(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
G02F 1/01

(11) 공개번호 특2002-0003817
(43) 공개일자 2002년01월15일

(21) 출원번호 10-2001-0039203
(22) 출원일자 2001년07월02일

(30) 우선권주장 JP-P-2000-00200882
JP-P-2000-00202831 2000년07월03일 일본(JP)
JP-P-2000-00219599 2000년07월04일 일본(JP)
2000년07월19일 일본(JP)

(71) 출원인 소니 가부시끼 가이샤
이데이 노부유끼
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고

(72) 발명자 이시까와히로이찌
일본도꼬도시나가와쿠키타시나가와6쵸메7반35고소니가부시끼가이샤내

(74) 대리인 주성민
안국찬

심사청구 : 없음

(54) 광학 다층 구조체, 광학 절환 장치 및 화상 디스플레이

요약

광학 다층 구조체는 기판, 기판에 접촉하는 광흡수 제1 층, 광 간섭 현상을 일으킬 수 있는 변화 가능한 크기를 갖는 간극부 및 제2 투명층을 갖는다. 간극부의 크기를 변화시킴으로써, 굴절량, 투과량 및 입사광의 흡수량이 변화될 수 있다. 예를 들면, 기판은 탄소(C)로 이루어지고, 제1 층은 탄탈(Ta)로 이루어지고, 제2 층은 실리콘 질화물(Si_3N_4)로 이루어진다. 또한, 가시광 영역에서, 고응답이 실현된다. 따라서, 광학 다층 구조체는 화상 디스플레이에 적합하게 사용될 수 있다. 광학 다층 구조체는 크롬(Cr)으로 이루어진 기판 상에, TiO_2 (n=2.40) 등의 고 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제1 투명층과, MgF_2 (n=1.38) 등의 저 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제2 투명층과, 광학 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와, TiO_2 등의 고 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제3 투명층을 적층함으로써 얻어질 수 있다.

대표도
도 1

색인어

기판, 간극부, 굴절율, 투명층, 전도막

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 제1 실시예에 따른 광학 다층 구조체 내의 간극부가 " λ/4" 인 경우의 구조를 도시한 단면도.

도2는 도1에서 설명된 광학 다층 구조체 내의 간극부가 " 0" 인 경우의 구조를 도시한 단면도.

도3a 내지 도3d는 도1에 도시된 광학 다층 구조체의 제조 공정을 설명하기 위한 단면도.

도4a 내지 도4c는 도3a 내지 도3d의 공정의 순서를 설명하기 위한 평면도.

도5a 내지 도5b는 투명 기판 및 투명막을 사용하는 광학 다층 구조체 내의 간극부가 " 0" 인 경우 특성을 설명하기 위한 다이어그램.

도6a 내지 도6b는 투명 기판 및 투명막을 사용하는 광학 다층 구조체 내의 간극부가 " λ/4" 인 경우 특성을 설명하기 위한 다이어그램.

도7은 기판 및 제1 층이 금속으로 만들어진 경우의 어드미턴스 다이어그램.

도8은 도1에서 설명한 광학 다층 구조체의 구체적인 예의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도9는 도8의 예에서 저반사시의 광학 어드미턴스를 설명하기 위한 다이어그램.

도10은 도8의 예에서 고반사시의 광학 어드미턴스를 설명하기 위한 다이어그램.

도11은 도1에서 설명한 광학 다층 구조체의 다른 구체적인 예의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도12는 도11의 예에서 저반사시의 광학 어드미턴스를 설명하기 위한 다이어그램.

도13은 도11의 예에서 고반사시의 광학 어드미턴스를 설명하기 위한 다이어그램.

도14는 재료의 광학 어드미턴스를 플로팅함으로써 얻어지는 어드미턴스 다이어그램.

도15는 기판 및 제1 층의 광학 어드미턴스가 제2 층의 그것의 내측에 있을 때도 반사가 방지될 수 있는 예를 설명하기 위한 다이어그램.

도16은 제1 실시예의 또 다른 수정 예를 설명하기 위한 단면도.

도17은 광학 다층 구조체의 정전기력에 의한 구동 방법을 설명하기 위한 단면도.

도18은 광학 다층 구조체의 정전기력에 의한 다른 구동 방법을 설명하기 위한 단면도.

도19는 광학 다층 구조체의 정전기력에 의한 또 다른 구동 방법을 설명하기 위한 단면도.

도20a 내지 도20b는 광학 다층 구조체의 자성에 의한 구동 방법을 설명하기 위한 단면도.

도21은 광학 절환 장치의 예에 대한 구조를 도시한 다이어그램.

도22는 디스플레이의 예에 대한 구조를 도시한 다이어그램.

도23은 디스플레이의 다른 예를 도시한 다이어그램.

도24는 종이 상태 디스플레이의 구성을 도시한 다이어그램.

도25는 제2 실시예에 따른 광학 다층 구조체에서 간극 층이 " ??/4" 일 때 구성을 도시한 단면도.

도26은 도25의 광학 다층 구조체에서 간극 층이 " 영(0)" 일 때 구성을 도시한 단면도.

도27은 금속으로 제작된 기판 경우의 어드미턴스 다이어그램.

도28은 제3 실시예에 따른 광학 다층 구조체의 구성을 도시한 단면도.

도29는 제3 실시예의 변경을 설명하기 위한 단면도.

도30은 제2 실시예의 적용 범위와 제3 실시예의 적용 범위 사이의 차이를 설명하기 위한 어드미턴스 다이어그램.

도31은 도25에 도시된 광학 다층 구조체의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도32a와 도32b는 도25에 도시된 광학 다층 구조체의 광학 어드미턴스를 설명하기 위한 다이어그램.

도33은 제2 실시예의 간극 층의 위치에 따른 반사 특성의 변화를 설명하기 위한 다이어그램.

도34는 도33과 관계 있는 간극 층의 위치를 설명하기 위한 다이어그램.

도35는 도28에 도시된 광학 다층 구조체의 반사 특성을 설명하기 위한 다이어그램.

도36a 및 도36b는 도28에 도시된 광학 다층 구조체의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도37은 도29에 도시된 광학 다층 구조체의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도38은 도29에 도시된 광학 다층 구조체의 광학 어드미턴스를 설명하기 위한 다이어그램.

도39는 제2 실시예의 변형을 설명하기 위한 다이어그램.

도40은 제4 실시예에 따른 광학 다층 구조체에서 간극 층이 " λ/4" 일 때 구성을 도시한 단면도.

도41은 도40의 광학 다층 구조체에서 간극 층이 " 영(0)" 일 때 구성을 도시한 단면도.

도42a 및 도42b는 도40에 도시된 광학 다층 구조체의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도43a 내지 도43c는 도42의 반사 특성(광학 어드미턴스)을 설명하기 위한 다이어그램.

도44는 제5 실시예에 따른 광학 다층 구조체에서 간극 층이 " λ/4" 일 때 구성을 도시한 단면도.

도45는 도44의 광학 다층 구조체에서 간극 층이 " 영(0)" 일 때 구성을 도시한 단면도.

도46은 도44에 도시된 광학 다층 구조체의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도47a 및 도47b는 도46의 광학 다층 구조체의 반사 특성(광학 어드미턴스)을 설명하기 위한 다이어그램.

도48은 제4 실시예의 변형을 설명하기 위한 단면도.

도49는 도48의 광학 다층 구조체의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도50은 도48의 광학 다층 구조체의 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도51은 제4 실시예의 다른 변형을 설명하기 위한 단면도.

도52는 도51의 광학 다층 구조체의 (모사된) 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도53은 도51의 광학 다층 구조체의 반사 특성(실제 측정값)을 도시한 다이어그램.

도54는 도51의 광학 다층 구조체의 반사 특성(실제 측정값)을 도시한 다이어그램.

도55는 도48의 광학 다층 구조체의 다른 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도56은 도48의 광학 다층 구조체의 다른 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도57은 제4 실시예의 또 다른 변형을 설명하기 위한 단면도.

도58은 도57의 광학 다층 구조체의 (모사된) 반사 특성을 도시한 다이어그램.

도59는 제4 실시예의 또 다른 변형을 설명하기 위한 단면도.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

1, 2 : 광학 다층 구조체

10, 50, 70, 80 : 투명 기판

11, 51, 71, 81 : 제1 투명층

12, 53, 72, 83 : 간극부

13, 52, 73, 82 : 제2 투명층

31, 54, 75, 84 :제3 투명층

85 : 제4 투명층

100, 206 : 광학 절환 장치

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반사, 투과 또는 입사광을 흡수하는 기능을 가진 광학 다층 구조체, 동일 기능을 사용하는 광학 절환 장치 및 동일 기능을 사용하는 화상 디스플레이에 대한 것이다.

최근, 영상 정보의 디스플레이 장치로서의 디스플레이의 중요성이 증가되고 있다. 디스플레이용 장치로서, 그리고 광학 통신용 장치, 광학 메모리 장치, 광학 프린터 등으로서의, 고속으로 작동하는 광학 절환 장치(광 밸브)의 개발이 요구된다. 통상적으로, 이러한 종류의 장치로서 액정을 사용하는 장치, 마이크로 미러(텍사스 인스트루먼츠사의 상표명인 디지털 마이크로 미러 장치; DMD)를 사용하는 장치, 편향 회절[실리콘 라이트 머신즈(SLM)사의 회절 광학 밸브(상표명 GLV)]을 이용하는 장치 등이 있다.

GLV는 MEMS(마이크로 전자 기계 시스템) 구조체를 가진 편향 회절의 조립에 의해 얻어지고, 10ns의 고속 광 절환 장치는 정전기력으로 실현된다. DMD는 MEMS 구조체 내의 미러의 이동에 의해 광학 절환을 수행한다. 프로젝터와 같은 디스플레이가 상기의 장치 중 하나에 의해 실현된다 하더라도 각 액정의 작동 속도와 DMD가 느리기 때문에 광 밸브로서의 디스플레이를 실현하기 위해서 장치는 2차원적으로 배열되어 구조체가 복잡하게 된다. 한편, GLV는 고속 구동형이다. 1차원 배열의 스캐닝에 의해, 프로젝션 디스플레이가 실현될 수 있다.

그러나, GLV는 편향 회절 구조체를 갖고, 예컨대 6개의 장치가 픽셀 당 형성되어야 하고 두 방향으로 방출되는 편향 광선이 광학 시스템에 의해 하나로 수렴되야하기 때문에 복잡해진다.

간단한 구성으로 실현될 수 있는 각각의 광 밸브는 미국 특허 번호 제5,589,974호 및 제5,500,761호에 개시되어 있다. 광 밸브는$\sqrt{n_s}$의 굴절율을 가지는 반투명 박막이 간극부를 통해 (n_s의 굴절율을 갖는) 기판 상에 제공되는 구조체를 가진다. 이러한 장치에서, 박막은 기판과 박막의 거리를, 즉 간극부의 크기를, 변화시키고, 이에 따라 광학 신호를 투과 또는 반사하기 위해 정전기력을 사용함으로써 구동된다. 박막의 굴절율은 기판의 굴절율 n_s와 대비되는$\sqrt{n_s}$이다. 즉, 이러한 관계를 만족시킴으로써, 고대비의 광 조정이 행해질 수 있다.

전술한 바와 같은 구성을 가지는 장치는, 그러나 기판의 굴절율 n_s가 " 4" 와 같이 큰 값이 아닐 때, 광 밸브는 가시 광선 영역 내에 실현될 수 없다는 문제점이 있다. 상기 구조체의 이러한 관점에서, 바람직하게도, 반투명의 박막은 (굴절율 n이 2.0인) 실리콘 질화물(Si_3N_4)과 같은 재료로 만들어진다. 이러한 경우 기판의 굴절율 n_s는 4와 같다. 가시 광선 영역에서, 그러한 투명 기판을 얻는 것이 어렵고, 재료 옵션의 선택이 좁다. 적외선 통신 파장에서, 광 밸브는 (n = 2인) 게르마늄(Ge)에 의해 실현될 수 있다. 이는 실제 디스플레이에 사용하기 위한 재료에 적용하기 어려울 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 문제를 고려하여 달성되고 본 발명의 제1 목적은 간단한 구성과 작은 구조체를 갖고 선택될 수 있는 다양한 재료를 갖고 또한 가시 광선 영역에서 고응답성을 실현하는 화상 디스플레이 등에 적합하게 사용될 수 있는 광학 다층 구조체를 제공하는 것이다.

본 발명의 제2 목적은 광학 절환 장치 및 각각 광학 다층 구조체를 사용하고 고응답성을 실현하는 화상 디스플레이를 제공하는 것이다.

본 발명에 따른 제1 광학 다층 구조체는 기판, 광흡수 제1 층, 광학 간섭 현상을 야기하기 쉬운 가변 크기를 갖는 간극부 및 제2 층을 포함한다. 양호하게, 제1 층, 간극부 및 제2 층은 기판 상에 이러한 순서에 따라 적층된다.

제1 광학 다층 구조체에서, 기판의 복소 굴절율은 N_s (= n_s - i · k_s, n_s는 굴절율, k_s는 감광 계수, i는 허수 단위를 나타냄)이고, 제1 층의 복소 굴절율은 N_1 (= n_1 - i · k_1, n_1은 굴절율, k_1는 감광 계수를 나타냄)이고, 제2 층의 굴절율은 n_2이고, 입사 매체의 굴절율은 1.0이고, 양호하게는, 다음의 수학식1을 만족한다.

수학식 1

$$\{(n_1-(n_2^2+1)/2)^2+k_1^2-((n_2^2-1)/2)^2\}\{(n_s-(n_2^2+1)/2)^2+k_s^2-((n_2^2-1)/2)^2\}<0$$

본 발명에 따른 제1 광학 절환 장치는 본 발명의 제1 광학 다층 구조체와 간극부의 광학 크기를 변경시키기 위한 구동 수단을 포함한다.

본 발명에 따른 제1 화상 디스플레이는 광학 절환 장치에 빛의 3원색을 조사하고 스캐너에 의한 광의 스캐닝에 의해 2차원 상을 디스플레이하기 위해 본 발명에 따른 복수의 제1 광학 절환 장치를 1차원 또는 2차원적으로 배열함으로써 얻어진다.

본 발명에 따른 제1 광학 다층 구조에서, 간극부의 크기는 2진 방식으로, 또는 λ/4(λ: 입사광의 설계 파장)의 홀수배와 (0을 포함하는) λ/4의 짝수배 사이에서 연속적으로 변화되어 2진 방식 또는 계속적으로 입사광의 흡수량, 투과량 또는 반사량이 변화한다.

본 발명에 따른 제1 광학 다층 구조체가 간극부, 기판, 기판에 대면 접촉하여 형성된 광흡수 제1 층, 그리고 제1 층에 대면 접촉하여 형성된 제2 층을 포함하지 않는 구성을 가질 때, 기판에 대향하는 측부 상에서, 이는 무반사막으로서 사용될 수 있다.

본 발명에 따른 제1 광학 절환 장치는 광학 다층 구조체 내의 간극부의 광학 크기가 구동 수단에 의해 변화될 때 입사광을 절환한다.

본 발명에 따른 제1 화상 디스플레이 상에서, 복수의 광학 절환 장치가 1차원적으로 또는 2차원적으로 광이 배열될 때, 2차원 화상이 디스플레이된다.

본 발명에 따른 제2 광학 다층 구조체는 광흡수층, 부분, 입사광을 통과시키지 않는 기판 또는 투명 기판, 저 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제1 투명층과, 고 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제2 투명층과, 순서대로 층, 부분, 기판 또는 투명 기판에 적층된 제1 및 제2 투명층과, 광흡수층, 부분 또는 기판 및 제1 투명층 사이 또는 제1 및 제2 투명층 사이에 제공되는 광 간섭 현상을 일으키는 가변 크기를 갖는 간극부를 포함한다. 제2 광학 다층 구조체에서, 양호하게도, 광흡수층, 부분, 기판 또는 투명 기판의 굴절율 n_m 및 (투명 기판에서 0인) 감광 계수 k_m은 각각 다음의 수학식2 및 수학식3을 만족시킨다.

수학식 2

$$1 \le n_m \le 5.76$$

수학식 3

$$k_m \le \sqrt{5.66-(n_m-3.38)^2}$$

본 명세서에서, " 고 굴절율을 갖는 재료" 는 TiO_2 (n=2.4), Nb_2O_5 (n=2.1) 또는 Ta_2O_5 (n=2.1)와 같이 굴절율이 2.0 또는 그 이상인 재료이다. " 저 굴절율을 갖는 재료" 는 MgF_2 (n=1.38), SiO_2 (n=1.46) 또는 Al_2O_3 (n=1.67)과 같은 2.0보다 작은 굴절율을 갖는 재료이다.

본 발명에 따른 제3 광학 다층 구조체는 입사광을 통과시키지 않는 광흡수층, 부분, 기판과, 고 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제1 투명층과, 저 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제2 투명층과, 고 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제3 투명층과, 층, 부분 또는 기판에 차례로 적층된 제1, 제2 및 제3 투명층과, 광흡수층, 부분 또는 기판 및 제1 투명층 사이에, 제1 및 제2 투명층 사이 또는 제2 및 제3 투명층 사이에서 제공되는 광 간섭 현상을 일으키는 가변 크기를 갖는 간극부를 포함한다. 제2 광학 다층 구조에서, 양호하게도, 광흡수층, 부분, 기판의 굴절율 n_m 및 감광 계수 k_m 은 다음의 수학식4 및 수학식5를 만족시키고, 전술된 수학식2 및 수학식3은 각각 만족시키지 않는다.

수학식 4

$$0.33 \leq n_m \leq 17.45$$

수학식 5

$$km \leq \sqrt{73.27-(n_m-8.89)^2}$$

본 발명에 따른 제2 광학 절환 장치는 본 발명의 제2 광학 다층 구조체 및 광학 다층 구조체 내의 간극부의 광학 크기를 변화시키기 위한 구동 수단을 포함한다. 본 발명에 따른 제3 광학 절환 장치는 본 발명의 제3 광학 다층 구조체 및 광학 다층 구조체 내의 간극부의 광학 크기를 변화시키기 위한 구동 수단을 포함한다.

본 발명에 따른 제2 화상 디스플레이는, 다수의 제2 광학 절환 장치가 빛의 3원색으로 조사될 때 2차원의 화상을 표시하도록, 본 발명에 따른 다수의 제2 광학 절환 장치를 1차원 또는 2차원적으로 배열함으로써 얻어진다.

본 발명에 따른 제3 화상 디스플레이는, 다수의 제3 광학 절환 장치가 빛의 3원색으로 조사될 때 2차원의 화상을 표시하도록, 본 발명에 따른 다수의 제3 광학 절환 장치를 1차원 또는 2차원적으로 배열함으로써 얻어진다.

본 발명에 따른 제2 광학 다층 구조체에 있어서, 제1 및 제2 투명막 사이의 간극부의 광학 크기는 λ/4의 홀수배와 λ/4의 짝수배(0을 포함함) 사이에서 2진 방식 또는 연속적으로 변화하고, 이로써 입사광을 투과하지 않는 광흡수층, 광흡수부 또는 기판의 반대편에 들어가는 입사광의 반사량을 2진 방식 또는 연속적으로 변하게 한다.

본 발명에 따른 제3 광학 다층 구조체에 있어서, 제1 및 제2 투명층 사이의 간극부의 크기는 λ/4의 홀수배와 λ/4의 짝수배(0을 포함함) 사이에서 2진 방식 또는 연속적으로 변화하고, 이로써 입사광을 투과하지 않는 광흡수층, 광흡수부 또는 기판의 반대편에 들어가는 입사광의 반사량을 2진 방식 또는 연속적으로 변하게 한다.

본 발명에 따른 제2 및 제3 광학 절환 장치에 있어서, 광학 다층 구조체 내의 간극부의 광학 크기는 구동 수단에 의해 변하게 되고, 입사각은 절환된다.

본 발명에 따른 제2 및 제3 화상 디스플레이에 있어서, 빛과 함께 1차원 또는 2차원적으로 배열된 본 발명의 다수의 광학 절환 장치를 조사하는 것에 의해, 2차원 화상은 표시된다.

본 발명에 따른 제4 광학 절환 장치는 비금속 재료로 만들어진 투명 기판, 투명 기판과 접촉하는 제1 투명층, 광학 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖춘 간극부 및 제2 투명층을 포함하고, 상기 제1 투명층, 간극부 및 제2 투명층이 상기 투명 기판 위에 그 순서에 따라 쌓여지며, 상기 투명 기판의 굴절율이 n_s 일 때, 상기 제1 투명층의 굴절율은 n_1 이 되고, 상기 제2 투명층의 굴절율은 n_2 가 되며, $n_s < n_1$ 의 관계 및 $n_1 > n_2$ 의 관계가 만족된다.

본 발명에 따른 제4 광학 다층 구조체는 비금속 재료로 만들어진 투명 기판, 투명 기판과 접촉하는 제1 투명층, 제2 투명층, 광학 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖춘 간극부, 제3 투명층 및 제4 투명층을 포함한다. 상기 제1 및 제2 투명층, 간극부 및 제3 및 제4 투명층은 상기 투명 기판 위에 그 순서에 따라 쌓여진다. 상기 투명 기판의 굴절율이 n_s 일 때, 상기 제1 투명층의 굴절율은 n_1, 상기 제2 투명층의 굴절율은 n_2, 상기 제3 투명층의 굴절율은 n_3, 상기 제4 투명층의 굴절율은 n_4 가 되고, $n_s < n_1 < n_2$ n_3 의 관계 및 $n_4 < n_1$ 의 관계가 만족된다.

본 발명에 따른 제4 광학 절환 장치는 본 발명의 제4 광학 다층 구조체 및 광학 다층 구조체 내의 간극부의 광학 크기를 변화시키기 위한 구동 수단을 포함한다. 본 발명에 따른 제5 광학 절환 장치는 본 발명의 제5 광학 다층 구조체 및 광학 다층 구조체 내의 간극부의 광학 크기를 변화시키기 위한 구동 수단을 포함한다.

본 발명에 따른 제4 화상 디스플레이는 본 발명에 따른 다수의 제4 광학 절환 장치를 1차원 또는 2차원적으로 배열함으로써 얻어지고 상기 제4 광학 절환 장치를 빛의 3원색으로 조사하며, 스캐너에 의해 빛을 스캐닝함으로써 2차원의 화상을 표시한다.

본 발명에 따른 제5 화상 디스플레이는 본 발명에 따른 다수의 제5 광학 절환 장치를 1차원 또는 2차원적으로 배열함으로써 얻어지고 상기 제5 광학 절환 장치를 빛의 3원색으로 조사하며, 스캐너에 의해 빛을 스캐닝함으로써 2차원의 화상을 표시한다.

본 발명에 따른 제4 및 제5 광학 다층 구조체에 있어서, 제1 및 제2 투명층 사이의 간극부의 크기는, 예를 들면, " λ/2 " (λ: 입사광의 파장) 및, 바람직하게는, " λ/4" 와 " 0" 사이에서 절환되고, 이로써 상기 투명 기판측 또는 상기 투명 기판의 반대편으로부터 들어온 입사광의 반사량 또는 투과량을 변화시킨다. 제4 광학 다층 구조체에 있어서는, 간극부의 크기를 절환함으로써, 반사량 또는 투과량이 특정한 파장의 범위(단일 파장) 내에서 크게 변화한다. 한편, 제5 광학 다층 구조체에 있어서는, 넓은 파장 범위 내에서 거의 일정한 반사 또는 투과 특성이 얻어진다.

본 발명에 따른 제4 또는 제5 광학 절환 장치에 있어서, 상기 광학 다층 구조체 내의 간극부의 광학 크기는 구동 수단에 의해 변하게 되고, 이로써 입사각을 절환한다.

본 발명에 따른 제4 또는 제5 화상 디스플레이에 있어서는, 빛으로 1차원 또는 2차원적으로 배열된 다수의 광학 절환 장치를 조사함으로써, 2차원 화상이 표시된다.

본 발명의 다른 목적, 특징 및 장점들은 다음의 설명으로부터 더욱 명백해진다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 실시예들이 도면을 참고하여서 아래에 상세히 설명될 것이다.

제1 실시예

도1 및 도2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학 다층 구조체(1)의 기본 구성을 도시한다. 도1은 광학 다층 구조체(1)에서 이후에 설명될 간극부(12)가 존재하는 고 반사율 상태를 도시한다. 도2는 광학 다층 구조체(1)의 간극부(12)가 없는 저 반사율 상태를 도시한다. 광학 다층 구조체(1)는 구체적으로 예를 들면 광학 절환 장치로서 사용된다. 다수의 광학 절환 장치를 1차원적으로 또는 2차원적으로 배열함으로써 화상 디스플레이는 만들어질 수 있다. 이하에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 광학 다층 구조체(1)를 도2에 도시된 바와 같이 고정시키는 경우 이는 비반사 막으로 사용될 수 있다.

광학 다층 구조체(1)는 기판(10) 상에 기판(10)에 접촉한 광학 흡수 제1 층(11), 광학 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 가진 간극부(12) 및 제2 층(13)을 이 순서대로 적층시킴으로써 구성된다.

기판(10)의 복소 굴절율은 N_s ($=n_s - i \cdot k_s$, 여기서 n_s는 굴절율, k_s는 감광 계수, 그리고 i는 허수 단위를 나타낸다), 제1 층(11)의 복소 굴절율은 N_1 ($=n_1 - i \cdot k_1$, 여기서 n_1은 굴절율, k_1은 감광 계수, 그리고 i는 허수 단위를 나타낸다), 제2 층의 굴절율은 n_2, 그리고 투사 매개체의 굴절율은 1.0(공기)일 때, 이들은 후속하는 수학식6의 관계를 만족하도록 설정된다. 의미는 아래에서 설명될 것이다.

수학식 6

$$1 \leq n_m \leq 5.76$$

기판(10)은 탄소(C)나 흑연과 같은 불투명하고 광학 흡수성 재료 또는 탄탈(Ta)과 같은 금속, 산화 크롬(CrO)과 같은 금속 산화물, 티타늄 질화물(TiN_x), 실리콘 탄화물(SiC)과 같은 탄화물 또는 실리콘(Si)과 같은 반도체로 제작될 수 있거나, 또는 투명 기판 상에 광학 흡수성 재료로 제작된 박막을 형성시킴으로써 얻어질 수 있다. 기판(10)은 유리 또는 플라스틱과 같은 투명한 재료 또는 저 감광 계수 k를 가진 반투명 물질로 형성될 수 잇다.

제1 층(11)은 광학 흡수성 층이고 탄탈(Ta), 티타늄(Ti) 또는 크롬(Cr)과 같은 금속, 산화 크롬과 같은 금속 산화물, 티타늄 질화물(TiN_x)과 같은 질화물, 실리콘 탄화물(SiC)과 같은 탄화물 또는 실리콘(Si)과 같은 반도체 등으로 제작될 수 있다.

제2 층(13)은 티타늄 산화물(TiO_2)($n_2 = 2.4$), 실리콘 질화물(Si_3N_4)($n_2 = 2.0$), 아연 산화물(ZnO)($n_2 = 2.0$), 니오븀 산화물(Nb_2O_5), 탈탄 산화물(Ta_2O_5)($n_2 = 2.1$), 실리콘 산화물(SiO)($n_2 = 2.0$), 주석 산화물(SnO_2)($n_2 = 2.0$), 인듐-주석 산화물(ITO)($n_2 = 2.0$) 등으로 제작될 수 있다.

제2 층(13)이 이후에 설명되는 바와 같이 절환 작용에서 가동부로써 역할하기 때문에, 이는 실리콘 질화물(SI_3N_4)과 같은 고 영률(Young's modulus)을 가지는 강한 금속으로 제작되는 것이 바람직하다. 정전기에 의해서 층을 구동하는 경우에 제2 층(13)의 일부분에 인듐-주석 산화물(ITO)과 같은 재료로 만들어진 투명 전도막을 포함하는 것으로 충분하다. 실리콘 질화물(Si_3N_4)의 굴절율와 ITO의 굴절율이 서로 동일하기 때문에, 이들의 두께는 원하는 대로 정할 수 있다. 제1 층(11)과 제2 층(13)은 서로 접촉해 있기 때문에 접촉 시간에 전기 단락을 방지하기 위해서 실리콘 질화물(Si_3N_4)로 제2 층(13)의 기판을 만들고 ITO로 투과 매개 측을 만드는 것이 바람직하다.

제1 층(11)의 물리적인 두께(d_1)는 투과 광의 파장, 층의 재료의 n과 k값, 기판과 제2 층(13)의 광학 상수에 의해서 정해지고, 예를 들면 5 내지 60 나노미터(nm)의 범위의 값이다.

제2 층(13)의 광학 두께 $n_2 \cdot d_2$는 기판(10)이 탄소, 흑연, 탄화물 또는 유리와 같은 투명한 재료로 만들어지고 제1 층(11)이 탄탈(Ta)과 같은 고 감광 계수 k_1을 갖는 재료로 만들어진 경우에 " $\lambda/4$" (λ는 투과 광의 설계 파장을 지시한다) 보다 작거나 또는 동일하다. 기판(10)이 탄소, 흑연, 탄화물 또는 유리와 같은 투명한 재료로 제작되고 제1 층(11)이 실리콘(Si)과 같은 저 감광 계수(k_1)를 갖는 재료로 제작된 때, 제2 층(13)의 광학 두께 d_2는 다음의 이유 때문에 " $\lambda/4$" 보다 크고 또는 " $\lambda/2$" 보다 작다. 제1 층(11)이 실리콘(Si)으로 제작된 경우 광학 어드미턴스의 궤적은 어드미턴스 다이어그램에서 상향으로 이동하기 때문에 제1 층(11)과 제2 층(12) 사이의 교점은 실수축보다 위(허수축 상의 양의 측)에 위치된다.

막 두께 d_1 및 d_2가 엄격히 " $\lambda/4$" 및 " $\lambda/2$" 일 필요는 없지만 대략 그 값들일 수 있다. 예를 들어, 광학 층들 중 하나가 $\lambda/4$ 보다 두꺼울 때, 그것은 다른 층의 두께를 감소시킴으로써 보상될 수 있다. 굴절율이 수학식6으로부터 다소 빗나갈 때, 몇몇 경우에는 막 두께에 의해 조절될 수 있다. 그러한 경우에는, d_1 및 d_2 각각은 $\lambda/4$로부터 다소 벗어난다. 상기 예는 또한 다른 실시예에서도 유사하게 적용된다. 본 명세서에서, " $\lambda/4$" 의 수학식은 " 대략 $\lambda/4$" 를 포함한다.

각각 제1, 제2 층(11, 13)은 서로에 대해 상이한 광학 특성을 갖는 두 개 이상의 층들로 형성된 합성층의 형태를 취할 수 있다. 이러한 경우에, 합성층의 광학 특성(광학 어드미턴스)은 단일 층에서의 광학 특성과 등가여야 한다.

간극부(12)는 그것의 광학 크기(제1 층(11)과 제2 층(13) 사이의 간격)가 후술되는 수단에 의해 변화될 수 있도록 설정된다. 간극부(12)를 채우는 매체는 투명한 기체 또는 액체가 될 수 있다. 기체의 예들은 (나트륨 D 광선(589.3nm)에 대하여 굴절율 $n_D = 1.0$을 갖는) 공기, 질소(N_2)($n_D = 1.0$) 등이다. 액체의 예들은 물($n_D = 1.333$), 실리콘 오일($n_D = 1.4$ 내지 1.7), 에칠 알콜($n_D = 1.3618$), 글리세린($n_D = 1.4730$), 다이이오도메탄(diiodomethane; $n_D = 1.737$) 등이다. 간극부(12)는 진공 상태에 있을 수 있다.

간극부(12)의 광학 크기는 " λ/4의 홀수배" 와 " λ/2의 짝수배(0 포함)" 사이에서 2진 방식 또는 연속적으로 변한다. 따라서, 입사광의 반사, 투과, 또는 흡수의 양은 2진 방식 또는 연속적으로 변한다. 제1 및 제2 층(11, 13)의 경우와 같이, 광학 크기가 λ/4 의 배수로부터 조금 빗나갈 때조차 막 두께 또는 다른 층의 굴절율에서의 작은 변화에 의해 보상될 수 있다. 결과적으로, " λ/4" 의 수학식은 " 대략 λ/4" 를 포함한다.

간극부(12)를 갖는 광학 다층 구조체는 도3a 내지 도3d 및 도4a 내지 도4c에 도시된 제조 과정에 의해 형성될 수 있다. 먼저, 도3a에 도시된 바와 같이, 카본 등으로 만들어진 기판(10) 상에서 Ta로 만들어진 제1 층(11)이 예를 들어 스퍼터링에 의해 형성된다. 결과적으로, 도3b에 도시된 바와 같이, 비결정 실리콘(a-Si) 막(12a)은 예를 들어 CVD(화학 증기 증착)에 의해 희생 층으로서 형성된다. 도3c에 도시된 바와 같이, 간극부(12)의 형상의 패턴을 갖는 감광막(14)이 형성된다. 도3d에 도시된 바와 같이, 감광막(14)은 마스크로서 사용되고 비결정 실리콘(a-Si) 막(12a)은 예를 들어 RIE(반응성 이온 에칭)에 의해 선택적으로 제거된다.

도4a에 도시된 바와 같이 감광막(14)을 제거한 후에, Si_3N_4로 구성된 제2 층(13)은 예를 들어 도4b에 도시된 바와 같이 스퍼터링에 의해 형성된다. 도4c에 도시된 바와 같이, 비결정 실리콘(a-Si) 막(12a)은 드라이 에칭에 의해 제거된다. 이러한 방식으로, 간극부(12)를 갖는 광학 다층 구조체(1)는 제조될 수 있다.

광학 다층 구조체(1)에서, 2진 방식 또는 연속적으로 λ/4의 홀수배와 λ/4의 짝수배(0 포함) 사이(예를 들어 " λ/4" 와 " 0" 사이)에서 간극부(12)의 광학 크기를 변화시킴으로써 입사광의 반사, 투과, 또는 흡수의 양이 변화된다.

도5a, 도5b, 도6a 및 도6b에서 수학식6의 의미가 설명될 것이다.

전술된 광학 다층 구조체(1)의 필터 특성이 광학 어드미턴스에 의해 설명될 수 있다. 광학 어드미턴스(y)는 복소 굴절율 N(=n-i·k, n은 굴절율, k는 감광 계수, i는 허수 단위를 나타낸다.)과 동일하다. 예를 들어, 공기의 어드미턴스는 y(공기)=1이고, n(공기)=1 이다. 유리의 어드미턴스는 y(유리)=1.52이고, n(유리)=1.52 이다.

투명 광학 막이 투명 기판 상에 형성될 때, 도5b에 도시된 바와 같이 광학 어드미턴스 표에서, 막 두께가 증가함에 따라서 원형 호를 그리면서 궤적이 이동한다. 수평축은 어드미턴스의 실수 축(Re)을 나타내고, 수직축은 어드미턴스의 허수 축(Im)을 나타낸다. 예를 들어, n=y=2.40인 TiO_2 등이 n=y=1.52 의 유리 기판 상에 형성될 때, 합성 광학 어드미턴스의 궤적은 막 두께가 증가함에 따라서 y=1.52 지점으로부터 원형 호를 그리면서 이동한다. TiO_2의 광학 막 두께가 λ/4 일 때, 합성 어드미턴스의 궤적은 2.42 /1.52 지점, 즉 3.79 지점(λ/4 법칙)에 되돌아온다. 이것은 λ/4 의 두께를 갖는 TiO_2막(제1 층)이 유리 기판(투명 기판) 상에 형성되는 경우의 합성 어드미턴스이다. 위에서부터 상기 구조체를 보면, 그것은 마치 n=3.79를 갖는 일체형 기판으로 보여진다. 반사율 R은 공기와 경계면에서 다음의 수학식7에 의해 33.9%로 계산된다.

수학식 7

$$R = (n-1/n+1)^2$$

예를 들어 n=y=1.947의 막이 광학 다층 구조체 상에서 단지 λ/4의 광학 막 두께에 의해 형성될 때, 광학 어드미턴스 표에서 궤적은 3.79 지점으로부터 시계 방향으로 이동한다. 합성 어드미턴스는 Y=1.0 이 되고 실수 축 상의 1.0 지점에 있다. 특히, 합성 어드미턴스=합성 굴절율이 1.0 인 등가이고, 즉 공기의 굴절율와 등가가 된다. 결과적으로, 경계면에 어떤 반사도 발생하지 않고 그 막은 소위 V-코팅 반사 방지 막이라고 한다.

n=1(공기)을 갖는 간극부가 TiO_2막 상에 단지 λ/4의 광학 막 두께로 구비될 때, 합성 어드미턴스는 도6a 및 도6b에 도시된 바와 같이 Y_2=0.2638 이 된다. 더욱이, λ/4의 광학 막 두께를 갖는 n=y=1.947의 막이 간극부 상에 존재할 때, 합성 어드미턴스는 Y_3=14.37 이 되고 그 궤적은 실수 축 상에서 14.37 지점에 고정된다. 이 시점에서 반사율 R은 상기 수학식4에서 " n" 안으로 Y_3=14.37을 대치함으로써 결정되고 76%로 계산된다. 상기로부터, 간극부(공기 층,12)의 광학 막 두께가 " 0" 부터 " λ/4" 까지 변함에 따라서 반사율은 " 0%" 부터 " 76%" 까지 변한다.

빛을 흡수하지 않는 투명층(TiO_2)이 유리와 같은 투명 물질로 만들어진 기판 상에 형성되는 경우가 상술되어 있다. 복소 굴절율 N=n-i·k(n은 굴절율, k는 감광 계수, i는 허수 단위를 나타낸다.)에서, k는 어떤 재료들에서는 0과 같다. 대조적으로, 본 실시예에서, 적어도 기판(10) 및 제1 층(11)으로부터의 제1 층(11)은 불투명 금속 재료인 산화 금속 또는 그와 유사한 것처럼 광흡수 재료로 만들어진다. 즉, k는 제1 층(11)의 복소 굴절율 N_1에서 0과 같지 않다. 본 실시예의 특징은 본 명세서에서 후술될 것이다.

도7은 n_2의 굴절율을 갖는 제2 층에 의해 그려진 a(1,0) 지점(공기 어드미턴스)을 지나가는 궤적을 도시한 광학 어드미턴스 다이어그램이다. 그 궤적은 실수 축 상에 1 및 n_2^2를 지나가고 $(n_2^2+1)/2$의 중심을 갖는 원형 호를 그린다. 기판(10) 재료의 (복소 굴절율와 같은 수치 값을 갖는) 광학 어드미턴스가 원형 호 내부에 존재하는 경우에, 만약 제1 층(11) 재료의 광학 어드미턴스가 원형 호 외측에 존재하면 제1 층(11) 및 기판(10)의 합성 광학 어드미턴스는 기판(10)의 광학 어드미턴스의 (도면에서 N_s로 나타낸) 한 지점으로부터 시작하여 막 두께가 증가함에 따라서 완만한 곡선을 그리면서 제1 층(11)의 광학 어드미턴스의 (도면에서 N_1로 나타낸) 한 지점에 도달한다.

기판(10)의 (복소 굴절율 N과 같은) 광학 어드미턴스 및 제1 층(11)은 제2 층(13)에 의해 그려진 원형 호의 양측에 존재하기 때문에 그것은 확실하게 원형 호(A 지점)를 가로지른다. 제1 층(11)의 두께는 기판(10) 및 제1 층(11)의 합성 어드미턴스가 교차 지점(A)에 도달하도록 결정된다. 교차 지점(A)으로부터, 합성 어드미턴스는 제2 층(13)의 (원형 호) 궤적을 따라 이동한다.

기판(10), 제1 층(11) 및 제2 층(13)의 합성 어드미턴스가 1 과 같도록 제2 층(13)이 막 두께로 형성될 때 광학 다층 구조체(1) 상의 입사광의 반사는 설계된 파장에서 0이 된다. 기판(10) 및 제1 층(11)의 광학 어드미턴스가 제2 층(13)의 광학 특성에 종속하는 원형 호의 양측에 존재할 때, 그로 인해 반사가 0 이 되는 막 두께는 확실히 존재한다.

이러한 경우에, 기판(10)의 광학 어드미턴스는 원형 호의 내측 또는 외측 상에 존재할 수 있다. 이러한 조건을 만족시키기 위해, 기판(10) 및 제1 층의 재료에 대한 광학 상수의 관계는 기판(10)의 복소 굴절율이 $N_s(=n_s-i\cdot k_s)$, 제1 층(11)의 복소 굴절율이 $N_1(=n_1-i\cdot k_1)$, 제2 층(13)의 굴절율이 n_2, 그리고 입사 매체의 굴절율이 1.0(공기)일 때, 다음의 수학식8 또는 그 수학식8을 다른 방식으로 표현함으로 얻은 수학식1을 충분히 만족시킨다.

수학식 8

$$1 \le n_m \le 5.76$$

결론적으로, 가변 크기의 간극부(12)가 전술된 바와 같이 구성된 광학 다층 막의 제1 층(11)과 제2 층(13) 사이에 제공되는 경우에, 간극(d3)이 "영(0)" 이면, 구조체는 반사 방지 막(antireflection film)으로 기능한다(도2 참조). 간극(d3)이 대략 설정된 파장(λ)의 4분의 1(λ/4)과 동일하면, 구조체는 반사 막으로 작용한다(도1 참조). 즉, "영(0)"과 "λ/4" 사이에서 간극부(12)의 크기를 변경시킴으로써, 그 반사가 0 과 70% 또는 그 이상 사이에 변화할 수 있는 광학 절환 장치가 실현될 수 있다.

이러한 광학 다층 구조체(1)의 재료는 전술된 바와 같은 조건을 만족하기에 충분하고 선택 사항에 대한 선택권은 광범위하다. 형태 면에서도, 기판 상의 간극부(12)를 포함하는 3개 층을 형성하기에 충분하기 때문에, 제조가 용이하다. 구체적인 일 예가 이후에 기술될 것이다.

구체적인 일 예

도8은 기판으로서 불투명 탄소 기판(N_s=1.90, k=0.75), 제1 층(11)으로서 Ta 층(N_1=2.46, k=1.90), 간극부(12)로서 공기층(n=1.00), 및 제2 층(13)으로서 Si_3N_4막과 ITO(산화 인듐-주석) 막의 적층 막(복합 굴절율 n_2=2.0, k=0)을 사용하는 경우에 (파장이 550nm로 설정된) 입사광의 파장과 반사 사이의 관계를 도시한다. (a)는 간극부(공기층)의 광학막 두께가 "0" (저 반사율 측)인 경우의 특성을 가리키고, (b)는 광학막 두께가 "λ/4" (137.5nm, 고 반사율 측)의 경우의 특성을 가리킨다. 도9 및 도10은 참조로서 도시된 광학 어드미턴스 다이어그램이다. 도9는 저 반사율의 경우를 도시한다. 도10은 고 반사의 경우를 도시한다.

도8로부터 명백하게 알 수 있는 바와 같이, 실시예의 광학 다층 구조체(1)에서, 간극부(공기층; 12)의 광학막 두께가 "λ/4" 일 때, 고 굴절 특성이 나타난다. 간극부(12)의 광학막 두께가 "0" 일 때, 저 굴절 특성이 나타난다. 구체적으로는, 간극부(12)의 광학막 두께가 "λ/4" 의 홀수배와 ("0" 을 포함하는) "λ/4" 짝수배 사이에서 절환될 때, 저 반사 특성은 선택적으로 디스플레이된다.

제1 층(11)으로서 큰 감광 계수(k_1)의 (k_1=1.90인 Ta와 같은) 금속막을 사용하는 경우에, 제2 층(13)의 광학 막 두께는 "λ/4" 이 된다. 제1 층(예컨대, k_1=0.63인 Si)으로서 작은 k_1을 갖는 반도체 재료를 사용하는 경우에, 제2 층(13)의 광학막 두께는 (λ/2보다는 작지만) "λ/4" 보다 크다. 도11은 흑연(굴절율 n_s=1.90이고 k=0.75)으로 기판을 형성하고, (굴절율 n_1=4.40이고 k=0.63 및 막 두께가 13.09인) 실리콘으로 제1 층을 제조하고, SI_3N_4막과 ITO (산화 인듐-주석) 막의 적층 막(복소 굴절율 n_2=2.0, k=0, 및 막 두께=83,21nm)으로 제2 층(13)을 제조하는 경우의 (설정된 파장이 550nm인) 반사 특성을 도시한다. (a)는 간극부(공기층)의 광학막 두께가 "0" (저 반사측)인 경우의 특성을 가리키고, (b)는 광학막 두께가 "λ/4" (137.5nm, 고 반사측)의 경우의 특성을 가리킨다. 도12 및 도13은 이 경우의 광학 어드미턴스 다이어그램이다. 도12는 저 반사의 경우를 도시한다. 도13은 고 반사의 경우를 도시한다.

2가지 일 예에 있어서, 기판(10)은 불투명 탄소 또는 흑연에 의해 제조되었다고 가정되었다. 탄소와 흑연은 다수의 금속 재료의 광학 어드미턴스가 원의 외측 상에 배치되는 이유로 어드미턴스 다이어그램 상에서 굴절율이 2.0인 투명막의 (1, 0)을 통과하도록 그려진 원형 궤적의 내부에 각각의 (복소 굴절율와 동일한) 광학 어드미턴스가 위치되기 때문에 기판(10)의 재료로 적합하다.

참조하면, 도14는 소정의 재료의 광학 어드미턴스를 도시함으로써 달성되는 어드미턴스 다이어그램이다. 도14는 n=2인 굴절율와 TiO_2 (n=2.4)를 갖는 재료에 의해 그려진 (1, 0)지점(공기 어드미턴스)을 통과하는 궤적을 또한 도시한다. 기판(10)이 원형 상의 임의의 재료로 제조되고, 제1 층(11)은 원형 외부의 임의의 재료로 제조되고, 제2 층(13)은 원형 상의 임의의 재료로 제조되면, 저 반사(거의 제로)를 실현하는 막 두께의 조합이 반드시 존재한다. 예컨대, 기판(10)이 (도면에서 C로 지시되는) 탄소로 제조되고, 제1 층(11)이 n=2인 원형 외부의 임의의 재료(도면의 대부분의 재료)로 제조되고, 제2 층(13)이 (Si_3N_4, ITO, ZnO 등과 같은) n=2인 임의의 재료로 제조되면, 우수한 특성을 갖는 광학 절환 장치가 실현될 수 있다.

TiO_2가 제2층(13)으로 사용되면, 기판(10)의 재료는 실리콘(Si), 탄소(C), 탄탈(Ta), 게르마늄(Ge) 막, 흑연, 유리 등으로부터 선택되고, 제1 층(11)의 재료는 다이어그램의 기타 재료로부터 선택된다. 이러한 방식으로, 우수한 특성을 갖는 광학 절환 장치는 실현될 수 있다.

도14에 있어서, 대표적인 금속 재료, 반도체 등이 도시된다. 다른 재료를 도시하여 이들이 원의 내부 또는 외부 상에 있는지를 결정하여 우수한 재료 조합을 용이하게 선택하는 것이 또한 가능하다.

이는 우수한 특성을 갖는 광학 구조체를 실현하는 충분한 조건이지만, 기판(10)과 제2 층(13)의 광학 특성이 이후의 이유에 대해 전술된 바와 같이 제2 층(13)의 원의 내부 및 외부 상에 있다는 필수 조건은 아니다. 광 흡수막(즉, k≠0)을 기판(10) 상에 형성하는 복합 광학 어드미턴스의 궤적은 기판(10)의 어드미턴스로부터 막 형성 재료의 광학 어드미턴스를 향해 선형으로 연장하지 않지만, 크게 만곡하여 막 형성 재료의 광학 어드미턴스를 향해 연장한다. 결론적으로, 만곡 정도가 크면, 제2 층(13)의 원 내부 상에 제1 층(11)의 광학 어드미턴스가 있더라도, 복합 광학 어드미턴스는 제2 층의 원을 가로지를 수도 있다.

도15는 이러한 일 예를 도시한 다이어그램이다. 흑연이 탄소(C)로 제조된 기판(10) 상에 제1 층(11)을 형성하도록 인가될 때, 제1 층(11)의 광학 어드미턴스는 n=2인 원형 호를 두배로 만곡하여 가로지른다. 탄소(C)가 하나의 지점에서 (Si_3N_4, ITO, ZnO 등과 같은) n=2인 막으로 절환되도록 막 두께를 설정함으로써, 우수한 특성을 갖는 광학 다층 구조체(1)가 실현될 수 있다.

실시예에 있어서, 예컨대 500nm의 가시광선 영역에서, 저 반사는 거의 0으로 설정될 수 있고, 고 반사는 70%이상으로

설정될 수 있다. 결론적으로, 고대비의 조절이 수행될 수 있다. 게다가, 형태가 간단하므로, 구조체는 GLV와 같은 회절 구조체와 DMD와 같은 복잡한 3차원 구조체와 비교하면 보다 용이하게 제조될 수 있다. 6개의 격자상 리본이 GLV의 하나의 픽셀에 대해 필요하지만, 하나의 리본은 실시예의 광학 다층 구조체(1)의 픽셀에 대해 충분하다. 따라서, 형태가 간단하고 작은 구조체가 제조될 수 있다. 범위를 이동하는 이동부는 최대 " λ/2" 이기 때문에, 10ns의 수준에서의 고응답이 실현된다. 디스플레이에 대해 광 밸브로서 구조체를 사용하는 경우에, 구조체는 기술될 1차원 배열의 간단한 형태로 실현될 수 있다.

또한, 실시예의 광학 다층 구조체(1)는 간극부가 금속 박막과 반사막, 즉 패브리-페롯형(Fabry-Perot type) 필터에 의해 협지되는 구조체를 갖는 협소-밴드패스(bandpass)와 본질적으로 상이하기 때문에, 저 반사 밴드의 대역폭이 넓게 형성된다. 따라서, 제조 시간에 막 두께를 조절하기 위한 상대적으로 넓은 마진이 달성될 수 있으므로, 설계 융통성(flexibility)이 증가된다.

실시예에 있어서, 기판(10)과 제1 층(11) 각각의 굴절율은 임의의 범위의 임의의 값일 수도 있으므로, 재료를 선택하는데 있어서의 선택 사항의 선택이 폭넓어진다. 기판(10)이 불투명 재료로 제조될 때, 입사광은 작은 반사의 시간에 기판(10)에 의해 흡수되어, 결과적으로 광이 빗나가는 등에 대해 걱정하지 않게 된다.

전술된 바와 같이 실시예의 광학 다층 구조체(1)를 사용함으로써, 고속의 소형 광학 절환 장치 및 화상 디스플레이가 실현될 수 있다. 세부 사항을 이후에 기술될 것이다.

광학 다층 구조체(1)의 간극부는 전술된 실시예에서 단일 층이지만, 다수 개의 층, 예컨대 도16에 도시된 바와 같은 2개의 층으로 구성될 수 있다. 도16의 구조체에 있어서, 제1 층(11), 제2 간극부(12), 제2 층(13), 제2 간극부(30) 및 제3 투명층(31)은 연속적으로 기판(10)에 적층되고, 제2 층(13)과 제3 투명층(31)은, 예컨대 실리콘 질화물로 제조된 지지부재(15, 32)에 의해 각각 지지된다.

광학 다층 구조체에서, 제2 층(13)이 중간층으로써 수직 방향으로 배치되고, 제1 및 제2 간극부(12, 30)중의 하나가 적절히 좁혀지고, 다른 간극부가 넓어짐으로써 반사 특성을 변화시킨다.

구동 방법

이하에 광학 다층 구조체(1) 내의 간극부(12)의 크기를 변화시키기 위한 구체적인 수단을 설명한다.

도17은 정전기력에 의해 광학 다층 구조체를 구동하는 일 예를 도시하고 있다. 광학 다층 구조체에서, 알루미늄 등으로 만들어진 전극(16a, 16a)이 투명 기판(10) 상의 제1 층(11)에 제공되고, 제2 층(13)은 실리콘 질화물(Si_3N_4)로 만들어진 지지부재(15)에 의해 지지되고, 전극(16b, 16b)은 지지부재(15)의 전극(16a, 16a)과 대면하는 위치에 형성된다.

광학 다층 구조체에서, 전압이 전극(16a, 16a) 및 전극(16b, 16b)에 인가될 때 발생되는 전위차에 의해 발생되는 정전기력에 의해서, 간극부(12)의 광 막 두께는, 예를 들어, " λ/4" 와 " 0" 사이 또는 " λ/4" 와 " λ/2" 사이처럼, 이원으로 절환된다. 전극(16a, 16a) 및 전극(16b, 16b)에 인가되는 전압을 연속적으로 변화시킴으로써, 명백히, 간극부(12)의 크기가 임의의 수치 범위 내에서 연속적으로 변화할 수 있고, 입사광의 반사량, 투과량, 흡수량 등이 (아날로그 방식으로)연속적으로 변화하게 된다.

광학 다층 구조체는 도18 및 도19에 도시된 바와 같은 다른 방법에 의한 정전기력에 의해서 구동될 수 있다. 도1에 도시된 광학 다층 구조체(1)에서, 예컨대 ITO로 만들어진 투명 전도막(17a)이 투명 기판(10) 상의 제1 층(11)에 제공되고, 예컨대 SiO_2로 만들어진 제2 층(13)이 브리지 구조체에 형성되고, ITO로 만들어진 투명 전도막(17b)이 제2 층(13)의 외부면에 제공된다.

광학 다층 구조체에서, 전압이 투명 전도막(17a, 17b)에 인가될 때 발생되는 전위차에 의해 발생되는 정전기력에 의해서 간극부(12)의 광 막 두께가 절환될 수 있다.

도19에 도시된 광학 다층 구조체에서, 도18의 광학 다층 구조체의 투명 전도막(17a) 대신에, 예컨대 탄탈(Ta) 막이 전도체를 가지는 제1 층(11)으로 제공된다.

광학 다층 구조체를 구동하기 위해, 정전기력 이외에, 토글 기구 또는 압전 장치와 같은 마이크로 머신을 사용하는 방법, 자력을 사용하는 방법, 및 형상 기억 합금을 사용하는 방법 등의 다양한 방법이 있다. 도 20a 및 20b는 자력을 사용함으로써 광학 다층 구조체를 구동하는 모드를 도시하고 있다. 이 광학 다층 구조체에서, 코발트(Co) 등의 자기 재료로 만들어진 개구부를 가지는 자기층(40)이 제2 층(13)에 제공되고, 전자기 코일(41)이 기판(10) 아래에 제공된다. 전자기 코일(41)의 꺼짐과 켜짐을 절환시킴으로써 간극부(12)의 크기가 예컨대, (도20a) " λ/4" 와 (도20b) " 0" 사이에서 절환됨으로써 반사율을 변화시킨다.

광학 절환 장치

도21은 광학 다층 구조체(1)를 사용하는 광학 절환 장치(100)의 형상을 도시하고 있다. 광학 절환 장치(100)는 1차원 배열 내에 카본 등으로 만들어진 기판(101) 상에 복수(다이어그램에서는 4개)의 광학 절환 장치(100a 내지 100d)를 배열시킴으로써 제공된다. 광학 절환 장치(100a 내지 100d)는 2차원적으로 배열될 수도 있다. 광학 절환 장치(100)에서, 기판(101)의 표면의 일방향(장치의 배열 방향)을 따라, 예컨대, Ta 막(102)이 형성된다.

기판(101) 상에 복수의 Si_3N_4 막이 Ta 막(102)에 직교 방향으로 배치된다. Si_3N_4 막(105)의 외부에 투명 전도막으로써 ITO 막(106)이 형성된다. 본 실시예에서 ITO 막(106) 및 Si_3N_4 막(105)은 제2 층(13)에 상응하고 Ta 막(102)에 걸친 위치에 브리지 구조체를 형성한다. Ta 막(102) 및 ITO 막(106) 사이에서, 간극부(104)의 크기는 절환(on/off) 작동에 따라 변화한다. 간극부(104)의 광 막 두께는, 예컨대, 입사광의 파장(λ=550㎚)에서 " λ/4" (137.5㎚)와 " 0" 사이에서 변한다.

광학 절환 장치(100a 내지 100d)는 예컨대, Ta 막(102)과 ITO 막(106)에 인가되는 전압에 의해 발생되는 전위차에 의해 생성되는 정전기력으로 간극부의 광 막 두께를 " λ/4" 와 " 0" 사이에서 절환시킨다. 도21은 광학 절환 장치(100a 및 100c) 각각의 간극부(104)가 " 0" 인 상태(즉, 저 반사율 상태)와 광학 절환 장치(100b 및 100d) 각각의 간극부(104)가 " λ/4" 인 상태(즉, 고 반사율 상태)를 도시하고 있다. Ta 막(102), ITO 막(106) 및 (도시되지 않은) 전압 인가 장치에 의해서, 본 발명의 " 구동 수단" 이 구성된다.

광학 절환 장치(100)에서, Ta 막(102)이 0V 전위로 설정되도록 접지되고, 전위차에 의해, 제2 층 상에 형성된 ITO 막(106)에 +12V가 인가되면, Ta 막(102)과 ITO 막(106) 사이에 정전기력이 발생한다. 도21에서, 광학 절환 장치(100a 및 100c)와 마찬가지로, 제1 및 제2 층은 서로 근접하게 부착되어 있고 간극부(104)는 " 0" 상태에 있다. 이 상태에서, 입사광(P1)은 다층 구조체를 관통하여 기판(21)에 흡수된다.

제2 층 측상의 투명 전도막(106)이 0V 전위로 설정되면, Ta 막(102)과 ITO 막(106) 사이에 정전기력은 없다. 도21에서, 광학 절환 장치(100b 및 100d)와 마찬가지로, 제1 및 제2 층은 서로 떨어져 있고 간극부(12)는 " λ/4" 상태로 된다. 이 상태에서, 입사광(P_1)은 반사광(P_3)으로 반사된다.

본 실시예에서, 광학 절환 장치(100a 내지 100d) 각각이 이와 같은 방식으로, 간극부가 정전기력에 의해 이원으로 절환됨으로써, 입사광(P1)은 반사광이 없는 상태와 반사광(P_3)이 발생되는 상태 사이에서 이원으로 절환된다. 명백히, 간극부(12)의 크기가 상술한 바와 같이 연속적으로 변화함으로써, 입사광(P_1)은 임의의 수치 범위 내에서 연속적으로 변화할 수 있고, 입사광(P_1)은 반사광이 없는 상태와 반사광(P_3)이 발생되는 상태 사이에서 연속적으로 변화될 수 있다.

각 광학 절환 장치(100a 내지 100d)에서, 이동 가능부의 이동 거리는 대략 입사광의 " λ/2 (또는 λ/4)" 이다. 따라서, 반응은 대략 10ns 및 충분히 높다. 따라서, 디스플레이를 위한 광 수치는 1차원 배열 구조체에 의해 실현될 수 있다.

또한, 본 실시예에서, 복수의 광학 절환 장치를 픽셀로 할당함으로써, 각 광학 절환 장치는 독립적으로 구동될 수 있다. 따라서, 화상 디스플레이에서, 화상의 그라데이션이 시간 분할 방법뿐만 아니라 영역 분할 방법에 의해서도 실현될 수 있다.

화상 디스플레이

도22는 광학 절환 장치(100)를 사용하는 화상 디스플레이로써 프로젝션 디스플레이의 형상을 도시하고 있다. 이하 광학 절환 장치(100a 내지 100d)로부터의 반사광(P_3)을 사용하는 일 예를 설명한다.

프로젝션 디스플레이는 적(R), 녹(G), 청(B)의 레이저광 형태를 갖는 광원(200a, 200b, 200c)과, 광원에 상응하여 제공되는 광학 절환 장치 배열(201a, 201b, 201c)과, 다이크로익 미러(202a, 202b, 202c)와, 프로젝션 렌즈(203)와, 단축 스캐너로써 검류계 미러(204)와, 프로젝션 스크린(205)을 포함한다. 삼원 색상은 적, 녹, 청에 한정되지 않고 시안, 마젠타, 노랑 일 수 있다. 각 절환 장치 배열(201a, 201b, 201c)은 다수의 필수 픽셀, 예컨대, 도면에 수직 방향으로 1000 픽셀을 1차원적으로 배열함으로써 얻어지고 광 밸브로써 기능한다.

프로젝션 디스플레이에서, R, G, B 광원(200a, 200b, 200c)으로부터 방출되는 광은 광학 절환 장치 배열(201a, 201b, 201c)에 입사한다. 바람직하게는, 입사각은 0으로 설정되어 광은 수직으로 입사한다. 광학 절환 장치로부터의 반사광(P_3)은 다이크로익 미러(202a, 202b, 202c)에 의해 프로젝션 렌즈(203)에 모인다. 프로젝션 렌즈(203)에 모인 광은 검류계 미러(204)에 의해 스캐닝되고 프로젝션 스크린(205)에 2차원 화상으로써 투사된다.

상술한 프로젝션 디스플레이에서, 다수의 광학 절환 장치가 1차원적으로 배열되고, RGB광을 조사하고, 단축 스캐너에 의해 스캐닝된 광을 절환함으로써 2차원 화상을 디스플레이하는 것이 가능하게 된다.

본 실시예에서, 저 반사 모드에서 반사율은 0.1% 이하로 설정될 수 있고, 고 반사 모드에서는 70%이상으로 설정될 수 있다. 따라서, 화상은 1000 대 1의 고 콘스탄트로 디스플레이될 수 있고, 장치에 수직으로 입사하는 광의 특성이 명확해질 수 있고, 그로 인해 광학 시스템 조립시 등의 광의 편광을 고려할 필요가 없어지고, 형상이 단순해진다.

본 발명이 상기의 실시예로 기술되었지만, 상기의 실시예로 제한되는 것은 아니고 다양하게 변경이 가능하다. 예를 들면, 본 실시예에서, 광원으로서 레이저를 사용함으로써 1차원 배열에서 광 밸브를 스캐닝하는 구성의 디스플레이가 기술되었다. 도23에 도시된 바와 같이, 백색 광원(207)으로부터 2차원으로 배열된 광학 절환 장치(206)로 광을 방사함으로써 투사 스크린(208) 상에 화상을 디스플레이하는 구성이 또한 채택될 수 있다.

상기의 실시예에서, 기판으로서 유리 기판을 사용하는 실시예가 기술되었다. 선택적으로, 도24에 도시된 바와 같이, 예를 들어 2mm 이하의 두께를 갖는 가요성 기판(209)를 사용하는 직접 보는 형태의 종이 상태 디스플레이가 사용될 수 있다.

또한, 본 실시예에서, 디스플레이를 위해 본 발명의 광학 다층 구조체를 사용하는 실시예가 기술되었다. 본 발명의 광학 다층 구조체를 디스플레이와 다른 광학 프린터와 같은 다양한 장치로 적용하는 것이 또한 가능하다. 예를 들면, 광학 다층 구조체는 화상을 감광 드럼 상으로 형성하기 위한 광학 프린터용으로 사용된다.

제2 실시예

도25 및 도26 각각은 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학 다층 구조체(2)의 기본적인 구성을 도시한다. 도25는 이하에서 설명될 간극부(53)가 광학 다층 구조체(2) 내에 존재하는 상태를 도시하고, 도26은 광학 다층 구조체(2) 내에 간극부가 없는 상태를 도시한다.

광학 다층 구조체(2)는 고 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제1 투명층(51), 저 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제2 투명층(52), 광학 간섭 현상을 유발시킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부(53) 및 고 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제3 투명층(54)을 예를 들면, 금속으로 이루어진 기판(50) 상에 적층함으로써 제작된다.

간극부(53)의 위치는 실시예에 제한되지 않고(제2 및 제3 투명층(52, 54) 사이의 위치), 기판(50)과 제1 투명층(51) 또는 제1 및 제2 투명층(51, 52) 사이에 제공될 수 있다. 고 반사율 면 상의 반사 특성은 간극부의 위치에 따라 변화된다.

본 실시예에서, 기판(50)의 반사율(n_m) 및 감광 계수(k_m)는 이하의 수학식9 및 수학식10은 만족시키지만, 수학식11 및 수학식12는 만족시키지 않는다.

수학식 9

$$0.33 \leq n_m \leq 17.45$$

수학식 10

$$k_m \leq \sqrt{73.27-(n_m-8.89)^2}$$

수학식 11

$$1 \leq n_m \leq 5.76$$

수학식 12

$$k_m \leq \sqrt{5.66-(n_m-3.38)^2}$$

기판(50)의 특정 재료로서, 크롬(Cr) 및 티타늄(Ti)과 같은 금속들이 거론될 수 있다. 이러한 재료들 외에, 티타늄 질화물(TiN_x)과 같은 금속 질화물, 게르마늄(Ge)과 같은 반도체, 또는 크롬 산화물(CrO)과 같은 불투명 산화물이 사용될 수 있다.

제1 및 제3 투명층(51, 54)의 " 고 굴절율을 갖는 재료" 는 2.0 보다 고 굴절율을 갖는다. 예를 들면, TiO_2 (n=2.4), Nb_2O_5 (n=2.1) 및 Ta_2O_5 (n=2.1)가 거론될 수 있다. 반면에, 제2 투명층(52)의 " 저 굴절율을 갖는 재료" 는 2.0 보다 저 굴절율을 갖는다. 예를 들면, MgF_2 (n=1.38), SiO_2 (n=1.46) 및 Al_2O_3 (n=1.67)이 거론될 수 있다. 저 굴절율을 갖는 제2 투명층은 이하에서 설명될 간극부(53)와 유사한 공기층(n=1.0) 등이 될 수 있다. 이러한 경우, 제2 투명층(공기층)의 크기(d_2)는 고정된다.

본 실시예에서 가장 저 층은 기판(50)이지만, 전사광이 사실상 0이 되도록 입사광을 흡수하는 예를 들면, 100nm의 크롬 막과 같은 층 또는 부분으로 교체될 수 있다.

제1 및 제2 투명층(51, 52) 각각의 광학 막 두께(d_1, d_2)는 " λ/2" (λ는 입사의 설계 파장이다) 이하이다. 제2 투명층의 광학 막 두께(d_3)는 " λ/4" 이다. 막 두께(d_1, d_2)는 각각 정확하게 " λ/2" 및 " λ/4" 와 일치하지 않고, 이하와 같은 이유로 상기 값과 대략적으로 일치할 수 있다. 예를 들면, 제1 투명층(51)의 막 두께(d_1)가 λ/2보다 크게 되면, 예를 들면, 제2 투명층(52)의 두께를 감소시킴으로써 보상될 수 있다. 수학식8 내지 수학식11에서의 굴절율로부터의 약간의 편차는 막 두께를 조절함으로써 보상될 수 있다. 본 명세서에서, " λ/2" 및 " λ/4" 의 수학식은 " 대략 λ/2" 및 " 대략 λ/4" 를 포함하는 값이다.

제2 및 제3 투명층 각각은 서로 다른 광학 특성을 갖는 두 개 이상의 층으로 구성되는 복합 층의 형태를 취할 수 있다. 이러한 경우, 복합 층의 광학 어드미턴스는 단일층의 경우와 같아야 한다.

간극부(53)는 그 광학 크기(제2 및 제3 층(52, 53) 사이의 간격)가 이하에 기술된 구동 수단에 의해 변화되도록 설정된다. 간극부(53)를 충전하는 매체는 그것이 투명한 기체 또는 액체일 수 있다. 기체의 예로는 (나트륨(D) 광선(589.3nm)에 대해 굴절율 n_D=1.0을 갖는) 공기, 질소(N_2)(n_D=1.0) 등이 있다. 액체의 예로는 물(n_D=1.333), 실리콘 오일(n_D=1.4 내지 1.7), 에틸 알코올(n_D=1.3618), 글리세린(n_D=1.4730), 다이이오도메탄(diiodomethane)(n_D=1.737) 등이 있다. 간극부(12)는 진공 상태일 수 있다.

간극부(53)의 광학 크기는 " λ/4의 홀수배" 및 " (0을 포함하여) λ/4의 짝수배" 사이에서 2진 방식 또는 연속적으로 변한다. 따라서, 입사광의 반사량, 투과량, 흡수량은 2진 방식 또는 연속적으로 변화된다. 도13의 제3 투명층(54)의 두께의 경우와 마찬가지로, " λ/4" 의 수학식은 " 대략 λ/4" 를 포함한다.

본 실시예의 광학 다층 구조체(2)에서, 간극부(53)의 광학 크기를 변화시킴으로써, 기판(50)에 대향하는 면 상의 광의 반사량은 변화된다. 구체적으로, 간극층(53)의 광학 크기는 λ/4의 홀수배 및 λ/4의 짝수배(0을 포함하여)(예를 들면, " λ/4" 및 " 0" 사이에서) 사이에서 2진 방식 또는 연속적으로 변화되고, 입사광의 반사량, 투과량, 또는 흡수량이 변화된다.

도5a 및 도5b, 도6a 및 도6b, 도27을 참조하여, 수학식8 내지 수학식11의 의미가 기술된다.

제1 실시예의 광학 다층 구조체에서, 도5a 및 도5b, 도6a 및 도6b를 사용하여 기술된 바와 같이, 간극부(53)로서의 공기층의 광학 막의 두께가 " 0" 부터 " λ/4" 까지 변화될 때, 반사율은 기판이 유리와 같은 비금속성 금속 재료로 만들어질 경우, 즉 복소 굴절율 N=n-i、k에서 k=0 일 경우, " 0%" 부터 " 76%" 까지 변한다.

이와 달리, 기판이 불투명한 금속 재료로 만들어질 때, k는 0이 아니다. 따라서, 어드미턴스 다이어그램 상의 궤적의 시작점은 다이어그램 상의 (n, -k)이다. 기판이 예를 들면, 크롬(Cr)으로 만들어질 때, 도27에 도시된 바와 같이, n은 3.11이고, k는 550nm의 입사 파장에서 4.42이다. 상기의 예와 마찬가지로, 비반사 특성을 얻기 위해, TiO_2(n=2.40)와 같은 고 굴절율 층(제1 투명층(11))이 크롬의 지점(3.11, -4.42)에 형성되고, SiO_2(n=1.46) 등으로 이루어진 저 굴절률 층(제2 투명층(12))이 제1 투명층(51) 상에 형성된다. 복합 어드미턴스가 실수축(Re) 상의 지점(0, 5.76)에 결과적으로 나타나게 된다. TiO_2(n=2.4) 등으로 이루어진 고 굴절율 층(제3 투명층(54))이 제2 투명층(52) 상에 λ/4의 막 두께로 형성되고, 복합 어드미턴스의 궤적은 실수축 상의 지점(0,1)으로 돌아가게 되고, 반사는 발생되지 않는다. 즉, 도26에 도시된 바와 같이, 광학 다층 구조체(2)의 간극부(53)가 " 0" 인 상태에서, 입사광은 흡수되고 반사광은 발생되지 않는다.

제3 실시예

본 실시예에서, 고 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제1 투명층(51), 저 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제2 투명층(52), 고 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제3 투명 층(54)이 기판(50) 상에 이 순서대로 연속적으로 적층된다. 기판(50)이 불투명 금속 재료로 이루어질 때, 도28 또는 도29에 도시된 바와 같이, 복소 굴절율, 즉 어드미턴스의 시작점에 따라서, 저 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제1 투명층(51a), 고 굴절율을 갖는 재료로 이루어진 제2 투명층(52b)이 이 순서대로 기판(50) 상에 적층된다.

도28에 도시된 광학 다층 구조체(3)에서, 예를 들어 공기층의 형태를 취하는 간극부(53a)가 저 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제1 투명층(51a)과 고 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제2 투명층(52a) 사이에 제공된다. 반대로, 도29에 도시된 광학 다층 구조체(4)에서는, 예를 들어 공기층의 형태를 취하는 간극부(53a)가 기판(50)과 저 굴절율을 갖는 재료로 만들어진 제1 투명층(51a) 사이에 제공된다. 저 굴절율을 갖는 제1 투명층(51a)은 간극부(53a)와 동일한 공기층(n=1.0)의 형태를 취할 수 있다. 그러나, 간극부(53a)와 다르게 이 공기층의 크기는 고정되어 있다.

도30은 제2 실시예(도25)의 광학 다층 구조체와 제3 실시예(도28 및 도29)의 광학 다층 구조체 사이에서의 설계에 있어서 상이한 지점을 설명하기 위한 어드미턴스 다이어그램이다. 다이어그램은 최고 굴절율을 갖는 TiO_2 (n=2.4)가 제1 투명층(51)의 재료로서 사용되고 최저 굴절율을 갖는 MgF_2 (n=1.38)가 제2 투명층(52)의 재료로서 사용되는 구조의 경우에 그리고 MgF_2 (n=1.38)가 제1 투명층(51a)의 재료로서 사용되고 TiO_2 (n=2.4)가 제2 투명층(52a)의 재료로서 사용되는 구조의 경우에 사용될 수 있는 기판의 시작 재료의 범위를 도시한다.

도30에서, 왼쪽으로 기울어진 빗금선에 의해 지시된 제1 영역(A)은 저 굴절율을 갖는 제1 투명층(51a)과 고 굴절율을 갖는 제2 투명층(52a)이 기판(50) 상에 형성되어 있는 경우 (즉, 도28 또는 도29의 광학 다층 구조체(3 또는 4))에 대응한다. 제1 영역(A)에 대응하는 기판 재료의 예시는 탄소(C), 실리콘(Si), 게르마늄(Ge), 탄탈(Ta)을 포함한다. 한편으로, 오른쪽으로 기울어진 빗금선에 의해 지시된 제2 영역(B)은 고 굴절율을 갖는 제1 투명층(51), 저 굴절율을 갖는 제2 투명층(52), 간극부(53), 고 굴절율을 갖는 제3 투명층(54)이 기판(50) 상에 형성되어 있는 경우 (즉, 도25의 광학 다층 구조체(2))에 대응한다. 제2 영역(B)에서, 간극부(53)가 기판(50)과 제1 투명층(51) 사이 또는 제2 투명층(52)과 제3 투명층(54) 사이에 있는 구조의 경우이다. 제2 영역(B)에 대응하는 기판 재료의 예시는 위에서 설명된 Cr 이외에도 Ti 및 Nb를 포함한다.

기판(50)의 굴절율이 n_m 이고 감광 계수가 입사광의 파장(λ)에서 k_m (투명 기판의 경우에는 0)이면, 도28 및 도29의 광학 다층 구조체(3, 4)에 적용된 제1 영역(A)은 전술한 수학식11과 수학식12를 만족시킨다.

한편으로, 도25의 광학 다층 구조체(2)에 적용된 제2 영역(B)은 상기 수학식9와 수학식10의 관계를 만족시키지만 수학식11과 수학식12의 관계는 만족시키지 않는 영역이다. 기판/ 저 굴절율 층/ 간극부/ 고 굴절율 층의 구조를 갖는 광학 다층 구조체(3, 도28) 또는 기판/ 간극부/ 저 굴절율 층/ 고 굴절율 층의 구조를 갖는 광학 다층 구조체(4, 도29)의 경우에, 굴절율(n)이 1.90에서 5.76의 범위 내에 있으면 감광 계수(k=0)를 갖는 투명 기판 또한 수학식11과 수학식12의 관계를 만족시킨다. 결과적으로, 금속보다는 유리 또는 플라스틱 등으로 만들어진 투명 기판도 적용될 수 있다.

고 굴절율 및 더 저 n값을 갖는 재료 또는 저 굴절율 및 더 고 n값을 갖는 재료가 사용되면, 범위는 좁아진다. 범위 밖의 값을 갖는 재료의 경우에, 해가 존재하기는 하지만 층의 개수가 증가한다.

예시

도31은 입사광의 파장(설계 파장 550㎚)과, Cr(n_m =3.12, k=4.42)이 기판(50)의 재료로서 사용되고 TiO_2 막(n_1 = 2.32)이 제1 투명층으로 사용되고 SiO_2 막(n=1.46)이 제2 투명층(52)으로 사용되고 공기층(n=1.00)이 간극부(53)로 사용되고 TiO_2 막이 제3 투명층(54)으로 사용된 경우에서의 반사율 사이의 관계를 도시한다. 이러한 경우에, 간극부(공기층)의 광학 막 두께가 " 0" 과 " λ/4" 인 경우의 특성이 도시되어 있다.

도32a 및 도32b는 이러한 경우의 어드미턴스 다이어그램이다. 도32a는 간극부(공기층)의 광학 막 두께가 " 0" 일 때의 특성 (즉, 저 반사율인 때의 특성)을 도시한다. 도32b는 간극부(공기층)의 광학 막 두께가 " λ/4" 일 때의 특성 (즉, 고 반사율인 때의 특성)을 도시한다.

도31의 특성 다이어그램으로부터 명백히 이해되는 것처럼, 도25에 도시된 광학 다층 구조체(2)에서 간극부(공기층, 53)의 광학 막 두께가 " λ/4" 이면, 고 반사율 특성이 입사광(λ =550㎚)에 대해 나타난다. 간극부(53)의 광학 막 두께가 0이면, 저 반사율 특성이 나타난다.

더욱이, 도33 및 도34는 도25의 광학 다층 구조체(2)에서 고 반사율인 때의 반사율 특성이 간극부(53)의 위치에 따라 변한다는 것을 보여준다. 도33에서, (a)는 간극부(53)가 기판(50)과 제1 투명층(고 굴절율 층, 51) 사이에 제공된 경우의 특성을 지시하고, (b)는 간극부(53)가 제1 투명층(고 굴절율 층, 51)과 제2 투명층(저 굴절율 층, 52) 사이에

제공된 경우의 특성을 지시하고, (c)는 간극부(53)가 제2 및 제3 투명층(52, 54)들 사이에 제공된 경우의 특성을 지시한다 (도25, 도31, 도32의 예시에 대응). 고 반사율인 때의 반사율 특성에 대하여, 구조(a)가 가장 양호하고, 두 번째로 구조(c)가 양호하고, 구조(b)가 그 뒤를 따른다. (d)는 저 반사율인 때의 반사율 특성을 나타낸다.

도35는 도28에 도시된 구조의 광학 다층 구조체(3)에서 탄탈(Ta, n_m=2.46, k=1.90)이 기판(50a)의 재료로서 사용되고 MgF_2막(n_1=1.38)이 제1 투명층(저 굴절율 층, 51a)으로 사용되고 TiO_2막(n=2.32)이 제2 투명층(고 굴절율 층, 52a)으로 사용되고 공기층(n=1.00)이 제1 및 제2 투명층(51a, 52a)들 사이에 배치된 간극부(53a)로 사용되었을 때의 입사광(550㎚의 설계 파장)의 반사율 특성을 도시한다. 이러한 경우에, 간극부(공기층)의 광학 막 두께가 "0" 및 "λ/4" 인 경우의 특성이 도시되어 있다.

도36a 및 도36b는 이러한 경우의 어드미턴스 다이어그램을 도시한다. 도36a는 간극부(공기층)의 광학 막 두께가 "0" 일 때의 특성 (즉, 저 반사율인 때의 특성)을 도시한다. 도36b는 간극부(공기층)의 광학 막 두께가 "λ/4" 일 때의 특성 (즉, 고 반사율인 때의 특성)을 도시한다.

도37은 도29에 도시된 광학 다층 구조체(3)에서 탄탈(Ta, n_m=2.46, k=1.90)이 기판(50a)의 재료로서 사용되고 MgF_2막(n_1=1.38)이 제1 투명층(저 굴절율 층, 51a)으로 사용되고 TiO_2막(n=2.32)이 제2 투명층(고 굴절율 층, 52a)으로 사용되고 공기층(n=1.00)이 기판(50a)과 제1 투명층(51a) 사이에 배치된 간극부(53a)로 사용되었을 때의 입사광(550㎚의 설계 파장)의 반사율 특성을 도시한다. 이러한 경우에서도, 간극부(공기층)의 광학 막 두께가 "0" 및 "λ/4" 인 경우의 특성이 도시되어 있다. 도38은 광학 막 두께가 "λ/4" 인 때의 어드미턴스 다이어그램이다.

이해할 수 있는 것처럼, 도35 및 도36 각각의 구조에서 간극부(공기층, 53a)의 광학 막 두께가 "λ/4" 이면, 고 반사율 특성이 입사광(λ=550㎚)에 대하여 나타난다. 간극부(53a)의 광학 막 특성이 0이면, 저 반사율 특성이 나타난다. 구조들은 대부분 동일한 특성을 갖는다.

제2 및 제3 실시예의 광학 다층 구조체(2 내지 4)에서, 예를 들어 550㎚의 가시광 영역 내에서도 고대비의 모듈화가 수행될 수 있다. 또한, 구조가 간단하고 가동부 이동 범위가 기껏해야 "λ/2" 또는 "λ/4" 이므로, 고응답이 실현될 수 있다. 어느 광학 다층 구조체를 사용하더라도, 고속 광학 절환 장치 및 고속 화상 표시 장치가 실현될 수 있다.

광학 다층 구조체 내의 간극부는 전술한 실시예에서는 단층이지만 예를 들어 도39에 도시된 것처럼 두 층인, 다수의 층으로 구성될 수 있다. 특히, 제1 투명층(51), 제2 투명층(52), 제1 간극부(53), 제3 투명층(54), 제2 간극부(60), 제3 투명층(61)이 기판(10) 상에 차례로 적층되고, 제2 투명층(53)과 제3 투명층(61)은 예를 들어 실리콘 질화물로 만들어진 지지부재(62)에 의해 지지된다.

광학 다층 구조체에서, 제2 투명층(52)이 중간층으로서 수직 방향으로 배치되고, 제1 및 제2 간극부(53, 60)들 중 하나가 따라서 좁아지고, 다른 간극부는 넓어져서, 반사율 특성을 변경시킨다.

제2 및 제3 실시예에 따른 각각의 광학 다층 구조체(2, 3, 4)의 구동 방법이 제1 실시예와 실제로 동일하기 때문에, 그것의 상세한 설명은 생략한다.

제2 및 제3 실시예에 따른 임의의 광학 다층 구조체(2, 3, 4) 또한 제1 실시예와 유사한 방식이기 때문에, 간단한 구성으로 고응답 광학 절환 장치 및 화상 디스플레이가 실현될 수 있다.

제4 실시예

도40 및 도41은 각각 본 발명의 제4 실시예에 따른 광학 다층 구조체(5)의 기본 구성을 도시한다. 도40은 본 명세서에서 이후에 설명될 간극부(12)가 광학 다층 구조체(5)에 존재하는 상태를 도시하고, 도41은 광학 다층 구조체(5)에 간극부가 없는 상태를 도시한다. 구체적인 예를 들면, 전술된 실시예와 유사한 방식으로, 광학 다층 구조체(5)는 광학 절환 장치로도 이용된다. 다수의 광학 절환 장치를 1차원 배열로 배열함으로써, 화상 디스플레이가 구성될 수 있다.

본 실시예의 광학 다층 구조체(5)는 적층에 의해, 예를 들어 투명 기판(70)에 접촉하는 제1 투명층(71), 광 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부(72) 및 제2 투명층(73)과 같은 투명 비금속 재료로 제조된 기판(70) 상에 구성된다.

투명 기판(70)의 굴절율이 n_s일 때, 제1 투명층(71)의 굴절율은 n_1이고, 제2 투명층(73)의 굴절율이 n_2이며, 이들이 배치되어 이하의 수학식13 및 수학식14를 만족한다. 특히 광학 다층 구조체(5)에서, 투명층(70) 상의 굴절율들에 대하여, 기판보다 고 굴절율을 갖는 제1 투명층(71), 간극부(72) 및, 제1 투명층(71)보다 저 구절 지수를 갖는 제2 투명층(73)이 이러한 순서로 적층된다.

수학식 13

$$n_s < n_1, \text{ and } n_1 > n_2$$

수학식 14

$$n_s = n_1/\sqrt{n_s}$$

수학식14가 요구 조건이 되는 이유는 이하에 설명된다.

도5a에서, 광학 다층 구조의 복합물 어드미턴스는 $Y_1 = n_1^2/n_s$, $Y_3' = n_2^2/Y_1 = n_2^2 \cdot n_s/n_1$이다. 그러한 특성을 구체화하기 위하여, $Y_3' = 1.0$(공기의 어드미턴스)이면 충분하다. 따라서 $n_2^2 \cdot n_s/n_1^2 = 1.0$, 즉, $n_2 = n_1/\sqrt{n_s}$를 만족하면 충분하다. 굴절율이 엄격하게 관계를 만족하지 않을 때, 막 두께 등을 어느 정도 조절함으로써 보정될 수 있다.

예를 들어, 투명 유리 기판 또는 투명 플라스틱 기판과 같은 특정 재료가 기판의 특정 재료로써 이용된다. 제1 투명층(71)의 구체적인 재료는 티타늄 산화물(TiO_2; $n_1 = 2.4$), 실리콘 질화물(Si_3N_4; $n_1 = 2.0$), 산화 아연(ZnO; $n_1 = 2.0$), 니오븀 산화물(Nb_2O_5; $n_1 = 2.2$), 탄탈 산화물(Ta_2O_5; $n_1 = 2.1$), 실리콘 산화물(SiO; $n_1 = 2.0$), 제2 주석 산화물(SnO_2; $n_1 = 2.0$), 및 인듐-주석 산화물(ITO; $n_1 = 2.0$)을 포함한다. 제2 투명층(73)의 구체적인 재료는 실리콘 산화물(SiO_2; $n_2 = 1.46$), 창연 산화물(Bi_2O_3; $n_2 = 1.91$), 마그네슘 불화물(MgF_2; $n_2 = 1.38$) 및 알루미나(Al_2O_3; $n_2 = 1.67$)를 포함한다. 제1 및 제2 투명층(71, 72)의 각각의 광 막 두께(d_1, d_2)는 " λ/4" 또는 " λ/4의 홀수배" 와 동일하다.(λ는 입사광의 파장을 나타낸다.) 막 두께(d_1, d_2)는 엄격하게 " λ/4" 와 동일하지는 않지만, 이하의 이유로 " λ/4" 와 대체로 동일할 수 있다. 예를 들어, 제1 투명층(71)의 막 두께(d_1)가 " λ/4" 보다 두꺼워지면, 예를 들어 제2 투명층(73)의 두께를 감소시킴으로써 보정될 수 있다. 굴절율이 수학식14에 다소간 벗어난다 해도, 막 두께로 보정될 수 있다. 이 경우에, 각각의 막 두께 (d_1, d_2)는 다른 실시예와 유사한 방식으로 λ/4에서 다소 벗어날 수 있다. 따라서, " λ/4" 의 수학식은 " 대체로 λ/4" 를 포함한다.

제1 및 제3 투명층(71, 73) 각각은 서로 상이한 광학 특성을 갖는 2개 이상의 층으로 구성된 복합 층의 형태를 취할 수 있다. 이 경우에, 복합 층의 광학 어드미턴스는 단일층일 경우와 동일해야 한다.

간극부(72)는 자체의 광학 크기(제1 층(71)과 제2 층(73) 사이의 간격)가 본 명세서의 이후에 설명될 구동 수단에 의해 변경될 수 있게 배치된다. 간극부(72)를 채우는 매체는 투명하기만 하면, 가스 또는 액체일 수 있다. 가스의 예는, (소듐 D 레이(589.3nm)에 대하여 $n_D = 1.0$의 굴절율을 갖는)공기, 질소(N_2; $n_D = 1.0$) 등이다. 액체의 예는, 물($n_D = 1.4730$), 다이이오도메탄($n_D = 1.737$) 등이다. 간극부(72)는 진공 상태일 수 있다.

간극부(72)의 광학 크기는 2진 방식으로 변화하거나, " λ/4의 홀수배" 와 " (0을 포함한) λ/4의 짝수배" 사이에서 연속적으로 변화한다. 따라서, 입사광의 반사량 또는 투과량은 2진 방식 또는 연속적으로 변화한다. 제1 및 제2 층(71, 73)의 경우와 같이, 광학 크기가 λ/4의 배수에서 다소 벗어나더라도, 막 두께 또는 다른 층의 굴절율을 다소 변화시킴으로써 보정될 수 있다. 결론적으로, " λ/4" 의 수학식은 " 대체로 λ/4" 를 포함한다.

광학 다층 구조체(5)에서, 간극부(72)의 광학 크기를 변화시킴으로써, 투명 기판(70) 측면 또는 투명 기판(70)에 대향하는 측면에서 들어오는 빛의 반사량 또는 투과량이 변화한다. 구체적으로, 간극부(72)의 광학 크기는 2진 방식 또는 연속적으로 λ/4의 홀수배와 λ/4의 (0을 포함한)짝수배의 사이(예를 들어, " λ/4" 와 " 0" 사이)에서 변화하여, 입사광의 반사량 또는 투과량이 변화된다.

[예]

도42a 및 도42b는, 투명 기판(10)으로써 유리 기판(n_s=1.52)이 이용되고, 제1 투명층(71)으로써 TiO_2막(n_1=2.32)이 이용되고, 간극층(72)으로써 공기층(n_D=1.00)이 이용되며, 제2 투명층(73)으로써 Bi_2O_3막(굴절율 n_2=1.92)이 이용된 광학 다층 구조체(5) 내의 입사광과 반사광의 파장(550nm의 설계 파장) 사이에 대하여 도시한다. 이 경우에, 도42a는 간극부(공기층)의 광 막 두께가 " λ/2" (물리적 두께=275mm) 및 " λ/4" (물리적 두께=137.5)인 경우의 특성을 도시한다. 도42b는 간극부(공기층)의 광 막 두께가 " 0" 및 'λ/4" 인 경우의 특성을 도시한다.

도43a 내지 도43c는 광 어드미턴스 도표이다. 도43a는 간극부(공기층)의 광 막 두께가 " λ/2" 인 경우의 특성을 도시한다. 도43b는 간극부(공기층)의 광 막 두께가 " λ/4" 인 경우의 특성을 도시한다. 도43c는 간극부(공기층)의 광 막 두께가 " 0" 인 경우의 특성을 도시한다.

도42a 및 도42b에 도시된 표의 특성으로부터 알 수 있듯이, 광학 다층 구조체(5)에서, 간극부(공기층)의 광 막 두께가 " λ/2" 일 때, 저 반사 특성은 (파장이 λ인)입사광을 나타낸다. 간극부(72)의 광 막 두께가 " λ/4" 일 때, 고 반사 특성이 나타난다. 간극부(72)의 광 막 두께가 0일 때, 저 반사 특성이 나타난다. 이는 간극부(72)의 광 막 두께가 " λ/4" 의 홀수배와 0을 포함한 " λ/4" 의 짝수배 사이에서 절환될 때, 고 반사율 특성 및 저 반사율 특성이 교번식으로 나타난다. 저 반사율 특성일 경우라도, 광 막 두께가 " λ/2" 일 때, 특정 파장(550nm)에서 V-피막 굴절 특성이 나타난다. 광 막 두께가 " 0" 이 될 때, V-형 특성은 약화되고, 그 후에 평면에 유사해지므로 0%의 반사율 대역이 넓어진다.

실시예에서, 예를 들어 550nm와 같은 고대비의 변조의 가시광선 영역도 수행될 수 있다. 또한, 구성이 간단하고, 가동부 이동 범위가 최대 " λ/2" 이기 때문에, 고응답이 실현될 수 있다. 광 다층 구조체(5)를 이용함으로써, 고속 광 절환 장치 및 고속 화상 디스플레이가 실현될 수 있다.

제5 실시예

도44 및 도45를 참조하여, 본 발명의 제5 실시예가 설명될 것이다. 제5 실시예에서, 반사 특성은 기정 폭(평면 범위)을 갖는 넓은 파장 범위에서 거의 균일하게 변화할 수 있다.

광 다층 구조체(6)는 투명 기판(80)에 접촉하는 제1 투명층(81), 제2 투명층(82), 광 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부(83), 제3 투명층(84) 및 제4 투명층(85)의 적층에 의해, 예를 들어 비금속 투명 재료로 제조된 투명 기판(80) 상에 구성된다. 도44는 본 명세서에서 이후에 설명될 광학 다층 구조체(6) 내에 존재하는 간극부(83) 상태를 도시한다. 도45는 광학 다층 구조체(6) 내에 간극부가 없는 상태를 도시한다.

실시예에서, 기판(80), 제1 투명층, 제2 투명층, 제3 투명층 및 제4 투명층의 굴절율이 n_s, n_1, n_2, n_3, n_4 일 때, 이하의 수학식15의 관계를 만족하도록 배정된다.

수학식 15

$$n_s < n_1 < n_2 \fallingdotseq n_3, \text{ and } n_4 < n_1$$

특정 재료, 예를 들어 투명한 유리 기판 또는 투명한 플라스틱 기판이 투명 기판(80)으로 사용될 때, Al_2O_3막($n_1 = 1.67$)이 제1 투명층(81)으로 사용되고, TiO_2막($n_2 = 2.4$)이 제2 투명층(82)으로 사용되고, TiO_2막($n_3 = 2.4$)이 제3 투명층(84)으로 사용되고, MgF_2막($n_4 = 1.38$)이 제4 투명층(85)으로 사용된다. 제1 내지 제4 투명층(81 내지 85)의 각 광학 막의 두께 n_1d_1, n_2d_2, n_3d_3, n_4d_4는 " λ/4" 또는 " λ/4" 의 홀수배이다.(λ는 입사광의 파장 길이를 나타낸다.)

제1 내지 제4 층(81 내지 85)의 각각은 서로 다른 광학 특성을 갖는 두 개 층 이상으로 구성된 복합 층의 형태를 취할 수 있다. 이 경우, 복합층 내의 광학 특성(광학 어드미턴스)은 단일층의 경우의 광학 어드미턴스와 동등한 특성을 가져야 한다.

간극부(83)는 그 것의 크기[제2 투명층(82) 및 제3 투명층(84) 사이의 간격]이 제1 실시예에서의 간극부(72)와 유사한 방법으로 이하 설명되어지는 구동 수단에 의해 변할 수 있도록 설정된다. 간극부(83)를 충전하는 매체는 간극부(72)의 경우의 매체와 유사하다.

광학 다층 구조체(6)에서, 수학식15가 만족된다. 그 결과, 반사 특성은 넓은 범위에서 얻어지며, 투명 기판(80) 측면 또는 투명 기판(80)에 대향하는 측면 상의 입사광의 투과 또는 반사량이 간극부(83)의 크기 변화에 의해 변화된다. 좀 더 구체적으로는, 반사량, 투과량 또는 입사광의 흡수량은, 제4 실시예와 유사하게, " λ/4" 의 홀수배 및 (0을 포함하는) " λ/4" 의 짝수배 사이에서 2진 방식이나 또는 연속적으로 간극부(83)의 광학 크기를 변경하여, 2진 방식으로 또는 연속적으로 변경된다.

도46은 유리 기판($n_s = 1.52$)이 투명 기판으로 사용되고, TiO_2막 및 MgF_2(마그네슘 불화물) 막(복합 막 두께 λ/4에 대한 반사의 복합 지수 $n_1 = 1.7$)은 제1 투명층(81)으로 사용되고, TiO_2막 (굴절율 $n_2 = 2.32$)은 제2 투명층(82)으로 사용되고, 공기층은 간극부(83)로 사용되고, TiO_2막(굴절율 $n_3 = 2.32$)은 제3 투명층(84)으로 사용되고, MgF_2막(굴절율 $n_4 = 1.38$)은 제4 투명층(85)으로 사용되는 경우에 입사광의 파장(설계 파장) 및 반사율 사이에 관계를 도시한 특성 다이어그램이다. 도46은 간극부(공기층, 83)의 광학 막 두께가 λ/4인 경우와 간극부(공기층, 83)의 광학 막 두께가 " 0" 인 경우 모두를 도시한다.

도47a 및 도47b는 광학 어드미턴스 다이어그램이다. 도47a는 간극부(공기층, 83)의 광학 막 두께가 " 0" 인 경우를 도시한다. 도47b는 간극부(공기층, 83)의 광학 막 두께가 " λ/4" 인 경우를 도시한다.

도46의 특성 다이어그램으로부터 명확하게 이해되는 바와 같이, 실시예의 광학 다층 구조체(6) 내에서, 간극부(공기층, 83)의 광학 막 두께가 " λ/4" 일 경우, 고 반사 특성(약 60%)이 넓은 범위에서 나타난다. 간극부(공기층, 83)의 광학 막 두께가 " 0" 인 경우, 넓은 범위에서 편평한 저 반사 특성이 나타난다.

[변형]

도48에 도시된 광학 다층 구조체는, 100nm 이상의 두께를 갖는 알루미늄(Al)층(70a)과, 제1 투명층(71)과 같은 52.67nm의 두께를 갖는 TiO_2와, 32.29nm의 두께를 갖는 TiO_2와 114.72nm의 두께를 갖는 SiO_2와 53.08nm의 두께를 갖는 TiO_2막(73c)과 19.53nm의 두께를 갖는 SiO_2막을 포함하는 제2 투명층(73)인 다층과 같은 금속 막을 적층하여 형성된다. 알루미늄층(70a)이 100nm 이상의 두께를 갖는 경우, 광 투과가 어려워진다. 반사 방지 막이 비 투명성 막으로 제공될 경우, 이것은 반사가 0인 것과 모든 광이 알루미늄 층(70a)에 의해 흡수된다는 것을 의미한다. 또한, 알루미늄 자체의 특성 때문에, 반사 방지 특성이 저하될 때, 고 반사 상태에서 약 10%의 반사가 설계 관점으로부터 더 적은 수의 층에 의해 쉽게 구현될 수 있다.

도49는 간극부(72)가 광학 다층 구조체 내에서 변화될 때의 시뮬레이션의 결과를 도시한다. 입사광은 알루미늄 층(70a)에 대해 대향하는 측면(최상부층으로써 SiO_2의 측면)으로부터 진입한다. 간극부(72)가 최상부층으로부터 제2 층인 SiO_2막에 대해 변화되는 경우일지라도, 유사한 특성이 얻어질 수 있다. 도50은 이러한 경우에서의 반사 특성을 도시한다. 설계 파장 길이는 550nm이고 상기 층들의 두께는 다이어그램에서 도시된다.

도49 및 도50에서 간극부(72)가 1.0의 굴절율을 갖는 공기 또는 진공으로 가정되지만, 실험에서는 간극부를 형성하기 위해 복잡한 공정이 필요하다. 그 결과, 실험은 간극부 대신에 저 굴절율의 재료로써 SiO_2를 사용하여 수행된다. 막 형상은 도51에 도시된 바와 같고, 도52는 시뮬레이션 결과를 도시한다. 실제 형성된 구조체의 측정 결과가 도53 및 도54에 도시된다. 도면으로부터 시뮬레이션 결과와 실제 측정이 서로 잘 일치하는 것을 알 수 있다. 광은 유리 기판 측면으로부터 진입하도록 설정되기 때문에, 표면에서의 약 4%의 반사율의 측정치가 크다.

그 외에도, 막 형성 중 막 두께를 광학적으로 모니터링하면서 막의 두께를 제어하는 것은 임의의 편차를 방지할 수 있다.

도55는 도48에 도시된 광학 다층 구조체 내에서 간극부(72)가 386nm로 설정된 경우의 반사 특성을 도시한다. 도56은 간극부가 1485nm로 설정된 경우의 반사 특성을 도시한다. 도55 및 도56의 각각에서 저 반사 범위의 폭이 도49의 예[110.46nm의 간극부(72)]보다 좁다는 것을 알 수 있다. 즉, 간극부(72)가 더 넓어질수록, 저 반사 범위는 더 좁아진다. 이에 따라 제작 시 마진이 좁아져서 취급이 매우 어려워진다. 간극부(72)의 크기는 1500nm보다 좁고, 양호하게는 500nm이다. 이러한 크기로 제작하는 것은 크게 어렵지 않다.

도57에 도시된 광학 다층 구조체는 제1 투명층(71)과 같은 40.89nm의 두께를 갖는 TiO_2막과 제2 투명층(73)과 같은 다층 막을 직접 적층하여 형성된다. 다층 막은 32.62nm의 두께를 갖는 TiO_2막(73a)과 77.14nm의 두께를 갖는 SiO_2막(73b)과 39.40nm의 두께를 갖는 TiO_2막(73c)과 163.13nm의 두께를 갖는 SiO_2막(73d)을 포함한다. 도58은 550nm의 설계 파장 길이를 갖는 시뮬레이션 결과를 도시한다. 도48의 예와 달리, 광흡수 막(알루미늄 층)이 투명 기판(70) 상에 제공되지 않았고, 그 결과 반사 대역 내의 반사율이 낮다. 그러나 투과 광은 흡수되지 않고 다층 구조체를 통과하여 구조체를 가열하지 않는다.

광학 다층 구조체 내의 간극부가 전술된 실시예 중 어느 하나에서 단일층일지라도, 예를 들어 도59에 도시된 바와 같이 두 개의 층의 다층이 될 수 있다. 특히, 투명 기판(70) 상에서, 제1 투명층(71), 제1 간극부(72), 제2 투명층(73), 제2 간극부(74) 및 제3 투명층(75)은 이러한 순서로 형성되며, 제2 및 제3 투명층(73)은 예를 들어, 실리콘 질화물로 만들어진 부재(77, 76)에 의해 개별적으로 지지된다.

광학 다층 구조체에서, 중간층으로써 제2 투명층(73)이 수직으로 변위된다. 제1 및 제2 간극부(72, 74) 중 하나는 좁고, 따라서 다른 간극부는 넓기 때문에 반사 특성이 변화한다.

광학 다층 구조체(4, 5)를 구동하는 방식이 제1 실시예와 유사하기 때문에, 그 설명은 반복되지 않을 것이다.

상기 교시로부터, 본 발명의 많은 변형과 변경은 명백하게 가능하다. 따라서, 본 발명이 첨부된 청구항의 범위 내에서 구체적으로 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것은 자명하다.

발명의 효과

본 발명은 간단한 구성과 작은 구조체를 갖고 선택될 수 있는 다양한 재료를 갖고 또한 가시 광선 영역에서 고응답성을 실현하는 화상 디스플레이 등에 적합하게 사용될 수 있는 광학 다층 구조체를 제공할 수 있고, 광학 절환 장치 및 각각 광학 다층 구조체를 사용하고 고응답성을 실현하는 화상 디스플레이를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

광학 다층 구조체에 있어서,

기판과,

광흡수 제1 층과,

광 간섭 현상을 초래할 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와,

제2 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제1 층, 상기 간극부, 및 상기 제2 층은 기판 상에 상기 순서에 따라 적층되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 기판의 복소 굴절율이 N_s ($= n_s - i \cdot k_s$, n_s는 굴절율, k_s는 감광 계수, i는 허수 단위를 나타냄)이고, 상기 제1 층 복소 굴절율은 N_1 ($= n_1 - i \cdot k_1$, n_1은 굴절율, k_s는 감광 계수를 나타냄)이고, 제2 층의 굴절율은 n_2이고, 그리고 입사 매체의 굴절율은 1.0일 때, 하기 수학식1의 관계를 충족시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

(수학식 1)

$$\{(n_1-(n_2^2+1)/2)^2+k_1^2-((n_2^2-1)/2)^2\}\{(n_s-(n_2^2+1)/2)^2+k_s^2-((n_2^2-1)/2)^2\} < 0$$

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 제2 층은 투명 재료로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 기판은 광흡수 기판 또는 광흡수 막이 형성된 기판인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 기판은 투명 재료 또는 반투명 재료로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 간극부의 광학 크기를 변경시키기 위한 구동 수단을 더 포함하며,

상기 간극부의 크기는 상기 구동 수단에 의해 변경되어 반사량, 투과량, 또는 입사광의 흡수량을 변경시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 간극부의 광 크기는 2진 방식 또는 홀수배와 짝수배(0을 포함함) 사이에 연속으로 상기 구동 수단에 의해 변경되어, 2진 방식 또는 연속으로 반사량, 투과량, 또는 입사광의 흡수량을 변경시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 제1 층 및 제2 층의 적어도 하나는 서로 상이한 광학 특성을 갖는 두 개 이상의 층으로 형성된 합성층인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 10.

제4항에 있어서, 상기 제2 층은 실리콘 질화물 막인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 제2 층은 실리콘 질화물 층 및 투명 전도층에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 12.

제7항에 있어서, 상기 제1 층 및 제2 층의 적어도 하나는 부분적으로 투명층을 포함하며, 상기 구동 수단은 투명 전도막에 전압을 인가함으로써 발생된 정전기력에 의해 상기 간극부의 간극 크기를 변경시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 투명층은 ITO, SnO_2, ZnO로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 간극부는 공기, 투명 가스 또는 투명 액체로 채워지는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 15.

제1항에 있어서, 상기 간극부는 진공 내에 놓여지는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 16.

제1항에 있어서, 상기 광흡수 제1 층은 금속, 금속 산화물, 금속 질화물, 탄화물, 및 반도체 중 임의의 하나로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 17.

제5항에 있어서, 상기 광흡수 기판 또는 광흡수 박막은 금속, 금속 산화물, 금속 질화물, 탄화물, 및 반도체 중 임의의 하나로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 18.

제1항에 있어서, 상기 제2 층의 광 두께는 λ/4 또는 그 이하(λ:입사광의 설계 파장)인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 19.

제1항에 있어서, 상기 제1 층은 실리콘으로 제조되며, 상기 제2 층의 광 두께는 λ/2 또는 그 이하(λ:입사광의 설계 파장)인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 20.

제1항에 있어서, 상기 기판은 탄소, 흑연, 탄화물 또는 투명 재료로 제조되며, 상기 제2 층의 광 두께는 λ/4 또는 그 이하(λ:입사광의 설계 파장)인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 21.

제1항에 있어서, 기판은 탄소, 흑연, 탄화물 또는 투명 재료로 제조되고, 제1 층은 실리콘으로 제조되며, 제2 층의 광학 두께는 λ/4 (λ: 입사 광선의 설계 파장) 이하인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 22.

제7항에 있어서, 구동 수단은 자력을 사용하여 간극부의 광학 크기를 변화시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 23.

기판과, 기판에 접촉하여 형성된 광흡수 제1 층과, 기판에 대향하는 측에서 제1 층의 면에 접촉하여 형성된 제2 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 24.

제23항에 있어서, 기판은 광선을 투과시키지 않는 기판인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 25.

기판과, 광흡수 제1 층과, 광학 간섭 현상을 야기할 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와, 제2 층을 구비한 광학 다층 구조체와, 간극부의 광학 크기를 변화시키기 위한 구동 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 절환 장치.

청구항 26.

1차원 또는 2차원으로 배치된 다수의 광학 절환 장치를 광선으로 조사해서 2차원 화상을 표시하기 위한 화상 디스플레이에 있어서, 상기 광학 절환 장치는 기판과, 광흡수 제1 층과, 광학 간섭 현상을 야기할 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와, 제2 층을 구비한 광학 다층 구조체와, 간극부의 광학 크기를 변화시키기 위한 구동 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 화상 디스플레이.

청구항 27.

광흡수층과, 부분 또는 입사광선을 투과시키지 않는 기판 또는 투명 기판과,

저 굴절율을 갖는 재료로 제조된 투명한 제1 층과,

고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 투명한 제2 층과,

광흡수 제1 층, 부분 또는 기판과 투명한 제1 층 사이에 또는 투명한 제1 층과 투명한 제2 층 사이에 제공되고 광학 간섭 현상을 야기할 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부를 포함하고,

투명한 제1 및 제2 층은 층, 부분 또는 기판 또는 투명 기판에 적층되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 28.

제27항에 있어서, 광흡수층, 부분 또는 기판 또는 투명 기판의 굴절율 n_m 및 감광 계수 k_m (투명 기판의 경우에는 0이 됨)는 다음 수학식2 및 수학식3을 각각 충족시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

(수학식 2)

$$1 \leq n_m \leq 5.76$$

(수학식 3)

$$k_m \leq \sqrt{5.66-(n_m-3.38)^2}$$

청구항 29.

제27항에 있어서, 간극부의 광학 크기를 변화시키기 위한 구동 수단을 추가로 포함하고, 간극부의 크기는 구동 수단에 의해 변화되어서, 광흡수층, 부분 또는 기판 또는 투명 기판에 대향하는 측으로부터 들어오는 광선의 반사량을 변화시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 30.

제27항에 있어서, 투명한 제1 및 제2 층의 광학 두께는 $\lambda/4$ (λ: 입사 광선의 설계 파장) 이하인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 31.

제27항에 있어서, 저 굴절율을 갖는 투명한 제1 층은 간극부인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 32.

제29항에 있어서, 간극부의 광학 크기는 구동 수단에 의해 2진 방식 또는 $\lambda/4$의 홀수배와 짝수배(0을 포함함) 사이에서 연속적으로 변화되어서, 2진 방식 또는 연속적으로 입사 광선의 반사량을 변화시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 33.

제27항에 있어서, 층, 부분 또는 입사 광선을 흡수하는 기판은 금속, 금속 질화물, 반도체 또는 불투명 산화물로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 34.

제27항에 있어서, 투명한 제1 및 제2 층 중 적어도 하나는 서로 다른 광학 특성을 갖는 2개 이상의 층으로 제조된 복합층인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 35.

제27항에 있어서, 투명한 제1 및 제2 층 중 적어도 하나의 일부분은 투명 전도막이고, 구동 수단은 2개의 투명 전도막을 가로지르거나 또는 투명 전도막과 전도성 층, 부분 또는 기판을 가로질러 전압을 인가해서 발생되는 정전기력에 의해 간극부의 광학 크기를 변화시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 36.

제35항에 있어서, 투명 전도막은 ITO, SnO_2 또는 ZnO로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 37.

제27항에 있어서, 간극부는 공기, 투명 가스 또는 투명 액체로 채워지는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 38.

제27항에 있어서, 간극부는 진공 상태에 있는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 39.

제28항에 있어서, 구동 수단은 자력을 이용하여 간극부의 광학 크기를 변경하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 40.

입사광을 전달하지 않는 광흡수층, 광흡수부 또는 기판과,

고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제1 투명층과,

저 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제2 투명층과,

고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제3 투명층과,

광 간섭 현상을 야기할 수 있는 변경 가능한 크기를 갖고, 광흡수층, 광흡수부 또는 기판과 제1 투명층 사이와, 제1 및 제2 투명층 사이에, 또는 제2 및 제3 투명층 사이에 마련된 간극부를 포함하고,

제1, 제2 및 제3 투명층은 광흡수층, 광흡수부 또는 기판의 순서에 따라 적층되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 41.

제40항에 있어서, 광흡수층, 광흡수부 또는 기판의 굴절율(n_m)과 감광 계수(k_m)는 각각의 이하의 수학식4 및 수학식5의 관계를 만족시키고, 각각의 이하의 수학식6 및 수학식7의 관계를 만족시키지 못하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

(수학식 4)

$$0.33 \leq n_m \leq 17.45$$

(수학식 5)

$$km \leq \sqrt{73.27-(n_m-8.89)^2}$$

(수학식 6)

$$1 \leq n_m \leq 5.76$$

(수학식 7)

$$k_m \leq \sqrt{5.66-(n_m-3.38)^2}$$

청구항 42.

제40항에 있어서, 간극부의 광학 크기를 변경하기 위한 구동 수단을 더 포함하고, 간극부의 크기는 구동 수단에 의해 변경되어, 입사광을 전달하지 않는 광흡수층, 광흡수부 또는 기판의 반대편 측면으로부터 들어가는 광의 반사량을 변경하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 43.

제40항에 있어서, 제1 및 제2 투명층의 광학 두께는 λ/2 또는 그 이하(λ는 입사광의 설계 파장임)인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 44.

제43항에 있어서, 제3 투명층의 광학 두께는 λ/4(λ는 입사광의 설계 파장임)인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 45.

제40항에 있어서, 간극부의 광학 크기는 λ/4의 홀수배와 (0을 포함한) λ/4의 짝수배 간의 2진 방식으로 또는 연속적으로 구동 수단에 의해 변경되어, 입사광의 반사량을 2진 방식으로 또는 연속적으로 변경시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 46.

제40항에 있어서, 입사광을 흡수하는 광흡수층, 광흡수부 또는 기판은 금속, 금속 질화물, 반도체 또는 불투명 산화물로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 47.

제40항에 있어서, 제2 및 제3 투명층 중 적어도 하나의 층은 서로 상이한 광학 특성을 갖는 2 개 이상의 층으로 제조된 복합층인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 48.

제40항에 있어서, 제2 및 제3 투명층 중 적어도 하나의 층의 일부는 투명 전도막이고, 구동 수단은 2 개의 투명 전도막에 걸쳐, 또는 투명 전도막과 전도층, 전도부 또는 기판에 걸쳐 전압을 인가함으로써 발생된 정전기력에 의해 간극부의 광학 크기를 변경하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 49.

제48항에 있어서, 투명 전도막은 ITO, SnO_2 또는 ZnO로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 50.

제40항에 있어서, 간극부는 공기, 투명 가스 또는 투명 액체로 채워지는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 51.

제40항에 있어서, 간극부는 진공 상태에 있는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 52.

제42항에 있어서, 구동 수단은 자력을 이용하여 간극부의 광학 크기를 변경하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 53.

광학 절환 장치에 있어서,

입사광을 통과시키지 않는 광흡수층, 부분 또는 기판, 또는 투명 기판과, 층, 부분 또는 기판, 또는 투명 기판 상에 순서대로 적층된 저 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제1 투명층 및 고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제2 투명층과, 광흡수층, 부분 또는 기판과 제1 투명층 사이 또는 제1 투명층과 제2 투명층 사이에 제공된, 광학 간섭 현상을 발생시킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부를 구비한 광학 다층 구조체와,

간극부의 광학 크기를 변경하는 구동 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 절환 장치.

청구항 54.

제53항에 있어서, 입사광을 통과시키지 않는 광흡수층, 부분 또는 기판, 또는 투명 기판의 굴절율(n_m)과 감광 계수(k_m)는 이하에 기재된 수학식8과 수학식9, 즉

(수학식 8)

$$1 \le n_m \le 5.76$$

(수학식 9)

$$k_m \le \sqrt{5.66-(n_m-3.38)^2}$$

을 각각 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 절환 장치.

청구항 55.

광학 절환 장치에 있어서,

입사광을 통과시키지 않는 광흡수층, 부분 또는 기판과, 층, 부분 또는 기판 상에 순서대로 적층된 고 굴절율 갖는 재료로 제조된 제1 투명층, 저 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제2 투명층 및 고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제3 투명층과, 광흡수층, 부분 또는 기판과 제1 투명층 사이, 제1 투명층과 제2 투명층 사이 또는 제2 투명층과 제3 투명층 사이에 제공된, 광학 간섭 현상을 발생시킬 수 있는 변경 가능한 크기를 갖는 간극부를 구비한 광학 다층 구조와,

간극부의 광학 크기를 변경하는 구동 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 절환 장치.

청구항 56.

제55항에 있어서, 광흡수층, 부분 또는 기판의 굴절율(n_m)과 투과 계수(k_m)는 이하에 기재된 수학식10과 수학식11, 즉

(수학식 10)

$$0.33 \leq n_m \leq 17.45$$

(수학식 11)

$$k_m \leq \sqrt{73.27-(n_m-8.89)^2}$$

을 각각 만족시키고, 이하에 기재된 수학식12와 수학식13, 즉

(수학식 12)

$$1 \leq n_m \leq 5.76$$

(수학식 13)

$$k_m \leq \sqrt{5.66-(n_m-3.38)^2}$$

을 각각 만족시키지 않는 것을 특징으로 하는 광학 절환 장치.

청구항 57.

광에 대해 1차원 또는 2차원적으로 배열된 복수 개의 광학 절환 장치를 조사함으로써 2차원 화상을 표시하는 화상 디스플레이에 있어서,

광학 절환 장치는,

입사광을 통과시키지 않는 광흡수층, 부분 또는 기판과, 층, 부분 또는 기판 상에 순서대로 적층된 고 굴절율 갖는 재료로 제조된 제1 투명층, 저 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제2 투명층 및 고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제3 투명층과, 광흡수층, 부분 또는 기판과 제1 투명층 사이, 제1 투명층과 제2 투명층 사이 또는 제2 투명층과 제3 투명층 사이에 제공된, 광학 간섭 현상을 발생시킬 수 있는 변경 가능한 크기를 갖는 간극부를 구비한 광학 다층 구조와,

간극부의 광학 크기를 변경하는 구동 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 화상 디스플레이.

청구항 58.

광에 대해 1차원 또는 2차원적으로 배열된 복수 개의 광학 절환 장치를 조사함으로써 2차원 화상을 표시하는 화상 디스플레이에 있어서,

광학 절환 장치는,

입사광을 통과시키지 않는 광흡수층, 부분 또는 기판, 또는 투명 기판과, 층, 부분 또는 기판, 또는 투명 기판 상에 순서대로 적층된 저 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제1 투명층 및 고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 제2 투명층과, 광흡수층, 부분 또는 기판과 제1 투명층 사이 또는 제1 투명층과 제2 투명층 사이에 제공된, 광학 간섭 현상을 발생시킬 수 있는 변경 가능한 크기를 갖는 간극부를 구비한 광학 다층 구조와,

간극부의 광학 크기를 변경하는 구동 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 화상 디스플레이.

청구항 59.

광학 다층 구조에 있어서,

비금속 재료로 제조된 투명 기판과,

투명 기판과 접촉하는 제1 투명층과,

광학 간섭 현상을 발생시킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와,

제2 투명층을 포함하고,

제1 투명층, 간극부 및 제2 투명층은 투명 기판 상에 순서대로 적층되며,

투명 기판의 굴절율이 n_s이고, 제1 투명층의 굴절율이 n_1이며, 제2 투명층의 굴절율이 n_2일 때, $n_s < n1$의 관계와 $n1 > n2$의 관계를 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 60.

제59항에 따르면, 간극부의 광학 크기를 변경하기 위한 구동 수단을 더 포함하고, 간극부의 크기는 구동 수단에 의해 변경됨으로써 투명 기판 측면 또는 투명 기판에 반대 측면으로부터 들어 온 입사광의 반사 또는 흡수량을 변경하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 61.

제60항에 있어서, 제1 및 제2 투명층의 광학 두께는 λ/4 또는 λ/4의 홀수배인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체 (λ: 입사광의 파장).

청구항 62.

제61항에 있어서, 간극부의 광학 크기는 구동 수단에 의해 2진 방식으로 또는 λ/4의 홀수배 및 λ/4의 짝수배(0 포함) 사이에서 연속적으로 변경됨으로써 2진 방식 또는 연속적으로 입사광의 반사 또는 투과량을 변경시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 63.

제59항에 있어서, n_2의 값은 $n_1/\sqrt{n_s}$인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 64.

제1항에 있어서, 제1 및 제2 투명층 중 적어도 하나는 서로 다른 광학 특성을 갖는 2개 이상의 층으로 구성된 복합층인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 65.

제64항에 있어서, 제1 및 제2 투명층의 각각의 일부분은 투명 전도층이고, 구동 수단은 투명 전도막에 전압을 인가함으로써 발생된 정전기력에 의해 간극부의 광학 크기를 변경시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 66.

제65항에 있어서, 투명 전도막은 ITO, SnO_2 또는 ZnO로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 67.

제59항에 있어서, 간극부는 공기, 투명 가스 또는 투명 액체로 충전되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 68.

제67항에 있어서, 간극부는 액체로 충전되고 저 굴절율, 중간 굴절율 또는 고 굴절율을 갖는 층으로 기능하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 69.

제59항에 있어서, 간극부는 진공 상태인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 70.

제60항에 있어서, 구동 수단은 자력을 이용하여 간극부의 광학 크기를 변경하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 71.

광학 다층 구조체에 있어서,

비금속 재료로 제조된 투명 기판과,

투명 기판과 접촉하는 제1 투명층과,

제2 투명층과,

광학 간섭 현상을 유발할 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와,

제3 투명층과,

제4 투명층을 포함하고,

제1 및 제2 투명층과, 간극부와, 제3 및 제4 투명층은 투명 기판 상에 상기 순서에 따라 적층되고,

투명 기판의 굴절율이 n_s, 제1 투명층의 굴절율이 n_1, 제2 투명층의 굴절율이 n_2, 제3 투명층의 굴절율이 n_3, 제4 투명층의 굴절율이 n_4일 때, $n_s < n1 < n2$ $n3$의 식과 $n4 < n1$의 식이 충족되는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 72.

제71항에 있어서, 간극부의 광학 크기를 변경하는 구동 수단을 더 포함하고, 간극부의 크기는 구동 수단에 의해 변경됨으로써 투명 기판 측면 또는 투명 기판에 반대 측면으로부터 들어 온 입사광의 반사 또는 투과량을 변경하는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 73.

제71항에 있어서, 제1, 제2, 제3 및 제4 투명층의 광학 두께는 λ/4 또는 λ/4(λ: 입사광의 파장)의 홀수배인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 74.

제71항에 있어서, 간극부의 광학 크기는 구동 수단에 의해 2진 방식으로 또는 λ/4의 홀수배 및 λ/4의 짝수배(0 포함) 사이에서 연속적으로 변경됨으로써 2진 방식 또는 연속적으로 입사광의 반사 또는 투과량을 변경시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 75.

제71항에 있어서, 제1 투명층은 고 굴절율을 갖는 재료로 제조된 박막과 저 굴절율을 갖는 재료로 제조된 박막으로 구성된 복합층인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 76.

제71항에 있어서, 제1 내지 제4 투명층 중 적어도 하나는 서로 다른 광학 특성을 갖는 2개 이상의 층으로 제조된 복합층인 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 77.

제76항에 있어서, 제1 내지 제4 투명층 중에 간극부를 협지시키는 2개 이상의 투명층들의 각 부분은 투명 전도막이고, 구동 수단은 투명 전도막에 전압을 인가함으로써 발생되는 정전기력에 의해 간극부의 광학 크기를 변화시키는 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 78.

제77항에 있어서, 투명 전도막은 ITO, SnO_2 또는 ZnO로 이루어진 것을 특징으로 하는 광학 다층 구조체.

청구항 79.

비금속 재료로 이루어진 투명 기판과, 제1 투명층과, 광 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와, 제2 투명층을 갖는 광학 다층 구조체와,

간극부의 광학 크기를 변화시키는 구동 수단을 포함하고,

제1 투명층, 간극부 및 제2 투명층의 순서에 따라 투명 기판 상에 적층되며,

투명 기판의 굴절율이 n_s일 때, 제1 투명층의 굴절율은 n_1이고, 제2 투명층의 굴절율은 n_2이며, $n_s < n1$의 관계와 $n1 > n2$의 관계가 만족되는 것을 특징으로 하는 광학 절환 장치.

청구항 80.

비금속 재료로 이루어진 투명 기판과, 제1 투명층과, 제2 투명층과, 광 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와, 제3 투명층과, 제4 투명층을 갖는 광학 다층 구조체와,

간극부의 광학 크기를 변화시키는 구동 수단을 포함하고,

제1 및 제2 투명층과, 간극부와, 제3 및 제4 투명층의 순서에 따라 투명 기판 상에 적층되며,

투명 기판의 굴절율이 n_s일 때, 제1 투명층의 굴절율은 n_1이고, 제2 투명층의 굴절율은 n_2이며, 제3 투명층의 굴절율은 n_3이고, 제4 투명층의 굴절율은 n_4이고, $n_s < n1 < n2$ n3의 관계와 n4< n1의 관계가 만족되는 것을 특징으로 하는 광학 절환 장치.

청구항 81.

1 차원 또는 2 차원으로 배열된 복수 개의 광학 절환 장치에 빛을 조사함으로써 2 차원 상을 디스플레이하는 화상 디스플레이에 있어서,

광학 절환 장치는,

비금속 재료로 이루어진 투명 기판과, 제1 투명층과, 광 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와, 제2 투명층을 갖는 광학 다층 구조체와,

간극부의 광학 크기를 변화시키는 구동 수단을 포함하고,

제1 투명층, 간극부 및 제2 투명층의 순서에 따라 투명 기판 상에 적층되며,

투명 기판의 굴절율이 n_s일 때, 제1 투명층의 굴절율은 n_1이고, 제2 투명층의 굴절율은 n_2이며, $n_s < n1$의 관계와 $n1 > n2$의 관계가 만족되는 것을 특징으로 하는 화상 디스플레이.

청구항 82.

1 차원 또는 2 차원으로 배열된 복수 개의 광학 절환 장치에 빛을 조사함으로써 2 차원 상을 디스플레이하는 화상 디스플레이에 있어서,

광학 절환 장치는,

비금속 재료로 이루어진 투명 기판과, 제1 투명층과, 제2 투명층과, 광 간섭 현상을 일으킬 수 있는 가변 크기를 갖는 간극부와, 제3 투명층과, 제4 투명층을 갖는 광학 다층 구조체와,

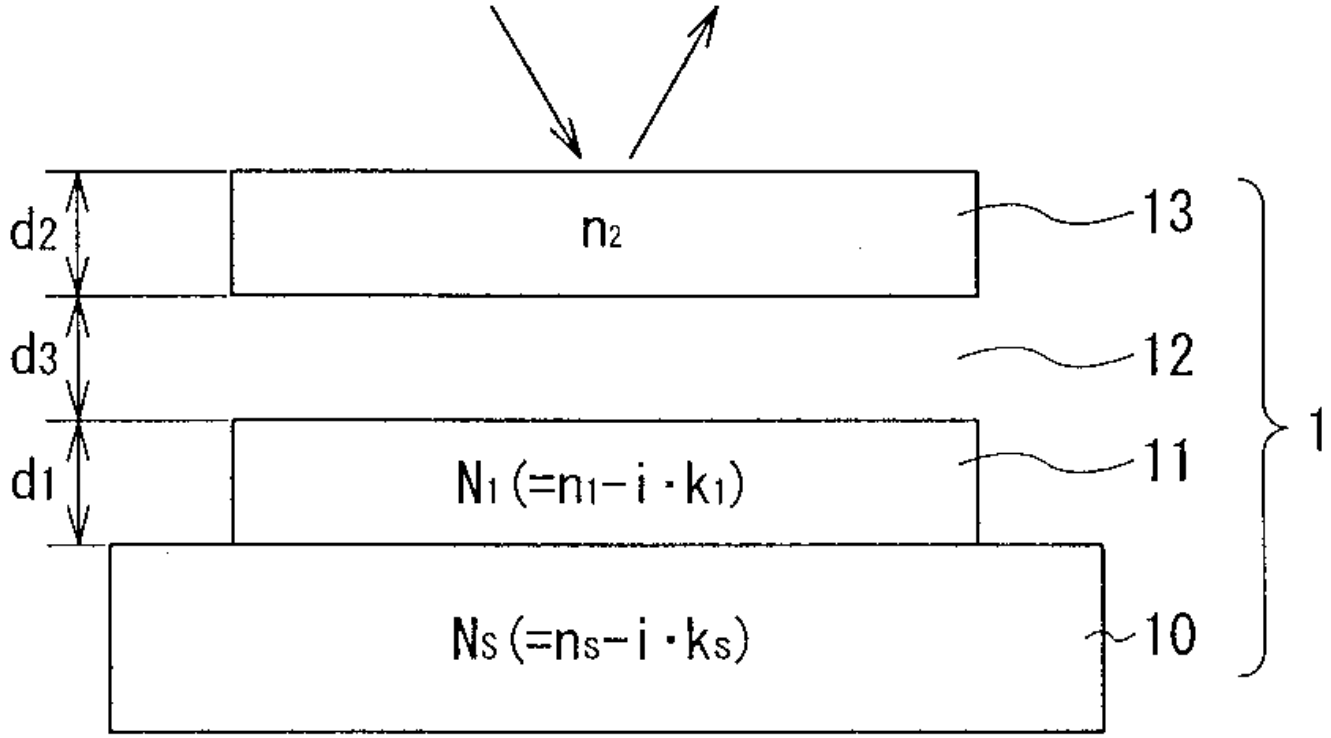
간극부의 광학 크기를 변화시키는 구동 수단을 포함하고,

제1 및 제2 투명층과, 간극부와, 제3 및 제4 투명층의 순서에 따라 투명 기판 상에 적층되며,

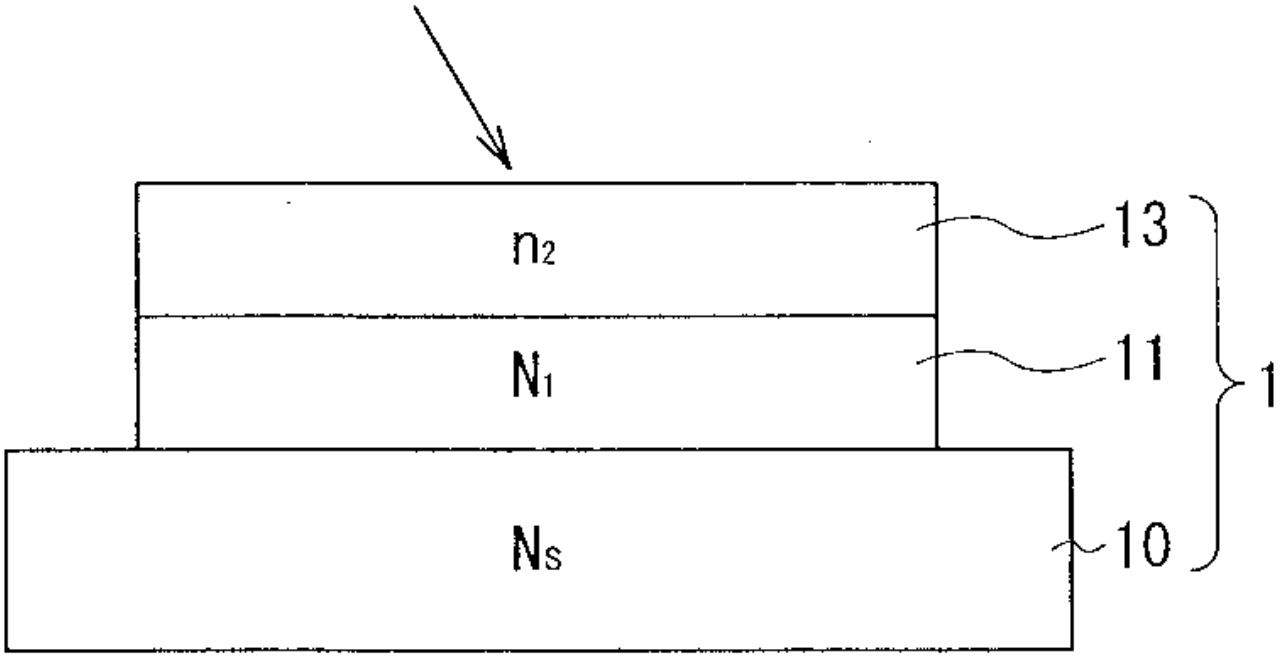
투명 기판의 굴절율이 n_s일 때, 제1 투명층의 굴절율은 n_1이고, 제2 투명층의 굴절율은 n_2이며, 제3 투명층의 굴절율은 n_3이고, 제4 투명층의 굴절율은 n_4이고,$_{s}$ < n1< $_{n}$2 n3의 $_{관}$계와 n4< n1의 관계가 만족$_{되}$는 것을 특징으로 하는 화상 디스플레이.

도면

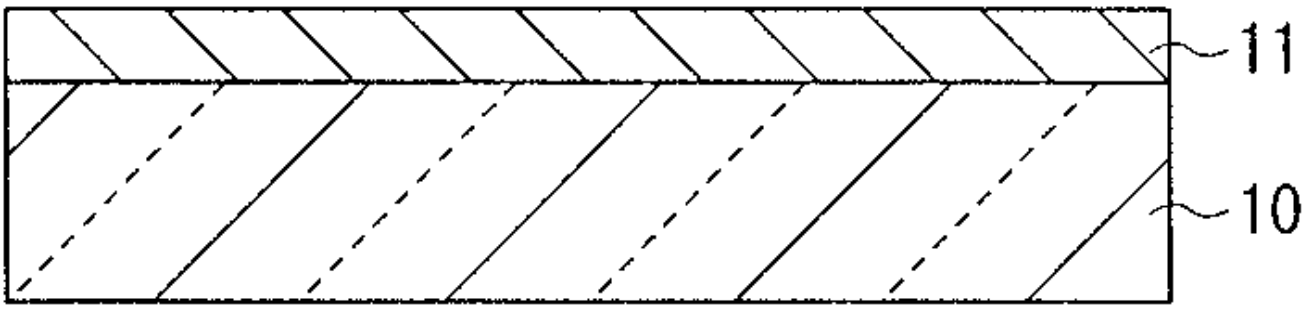
도면 1



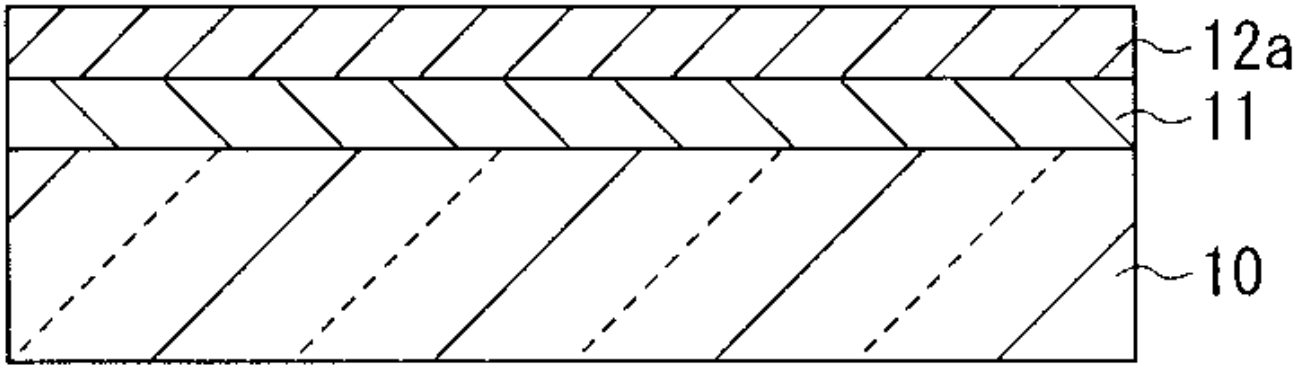
도면 2



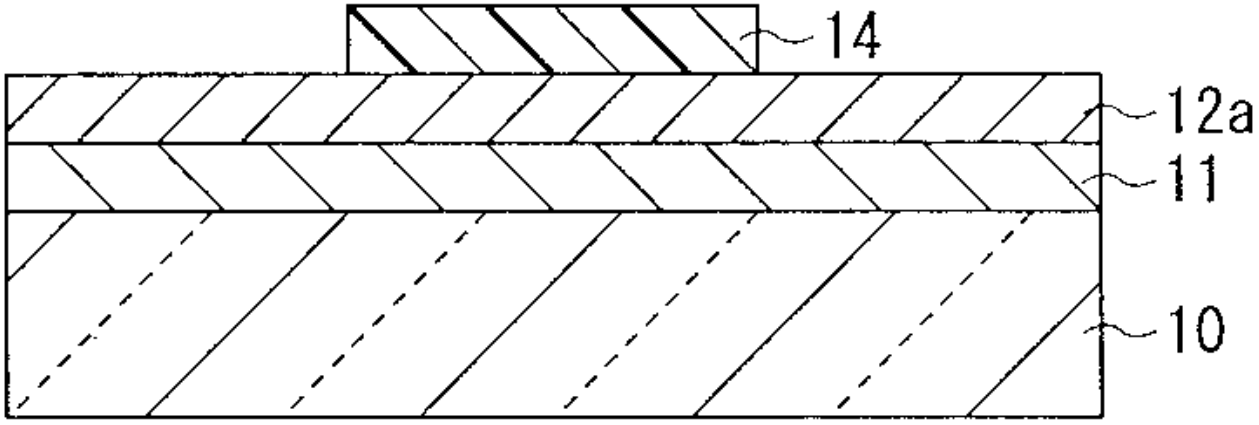
도면 3a



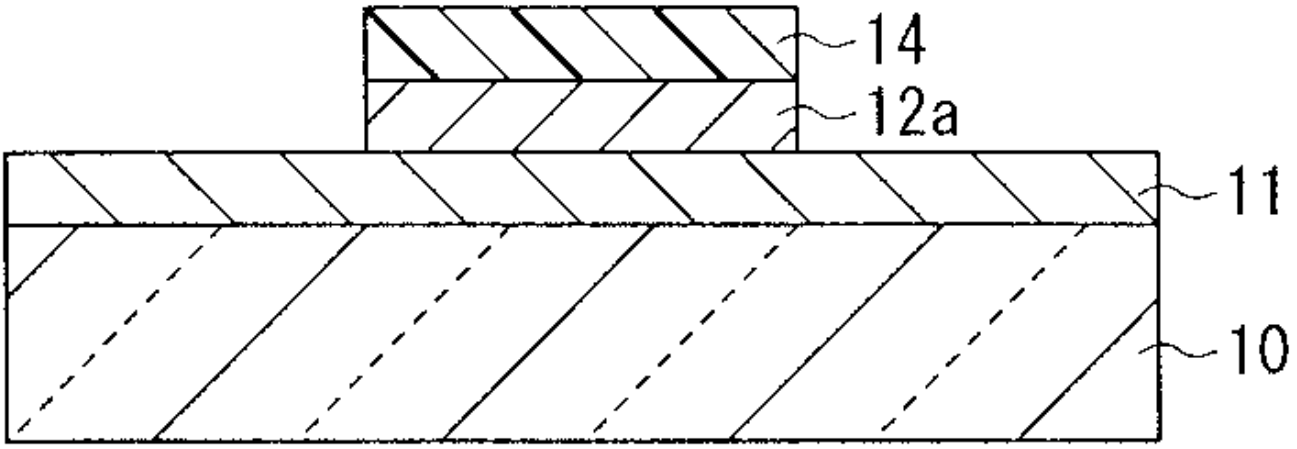
도면 3b



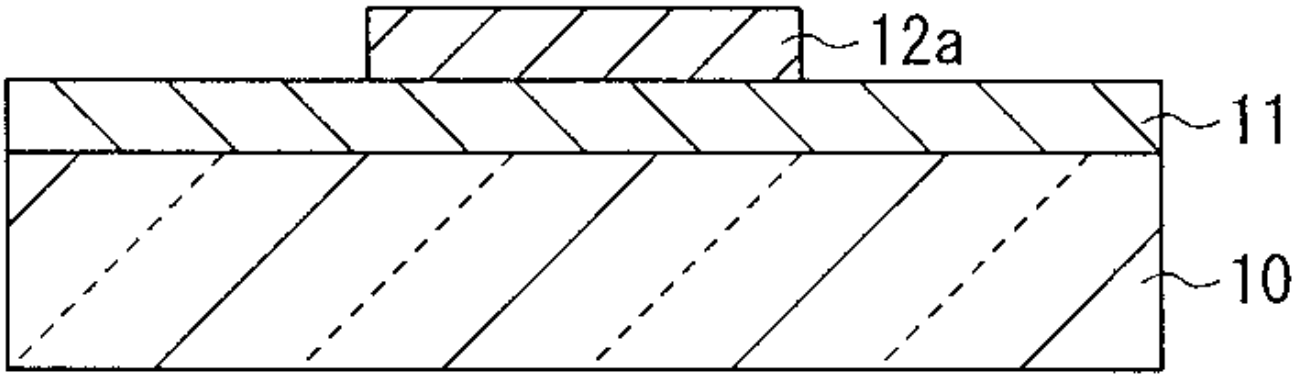
도면 3c



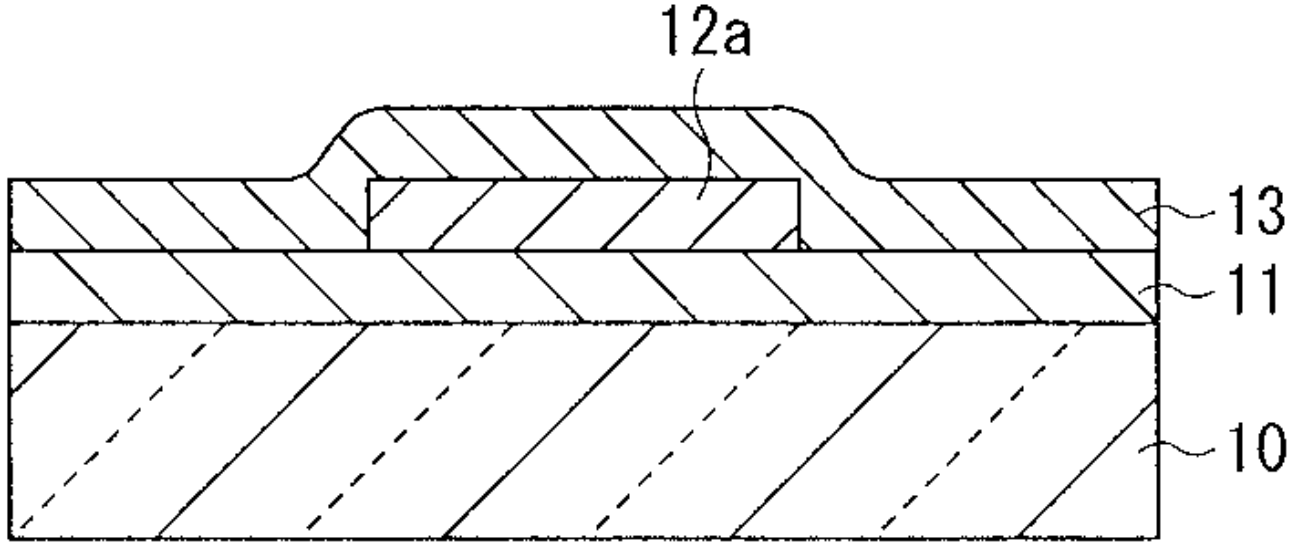
도면 3d



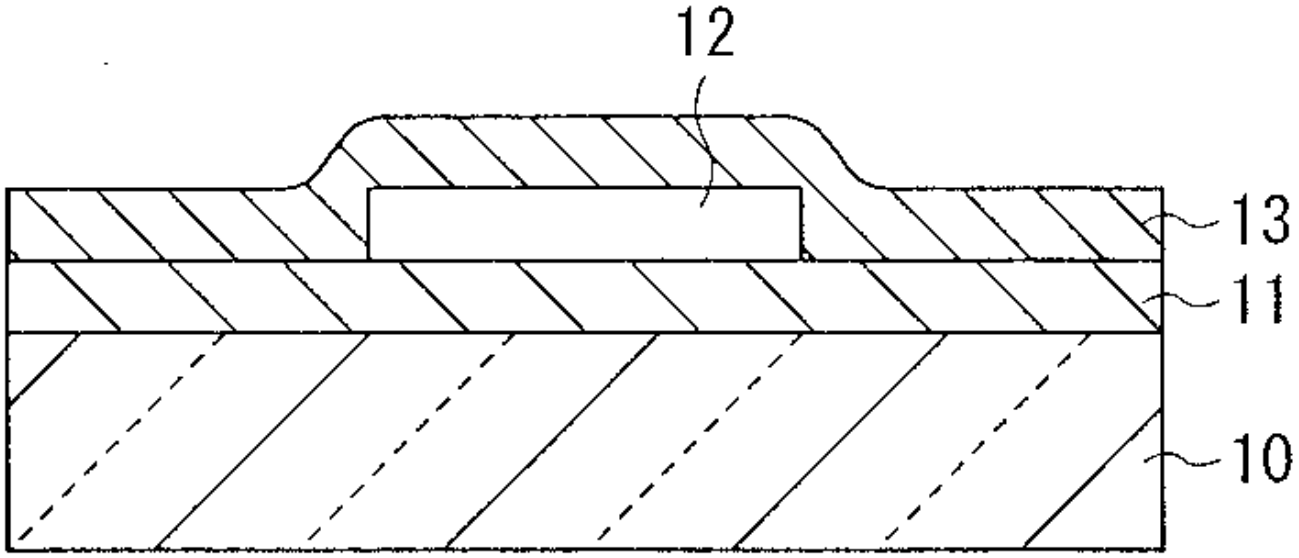
도면 4a



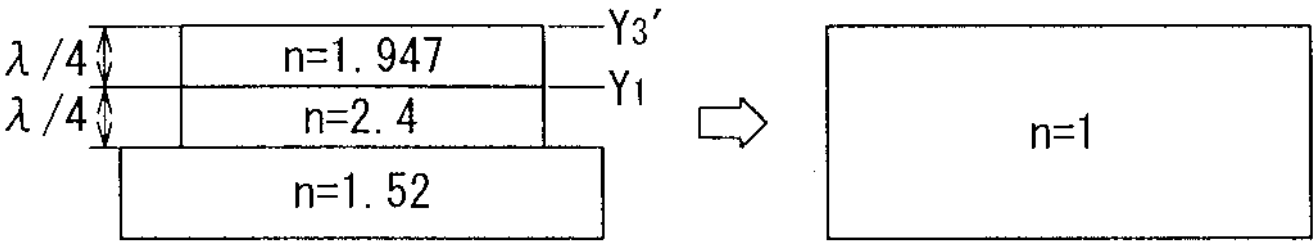
도면 4b



도면 4c

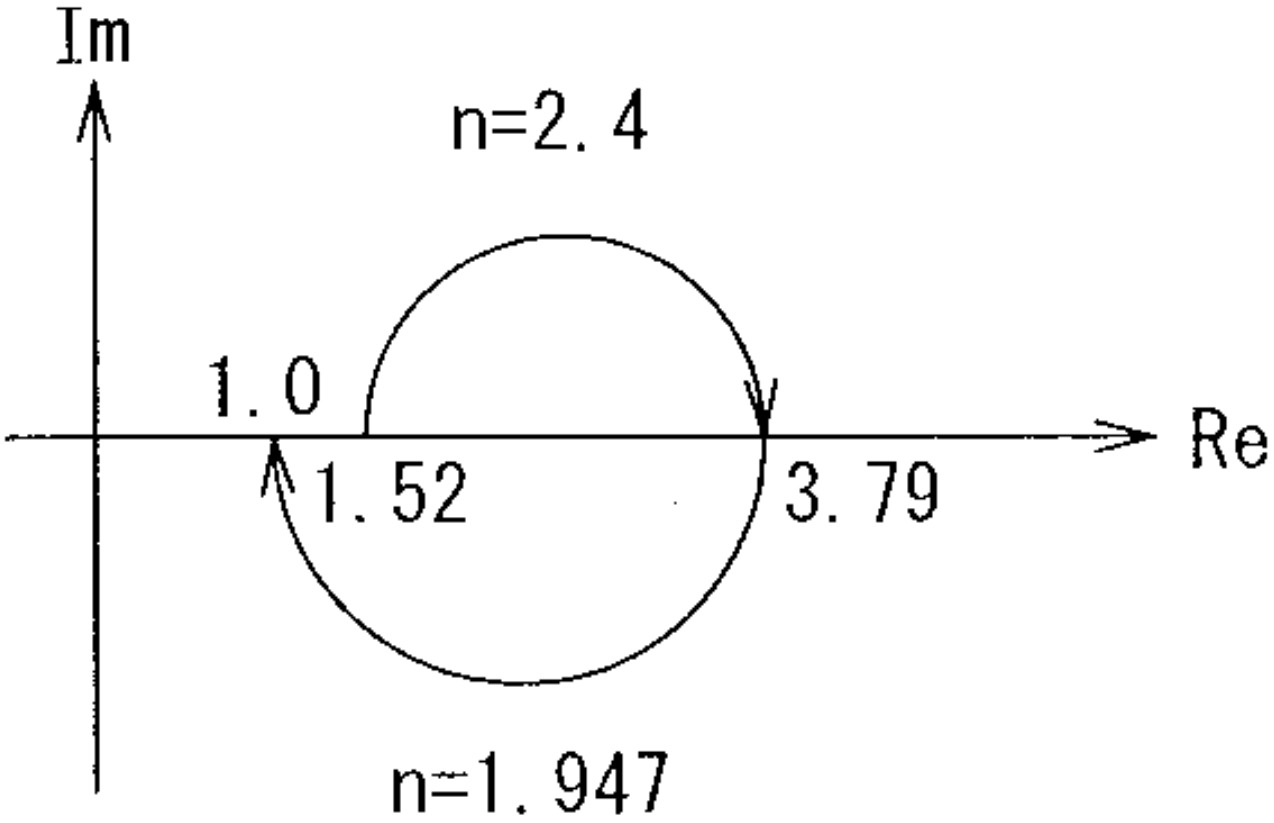


도면 5a

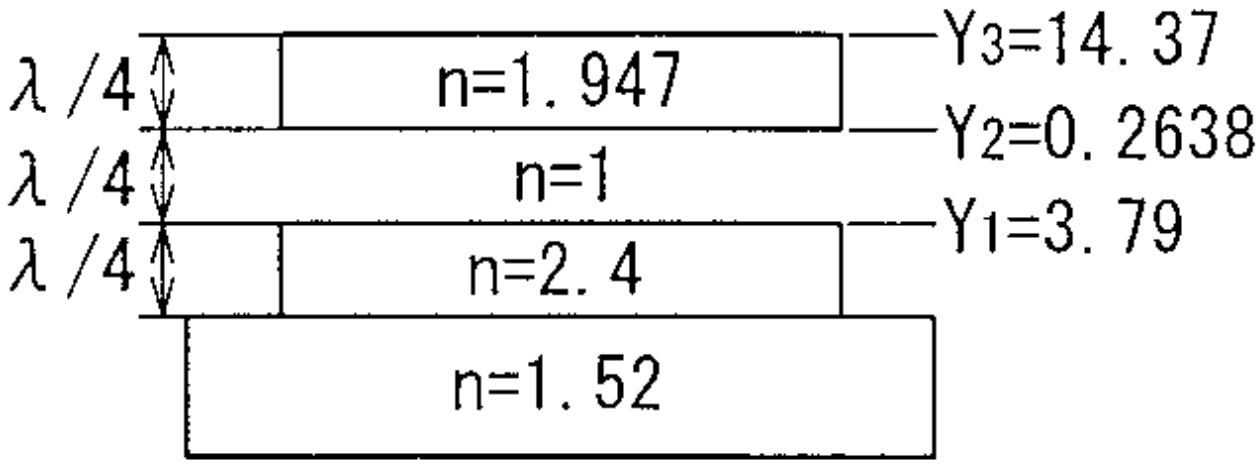


$$Y = \frac{n_1^2}{n_s} \left(\frac{\lambda}{4} \text{ law} \right)$$

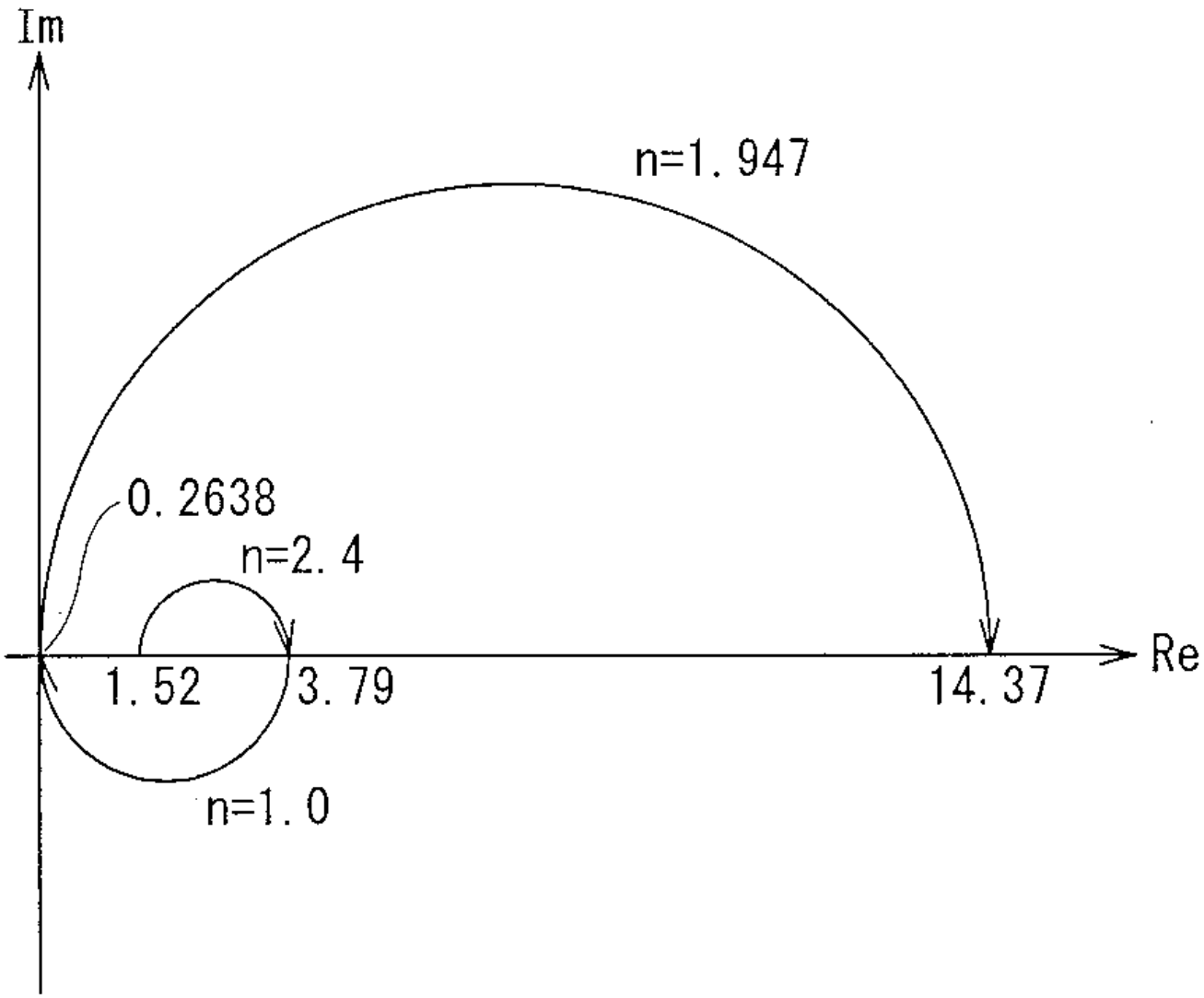
도면 5b


Im
n=2.4
1.0
Re
1.52
3.79
n=1.947

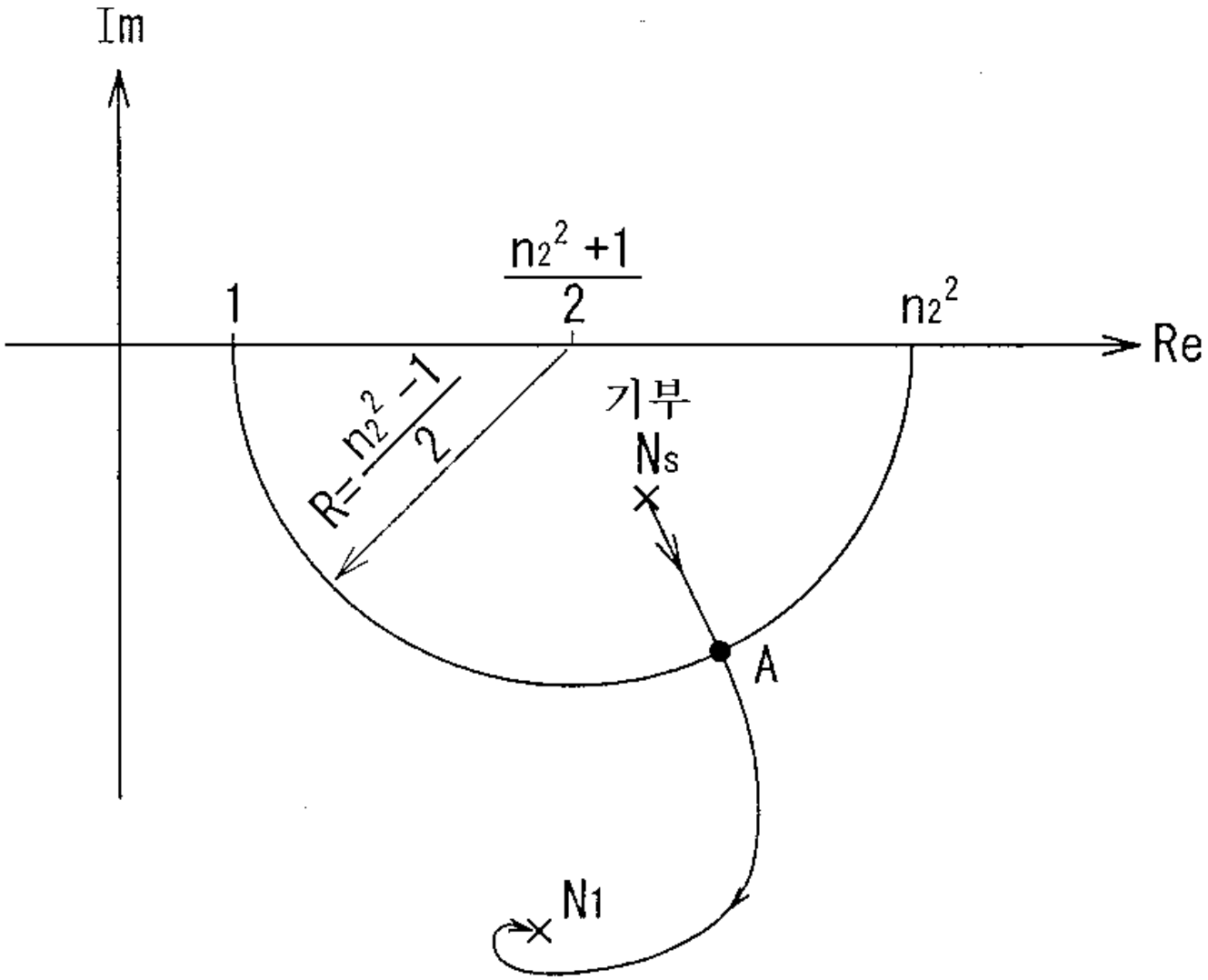
도면 6a


λ/4
λ/4
λ/4
n=1.947
n=1
n=2.4
n=1.52
Y3=14.37
Y2=0.2638
Y1=3.79

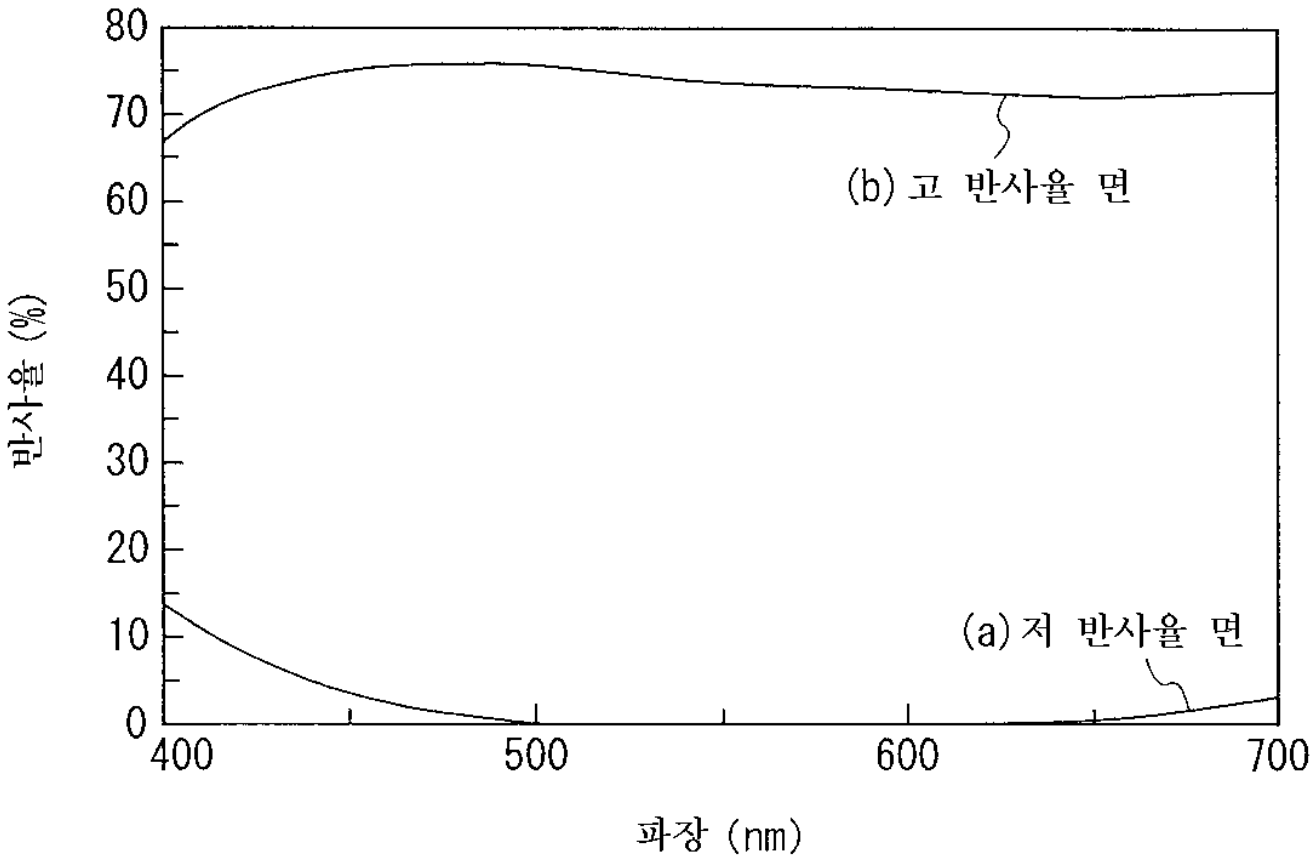
도면 6b



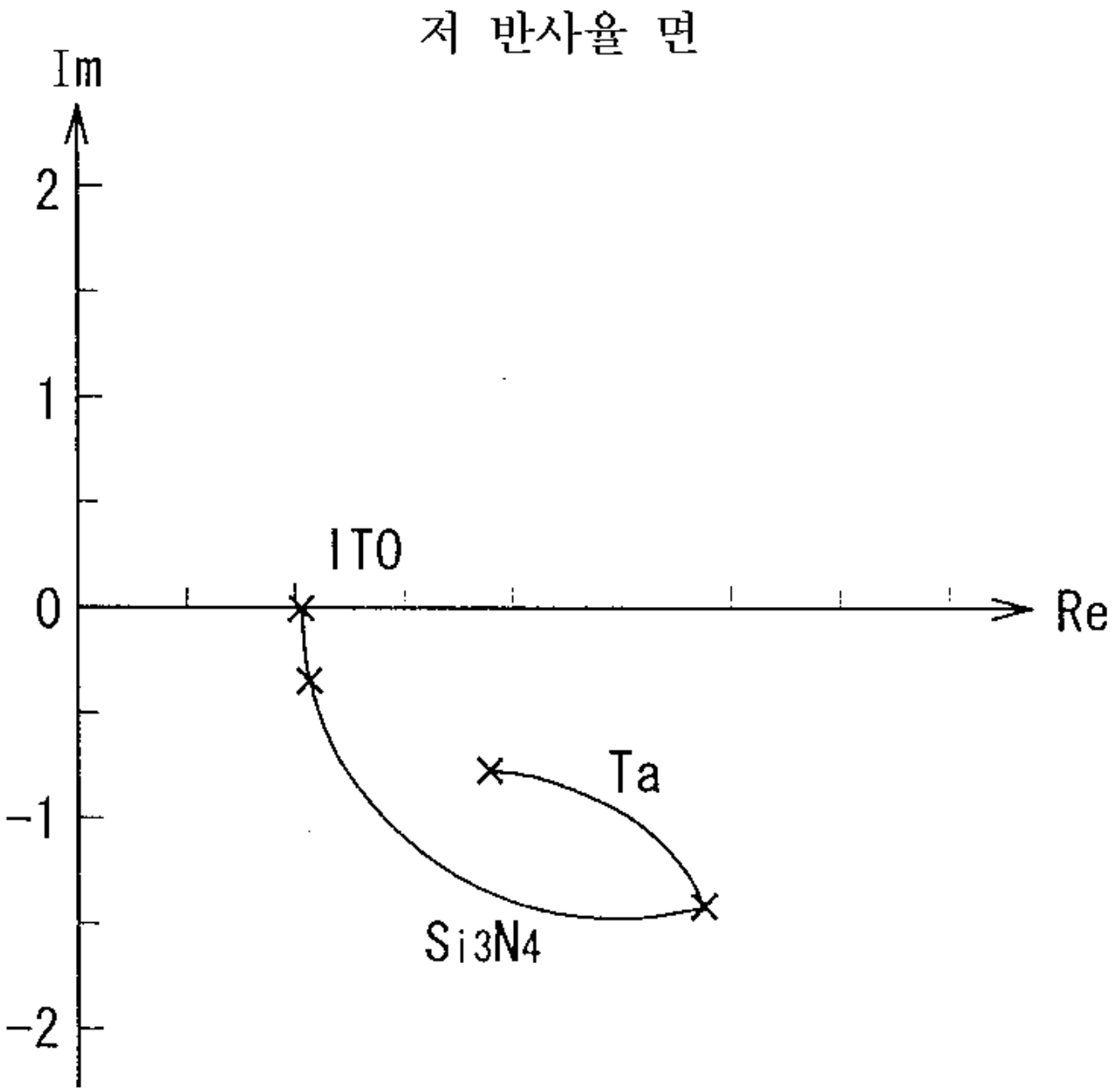
도면 7



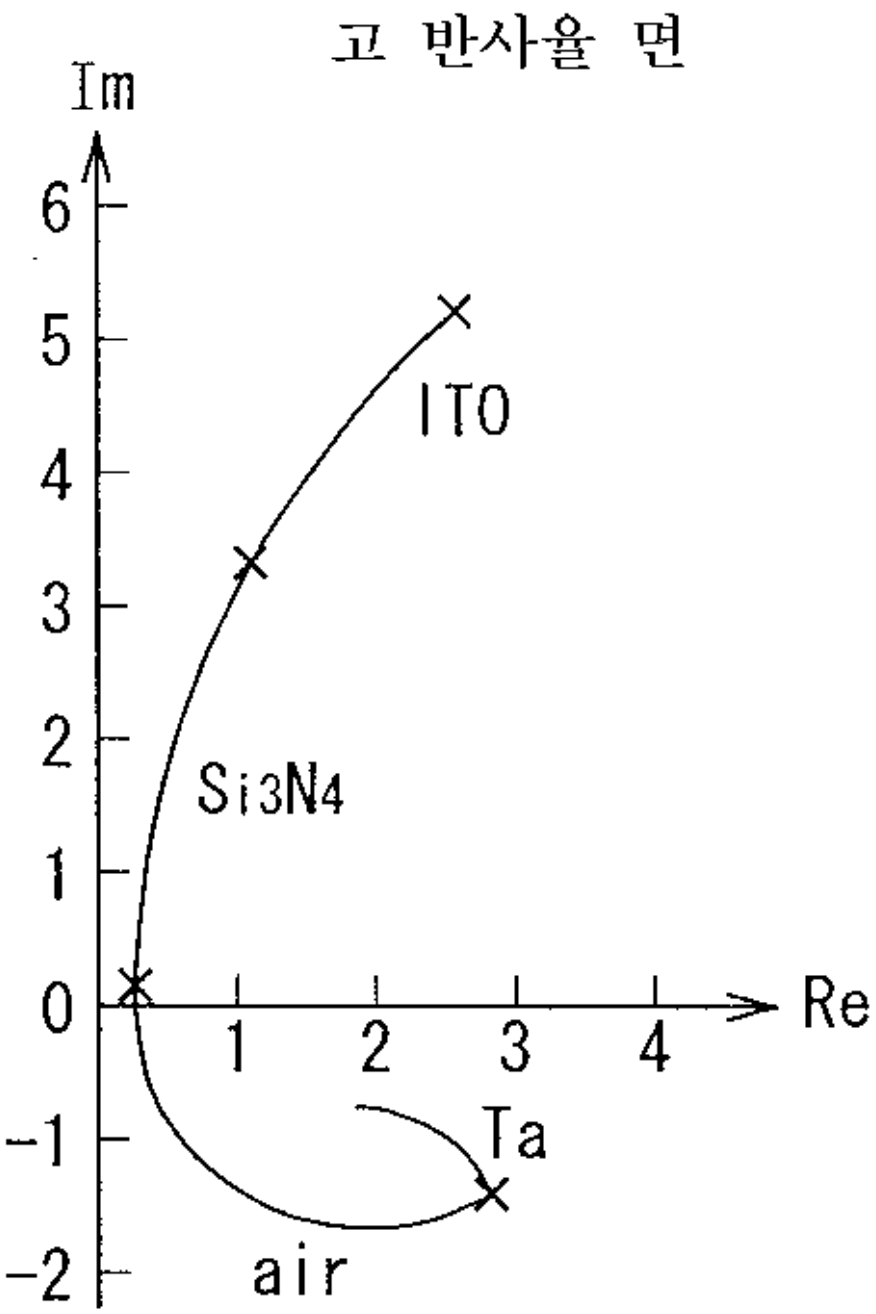
도면 8



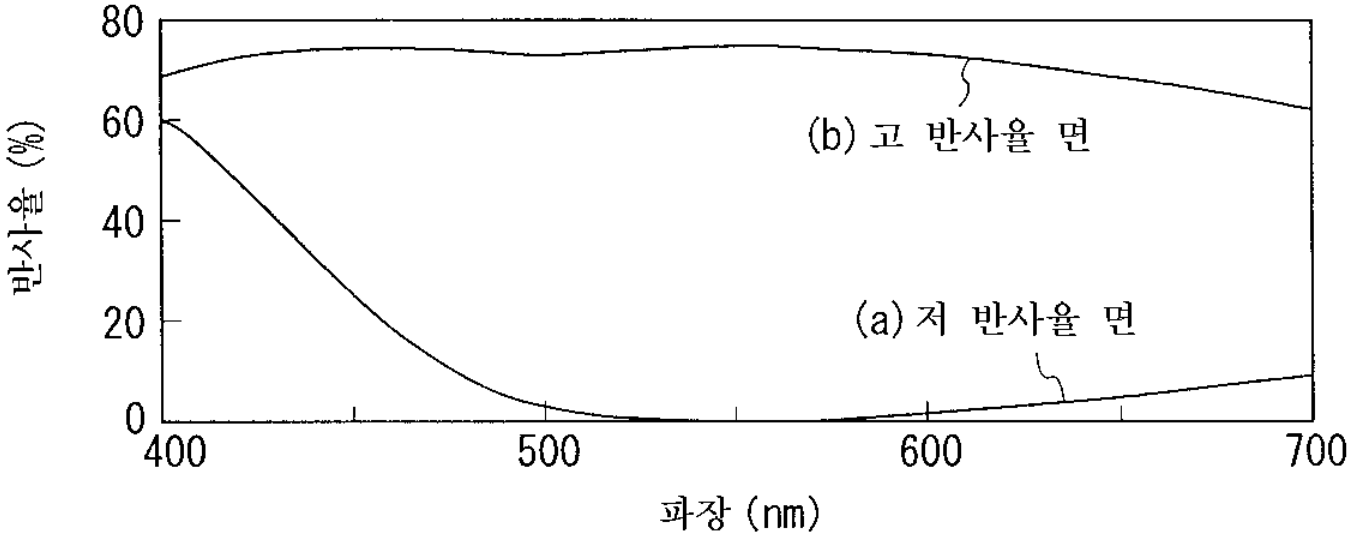
도면 9



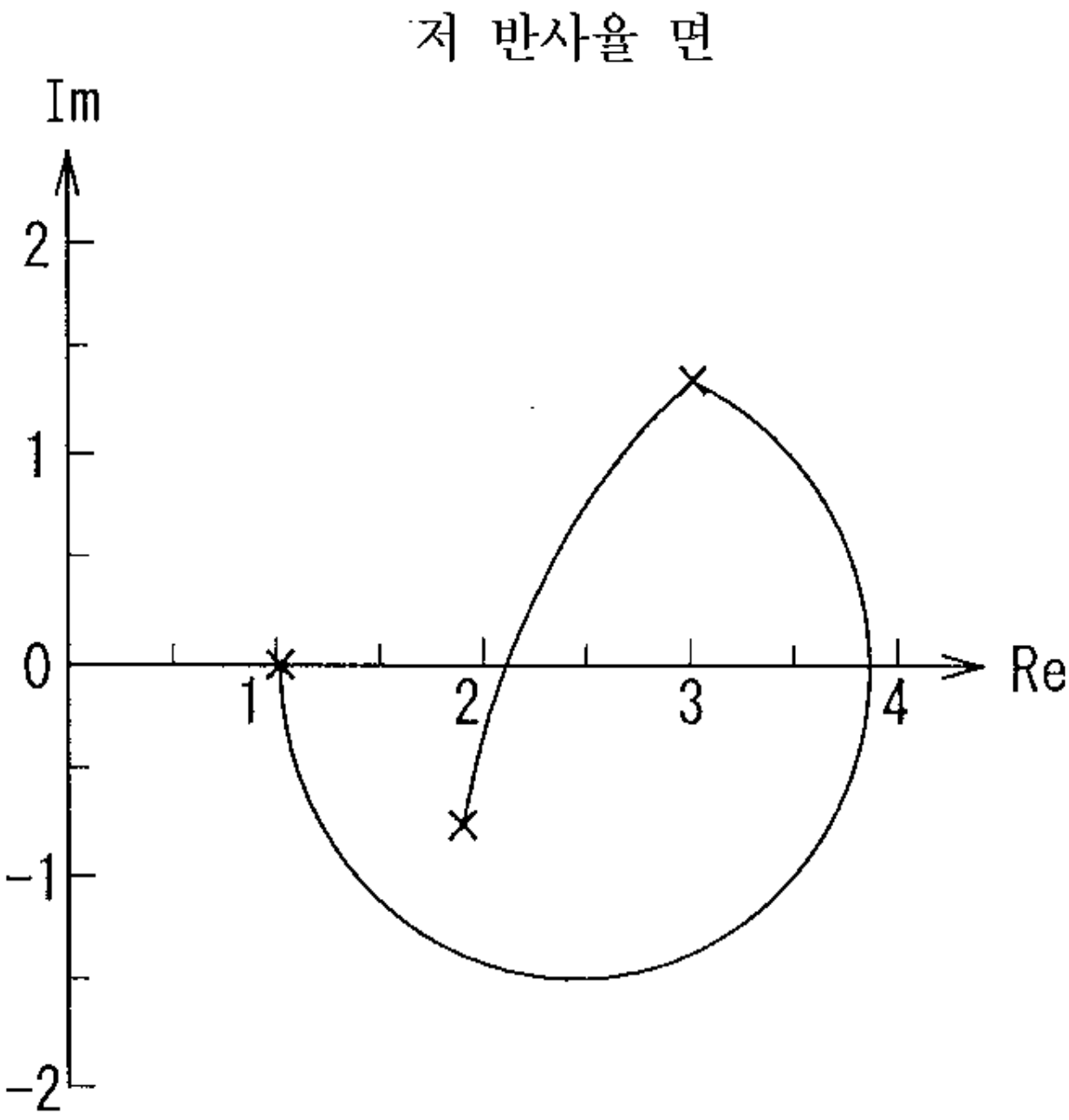
도면 10



도면 11

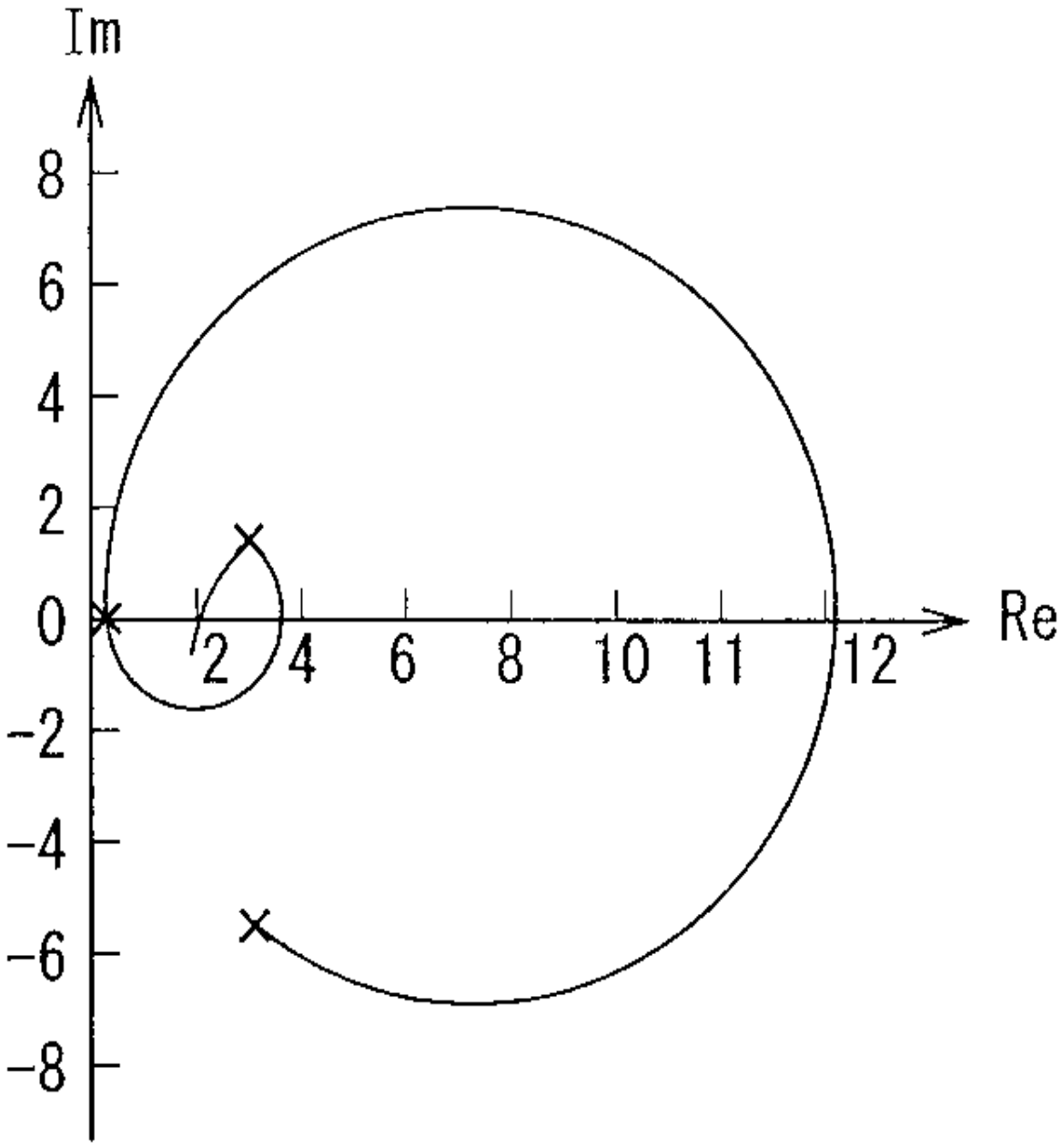


도면 12

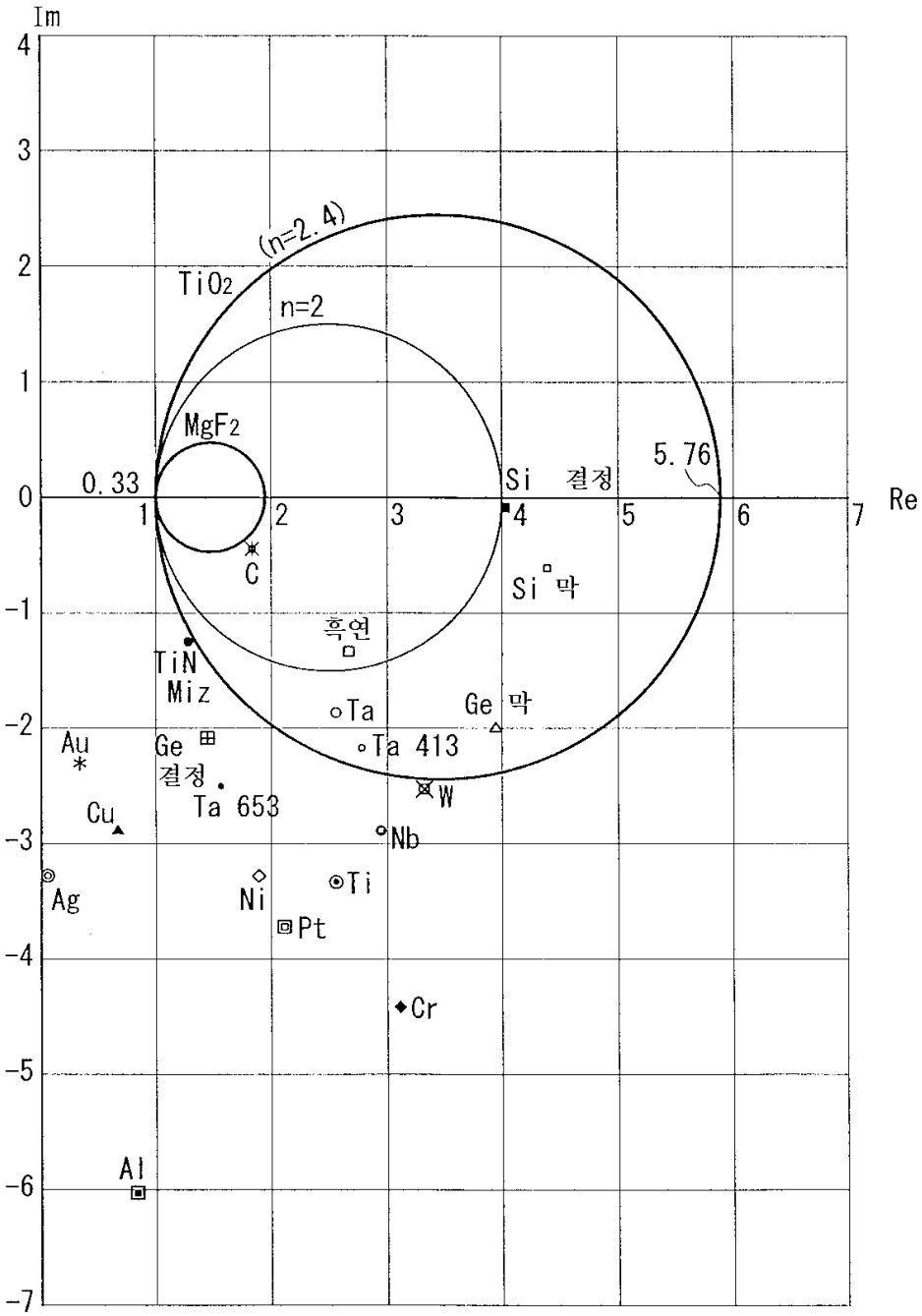


도면 13

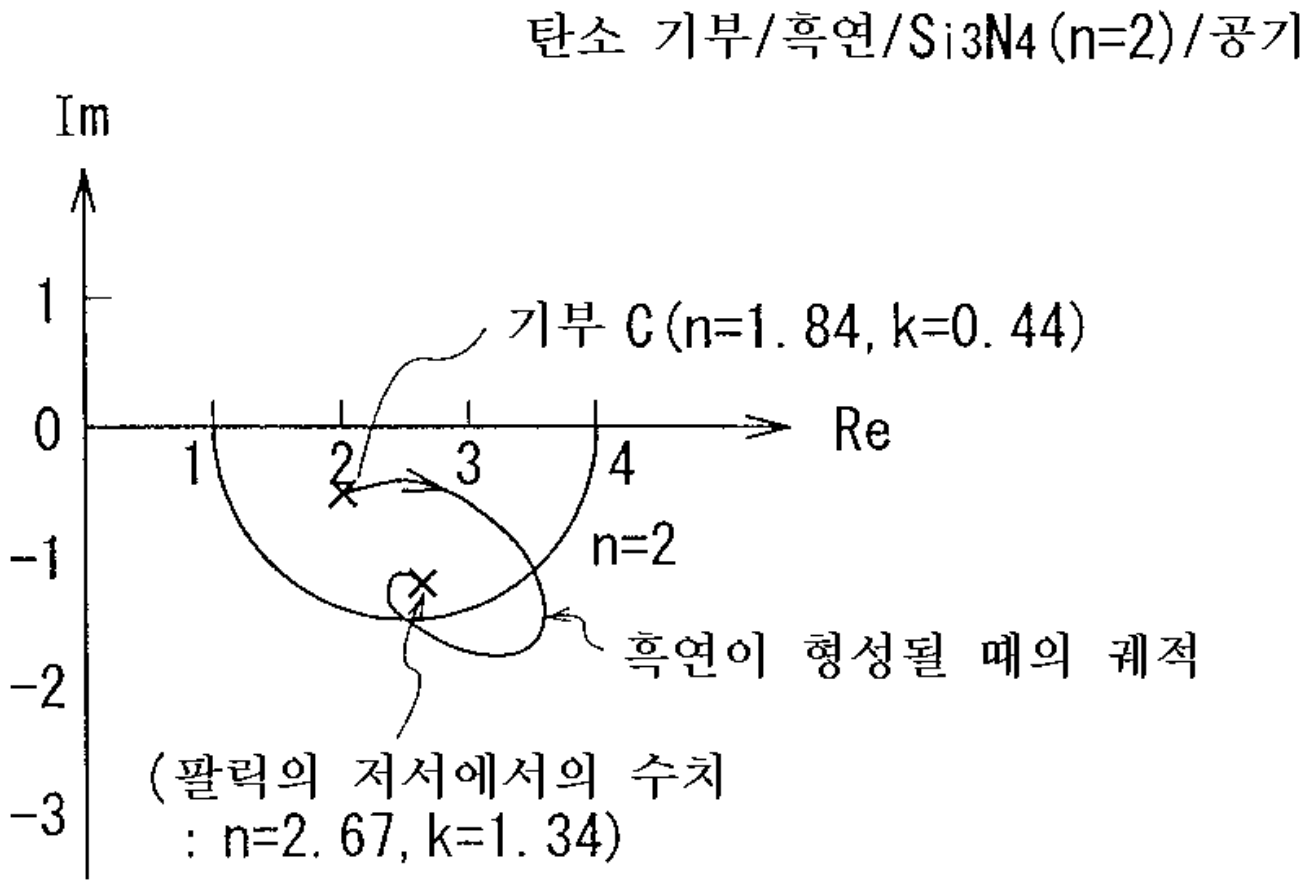
고 반사율 면



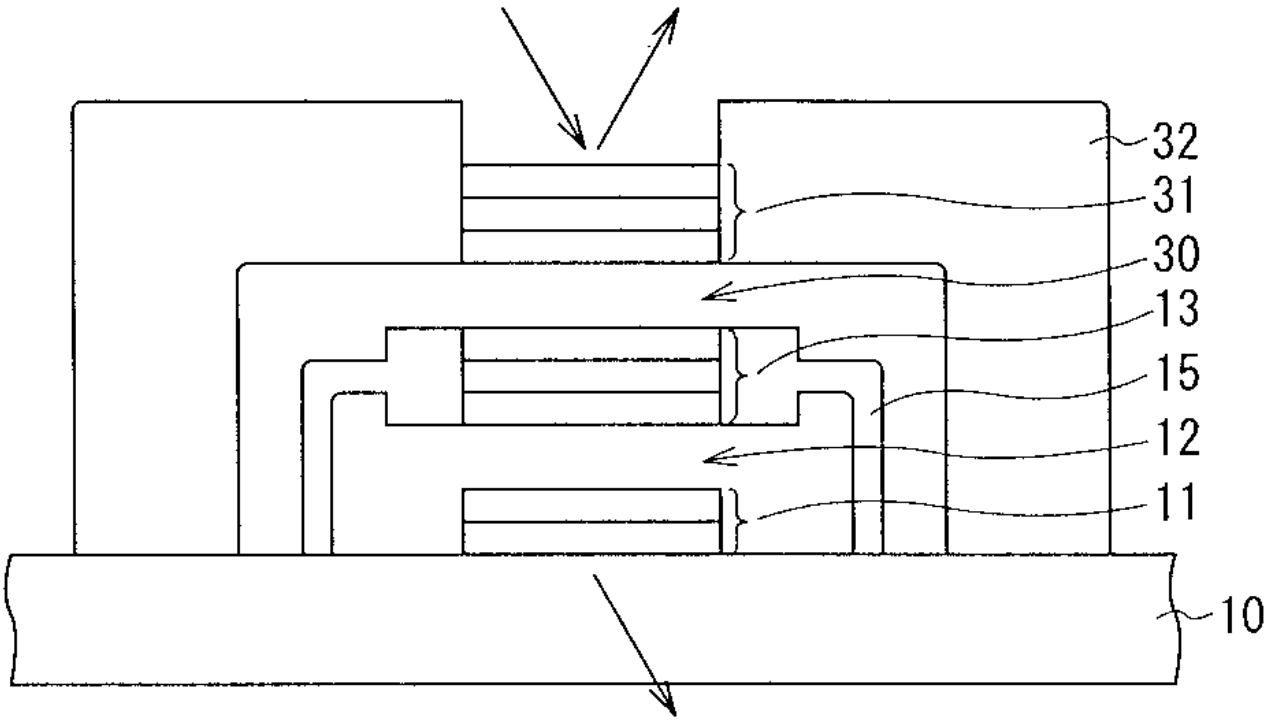
도면 14


Im
Re
(n=2.4)
TiO2
n=2
MgF2
0.33
5.76
Si 결정
C
Si 막
흑연
TiN
Miz
Ta
Ge 막
Au
Ge
결정
Ta 413
W
Ta 653
Cu
Nb
Ag
Ni
Ti
Pt
Cr
Al

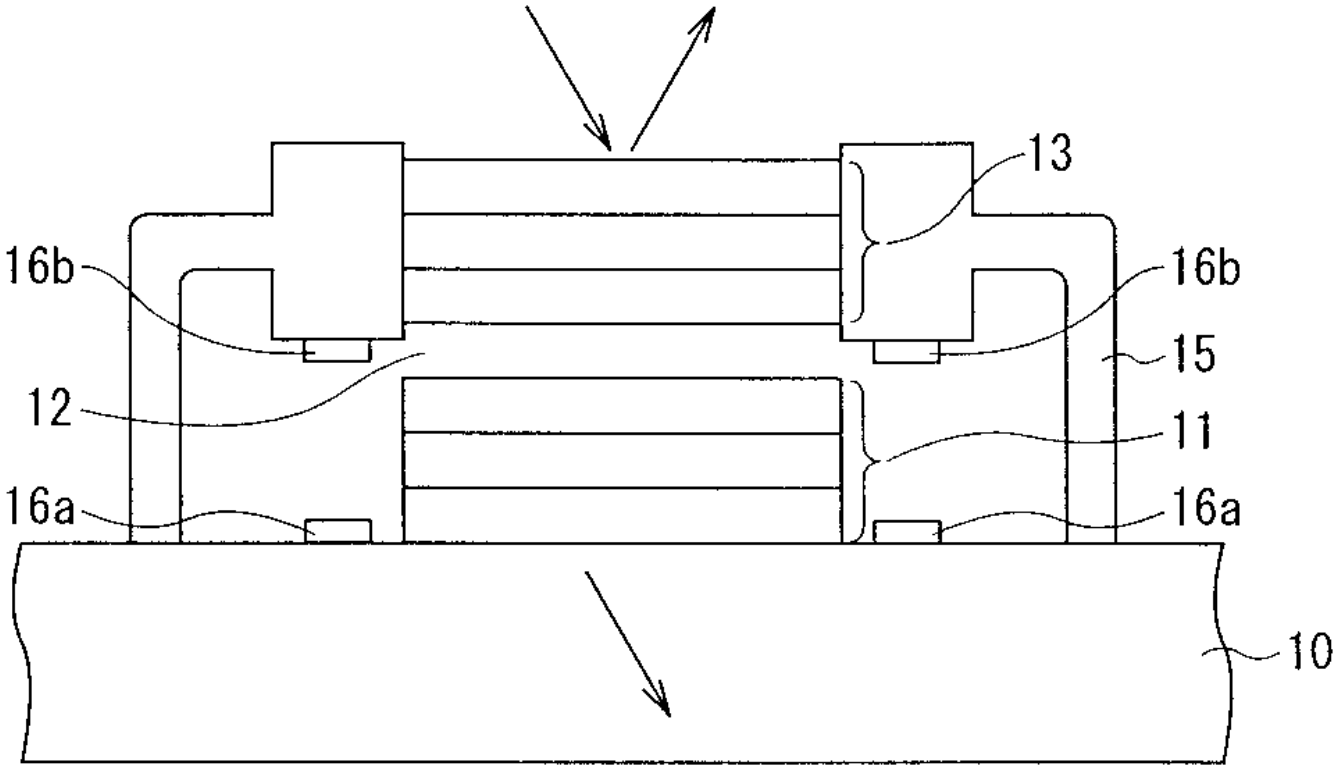
도면 15


탄소 기부/흑연/Si3N4(n=2)/공기
Im
1
0
-1
-2
-3
1
2
3
4
Re
기부 C(n=1.84, k=0.44)
n=2
흑연이 형성될 때의 궤적
(팔릭의 저서에서의 수치
: n=2.67, k=1.34)

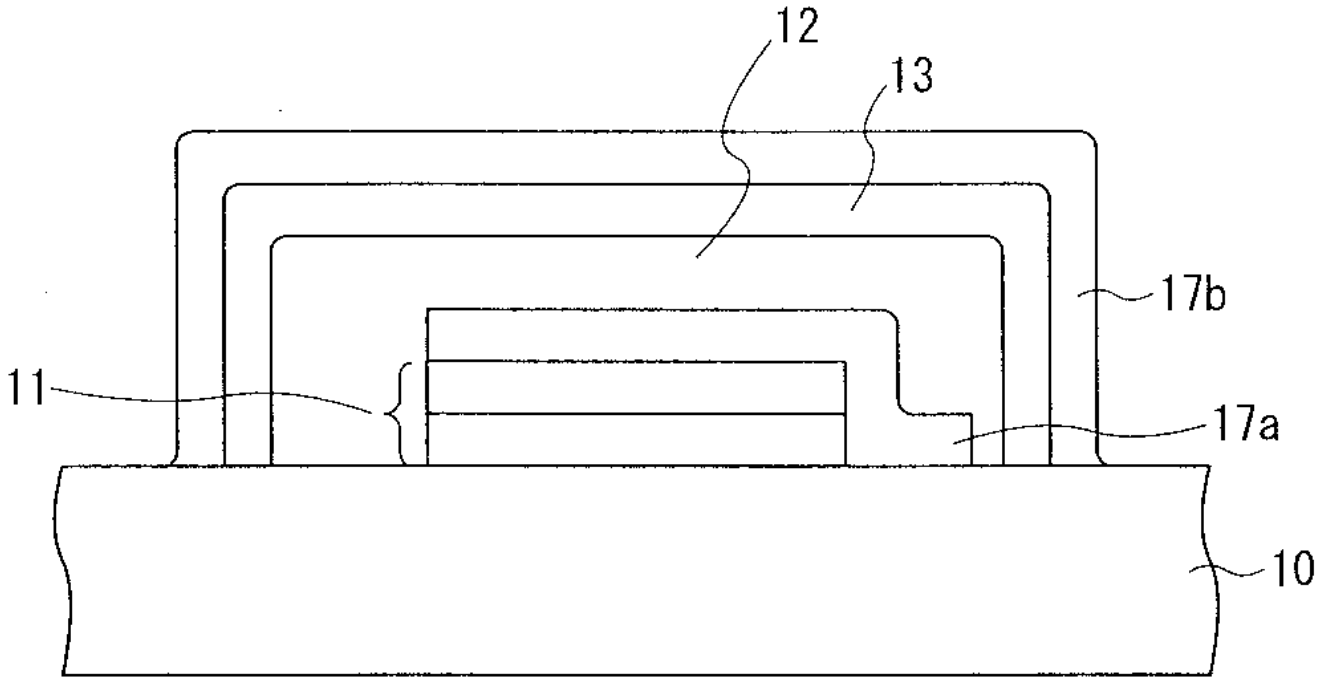
도면 16


32
31
30
13
15
12
11
10

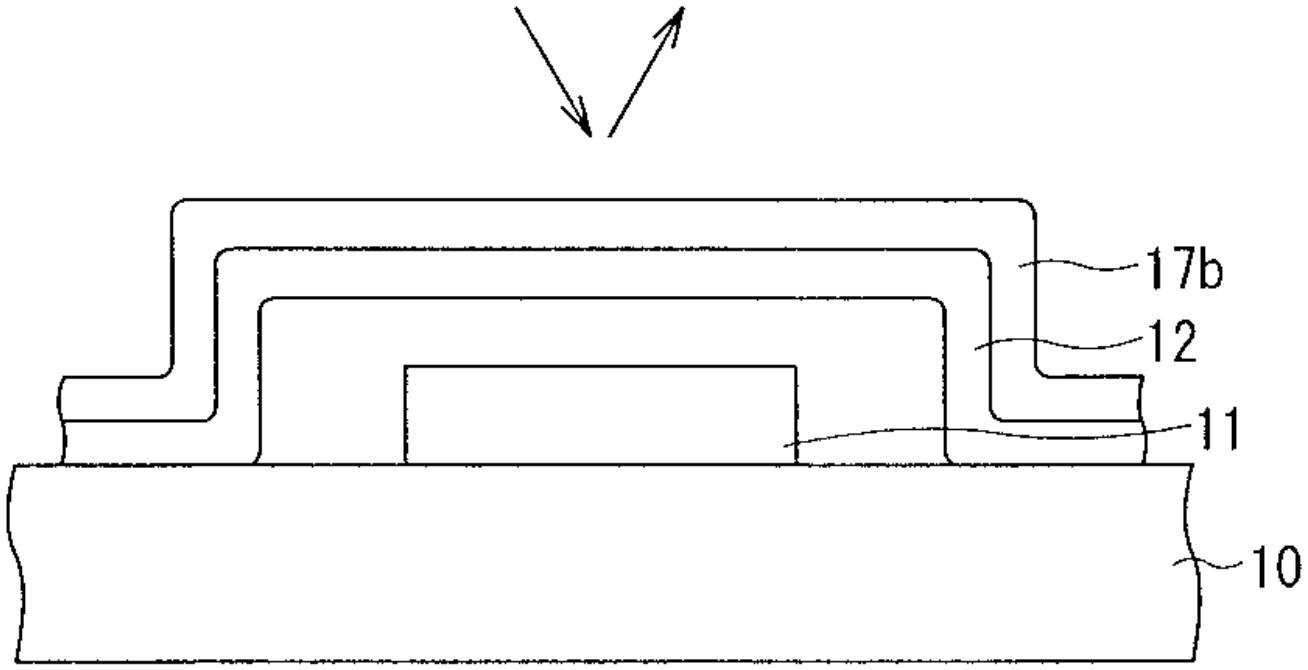
도면 17



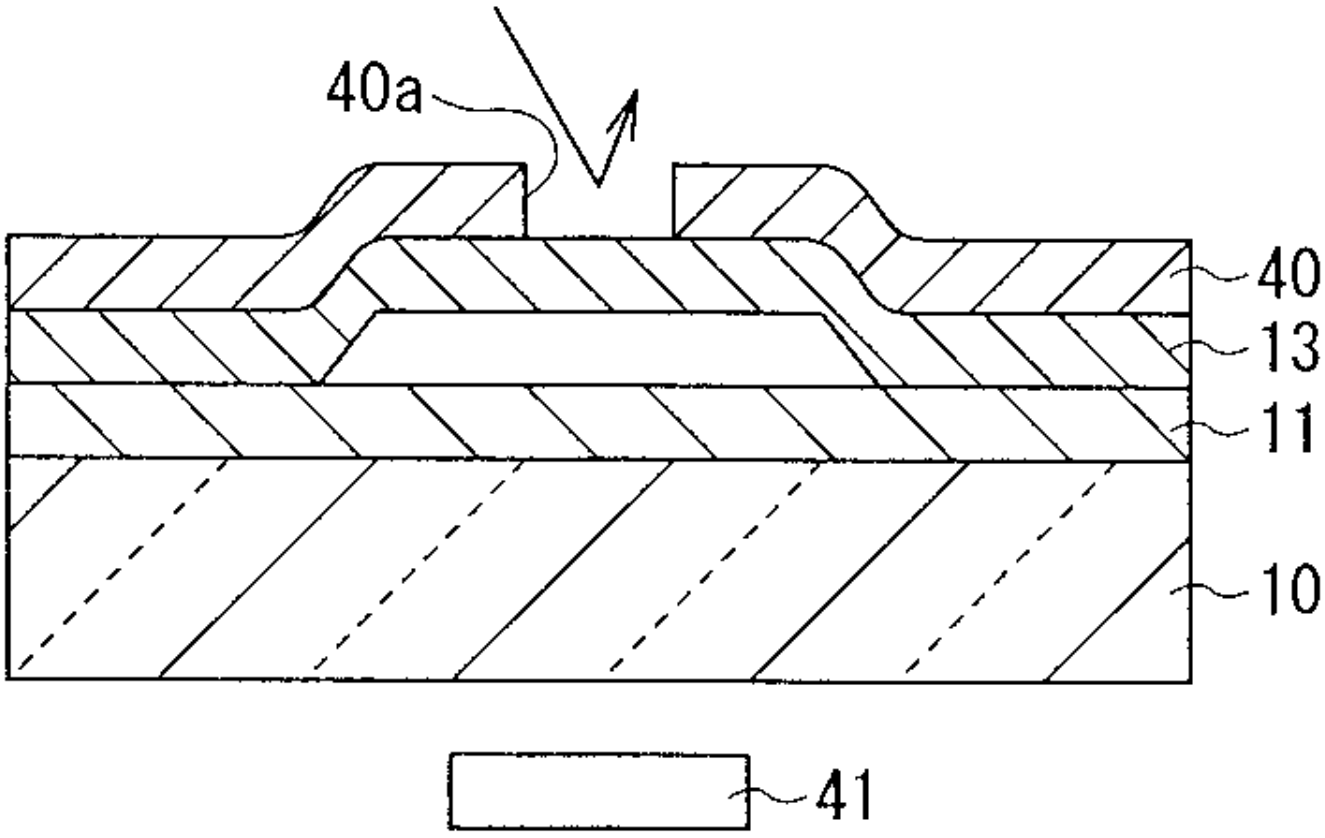
도면 18



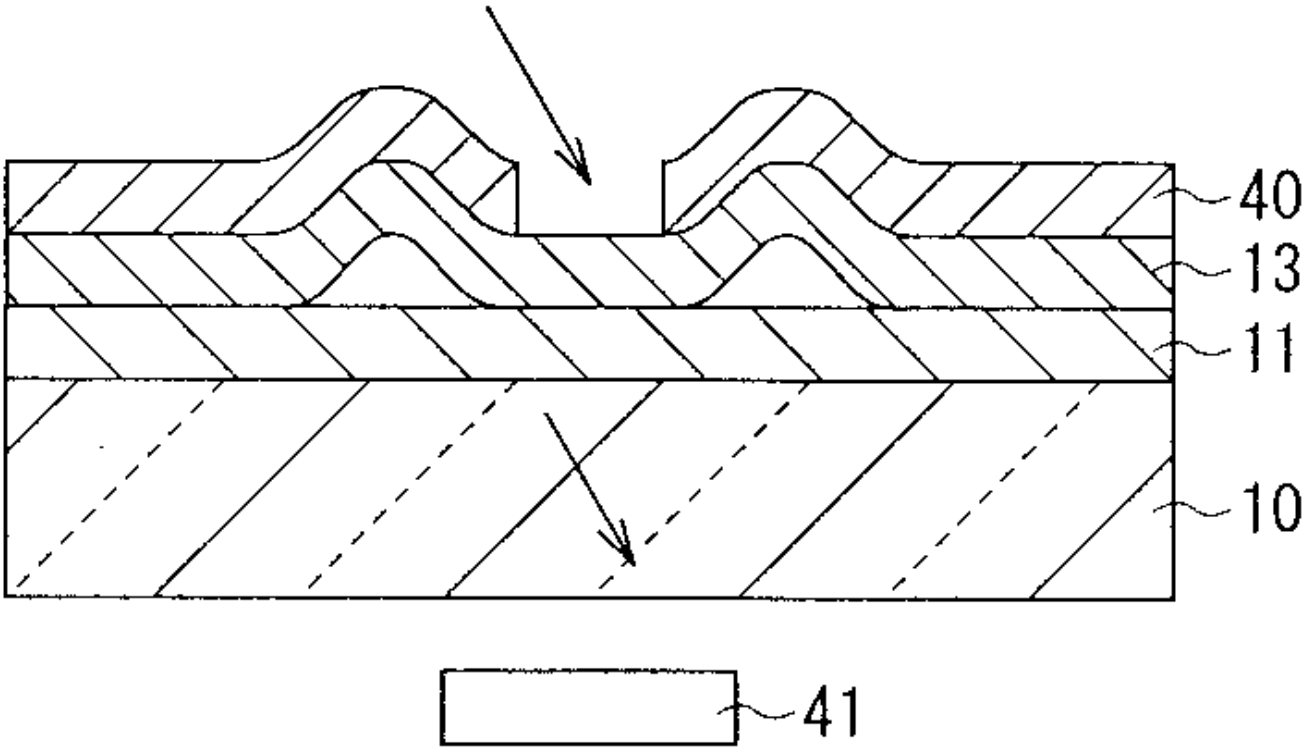
도면 19



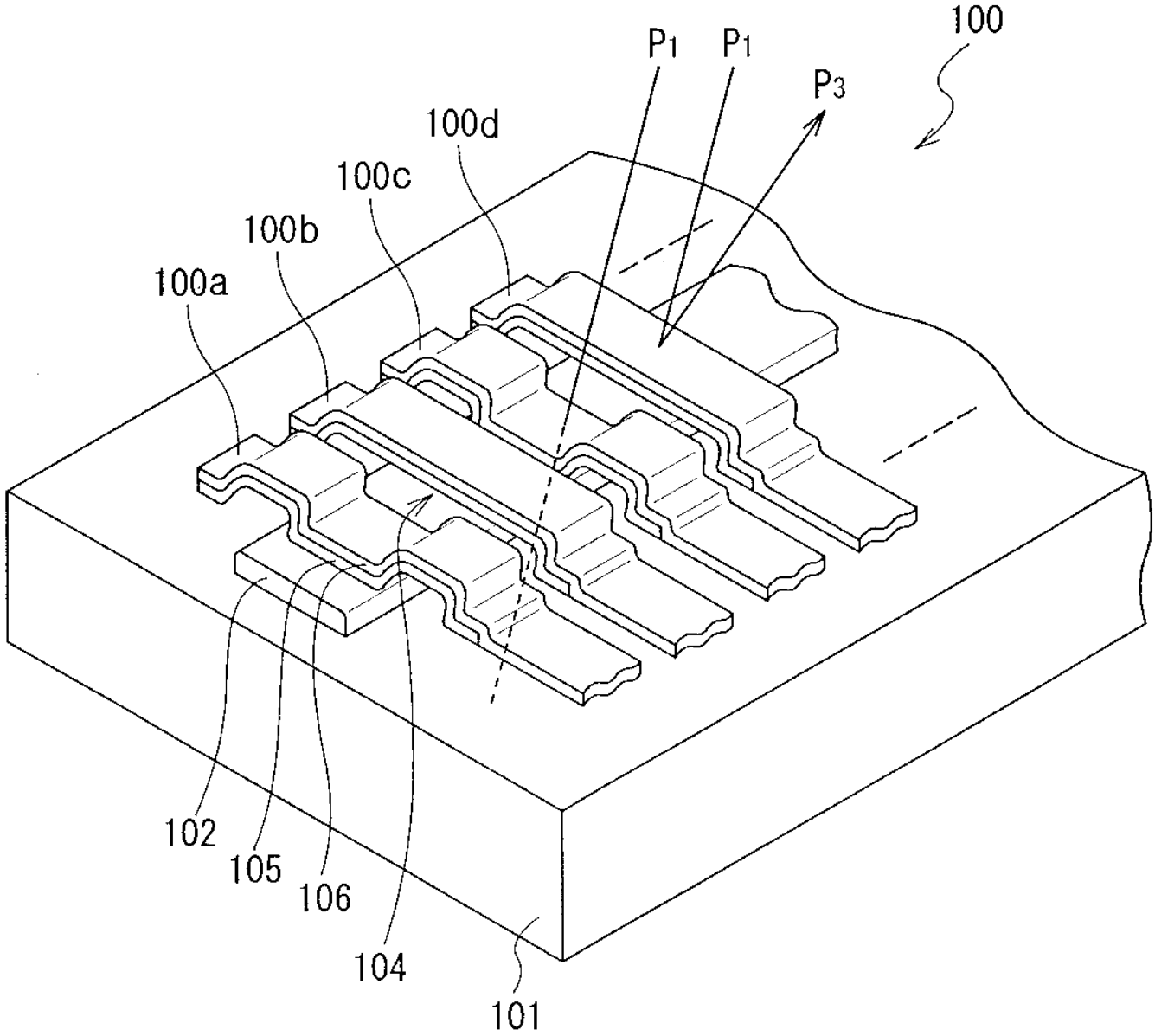
도면 20a



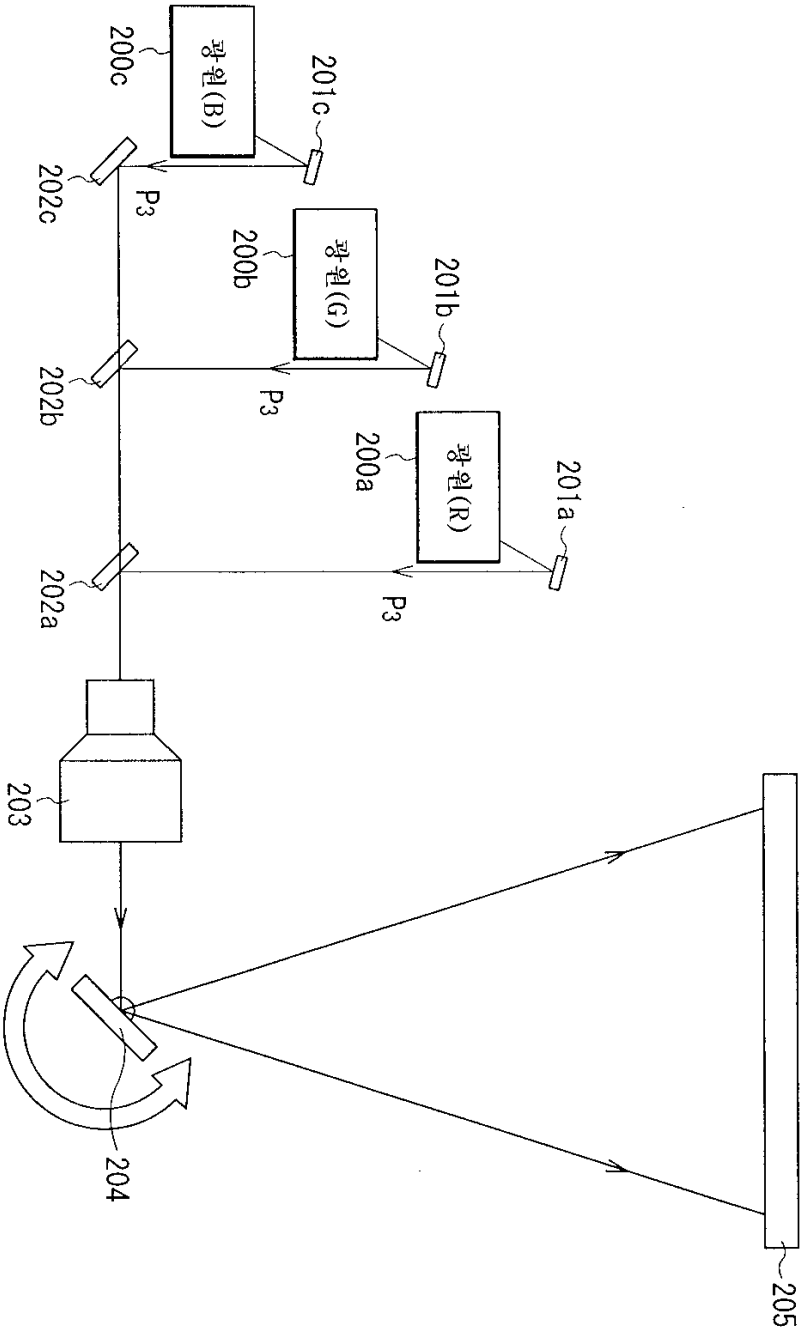
도면 20b



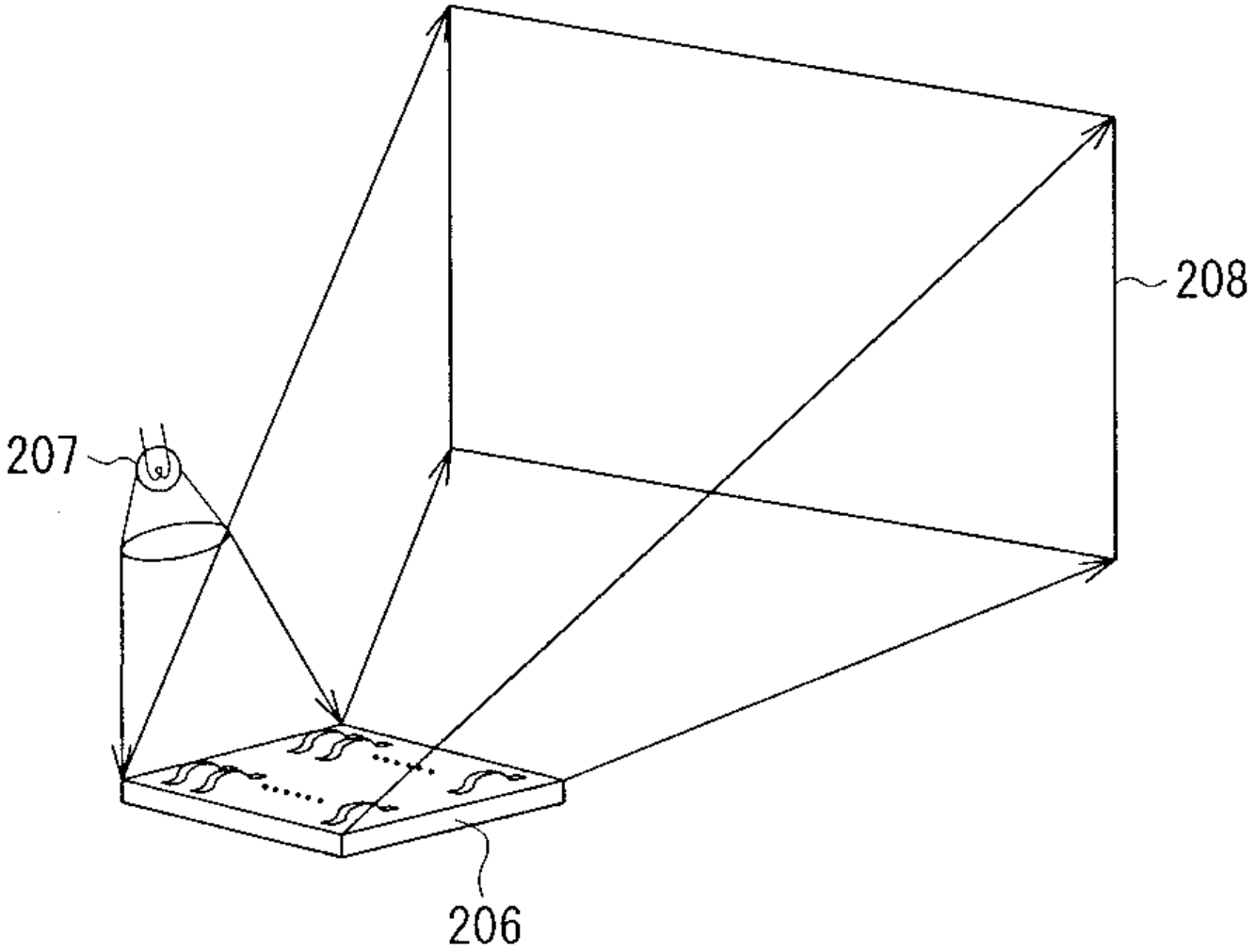
도면 21



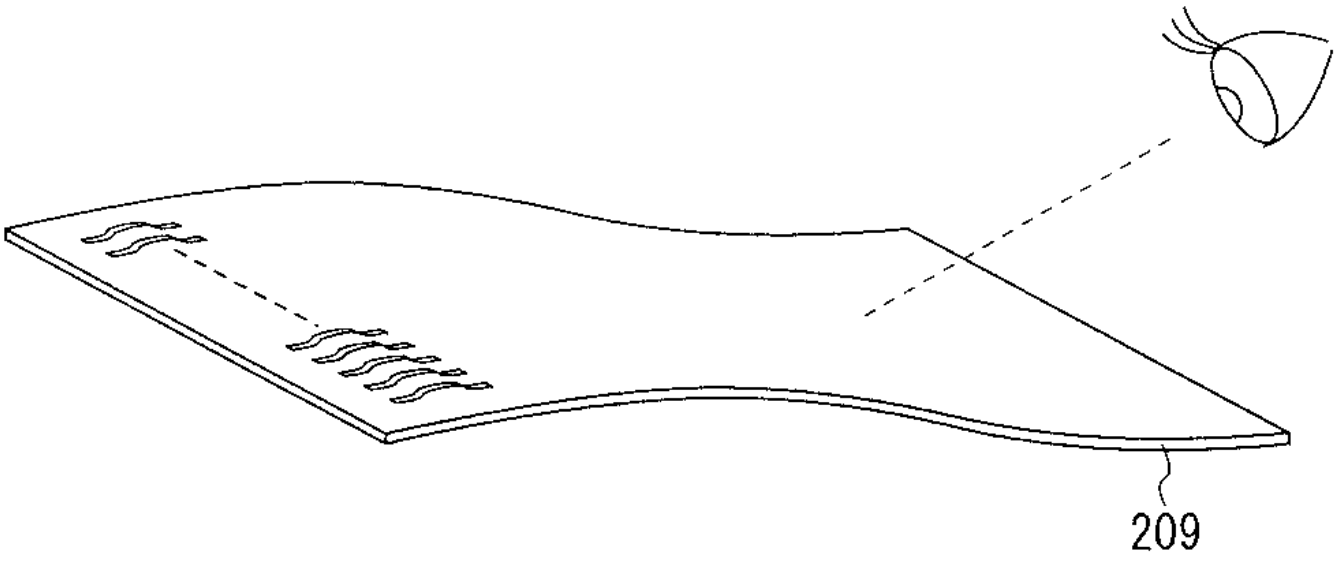
도면 22


광원(B)
200c
201c
202c
P3
광원(G)
200b
201b
202b
P3
광원(R)
200a
201a
202a
P3
203
204
205

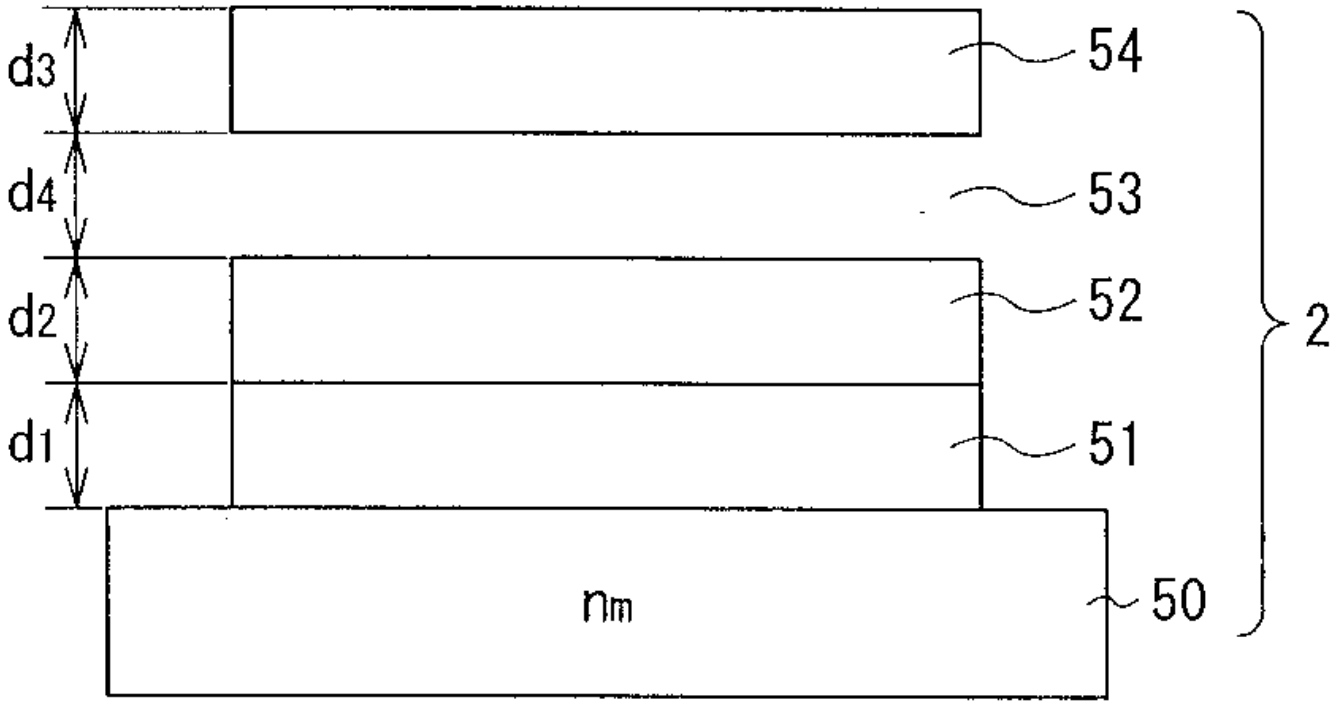
도면 23



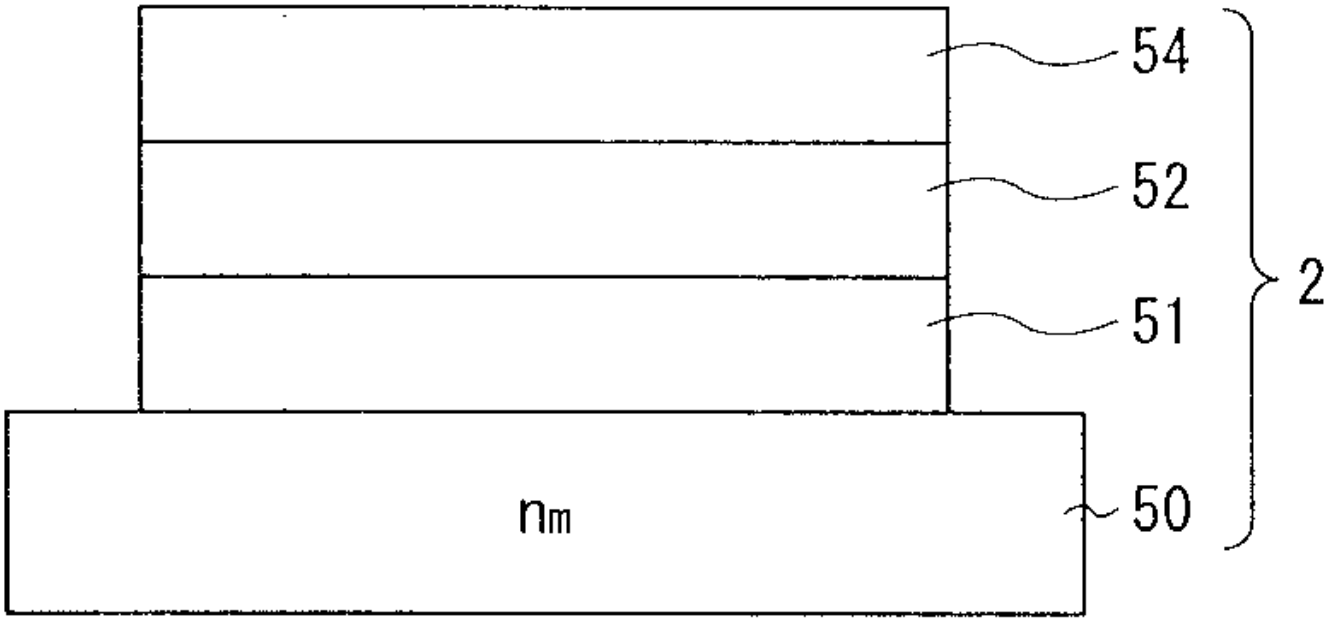
도면 24



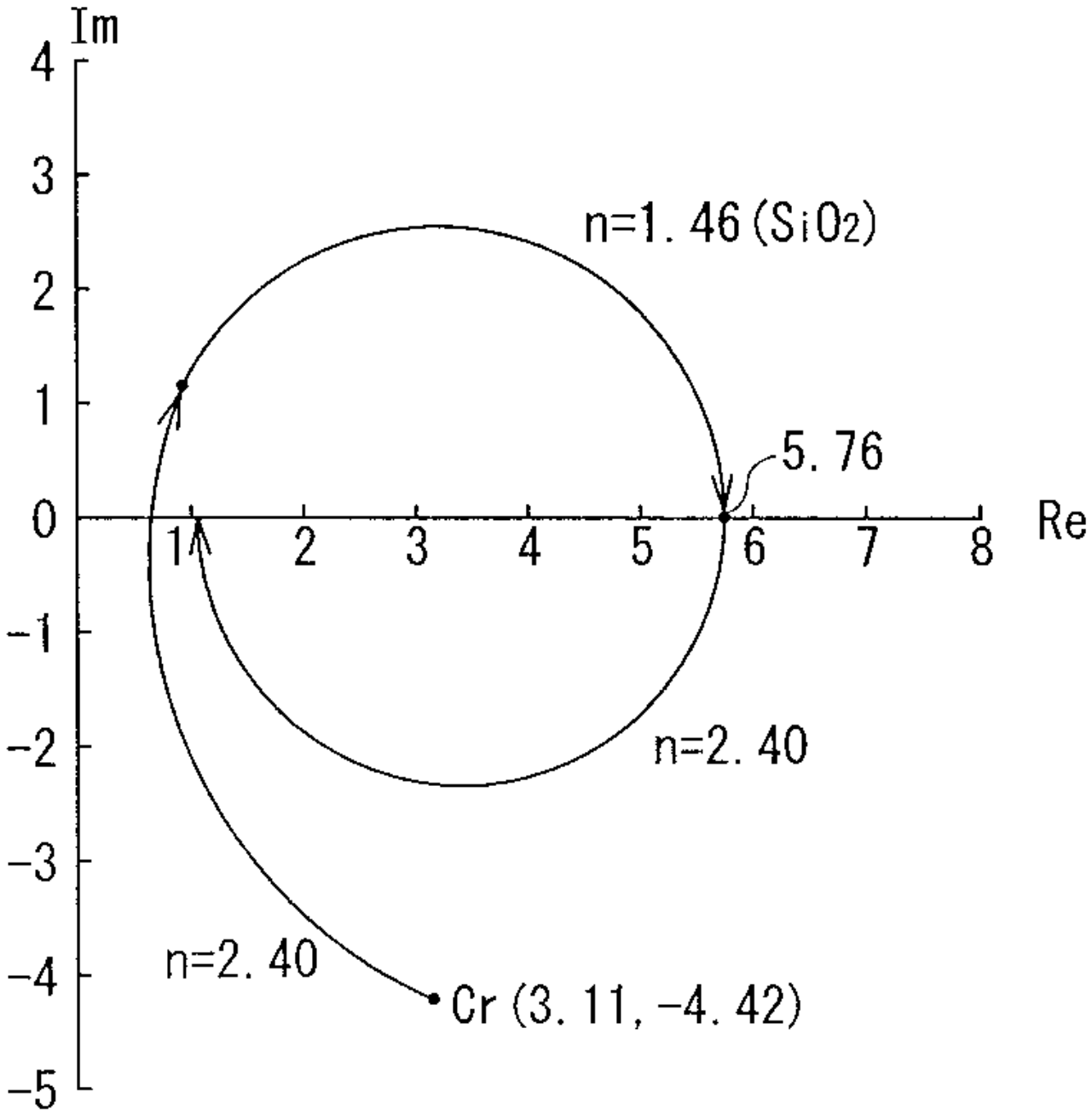
도면 25



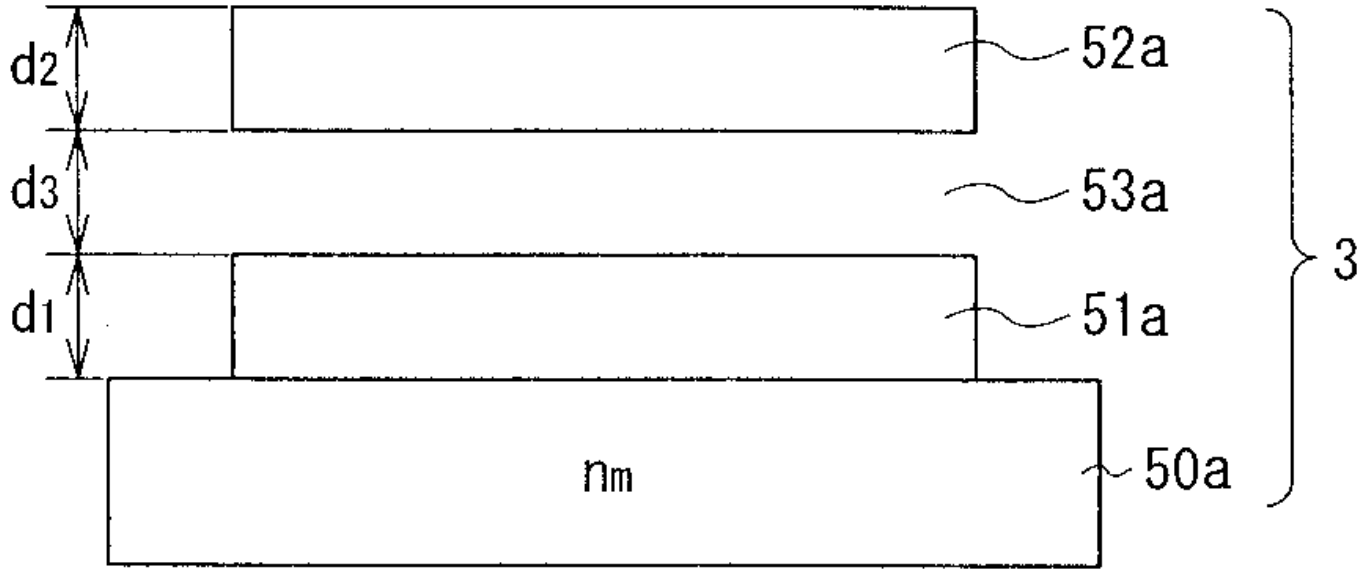
도면 26



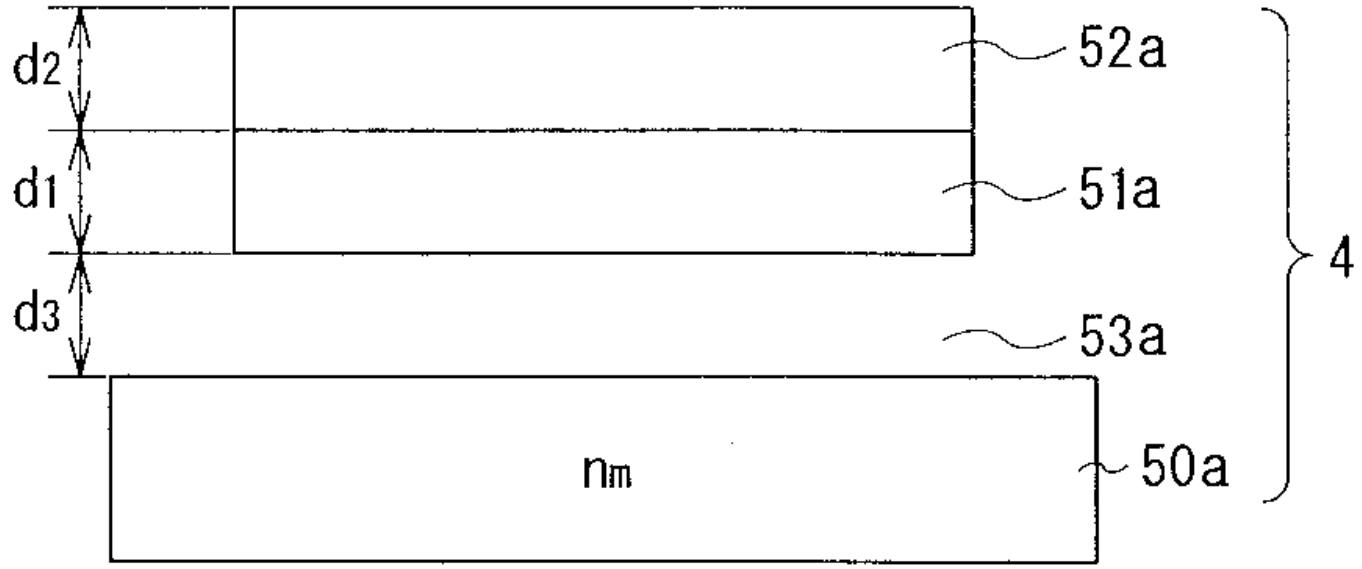
도면 27



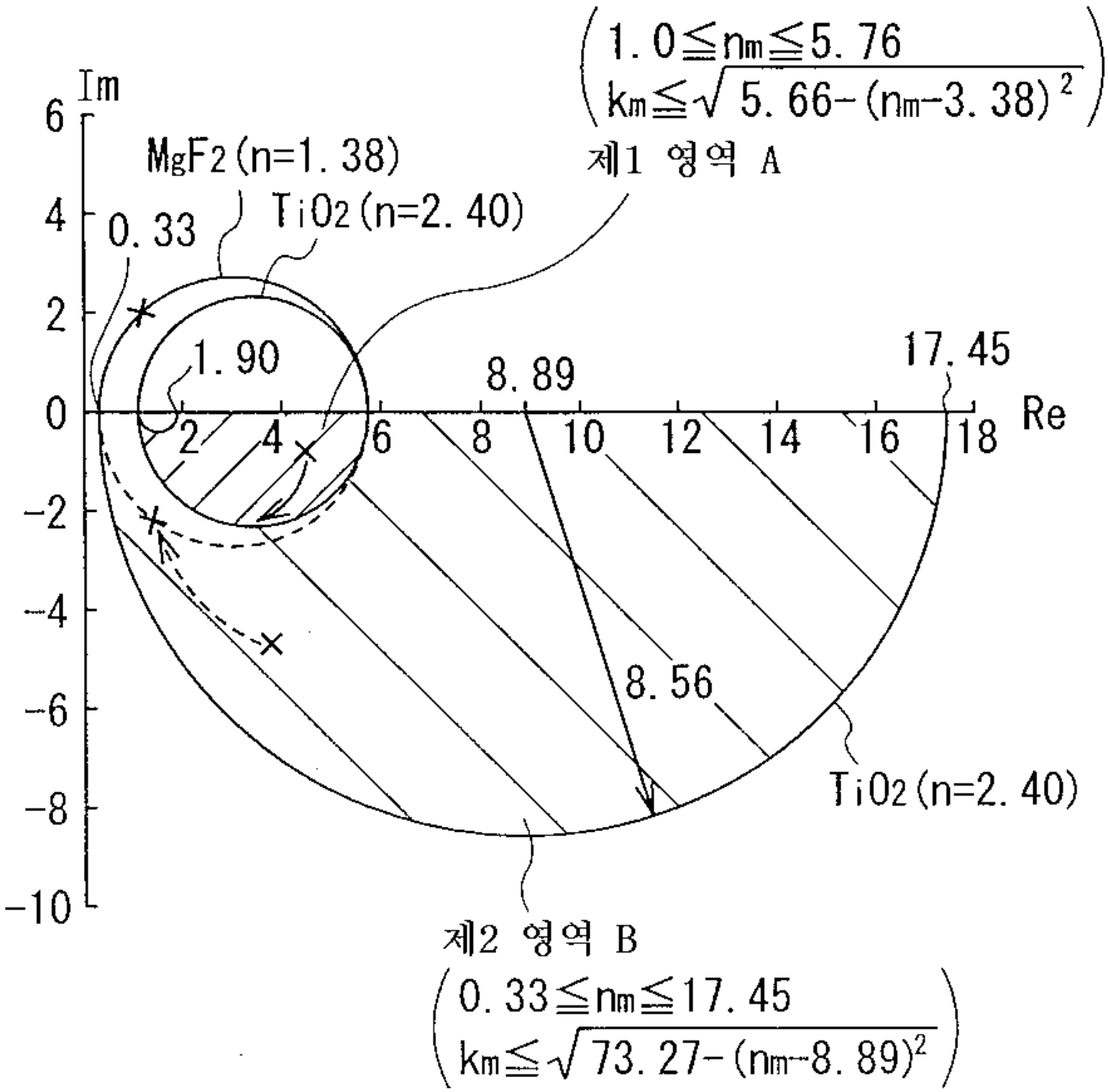
도면 28



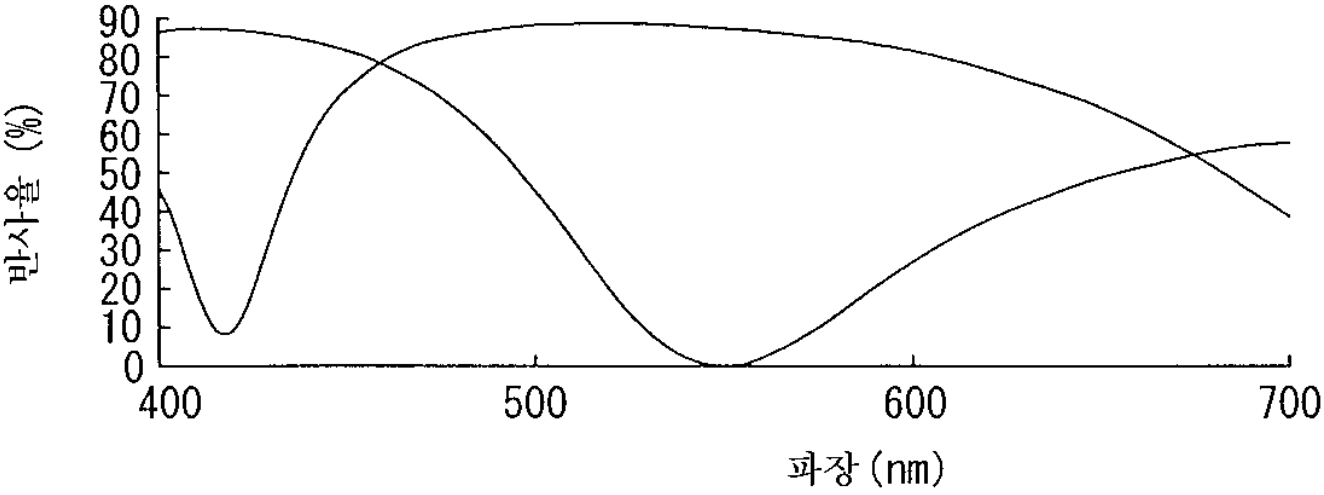
도면 29



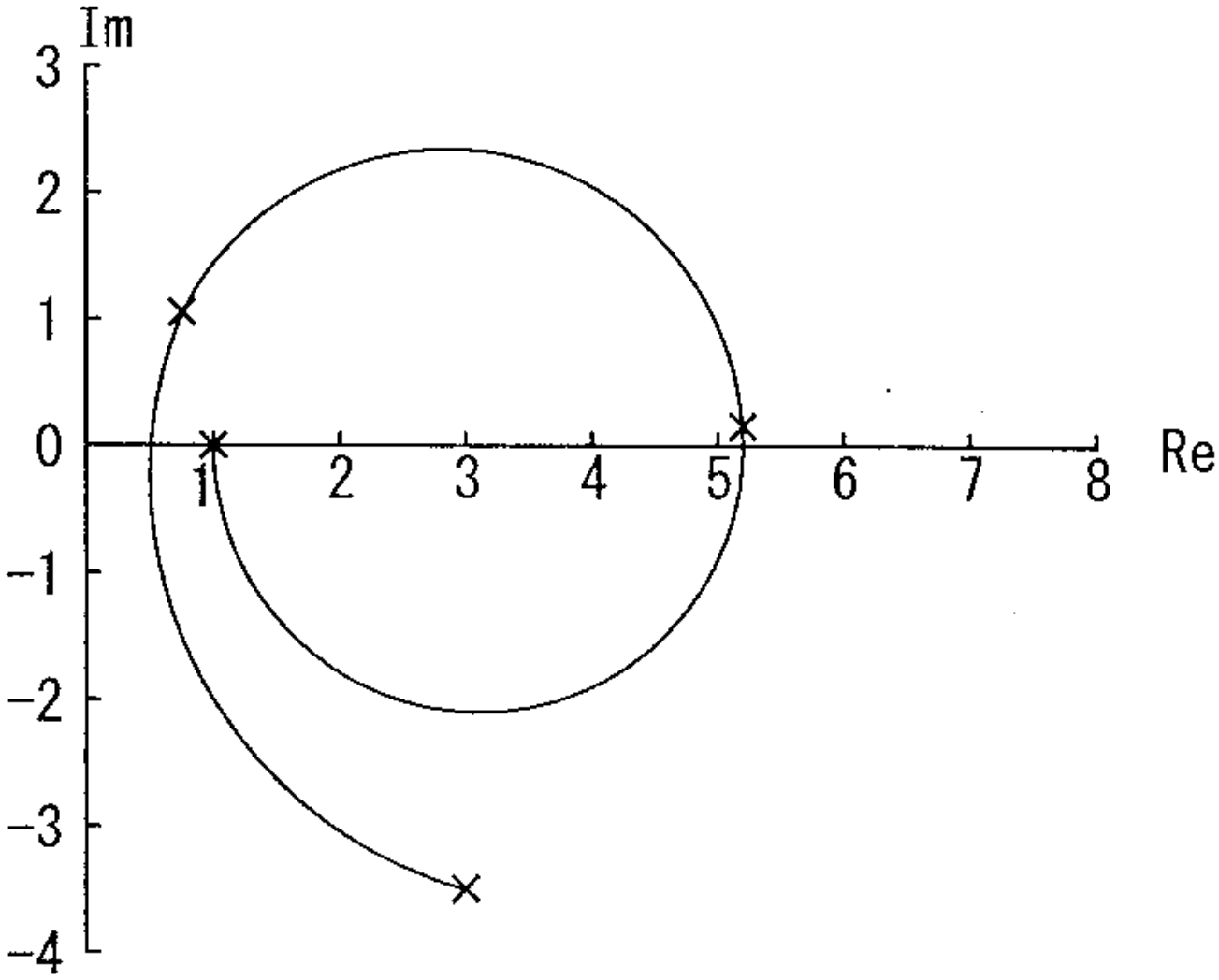
도면 30


$\left(\begin{array}{l}1.0 \leqq n_m \leqq 5.76 \\ k_m \leqq \sqrt{5.66-(n_m-3.38)^2}\end{array}\right)$
제1 영역 A
Im
6
4
2
0
−2
−4
−6
−8
−10
MgF2 (n=1.38)
TiO2 (n=2.40)
0.33
1.90
8.89
17.45
Re
2
4
6
8
10
12
14
16
18
8.56
TiO2 (n=2.40)
제2 영역 B
$\left(\begin{array}{l}0.33 \leqq n_m \leqq 17.45 \\ k_m \leqq \sqrt{73.27-(n_m-8.89)^2}\end{array}\right)$

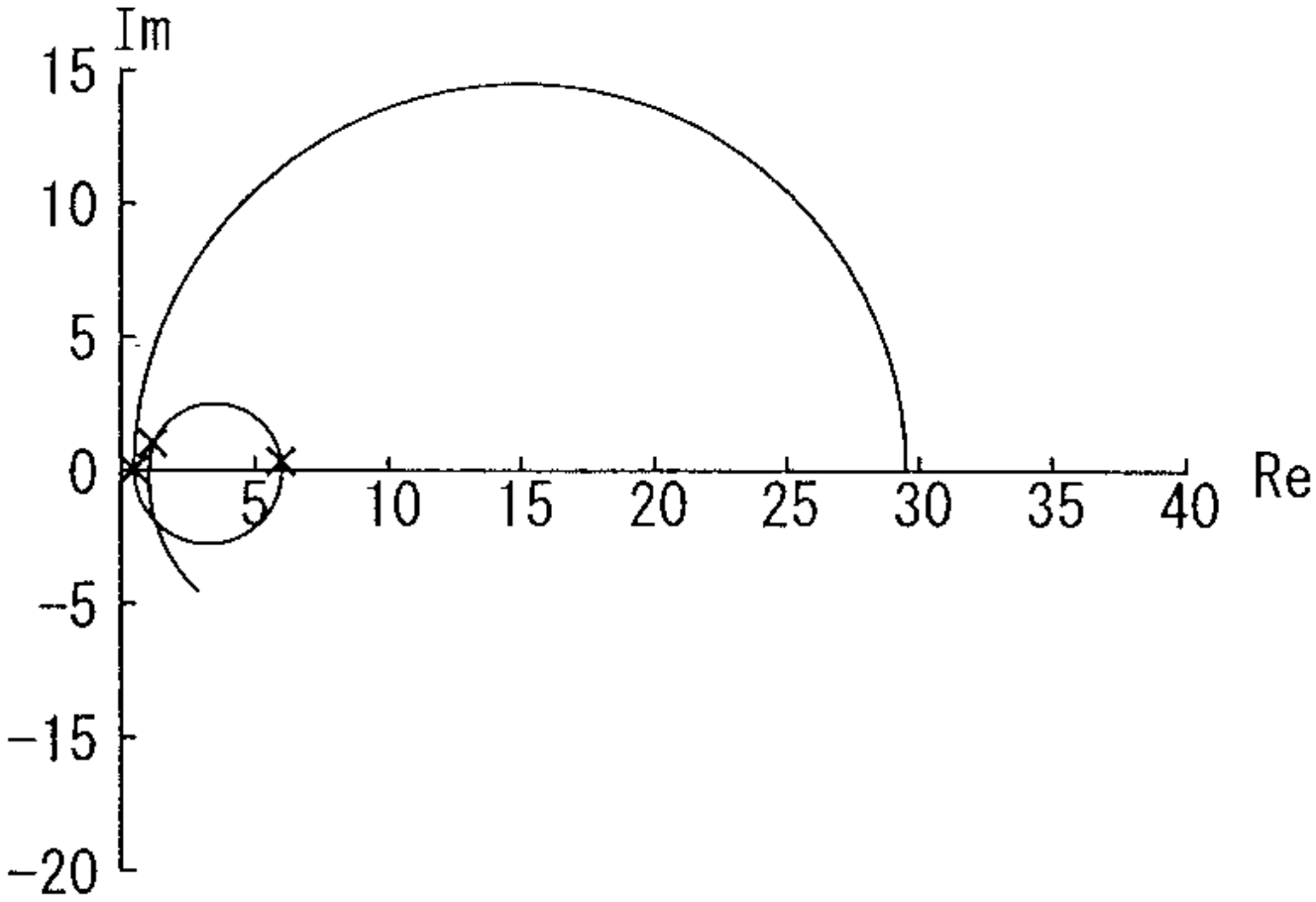
도면 31


반사율 (%)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
500
600
700
파장 (nm)

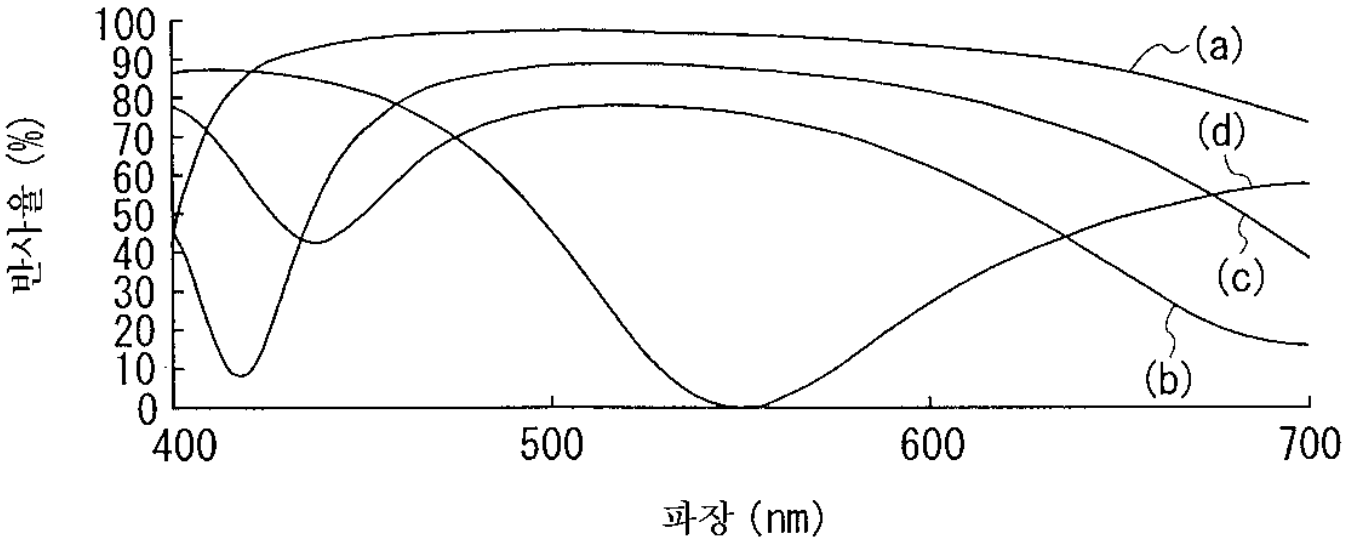
도면 32a


Im
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
1
2
3
4
5
6
7
8
Re

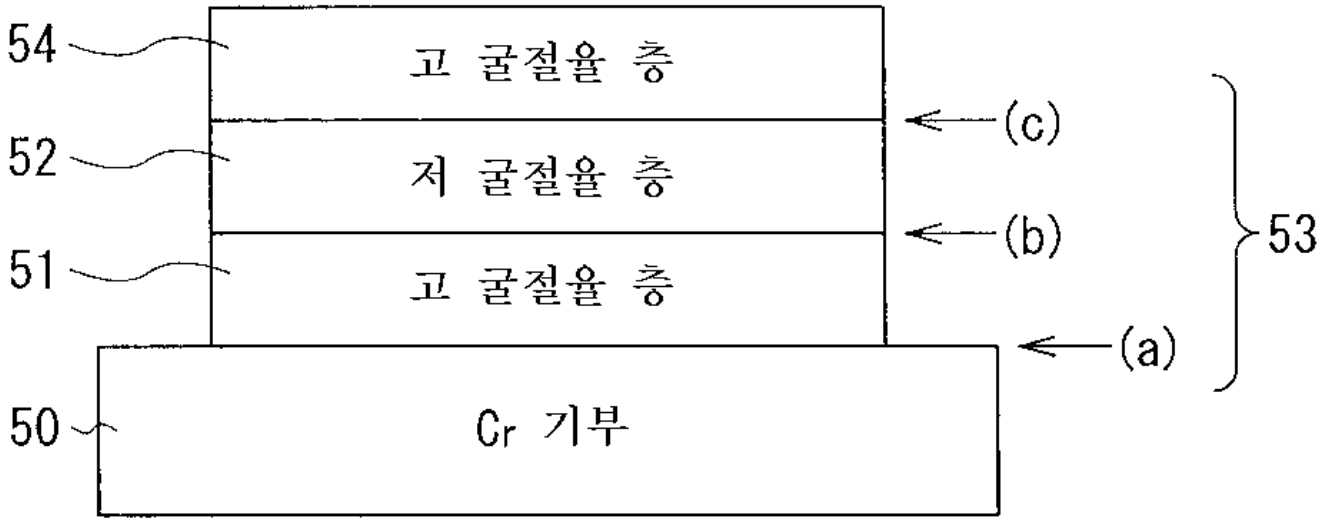
도면 32b


Im
15
10
5
0
-5
-15
-20
5
10
15
20
25
30
35
40
Re

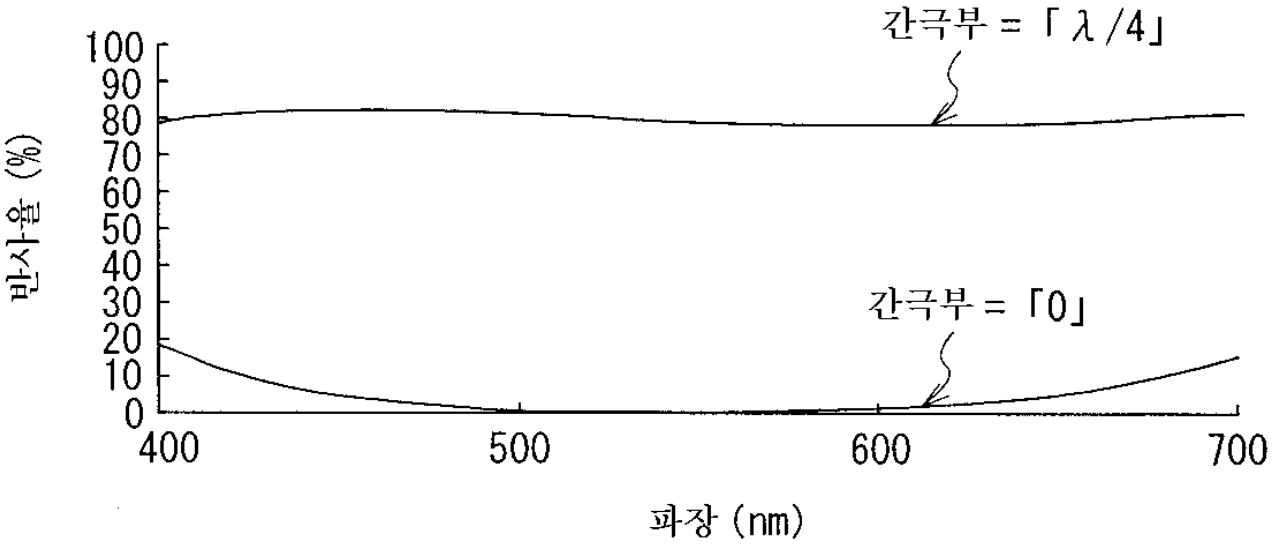
도면 33


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
반사율 (%)
400
500
600
700
파장 (nm)
(a)
(d)
(c)
(b)

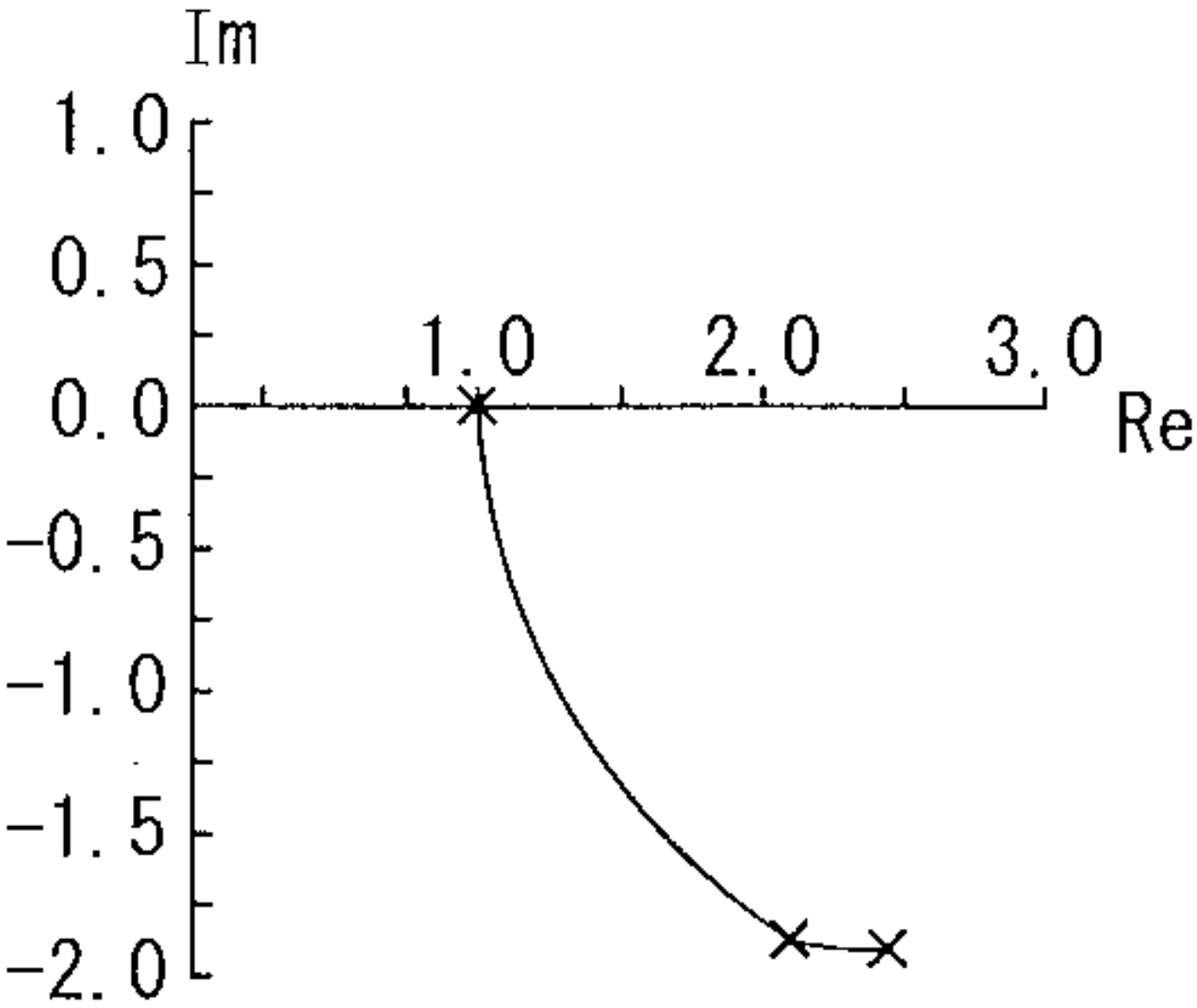
도면 34


54
고 굴절율 층
52
저 굴절율 층
51
고 굴절율 층
50
Cr 기부
(c)
(b)
(a)
53

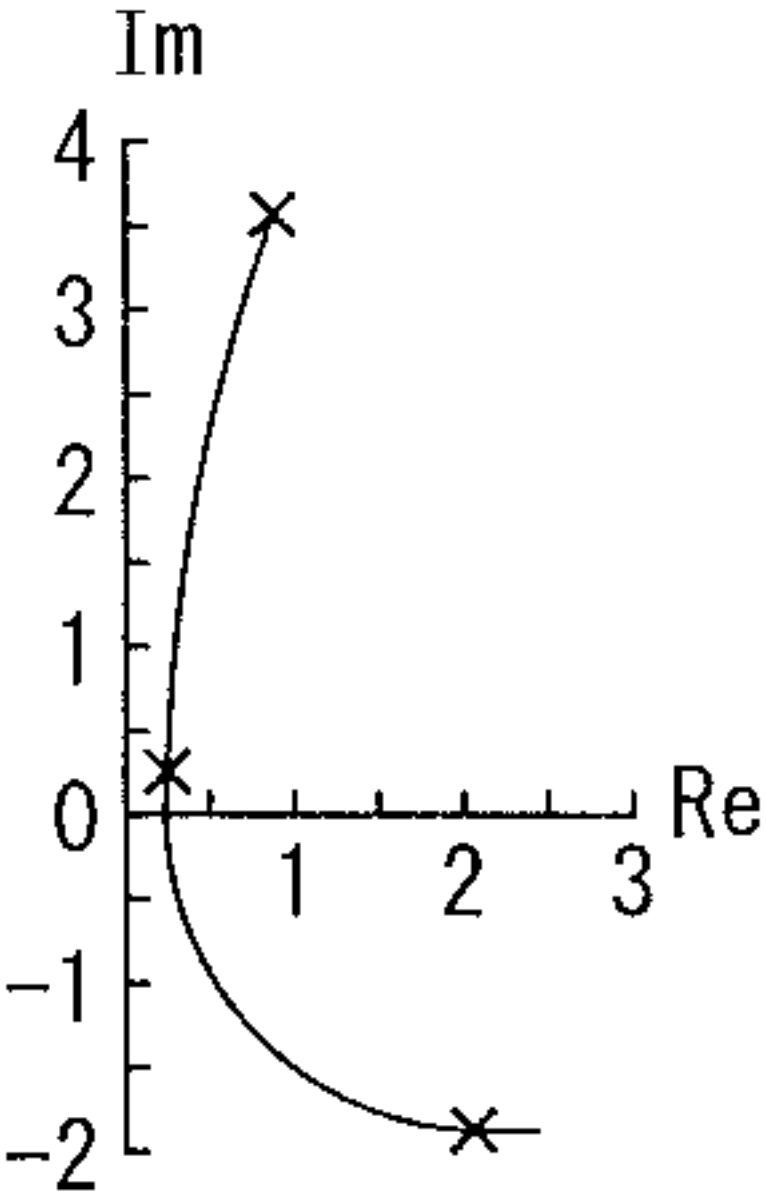
도면 35


간극부 = 「λ/4」
간극부 = 「0」
반사율 (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
500
600
700
파장 (nm)

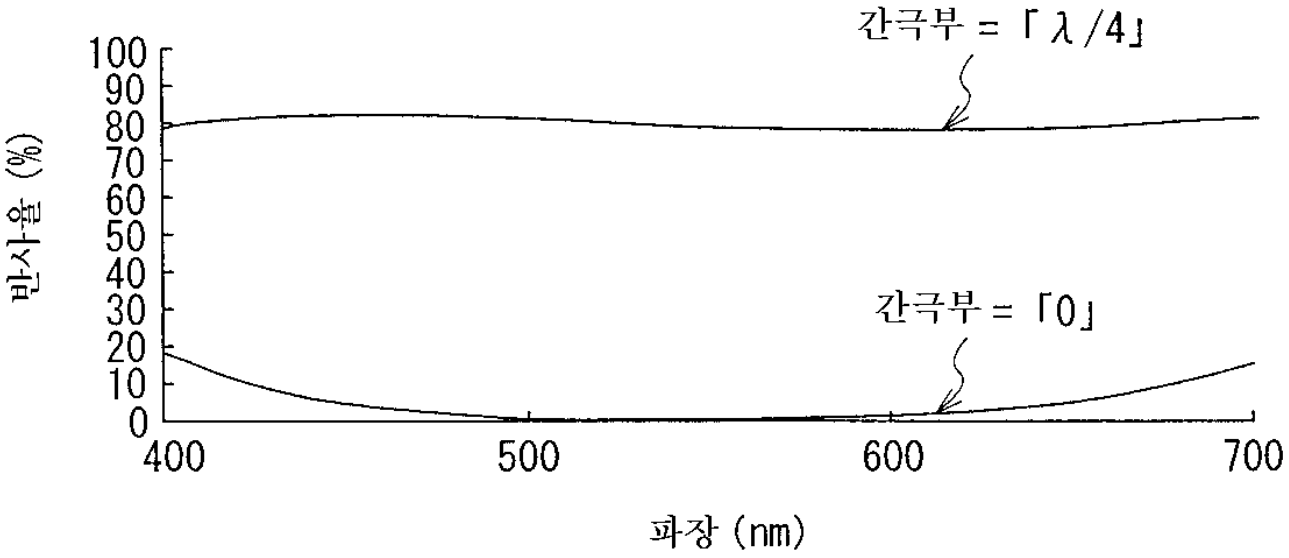
도면 36a



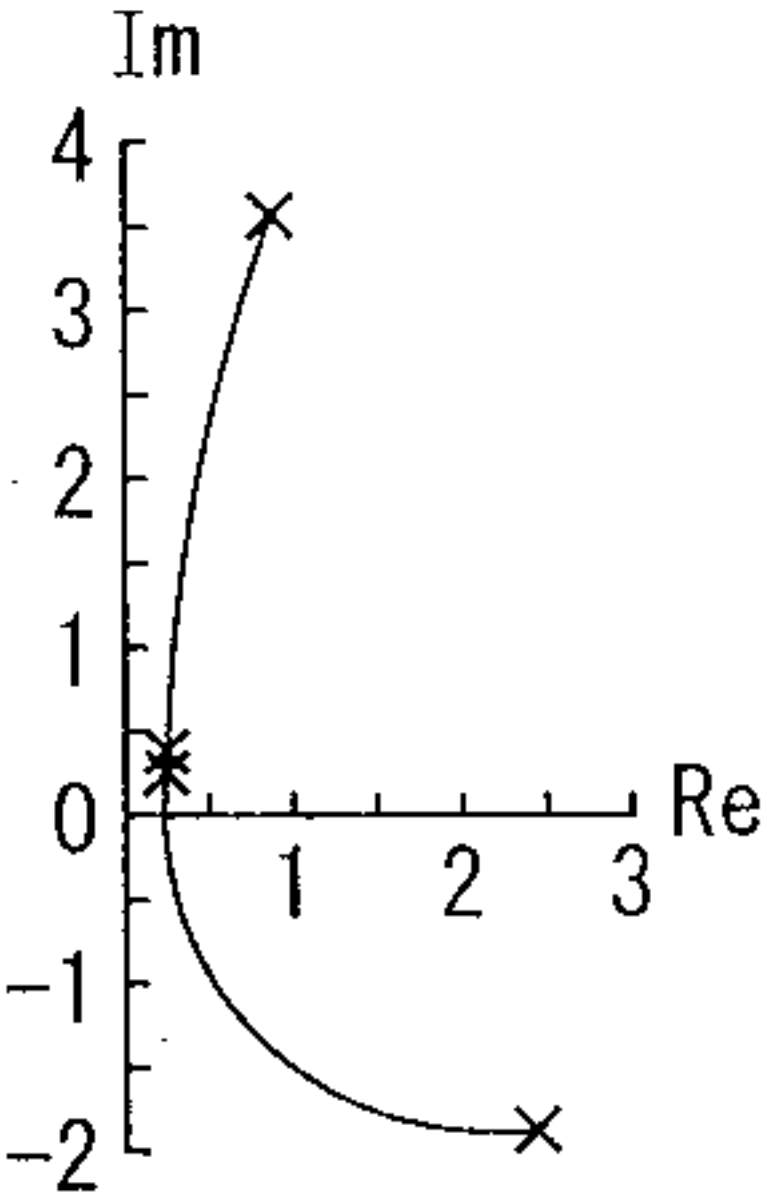
도면 36b



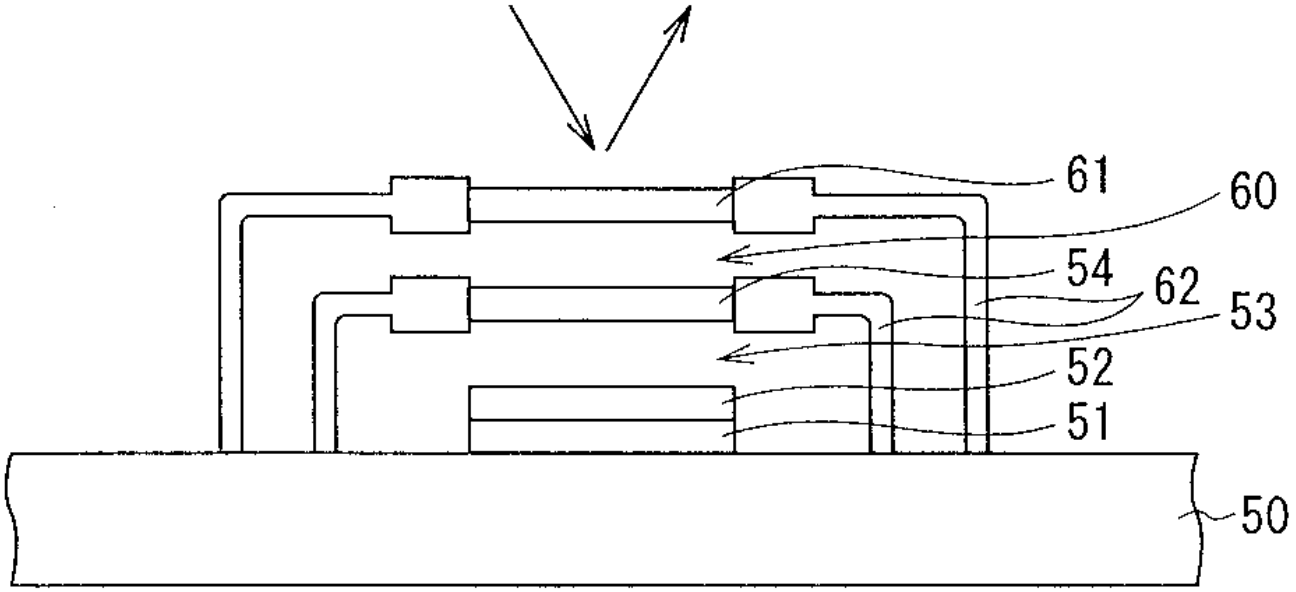
도면 37


간극부 = 「λ/4」
간극부 = 「0」
반사율 (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
500
600
700
파장 (nm)

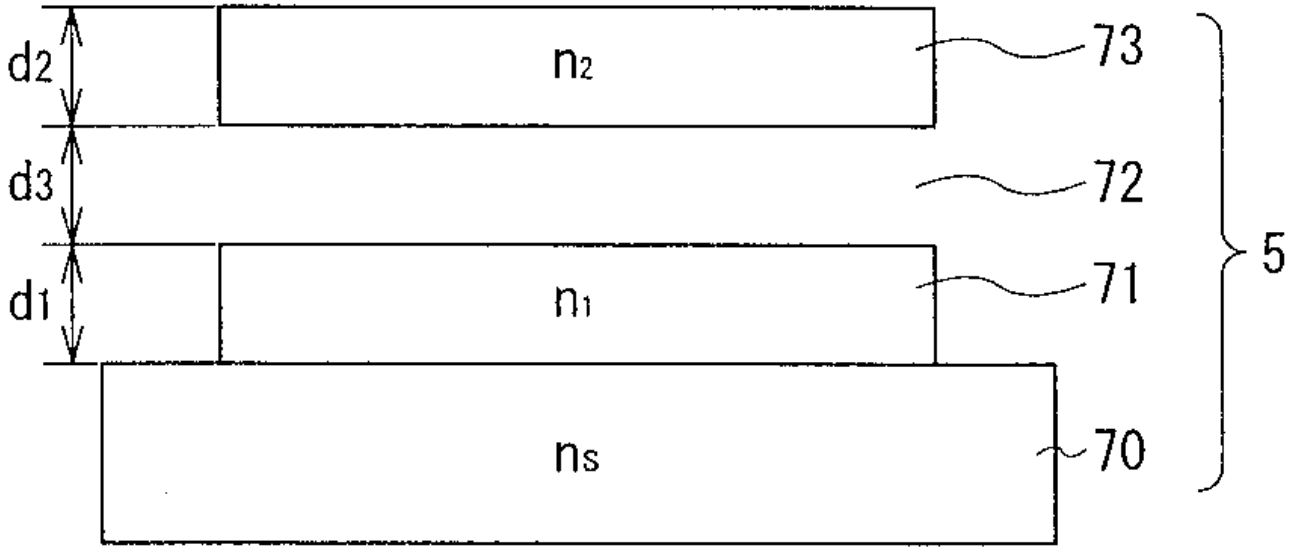
도면 38



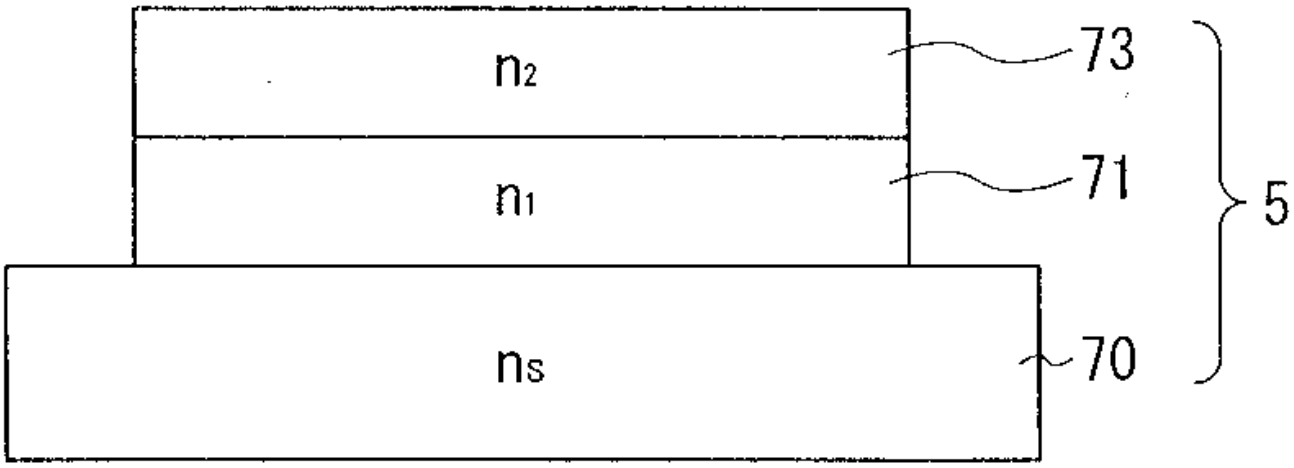
도면 39



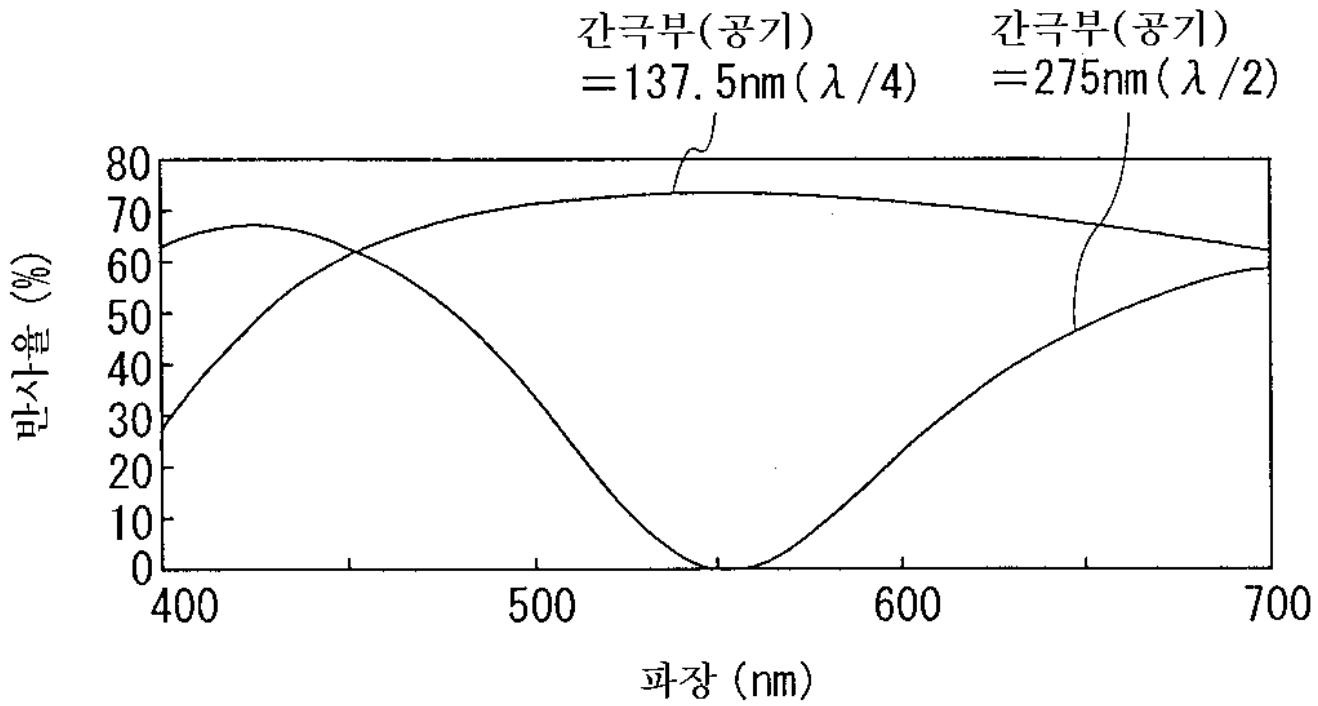
도면 40



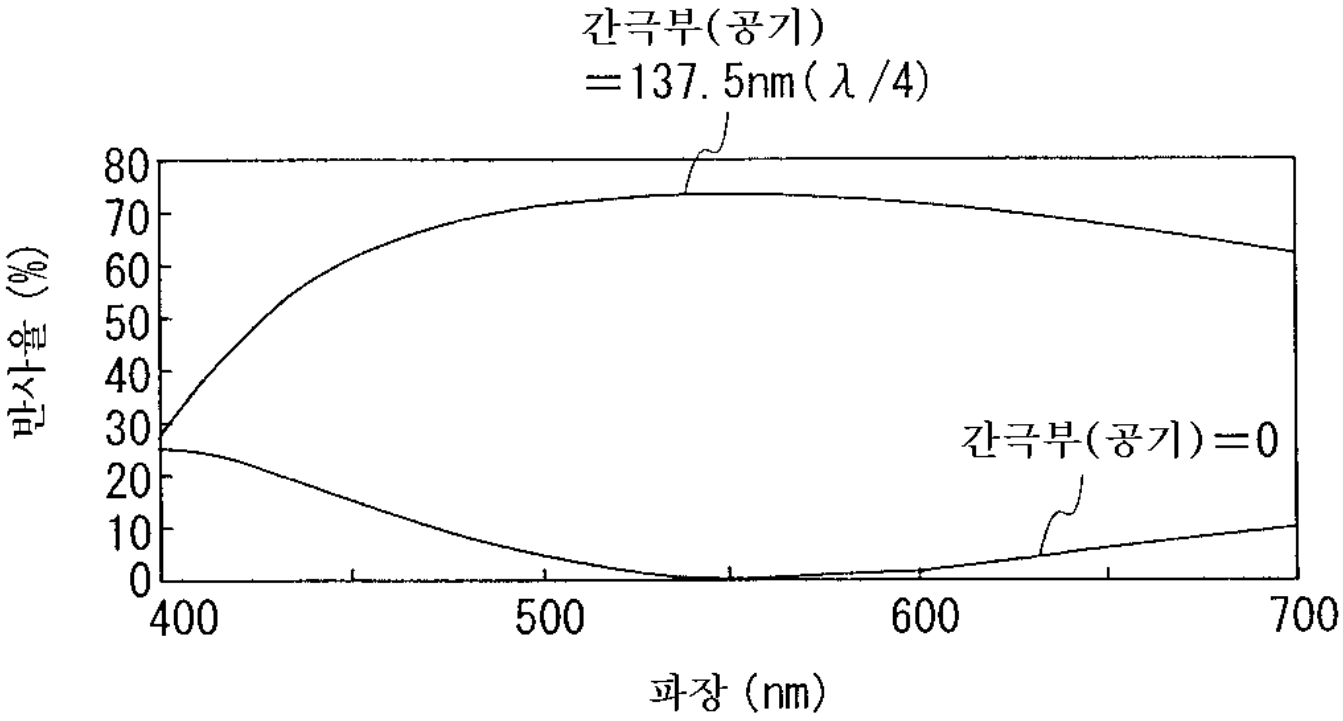
도면 41


n2
n1
ns
73
71
70
5

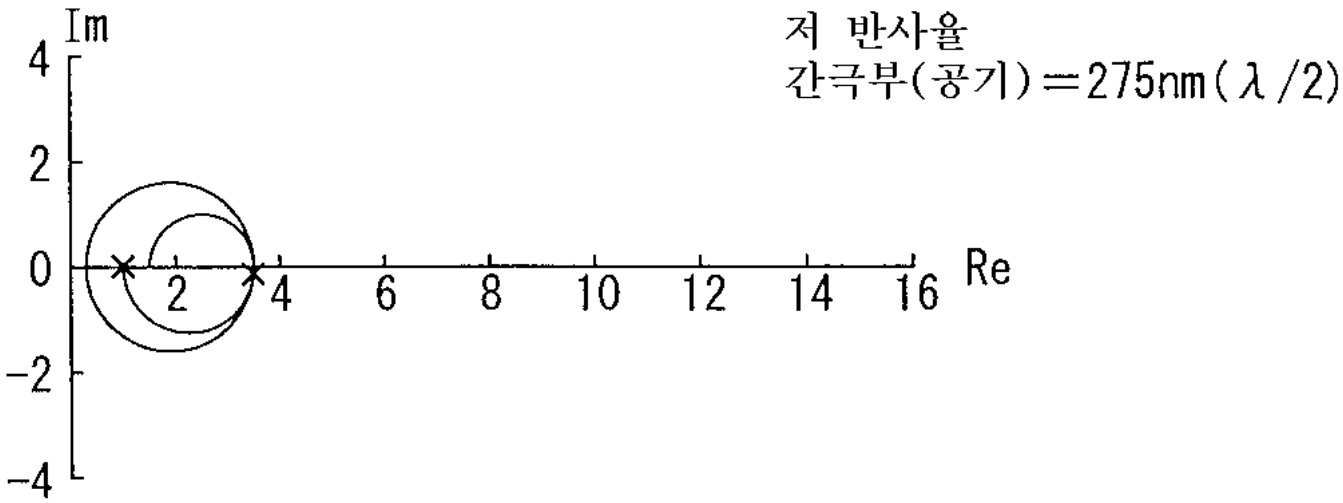
도면 42a


간극부(공기)
=137.5nm(λ/4)
간극부(공기)
=275nm(λ/2)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
500
600
700
반사율 (%)
파장 (nm)

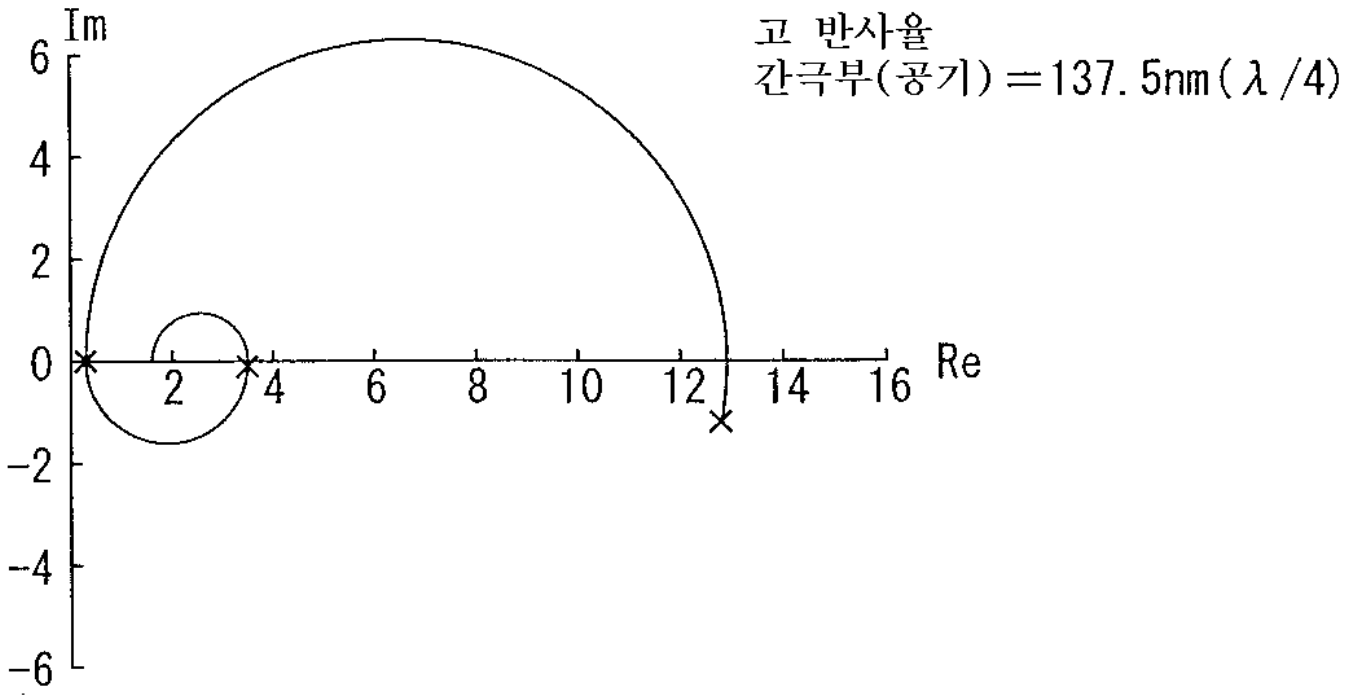
도면 42b


간극부(공기)
=137.5nm(λ/4)
간극부(공기)=0
반사율 (%)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
500
600
700
파장 (nm)

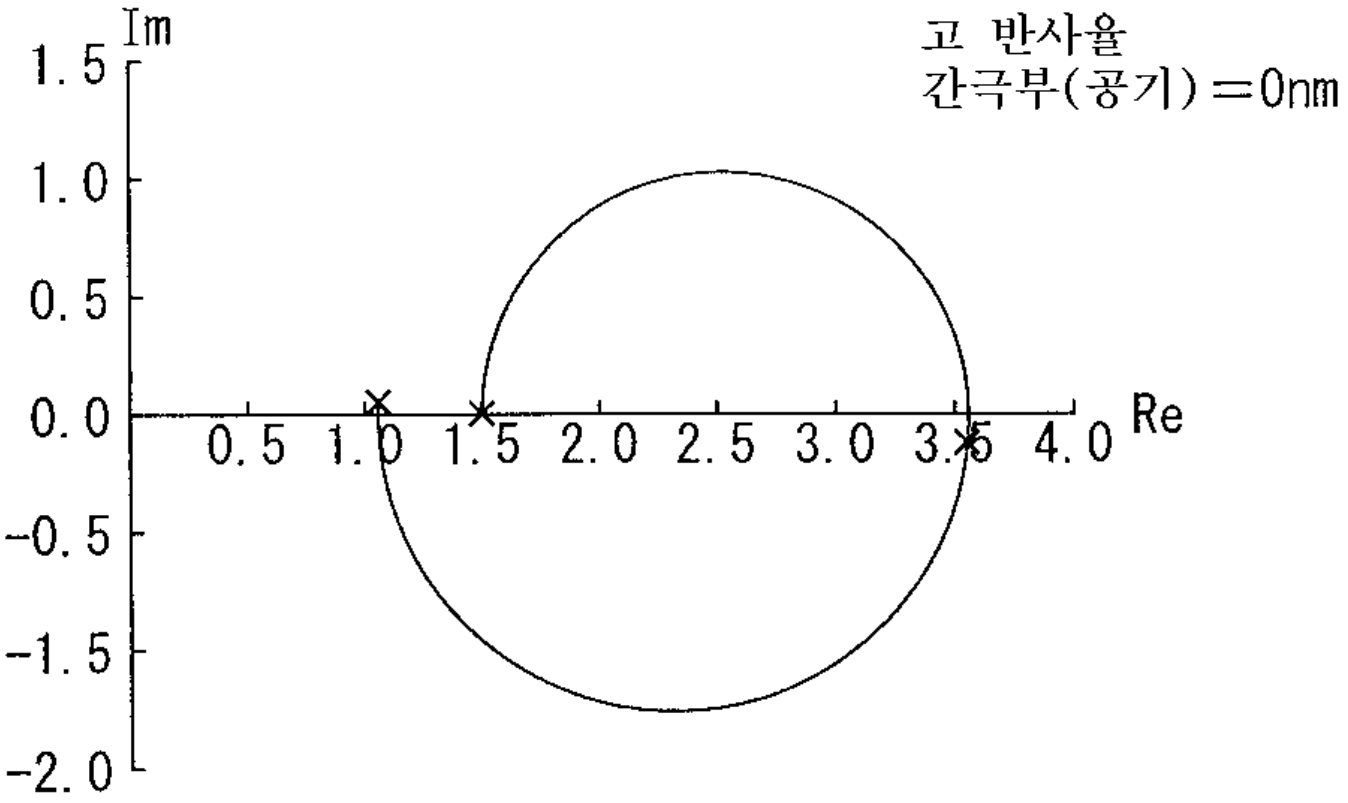
도면 43a


Im
저 반사율
간극부(공기)=275nm(λ/2)
4
2
0
-2
-4
2
4
6
8
10
12
14
16
Re

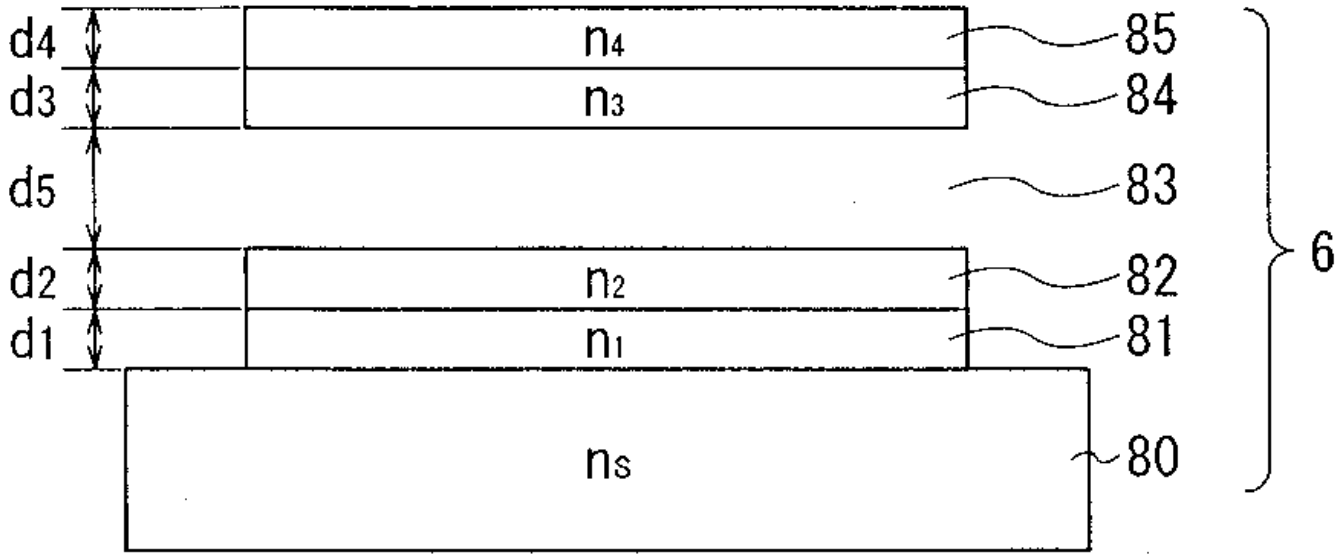
도면 43b


Im
6
4
2
0
-2
-4
-6
2
4
6
8
10
12
14
16
Re
고 반사율
간극부(공기)=137.5nm(λ/4)

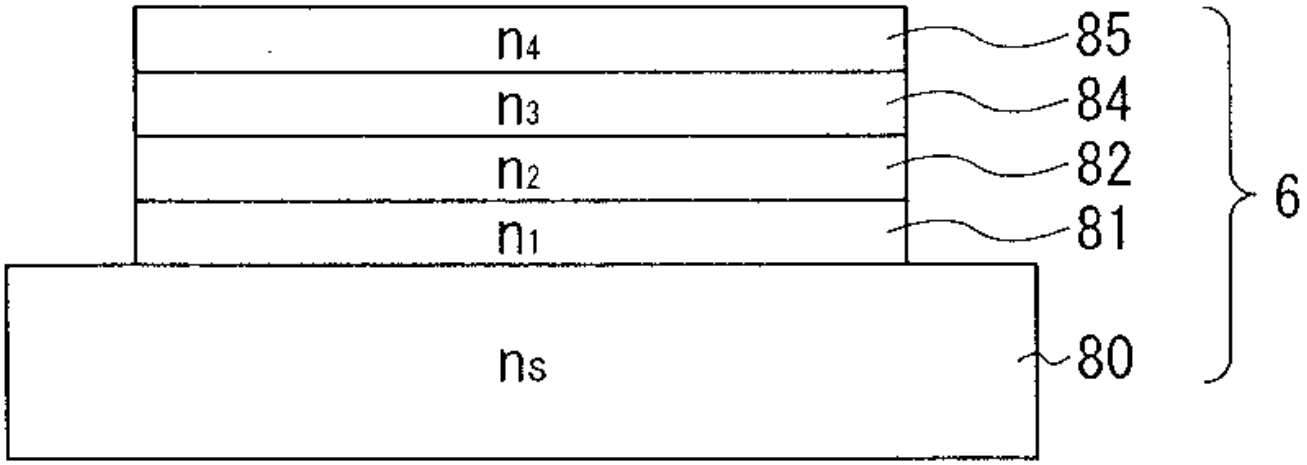
도면 43c


Im
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.5
-2.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
Re
고 반사율
간극부(공기)=0nm

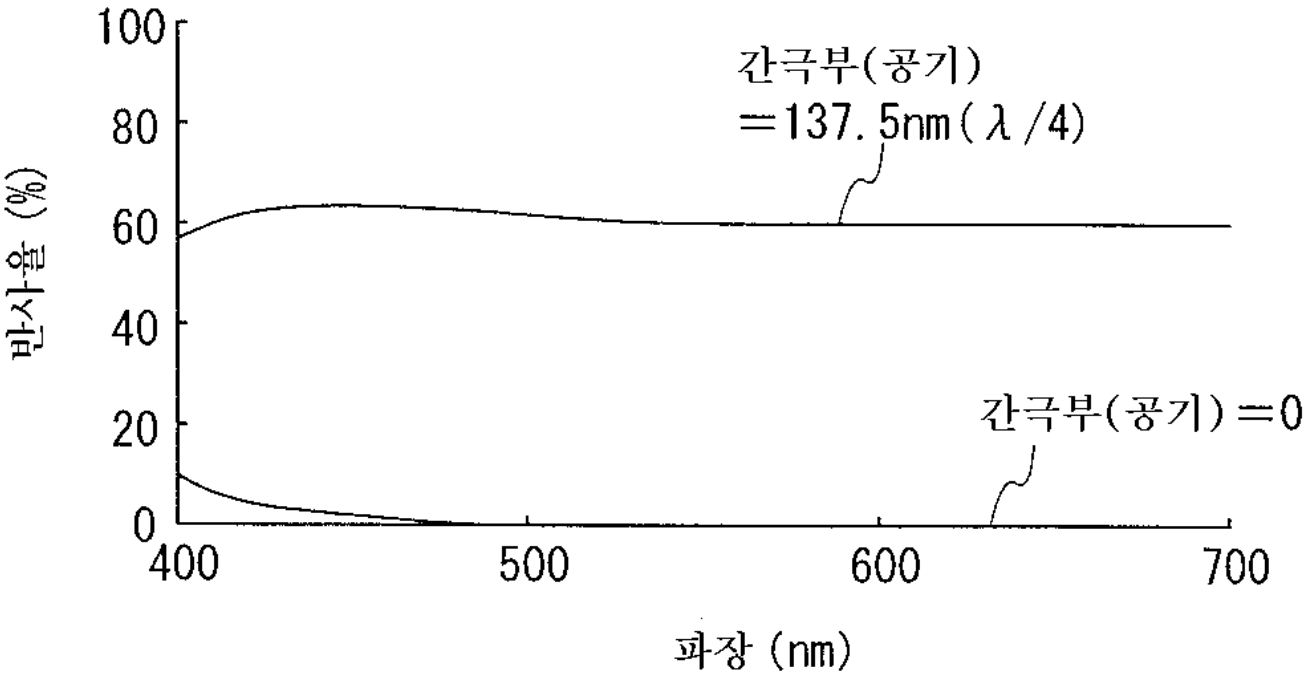
도면 44


d4
d3
d5
d2
d1
n4
n3
n2
n1
ns
85
84
83
82
81
80
6

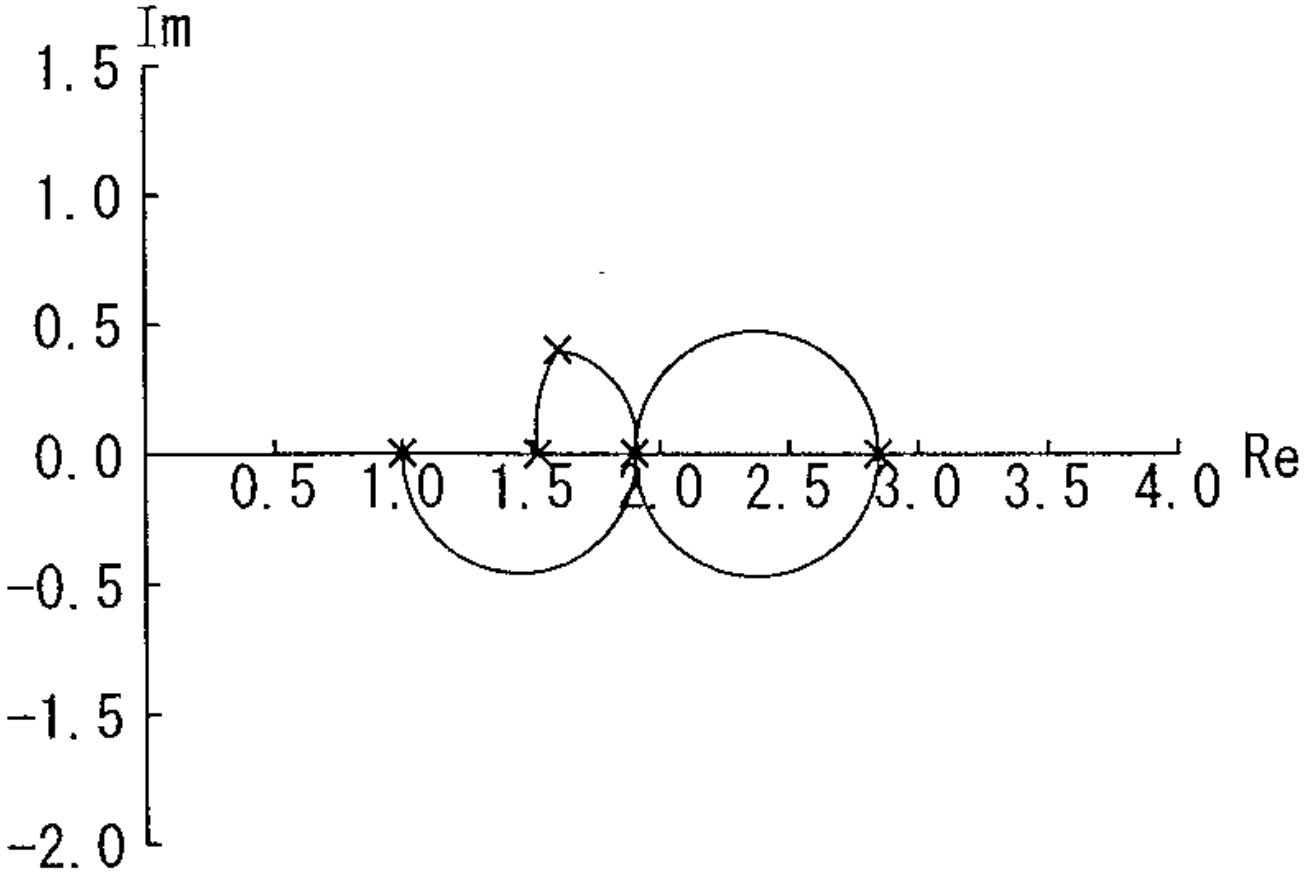
도면 45


n4
n3
n2
n1
ns
85
84
82
81
80
6

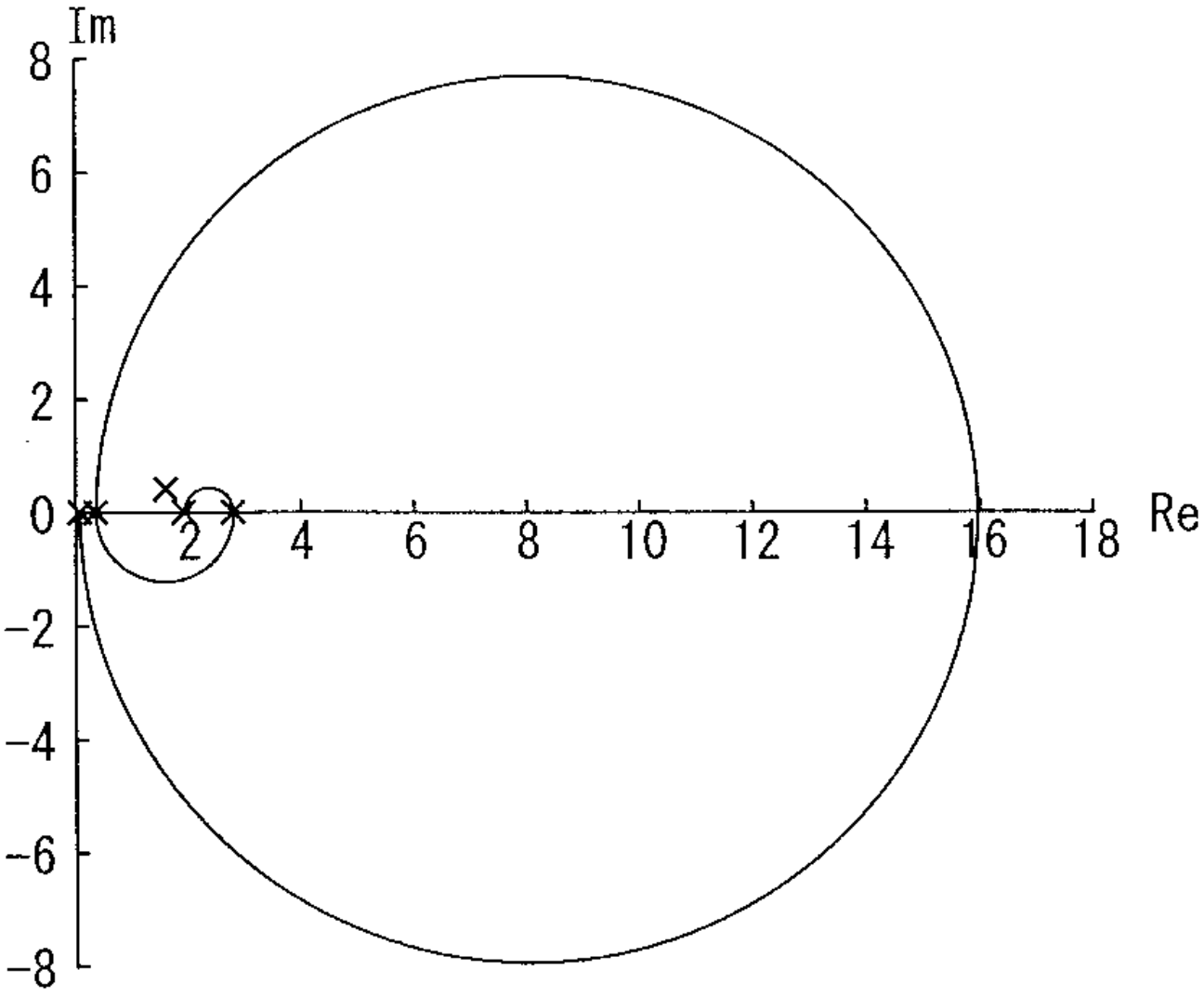
도면 46


100
80
60
40
20
0
400
500
600
700
반사율 (%)
파장 (nm)
간극부(공기)
=137.5nm(λ/4)
간극부(공기)=0

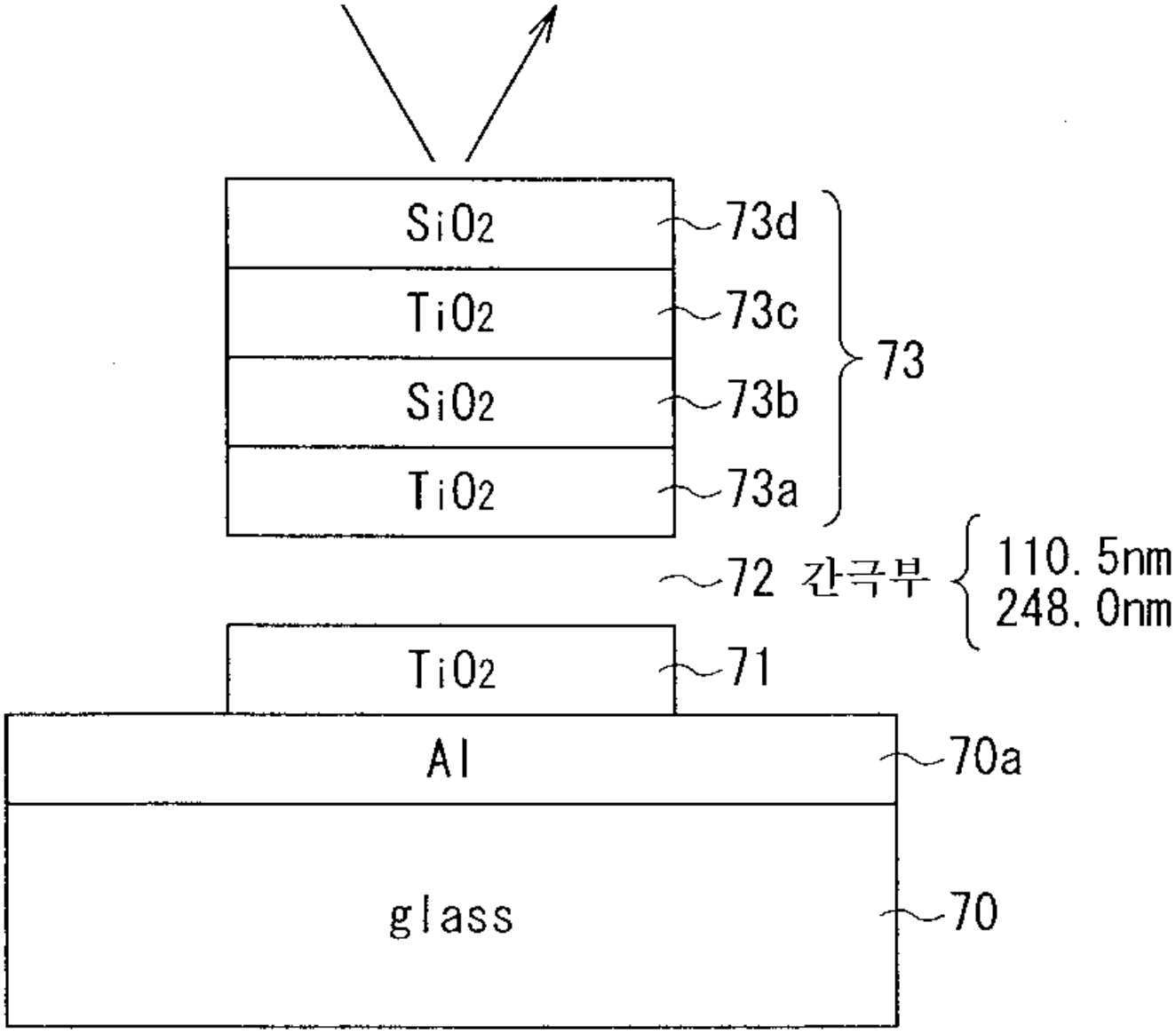
도면 47a


Im
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.5
-2.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
Re

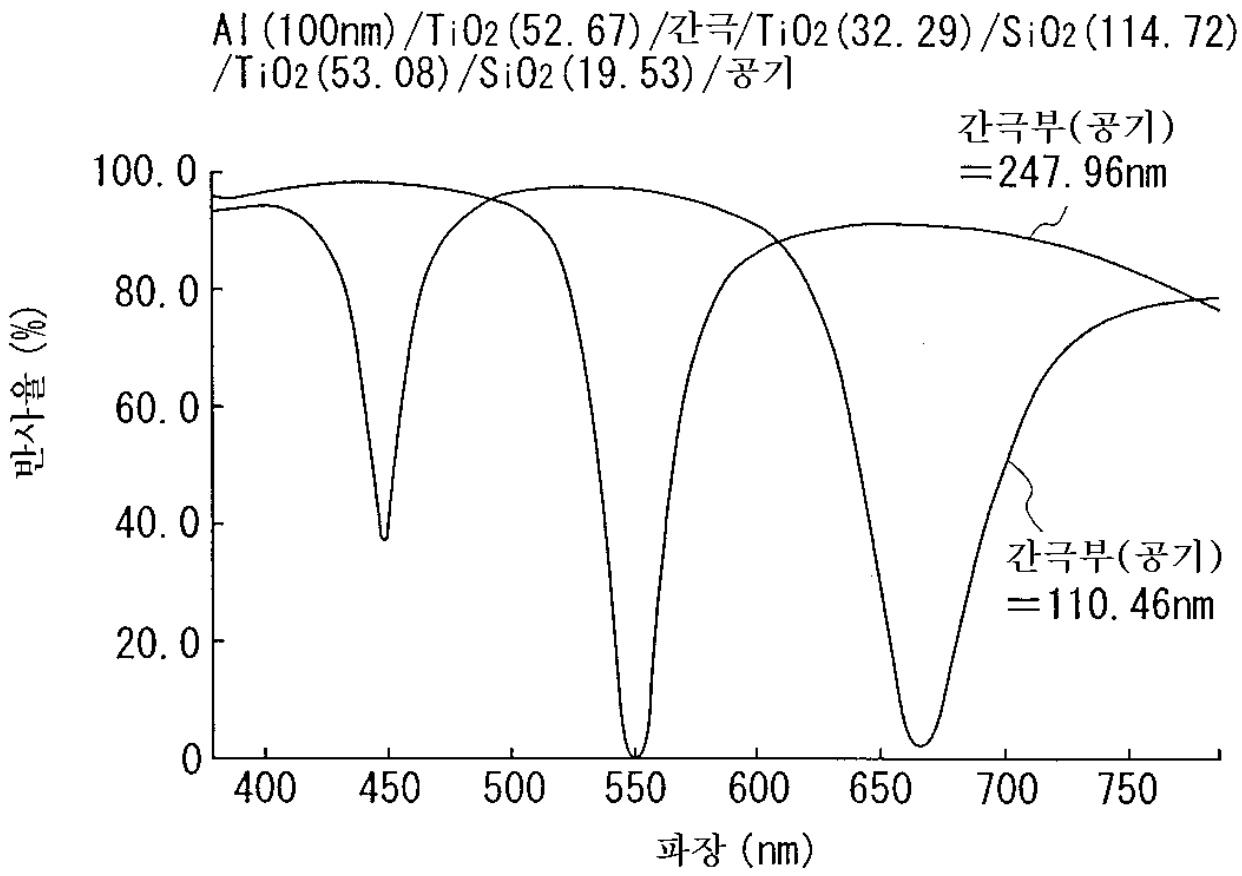
도면 47b



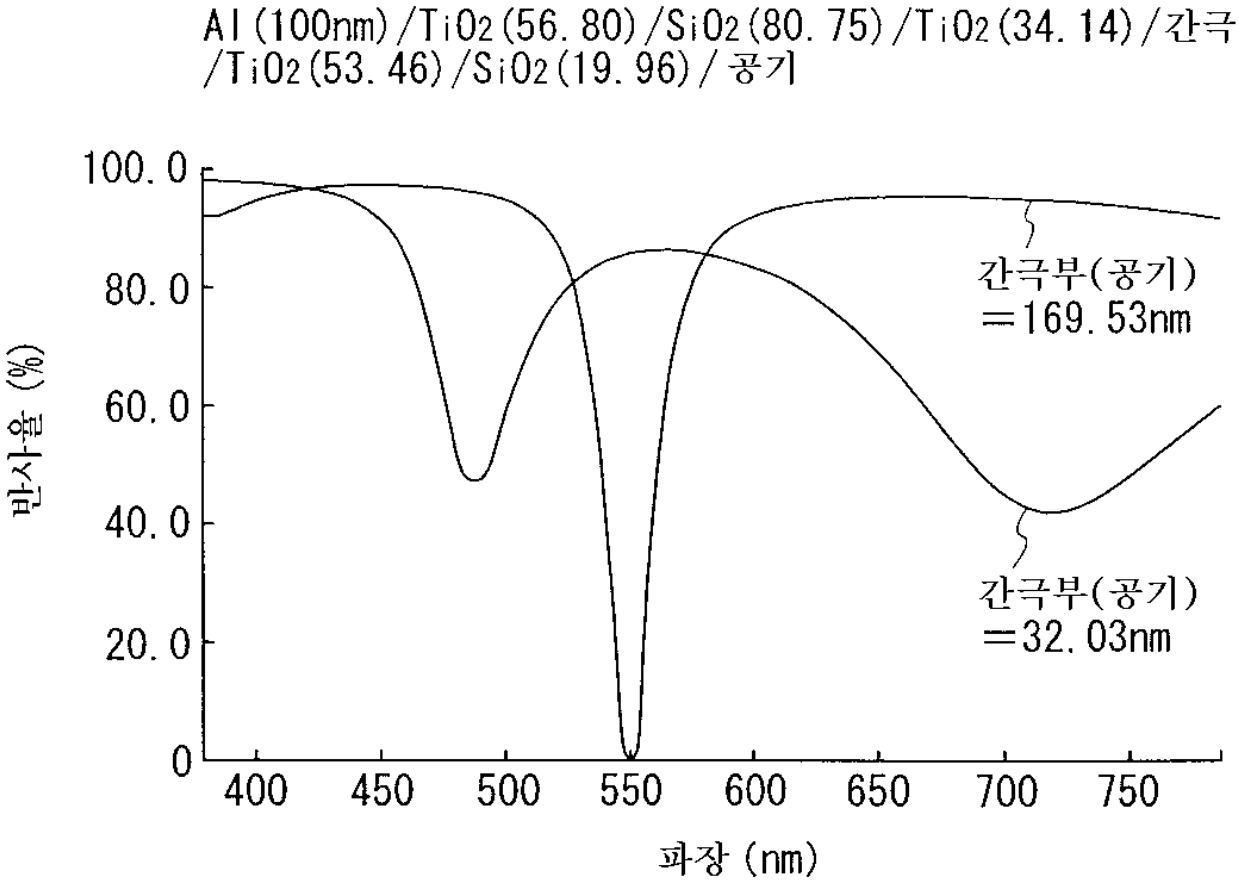
도면 48


SiO2
TiO2
SiO2
TiO2
73d
73c
73b
73a
73
72 간극부
110.5nm
248.0nm
TiO2
71
Al
70a
glass
70

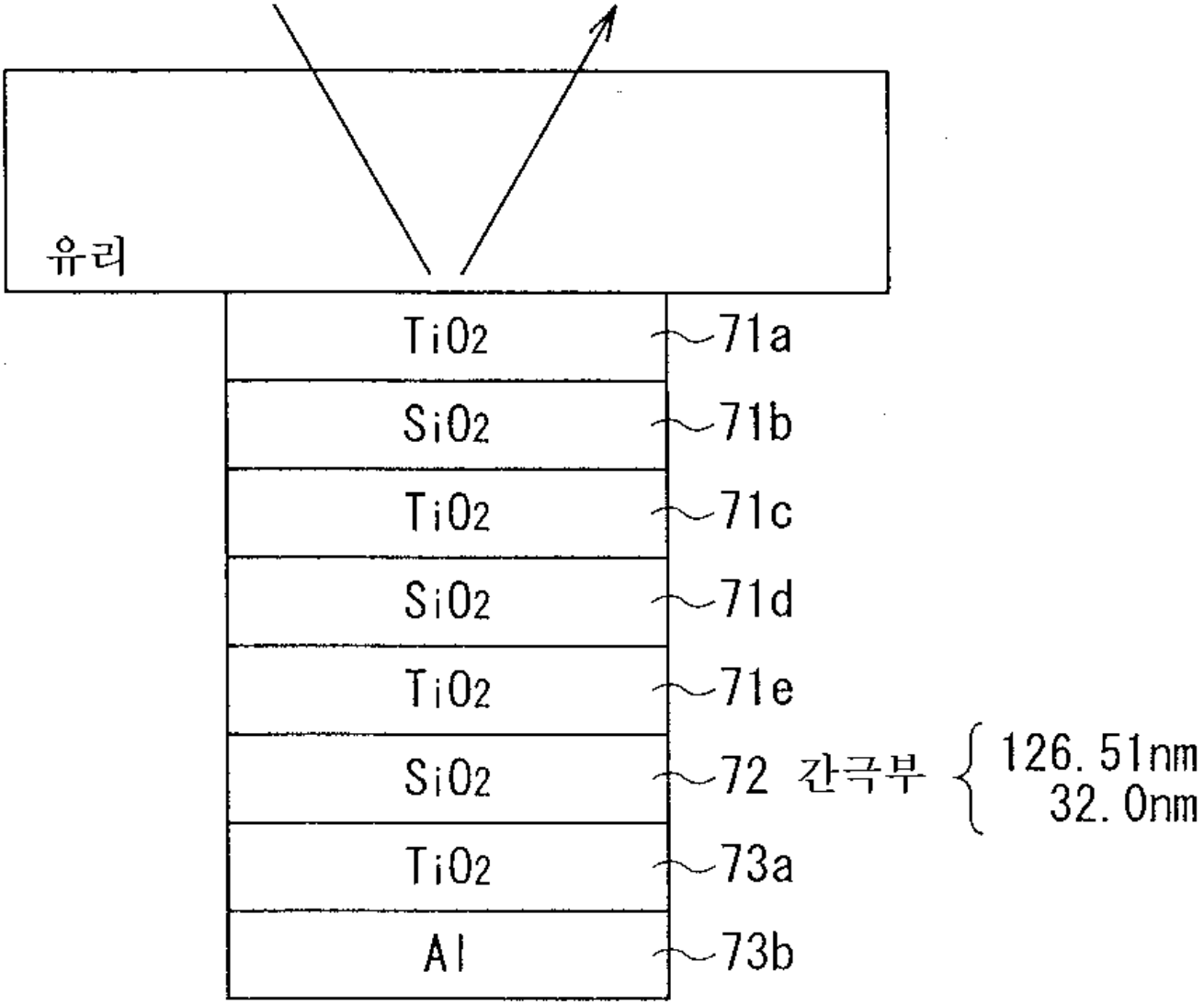
도면 49


Al(100nm)/TiO2(52.67)/간극/TiO2(32.29)/SiO2(114.72)
/TiO2(53.08)/SiO2(19.53)/공기
간극부(공기)
=247.96nm
간극부(공기)
=110.46nm
반사율 (%)
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
400
450
500
550
600
650
700
750
파장 (nm)

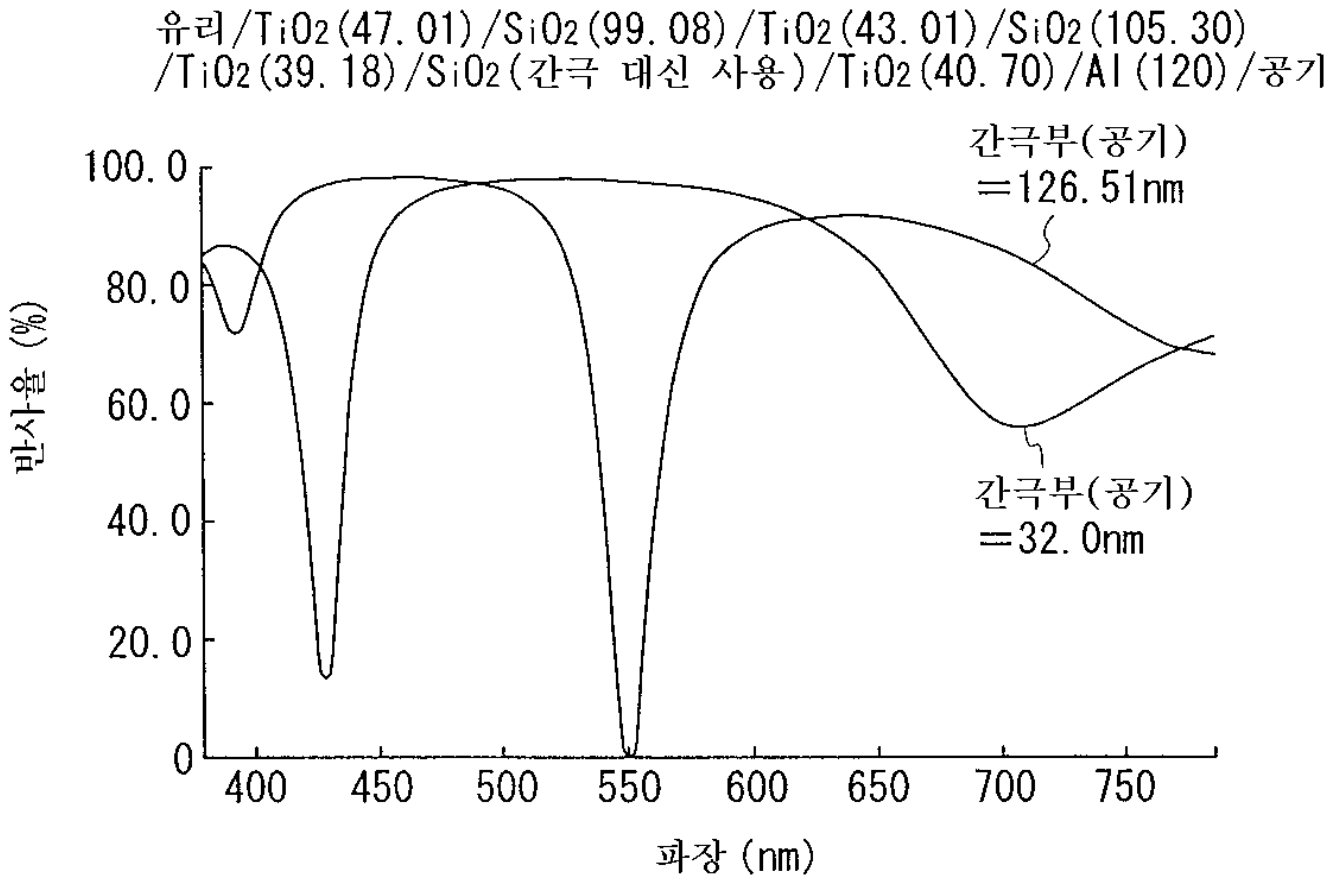
도면 50


Al(100nm)/TiO2(56.80)/SiO2(80.75)/TiO2(34.14)/간극
/TiO2(53.46)/SiO2(19.96)/공기
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
반사율(%)
400
450
500
550
600
650
700
750
파장(nm)
간극부(공기)
=169.53nm
간극부(공기)
=32.03nm

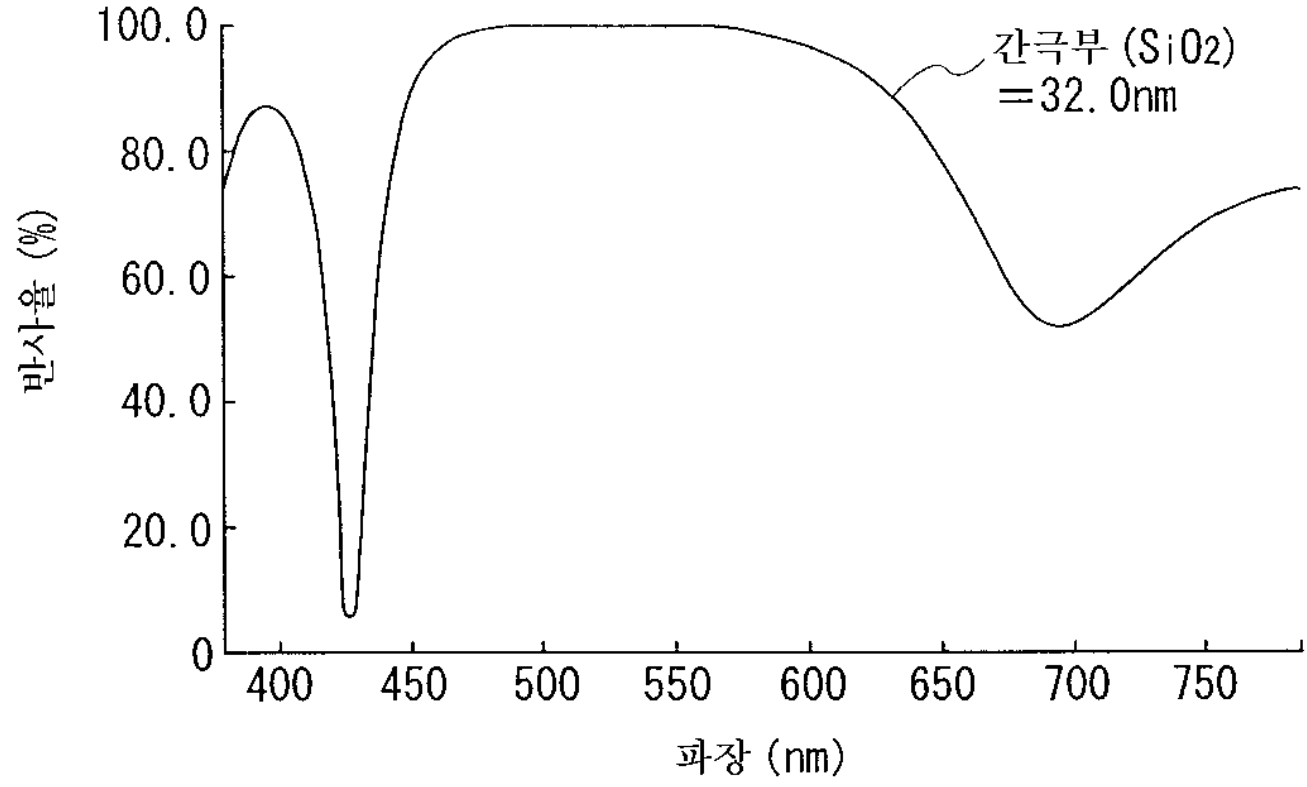
도면 51


유리
TiO2
71a
SiO2
71b
TiO2
71c
SiO2
71d
TiO2
71e
SiO2
72 간극부
126.51nm
32.0nm
TiO2
73a
Al
73b

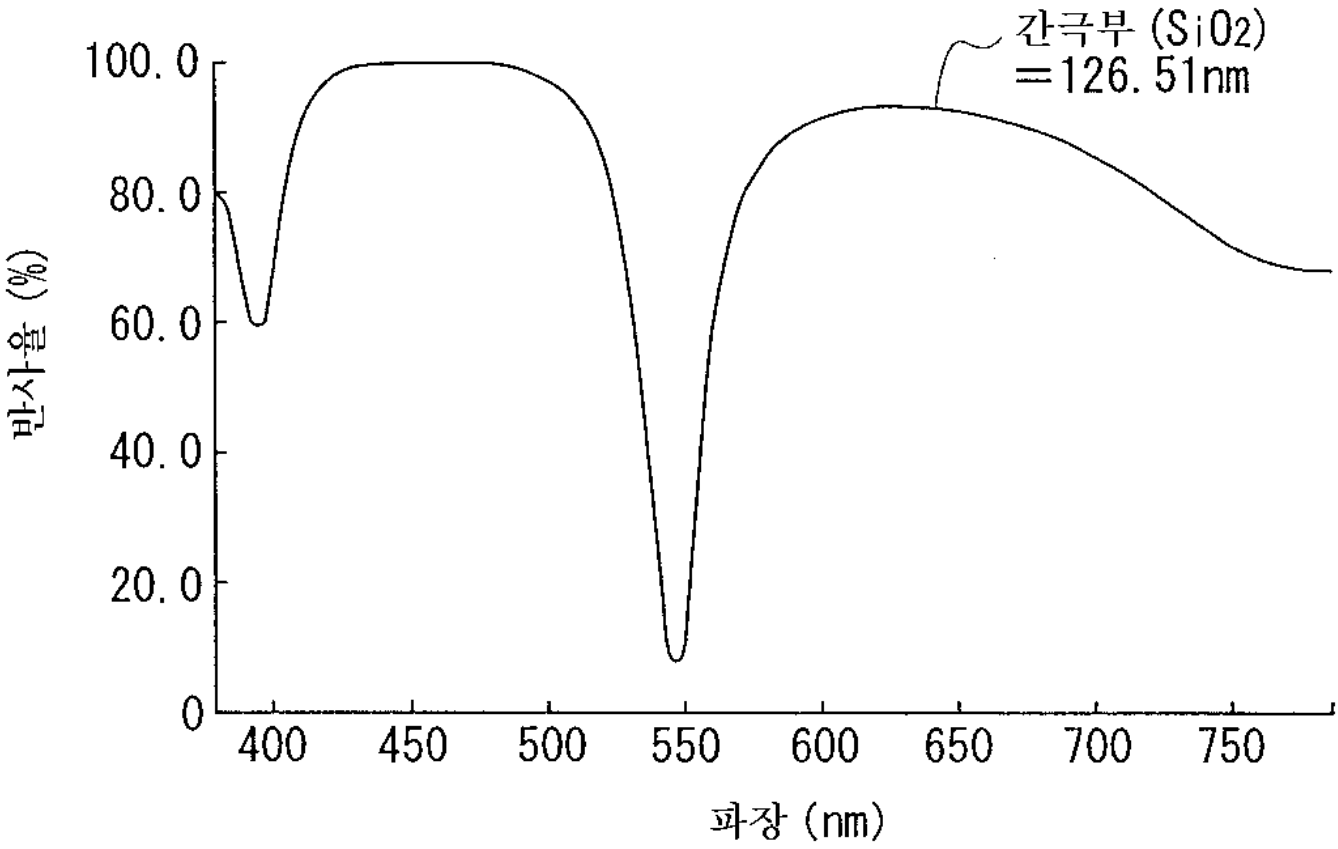
도면 52


유리/TiO2(47.01)/SiO2(99.08)/TiO2(43.01)/SiO2(105.30)
/TiO2(39.18)/SiO2(간극 대신 사용)/TiO2(40.70)/Al(120)/공기
간극부(공기)
=126.51nm
간극부(공기)
=32.0nm
반사율 (%)
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
400
450
500
550
600
650
700
750
파장 (nm)

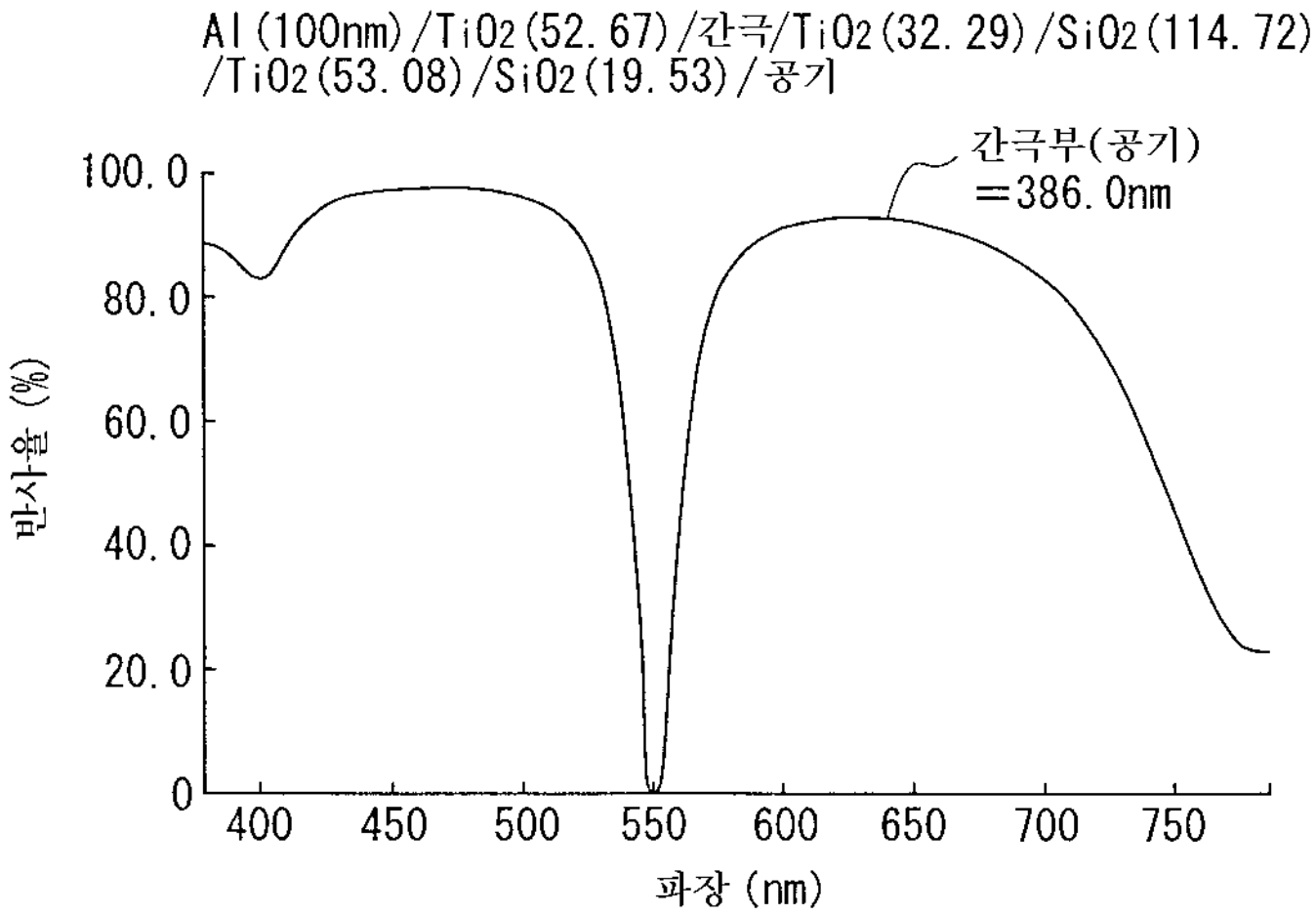
도면 53


간극부 (SiO2)
=32.0nm
반사율 (%)
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
400
450
500
550
600
650
700
750
파장 (nm)

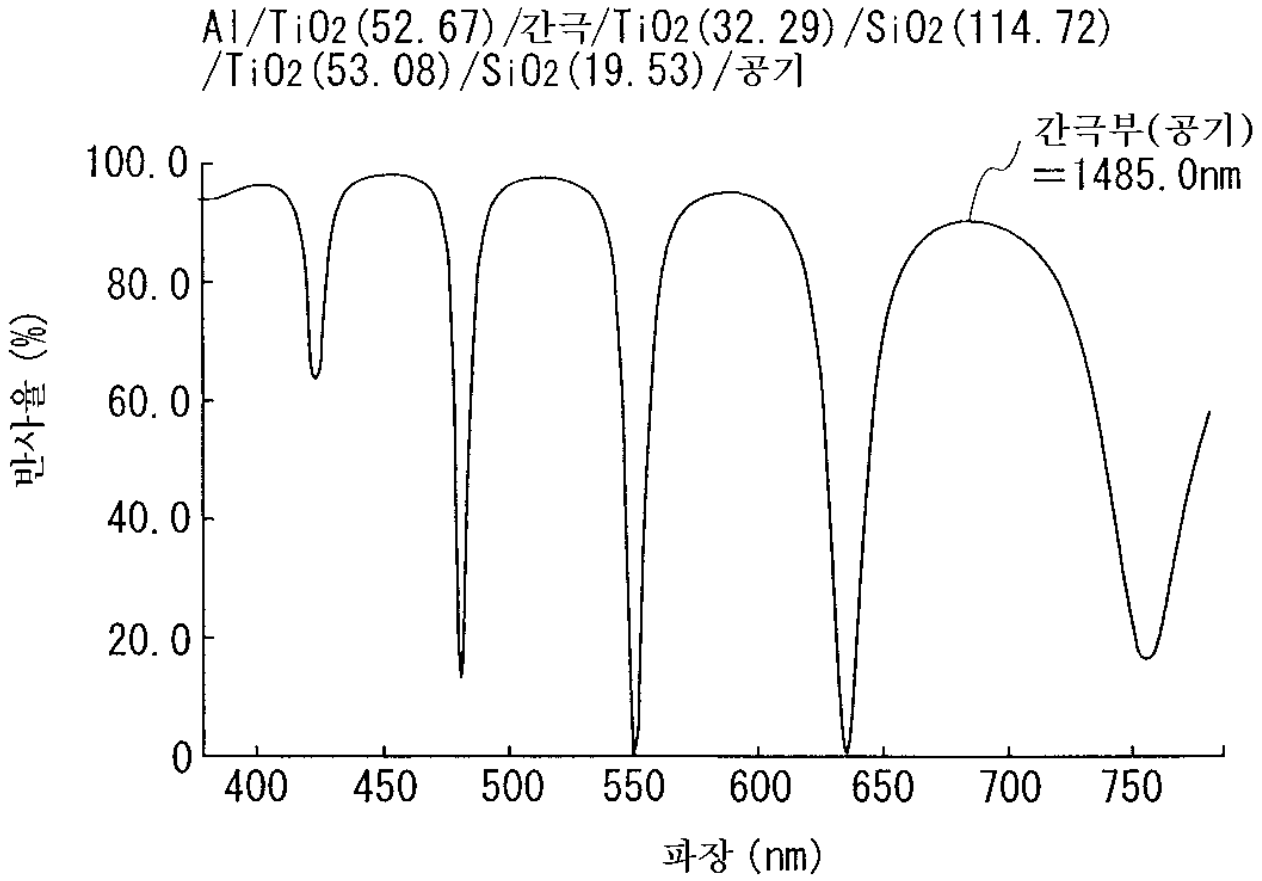
도면 54


간극부 (SiO2)
=126.51nm
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
반사율 (%)
400
450
500
550
600
650
700
750
파장 (nm)

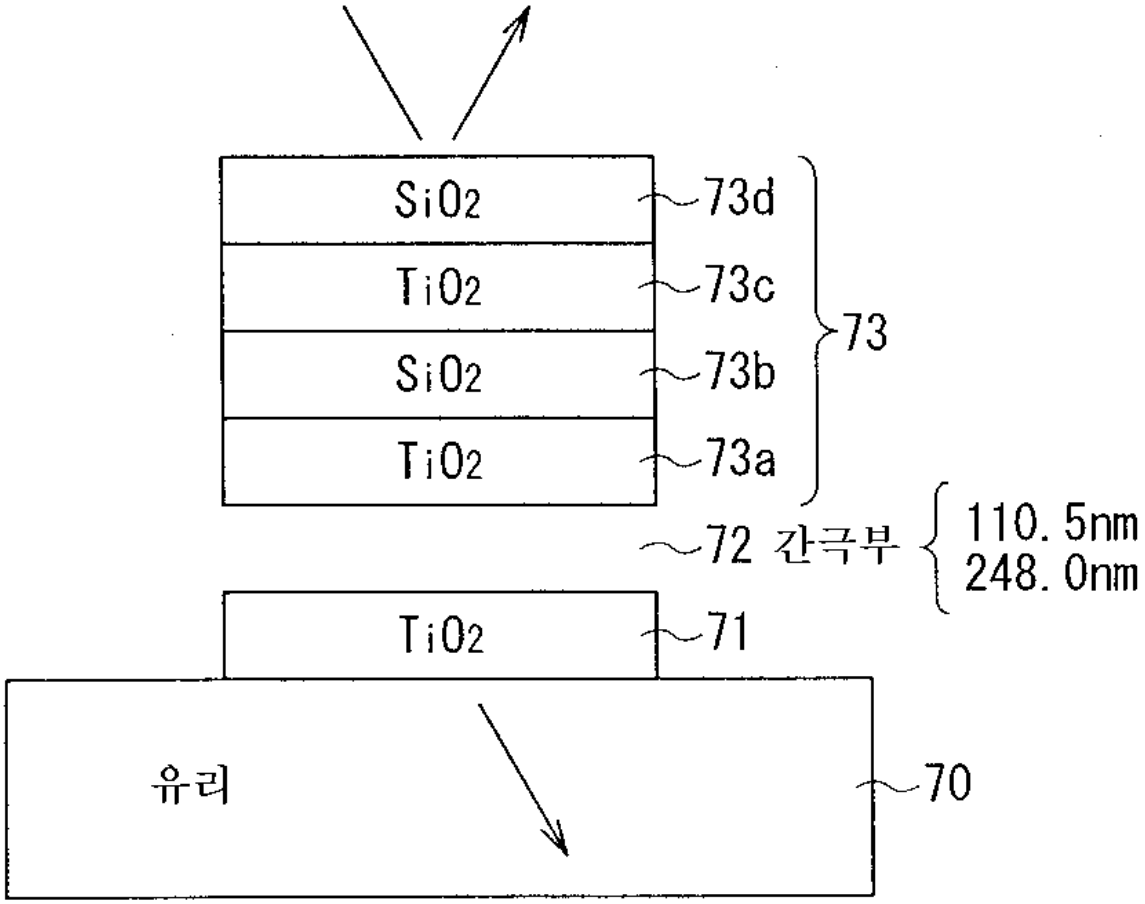
도면 55


Al(100nm)/TiO2(52.67)/간극/TiO2(32.29)/SiO2(114.72)
/TiO2(53.08)/SiO2(19.53)/공기
간극부(공기)
=386.0nm
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
반사율 (%)
400
450
500
550
600
650
700
750
파장 (nm)

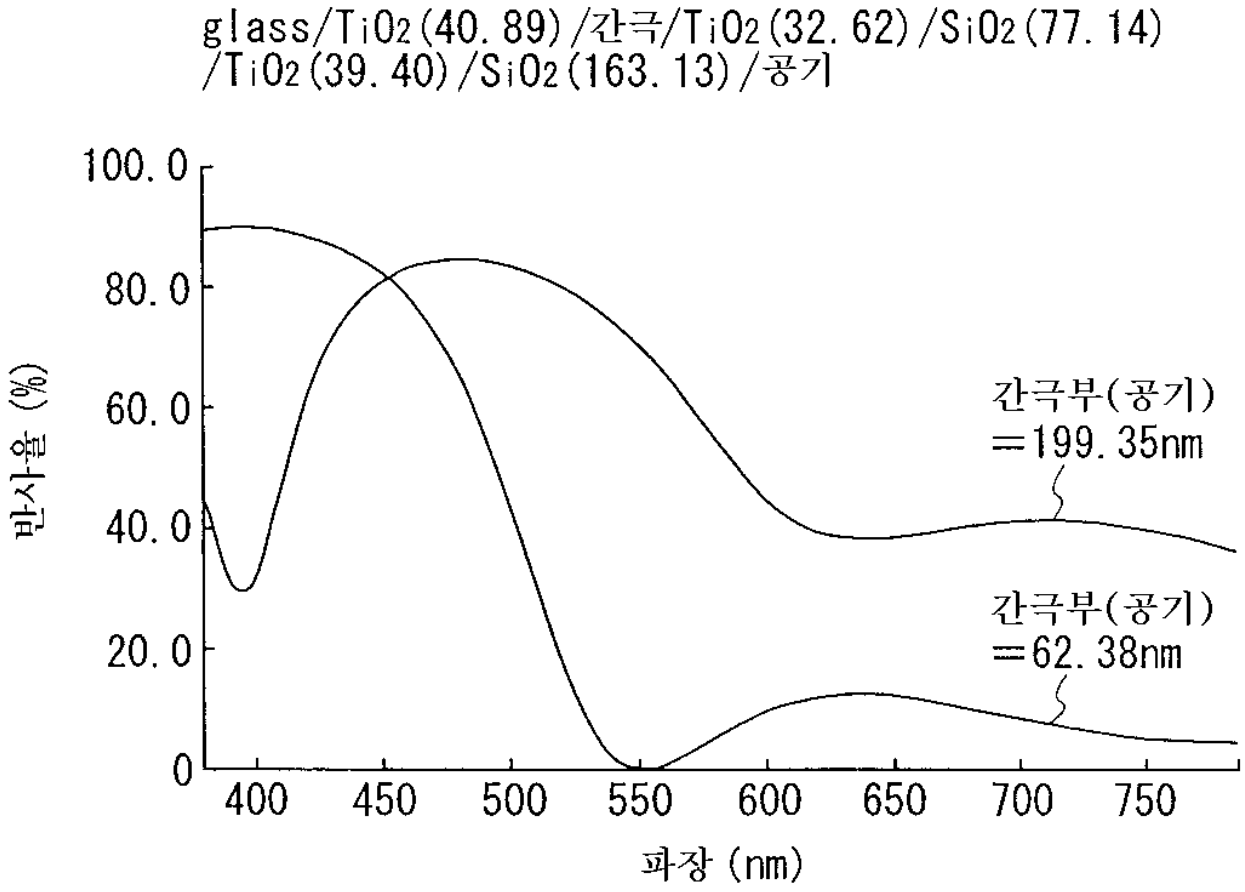
도면 56


Al/TiO2(52.67)/간극/TiO2(32.29)/SiO2(114.72)
/TiO2(53.08)/SiO2(19.53)/공기
간극부(공기)
=1485.0nm
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
반사율 (%)
400
450
500
550
600
650
700
750
파장 (nm)

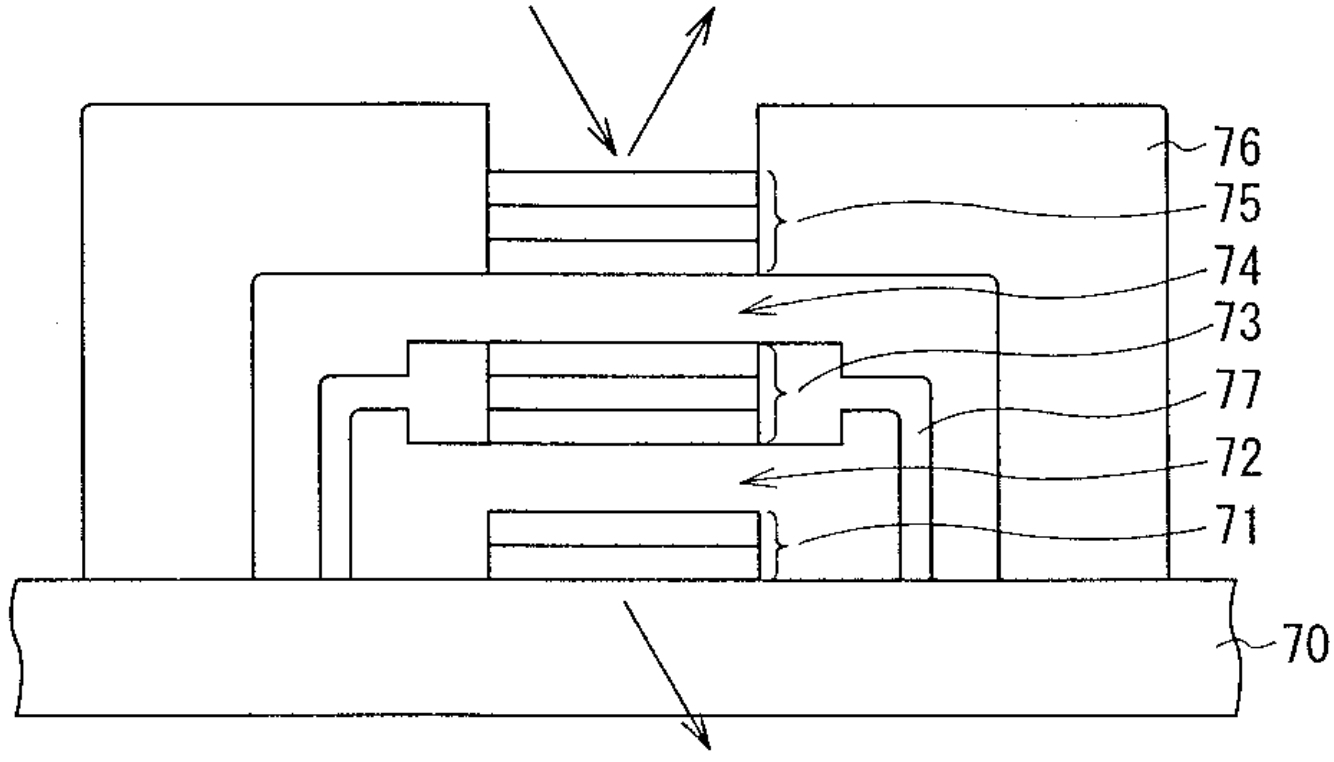
도면 57


SiO2
73d
TiO2
73c
SiO2
73b
TiO2
73a
73
72 간극부
110.5nm
248.0nm
TiO2
71
유리
70

도면 58


glass/TiO2(40.89)/간극/TiO2(32.62)/SiO2(77.14)
/TiO2(39.40)/SiO2(163.13)/공기
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0
반사율 (%)
400
450
500
550
600
650
700
750
파장 (nm)
간극부(공기)
=199.35nm
간극부(공기)
=62.38nm

도면 59


76
75
74
73
77
72
71
70