으며 전극은 SiO₂ 또는 당 분야에 공지된 절연 물질에 의해 분리된다. 저항성 패터닝 전극 세트 내의 전극은 동일한 중심을 가지며 하나 이상의 전압 연결을 포함하는 고리들을 포함한 어떠한 배열로든 배치될 수 있다. 저항성 패터닝 전극 세트 내의 전극은 절연 물질에 의해 분리되어 하나의 수평 방향 판 위에 위치하거나 하나 이상의 독립된 수평 방향의 판 위에 위

치할 수 있으며 개별 전극과 개별 판은 절연 물질에 의해 분리된다. 도면에는 특별히 한정하지 않은 실시예를 나타내었다. 본 명세서에 기재된 ‘동심원의’ 또는 ‘환형의’는 겹쳐지지 않은 상태를 나타내며 대체로 상이한 직경의 유사고리를 나타낸다. 대체로 유사고리를 언급할 때는 예를 들어 전기적 접촉이 형성될 때 고리가 완전하지 않을 수도 있다는 것을 나타내거나 유사고리의 구조가 완벽한 고리의 기하구조를 형성하지 않으나 전체적인 효과는 고리에 가까울 수 있다는 것을 나타낸다.

<10> 본 명세서에 기재된 ‘원하는 전압차’는 저항성 패턴화 전극 세트를 교차하는 전압 차이로, 원하는 전압 행태를 형성한다.

<11> 본 발명에 사용된 전기활성 렌즈는 렌즈가 동심원 회절판(zone-plate) 렌즈와 같이 작동하게 하는 위상차의 원하는 분포를 형성하기 위해 저항성 패턴화 전극 세트를 사용하는 회절성의 렌즈이다. 회절 렌즈는 당업계에 일반적이다. 회절 렌즈의 기능은 프레즈넬 구역 패턴(Fresnel zone pattern)에 의한 근접장 회절에 기초한다. 구조로부터의 돌출 포인트는 구면파의 방사체로 기능한다. 특정 관측지점에서 광학필드는 전체 구조에서 방출된 구면파의 분획의 합으로 구성된다. 여러 부분에서 방출된 구면파의 구조적인 간섭으로 관측지점에서 고회절효율을 위해 고강도를 형성한다.

<12> 액정셀은 공지된 기술로부터 일반적으로 이해된다. 당 기술분야의 일반적인 액정셀의 배치와 기능은 본 명세서에 개시된 것과 전혀 상이한 것이 아닌한 일정 범위 내에서 참고할 수 있다. 예를 들어 도 1에 나타난 전기활성 액정셀을 참고하면 액정물질(20)은 전도성 내부 표면(40, 30)을 가진 두 기관(100, 10)사이에 위치한다. 기관은 원하는 광 전송을 제공할 수 있고 본 명세서에 기술한 장치와 방법으로 기능할 수 있는 석영, 유리 또는 플라스틱과 같은 당업자가 널리 사용하는 물질이 가능하다. 전도층(30)은 원하는 회절 패턴을 제공하기 위하여 저항성 패턴화 전극 세트로 패턴화된다. 도 1의 저항성 패턴화 전극 세트는 두개의 전극을 나타낸다. 저항성 패턴화 전극 세트는 유리 기관위에 형성된 전도층을 사진식판술(photolithographic) 공정 또는 당업자에 알려진 기타 방법에 의해 가공하여 제조된다. 전도층 40은 패턴화되지 않았다. 전도층에 사용되는 전도성 물질은 본 명세서에 기재된 물질이나 당 분야에 사용되는 기타의 물질 등 적절한 것이 사용될 수 있다. 전도성 물질은 인듐 옥사이드, 틴 옥사이드 또는 인듐 틴 옥사이드(ITQ)등의 투명한 것이 좋다. 각 전도층의 두께는 30nm 내지 200nm 사이이다. 각 층은 충분한 전도를 제공하기에 충분히 두꺼워야 하나 전체적인 렌즈 구조를 지나치게 두껍게 하지 않는 정도가 선호된다. 기관은 스페이서(60) 또는 당 분야의 일반적인 기술에 의해 적절한 거리로 고정된다. 스페이서는 마일라(Mylar), 유리 또는 석영 등의 적당한 물질이나 충분한 스페이스를 제공하는 기타의 물질이 사용될 수 있다. 효율적인 회절성에 도달하기 위해 액정층은 활성화된 지연(activated retardation)의 한 파장을 공급할 수 있는 정도의 두께($d > \lambda / \delta n \sim 2.5 \mu m$, 이때 δn 은 액정매체의 복굴절)를 지녀야 하나 더 두꺼운 액정층 일수록 포화 현상을 피할 수 있는데 유용하다. 두꺼워진 셀로 인해 발생하는 단점은 긴 전환시간(d_2 에 따라 상이하)과 전기광학적 특성 해상도의 감소이다. 하나의 특정 실시태양에서 투명 기관은 3 내지 20 마이크론 간격으로 위치하고 모든 수치와 범위는 이에 속한다. 하나의 선호되는 간격은 5 마이크론이다. 기관의 표면은 폴리비닐알코올(PVA)또는 나일론 6,6으로 코팅된 배향막(50)으로 구성되어 있으며 이는 균질한 분자 배열을 갖추기 위해 문질러 처리된 것이다. 도 2의 화살표로 나타난 것과 같이 하나의 기관 위의 배향막은 다른 기관의 배향막과는 역평행(antiparallel) 방향으로 문질러 처리되었다. 당 분야에 알려진 것처럼 이러한 과정으로 적절한 배향을 띠게 된다.

<13> 당 분야에 알려진 방법으로 저항성 패턴화 전극 세트와 전도층에 전압이 인가된다. 도 2에 나타난 바와 같이 기관의 전도성 표면 안쪽에 전압이 인가된다. 전원의 양쪽 말단은 전압이 전극을 교차하여 강하함에 따라 패턴화된 전극세트에 연결되어야 한다. 패턴화되지 않은 전도층(도 1의 (40))은 접지로 작용한다. 본 발명의 하나의 실시태양에서 하나의 구동기 회로는 전도층에 부착되고 분리된 구동기 회로는 저항성 패턴화 전극 세트에 부착된다. 얇은 전선, 렌즈 끝의 전도성 스트립 또는 렌즈 아래의 전도성 바이어스(vias) 세트를 사용하여 전극에 전기 접촉을 생성할 수 있다. 사용된 개별 액정, 셀 내 액정의 두께, 원하는 광 전송과 기타 요인에 의해 전도층과 저항성 패턴화 전압 세트에 인가되는 전압이 변화한다. 원하는 전압 차를 공급하기 위해 사용되는 실제 전압은 더 이상의 불필요한 실험없이 당업자에 알려진 것 또는 본 명세서에 개시된 바와 같이 일반적인 기술로서 결정할 수 있다. 전극에 인가되는 전압의 모든 측면을 제어하는 방법은 프로세서, 마이크로프로세서, 집적회로와 컴퓨터 칩 등 여러가지 방법이 알려져 있다.

<14> 본 발명에서 기재된 ‘층(layer)’은 완벽하게 균질한 막을 필요로 하지 않는다. 기재된 의도한 목적대로 층이 기능함에 따라 평평하지 않은 두께, 균열 또는 기타 결함이 존재할 수 있다. 동심원 회절판(zone-plate) 렌즈는 전기 용량성의 전극 구조에 특정 전압이 적용됨으로써 활성화된다. 종래의 전기 용량성의 동심원 회절판 렌즈에서 계단 위상의 동심원 회절판을 형성하기 위해 작고 분리된 고리형의 전극에 전압이 개별적으로 인가된다. 본

발명에서 전압은 더 작은(혹은 더 큰) 고리형 저항성의 전극(저항성 패턴화 전극세트를 형성하고 있는)으로 갈수록 저항의 방식으로 감소하여 대조 일렉트로닉스를 필요로 하는 전극이 적어짐에 따라 제조와 작동을 쉽게 한다. 하나의 실시태양에서 저항성의 전극은 인듐 틴 옥사이드(ITO)의 단일 층으로 구성된다. 원하는 초점 순서에 대한 회절 효율은 본 발명에 있어서 매우 높으며 이는 원하는 상 지연 커브에 매우 밀접하게 상응하는 전압 프로파일 때문이다. 필요하다면 시스템화 된 예러는 전극 내의 식각된 구조를 사용함으로써, 즉 당업계에 일반적인 '저항 엔지니어링(resistance engineering)'에 의해 제거될 수 있다.

<15> 출원인이 이론상의 범위를 제한하는 것은 아니나 발명의 이해를 돕기 위해 추가적인 설명을 제공한다.

<16> 본 발명에서는 콘텐츠를 사용하기보다 두꺼운 액정을 사용한다. 이는 3개 또는 그 이상의 가시광선 파장영역을 위한 다른 순서의 상-래핑을 동시에 가능케 한다. 단일의 얇은 막 전기 광학 렌즈는 렌즈 각도(r)로부터의 방사 거리에 의존하는 위상차($\Delta \phi$)를 필요로 한다. 아래에 기재된 u 는 r^2 를 의미한다.

$$\Delta \phi = a r^2 = a u \quad (1)$$

<18> 얇은 막에서는 제어할 수 있는 지연은 적당한 사이즈의 렌즈가 기능하기 위해 필요한 것보다는 적다. 지연 곡선은 2π 의 정수 배수에 의해 래핑 될 수 있다. 이러한 과정이 원형, 방사형의 계단식 격자를 형성하는 주기적인 u 값에서 행해질 경우 용이하며 규칙적이다. 영구적인 동심원 회절판 렌즈는 많이 알려져 있다. 사람들은 균일한 규격의 스텝에서 지연 곡선을 예측할 수 있으며 이는 μ 는 디자인된 초점 순서 내에서 잘 알려진 사인(sine)의 존적 회절 효율을 나타내기 때문이다.

<19> 저항

<20> 본 발명에서 저항성 패턴화 전극 세트 내 전압 강하는 원하는 광학 위상차 프로파일을 성립하기 위해 전기용량성 렌즈에서 사용되는 스텝화된 기능 대신에 사용된다. 균일한 저항성 물질로 된 고리모양 석판(annular slab)의 저항은 이상적인 광학 위상지연 형태에 가까워진다. 필요하다면 막은 저항을 조절하기 위해 부분적으로 직조될 수 있다.

<21> 저항 ρ 와 균일한 두께 t 의 물질로 된 막, 또는 석판의 원형 구조를 결정하는 반경 $r_1 > r_2$ 로 된 완벽한 전도성을 갖춘 2개의 실린더 사이의 저항 $R(r_1, r_2)$ 는 다음의 미분식으로 유도할 수 있다.

$$dR = (\rho / 2\pi t) (dr/r) \quad (2)$$

$$R(r_1, r_2) = (\rho / 2\pi t) \ln[r_1/r_2] \quad (3a)$$

$$R(u_1, u_2) = (\rho / 4\pi t) \ln[u_1/u_2] \quad (3a)$$

<25> 대체로 이것은 ITO와 같은 투명한 전도성 물질로 된 막 위에 놓여진 고전도성 고리의 경우다.

<26> 전기광학적 렌즈에의 적용

<27> 전기광학 렌즈에서 얇은 액정막은 막의 마주보며 위치한 두 전극 사이의 전압차에 의해 스트레스를 받으며, 적어도 하나의 전극은 동심원 회절판 렌즈처럼 기능하는 위상 지연 분포를 생성하는 전압의 인가를 가능하게 하기 위해 패턴화되었다. 완전한 전압 프로파일 변화는 저항성 패턴화된 전극 세트 내 저항성 전극을 따라 전압원으로부터 고리까지의 2개의 고전도성 연결 사이에 형성된다. (필요할 경우 더 이상의 연결은 전극을 따라 특정 크기의 '핀' 전압으로의 중간재 고-전도성 고리의 삽입을 가능케 한다.) 총 전류 I 가 전극을 가로질러 주입된다. 방사형 전압 분포는 식 (3)의 저항 방사형 분포를 따를 것이다(r_c 는 전하가 주입된 고리의 위치이다).

$$V(r, r_c) = I R(r, r_c) = (I \rho / 2\pi t) \ln[r/r_c] \quad (4a)$$

$$V(u, u_c) = I R(u, u_c) = (I \rho / 4\pi t) \ln[u/u_c] \quad (4b)$$

<30> 후면의 전극이 패턴화되지않고 기저상태에 있다면 식 (4)는 액정막을 가로질러 스트레스가 유발하는 전압강하를 나타낸다.

<31> 전자기기 구동기에 필요한 전력을 최소화하고 전극의 전압 변조를 줄이는 RC 시간 상수를 피하기 위해 변수를 고정하는 것이 선호된다. 명백히 저주파진동수를 의미하나 액정 도파기 재배치 시간에 상응하는 값을 상회해야 한다. 일련의 과정은 일반적 기술수준의 당업자에 의해 추가적인 실험없이 행해질 수 있다.

- <32> 연속적인 고리형 전극 사이에는 절연 간극이 필요하다. 위상 랩(wrap) 당 하나의 간극이 필요하다. 간극은 2파이의 정수배에 관계없이 위상-랩 내에 위치한다. 간극 내에서 전압은 액정을 재배열할 정도로 충분히 크지 않아 액정은 문턱전압을 하회하는 배열을 택하게 된다. 이 정보는 전극 설계에 포함시킬 수 있으며 이 위치에서 정확한 지연임에 따라 (일반적인 전기 용량성의 동심원 회절판 구조 내에서), 전극은 높은 전압 범위에서의 더 큰 r 값에서 지연을 설정하는 작업을 선택할 수 있다.
- <33> 전압과 위상 곡선의 일치
- <34> 당업계에 일반적인 것처럼 셀이 액정 응답 곡선의 준-직선형 대역에서 작동할 경우 (예를 들면 두꺼운 막을 사용하거나 낮은 위상-랩에서의 동작으로 인해) 유도된 위상지연과 완벽한 동심원 회절판 렌즈 사이에 좋은 상관관계가 존재한다. 자연로그방정식 (4b)는 (A) 각 랩 마다의 위상차 (일반적으로 0의 값)의 자동 동기화에 의해, (B) 각 전극에서 I의 크기를 조절함에 의해 방정식 (1)의 라인을 답을 수 있으며 이는 연속적인 전극에서의 저항 변화에도 불구하고 경계조건은 모든 전극에서나 동일한 값을 갖는 터미널 전압에 의해 결정되기 때문이다. 첫번째 구역에서 방정식 (4b)는 이상적이지 않다. 이것은 필드 내에서 첫번째 구역에 매우 적은 부분을 차지한다는 점으로 무시될 수 있으나 필요하다면 부분적 영역 곡선이 셀 내에 삽입되거나 중간재 전극이 셀로 삽입될 수 있다. 또는 오히려에 의해 전극의 저항을 감소시킬 수 있다. 방정식 (4b)의 수학적 함수는 일관된 곡률을 가진다. 이 곡률의 크기는 겨우 몇 위상 랩 이후 매우 작다.
- <35> 전체 오차의 약 절반에 해당하는 곡률(curvature)로 인한 체계적오차(systematic error)를 포함하는 계산된 평균 위상차 오차(총 위상 랩의 백분율로 표현)는 랩 수 {1, 2, 3, 4, 5, 10 과 20}의 랩 구역에서 {5.8, 3.3, 2.4, 1.8, 1.3, 0.8과 0.4}이다. 계단상의 전기용량성의 경우 이것은 {2, 4, 8 또는 16} 단계적 근사에서의 계산된 수치 {12.5, 6.3, 3.1 또는 1.6}보다 월등히 우월하며 이러한 값은 위치에 무관하고 체계적으로 오프셋 에러(offset error)를 포함하지 않는다. 단일 전압-핀, 완전한 동심원 회절판의 단편-와이즈 근사치를 사용하는 저항성 렌즈는 적은 크기의 위상 랩의 경우에 좋다. 상대오차가 반경에 의존하므로 위상 랩 크기가 커짐에 따라 대형 렌즈가 잘 동작한다.
- <36> 색채 왜곡의 개선
- <37> 동심원 회절판으로 초점을 맞추는 것은 고도로 채도 의존적이다. (a) 무너 회절 체계에서 초점 거리 (b) 체계의 회절 효율성의 변화에 관해서는 색채적이다.
- <38> 첫 번째 요인은 wrap 반지름의 일반적인 위치에 대한 방정식에서 볼 수 있다. (진도 $2\pi m$ 의 i번째 랩이며 이?? m은 정수이고 f는 원하는 초점길이, λ 는 설계된 파장)
- <39>
$$r_i = [2im(\lambda f)]^{1/2} \quad (5a)$$
- <40>
$$u_i = [2im(\lambda f)] \quad (5b)$$
- <41> 두번째 요소는 박막 특성에 유도된 위상 변화 ($\Delta\phi$)의 의존도에서 볼 수 있다 (t는 막의 두께이며 λ 는 설계된 파장, n은 정수이다)
- <42>
$$\Delta\phi = 2\pi \Delta n (t/\lambda) \quad (6)$$
- <43> 식 (5)로부터 공간적으로 고정된 랩을 볼 수 있으며 (λf)는 상수로 고정되기 때문에 f는 λ 에 반비례한다. 가시광선 지역의 집속력을 분산하는 결과를 나타낸다. 이러한 (기하학적/제조-결정) 초점 단계로의 회절 효율성은 랩 구역 내의 위상 프로파일의 모양에 의존한다. 완벽함의 한 징후는 랩 지점의 양측에서 식 (6)이 $2\pi m$ 의 차이가 나는 것이다. Δn 이 보이는 가시지역을 가로질러 약한 분산만을 나타내나 (t/λ)는 크게 변화할 것이다. 그러므로 하나의 파장만이 식 (6)에 $2\pi m$ 을 유도할 것이다 ; 지연에 있어서 짧은 파장은 많은 변화를, 긴 파장은 짧은 변화를 발생시킬 것이다. 막에서 충분히 큰 전기-광학 위상의 동작거리가 제공되면 m의 여러 값이 달성되어 서로 다른 파장이 서로 다른 회절 순서로 높은 회절 효율성을 갖게 된다.
- <44> 각 m에 대하여 $2\pi m$ 요구조건을 만족시키는 파장 λ_m 은 다음의 관계식을 만족시킨다.
- <45>
$$m\lambda_m = \Delta nt \quad (7)$$
- <46> 또한 이를 식 (5b)에 대입하면 파장 f_m 에서 초점거리를 예측할 수 있으며 다음과 같다.

<47> $f_m = u_i / (2 \pi \Delta n t) \quad (8)$

<48> 식 (8)은 Δn 의 약한 분산에 관계없이 λ_m 에서 극대화된 효율성 이외에도 모든 m 에 대한 우선적인 회절 순서는 동일함을 나타낸다. 그러므로 고정된 랩-순서를 통한 분산이 있을 때에만 발생하는 전체 가시범위에서의 큰 분산은 감소한다. 동일한 초점으로 최대 회절하는 몇몇의 파장(m'/m 의 정수의 비율에 관련된)이 존재한다. λ 가 λ_m 에서 $\lambda_{m\pm 1}$ 으로 변화하나 f 의 분산이 여전히 존재한다. 550nm에서 $2\pi n$ 랩핑을 생성한다면 위상 공동-초점 파장을 계산할 수 있다. 이러한 상황을 나타내기 위해서 550nm에서 최소 $2\pi n$ 의 유도된 지연을 형성할 수 있어야 한다. 최대 전기-광학 $\Delta n = 0.2$ (액정에 대응)에 상응하는 최소 막의 두께 t_{min} (마이크론 단위로 표시)이 요구된다. 명백히, 준-직선의 영역에서 동작하기 위해 상당히 두꺼운 막이 요구된다.

n	λ_{n+2}	λ_{n+1}	λ_n	λ_{n-1}	λ_{n-2}	t_{min}
4		440	550	733		11
5		458	550	688		14
6		471	550	660		17
7	428	481	550	642	770	19
8	440	489	550	629	733	22
9	450	495	550	619	707	25
10	458	500	550	611	688	28

<49>

<50> 집속력(focal power)의 변화

<51> 일부 또는 전체의 전극 연결에 서로 다른 전압을 인가함에 따라 집속력을 변화시킬 수 있다. 두가지 유형의, 즉 같은 정도로 균형잡히거나 균형잡히지 않은 전압 변경이 있다. 두 경우 모두 위상 랩이 전극 말단에서 발생한다. 균형잡힌 집속력 조절의 경우, 말단의 연결을 유지되게 함으로써 변수 u 의 위상차의 주기성이 유지된다. 전극에 동일한 전력이 공급됨에 따라 집속력도 변화한다. 불균질한 전압 편차의 경우 더 많은 전극과 전압이 필요하다; 편리하게는 선형 (u) 함수의 2π 오프의 배수를 강하시킨다. 직선의 기울기가 렌즈의 성능을 결정한다. 어느 방법으로도 색채왜곡에 있어서 위에서 상술한 개선 사항이 수반된다.

<52> 제조 신뢰도와 간결함

<53> 저항의 측면으로 접근시 개별 랩 구역당 2개의 전기적 연결이 필요하다. 전극 면 위에 작은 구역을 희생한다면 (give up) 원을 큰 호로 나누는 슬롯을 통해 두 버스(bus)가 나타나고, 전극이 인터디지털 적으로 연결될 수 있다. 생성물은 가능한한 전반적인 렌즈 구역에서 전기적으로 완벽한 것이 선호되며 이에 따라 더 적게 식각되거나 적층된 특성이 선호된다.

<54> 고효율

<55> 저항성 패터닝 전극 세트 접근법은 단일 효율성에 근접할 수 있다. 앞서 보인바와 같이 랩핑과 전기광학 구동 특성은 균일하고 직조되지 않은 저항성 물질에 높은 컴플라이언스를 유도한다.

<56> 큰 렌즈 크기

<57> 큰 렌즈의 생산에 있어서의 실용적인 제한은 구역의 수는 r^2 로 측정하는 반면에 구역의 사이즈는 r^{-1} 로 측정한다는 것이다. 저항성 전극 접근에서는 전극은 랩-구역의 폭을 고정한다. 4cm 렌즈를 예로 들면 m 이 1일 때 wrap 존의 크기는 $25 \mu m$ 이고 m 이 2일 때는 $50 \mu m$ 등이다. 렌즈 제작에 있어서 한정사항은 절연 간극과 전도성 고리 연결과 관련있다. 이런 제한사항은 높은 수치의 m 을 사용함으로써 개선될 수 있다.

<58> 전력의 넓어진 범위

<59> 동심원 회절판 렌즈의 외형 크기는 식 (5a)에 따라 $f^{1/2}$ 로 측정한다. 큰 렌즈 크기를 가능하게 하는 제조 필요조건인 저항은 훨씬 강력한 집속 렌즈의 생산/동작을 가능하게 한다.

<60> 색채 분산의 향상

<61> 높은 m 구조의 제조가 상대적으로 쉬움에 따라, 저항성 전극 접근이 위에서 개괄한 색채 분산을 개선하는 방법으로 채택되었다.

<62> 액정

- <63> 본 발명에 사용된 액정은 전기장으로 제어할 수 있는 긴 범위의 방향성 배열을 가진 네마틱상, 스멕틱상 또는 콜레스테릭 상을 구성하는 것을 포함한다. 넓은 네마틱 온도 범위, 용이한 정렬가능성, 낮은 문턱전압, 큰 전기-광학적 응답과 빠른 전환시간과 더불어 검증된 안정성과 신뢰성이 높은 상업적 이용가능성을 가진 액정이 선호된다. 하나의 선호되는 실시태양에서 E7(Merck사의 시아노비페닐과 시아노테르페닐 네마틱 액정 혼합물)을 사용하였다. 본 발명에서 사용가능한 기타 네마틱 액정의 예는 다음과 같다 ; 페닐-시아노-비페닐 (5CB), (n-옥틸옥시)-4-시아노비페닐(80CB) 등이다. 본 발명에서 사용가능한 기타 액정은 n=3,4,5,6,7,8,9인 화합물 4-시아노-4-n-알킬비페닐, 4-n-펜틸옥시-비페닐, 4-시아노-4'-n-알킬-p-테르페닐 그리고 BDH(British Drug House)-Merck사의 E36, E46과 ZLI-시리즈 같은 시중의 혼합물 등이다.
- <64> 또한 본 발명에서 전기활성 고분자를 사용할 수 있다. 전기활성 고분자는 J. E. Mark, American Institute of Physics, Woodbury, N.Y., 1996, "Physical Properties of Polymers Handbook" 에 개시된 것과 같은 투명한 광학적 물질을 포함하며 또한 이는 Ch. Bosshard et al., Gordon and Breach Publishers, Amsterdam, 1995의 "Organic Nolinear Optical Materials" 에 개시된 비대칭으로 극성화되어 콘주게이트 된, 전자공여그룹과 전자수용 그룹 사이의 p 전자(발색단이라고 칭한다)를 가진 분자를 포함한다. 고분자의 예는 다음과 같다 ; 폴리스티렌, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리비닐카바졸, 폴리이미드, 폴리실란 등이다. 발색단은 다음과 같다 ; 파라니트로아닐린(PNA), 분산 레드 1(DR1), 3-메틸-4-메톡시-4'-니트로스틸벤, 디에틸아미노니트로스틸벤(DANS), 디에틸-티오-바르비투르산 등이다. 전기활성 고분자는 다음에 의해 생성될 수 있다 ; a) 하기의 게스트/호스트 접근법, b) 발색단이 고분자에 펜던트-중심사슬과 같이 공유결합함에 의해, 및/또는 c) 가교결합과 같은 격자형 경화 접근법 등에 의한다.
- <65> 고분자 액정(PLC)를 본 발명에서 사용할 수 있다. 고분자 액정으로는 액정 고분자, 저분자 질량 액정, 자기강화 고분자, in situ-합성물, 및/또는 분자 합성물 등을 들 수 있다. 저자 W. Brostow ; 'Liquid Crystalline Polymers : From Structures to Applications' ; 편집 A. A. Collyer, Elsevier, New-York-London, 1992, Chapter 1에 개시된 바와 같이 PLC 들은 상대적으로 견고한 서열과 유연한 서열을 동시에 함유한다. PLC의 예는 다음과 같다 ; 4-시아노비페닐 벤조에이트 잔기와 기타 유사 화합물을 포함하는 폴리메타크릴레이트 등이다.
- <66> 고분자 분산형 액정 (PDLCs) 또한 본 발명에 사용할 수 있다. PDLC는 고분자 매트릭스 내에서 액정 구적(droplet) 형상의 분산을 구성한다. 이러한 물질은 다양한 방법으로 제조할 수 있다 ; (i) 네마틱 곡선형 배향상(NCAP), 열 유도 상분리(TIPS), 용매 유도 상분리(SIPS)와 고분자화 유도 상분리(PIPS) 등에 의한다. PDLC는 액정 E7(BDH-Merck사 제조)와 NOA65(Norland products, Inc. NJ사 제조)의 혼합물; E49(BDH-Merck사 제조)와 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)의 혼합물; E49(BDH-Merck사 제조)와 PMMA의 혼합물; 단량체 디펜타에리트를 히드록시 펜타 아크릴레이트, 액정 E7, N-비닐피롤리돈, N-페닐글리신과 Rose Bengal 연료의 혼합물 등이다.
- <67> 고분자 안정화 액정(PSLCs)을 본 발명에 사용할 수도 있다. PSLC는 고분자 구조의 액정을 구성하는 물질로 이루어져있으며 고분자는 액정의 10중량% 미만을 차지한다. 광중합반응을 일으킬 수 있는 단량체를 액정과 UV 중합반응 기폭제와 혼합한다. 액정이 배열된 후 UV에 노출됨에 의해 단량체의 중합반응이 시작되며 그 결과 중합체는 액정을 안정화시키는 구조를 형성한다. PSLC의 예는 C. M. Hudson등의 저서 Optical Studies of Anisotropic Networks in Polymer-Stabilized Liquid Crystals, Journal of the Society for Information Display, vol. 5/3,1 -5, (1997), G. P. Wiederrecht 등의 저서, Photorefractivity in Polymer-Stabilized Nematic Liquid Crystals, J. Of Am. Chem. So a, 120,3231 -3236 (1998)에 개시되어 있다.
- <68> 자가조립 비선형 초 거대분자 구조 또한 본 발명에 사용된다. 자가조립 비선형 초 거대분자 구조는 다음 기술한 것에 의해 제조할 수 있는 전기활성 비대칭 구조 막을 포함한다 ; Langmuir-Blodgett 막, 수용액의 고분자전해질(polyanion/polycation) 축적의 변화, 분자 빔 에피택시 방법, 공유결합 반응에 의한 순차적 합성(예를 들면 오르가노클로로실란-기재 자가조립 다층 적층) 등이 있다. 이러한 기술로 1 μ m보다 작은 두께를 가진 얇은 필름을 생성할 수 있다.
- <69> 본 발명의 장치는 사람과 동물의 시력 교정과 조절을 위한 렌즈 등 다양한 분야에 응용할 수 있다. 렌즈는 일반적인 것처럼 안경에 사용될 수 있으며 안경은 하나 또는 그 이상의 렌즈를 포함할 수 있다. 일반적으로 장치는 더 이상의 실험 없이 디스플레이 장치에도 사용할 수 있다. 렌즈는 기존의 렌즈와 병용해서도 사용할 수 있다.
- <70> 설명되거나 예로 든 구성요소의 모든 장치나 조합은 별다른 언급이 없으면 발명의 실시를 위해 사용할 수 있다.
- <71> 사용되는 전압을 인가하기 위한 구동기, 전압을 위한 제어기와 기타 추가적으로 요구되는 광학 구성요소와 같은 추가적인 요소는 당업자에 일반적이며 더이상의 실험없이 적용될 수 있다. 동일한 화합물을 당업계에서 서로 다

르게 명명할 수 있기 때문에 화합물의 구체적 명칭을 대표적으로 지정하였다.

- <72> 명세서에 기재된 화합물은 화합물의 이성질체나 거울상 이성질체가 식이나 화학명으로 구체화되지 않았기 때문에 그와 같은 기재는 개별적으로나 화합물로 명시될 경우 화합물의 이성질체와 거울상 이성질체를 모두 포함할 수 있다. 일반적인 기술 중 본 명세서에 명확히 구체화된 것 보다 실험 방법, 장치 구성, 출발물질과 제조방법 등을 만족시키는 것은 더이상의 실험에 의존하지 않고 채택할 수 있다. 실험방법, 장치 구성, 출발물질과 제조방법의 기능적인 균등물은 발명에 포함될 수 있다. 명세서에 구체화되는 두개의 범위나 전압의 범위, 모든 중간 범위와 종속 범위 뿐 아니라 주어진 범위 내에 속하는 개별 수치는 개시사항에 속한다.
- <73> 본 명세서의 '포괄하는'은 '포괄하는', '함유하는' 또는 '특징지워진'과 동의어이며 포괄적이거나 제한되어있지 않고 추가적이며 기술되지 않은 성분이나 방법 단계를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 '구성된'은 청구항 요소에 구체화되지 않은 성분, 단계와 요소를 포함하지 않는다. '본질적으로 구성된'은 청구항의 기본적인이고 신규한 특징에 실질적으로 영향을 미치지 않는 물질과 단계를 배제하지 않는다. 부분적으로 명세서 내에서 조성 성분의 기재와 장치의 구성요소의 기재에 사용된 '포괄하는'은 조성과 방법을 본질적으로 구성하는 것과 상술된 성분이나 구성요소를 구성하는 것을 포괄하는 것으로 이해된다. 본 발명의 실시예는 특별히 본 명세서에 개시되지 않은 일부 구성요소나 한정사항을 배제하고 실시될 수 있다.
- <74> 채택된 용어와 표현은 한정이 아닌 기술의 관점에서 사용되었으며, 나타내고 기술된 특징 또는 비율의 균등물을 배제하는 용어와 표현은 의도적이지 않다. 따라서 청구되고 기술된 발명의 범위 내에서 다양한 조절이 인정된다. 그러므로 본 발명이 선호되는 실시태양과 선택적 특징으로 명확히 개시되었으나 개시된 개념의 조절과 변동이 당업자에 의해 행해질 수 있으며 또한 그러한 조절과 변동은 본 발명의 범주에 속한다고 볼 수 있다.
- <75> 사용된 용어와 구문은 일반적으로 당업자가 표준 문헌, 저널의 참고문헌과 문맥에서 찾을 수 있는 당업계에 일반적인 의미를 가진다. 발명의 설명서에서 특정한 사용을 명확히 하기 위해 구체적인 정의를 제시하였다. 명세서에 언급된 모든 특허와 공개는 발명이 속하는 기술분야 당업자의 기술 수준을 나타내는 것이다.
- <76> 당업자는 발명의 목적을 수행하고 언급된 결과와 이득을 달성하기 위해 본 발명이 적절히 개조되었음을 인정할 것이다. 선호되는 실시태양의 대표적인 형태로서 개시된 장치와 방법, 부수적 방법은 대표적이며 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다. 그 점에 있어 발명의 의도를 포괄하고 청구항의 범위에 의해 정의된 변형과 다른 사용이 당업자에 의해 생각날 것이다.
- <77> 인용된 참조문헌은 명세서의 개시사항과 불일치함이 없는 범위에서 통합되었다. 몇몇의 참고문헌은 장치 구성, 액정 셀 배열, 패턴화 전극 세트, 분석 방법, 사용 등에 있어서 추가적인 세부사항을 제공하기 위해 참고용으로 사용되었다.
- <78> 명세서가 많은 특수성을 포함하고 있으나, 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되어서는 안되고 단지 발명의 선호되는 실시태양을 제공하는 것이다. 본 발명은 안경에의 사용에 한정되지 않는다. 오히려 텔레커뮤니케이션, 광학 스위치와 의학적 장치 등 다른 분야에서 유용하다. 원하는 파장에서 의도한 상 전송 기능을 제공하는 액정이나 액정의 혼합물은 유용하다. 원하는 상 전송 기능을 생성하기 위해 적절한 전압을 결정하고 액정에 인가하는 것은 일반적이다.
- <79> 참고문헌
- <80> G. Smith et al., The eye and visual optical instruments, Cambridge University Press, 1997.
- <81> G. Vdovin et al., On the possibility of intraocular adaptive optics, Opt. Express 11 :810-817, 2003.
- <82> G. Williams et al., Electrically controllable liquid crystal Fresnel lens, Proc. SPIE 1168:352-357, 1989.
- <83> J. S. Patel et al., Electrically controlled polarization-independent liquid-crystal Fresnel lens arrays, Opt. Lett. 16:532-534, 1991.
- <84> B. Dance, Liquid crystal used in switchable Fresnel lens, Laser Focus World 28:34, 1992.
- <85> M. C. K. Wiltshire, Non-display applications of liquid crystal devices, Geo J. Research 10:119-125, 1993.
- <86> H. Ren et al., Tunable Fresnel lens using nanoscale polymer-dispersed liquid crystals, Appl. Phys.

Lett. 83:1515-1517, 2003.

- <87> C. W. Fowler et al., Liquid crystal lens review, Ophthal. Physiol. Opt. 10:186-194, 1990.
- <88> J. A. Futhey, Diffractive bifocal intraocular lens, Proc. SPIE 1052:142-149, 1989.
- <89> S. Sato et al., Variable-focus liquid crystal Fresnel lens, Jpn. J. Appl. Phys. 24:L626- L628, 1985.
- <90> L. G. Commander et al., Variable focal length microlenses, Opt. Commun. 177:157- 170, 2000.
- <91> S. T. Kowel et al., Focusing by electrical modulation of refraction in a liquid crystal cell, Appl. Opt. 23:278-289, 1984.
- <92> A. Nouhi et al., Adaptive spherical lens, Appl. Opt. 23:2774-2777, 1984.
- <93> A. F. Naumov et al., Liquid-crystal adaptive lenses with modal control, Opt. Lett. 23:992-994, 1998.
- <94> M. Y. Loktev et al., Wave front control systems based on modal liquid crystal lenses, Rev. Sci. Instrum. 71 :3190-3297, 2000.
- <95> N. A. Riza et al., Three-terminal adaptive nematic liquid-crystal lens device, Opt. Lett. 19:1013-1015, 1994.
- <96> P. W. McOwan et al., A switchable liquid crystal binary Gabor lens, Opt. Commun. 103:189-193, 1993.
- <97> S. Masuda et al., Liquid-crystal microlens with a beam-steering function, Appl. Opt. 36:4772-4778, 1997.
- <98> B. Kress et al., Digital Diffractive Optics, John Wiley & Sons Ltd., 2000.
- <99> US application publication US2005/0073739 (April 7, 2005)

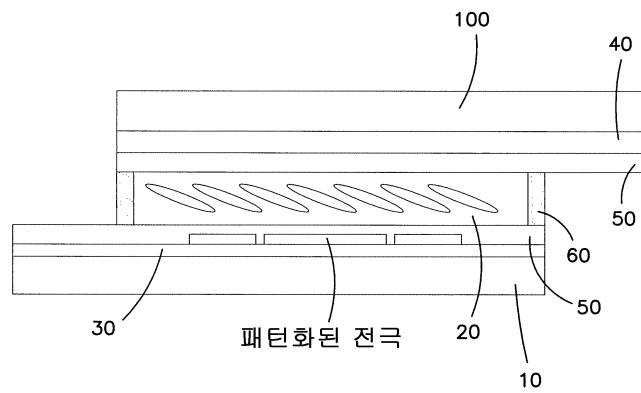
도면의 간단한 설명

- <100> 도 1은 액정셀을 나타낸다.
- <101> 도 2는 액정 셀을 가로질러 전압이 인가된 상태를 나타낸다.
- <102> 도 3은 전극 배열의 다양한 구현을 나타낸다.
- <103> 도 3A는 전도성 고리를 적층한 모습이다.
- <104> 도 3B는 1) 하나의 물질로 이루어진, 고리와 고리보다 얇은 두께로 식각된 막; 2) 홈에 의해 변화하는 막의 저항; 3) 정공에 의해 변화하는 막의 저항; 4) 격자에 의해 변화하는 막의 저항; 5) 퍼콜레이션(percolation) 문턱 너머 (위에서 아래 방향으로) 두번째 (절연) 물질로의 공분해(codecomposition)로 이루어진 설계된 저항의 예를 나타낸다.
- <105> 도 3C는 단일-층 전극의 측면을 나타낸다. 도 3D는 다중-층 전극의 측면을 나타낸다.
- <106> 도 4는 다양한 전압 버스 배열을 나타낸다.
- <107> 도 4A는 단일 1-버스(동일한 층위에 고리로 직접적으로 연결되거나 바이어스에 연결)를 나타낸다.
- <108> 도 4B는 동일한 구조(반복된 패턴으로 전극이 독립된 버스에 연결되어 초점이 분로(shunting)에 의해 변화하게 함)를 나타낸다.
- <109> 도 4C와 4D는 개별 전극이 각자의 버스를 가진 상이한 구조를 나타낸다.
- <110> 도 4C는 단일-층 구조의 연결을 가능하게 하는 독립되어 갈라진 버스를 나타낸다.
- <111> 도 4D는 표준 전극 배열을 나타낸다.
- <112> 도 5는 동일한 층에서 인터디지테이트된 버스-선-고리 연결을 나타낸다.
- <113> 다른 버스-선-고리 연결은 바이어스(전도성 물질로 채워진 절연층을 통과하는 정공); 브릿지/서브웨이(전도성 고리와의 접촉을 위해 절연층이 제거된 지점을 필요로 하는 연결 위치까지 버스 선이 전극으로부터 선을 분리하는 절연층을 위/아래로 지난다) (나타나지 않음)이다. 바이어스와 브릿지/서브웨이는 파괴되지 않은 전극(고리

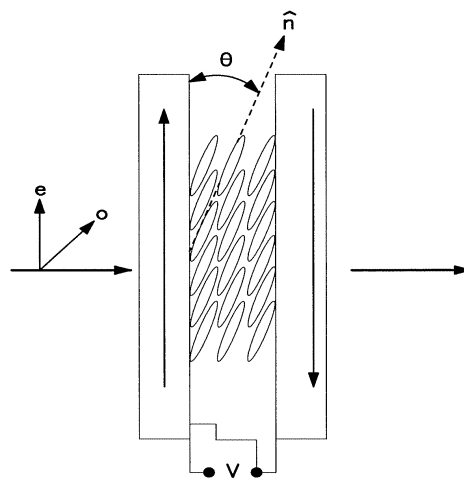
들)의 사용을 가능하게 한다.

도면

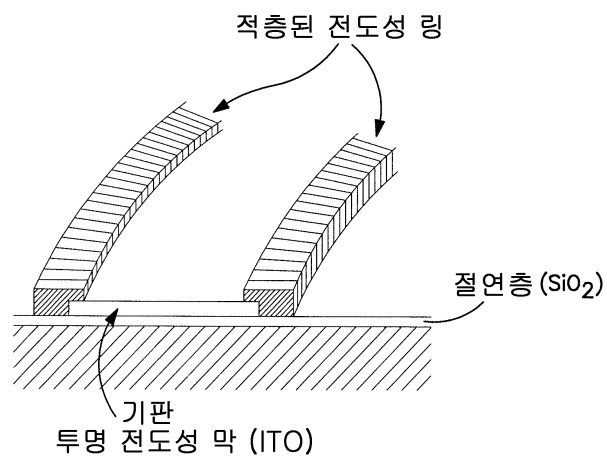
도면1



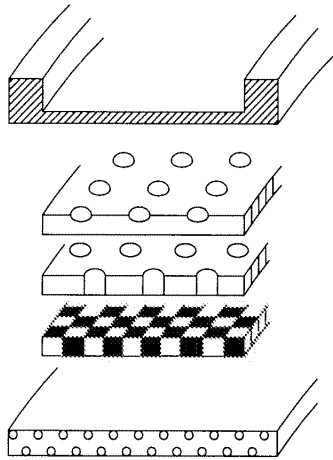
도면2



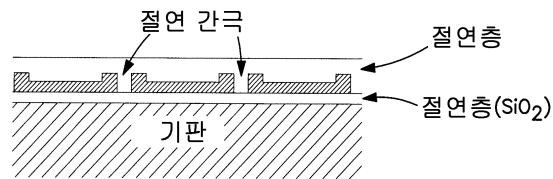
도면3a



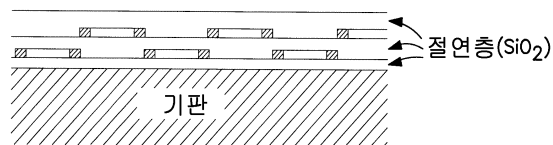
도면3b



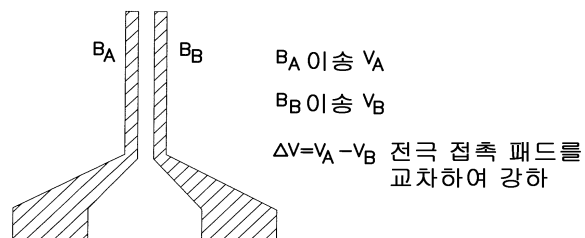
도면3c



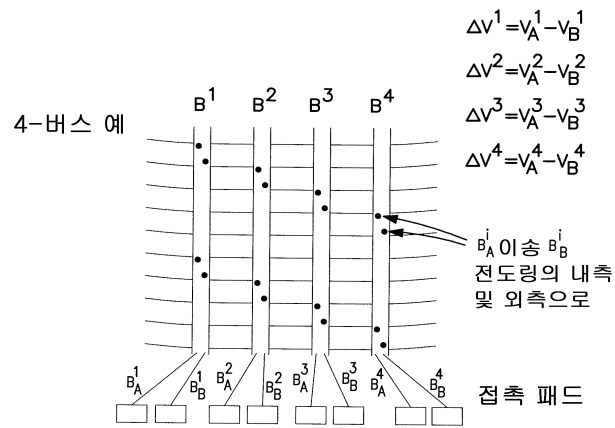
도면3d



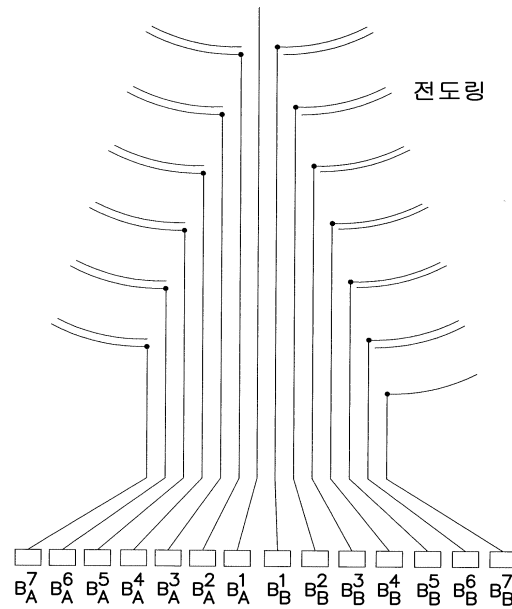
도면4a



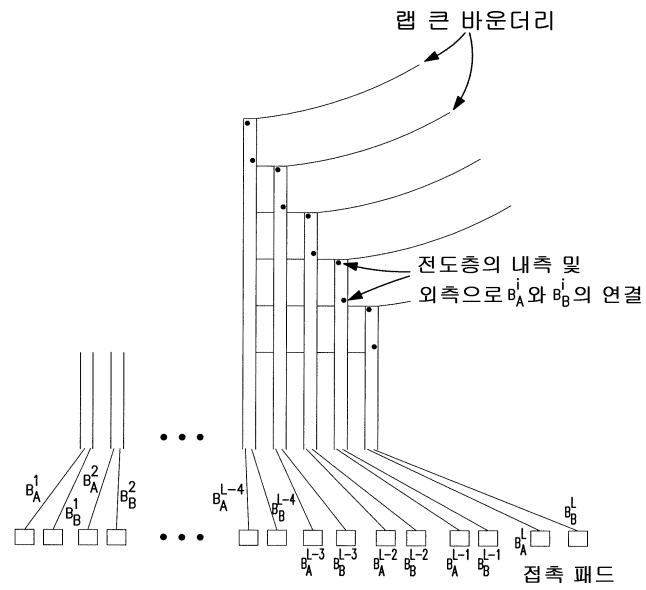
도면4b



도면4c



도면4d



도면5

