(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[7]
G02B 27/28

(45) 공고일자 2001년04월16일
(11) 등록번호 10-0286956
(24) 등록일자 2001년01월18일

(21) 출원번호	10-1996-0704694	(65) 공개번호	특1997-0701364
(22) 출원일자	1996년08월27일	(43) 공개일자	1997년03월17일
번역문제출일자	1996년08월27일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP 95/02740	(87) 국제공개번호	WO 96/20423
(86) 국제출원일자	1995년12월27일	(87) 국제공개일자	1996년07월04일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 국내특허 : 캐나다 대한민국 미국 중국		
(30) 우선권주장	1994-338571 1994년12월27일 일본(JP) 1995-94451 1995년03월27일 일본(JP) 1995-179224 1995년07월14일 일본(JP) 1995-269388 1995년09월21일 일본(JP) 1995-337260 1995년12월25일 일본(JP)		
(73) 특허권자	도낀 가부시끼가이샤 일본 미야기껭 센다이시 다이하꾸꾸 고리야마 6쪼메 7-1		
(72) 발명자	오사와 류지 일본국 미야기껭 센다이시 다이하꾸구 고리야마 6죠메 7반 1고우가부시끼가이샤 토킨 (내)		
(74) 대리인	남상선		

심사관 : 김형철

(54) 광 아이솔레이터용 광학 소자 조립체 및 그 제조방법

요약

편광자(50), 패러데이 회전자(60), 및 검광자(70)의 적어도 3가지 광학소자가 일광축상에 정렬로 배치됨으로써 구성되는 광 아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법이다. 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6), 및 검광자 재료판(7)을 납땜으로 접합하고, 상기 납땜으로 접합된 광학재료판을 절단하여 복수의 광 아이솔레이터용 광학 소자 조립체(2)를 일시에 제조하는 것을 특징으로 한다. 본 발명은 대량 생산성이 뛰어나며, 광학 소자 조립체의 비용을 대폭 줄일 수 있다.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

광아이솔레이터용 광학소자 조립체 및 그 제조 방법

[기술분야]

본 발명은 광통신, 광계측 등에 사용되는 패러데이 효과를 이용한 광아이솔레이터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 광아이솔레이터의 부품인 광학소자 조립체의 제조 방법에 관한 것이다.

[배경기술]

최근, 반도체 레이저를 광원으로 한 광통신 시스템이나, 반도체 레이저를 사용한 광 응용기기가 광범위하게 사용되고 있으며, 더욱이 그 용도 및 이용 규모가 확대되고 있다.

이러한 광통신 시스템이나 광응용 기기의 정밀도나 안전성을 향상시키기 위해서는, 반도체 레이저로의 반사광을 제거하는 것이 유효하지만, 상기 반사광 제거 수단으로서 광아이솔레이터가 사용되고 있다.

종래 광아이솔레이터의 일반적인 구성은, 편광자, 패러데이 회전자, 및 검광자의 적어도 3가지의 광학소자를 일직선으로 배치하여 구성되는 광학소자 조립체와, 자계 발생용의 영구 자석과, 상기 광학소자 조립체 및 영구 자석을 고정하여 보호하기 위한 홀더로 구성되어 있다.

종래, 광학소자간을 서로 고정하는 방법, 및 광학소자를 홀더에 고정하는 방법으로서, 유기 접착제에 의한 고정법이 이용되어 왔으나, 이 고정법으로는 장기간에 걸쳐 접착력을 유지하는 것이 곤란하며, 특히

온도, 온습도 등의 환경 변화에 따라 접착력이 저하되었다.

이로 인해, 광통신용 중계기 등과 같이 장기간에 걸쳐 고도의 신뢰성이 요구되는 광아이솔레이터에 있어서는, 유기 접착제에 의한 고정법 대신에, 금속 융착법에 의한 고정법을 이용하여 구성된 광아이솔레이터가 제안되고 있다.

상기 금속 융착법에 의한 접착은, 가스 터빈 블레이드, 마그네트론이나 마이크로파 전자관의 진공창, 고출력 고주파 전파 송신기관 등의 폭넓은 분야에서 응용되며, 실용화되고 있는 기술이다. 상기 금속 융착법은 광아이솔레이터에서는 각 광학소자의 개구의 주변에 형성된 금속막을 통해 광학소자간을 접착하거나, 혹은 광학소자와 홀더를 접착하는 것에 사용되고 있다.

상기 금속막의 재료는 피접착 재료에 따라 다소 상이하지만, 일반적으로 밀착력을 확보하기 위해, 바탕층으로서, Cr, Ta, W, Ti, Mo, Ni 혹은 Pt 중 1종류의 금속으로 이루어진 층, 또는 이러한 금속 중 적어도 1종류의 금속을 포함하는 합금으로 이루어진 층이 형성되며, 또한 가장 바깥층으로서, Au, Ni, Pt 등이 사용된다. 더욱이, 바탕층과 가장 바깥층 사이의 중간층으로서, Ni, Pt등으로 이루어진 층이 형성될 경우도 있다.

또한, 융착용 금속으로서는 Au-Sn합금, Pb-Sn합금, Au-Ge합금 등 납땜재나 밀납재가 사용되지만, 밀착 강도가 크고 융착온도도 비교적 낮은 Au-Sn합금의 납땜재가 밀착 강도 및 작업성 면에서 우수하므로, 금속 융착 고정용 재료로서 바람직하다.

상기한 금속막의 형성 방법으로서는, 도금법에 의한 습식 공정, 및 진공 증착법 및 스퍼터링법 등의 건식 공정이 알려져 있지만, 광학소자의 광학면 또는 반사 방지막에 흠집이 생기거나, 먼지가 붙는 것을 방지하기 위해, 건식 공정이 많이 이용되고 있다.

여기서, 제 29도 및 제 30도에 종래의 금속 융착형 광아이솔레이터의 제조 방법을 도시한다. 우선 제 29도의 (a)에 도시한 바와 같이, 외부 홀더(42)와 도금 처리된 단부 홀더(40)를 레이저로 용접하고, 그 안에 링형상의 영구 자석(3), 링형상의 납땜(14), 표리 양면에 금속막(10)이 형성된 편광자(50), 링형상의 납땜(14), 도금된 내부링(15), 링형상의 납땜(14), 한쪽면에 금속막(10)이 형성된 패러데이 회전자(60)의 순으로 배치하고, 열처리 로에 넣어 납땜을 한다. 이 부품을 A부품이라 부르기로 한다.

한편, 제 29도 (b)에 도시한 바와 같이, 한쪽면에 금속막(10)이 형성된 검광자(70)는, 도금된 단부 홀더(41)위에 링형상의 납땜(14)을 개재시켜 배치되며, 열처리 로에 넣어져 납땜을 수행한다. 이 부품을 B부품이라 한다.

이 후, 제 30도 (a)에 도시된 바와 같이, 소정 파장의 광선을 검광자측(B부품)으로부터 넣고, 편광자측(A부품)으로부터 출사되는 광 파워가 최저가 되도록, 검광자(70)를 회전시켜, 광 파워가 최저가 된 곳에서 B부품을 A부품에 끼워 넣은 후, 레이저 용접기에 의해 단부 홀더(40, 41)와 외부 홀더(42)를 용접함으로서 제 30도 (b)에 도시한 바와 같이, A부품과 B부품이 조합되어 하나의 광아이솔레이터(1)가 완성된다.

그러나, 종래의 제조 방법으로는 대량 생산성 및 비용에 있어 중대한 문제가 있었다. 즉, 편광자, 검광자 및 패러데이 회전자의 각 광학소자는, 각각 크기가 10㎜ 이상인 광학재료판에 반사 방지막을 형성한 후에, 1.6㎜각 정도의 사이즈로 절단하여 제작된다. 그 후, 제 31도에 도시한 바와 같이, 1개의 광학소자(20)는 지지판(17) 및 마스크 누름판(18)으로 구성되는 고정지그(jig)에 고정된다. 이 고정지그에 의해, 1개의 광학소자(20)는 금속 마스크(19)에 의해 개구가 될 영역이 마스킹되고, 진공 증착법 또는 스퍼터링법의 건식 공정에 의해 금속막이 소정의 형상으로 형성된다.

상기 종래의 제조 방법에서는, 광학재료판을 1개분의 광학소자로 절단한 후의 세정이나, 그 후의 광학소자를 고정 지그에 셋팅하기 위한 공정에 상당히 많은 노력이 요구되었으며, 대량의 광학소자에 금속막을 형성하는 것이 곤란하였다.

더욱이 전술한 바와 같이, 편광자, 패러데이 회전자 및 단부 홀더를 납땜으로 접착한 A부품과, 검광자 및 단부 홀더를 납땜으로 접착한 B부품을 한 조씩 각도를 조정하면서 고정하기 때문에 공정수가 많아지고, 비용이 증가된다는 문제점이 있다.

또한, 광학소자를 복수개 잘라 만들 수 있는 크기의 편광자 재료판, 패레데이 회전자 재료판 및 검광자 재료판의 각 광학재료판을 직접 납땜접착하는 방법도 검토되어, 납땜 재료로 구성된 박막을 진공 증착법에 의해 금속막 위에 형성하는 방법이 실시되었다. 그러나, 광학소자 전체 면적에 대해 납땜막이 형성되는 부분의 면적이 작기 때문에, 납땜 재료의 이용 효율이 상당히 나쁘며, 충분한 접착 상태를 얻기 위해서는 납땜막으로서 수㎛이상의 두꺼운 막을 필요로 하여, 비용이 상승하므로 실용적이지 않았다.

본 발명의 기술적 과제는 이상에서 서술한 문제점을 해결하여 대량 생산성이 우수하고, 저렴한 비용으로 제조할 수 있는 신뢰성 높은 광아이솔레이터의 제조 방법을 제공하려고 하는 것이다.

[발명의 개시]

본 발명에 따르면, 편광자, 패러데이 회전자, 및 검광자의 적어도 3가지의 광학소자가 일광축상에 정렬로 배치됨으로써 구성되는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법으로서, 복수의 상기 편광자를 잘라 만들 수 있는 패레데이 편광자 재료판, 및 복수의 상기 검광자를 잘라 만들 수 있는 검광자 재료판의 적어도 3장의 광학재료판을 준비하여, 상기 편광자 재료판의 상기 패러데이 회전자 재료판과 마주 보는 광학면, 상기 패러데이 회전자 재료판의 상기 편광자 재료판 및 검광자 재료판과 마주보는 광학면, 및 상기 검광자 재료판의 상기 패레데이 회전자 재료판과 마주보는 광학면의 각 광학면에 있어서 광투과용 개구가 될 영역 이외의 부분에 금속막을 형성하는 금속막 형성 공정과, 상기 금속막 형성 공정후, 상기 편광자 재료판의 편광방향에 대해 상기 검광자 재료판의 편광 방향이 실질적으로 45° 기운 상태가 되도록 상기 각 광학재료판을 적층하고, 상기 각 광학면에 형성된 금속막 부분에서, 상기 각 광학재료판을 서로 납땜하는 납땜 공정과, 상기 납땜 공정후 상기 각 광학재료판을 절단하여, 복수의 상기 광학소자 조립체를 잘라 만드는 절단 공정을 갖는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법을

얻을 수 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 납땜 공정 전에 상기 패러데이 회전자 재료판과 마주보는 광학면과 상기 편광자 재료판과 마주보는 광학면 중, 적어도 한쪽 광학면에, 상기 각 광학재료판을 상기 광학소자 조립체 단위로 나누기 위한 제 1 홈을 형성하고, 상기 검광자 재료판과 마주보는 광학면과 상기 패더레이 회전자 재료판과 마주보는 광학면 중 적어도 한쪽 방향의 광학면에 상기 제 1 홈과 동일한 패턴의 제 2 홈을 형성하는 홈 형성 공정을 부가하여, 상기 절단 공정에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 홈 부분에서 상기 각 광학재료판을 절단하는 것을 특징으로 하는 제 1항의 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조방법을 얻을 수 있다.

본 발명에서, 상기 홈형성 공정 후에 상기 금속막 형성 공정이 수행되며, 상기 금속막 형성 공정에 있어서, 상기 금속막을 상기 제 1 및 제 2 홈을 구성하는 벽면에도 형성하고, 상기 절단 공정에 있어서 상기 금속막이 형성된 벽면을 갖는 부분이 상기 각 광학소자의 측면에 단부로서 남도록 상기 제 1 및 제 2 홈 부분을 상기 중앙부에서 절단하는 것을 특징으로 하는 제 2 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법을 얻을 수 있다.

본 발명에서, 편광자, 패러데이 회전자, 및 검광자의 적어도 3개의 광학소자가 일광축상에 정렬로 배치되며, 상기 각 광학소자가 그 광학면의 개구 주변에 형성된 금속막을 통해 납땜으로 접합되어 있는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체에 있어서, 상기 각 광학소자의 측면에 단부가 형성되고, 상기 게단형 부분에 금속막이 형성되어, 상기 단부에 형성된 금속막을 통해 영구 자석의 도금부에 납땜으로 접합되는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체를 얻을 수 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 납땜 공정에 있어서, 상기 금속막에 의해 범위가 정해진 상기 각 광학재료판 개구의 동일한 곳을 통과하는 광축이 상기 광학면에 직교하는 직선에 대해 기울어지도록, 상기 각 광학재료판을 적층하며, 이 상태에서 상기 각 광학재료판을 상기 금속막의 부분에서 납땜하고, 상기 절단 공정에서, 상기 광축에 따라 상기 각 광학재료판을 절단하는 것을 특징으로 하는 제 1항의 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조방법을 얻을 수 있다.

본 발명에 따르면, 편광자, 패러데이 회전자, 및 검광자의 적어도 3개의 광학소자가 일광축상에 정렬로 배열되며, 상기 각 광학소자가 그 광학면의 개구 주변에 형성된 금속막을 통해 납땜으로 접합되어 있는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체에 있어서, 상기 각 광학소자의 광학면에 직교하는 직선이 상기 각 개구의 동일한 곳을 통과하는 광축에 대해서 기울어져 있고, 상기 각 광학소자의 측면이 동일 평면상에 나란함과 동시에 상기 광축과 평행인 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체를 얻을 수 있다.

본 발명에서, 상기 납땜 공정후에, 상기 각 광학재료판의 광학면에 방수성을 갖는 표면개질제를 도포하는 표면 개질 공정을 수행하고, 상기 표면 개질 공정후에, 상기 절단 공정을 수행하도록 한 것을 특징으로 하는 제 1항의 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법을 얻을 수 있다.

본 발명에 따르면, 상기 표면 개질 공정에 있어서 이용되는 표면개질제가, 실란계 커플링제인 것을 특징으로 하는 제 7항의 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법을 얻을 수 있다.

본 발명에서, 상기 표면 개질 공정에 있어서 이용되는 표면개질제가, 플루오르알킬실란인 것을 특징으로 하는 제 7항의 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법을 얻을 수 있다.

본 발명에 따르면, 상기 금속막 형성 공정에 있어서, 상기 금속막에 의해 범위가 정해진 상기 개구가 상기 금속막에 의해 완전히 둘러싸여지도록, 상기 금속막을 형성하는 것을 특징으로 하는 제 1항의 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법을 얻을 수 있다.

본 발명에 따르면, 상기 금속막 형성 공정에 있어서 사기 금속막 형성을 위해 사용되는 금속 마스크가 상기 개구가 될 영역을 덮는 마스크부와, 상기 마스크부 사이를 접속하는 다리부를 가지며, 상기 마스크부가 상기 개구가 될 영역을 덮고 있을 때, 상기 다리부가 상기 광학면으로부터 벗어나도록 형성되는 것을 특징으로 하는 제 10항의 광아이솔레이터용 광학소자 조립체의 제조 방법을 얻을 수 있다.

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 제 1실시 형태의 홈 형성 공정을 도시한 사시도.

제2도는 제 1 실시 형태의 금속막 형성 공정을 도시한 사시도.

제3도는 제 1 실시 형태의 납땜 공정을 도시하며, (a)는 홈에 납땜을 삽입한 상태를 도시한 단면도, (b)는 납땜이 완료된 상태를 도시한 단면도.

제4도는 제 1 실시 형태에 있어서 작용을 도식적으로 도시하며, (a)는 납땜재를 홈에 넣은 상태의 단면도, (b)는 납땜재가 녹은 상태의 단면도.

제5도는 제 1 실시 형태의 변형에 있어서 작용을 도식적으로 도시하며, (a)는 납땜재를 홈에 넣은 상태의 단면도, (b)는 납땜재가 녹은 상태의 단면도.

제6도는 제 1 실시 형태의 절단 공정을 도시하며, (a)는 절단전 상태의 단면도, (b)는 절단후 상태의 단면도.

제7도는 제 1 실시 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체를 이용하여 구성된 아이솔레이터의 단면도.

제8도는 제 1 실시 형태의 변형예에 있어서 금속막 형성 공정을 도시한 사시도.

제9도는 본 발명의 제 2 실시 형태에 있어서 금속막 형성 공정 종료시 광학재료판의 주요 부분을 도시한 사시도.

제10도는 제 2 실시 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체를 자석에 삽입하여 접합하는 상태를 도시하며,

(a)는 접합한 상태의 일부를 절개한 사시도, (b)는 삽입시의 단면도.

제11도는 제 2 실시 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체를 이용하여 구성된 광아이솔레이터의 단면도.

제12도는 본 발명의 제 3 실시 형태의 금속막 형성 공정 및 홈 형성 공정을 도시한 사시도.

제13도는 제 3 실시 형태의 납땜 공정 및 절단 공정을 도시한 단면도.

제14도는 제 3 실시 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체를 이용하여 구성된 광아이솔레이터의 단면도.

제15도는 본 발명의 제 4 실시 형태의 납땜 공정 및 절단 공정을 도시한 단면도.

제16도는 본 발명의 제 5 실시 형태의 납땜 공정 및 절단 공정을 도시한 단면도.

제17도는 본 발명의 제 6 실시 형태의 납땜 공정 및 절단 공정을 도시한 단면도.

제18도는 본 발명의 제 7 실시 형태의 홈 형성 공정 및 금속막 형성 공정을 도시한 사시도.

제19도는 제 7 실시 형태의 납땜 공정 및 절단 공정을 도시한 단면도.

제20도는 제 7 실시 형태에 이용되고 있는 표면개질제의 구조식을 나타낸 도면.

제21도는 본 발명의 제 7 실시 형태에 따른 광아이솔레이터 및 비교예에 따른 광아이솔레이터의 측정 결과를 도시한 도면.

제22도는 본 발명의 제 8 실시 형태에 의한 제조 방법의 홈 형성 공정후 광학재료판의 사시도.

제23도는 제22도에 도시한 광학재료판에 금속막을 형성하는 금속막 형성 공정을 개략적으로 도시한 투시도.

제24도는 제23도에 도시한 금속막 형성 공정시 사용되는 금속 마스크의 주요 부분을 도시한 사시도.

제25도는 제22도에 도시한 광학재료판을 납땜하는 납땜 공정을 도시하며, (a)는 납땜전 상태를 도시한 단면도, (b)는 납땜후 상태를 도시한 단면도.

제26도는 제25도에 도시된 납땜 접합된 광학재료판을 절단하는 절단 공정을 도시한 측면도.

제27도는 비교되는 제조 방법의 금속막 형성 공정에서 사용되는 금속 마스크의 평면도.

제28도는 제 8 실시 형태에 따른 광아이솔레이터와 비교예에 따른 광아이솔레이터의 측정 결과를 도시한 그래프.

제29도는 종래 광아이솔레이터의 조립 방법을 도시하며, (a)는 A부품의 조립 방법을 도시한 단면도, (b)는 B부품의 조립 방법을 도시한 단면도.

제30도는 종래 광아이솔레이터의 조립 방법을 도시하며, (a)는 B부품을 A부품에 끼워 넣기 전 상태의 단면도, (b)는 B부품을 A부품에 끼워 넣은 상태의 단면도.

제31도는 종래의 금속막 형성의 상황을 도시하며, (a)는 사시도, (b)는 단면도.

제32도는 종래의 경사 홀더를 이용하여 광학소자 조립체를 경사지게 한 광아이솔레이터의 단면도.

제33도는 종래의 제조 방법에 의해 얻어진 광학소자 조립체의 투시도.

[발명을 실시하기 위한 최량의 형태]

제 1도 내지 제 7도를 참조하여, 본 발명의 제 1 실시 형태에 대해 설명한다.

우선, 제 1도에 도시한 바와 같이, 복수의 편광자(50)를 잘라 만들 수 있는 편광자 재료판(5), 복수의 패러데이 회전자(60)를 잘라 만들 수 있는 패레데이 회전자 재료판(6), 및 복수의 검광자(70)를 잘라 만들 수 있는 검광자 재료판(7)의 각 광학재료판을 준비한다. 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)으로서는, 반사 방지막이 양면에 형성된 루틸 단결정판을 이용하고 있다. 또한, 패러데이 회전자 재료판(6)으로는, 반사 방지막이 양면에 형성된 석류석 단결정판을 이용하고 있다.

편광자 재료판(5)의 패레데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(5a)과, 패레데이 회전자 재료판(6)의 편광자 재료판(5)과 마주보는 광학면(6a)에, 각 광학재료판을 광학소자 조립체 단위로 나누기 위한 격자형상의 제 1 홈(8)을 형성한다. 더욱이 패러데이 회전자 재료판(6)의 검광자 재료판(7)과 마주보는 광학면(6b)과, 검광자 재료판(7)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(7a)에, 제 1 홈(8)과 동일한 패턴의 제 2 홈(9)을 형성한다. 편광자 재료판(5)에 형성한 홈(8)의 방향은 루틸 단결정의 C축에 대해 0° 및 90° 의 2방향으로 하고, 검광자 재료판(7)에 형성된 홈(9)의 방향은, 루틸 단결정의 C축에 대해 45° 및 135° 의 2방향으로 했다.

이상의 홈 형성 공정후, 금속 마스크를 사용하여, 편광자 재료판(5)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(5a), 패러데이 회전자 재료판(6)의 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)과 마주보는 광학면(6a, 6b), 및 검광자 재료판(7)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(7a)의 각 광학면에 있어서 광투과용의 개구(11)가 될 영역 이외의 부분에 금속막(10)을 형성했다. 이 때, 금속막(10)의 형성법은, RF마그네트론 스퍼터링법으로 하고, 사용 금속은 Ti / Ni / Au이며, 금속막(10)을 3층막으로 했다. 제 2도는 편광자 재료판(5)에 형성한 금속막(10)을 도시하지만, 패러데이 회전자 재료판(6), 및 검광자 재료판(7)에 형성된 금속막(10)도 동일한 것이다.

이상의 금속막 형성 공정후, 제 3도 (a)에 도시한 바와 같이, 편광자 재료판(5)의 편광 방향에 대해 검광자 재료판(7)의 편광 방향이 실질적으로 45° 기운 상태가 되도록(본 실시 형태의 경우, 제 1홈(8)과 제 2홈(9)이 합치되도록 하면 좋다), 각 광학재료판(5, 6, 7)을 적층하고, 홈(8, 9)에 봉형상의 납땜재(12)를 삽입하여, 열처리 로에 의해 용융·고화하여, 제 3도 (b)에 도시한 바와 같이, 각 광학면(5a, 6a, 6b,

7a)에 형성된 금속막(10) 부분에서, 각 광학재료판(5, 6, 7)을 서로 납땜하였다. 이때 이용한 납땜재(12)는 Au-Sn(Au : 50atm% ; 융점 418℃)이다.

이와 같이 검광자 재료판(7)의 편광 방향을 편광자 재료판(5)의 편광방향에 대해 45° 회전한 방향으로 함으로써, 본 실시 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체를 이용하여 광아이솔레이터를 구성했을 때 최대의 소광비를 얻을 수 있으므로, 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)에 상기한 방향으로 홈(8, 9)을 형성함으로써, 종래 수행했던 검광자측으로 입사하고, 편광자측으로부터 출사되는 광의 파워가 최저가 되도록 검광자를 회전시켜 조정하는 공정을 생략할 수 있다.

또한, 광학재료판간의 납땜접합에 있어서, 넓은 범위에 걸쳐 충분한 접착 강도를 얻기 위해서는, 납땜 공정시 필요한 최저한의 납땜이 각 광학재료판의 넓은 범위에 걸쳐 형성된 금속막 전체에 흘러 들어가지 않으면 안된다. 본 실시 형태에서는, 제 4도 (a)에 도식적으로 도시한 바와 같이, 광학 재료(5, 6)의 홈(8)에 배치된 납땜재(12)는, 열처리 로에서 가열되어 액체 상태로 된 후, 제 4도 (b)에 도식적으로 도시한 바와 같이, 용융한 납땜재(12)는 홈(8)에 의해 광학재료판의 구석구석까지 보급되며, 상기 홈(8)로부터 모관 현상에 의해 마주보는 금속막(10) 사이에, 납땜 접착에 필요한 양만큼 흘러들어간 후 냉각함으로써 금속막(10) 부분에서 납땜 접착이 이루어진다. 이 때, 여분의 납땜재(12)는 홈(8)에 남기 때문에, 빛을 통과하는 부분에 납땜이 들어가 입사 손실을 증대시키는 일은 발생하지 않는다. 한편 제 5도 (a)에 도시한 바와 같이, 광학재료판(5, 6) 접착면의 한쪽에만 홈(8)을 형성한 변형예의 경우에도, 제 5도 (b)에 도시한 바와 같이, 제 4도 (b)와 동일하게 용융했던 납땜(12)이 금속막(10) 사이로만 흘러 들어가기 때문에, 용융했던 납땜(12)이 개구(11)의 부분에 들어가는 일이 없다.

이상의 납땜 공정후, 제 6도 (a)에 있어서 점선으로 도시한 바와 같이, 홈(8, 9)을 따라 납땜으로 접합된 각 광학재료판(5, 6, 7)을 절단하여, 납땜 접합된 각 광학재료판(5, 6, 7)으로부터 제 4도 (b)에 도시한 바와 같이 복수의 광학소자 조립체(2)를 잘라 만들었다.

이상과 같이하여 얻어진 광학소자 조립체(2)에, 단부 홀더(40, 41), 영구 자석(3), 외부 홀더(42)를 납땜함으로써 제 7도에 도시한 광아이솔레이터(1)를 제작했다. 이 때 이용되는 납땜재(12)는, 광학재료판을 납땜하는 납땜재(12)보다도 융점이 낮은 Au-Sn(Au : 80atm% ; 융점 252℃)로 했다.

이상 설명한 공정에 의해, 각 광학소자에 있어서의 금속막의 형성, 및 각 광학소자간의 납땜 접착을 대량으로 처리할 수 있으며, 공정도 대폭적으로 생략할 수 있으므로, 비용을 저감시킬 수 있다.

한편, 홈의 단면 형상에 대해서, 본 실시 형태에서는 직사각형으로 했지만, 납땜재를 삽입할 수 있으며 납땜 접착시 여분의 납땜재를 유지할 수 있으면 좋고, 삼각형, 사다리꼴 등의 다각형, 혹은 반원형상, 타원형상이어도 좋다.

또한 본 실시 형태에서는, 홈(8, 9)을 격자 형상으로 배치했지만, 이에 한정되지 않으며, 제 8도에 도시한 변형예와 같이, 홈(8, 9)을 한 방향을 따라 나란히 설치해도 좋다.

더욱이, 반사 방지막의 형성은, 홈형성 전에 행해도 좋고 홈형성 후에 행해도 좋다.

또한, 본 실시 형태로 얻어지는 광학소자 조립체는, 편광자, 패러데이 회전자, 검광자의 3장의 광학소자로 이루어진 소위 1단형 광아이솔레이터용이지만, 본 발명은 1단형 광아이솔레이터를 2개 접속하여, 6장의 광학소자로 이루어지는 소위 2단형 광아이솔레이터용 광학소자 조립체에 대해서도 적용할 수 있으며, 게다가 그 중간 구성인 5장의 광학소자로 이루어지는 소위 1.5단형 광아이솔레이터용 광학소자 조립체에 대해서도 적용할 수 있다.

다음으로, 제 9도 내지 제 11도를 참조하여 본 발명의 제 2 실시 형태에 대해서 설명한다.

본 실시 형태는, 금속막 형상 공정에서 형성되는 금속막의 형상, 재질, 및 절단 공정에 있어서 광학재료판의 절단 부위를 제외하고는 제 1 실시 형태와 동일하다.

제 9도는 3장의 광학재료판을 각각 광학소자 1개분만 도시하고 있다. 제 9도에서 명백한 바와 같이, 본 실시 형태의 경우, 금속막 형성 공정으로 형성되는 금속막(10)은 광학면뿐만 아니라 홈(8, 9)을 구성하는 벽면(80, 90)에도 형성되어 있다. 상기 금속막(10)은 바탕막으로서 Cr를 0.35㎛두께로 형성하고, 중간막으로서 Ni를 0.35㎛두께로 형성하고, 접합막으로서 Au를 0.15㎛두께로 형성하여 3층막으로 했다.

그 후, 제 1 납땜재(Au-Sn : 융점 280℃ ;12)에 의해 각 광학재료판(5, 6, 7)을 납땜 접합했다.

그 후, 금속막(10)이 형성된 벽면(80, 90)을 갖는 부분이, 각 광학소자(50, 60, 70)의 측면에 단부(51, 61, 71)로 남도록, 홈(8, 9)의 중앙에서 납땜으로 접합된 각 광학재료판(5, 6, 7)을 절단하여, 복수의 광학소자 조립체(2)를 얻었다.

다음으로, 제 10도에 도시한 바와 같이, 원주형이며 중심축 방향에 직립체 형상의 구멍(30)이 형성되며, 상기 구멍(30)의 네 모서리에 릴리프 홈(31)이 형성되며, 더욱이 표면에 Ni도금막(막 두께 10㎛; 32)이 실시된 영구 자석(3)에, 광학소자 조립체(2)를 삽입하여, 제 2 납땜재(Pb-Sn : 175℃ ;13)에 의해, 광학소자 조립체(2)를 그 측면에서 노출한 금속막(10)을 통해 영구 자석(3)에 납땜 접합하여 광아이솔레이터(1)를 제작했다.

이와 관련하여, 종래의 광아이솔레이터에서는, 광학소자 조립체의 납땜 접합부는, 접합된 광학소자 조립체의 측면에는 노출되어 있지 않다. 따라서, 이 부분을 이용하여 광학소자 조립체와 영구 자석을 납땜으로 접합하는 것은 불가능하다. 본 실시 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체의 경우, 상기한 바와 같이 광학소자의 측면에 단부(51, 61, 71)가 있으며, 상기 단부(51, 61, 71)에는 금속막(10)이 있으므로, 납땜 공정에서는 제 11도에 도시한 바와 같이, 단부(51, 61, 71)의 금속막(10)상에도 제 1 납땜재(12)는 흘러 들어간다. 따라서, 접합된 광학소자 조립체(2)의 측면에, 제 1 납땜재(12)를 노출시킬 수 있으며, 상기 부분에서 제 2 납땜재(13)에 의해 광학소자 조립체(2)를 영구 자석(3)에 납땜 접합할 수 있다.

이상 서술한 바와 같이, 본 실시 형태에서는 각 광학소자에 단부를 형성하고, 금속막을 광학소자 조립체의 측면에 노출시켜, 상기 측면의 금속막에 부착한 제 1 납땜재 부분에서 제 2 납땜재에 의해 광학소자

조립체를 영구 자석에 납땜 접합시킬 수 있으며, 그 결과, 단부 홀더 및 외부 홀더를 사용하는 일없이, 광아이솔레이터를 제작할 수 있다.

한편, 금속막의 재질 및 납땜재의 재질은, 본 실시 형태에서 사용된 것에 한정되지 않는다.

다음으로 본 발명의 제 3 실시 형태를 제 12도 내지 제 14도를 참조하여 설명한다.

본 실시 형태는 보다 우수한 특성으로 하기 위해, 광학면에 직교하는 직선에 대해 입사광의 광축이 기울어지도록 한 것이다.

본 실시 형태도 기본적으로는 제 1 실시 형태와 동일하다.

우선, 복수의 편광자(50)를 잘라 만들 수 있는 크기로 가로 세로의 길이가 거의 동일하고 소정의 두께를 갖는 편광자 재료판(5), 복수의 패러데이 회전자(60)를 잘라 만들 수 있는 크기로서 가로 세로의 길이가 편광자 재료판(5)과 동일하게 소정 두께를 갖는 패러데이 회전자 재료판(6), 및 복수의 검광자(70)를 잘라 만들 수 있는 크기로서 가로 세로의 길이가 편광자 재료판(5)과 동일하게 소정의 두께를 갖는 패러데이 검광자 재료판(7)을 준비한다.

다음으로, 편광자 재료판(5)의 한 쪽면, 패러데이 회전자 재료판(6)의 양면, 및 검광자 재료판(7)의 한 쪽면에 금속막(10)을 형성한다. 그 후, 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6) 및 검광자 재료판(7)의 금속막(10)이 형성된 면상에 격자 형상으로 홈(8, 9)을 형성하고, 제 12도에 도시한 바와 같이, 편광자 재료판(5)의 금속막(10)이 형성된 면과 검광자 재료판(7)의 금속막(10)이 형성된 면으로 패러데이 회전자 재료판(6)이 끼워지도록 중첩시킨다. 홈(8, 9)은 각 광학재료판의 끝단을 가지런히 하여 각 광학재료판을 중첩시켰을 때 마주 보도록 형성되어 있다.

광학재료판을 중첩시킨 후, 제 13도 (a)에 도시한 바와 같이, 홈(8, 9)의 위치 및 개구(11)의 위치가 서로 어긋나도록, 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6), 검광자 재료판(7)의 단부를 각 광학재료판의 광학면에 대해 직교하는 선에 각도 Θ로 교차하는 직선상에 위치시킨다. 그 후, 홈(8, 9)에 납땜재(12)를 삽입한다. 이와 같이 각 광학재료판을 서로 어긋나게 함으로서, 각 광학재료판 개구의 동일한 곳을 통과하는 광축이, 광학재료판의 광학면에 직교하는 직선에 대해 각도 Θ로 교차하게 된다.

삽입된 납땜재(12)는 열처리 로에서, 가열되고 액체 상태로 된 후 제 13도 (b)에 도시한 바와 같이 마주보는 금속막(10) 사이에 모관 현상에 의해 납땜 접착에 필요한 양만큼 넣은 후, 냉각함으로서 납땜 접착이 이루어진다. 이 때, 여분의 납땜재(12)는 홈(8, 9)에 남기 때문에, 광투과 부분에 납땜재(12)가 흘러들어가 손실을 증대시키는 일은 일어나지 않는다.

다음으로, 제 13도 (b)에 점선으로 도시된 바와 같이, 편광자 재료판(5)의 편광자(50), 1개분의 광투과 영역, 그에 대응하는 패러데이 회전자 재료판(6)의 패러데이 회전자(60) 1개분의 광투과 영역, 및 그에 대응하는 검광자 재료판(7)의 검광자(70), 1개분의 광투과 영역의 한 쌍과 상기 한 쌍의 광투과 영역의 각각을 포함하는 각 금속막(10)을 둘러싼 부분을, 광아이솔레이터 1개분의 광학소자 조립체(2)로서 잘라낸다.

이와 같이 하여, 제 13도 (c)에 도시한 바와 같이, 납땜으로 접합된 각 광학재료판으로부터 복수개의 광학소자 조립체(2)를 얻을 수 있다.

본 실시 형태로 얻어진 광학소자 조립체(2)를 이용하여 제 14도에 도시한 광아이솔레이터(1)를 구성했다. 상기 광아이솔레이터(1)는, 광학소자 조립체(2), 영구 자석(3), 단부 홀더(40, 41)와 외부 홀더(43)로 구성된다. 제 14도로부터 밝혀졌듯이, 본 실시예 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체(2)의 각 광학소자(50, 60, 70)는 단면 형상이 평행사변형인 육면체로 구성되며, 상기 광학소자 조립체(2)는, 영구 자석(3)내에 배치되고, 영구 자석(3)의, 금속으로 도금된 내벽에 납땜 접합되어 있다. 상기 광아이솔레이터(1)는 종래의 예를 들면 제 32도에 도시한 바와 같은 광아이솔레이터의 광학소자 조립체(2)를 경사지게 설치한 것인데 비해, 각 광학소자(50, 60, 70)의 광학면에 있어서 금속막(10) 부분 이외의 대부분의 영역을 사용할 수 있다. 즉, 개구의 크기를 동일하게 했을 경우, 본 실시 형태로 얻어진 광학소자 조립체쪽이 소형화가 가능하다. 더욱이, 종래와 같이 기울어지게 설치하기 위한 경사 홀더(43)를 생략함으로서, 종래 상품에 비해 소형화 및 비용 절감을 도모할 수 있다.

다음으로 제 15도를 참조하여 본 발명의 제 4 실시 형태에 대해 설명한다.

우선, 제 3 실시 형태와 동일하게, 복수의 편광자(50)를 잘라 만들 수 있는 크기로서 가로 세로의 길이가 동일하고 소정 두께를 갖는 편광자 재료판(5), 가로 세로의 길이가 편광자 재료판(5)과 같고 소정 두께를 갖는 패러데이 회전자 재료판(6), 및 가로 세로의 길이가 편광자 재료판(5)과 동일하고 소정의 두께를 갖는 검광자 재료판(7)을 준비한다.

다음으로 편광자 재료판(5)의 한 쪽면, 패러데이 회전자 재료판(6)의 양면, 및 검광자 재료판(7)의 한쪽면에 금속막(10)을 형성한다. 그 후, 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6), 및 검광자 재료판(7)의 금속막(10)이 형성된 면상에 격자 형상으로 홈(8, 9)을 형성하고, 제 12도에 도시한 것과 마찬가지로, 편광자 재료판(5)의 금속막(10)이 형성된 면과 검광자 재료판(7)의 금속막(10)이 형성된 면으로 패러데이 회전자 재료판(6)이 끼워지도록 중첩시킨다. 여기서 각 광학재료판(5, 6, 7)의 홈(8, 9)은, 제 15도 (a)에 도시한 바와 같이, 각 광학재료판(5, 6, 7)의 단부를 나란히 배열했을 때, 각 광학재료판의 광학면에 대해 직교하는 직선에 각도 Θ로 교차하는 직선상에 나란하도록 형성해둔다. 이와 같이 구성함으로써, 각 광학재료판 개구의 동일한 곳을 통과하는 광축이, 각 광학재료판의 광학면에 직교하는 직선에 대해 각도 Θ로 교차하게 된다.

각 광학재료판(5, 6, 7)을 중첩시킨 후, 홈(8, 9)에 납땜재(12)를 삽입한다. 삽입된 납땜재(12)는 열처리로에서 가열되어 액체 상태로 된 후, 제 15도 (b)에 도시한 바와 같이 마주보는 금속막(10)사이에 모관 현상에 의해 납땜 접착에 필요한 양만큼 삽입한 후, 냉각함으로서 납땜 접착이 수행된다.

다음으로 제 15도 (b)에 점선으로 도시되는 바와 같이, 편광자 재료판(5)의 편광자(50), 1개분의 광투과

영역, 그에 대응하는 패러데이 회전자 재료판(6)의 패러데이 회전자(60), 1개분의 광투과 영역, 및 그에 대응하는 검광자 재료판(7)의 검광자(70), 1개분의 광투과 영역의 1조와, 상기 1조의 광투과 영역의 각각을 둘러싼 각 금속막(10)을 포함한 부분을 광아이솔레이터 1개분의 광학소자 조립체(2)로서 잘라낸다.

상기한 바와 같이하여, 제 15도 (c)에 도시한 바와 같이 납땜 접합된 각 광학재료판으로부터 복수개의 광학소자 조립체(2)를 얻을 수 있다.

제 16도는 본 발명의 제 5 실시 형태에 의한 광학소자 조립체의 제조 방법의 공정을 도시한 단면도이다.

본 실시 형태는, 제 3 실시 형태와 거의 비슷하다. 그러나 제 3 실시 형태에서는 금속막(10)을 형성한 후에 홈(8, 9)을 형성했지만, 본 실시 형태에서는 그 반대로 이루어진다. 즉, 본 실시 형태에서는 먼저 편광자 재료판(5)의 한 쪽면, 패러데이 회전자 재료판(6)의 양면, 및 검광자 재료판(7)의 한 쪽면에 홈(8, 9)을 형성한다.

여기서 홈(8, 9)은 각 광학재료판의 단부를 나란히 맞추어 각 광학재료판을 중첩시켰을 때 마주보는 위치가 되도록 형성한다. 상기 홈(8, 9)을 형성한 후에, 편광자 재료판의 한 쪽면, 패러데이 회전자 재료판(6)의 양면, 및 검광자 재료판(7)의 한 쪽면에 금속막(10)을 형성한다.

그 후, 제 3 실시 형태와 동일한 공정을 수행함으로써, 복수개의 광학소자 조립체(2)를 일시에 제조할 수 있다.

제 17도는 본 발명의 제 6 실시 형태에 의한 광학소자 조립체의 제조 방법의 공정을 도시한 단면도이다.

본 실시 형태는 제 4 실시 형태와 거의 유사하다. 그러나 제 4 실시 형태에서는 금속막(10)을 형성한 후에 홈(8, 9)을 형성했지만, 본 실시 형태에서는 그 반대로 형성되어 있다. 즉, 본 실시 형태에서는 우선, 편광자 재료판(5)의 한 쪽면, 패러데이 회전자 재료판(6)의 양면, 및 검광자 재료판(7)의 한 쪽면에 홈(8, 9)을 형성한다.

여기서 홈(8, 9)은 제 17도 (a)에 도시한 바와 같이, 각 광학재료판(5, 6, 7)의 단부를 나란히 맞추었을 때 각 광학재료판의 광학면에 대해 직교하는 직선에 각도 θ로 교차하는 직선상에 나란하도록 형성한다. 상기 홈(8, 9)을 형성한 후에, 편광자 재료판(5)의 한 쪽면, 패러데이 회전자 재료판(6)의 양면, 및 검광자 재료판(7)의 한 쪽면에 금속막(10)을 형성한다.

그 후, 제 4 실시 형태와 동일한 공정을 수행함으로써, 복수개의 광학소자 조립체(2)를 일시에 제조할 수 있다.

한편, 제 3 내지 제 6 실시 형태에 있어서, 납땜재(12)를 홈(8, 9)에 삽입하여 납땜 접합한 도면을 도시했지만, 금속막(10)상에 증착법, 스퍼터링법 또는 이온 플레이팅법에 의한 납땜재로 구성된 박막을 형성하여 납땜 접합해도 좋고, 납땜재의 설치 방법에 관해서 제 3 내지 제 4 실시 형태에 제한되지 않는다.

또한, 제 3 내지 제 6 실시 형태에 있어서, 홈(8, 9)의 어긋나는 방향은, 제 12도에 있어서 X축 방향이어도 좋고, Y축 방향이어도 좋으며, X축과 Y축으로 끼워진 임의의 방향이어도 좋다.

또한, 제 3 내지 제 6 실시 형태에 있어서, 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)은, 루틸 단결정으로 구성된 광학재료판을 사용했다. 또한, 패러데이 회전자 재료판(6)은, 석류석 단결정으로 구성된 광학재료판을 사용했다. 이러한 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6), 및 검광자 재료판(7) 각각의 가로 세로 사이즈는, 11㎜×11㎜로 했다. 또한 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)의 두께는 0.4㎜로 하고, 패러데이 회전자(6)의 두께는 0.485㎜로 했다. 또한 각 광학재료판의 광학면에 대해 직교하는 직선과, 상기 직선과 교차하는 직선이 이루는 각도 θ는 4도로 했다.

다음으로, 표면 개질 공정을 부가한 것을 특징으로 하는 제 7 실시 형태에 대해 설명한다.

상기한 실시 형태에 있어서는, 절단 공정시 절삭 가루, 냉각수, 광학재료 고정용 왁스 등의 이물질이, 납땜 접합된 광학재료판 사이에 들어가서, 세정해도 상기 이물질을 제거할 수 없으므로, 생산성이 저하하는 일이 있지만, 본 실시 형태는 이것을 방지하는 것이다.

제 18도 내지 제 20도를 참조하여, 제 7 실시 형태에 대해서 설명한다. 제 18도에 도시한 바와 같이, 판면 사이즈가 11㎜×11㎜인 루틸 단결정으로 이루어진 판형상의 광학재료판을 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)으로 하고, 또한 11㎜×11㎜의 동일 면적을 갖는 판형상의 석류석을 패러데이 회전자 재료판(6)으로 했다. 상기 광학재료판에 대해, 제 1 실시 형태와 마찬가지로 홈(8, 9)을 형성하고, 다음으로 금속막(10)을 형성했다. 그 후, 제 19도 (a), (b)에 도시한 바와 같이, 각 광학재료판(5, 6, 7)을 납땜재(12)에 의해 서로 접합했다.

이 후, 이소프로필 알코올을 용매로 하여 제 20도에 도시한 구조식을 갖는 플루오르 알킬 실란[토시바 실리콘(주) 제조]의 0.5wt%용액에 납땜으로 접합한 광학재료판을 30분간 딥핑하여, 120℃에서 1시간 건조했다. 이와 같이 하여, 각 광학재료판(5, 6, 7)의 표면에 방수성을 갖는 표면 개질재를 도포했다.

그 후, 제 19도 (c)에 도시한 바와 같이, 다이싱 소우에 의해, 납땜으로 접합한 광학재료판을 홈(8, 9)부분에서 절단하여, 크기가 1.6㎜×1.6㎜인 광아이솔레이터 25개분의 광학소자 조립체(2)를 잘라 만들었다.

다음으로 본 실시 형태의 작용 효과에 대해 설명한다. 광학 재료 표면에 형성되어 있는 반사 방지막으로서, 통상 2~3층의 굴절율이 다른 재료의 박막이 형성되어 있다. 이 중에서, 외표면에 형성되는 재료로서 많이 사용되고 있는 것은, SiO_2, TiO_2, 및 Al_2O_3 막이다. 상기 재료는 표면 에너지가 높고, 상당히 활성이며, 절삭 가루, 물이끼, 왁스 등의 먼지에 대해 견고하게 부착하도록 반응한다.

따라서, 방수성 표면개질제를 반사 방지막의 표면에 도포함으로써, 표면의 에너지를 줄이고, 냉각수나 왁스와 표면개질제와의 접촉각을 크게 하며, 광학재료판 간의 격간에 냉각수나 왁스가 침입하지 않도록 할 수 있다. 더욱이, 절삭 가루가 침입한 경우에도 표면개질제에 의해 견고히 부착되지 않으며 간단한 세정에 의해서 제거할 수 있다.

여기서, 방수성 표면개질제로서는 불소계 수지에 반응성이 높은 기(基)를 말단에 주고 기초재와의 밀착력을 높인 것이 바람직하다. 상기 말단 기로서, 반사 방지막으로서 사용되고 있는 SiO_2, TiO_2, 및 Al_2O_3에 가장 강력하게 반응하는 것으로는, 일반적으로 커플링제로 불리는 것이 유효하며, 실란계 커플링제 및 티타네이트계 커플링제가 있다. 이 중에서 실란계 커플링제는 산화물 표면의 (-OH)기, (-COOH)기와 화학 반응하여 강력하게 결합하기 때문에, 표면개질제로서 매우 바람직하다.

더욱이, 탄소의 직쇄 관능기가 불소로 치환된 것은 플루오르알킬실란이라 불리며, 반사 방지막에 도포했을 경우 표면에 견고하게 결합하면서 표면 에너지를 줄이기 때문에, 절단시의 절삭 가루, 냉각수, 및 광학재료 고정용 왁스가 격간에 들어가는 것을 방지하고, 일단 들어간 상기 먼지에 대해서도 간단히 세정하여 제거할 수 있어, 특히 바람직하다.

일반적으로, 상기한 커플링제의 작용은 피처리면상을 1분자 두께로 피복할 수 있으면 충분한 효과를 얻을 수 있으며, 그 이상 두껍게 피복하더라도 효과는 변하지 않는다. 따라서, 용제에 의해 0.01~5wt%정도의 농도로 희석한 용액속에 납땜 접합한 광학재료를 딥핑한 후, 가열처리함으로써 광학재료 표면의 개질처리가 수행될 수 있다.

본 실시 형태의 유효성을 확인하기 위하여, 본 실시 형태와 일부 공정이 서로 다른 제조 방법(이하 「비교예」라고 한다)에 의해 광학소자 조립체를 제작하였다. 본 비교예는 퍼플루오르알킬실란을 도포하지 않은 채 절단을 행했다는 점만이 본 실시 형태와 다르다.

본 실시 형태 및 비교예에 의해 제작된 광학소자 조립체를 마그네트 중에 고정하여 광아이솔레이터를 구성하고, 이 삽입 손실을 비교하였다.

본 실시 형태 및 비교예에 따른 광아이솔레이터의 삽입 손실의 히스트그램을 제 21도에 도시한다.

결정 자체의 투과 손실로서는, 루틸 단결정 1장당 0.01dB이며, 석류석 단결정 1장은 0.15dB이기 때문에, 3장의 결정으로 0.17dB의 손실이 되며, 그 이상의 손실 대부분이 절단 공정에 있어서 광학재료판의 광학면에 부착한 절삭 가루, 물이끼, 왁스 등의 먼지에 의한 손실이 된다.

제 21도로부터 알 수 있는 바와 같이, 비교예에 따른 광아이솔레이터에서는 손실이 크고 분산되어 있는데 비해, 본 실시 형태에 따른 광아이솔레이터에서는 거의 결정 자체의 손실분만큼이며, 거의 가지런하다. 이는, 먼지가 각 소자의 격간에 남아있지 않아, 본 실시 형태의 효과가 충분했음을 보여주고 있다.

이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따르면, 납땜접합된 광학재료판의 표면에 방수성 표면개질제를 도포한 후 절단함으로써 절삭가루, 냉각수, 및 광학재료 고정용 왁스가 상기 격간에 침입하는 것을 방지하고, 일단 침입한 이물질에 대해서도 간단히 세정함으로써 제거할 수 있으며, 생산율을 향상시킨 광학소자 조립체 제조방법을 제공할 수 있다.

한편, 본 실시 형태에 있어서, 표면처리제의 처리방법으로서, 딥핑법을 사용하였는데, 본 실시 형태가 의도하는 바는 광학재료판의 표면을 표면처리하는 데 있으며, 처리방법에 관하여 본 실시 형태에 제한되지 않는다.

더욱이, 본 실시 형태에 있어서, 플루오르알킬실란으로서, 직쇄 탄소수 7인 것을 사용하였는데, 제조 방법에 의해 상기 직쇄 탄소수를 변경한 것도 합성할 수 있으며, 본 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있기 때문에, 플루오르알킬실란의 직쇄 탄소수에 대하여 본 실시 형태의 것에 제한되지 않는다.

다음으로, 본 발명의 제 8 실시 형태에 관하여 상세하게 설명한다. 본 실시 형태는 제 7 실시 형태와 동일한 목적을 가진다.

제 22도 내지 제 28도를 참조하여, 우선, 제 22도에 도시한 바와 같이 치수가 11㎜×11㎜인 루틸 단결정(두께11㎜)으로 이루어지는 광학재료판을 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)으로 하고, 또한 11㎜×11㎜(두께 0.5㎜)의 석류석을 패러데이 회전자 재료판(6)으로 하였다. 편광자 재료판(5)은 복수의 편광자(50)를 잘라 만들 수 있는 것이며, 마찬가지로, 패러데이 회전자 재료판(6)도 복수의 패러데이 회전자(60)를 잘라 만들 수 있는 크기의 것이고, 검광자 재료판(7)도 복수의 검광자(70)를 잘라 만들 수 있는 크기의 것이다.

편광자 재료판(5)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(5a) 및 패러데이 회전자 재료판(6)의 편광자 재료판(5)과 마주보는 광학면(6a)에 각각 가로 세로 피치가 1.6㎜인 제 1의 홈(8)을 형성하며, 패러데이 회전자 재료판(6)의 검광자 재료판(7)과 마주보는 광학면(6b) 및 검광자 재료판(7)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(7a)에 각각 제 1의 홈(8)과 동일한 패턴의 제 2 홈(9)을 형성하였다. 상기 제 2 홈(9)은 편광자 재료판(5)의 편광방향에 대하여 검광자 재료판(7)의 편광방향이 실질적으로 45° 기운 상태에 있을 때, 제 1의 홈(8)과 마주보도록 구성되어 있다. 제 1 및 제 2의 홈(8, 9)에 의해 1.6㎜각의 광학소자 조립체(2)가 25쌍 얻어지도록 하였다.

상기한 홈 성형공정이 끝난 후, 제 23도에 도시한 바와 같이, 편광자 재료판(5)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(5a), 패러데이 회전자 재료판(6)의 편광자 재료판(5) 및 검광자 재료판(7)과 마주보는 광학면(6a, 6b) 및 검광자 재료판(7)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 광학면(7a)의 각 광학면에 금속막(10)을 형성하였다. 이 때, 금속막(10)은 각 광학면의 개구(11)가 될 영역을 덮지 않도록 형성된다. 상기 금속막(10)에 의해, 각 광학면에서, 개구(11)의 범위가 정해지도록 되어 있다. 또한, 상기 금속막(10)은, 개구(11)가 될 영역을 완전히 둘러싸도록 형성되어 있다. 상기한 바와 같이 금속막(10)을 형성함으로써, 후술할 납땜 공정에서, 서로 마주보는 금속막(10)사이에 납땜층(12')이 형성되며, 상기 금속막(10) 및 납땜층(12')에 의해 개구(11) 부분에 발생한 격간(13)은 완전히 메워진다. 따라서, 제 31도에 도시한 바와 같이, 개구(11) 부분에 발생한 격간(13)으로 통하는 개구가 구성되는 일이 없으며, 후술할 절단 공정에서 이물질(16)이 격간(13)에 침입하는 일이 없다.

본 실시 형태에 있어서는, 금속막(10)의 형성을 스퍼터링에 의해 행하였졌다. 상기 스퍼터링시, 제 24도에 도시한 금속 마스크(140)를 이용했다. 상기 금속 마스크(140)는, 개구(11)가 될 영역을 덮는 원판형상

의 마스크부(141)와, 마스크부(141)간을 연결하는 봉형상의 다리부(142)와, 마스크부와 다리부를 지지하는 프레임부(143)로 구성되며, 물론 마스크부(141)와 다리부(142) 사이는 공간(144)이 형성되어 있다. 다리부(142)의 광학재료판 측면(142a)은 마스크부(141)의 광학재료판 측면(141a)보다도, 제 24도상 낮게 형성되며, 따라서, 마스크부(141)가 개구(11)가 될 영역을 덮고 있을 때, 다리부(142)는 광학면으로부터 떨어지도록 이루어져 있다. 상기 금속 마스크(140)의 마스크부(141)의 직경은 ϕ1.45㎜이며, 다리부(142)의 폭은 0.2㎜이다. 또한, 마스크부(141) 및 프레임부(143)의 두께는 0.2㎜이며, 다리부(142)의 두께는 0.1㎜이다.

이상의 금속막 형성 공정후, 제 25도 (a)에 도시한 바와 같이, 제 1 및 제 2의 홈(8, 9)에 각각 납땜재(12)를 배치하며, 편광자 재료판(5)의 편광방향에 대해 검광자 재료판(7)의 편광방향이 실질적으로 45° 기울어진 상태가 되도록, 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6), 및 검광자 재료판(7)을 적층하고, 이 상태에서 상기한 광학재료판을 열처리 로(도시되지 않음)속에 넣어 납땜재(12)를 가열한다. 가열되어 액체 형상으로 된 납땜재(12)는, 제 25도 (b)에 도시한 바와 같이, 모관 현상에 의해 서로 마주보는 금속막(10) 사이로 흘러들어 간다. 그 후, 가열을 정지하면 납땜재(12)는 고화되어 납땜층(12')이 되며, 상기 납땜층(12')에 의해 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6) 및 검광자 재료판(7)은, 금속막(10) 부분에서 서로 접합된다. 한편, 본 실시 형태의 경우, 검광자 재료판(7)의 패러데이 회전자 재료판(6)과 마주보는 면에도 제 2 홈(9)이 형성되며, 게다가 상기 제 2 홈은, 편광자 재료판(5)의 편광 방향에 대해 검광자 재료판(7)의 편광 방향이 실질적으로 45° 기울어진 상태에 있을 때 제 1 홈(8)과 마주 보도록 형성되어 있으므로, 제 1 홈(8)과, 제 2 홈(9)이 합쳐지도록 하여 편광자 재료판(5), 패러데이 회전자 재료판(6), 및 검광자 재료판(7)을 적층시키면, 검광자 재료판(7)의 편광 방향이 편광자 재료판(5)의 편광 방향에 대해서 실질적으로 45° 기울어진 상태로 형성되어 있다.

이상의 납땜 공정후, 제 25도 (b)에 도시한 바와 같이, 납땜으로 접합된 광학재료판(5, 6, 7)을 제 1 및 제 2 홈(8, 9)의 부분에서 절단한다. 상기 절단 공정에 의해 제 26도에 도시한 바와 같이, 납땜으로 접합된 광학재료판으로부터 복수의 광학소자 조립체(2)를 잘라 만든다.

본 실시 형태에 있어서는, 광학재료판(5, 6, 7)이 개구(11)가 될 영역을 완전히 둘러싸도록 광학재료판(5, 6, 7)의 광학면상에 금속막(10)이 형성되므로, 납땜으로 접합된 광학재료판(5, 6, 7)을 측면에서 보았을 때, 개구(11) 주위는 모두 금속막(10) 및 납땜층(12')에 의해 차폐되어 있다. 이 결과, 개구(11)의 부분에 발생한 격간으로 통하는 개구가 구성되는 일이 없으므로, 납땜 접합된 광학재료판(5, 6, 7)을 절단할 때, 절삭 가루, 냉각수, 고정용 왁스 등의 이물질이 개구(11) 부분에 생긴 격간에 침입하는 일이 없다.

본 실시 형태에 있어서는, 광학재료판(5, 6, 7)간의 접착력을 높이고 신뢰성을 향상시키기 위해서, 광학재료판(5, 6, 7)의 표면에 형성되어 있는 반사 방지막을 개구(11)가 될 영역을 제외하고 스퍼터 에칭한 후에, 금속막(10)을 스퍼터링에 의해 형성하도록 이루어져 있다. 상기 스퍼터 에칭시 개구(11)가 될 영역의 마스크로서 포토 레지스트막을 사용하면, 상기 포토 레지스트막은 스퍼터 에칭에 견디지 못한다. 따라서, 상기 스퍼터 에칭에 있어서는, 금속 마스크를 사용해야만 한다. 상기 금속 마스크는, 금속막을 스퍼터링에 의해 형성할 때에도 사용되지만, 상기 종래의 금속 마스크를 사용해서는, 금속막의 형상을 개구가 될 영역을 완전히 둘러싸는 바와 같은 형상으로 하는 것은 불가능하다. 왜냐하면, 금속 마스크에는 개구를 덮는 마스크 부분을 지지하기 위한 다리부가 필요하며, 상기 다리부에 접한 광학재료판의 부분에는, 금속막이 형성되지 않기 때문이다. 이 점에 관해, 본 발명자는 자세한 연구 결과 해결책을 발견했다. 즉, 개구를 덮는 금속 마스크의 마스크부가 광학재료판의 광학면과 접촉하고 있는 상태에 있어서, 다리부가 광학면으로부터 벗어나도록 금속 마스크를 구성함으로써, 다리부의 바로 아래에 있는 광학면에도 금속막이 형성된다는 사실을 발견했다. 상기한 바와 같이 금속막이 형성되는 것은, 다리부가 광학면으로부터 근소하게 떨어져 있으면, 도금재로부터 비산되는 입자가 다리부 아래측으로 들어가 다리부 바로 아래의 광학면에도 부착하기 때문이다.

본 실시 형태의 유효성을 증명하기 위해서, 본 실시 형태와 일부 공정의 다른 제조 방법(이하, 「비교예」라 함)에 의해 광학소자 조립체를 제조했다. 본 실시 형태와 비교예에서는 금속막 형성 공정에서 사용하는 금속 마스크가 다를 뿐, 그 밖의 공정은 동일하다.

비교예에 있어서, 사용되는 금속 마스크는 제 27도에 도시되는 것이며, 정방향으로 분할된 광학면(도시되지 않음)의 네 모서리에 금속막을 형성하는 것이다. 제 27도에 있어서, 금속 마스크(150)의 빗금이 없는 부분은, 광학면상에 금속막을 형성하기 위한 구멍(151)이며, 상기 구멍(151)에 둘러싸인 빗금 부분은, 개구가 될 영역을 덮는 마스크부(152)이다. 구멍(151)은, 정사각형이며, 상기 대각선의 길이는 1.5㎜이다. 상기 금속 마스크를 사용하여 형성된 금속막(10)은 제 33도와 같이 된다.

본 실시 형태 및 비교예에 의해 작성된 광학소자 조립체를 각각 마그네트 속에 고정하고 삽입 손실을 비교했다.

본 실시 형태에 의해 얻어진 광학소자 조립체를 이용한 광아이솔레이터(이하, 「본 실시 형태에 따른 광아이솔레이터」라 함), 및 비교예에 의해 얻어진 광학소자 조립체를 이용한 광아이솔레이터(이하, 「비교예에 관한 광아이솔레이터」라 함)의 삽입 손실의 히스토그램을 제 28도에 도시한다.

결정 자체의 투과 손실로서는 루틸 단결정 1장당 0.01dB이며, 석류석 단결정 1장은 0.15dB이기 때문에, 3장의 결정으로 0.17dB의 손실이 되며, 그 이상의 손실의 대부분이, 절삭 가루, 물이끼, 왁스 등의 이물질에 의한 손실이다.

제 28도로부터 밝혀졌듯이, 비교예에 따른 광아이솔레이터에서는 손실이 크고, 게다가 분산되어 있는데 반해, 본 실시 형태에 관한 광아이솔레이터에서는 거의 결정 자체의 손실뿐이며, 대략 가지런하다.

이것은, 이물질이 개구에서 생긴 틈에 존재하지 않으며, 본 실시 형태의 효과가 충분히 발휘되었다는 사실을 보여준다.

한편, 본 실시 형태의 특징 부분은 개구가 될 영역을 완전히 둘러싸도록 금속막을 형성하는 점에 있으며,

금속막 형성 공정은 본 실시 형태와 같은 스퍼터링에 의한 금속막 형성 공정에 한정되지 않는다. 그 밖의 금속막 형성법으로서는, 예를 들면 광학면 전면에 형성된 금속막 상에 포토 레지스트에 의한 패턴을 형성한 후, 에칭에 의해 금속막의 불필요한 부분을 제거하는 포토 에칭법이나, 미리 광학면의 금속막을 형성할 필요가 없는 부분에 포토 레지스트를 형성한 후, 광학면 전면에 금속막을 형성하고, 레지스트막과 그 위에 형성된 금속막을 제거하는 리프트 오프법에 의해 수행할 수도 있다.

또한, 본 실시 형태의 금속막 형성 공정에 있어서 사용된 금속 마스크는 어디까지나 일례이며, 본 발명에 있어서 이용되는 금속 마스크는, 스퍼터링 시에 있어서, 다리부가 광학면으로부터 떨어져 있으면 좋고, 본 실시 형태에 있어서 사용된 금속 마스크의 형상에 한정되지 않는다. 더욱이 개구 형상은 원형 이외에, 다각형, 타원형이어도 좋으며, 개구의 형상은 본 실시 형태의 것에 한정되지 않는다.

[산업상이용가능성]

본 발명은 반도체 레이저를 광원으로 한 광통신 시스템이나, 반도체 레이저를 사용한 광응용 기구 등에서 사용되는 광아이솔레이터의 광학소자 조립체의 제조 방법으로서 우수하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

편광자, 패러데이 회전자, 및 검광자의 적어도 3가지의 광학소자가 하나의 광축상에 정렬하여 배치됨으로써 구성되는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법에 있어서, 복수의 상기 편광자를 잘라 만들 수 있는 편광자 재료판, 복수의 상기 패러데이 회전자를 잘라 만들 수 있는 패러데이 회전자 재료판, 및 복수의 상기 검광자를 잘라 만들 수 있는 검광자 재료판의 적어도 3장의 광학재료판을 준비하는 준비 단계; 상기 편광자 재료판의 상기 패러데이 회전자 재료판과 마주보는 광학면, 상기 패러데이 회전자 재료판의 상기 편광자 재료판 및 검광자 재료판과 마주보는 광학면, 및 상기 검광자 재료판의 상기 패러데이 회전자 재료판과 마주보는 광학면의 각 광학면에 상기 광학소자를 조립체 단위로 분할하기 위한 제 1 및 제 2 홈을 형성하는 홈 형성 단계; 상기 각각의 재료판에 있어서, 광투과용 개구가 될 영역 이외의 부분에 금속막을 형성하는 금속막 형성 단계; 상기 금속막 형성 단계 이후, 상기 편광자 재료판의 편광 방향에 대해 상기 검광자 재료판의 편광 방향이 실질적으로 45° 기울어진 상태가 되도록 상기 각 광학재료판을 적층하고, 상기 홈내에 봉형상 납땜재를 삽입하는 납땜재 삽입 단계; 상기 각 광학면에 형성된 금속막 부분에 상기 각 광학재료판이 상호 부착되도록 상기 납땜재를 열처리하여 납땜시키는 납땜 단계; 및 상기 납땜 단계 이후, 상기 각 광학재료판을 절단하여, 복수의 상기 광학소자 조립체를 상기 홈에서 자르는 절단 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 금속막 형성 단계는 상기 금속막을 상기 제 1 및 제 2 홈을 구비한 벽면에도 형성하며, 상기 절단 단계는 상기 금속막이 형성된 벽면을 갖는 부분이 상기 각 광학소자의 측면에 단부로서 남도록 상기 홈의 중앙부에서 절단하는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체.

청구항 3

제1항에 따른 방법으로 제조되는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체에 있어서, 상기 광학소자의 측면에 단부가 형성되고, 상기 단부에 금속막이 형성되며, 상기 단부에 형성된 금속막을 통해 영구자석의 도금부에 납땜접합되는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 납땜 단계에서 상기 금속막에 의해 범위가 정해진 상기 각 광학재료판의 개구의 동일한 곳을 통과하는 광축이 상기 광축면에 직교하는 직선에 대해 기울어지도록 상기 각 광학재료판을 적층하고, 상기 상태에서 상기 각 광학재료판을 상기 금속막 부분에서 납땜하며, 상기 절단 단계에서 상기 광축을 따라 상기 각 광학재료판을 절단하는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

청구항 5

제1항에 따른 방법으로 제조된 광아이솔레이터용 광학소자 조립체.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 납땜 단계 이후에, 상기 각 광학재료판의 광학면에 방수성을 가지는 표면개질제를 도포하는 표면 개질 단계를 수행하며, 상기 표면 개질 단계 이후에, 상기 절단 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 표면 개질 단계에 이용되는 표면개질제가 실란계 커플링제인 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 표면 개질 단계에서 사용되는 표면개질제가 플루오르알킬실란계인 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 금속막 형성 단계에서 상기 금속막에 의해 범위가 설정되는 상기 개구가 상기 금속

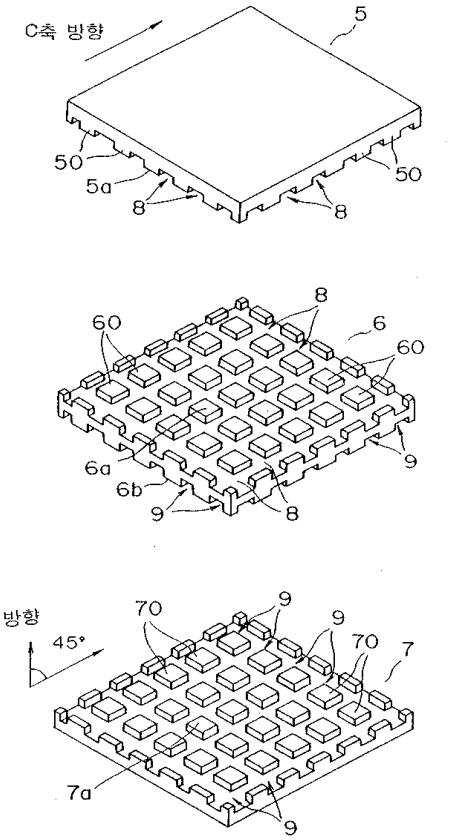
막에 의해 완전히 둘러싸이도록, 상기 금속막을 형성하는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

청구항 10

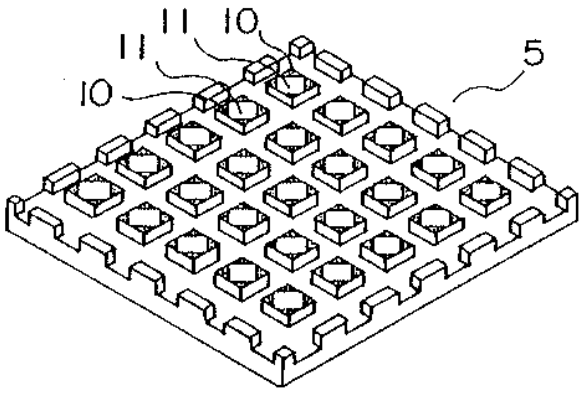
제9항에 있어서, 상기 금속막 형성 단계에서 상기 금속막을 형성하기 위해 사용되는 금속 마스크는 상기 개구가 될 영역을 덮는 마스크부 및 상기 마스크부간을 접속하는 다리부를 가지며, 상기 마스크부가 상기 개구가 될 영역을 덮고 있을 때, 상기 다리부가 상기 광학면으로부터 떨어지도록 형성되는 것을 특징으로 하는 광아이솔레이터용 광학소자 조립체 제조 방법.

도면

도면1

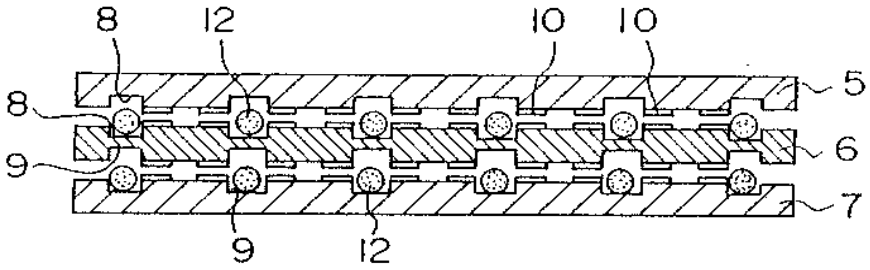


도면2

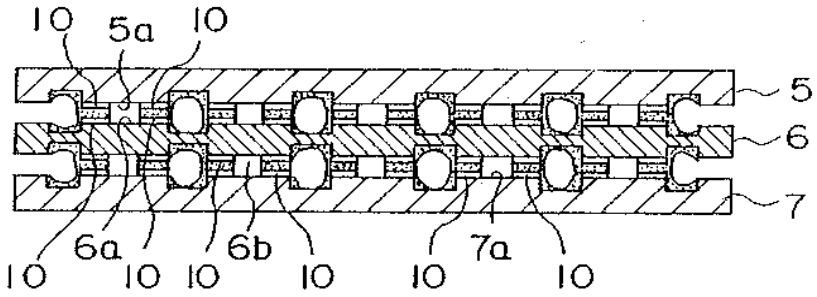


도면3

(a)

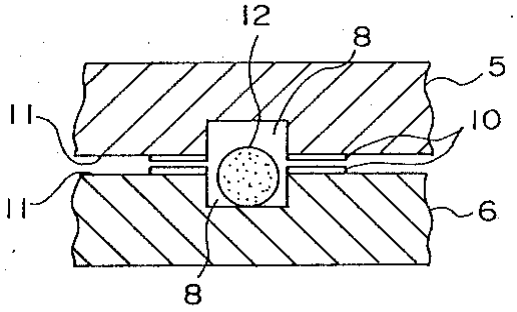

8
12
10
10
5
8
6
9
7
9
12

(b)

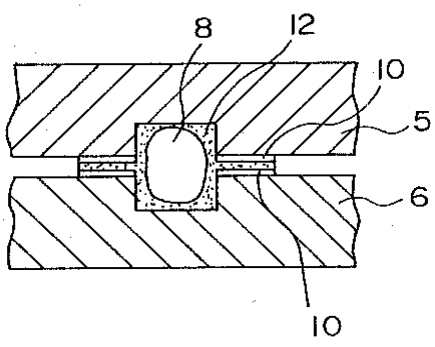

10
5a
10
5
6
7
10
6a
10
10
6b
10
10
7a
10

도면4

(a)

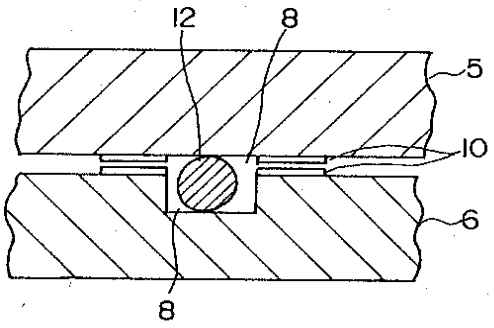

12
8
5
11
10
11
6
8

(b)

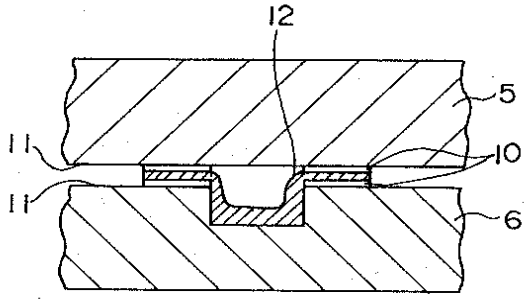

8
12
10
5
6
10

도면5

(a)

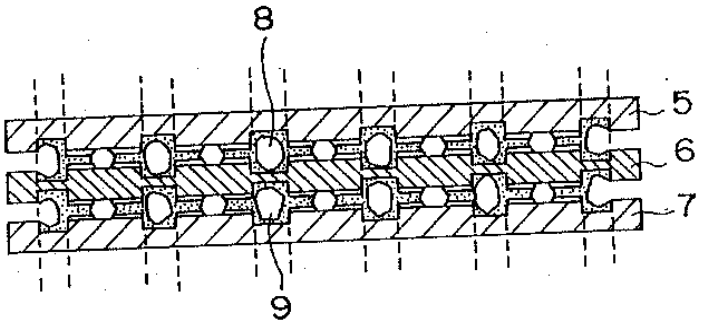


(b)

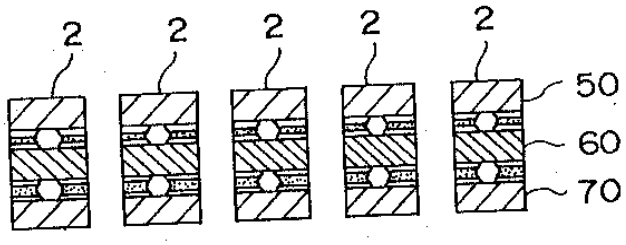


도면6

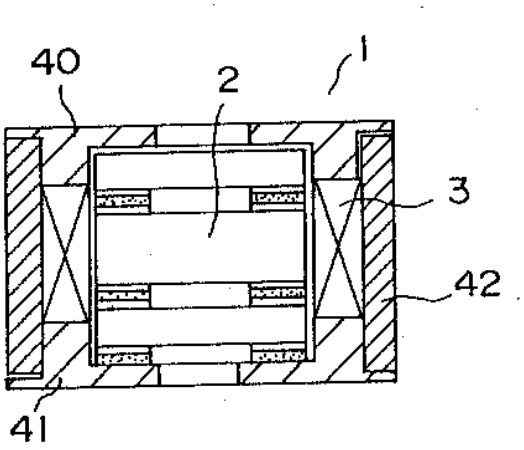
(a)



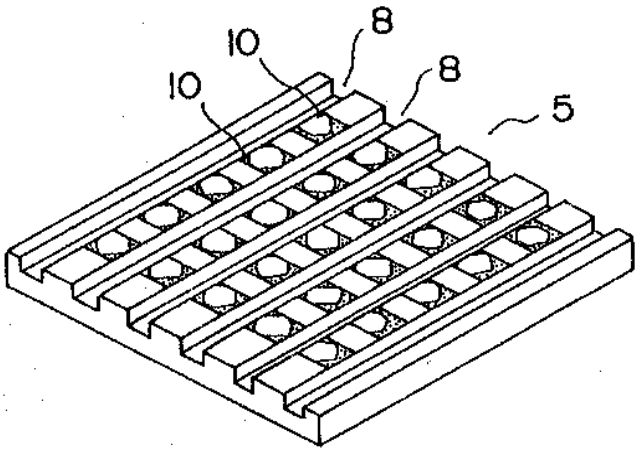
(b)



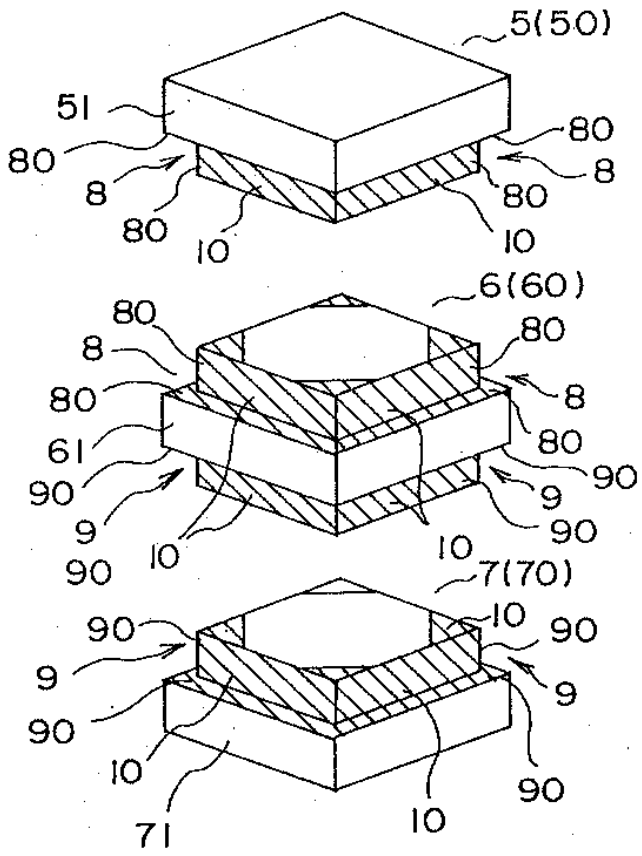
도면7



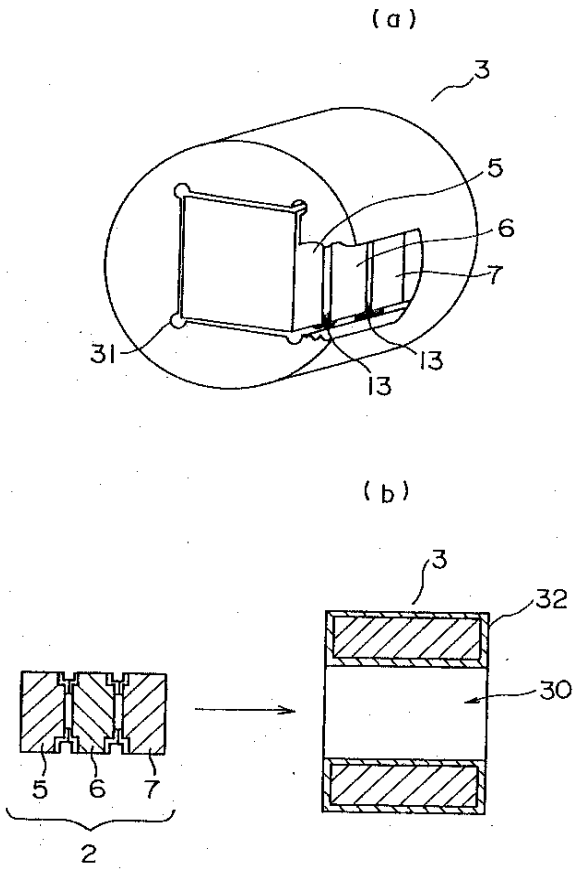
도면8



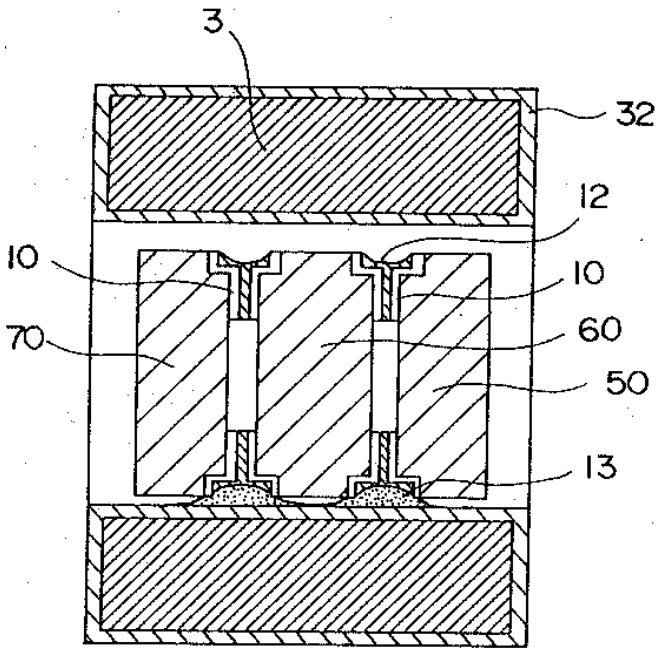
도면9


5(50)
51
80
8
80
10
80
8
80
10
6(60)
80
8
80
61
90
9
90
10
80
8
80
90
9
90
10
7(70)
90
9
90
10
71
10
90
9
90
10

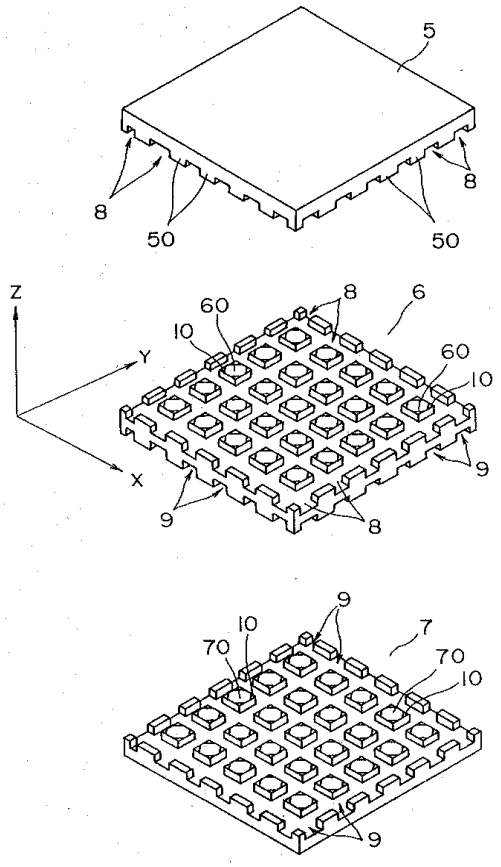
도면10


(a)
3
5
6
7
31
13
13
(b)
3
32
30
5
6
7
2

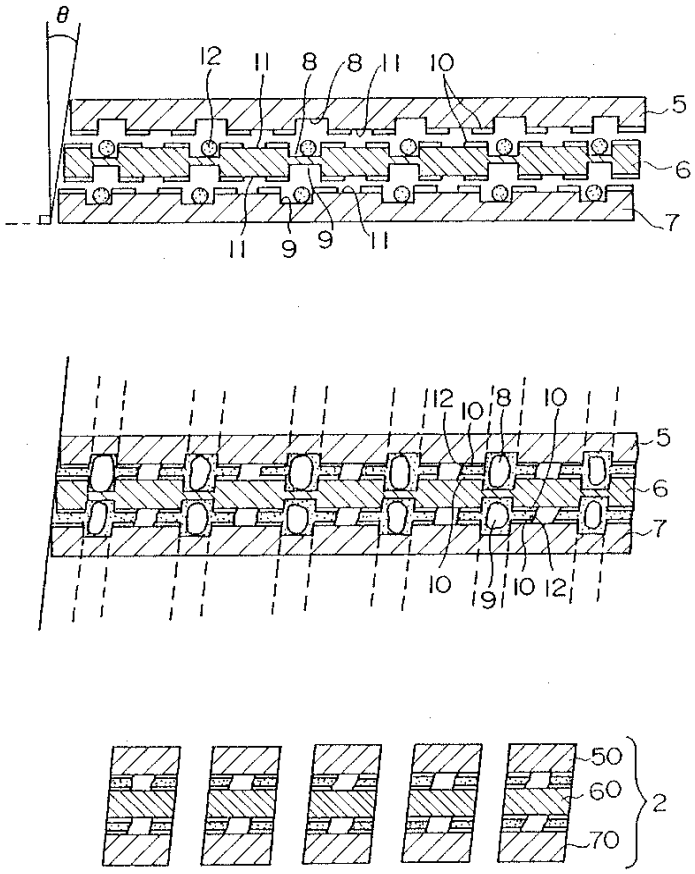
도면11


3
32
12
10
10
70
60
50
13

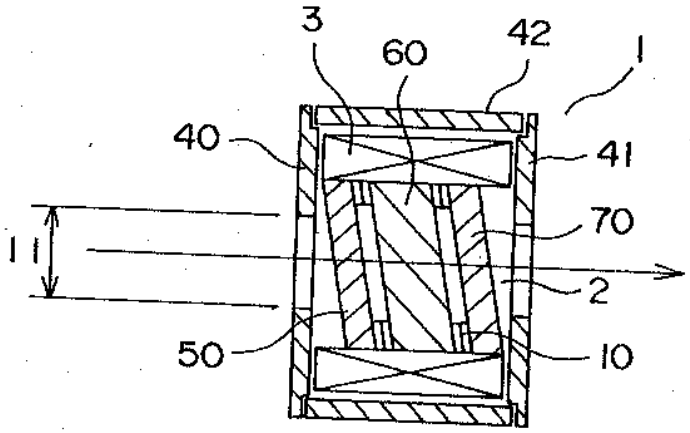
도면12


5
8
8
50
50
Z
Y
X
60
8
6
10
60
10
9
9
8
9
10
7
70
70
10
9

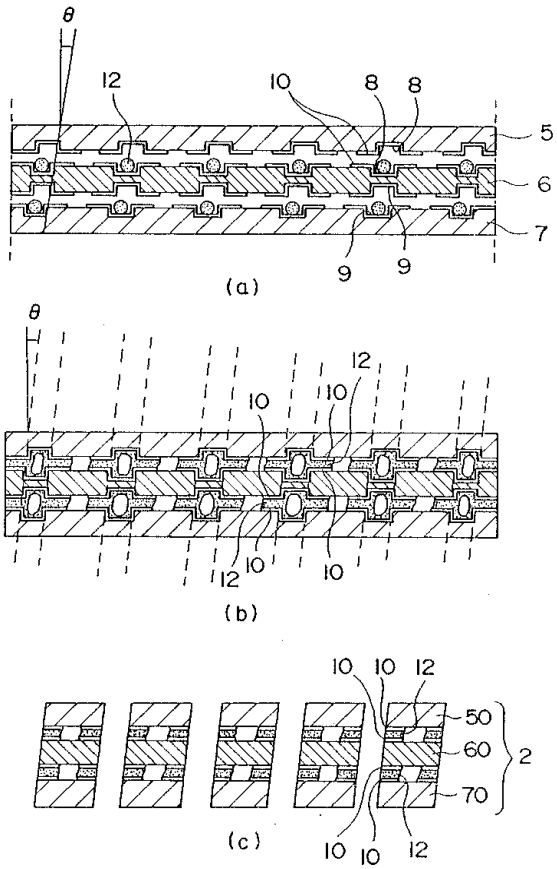
도면13


θ
12
11
8
8
11
10
5
6
7
11
9
9
11
12
10
8
10
5
6
7
10
9
10
12
50
60
70
2

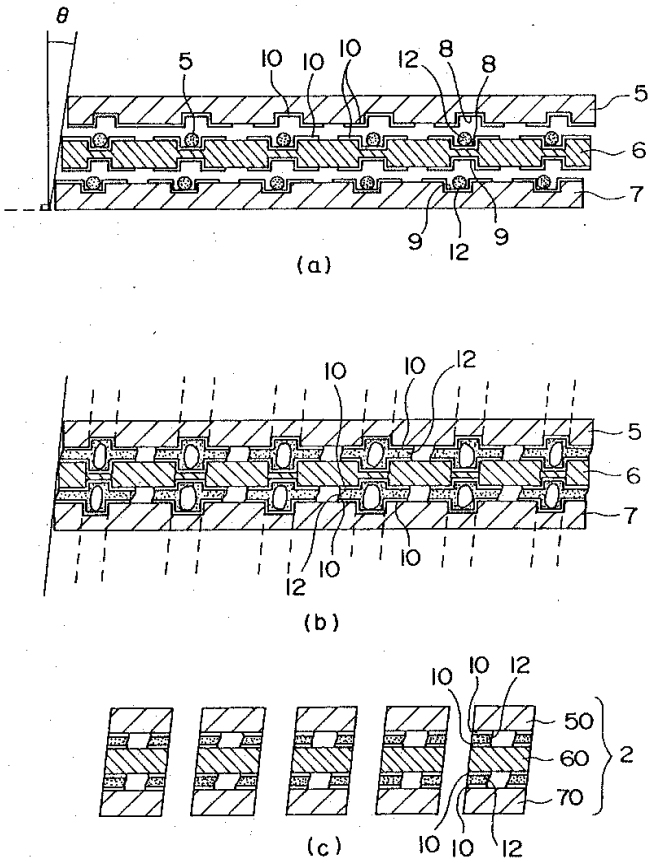
도면14


3
60
42
1
40
41
70
11
2
50
10

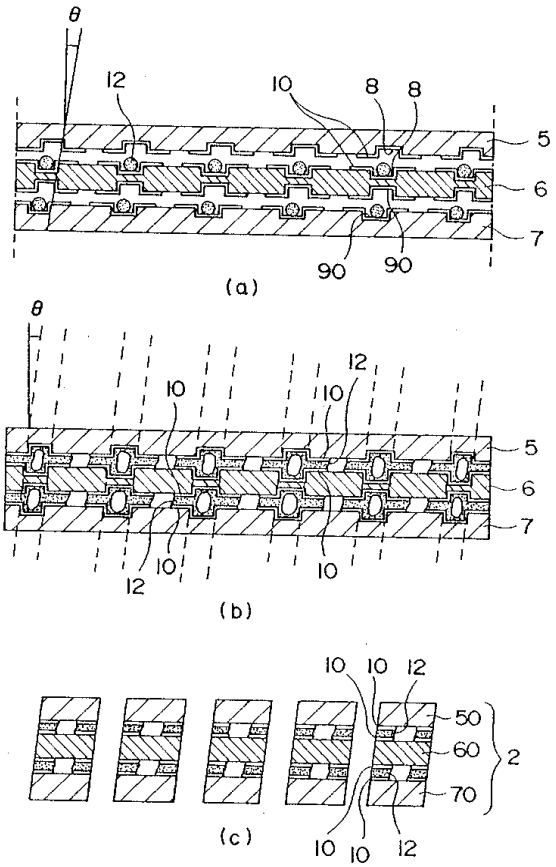
도면15


θ
12
10
8
8
5
6
7
9
9
(a)
θ
12
10
10
12
10
12
10
10
(b)
10
10
12
50
60
70
2
10
10
12
(c)

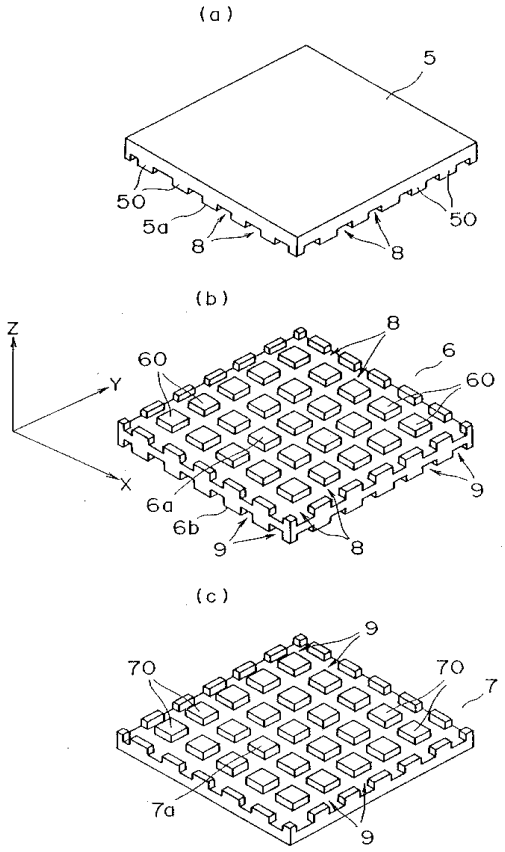
도면16


θ
5
10
10
10
12
8
8
5
6
7
9
12
9
(a)
10
10
12
5
6
7
12
10
10
(b)
10
10
12
50
60
70
2
10
10
12
(c)

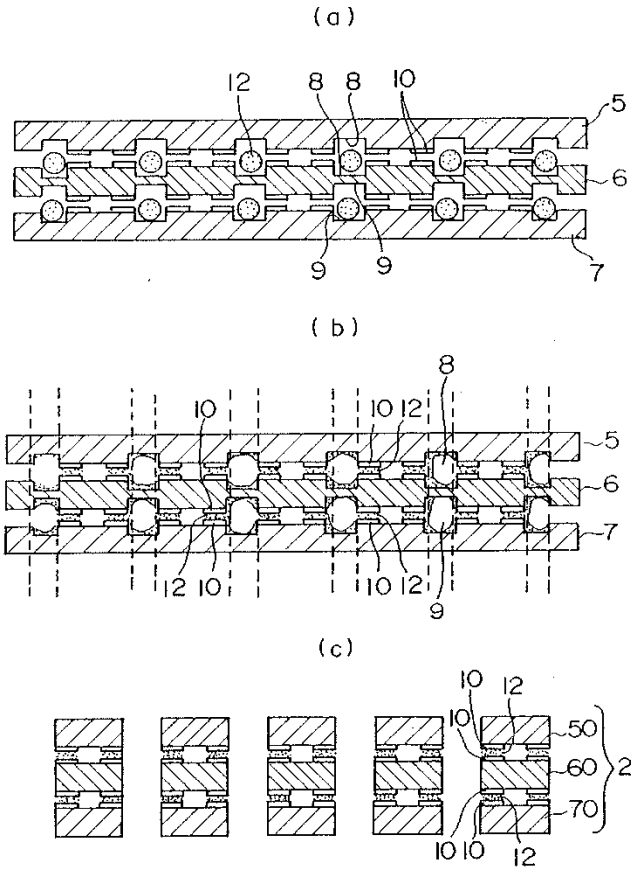
도면17


θ
12
10
8
8
5
6
7
90
90
(a)
θ
10
12
10
5
6
7
12
10
10
(b)
10
10
12
50
60
70
2
10
10
12
(c)

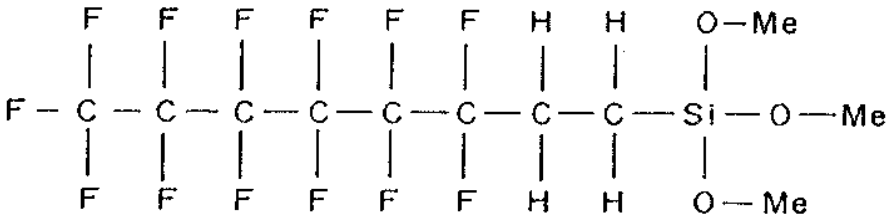
도면18



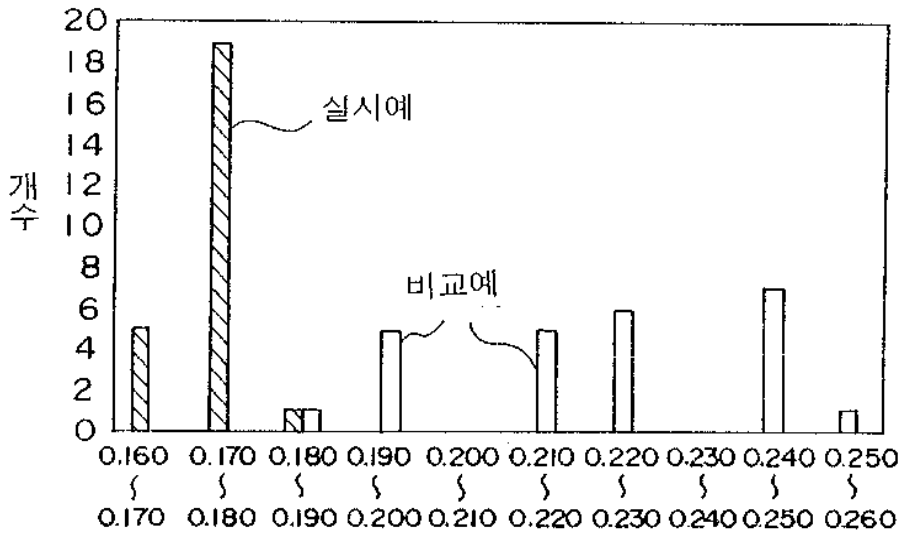
도면19


(a)
12
8
8
10
5
6
9
9
7
(b)
8
10
10
12
5
6
7
12
10
10
12
9
(c)
10
12
10
50
60
70
2
10
10
12

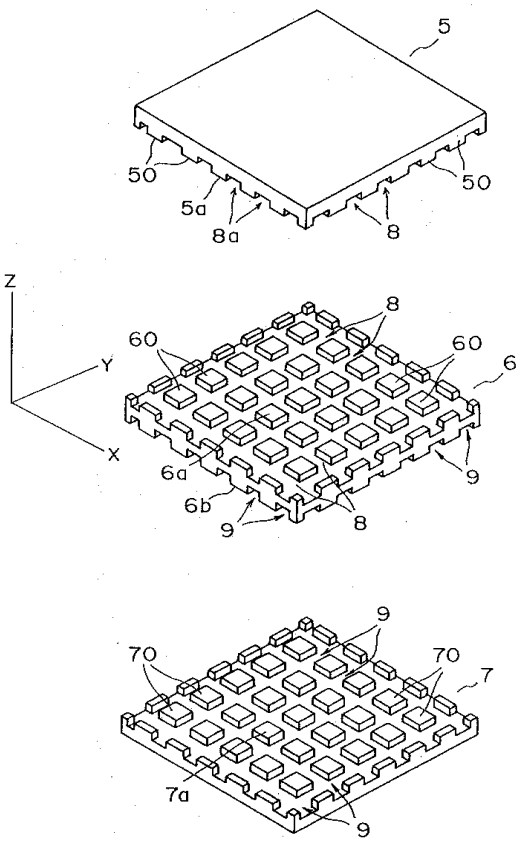
도면20


F F F F F F H H O—Me
F—C—C—C—C—C—C—C—C—Si—O—Me
F F F F F F H H O—Me

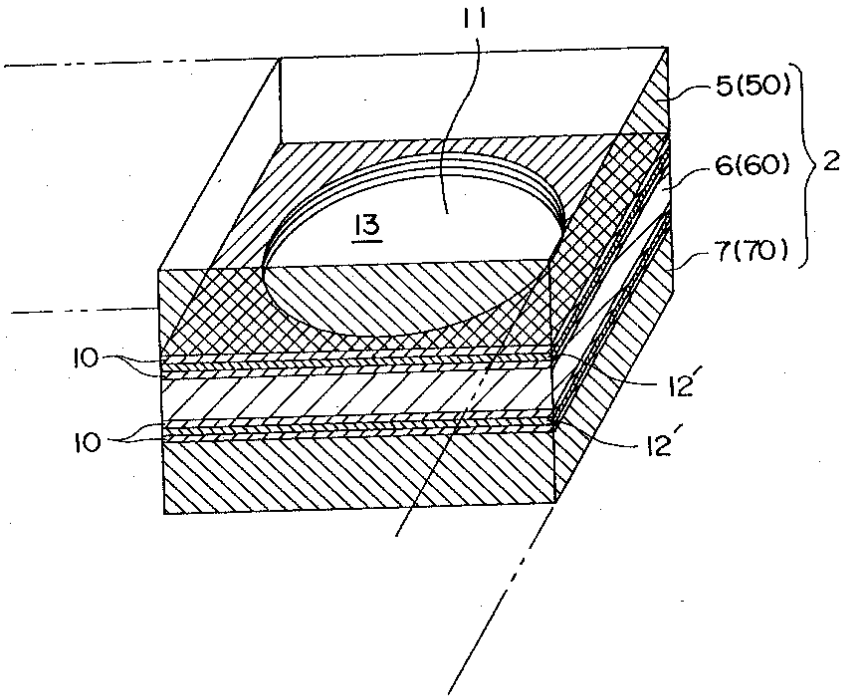
도면21


20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
개수
실시예
비교예
0.160 ~ 0.170
0.170 ~ 0.180
0.180 ~ 0.190
0.190 ~ 0.200
0.200 ~ 0.210
0.210 ~ 0.220
0.220 ~ 0.230
0.230 ~ 0.240
0.240 ~ 0.250
0.250 ~ 0.260
삽입 손실

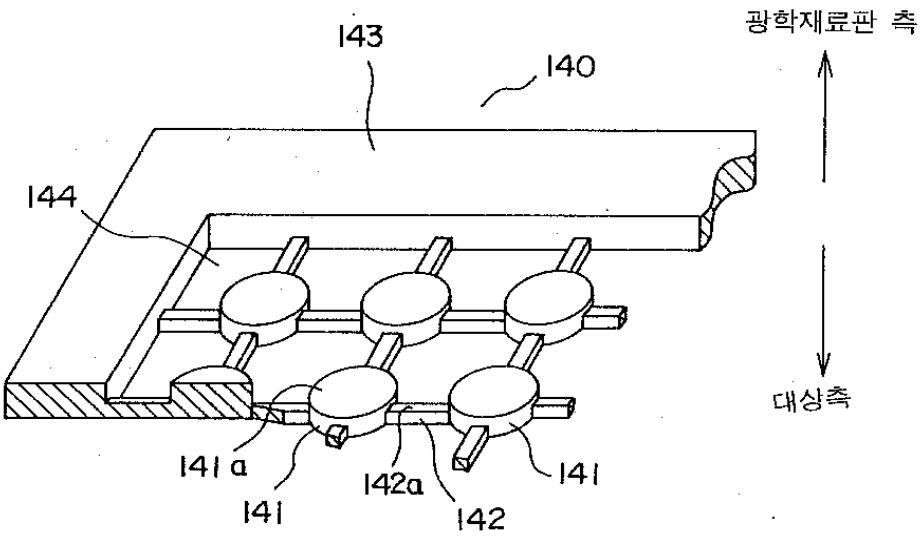
도면22


5
50
50
5a
8a
8
Z
Y
X
60
60
8
6
6a
6b
9
9
8
9
70
70
7
7a
9

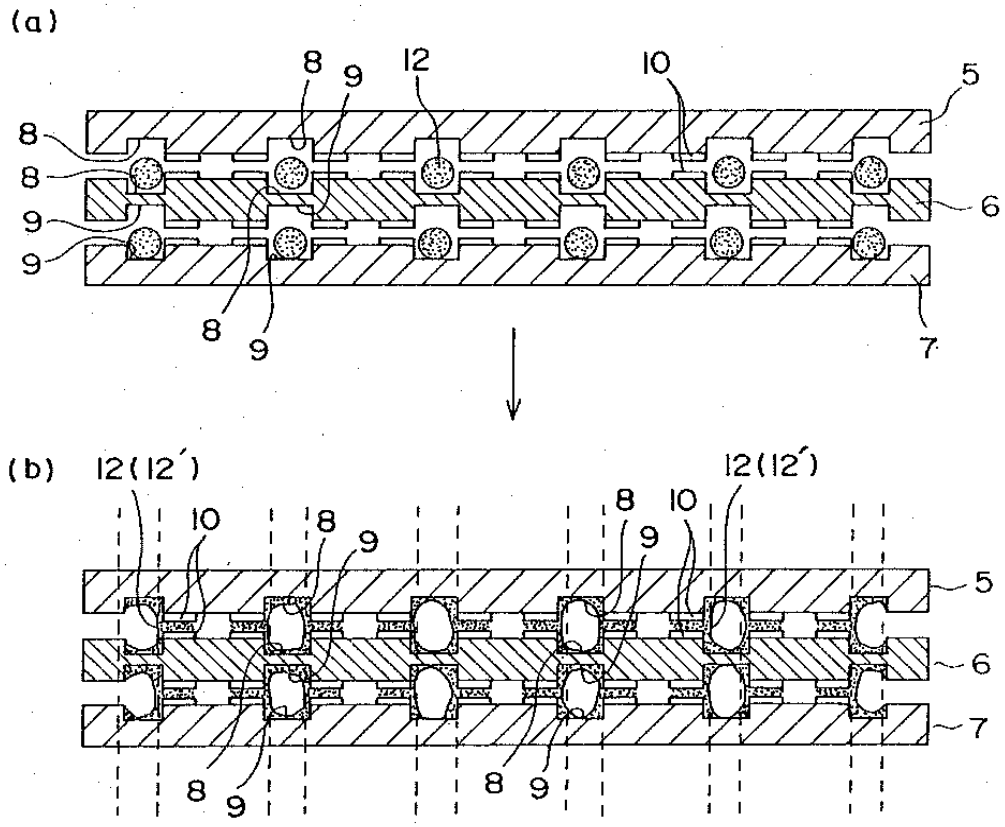
도면23


11
5(50)
6(60)
2
7(70)
13
10
12'
10
12'

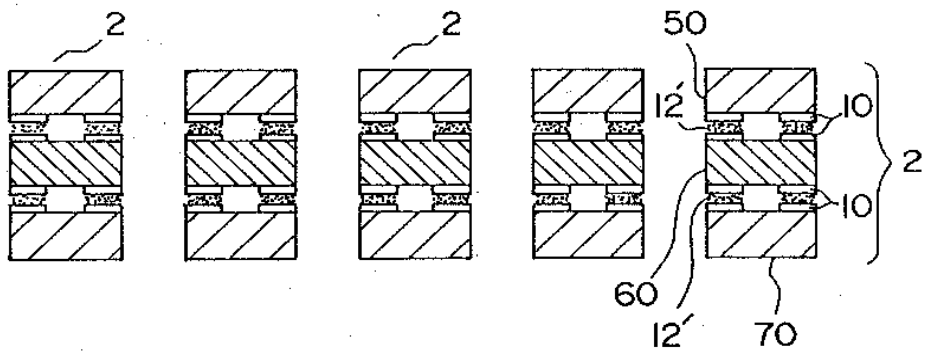
도면24


143
140
광학재료판 측
144
141a
141
142a
142
141
대상측

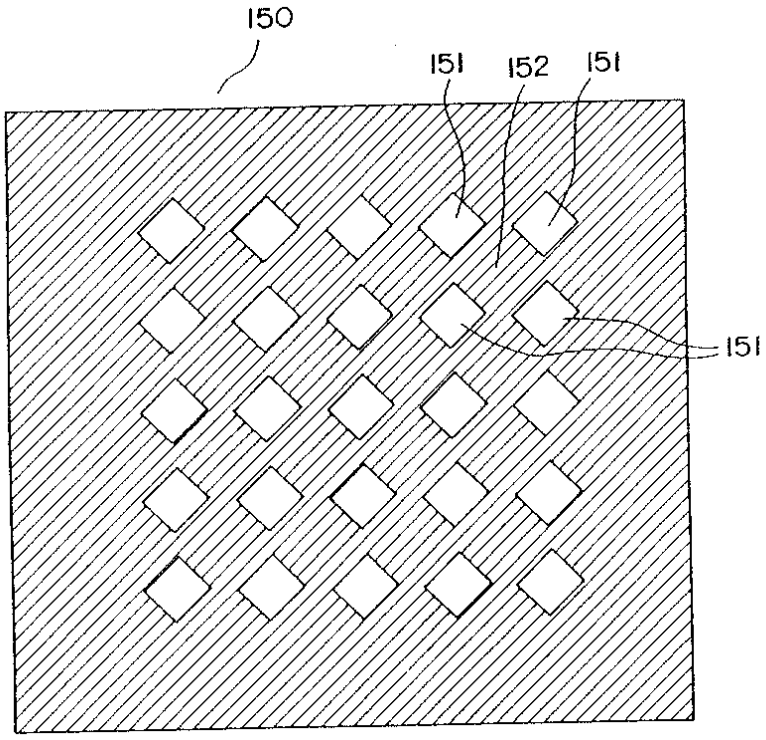
도면25


(a)
8
9
12
10
5
8
8
9
9
6
8
9
7
(b)
12(12′)
12(12′)
10
8
9
8
10
9
5
6
7
8
9
8
9

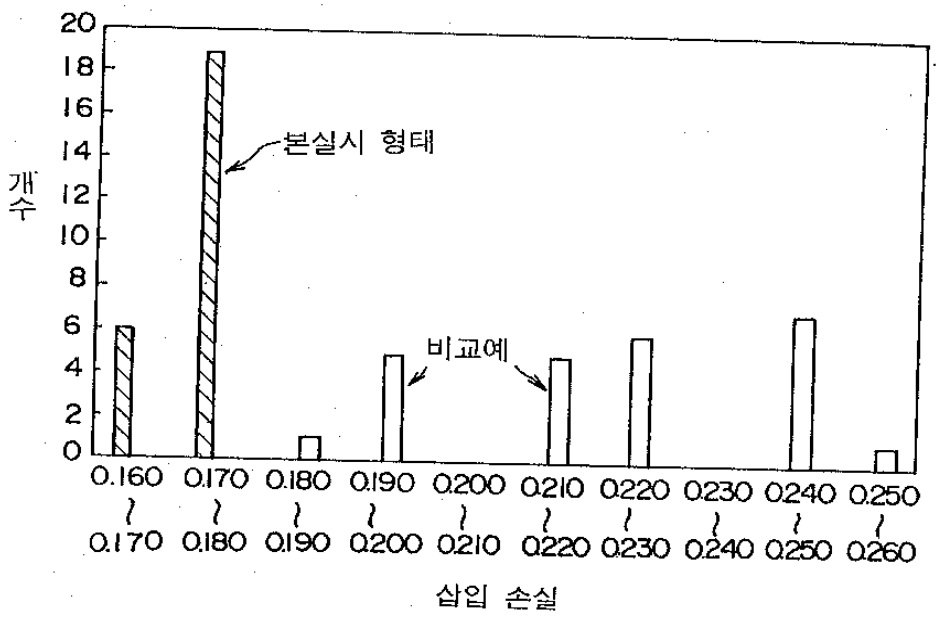
도면26


2
2
50
12′
10
2
10
60
12′
70

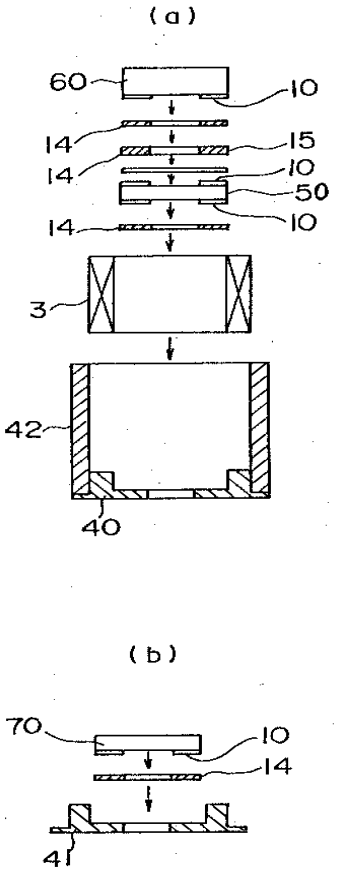
도면27


150
151
152
151
151

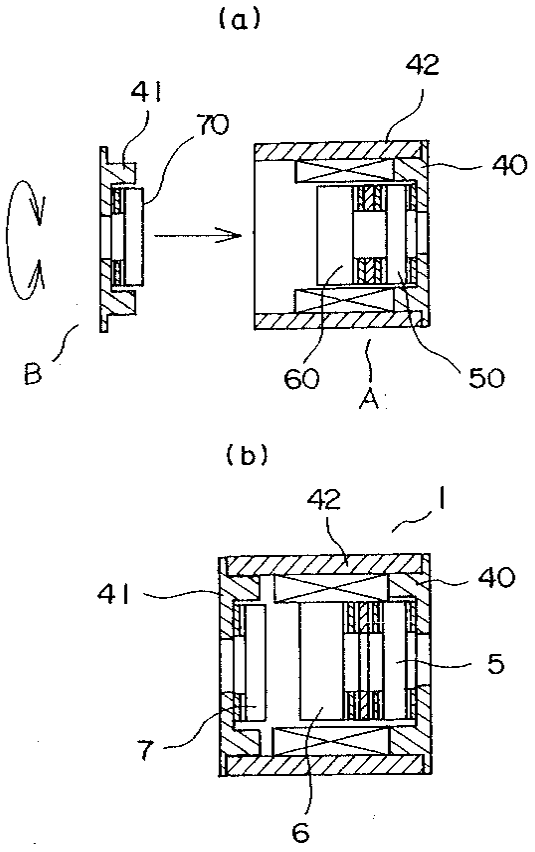
도면28


20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
개수
본실시 형태
비교예
0.160 ~ 0.170
0.170 ~ 0.180
0.180 ~ 0.190
0.190 ~ 0.200
0.200 ~ 0.210
0.210 ~ 0.220
0.220 ~ 0.230
0.230 ~ 0.240
0.240 ~ 0.250
0.250 ~ 0.260
삽입 손실

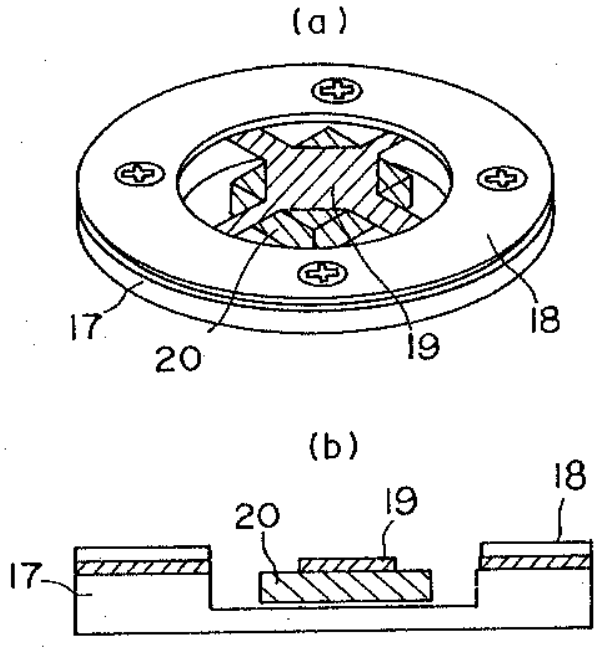
도면29


(a)
60
10
14
15
14
10
50
14
10
3
42
40
(b)
70
10
14
41

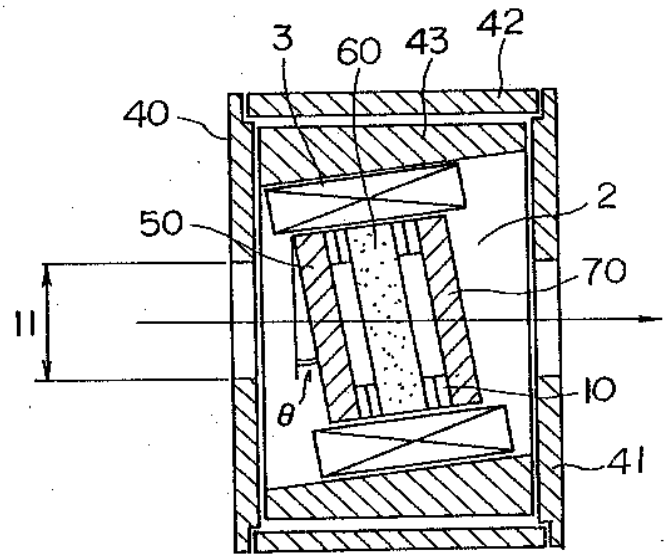
도면30


(a)
41
70
42
40
B
60
A
50
(b)
42
1
41
40
5
7
6

도면31



도면32



도면33

