



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

G02F 1/133 (2006.01)
G02F 1/1335 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0033043
(43) 공개일자 2007년03월23일

(21) 출원번호	10-2007-7004051	(87) 국제공개번호	WO 2006/022346
(22) 출원일자	2007년02월21일	국제공개일자	2006년03월02일
심사청구일자	2007년02월21일		
번역문 제출일자	2007년02월21일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2005/015464		
국제출원일자	2005년08월25일		

(30) 우선권주장	JP-P-2004-00246860	2004년08월26일	일본(JP)
	JP-P-2005-00052626	2005년02월28일	일본(JP)

(71) 출원인 더 아키타 센터 투 임플리먼트 비고러스 엔터프라이시스
일본 아키타켄 아키타시 산노 3-1-1
재팬 사이언스 앤드 테크놀로지 에이전시
일본국, 사이타마켄, 가와구치시, 혼조 4 쯔메 1-8

(72) 발명자 사토 스스무
일본 아키타켄 아키타시 야바세혼쵸 4쵸메 7-26
에 마오
일본 아키타켄 아키타시 데가타타나카 5-50-302

(74) 대리인 김창세

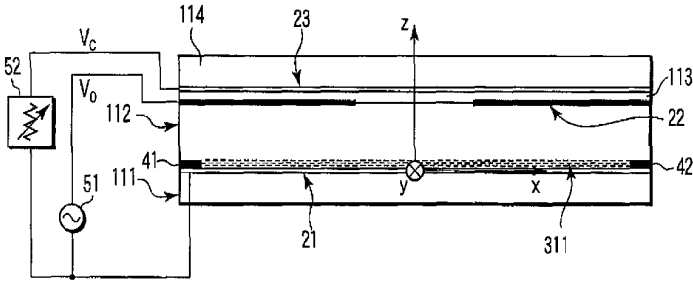
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 광학 소자

(57) 요약

초점 거리를 전기적 제어에 의해 큰 폭으로 가변할 수 있다. 제 1 전극(21)을 갖는 제 1 기판(111)과, 제 2 기판(112)과, 이 제 2 기판의 외부에 배치한 제 2 전극(22)과, 상기 제 1 기판과 제 2 기판 사이에 수용된 액정 분자를 한 방향으로 배향시킨 액정층(311)을 구비하며, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 제 1 전압(V0)을 가하여 액정 분자의 배향 제어를 행하는 것으로 동작하는 광학 소자이다. 제 2 전극의 외부에 절연층을 통해서 제 3 전극(23)을 배치하고, 이 제 3 전극에 상기 제 1 전압(V0)은 독립된 제 2 전압(Vc)을 가하도록 한 광학적 특성을 제어할 수 있도록 되어 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1.

제 1 전극을 갖는 제 1 기판과, 제 2 기판과, 상기 제 2 기판의 외부에 배치된 구멍을 갖는 제 2 전극과, 상기 제 1 기판과 제 2 기판 사이에 수용된 액정 분자를 배향시킨 액정층을 구비하며, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 제 1 전압을 인가하여 액정 분자의 배향 제어를 행하는 것에 의해 동작하는 광학 소자에 있어서,

상기 제 2 전극의 외부에 절연층을 사이에 두고 제 3 전극을 배치하고, 이 제 3 전극에 상기 제 1 전압과는 독립된 제 2 전압을 인가하도록 구성하며,

또한, 상기 제 1 전압에 근거하는 제 1 단계의 광학적 특성이 최선이 되는 상태로 상기 제 1 전압의 전압값을 고정하고, 상기 제 2 전압을 가변하는 것에 의해 제 2 단계의 광학적 특성을 가변제어하는 것

을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 2.

제 1 전극을 갖는 제 1 기판과, 제 2 기판과, 상기 제 2 기판의 외부에 배치된 구멍을 갖는 제 2 전극과, 상기 제 1 기판과 제 2 기판 사이에 수용된 액정 분자를 배향시킨 액정층을 구비하며, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 제 1 전압을 인가하여 액정 분자의 배향 제어를 행하는 것에 의해 동작하는 광학 소자에 있어서,

상기 제 2 전극의 외부에 절연층을 사이에 두고 제 3 전극을 배치하고, 이 제 3 전극에 상기 제 1 전압과는 독립된 제 2 전압을 인가하도록 구성하며,

또한, 상기 제 2 전압에 근거하는 제 1 단계의 광학적 특성이 최선이 되는 상태로 상기 제 2 전압의 전압값을 고정하고, 상기 제 1 전압을 가변하는 것에 의해 제 2 단계의 광학적 특성을 가변제어하는 것

을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 구멍을 갖는 제 2 전극은 광축을 중심으로 하여 축주위 방향으로 복수로 분할되어 있고, 각각에 대하여 독립된 제어 전압을 인가하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 3 전극의 형상은 정현파 함수 또는 정현파 함수의 중첩 함수 또는 먹송 함수 중 어느 것으로 인가되고 있는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 액정층은 1층 또는 복수의 절연층에 의해 분할되어 제 1 액정층과 제 2 액정층 또는 각기 상기 절연층에 의해 분할된 복수의 액정층인 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 6.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 액정층은 1층 또는 복수의 절연층에 의해 분할된 액정층이며, 이 액정층은 액정 분자의 배향 방법이 각기 평행 또는 직교하도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 7.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 액정층의 액정 재료로서는, 구동 신호가 저주파에서는 P형으로서 동작하고, 구동 신호가 고주파수에서는 N형으로서 동작하는 2주파 구동형 액정 재료가 이용되고 있는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 8.

내면에 제 1 전극을 갖는 제 1 기판과,

상기 제 1 기판의 상기 내면에 대향한 제 2 기판과,

상기 제 2 기판의 외부에 배치된 구멍을 갖는 제 2 전극과,

상기 제 1 기판과 제 2 기판 사이에 수용된 액정 분자로 이루어지는 제 1 액정층과,

상기 제 2 전극에 대하여 절연부를 사이에 두고 배치된 제 3 전극과,

상기 제 2 전극과 상기 제 3 전극을 사이에 두고, 상기 제 2 기판과 대칭으로 배치되어 있는 제 3 기판과,

상기 제 2 전극과 제 3 전극 및 상기 제 3 기판을 사이에 두고 상기 제 1 액정층 및 제 1 기판과 대칭으로 배치된 제 2 액정층 및 제 4 전극을 갖는 제 4 기판과,

상기 제 1 전극과 제 2 전극, 및 상기 제 4 전극과 상기 제 2 전극 사이에 제 1 전압을 인가함과 아울러, 이 제 1 전압과는 독립된 제 2 전압을 상기 제 3 전극에 인가하기 위한 수단

을 구비한 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,
상기 제 1 액정층과 제 2 액정층은 각각 절연층에 의해 분할되어 있고,
제 1 액정층은 제 3 및 제 4 액정층으로 이루어지고,
제 2 액정층은 제 5 및 제 6 액정층으로 이루어지는 것
을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 10.

제 8 항에 있어서,
상기 제 3 전극은 상기 제 2 전극의 상기 구멍 내에 간격을 두어 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 11.

제 1 전극을 갖는 제 1 기판과, 제 2 기판과, 상기 제 2 기판의 외부에 배치된 구멍을 갖는 제 2 전극과, 상기 제 1 기판과 제 2 기판 사이에 수용된 액정 분자를 배향시킨 액정층을 구비하며, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 제 1 전압을 인가하여 액정 분자의 배향 제어를 행하는 것에 의해 동작하는 광학 소자에 있어서,
상기 제 2 전극의 외부에 절연층을 사이에 두고 제 3 전극을 배치하고, 이 제 3 전극에 상기 제 1 전압과는 독립된 제 2 전압을 인가하도록 구성하고, 상기 제 1 전압의 전압값을 고정된 상태에서, 상기 제 2 전압을 가변하는 것에 의해 상기 광학적 특성을 볼록 렌즈로서 가변 제어하는 회로와,
상기 제 2 전압의 전압값을 고정하고, 상기 제 1 전압을 가변하는 것에 의해 상기 광학적 특성을 오목 렌즈로서 가변 제어하는 회로
를 갖는 광학 소자.

청구항 12.

제 1 전극을 갖는 제 1 기판과, 제 2 기판과, 상기 제 2 기판의 외부에 배치된 구멍을 갖는 제 2 전극과, 상기 제 1 기판과 제 2 기판 사이에 수용된 액정 분자를 배향시킨 액정층을 구비하며, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 제 1 전압을 인가하여 액정 분자의 배향 제어를 행하는 것에 의해 동작하는 광학 소자에 있어서,
상기 제 2 전극의 외부에 절연층을 사이에 두고 제 3 전극을 배치하고, 이 제 3 전극에 상기 제 1 전압과는 독립된 제 2 전압을 인가하도록 구성하고, 상기 제 1 전압에 근거하는 제 1 단계의 광학적 특성이 최선이 되는 상태로 상기 제 1 전압의 전압값을 고정하고, 상기 제 2 전압을 가변하는 것에 의해 제 2 단계의 광학적 특성을 가변 제어하는 회로와,
상기 제 2 전압에 근거하는 제 3 단계의 광학적 특성이 최선이 되는 상태로 상기 제 2 전압의 전압값을 고정하고, 상기 제 1 전압을 가변하는 것에 의해 제 4 단계의 광학적 특성을 가변 제어하는 회로와,
상기 제 1 및 제 2 회로를 전환하는 스위치

를 갖는 광학 소자.

명세서

기술분야

본 발명은 액정 셀을 구성하는 기판상에 마련한 전극과 외부에 마련한 전극 사이에 2종류의 전압을 인가함으로써 액정 분자의 배향 제어를 행할 수 있고, 또한 소정의 광학적 특성으로 용이하게 조정할 수 있는 광학 소자에 관한 것이다.

배경기술

액체와 같은 유동성을 갖고, 전기-광학적 특성이 이방성을 나타내는 액정은, 그 분자 배향 상태를 여러가지로 제어할 수 있다. 이러한 특징을 이용함으로써, 최근 박형 경량의 평판형 표시 소자가 눈에 띄는 발전을 계속하고 있다. 액정 분자의 배향 상태는, 액정 소자를 구성하는 2장의 투명 도전막을 마련한 유리 기판의 표면 처리와, 외부 인가 전압에 의해 용이하게 제어할 수 있다. 또한 이러한 종류의 액정 소자는 전압 인가에 의해 실효적인 굴절율을 대략 이상광에 대한 값으로부터 정상광에 대한 값까지 연속적으로 가변할 수 있다고 하는, 다른 광학 재료에 없는 우수한 특성을 갖고 있다.

지금까지는, 네마틱 액정에 있어서의 전기-광학 효과를 이용함으로써, 통상적인 액정 모니터에 있어서의 평행 평판형의 소자 구조와는 달리, 투명 전극이 부착된 유리 기판을 만곡시켜, 액정층 자신을 렌즈 형태가 되도록 해서, 전극간에 전압을 인가하는 것으로 액정 분자의 배향 제어를 행하여, 실효적인 굴절율을 변화시키는 초점 가변 렌즈가 제안되어 있다(이후 나타내는 특허 문헌 1, 비특허 문헌 1 및 2).

다음으로, 광학 매질에 공간적인 굴절율 분포를 부여하여 렌즈 효과를 얻는 방법이 있고, 셀포크(SELFOC) 렌즈로서 시판되고 있다. 네마틱 액정 셀에 있어서, 액정 분자는 전계의 방향으로 배향되는 성질을 이용한 것으로, 원형의 구멍형 패턴을 갖는 전극을 이용하여, 축대칭적인 불균일 전계에 의한 액정 분자 배향 효과를 이용하는 것으로, 공간적인 굴절율 분포 특성을 갖는 액정 렌즈를 얻는 방법이 보고되어 있다(특허 문헌 2, 특허 문헌 3, 비특허 문헌 3 및 4).

또한, 특허 문헌 4에서는, 액정 중에 그물 형상의 고분자 네트워크를 작성함으로써 특성의 개선이 이루어지고 있다. 이러한 액정을 이용한 렌즈는, 다수의 미소한 마이크로 렌즈라고 불리는 렌즈를 평판 형상으로 2차원적으로 배열된 마이크로 렌즈 어레이로 하는 것이 비교적 용이해 질 수 있다.

또한, 액정 마이크로 렌즈에 있어서, 원형 구멍형 패턴 전극의 외부에 또한 1쌍의 전극을 배치하여 전압을 인가하는 것에 의해 렌즈의 특성을 개선하는 것이 제안되어 있다(비특허 문헌 5). 또한, 액정층과 원형의 구멍형 패턴 전극과의 사이에 절연층을 삽입하는 방법이 제안되어 있고(비특허 문헌 6, 7), 액정 마이크로 렌즈에 있어서 최선의 특성을 얻을 수 있는 원형 구멍형 패턴의 직경과 액정층의 두께의 비가 2 대 1로부터 3 대 1 정도로 할 필요가 있다고 하는 조건이 완화되는 것이 나타내어지고 있다.

한편, 결상 광학계에 수차 보정 기구를 갖춘 광학계로부터 얻어지는 광학상을 촬상 장치로 검출하고, 검출된 신호로부터 수차 및 수차를 보정하는 신호를 구함으로써 대기의 변동 등에 의해 발생하는 광학계의 수차를 보정하여, 왜곡없는 광학상을 얻는 광학 장치로서, 렌즈 미러 등의 대신에 액정 소자를 이용하는 광학 장치가 제안되어 있다(특허 문헌 5). 또한, 액정 광학 소자를 이용한 렌즈로서, 타원 형상의 굴절율 분포 특성을 갖는, 즉, 전계 제어형 애너모픽(anamorphic) 액정 렌즈가 제안되어 있다(비특허 문헌 8).

이들 액정을 이용한 광학 소자는, 통상의 수동형 광학 소자와는 달리, 전극사이에 전압을 인가하여 매질인 액정의 실효적인 굴절율을 가변 제어하는 것으로, 초점 거리 등의 광학 특성이나 광학계의 수차를 조절할 수 있는 렌즈가 실현된다.

또한, 액정 재료로서 중합 경화형 액정을 이용하여 초점 거리를 조절한 후 중합 경화시키는 것으로 고분자 렌즈를 얻을 수 있다(특허 문헌 6).

특허 문헌 1 : 일본국 특허 공개 공보 평54-151854호

특허 문헌 2 : 일본국 특허 공개 공보 평11-109303호

특허 문헌 3 : 일본국 특허 공개 공보 평11-109304호

특허 문헌 4 : 일본국 특허 공개 공보 평10-239676호

특허 문헌 5 : 일본국 특허 공개 공보 평03-265819호

특허 문헌 6 : 일본국 특허 공개 공보 평09-005695호

비특허 문헌 1 : 사토 스스무(S.Sato), 「초점 거리 가변 액정 렌즈 셀(Liquid-crystal lens-cell with variable focal length)」, Japanese Journal of Applied Physics, 1979년, Vol. 18, P1679-1683

비특허 문헌 2 : 사토 스스무, 「액층과 그 응용」, 산업 도서 주식회사, 1984년 10월 14일, P204-206

비특허 문헌 3 : 노세 토시아키, 사토 스스무(T.Nose and S.Sato), 「불균일전계를 이용한 액정 마이크로 렌즈(Liquid-crystal micro lens obtained with a non uniform electric field)」, Liquid Crystals, 1994년 4월 15일, P1425-1433

비특허 문헌 4 : 사토 스스무, 「액정의 세계」, 산업 도서 주식회사, 1994년 4월 15일, P186-189

비특허 문헌 5 : 혼마 미치노리, 노세 토시아키, 사토 스스무(M.Honma, T.Nose and S.Sato), 「적층 전극 구조에 의한 액정 마이크로 렌즈의 개구수 증대(Enhancement of numerical aperture of liquid crystal microlenses using a stacked electrode structure)」, Japanese Journal of Applied Physics, 2000년 8월, Vol.39, No.8, P4799-4802

비특허 문헌 6 : 예 마오, 사토 스스무(M.Ye and S.Sato), 「임의 치수의 액정 렌즈의 광학적 특성(Optical properties of liquid crystal lens of any size)」, 제 49 회 응용 물리학 관계 연합 강연회 강연 예고집, 2002년 3월, 28p-X-10, P1277

비특허 문헌 7 : 예 마오, 사토 스스무(M.Ye and S.Sato), 「임의 치수의 액정 렌즈의 광학적 특성(Optical properties of liquid crystal lens of any size)」, Japanese Journal of Applied Physics, 2002년 5월, Vol.41, No.5, P.L571-L573

비특허 문헌 8 : 요코야마 요시타카, 예 마오, 사토 스스무, 「전계 제어형 에너지모픽 액정 렌즈」, 2004년 일본 액정 학회 토론회 강연 예고집, 2004년 9월 26일

발명의 개시

상기한, 액정층이 렌즈형 구조의 액정 렌즈, 원형 구멍형 패턴 전극에 의해 생기는 축대칭의 불균일 전계에 의한 액정 분자의 공간 배향 분포 특성을 이용한 액정 마이크로 렌즈, 또한, 비특허 문헌 5에 제안되어 있는 원형 구멍형 패턴 전극의 외부에 1쌍의 전극을 배치하는 방법이나, 비특허 문헌 6 및 7에 제안되어 있는 액정층과 원형 구멍형 패턴 전극 사이에 절연층을 마련한 구조에서는, 한정된 전압범위에 있어서의 양호한 광학적 특성을 얻을 수 있다. 그러나, 넓은 인가 전압 범위에 걸쳐 양호한 광학적 특성을 얻기 어렵다고 하는 문제가 있었다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 실시시에 따른 목적은, 상기한 문제를 해결하여, 양호한 광학적 특성을 유지한 상태에서 광학적 특성을 용이하고 신속히 크게 가변할 수 있도록 한 광학 소자를 제공하는 것에 있다.

또, 본 발명의 다른 실시시에 따른 목적은, 초점 위치를 3차원으로 이동 제어할 수 있도록 한 광학 소자를 제공하는 것에 있다.

또한, 본 발명의 다른 실시시에 따른 목적은, 광학적 특성을 볼록 렌즈, 오목 렌즈의 어느 쪽의 특성으로도 제어할 수 있도록 한 광학 특성을 제공하는 것에 있다.

본 발명은 상기의 문제를 해결하기 위해 그 기본으로서, 제 1 전극을 갖는 제 1 기판과, 제 2 기판과, 상기 제 2 기판의 외부에 배치한 구멍을 갖는 제 2 전극과, 상기 제 1 기판과 제 2 기판의 사이에 수용된 액정 분자를 일방향으로 배향시킨 액

정층을 구비하고, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극의 사이에 제 1 전압을 인가하여, 액정 분자의 배향 제어를 행하는 것에 의해 동작하는 광학 소자에 있어서, 상기 제 2 전극의 외부에 절연층을 사이에 두고 제 3 전극을 배치하고, 이 제 3 전극에 상기 제 1 전압과는 독립된 제 2 전압을 인가하여 광학적 특성을 제어할 수 있는 것을 기본으로 한다.

상기한 수단에 의해, 종래와 같이 렌즈를 기계적으로 전후 이동시키는 것과 같은 동작에 의하지 않고, 초점 거리를 전기적 제어에 의해 대폭 가변할 수 있다.

실시예

발명을 실시하기 위한 최선의 형태

이하, 본 발명의 실시예를 도면을 참조하면서 상세히 설명한다. 도 1a, 도 1b에서, 111은 제 1 기판(투명 유리)이고, 내면 쪽에 제 1 전극(21)(재료로서는 ITO재)이 형성되어 있다. 이 제 1 전극(21) 측에 평행하게 대향하여 제 2 기판(투명 유리)(112)이 배치되어 있다. 제 2 기판(112)의 외부에는 제 2 전극(22)(재료로서는 Al)이 형성되어 있다. 이 제 2 전극(22)은 도 1b에 도시하는 바와 같이 둥근 구멍(222)(예컨대, 직경 4.5 mm)을 갖는다.

제 1 기판(111)의 제 1 전극(21)측과 제 2 기판(112)의 사이에는 액정 분자를 일방향으로 배향시킨 액정층(311)(예컨대, 두께 130 μ m)이 형성되어 있다. 41, 42는 액정층(311)을 얻기 위한 스페이서이다.

또한, 상기 제 2 전극(22)의 상부면에는 절연층(113)(예컨대, 70 μ m의 얇은 유리)을 사이에 두고 제 3 전극(23)(재료로서는 ITO재)이 형성되어 있다. 이 제 3 전극(23)의 상면에는 보호층(유리)(114)이 배치되어 있다. 액정층을 사이에 두는 제 1 및 제 2 기판의 면에는, 폴리이미드가 코팅되어 있다. 또한 x축 방향으로 러빙 처리되어 있다.

여기서, 상기한 광학 소자를 액정 렌즈로서 기능시키는 경우, 제 1 전극(21)과 제 2 전극(22)의 사이에 제 1 전압 V_0 를 인가한다. 제 1 전압 V_0 를 인가하는 경우, 제 2 전압 V_c 은 처음에는 0 볼트로 해 두고, V_0 를 최적의 값으로 설정한다. 이 전압 V_0 는 전압 공급부(51)로부터 공급된다. 여기서, 최선의 광학적 특성(이때의 특성을 제 1 단계의 광학적 특성이라고 칭한다)을 얻을 수 있는 전압값이 설정된다. 다음으로, 제 1 전압 V_0 과는 독립하여 제 1 전극(21)과 제 3 전극(23) 사이에 제 2 전압 V_c 이 인가된다. 이 제 2 전압 V_c 은 전압 공급부(52)로부터 공급된다. 이 제 2 전압 V_c 을 가변함으로써, 렌즈의 광학적 특성(제 2 단계의 광학적 특성이라고 칭한다)을 제어할 수 있다. 또, V_0 와 V_c 는 주파수 및 위상이 같게 설정되어 있다.

본 발명에 의하면, 제 2 단계의 광학적 특성은 매우 초점 거리가 가까운 상태에서부터 무한히 가까운(또는 무한) 상태까지 가변된다. 이 때문에, 초점 거리의 가변 범위가 넓어져, 실용적이고 각종의 용도가 가능해진다.

도 2에는 제 1 전극(21)과 제 2 전극(22) 사이에 $V_0=70V$ 의 전압(최선 특성을 나타내는 고정 전압값)을 인가하고 있고, 제 3 전극(23)에 제 2 전압(제어 전압) $V_c=10V$ 를 부여했을 때의 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 공간의 전위 분포를 나타내고 있다. z는 광축 방향이며, y는 광축과 직교하는 방향이다. z, y, x는 도 1과 공통이다. 전위 분포를 나타내는 복수의 등전위선의 경사가 급한 경우는, 렌즈의 초점 거리가 짧고, 등전위선의 경사가 완만한 경우는, 렌즈의 초점 거리가 길게 된다.

도 3a와 도 3b에는, 또한 별도의 전위 분포, 즉, 액정층의 전위 분포의 예를 나타내고 있다. 도 3a에서는, 제 1 전극(21)과 제 2 전극(22) 사이에 $V_0=70V$ 의 전압(최선 특성을 나타내는 고정 전압값)을 인가하고, 또한, 제 2 전압(제어 전압) $V_c=10V$ 를 부여했을 때의 전위 분포를 나타내고 있다. 도 3b에서는, 제어 전압을 가변하여, 제 2 전압(제어 전압) $V_c=20V$ 를 부여했을 때의 전위 분포를 나타내고 있다. 이 전위 분포의 변화는 액정 분자의 경사각에 대응하며, 또한 광의 굴절각에도 대응하고 있다. 도 3b의 상태일 때, 도 3a의 상태일 때보다 초점 거리가 길다.

도 4의 a, b, c, d는 본 발명의 광학 소자를 광축 방향에서 본 광파의 위상분포의 모양을 나타내고 있다. 즉, 고정 전압 $V_0=70V$ 가 제 1 전극(21)과 제 2 전극(22) 사이에 인가되고, 제 3 전극(23)에 인가되는 제어 전압 V_c 가 0V, 20V, 40V, 60V로 가변되었을 때 광파의 위상 분포가 변화되는 모양을 나타내고 있다. 도 4의 a~d는 복수의 간섭 줄무늬 간격이 밀(密)하며, 제어 전압 V_c 가 0V, 20V, 40V, 60V로 가변되면, 점차로 복수의 간섭 줄무늬의 간격이 커지고 있는 것이 알 수 있다. 복수의 간섭 줄무늬의 간격이 커짐에 따라 광의 굴절이 작아지고 초점 거리가 커진다.

도 5에는, 상기한 실시예에 있어서, 액정 렌즈에서의 광의 위상 지연 ϕ 의 모양을 나타내고 있다. 기본적으로는, y축 중심으로부터 주위를 향하여 점차로 위상 지연이 작아지는 2층 분포 특성을 나타내고 있다. 여기서, 제어 전압(제 2 전압) V_c 를 증가시켜 가면 중심과 주위의 위상차가 작아지고 있다. 즉, $V_c=10V$ 일 때보다, $V_c=50V$ 인 쪽이 초점 거리는 길어 지고 있다.

도 6에는 본 발명의 광학 소자의 초점 거리의 변화와 앞의 제어 전압 V_c 과의 관계를 나타내고 있다. 제어 전압 V_c 를 가변하는 것으로, 초점 거리가 가변된다. 본 발명의 실시예에는 상기의 구성에 한정되는 것이 아니다.

도 7에는 본 발명의 다른 실시예를 나타내고 있다. 도 1의 실시예와 같은 부분에는 동일 부호를 부여하고 있다. 도 1의 실시예와 다른 부분을 설명하면, 액정층(311)의 구성이 다르다. 본 실시예에서, 액정층(311)은 절연층(312)(투명 유리)에 의해 분할되어 제 1 액정층(311a)과 제 2 액정층(311b)으로 되어 있다.

이와 같이 구성한 경우, 응답 속도가 지극히 빠르게 된다. 액정의 응답 속도는 층 두께의 자승에 역비례한다. 따라서, 도 1에 나타낸 액정층(311)을 분할하여, 제 1 및 제 2 액정층(311a, 311b)으로 한 경우, 도 1의 소자에 비교해서 4배의 속도로 제어 신호에 응답할 수 있다.

또한, 액정층(311)이 2층 구조가 되면, 다음과 같은 이점도 얻을 수 있다. 즉, 액정층(311a)과 액정층(311b)에서의 러빙 방향이 동일하면, 액정의 배향 방향도 동일하고, 렌즈로서는 같은 두께의 액정층이 한층인 경우에 비교해서 2배의 파워(배율)를 얻을 수 있다. 즉, 렌즈를 2장 포갠 것과 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있어, 초점 거리를 짧게 하는 경우에 유용하다.

또한, 액정층(311a)과 액정층(311b)에서의 러빙 방향이 직교하는 방향이면, 편광판이 불필요한 액정 소자로서 기능한다.

도 8a, 도 8b에는, 또한, 본 발명의 다른 실시예를 나타내고 있다. 이 광학 소자는 도 7에 나타낸 소자에 또한 마찬가지로의 소자를 추가하여, 상하 대칭인 2중구조로 구성하고 있다. 따라서, 도 7의 소자와 마찬가지로인 부분(제 1 소자 부분)에는 동일 부호를 부여하고 있다. 그리고, 제 2 전극(22), 제 3 전극(23)을 공유하여, 제 2 소자 부분이 제 1 소자 부분에 중첩되어 있다. 제 2 소자 부분은 기판(111-2, 112-2), 전극(21-2), 제 1, 제 2 액정층(311a-1, 311b-2), 절연층(312-2), 공통의 제 2 전극(22), 제 3 전극(23)을 갖는다. 이 실시예에서는 제 2 전극(22)과 제 3 전극(23)이 같은 평면상에 위치하기 때문에, 양자의 절연을 위해서는 간격 G이 마련된다. 또한, 제 2 전극(22)은 그 구멍부와 외주의 사이에 슬릿(slit)이 마련되고, 이 슬릿을 통해 제 3 전극(23)의 인출선(23a)이 도출되어 있다. 이 인출선(23a)을 통해 제어 전압 V_c 이 인가된다.

또, 도 7에 나타낸 상하 대칭인 각 2층의 액정층은 보다 다층으로 하는 것도 가능하고, 그 경우에는 한층 더 렌즈 파워의 증대나 응답 속도의 개선을 얻을 수 있다.

또한, 본 발명에 있어서, 액정층의 액정 재료로서는, 구동 신호가 고주파(수십 KHz 정도)에서는 N형으로서 동작하고, 구동 신호가 저주파수(100Hz 정도)에서는 P형으로서 동작하는 2주파 구동형 액정 재료가 이용되어도 좋다. 이러한 재료를 이용하면, 주파수를 전환하여 사용하는 것으로, 배향 동작의 응답 속도를 빠르게 할 수 있다.

도 9a, 도 9b에는, 본 발명의 또 다른 실시예를 나타내고 있다. 이전 실시예에서는, 제 2 전극(22)은 1장이고, 이 전극에 부여하는 전압은 일정하게 유지했다. 그러나, 본 실시예에서는, 제 2 전극(22)을 복수로 분할한다. 예컨대, 제 2 전극(22)은 도 9b에 도시하는 바와 같이 4분할된다. 그리고, 각각의 전극(22a~22d)에 부여하는 전압은 콘트롤부(55)에 의해 미소하게 가변제어할 수 있다. 그 밖의 구성은 이전 실시예와 동일하다.

도 10a는 상기 콘트롤부(55)의 구체적 구성에이며, 도 10b는 콘트롤부(55)에 의해 초점 위치가 제어된 경우의 각종 초점의 이동 위치를 나타내는 설명도이다.

전극(22a)에 부여하는 전압은 가변 저항(55a)의 슬라이딩 탭(sliding tap)으로부터 출력되며, 전압+V와 전압-V 사이의 분할 전압이 출력되고 있다. 마찬가지로 전극(22b)에 부여하는 전압은, 가변 저항(55b)의 슬라이딩 탭으로부터 출력되고 있고, 전압+V와 전압-V 사이의 분할 전압이 출력되고 있다. 전극(22c)에 부여하는 전압은 가변 저항(55c)의 슬라이딩 탭으로부터 출력되고 있고, 전압+V와 전압-V 사이의 분할 전압이 출력되고 있다. 그리고, 전극(22d)에 부여하는 전압은 가변저항(55d)의 슬라이딩 탭으로부터 출력되고 있고, 전압+V와 전압-V 사이의 분할 전압이 출력되고 있다.

각 전극에 부여하는 전압을 미소하게 가변함으로써, 초점 위치는, 도 10b에 도시하는 바와 같이, x축 방향 또는 y축 방향으로, 나아가서, 양방향으로 이동시킬 수 있다. 또한, z축 방향으로도 이동시킬 수 있다. 즉, 3차원 범위 내에서 초점 위치를 이동 제어하는 것이 가능하다.

도 11의 a와 b에는 V_c 을 조절하여 초점 위치를 초점면에 유지한 상태에서 x축 방향으로 이동 제어했을 때의 측정예를 나타내고 있다. 도 11의 a는 제 2 전극(22)에 부여한 전압을 가변하는 것으로 초점의 공간 위치를 변화시킨 경우를 나타내고, 도 11의 b는 대응하는 초점면에서의 초점의 위치를 나타내고 있다.

도 12의 a와 b에는 초점 위치를 y축 방향으로 이동 제어했을 때의 측정예를 나타내고 있다. 도 12의 a는 제 2 전극(22)에 부여한 전압을 가변하는 것으로 초점의 공간 위치를 변화시킨 경우를 나타내고, 도 12의 b는 초점의 이동 거리를 나타내고 있다.

도 13의 a와 b에는 초점 위치를 x축 및 y축 방향의 양쪽으로 이동 제어했을 때의 측정예를 나타내고 있다. 도 13의 a는 제 2 전극(22)에 부여한 가변 전압이며, 도 13의 b는 초점의 이동 거리이다.

본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않는다. 상기의 설명에서는 액정 렌즈가 볼록 렌즈로서 기능하는 경우의 예를 설명했다. 그러나, 본 발명은 액정 렌즈를 오목 렌즈로서 간단히 기능시키는 것이 가능하다.

도 14a와 도 14b에는 오목 렌즈로서 기능시켰을 때의 실시예를 나타내고 있다. 이 경우는, 제 1 전극(21)과 제 3 전극(23)의 사이에 전압 공급부(61)로부터 일정한 교류 전압 V_0 를 부여한다. 그리고, 제 1 전극(21)과 제 2 전극(22)의 사이에 전압 공급부(62)로부터 전압 V_c 을 부여한다. 여기서, 전압 V_c 은 가변제어할 수 있다. 그 밖의 구성은 상술한 실시예와 동일하다.

도 15에는 제 1 전극(21)과 제 3 전극(23) 사이에 $V_0=60V$ 의 전압(최선 특성을 나타내는 고정 전압값)을 인가하고 있고, 제 2 전극(22)에 제 2 전압(제어 전압) $V_c=10V$ 를 부여했을 때의 전위 분포를 나타내고 있다. z는 광축 방향이며, y는 광축과 직교하는 방향이다. z, y, x는 도 1과 공통이다. 이 전위 분포는 도 2에 나타낸 볼록 렌즈의 경우와 반대이며, 오목 렌즈 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

도 16a와 도 16b에는 또한 다른 전위 분포의 예를 나타내고 있다. 도 16a에서는 제 1 전극(21)과 제 3 전극(23) 사이에 $V_0=60V$ 의 전압(최선 특성을 나타내는 고정 전압값)을 인가하고, 또한, 제 2 전극(22)에 제 2 전압(제어 전압) $V_c=5V$ 를 부여했을 때의 전위 분포를 나타내고 있다. 또한 도 16b에서는 제어 전압을 가변하여, 제 2 전압(제어 전압) $V_c=20V$ 를 부여했을 때의 전위 분포를 나타내고 있다. 이 전위 분포의 변화는 액정 분자의 경사각에 대응하며, 또한 광의 굴절각에도 대응하고 있다. 도 16a, 도 16b는 도 3a, 도 3b의 상태에 비교해서, 반대 특성을 나타내며, 오목 렌즈의 기능을 나타내는 것을 알 수 있다.

도 17에는 상기한 실시예에 있어서, 액정 렌즈에서의 광의 위상 지연 ϕ 의 모양을 나타내고 있다. 기본적으로는, y축 중심으로부터 주위를 향해 점차로 위상 지연이 커지는 2승 분포 특성을 나타내고 있다. 여기서, 제어 전압(제 2 전압) V_c 를 가변해 가면, 중심과 주위의 위상차를 제어할 수 있다. 즉, 오목 렌즈 특성을 가변할 수 있음을 이해할 수 있다.

도 18에는 본 발명의 광학 소자의 초점 거리의 변화와 앞서 언급한 제어 전압 V_c 과의 관계를 나타내고 있다. 제어 전압 V_c 를 가변하는 것으로, 초점 거리가 가변된다.

본 발명은 상기한 실시예에 한정되는 것이 아니다. 상기한 설명에서는 볼록 렌즈와 오목 렌즈의 구성을 별개로 나타내었지만, 이들이 조합되어 있어도 좋다.

도 19에는 도 1에 나타낸 실시예(볼록 렌즈 기능을 실현하는 실시예)와, 도 9에 나타낸 실시예(초점 위치를 3차원으로 이동 제어할 수 있는 실시예)와, 도 14a, 도 14b에 나타낸 실시예(오목 렌즈 기능을 실현하는 실시예)를 조합한 다기능 렌즈를 나타내고 있다. 스위치(64, 65)를 전환하는 것에 의해 볼록 렌즈와 오목 렌즈 기능을 전환할 수 있다. 볼록 렌즈 기능일 때는, 또한, 제 2 전극의 분할 영역에 부여하는 전압을 독립하여 미세 조정하는 것으로, 초점 거리를 3차원으로 이동시킬 수 있다. 또 오목 렌즈 기능에 있어서도 분할 전극의 전위를 독립하여 제어하여도 좋다.

또, 본 발명은 상기한 실시예 자체에 한정되는 것이 아니라, 실시 단계에서 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 구성요소를 변형하여 구체화할 수 있다. 또한, 상기 실시예에 개시되어 있는 복수의 구성요소의 적절한 조합에 의해 다양한 발명을 행

성할 수 있다. 예컨대, 실시예에 표시되는 모든 구성요소로부터 몇 개인가의 구성요소를 삭제하더라도 좋다. 또한, 다른 실시예에 따른 구성요소를 적절히 조합하여도 좋다. 제 3 전극의 형상은 정현파 함수 또는 정현파 함수의 중첩함수 또는 멱승 함수 중 어느 것으로 인가되고 있어도 좋다. 또한, 액정 렌즈를 한개로 나타내었지만, 복수가 배열되는 구성이더라도 좋다. 또한 복안(複眼)과 같은 2차원적인 배열이더라도 좋다.

산열상 이용 가능성

본 발명의 광학 소자는 확대 렌즈, 로봇에 있어서 시각 기능으로서 이용되는 촬상부의 렌즈 등 여러가지의 용도가 가능하다.

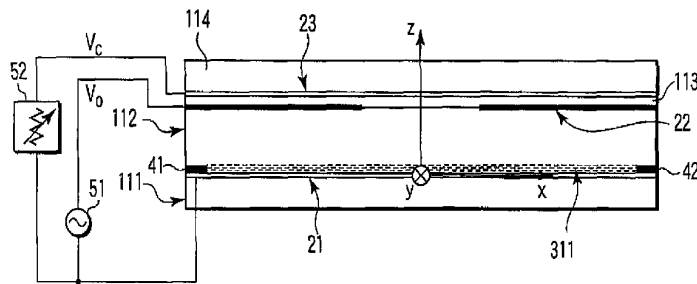
도면의 간단한 설명

- 도 1a는 본 발명에 관한 광학 소자의 일실시예를 단면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,
- 도 1b는 본 발명에 관한 광학 소자의 일실시예를 평면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,
- 도 2는 본 발명에 관한 광학 소자의 기능을 설명하기 위해서 소자의 전위 분포의 예를 나타내는 설명도,
- 도 3a는 본 발명에 관한 광학 소자의 기능을 설명하기 위해 소자의 전위 분포가 변화된 제 1 예를 나타내는 설명도,
- 도 3b는 본 발명에 관한 광학 소자의 기능을 설명하기 위해 소자의 전위 분포가 변화된 제 2 예를 나타내는 설명도,
- 도 4는 본 발명에 관한 광학 소자의 기능을 설명하기 위해, 광학 소자를 통과하는 광파의 위상이 변화되는 모양을 광축 방향으로부터 보아 나타내는 설명도,
- 도 5는 본 발명에 관한 광학 소자의 기능을 설명하기 위해, 광학 소자를 통과하는 광파의 위상이 변화되는 모양을 나타내는 설명도,
- 도 6은 본 발명에 관한 광학 소자의 기능을 설명하기 위해 제어 전압에 대한 초점 거리가 변화되는 모양을 나타내는 설명도,
- 도 7은 본 발명에 관한 광학 소자의 다른 실시예를 나타내는 구성 설명도,
- 도 8a는 본 발명에 관한 광학 소자의 또 다른 실시예를 단면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,
- 도 8b는 본 발명에 관한 광학 소자의 또 다른 실시예를 평면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,
- 도 9a는 본 발명에 관한 광학 소자의 또 다른 실시예를 단면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,
- 도 9b는 본 발명에 관한 광학 소자의 또 다른 실시예를 평면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,
- 도 10a는 도 9에 나타낸 콘트롤부의 구체적 구성예를 설명하기 위해 나타낸 설명도,
- 도 10b는 도 9에 나타낸 콘트롤부의 액정 렌즈의 초점 위치의 천이를 설명하기 위해 나타낸 설명도,
- 도 11은 도 10의 분할 전극에 부여하는 전위와 초점 위치의 x 방향으로의 이동 상황을 측정한 예를 나타내는 설명도,
- 도 12는 도 10의 분할 전극에 부여하는 전위와 초점 위치의 y 방향으로의 이동 상황을 측정한 예를 나타내는 설명도,
- 도 13은 도 10의 분할 전극에 부여하는 전위와 초점 위치의 x, y 방향에 대해 각도를 갖는 방향으로의 이동 상황을 측정한 예를 나타내는 설명도,
- 도 14a는 본 발명에 관한 광학 소자의 또 다른 실시예를 단면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,

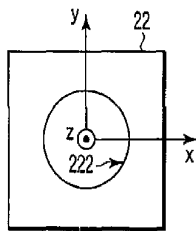
도 14b는 본 발명에 관한 광학 소자의 또 다른 실시예를 평면으로부터 보아 나타내는 구성 설명도,
 도 15는 도 14a, 도 14b의 광학 소자의 기능을 설명하기 위해 소자의 전위 분포의 예를 나타내는 설명도,
 도 16a는 도 14a, 도 14b의 광학 소자의 기능을 설명하기 위해 소자의 전위 분포가 변화된 제 1 예를 나타내는 설명도,
 도 16b는 도 14a, 도 14b의 광학 소자의 기능을 설명하기 위해 소자의 전위 분포가 변화된 제 2 예를 나타내는 설명도,
 도 17은 도 14의 광학 소자의 기능을 설명하기 위해, 광학 소자를 통과하는 광파의 위상이 변화되는 모양을 나타내는 설명도,
 도 18은 도 14의 광학 소자의 기능을 설명하기 위해, 제어 전압에 대한 초점거리가 변화되는 모양을 나타내는 설명도,
 도 19는 본 발명에 관한 광학 소자의 또 다른 실시예를 나타내는 구성 설명도이다.

도면

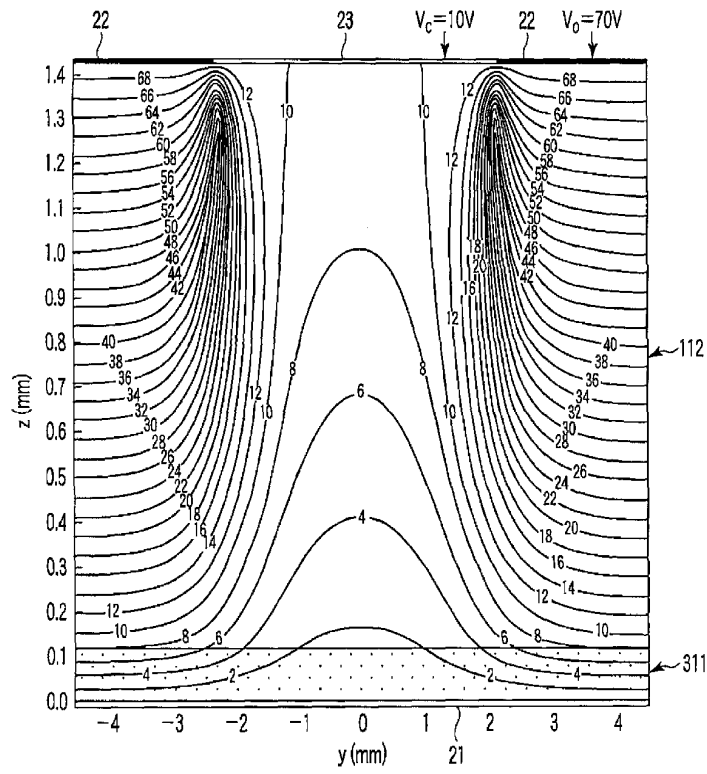
도면 1a



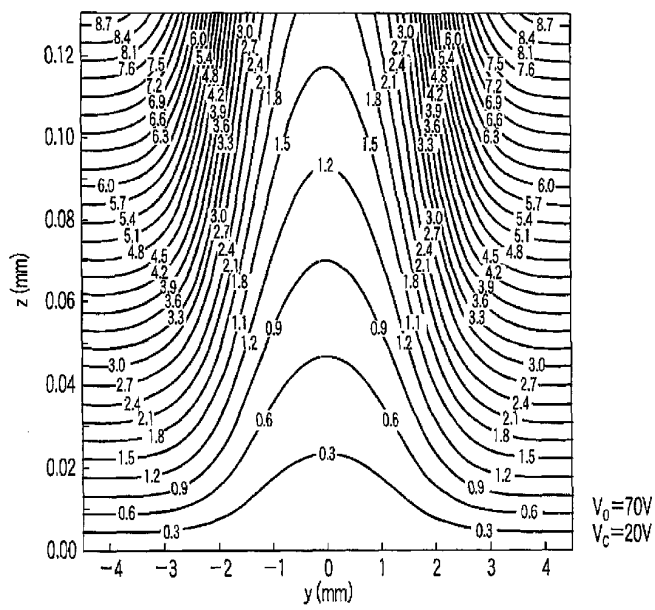
도면 1b



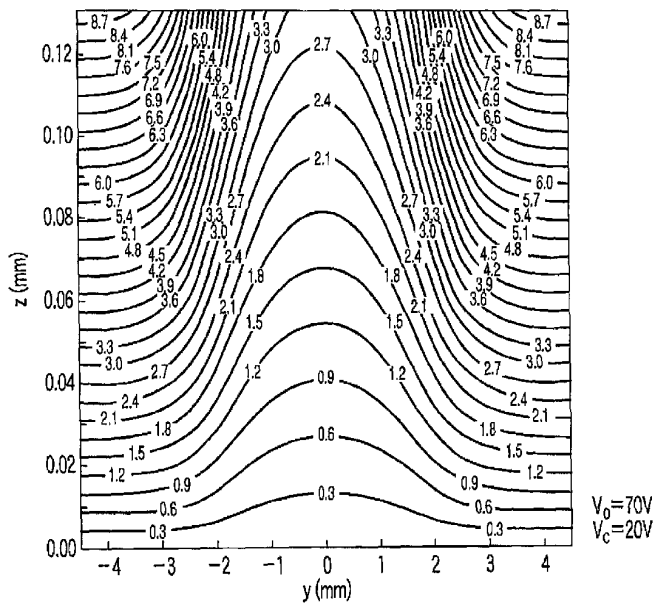
도면2



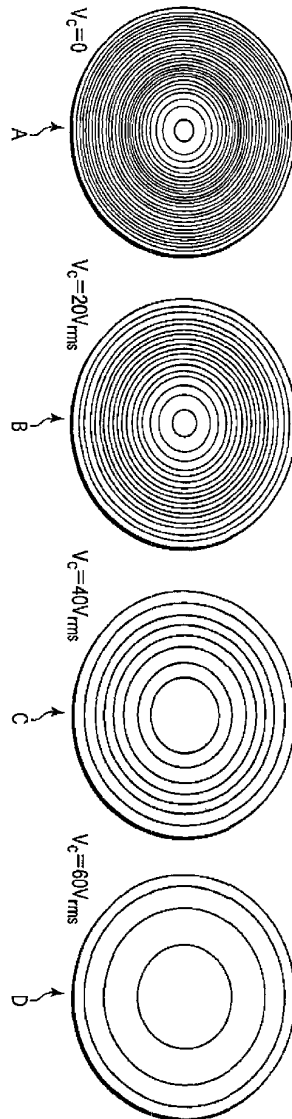
도면3a



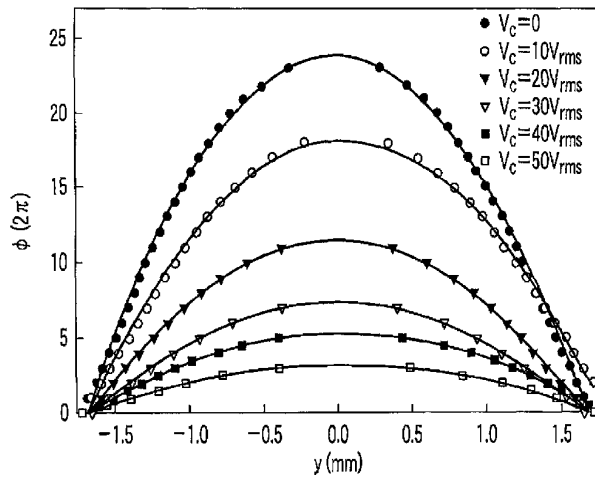
도면3b



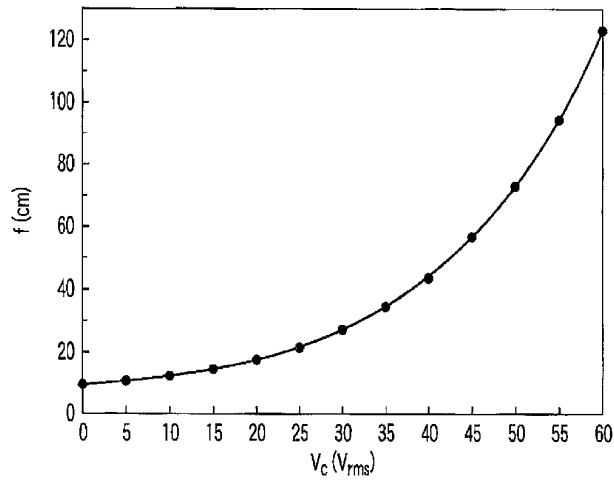
도면4



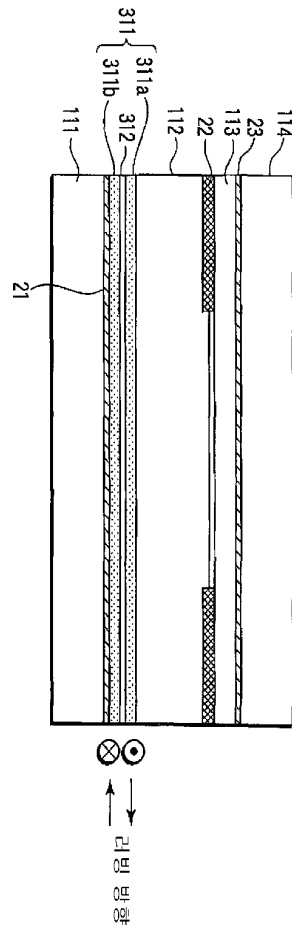
도면5



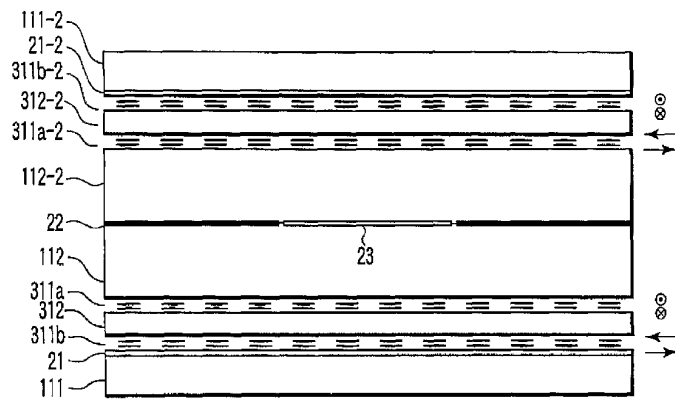
도면6



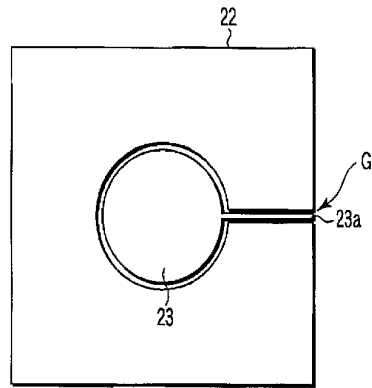
도면7



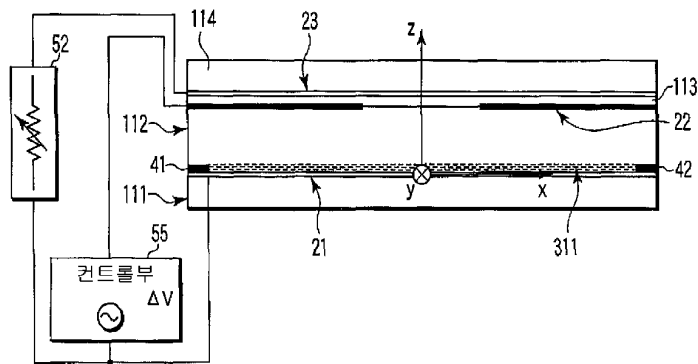
도면8a



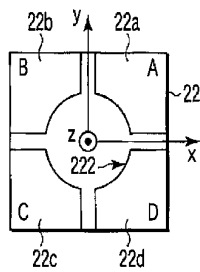
도면8b



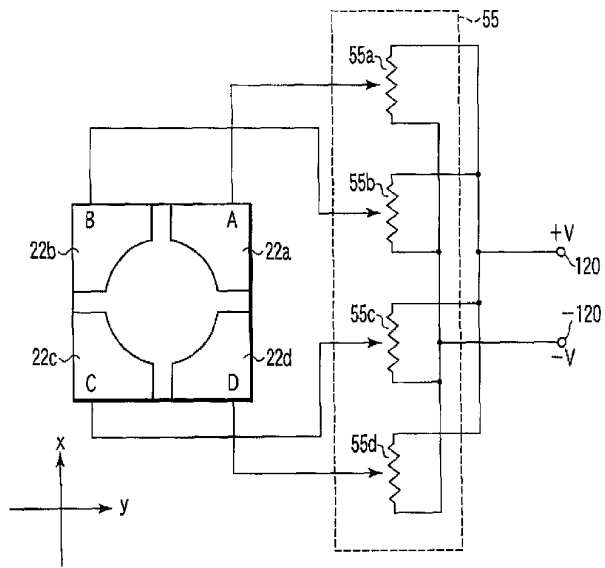
도면9a



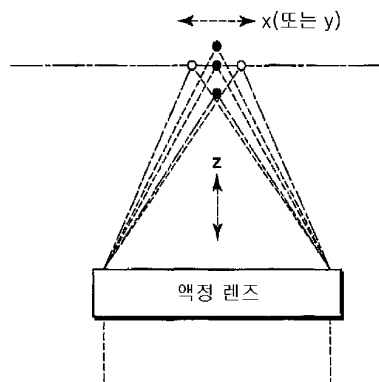
도면9b



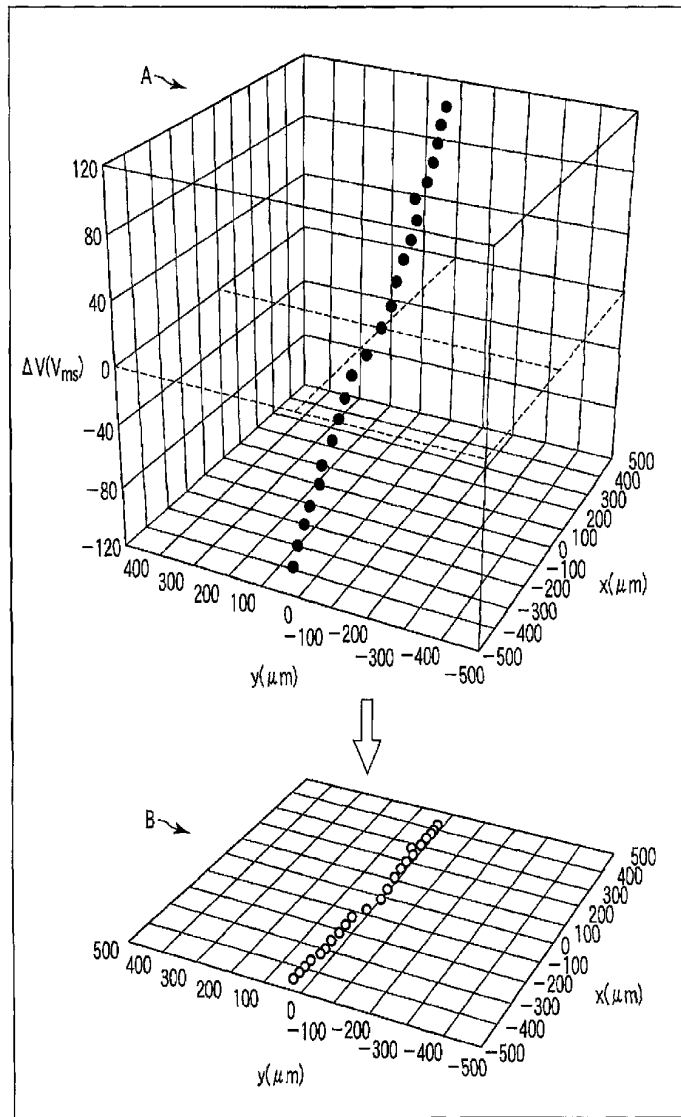
도면10a



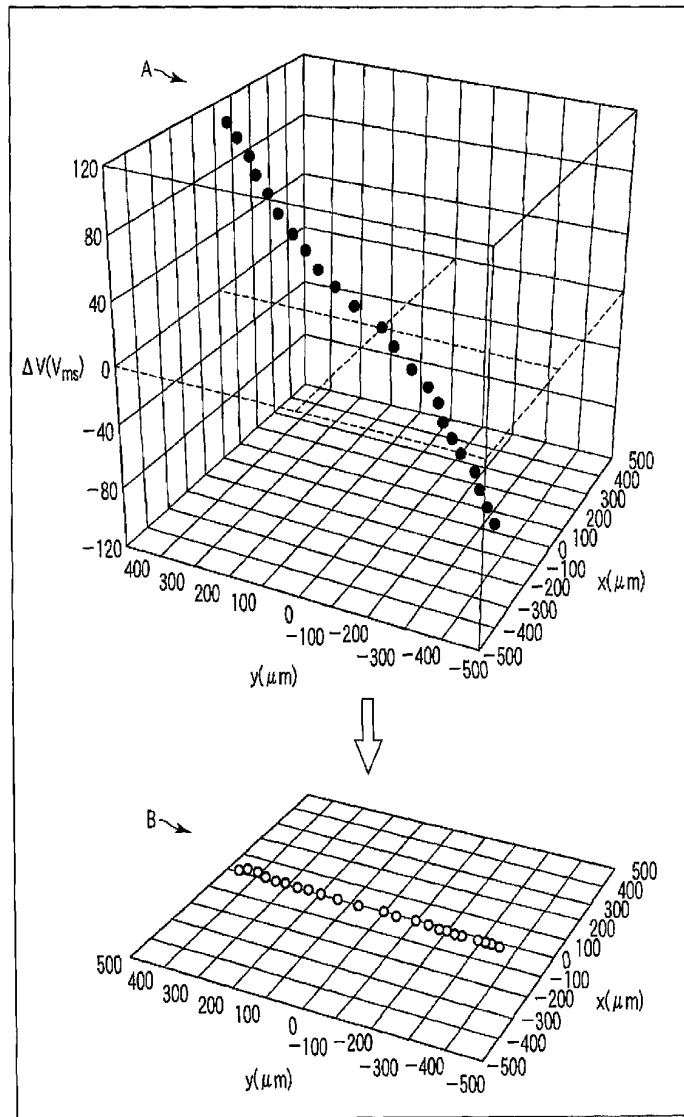
도면10b



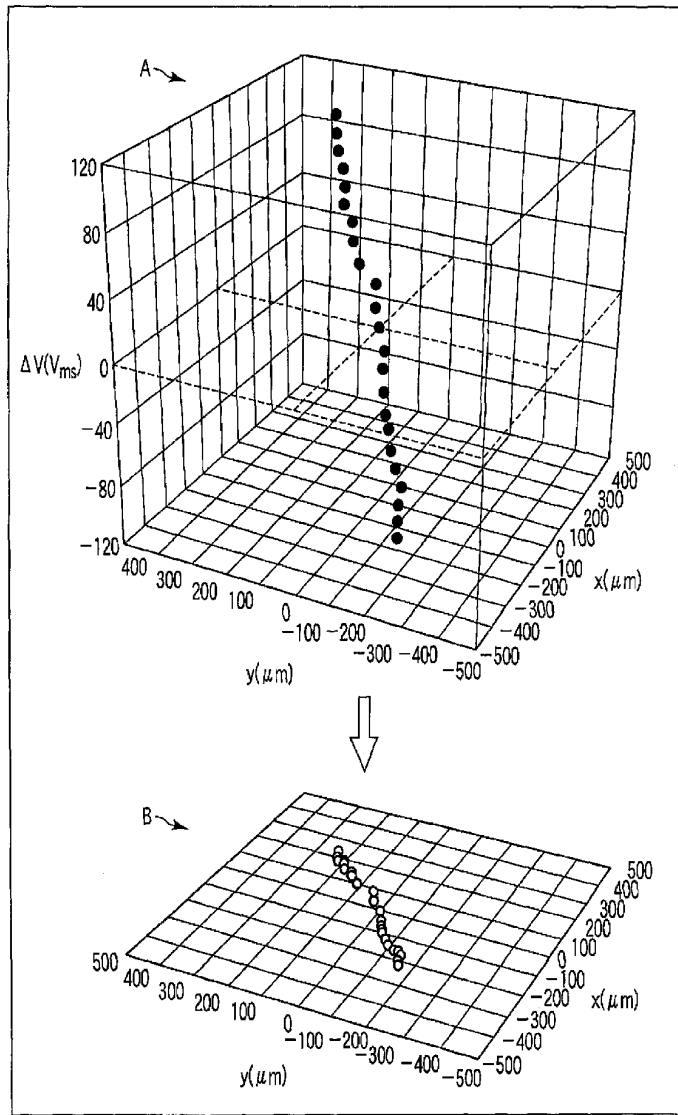
도면11



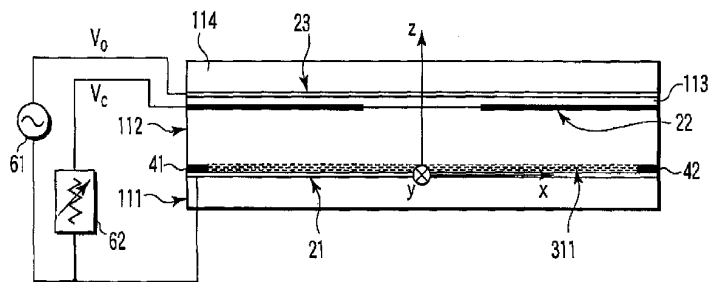
도면12



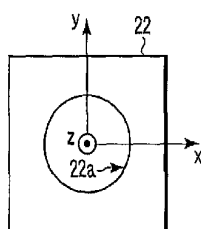
도면13

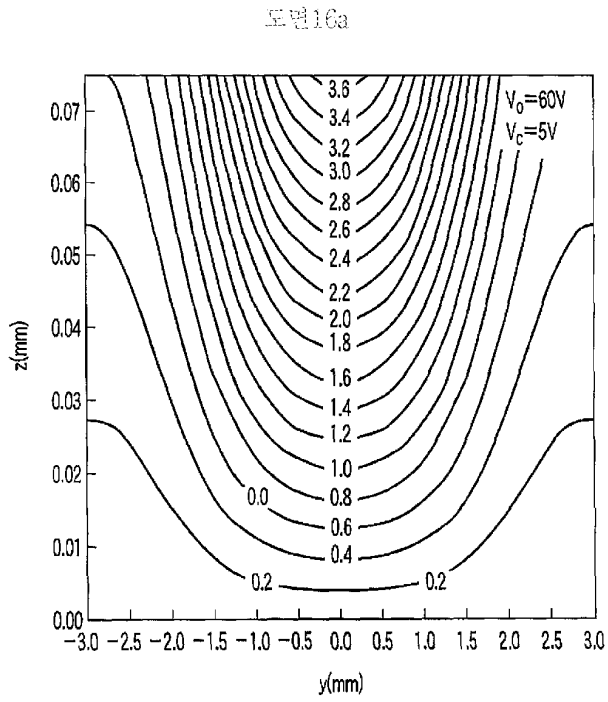
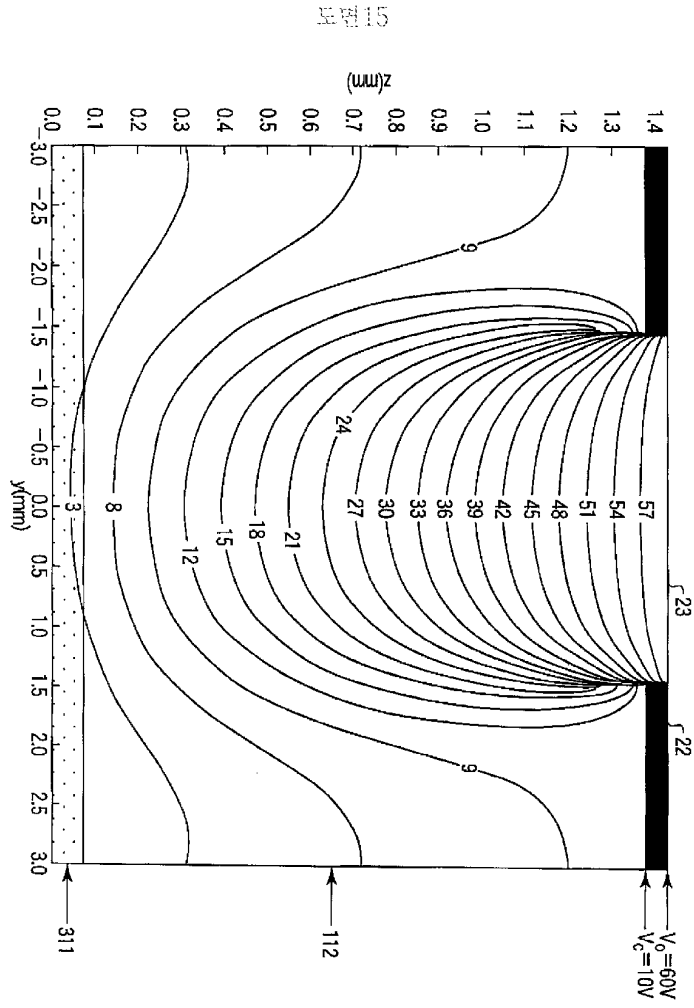


도면14a

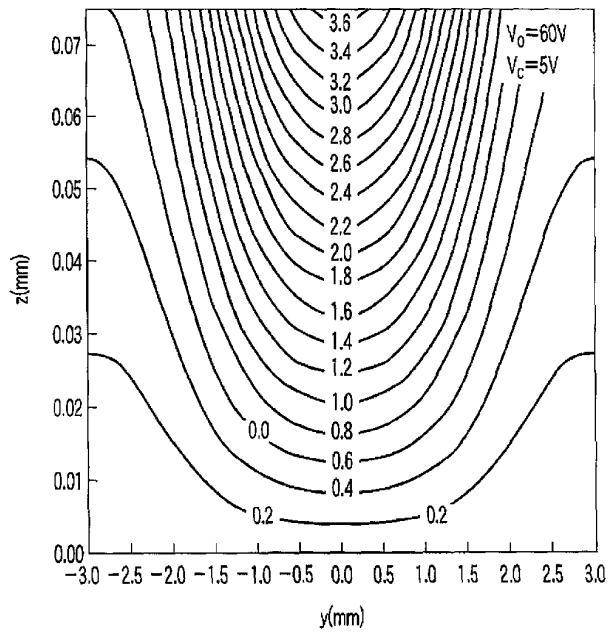


도면14b

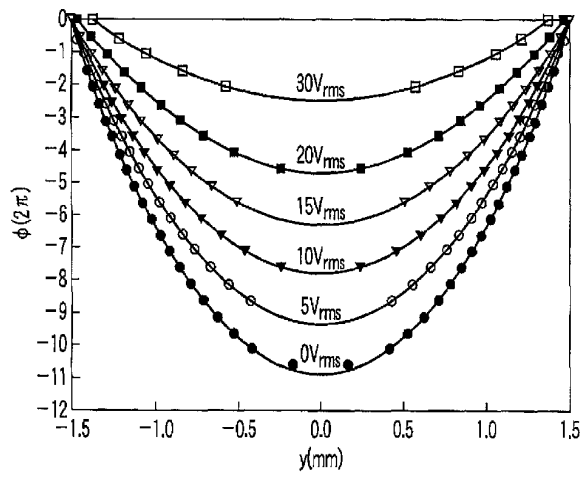




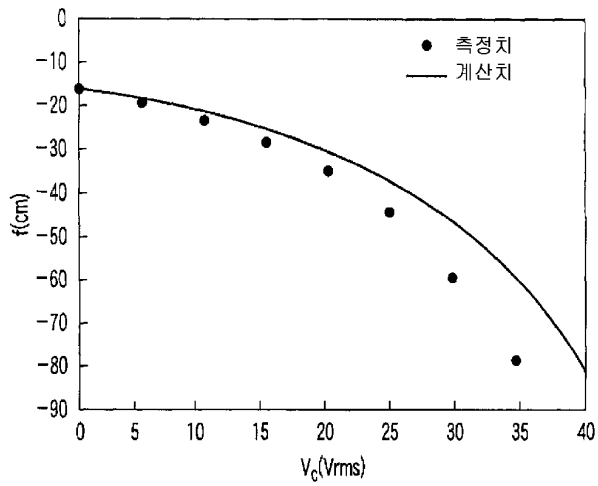
도면16b



도면17



도면18



도면 10

