

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
G02B 6/12
G02B 6/13
B23K 26/00

(11) 공개번호 10-2005-0063687
(43) 공개일자 2005년06월28일

(21) 출원번호 10-2004-0107485
(22) 출원일자 2004년12월17일

(30) 우선권주장 60/532,145 2003년12월22일 미국(US)

(71) 출원인 롬 앤드 하스 일렉트로닉 머트어리얼즈, 엘.엘.씨.
미국 매사추세츠 01752 말보로우 포레스트 스트리트 455

(72) 발명자 모이니헌매튜엘.
미국 매사추세츠 01564 스티어링 블루베리 라인 3
콜랑젤로칼제이.
미국 매사추세츠 02745 뉴 베드포드 메릴랜드 스트리트 146
셸넛제임스지.
미국 매사추세츠 01532 노스보로 뱀콕 드라이브 5
시카드브루노엠펜.
미국 매사추세츠 02703 애틀보로 파크 스트리트 153
푸글리아노니콜라
미국 매사추세츠 01519 그래프톤 다니엘레 드라이브 21

(74) 대리인 최규팔
이은선

심사청구 : 없음

(54) 레이저 삭마를 이용한 전자 및 광 소자의 형성 방법

요약

전자 및/또는 광 소자의 형성방법이 제공된다. 이 방법은 (a) 식 ($R^1SiO_{1.5}$)(여기에서, R^1 은 치환되거나 비치환된 유기 그룹이다)의 단위를 가지는 폴리머 층을 포함하는 전자 기판을 제공하고; (b) 레이저 삭마(laser ablation)에 의해 폴리머 층의 선택 부분을 제거하는 단계를 포함한다. 본 발명은 특히 전자 및 광전자 산업에 응용된다.

대표도

도 1a

명세서

도면의 간단한 설명

도 1(a) 내지 (c)는 본 발명의 한 측면에 따른 여러 형성단계에서의 내장 광 도파로를 나타낸다.

도 2(a) 내지 (d)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 광 비어(optical via)를 나타낸다.

도 3(a) 내지 (e)는 본 발명의 또 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 블라인드 비어(blind via)를 나타낸다.

도 4(a) 내지 (d)는 본 발명의 그밖의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 광 미러(optical mirror)를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 추가의 측면에 따라 형성된 다른 광 미러를 나타낸다.

도 6(a) 내지 (c)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 오목 렌즈를 나타낸다.

도 7(a) 내지 (b)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 볼록 렌즈를 나타낸다.

도 8(a) 내지 (b)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 회절 격자쌍을 나타낸다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

관련 출원 참조

본 출원은 그의 전체내용이 본 원에 참고로 인용되는 2003년 12월 22일 출원된 미국 가출원 제 60/532,145호의 35 U.S.C. §119(e)에 의거한 이점을 청구한다.

발명의 배경

본 발명은 일반적으로 전자 및/또는 광 소자에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 레이저 삭마 기술을 이용하여 전자 및/또는 광 소자를 형성하는 방법에 관한 것이다.

고속 통신에 있어서 광의 펄스 시퀀스(pulse sequence)를 이용한 신호 전달이 점점 더 중요해지고 있다. 예를 들어, 광 집적회로(optical integrated circuit)(OIC)가 고 밴드폭 광 연결을 위해 중요성을 더해 가고 있다. 그 결과, 도파로, 필터, 광 인터커넥터, 렌즈, 회절 격자, 광 비어 등과 같은 광 소자 통합이 점점 더 중요해 지고 있다.

본 기술이 직면한 문제는 레이저 삭마 기술을 이용하여 패터닝되어 광 소자를 형성할 수 있는 바람직한 성질을 가지는 광 소재를 개발하는 것이다. 국제 공개 제 WO 03/005616호는 광 신호를 발생하도록 디자인된 멀티-레벨 인쇄배선판(PWB)와 관련하여 사용되는 레이저 삭마 패터닝 기술을 개시하였다. PWB의 상부 전체 표면에 제 1 폴리머 광 전도층을 라미네이트한다. 제 1 층과 동일한 성질을 가지는 제 2의 고굴절율 폴리머를 상부 표면적 전체에 라미네이트한다. 층을 PWB의 에지상에 있는 베열 타겟을 이용하여, 레이저 삭마에 의해 하부 구리층을 향해 채널화한다. 제 1 층 폴리머 물질의 추가의 층을 PWB의 상부 표면에 라미네이트하여 광 도파로를 형성한다. 3 층 구조의 다른 부분을 레이저 삭마에 의해 하부 구리층을 향해 채널화하는데, 여기에 관통-홀(through-hole)이 위치된다.

WO 03/005616호는 폴리머 물질로 Polyguide™을 개시하였다. 알 수 있는 바와 같이, 이 물질은 아크릴레이트계 물질이다. 그러나, 광 소자를 형성하는데 아크릴레이트를 사용하는 데에는 많은 결점이 따른다. 예를 들어, 아크릴레이트는 통상, 예컨대 칩-대-칩(chip-to-chip) 응용에서와 같이 고온 응용에 사용하기에 적합치 않다. 200 °C 근처의 온도에서, 대부분의 아크릴레이트 물질은 분해 및 탈중합하기 시작하여, 이를테면 광 성능의 손상 형태로 신뢰성에 문제를 야기한다. 따라서, 레이저 빔 근처에 있는 물질 영역은 열 편재에 의해 광학적으로 및/또는 전기적으로 분해가 시작될 수 있다. 또한, 아크릴레이트는 글래스와 구조적으로 및 광학적으로 상이한 단점을 갖는다. 광 섬유 및 피크테일(pigtail) 구조에 현재 선택되는 재료인 글래스는 유익한 구조 및 광학적 성질을 제공한다. 광 손실에 연루된 문제를 감소시키기 위하여, 아크릴레이트 보다 글래스의 것보다 밀접한 성질을 가지는 광 소자용 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 기술된 폴리머 물질은 라미네이트된다. 라미네이션은 칩-대-칩 응용에서 웨이퍼 프로세싱에 전형적으로 사용되거나, 이와 상용적인 공정은 아니다.

따라서, 상술된 하나 이상의 문제를 극복하거나 눈에 띄게 개량시킨 전자 및/또는 광 장비를 형성하는 개선된 방법이 요망된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 한 측면으로, 전자 및/또는 광 소자의 형성방법이 제공된다. 이 방법은 (a) 식 ($R^1SiO_{1.5}$)(여기에서, R^1 은 치환되거나 비치환된 유기 그룹이다)의 단위를 가지는 폴리머 층을 포함하는 전자 기판을 제공하고; (b) 레이저 삭마(laser ablation)에 의해 폴리머 층의 선택 부분을 제거하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 측면으로, 전자 소자를 형성하는 방법이 제공된다. 이 방법은 (a) 식 ($R^1SiO_{1.5}$)(여기에서, R^1 은 치환되거나 비치환된 유기 그룹이다)의 단위를 가지는 폴리머 층 및 금속층을 포함하는 인쇄배선판을 제공하고; (b) 레이저 삭마에 의해 폴리머 층의 선택 부분을 제거하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 측면 및 이점은 이하 상세한 설명, 청구범위 및 첨부 도면을 검토한 후 당업자들이 알 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

본 발명이 도면을 참조로 하여 보다 상세히 설명될 것이며, 도면에서 동일한 참조 숫자는 동일한 특징(feature)을 나타낸다.

도 1(a) 내지 (c)는 본 발명의 한 측면에 따른 여러 형성단계에서의 내장 광 도파로를 나타낸다.

도 2(a) 내지 (d)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 광 비어(optical via)를 나타낸다.

도 3(a) 내지 (e)는 본 발명의 또 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 블라인드 비어(blind via)를 나타낸다.

도 4(a) 내지 (d)는 본 발명의 그밖의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 광 미러(optical mirror)를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 추가의 측면에 따라 형성된 다른 광 미러를 나타낸다.

도 6(a) 내지 (c)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 오목 렌즈를 나타낸다.

도 7(a) 내지 (b)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 볼록 렌즈를 나타낸다.

도 8(a) 내지 (b)는 본 발명의 다른 측면에 따른 여러 형성단계에서의 회절 격자쌍을 나타낸다.

발명의 구성 및 작용

발명의 상세한 설명

간략해서 기술하면, 본 발명은 전자 및/또는 광 소자의 형성방법을 제공한다. 이 방법은 폴리머 층을 포함하는 전자 기판을 제공하는 것을 포함한다. 폴리머 층은 식 ($R^1SiO_{1.5}$) (여기에서, R^1 은 치환되거나 비치환된 유기 그룹이다)의 단위를 가지는 폴리머를 포함한다. 폴리머층의 선택 부분이 레이저 삭마에 의해 제거된다.

본 원에 사용된 용어들에는 하나 이상이라는 개념이 내포되어 있다. 본 원에 사용된 용어 "전자 소자"는 광 및 전자 기능을 포함하는 광전자 장비 뿐 아니라 비광전자 장비 모두를 포괄한다. 전자 소자는 예를 들어 광기능이 있거나 없는 인쇄배선판(PWB), 광기능이 있거나 없는 집적회로(IC) 등일 수 있다. 광 소자는 예를 들어 광도파로, 광비아(optical via), 터닝 소자(turning component), 렌즈, 미러, 회절 격자 등일 수 있다. 광소자는 전형적으로 광전자 장비에 사용되며, 제 위치에서 전자 소자 부분 또는 후에 전자 소자로 통합될 수 있는 별도의 부분으로 형성될 수 있다.

용어 "전자 기판"은 PWB 및 IC와 같은 전자 소자를 제조하는데 유용한 기판을 의미한다. 특히 적합한 기판은 구리 클래드 보드의 라미네이트 표면 및 구리 표면, 구리 포일, 인쇄배선판 내층 및 외층, 집적회로의 제조에 사용되는 웨이퍼, 예를 들어 실리콘, 갈륨 아르세나이드 및 인듐 포스파이드 웨이퍼, 액정 디스플레이("LCD") 유리 기판을 포함하나, 이로만 한정되지 않는 유리 기판, 및 절연체 코팅, 클래딩 층 등을 포함하는 기판을 포함한다.

기판은 레이저 삭마를 통해 패턴화될 수 있는 표면에 폴리머층을 포함한다.

폴리머층은 식 ($R^1SiO_{1.5}$) (여기에서, R^1 은 치환되거나 비치환된 유기 그룹이다)의 단위를 가지는 폴리머를 포함한다. 달리 명시되지 않으면, 폴리머층 형성에 사용된 조성물의 성분양은 용매를 함유하지 않는 조성물에 기초한 중량%로 주어진다. 본 원에 사용된 용어 "폴리머"는 올리고머, 다이머, 트리머, 테트라머 등을 포함하며, 호모폴리머 및 고차 폴리머, 즉 2 이상의 상이한 모노머 단위로부터 형성된 폴리머, 및 헤테로폴리머 모두를 포괄한다. 용어 "알킬"은 치환되거나 비치환된 선형, 측쇄 및 사이클로알킬 그룹을 의미하며 사슬내 또는 사슬상에 헤테로 원자를 포함할 수 있다. 용어 "방향족"은 치환되거나 비치환된 방향족 그룹을 의미하며, 헤테로사이클을 포함할 수 있다.

본 발명에 유용한 폴리머는 예를 들어 실록산, 실세스퀴옥산 및 케이지(caged) 실록산 및 이들의 배합물을 포함한다. 적합한 실세스퀴옥산 폴리머는 예를 들어 POSS(다면체 올리고머 실세스퀴옥산)-계 폴리머, 및 본 원에 참고로 인용되며 함께 계류중인 미국 출원번호 제 10/307,904호(대리인 Docket No. DN 51203) 및 공개된 미국 출원 제 20020172492 A1에 개시된 것을 포함한다. 폴리머는 조성물중에 1 내지 99.5 중량%, 예를 들어 60 내지 98.5 중량%의 양으로 존재할 수 있다. R에 대한 예시적인 유기 그룹은 치환 및 비치환 알킬, 아릴 및 헤테로사이클릭 그룹을 포함한다. 알킬 그룹은 탄소원자 수 1 내지 20의 직쇄, 측쇄 또는 사이클릭일 수 있고, 전형적으로 1 내지 20개의 탄소원자를 가지며, 예컨대 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, t-부틸, t-아밀, 옥틸, 데실, 도데실, 세틸, 스테아릴, 사이클로헥실 및 2-에틸헥실이다. 알킬 그룹은 예를 들어 알킬 사슬내 및/또는 알킬상에서 헤테로 원자에 의해 치환될 수 있거나, 비방향족 사이클릭 그룹, 예컨대 사이클로펜틸, 사이클로헥실, 노보닐, 아다만틸, 피페리딘, 테트라하이드로푸라닐 및 테트라하이드로티오펜 그룹일 수 있다. 예시적인 아릴 그룹은 6 내지 20개, 예를 들어 6 내지 15개의 탄소원자를 가지는 것을 포함하며, 예컨대 페닐, 톨릴, 벤질, 1-나프틸, 2-나프틸 및 2-페난트릴이 있고, 헤테로 원자에 의해 치환될 수 있다. 헤테로사이클릭 그룹은 방향족, 예를 들어 티오펜, 피리딘, 피리미딘, 피롤, 포스포, 아르솔 및 푸란일 수 있다.

대표적인 R^1 그룹은 치환 및 비치환 메틸, 에틸, 프로필, 사이클로펜틸, 사이클로헥실, 벤질, 페닐, 아다만틸 및 이들의 조합이다.

폴리머는 랜덤- 또는 블록-형태의 폴리머, 코폴리머 또는 고차 폴리머의 형태를 취할 수 있다. 폴리머는 예를 들어 각 단위의 비율이 1 내지 85 중량%, 예를 들어 15 내지 80 중량%, 또는 25 내지 60 중량%, 또는 25 내지 50 중량%인 하나 이상

의 추가의 실리콘-함유 단위를 포함할 수 있다. 추가의 단위는 예를 들어 실록산, 실세스퀴옥산, 케이지 실록산 및/또는 이들의 배합물로 대표될 수 있다. 예를 들어, 폴리머는 추가로 식 $(R^2SiO_{1.5})$ 의 중합 단위(여기에서, R^2 는 상기 R^1 에 정의된 바와 같은 치환되거나 비치환된 유기 그룹이다)를 포함할 수 있다. R^1 및 R^2 중 하나는 예를 들어 치환되거나 비치환된 알킬 그룹중에서 선택될 수 있고, R^1 및 R^2 의 다른 하나는 치환되거나 비치환된 아릴 그룹중에서 선택될 수 있다.

폴리머는 예를 들어 메틸 실세스퀴옥산 단위 및 부틸 실세스퀴옥산 단위를 함유하는 코폴리머와 같은 알킬 실리콘 폴리머; 페닐 실세스퀴옥산 단위 및 트리플루오로메틸페닐-실세스퀴옥산 단위를 함유하는 코폴리머와 같은 아릴 실리콘 폴리머; 또는 메틸 및 페닐 실세스퀴옥산 단위를 함유하는 코폴리머와 같은 아르알킬 실리콘 코폴리머일 수 있다.

상술된 바와 같이, 폴리머의 측쇄 그룹은 임의로 치환될 수 있다. "치환된"이란 측쇄 그룹상의 하나 이상의 수소 원자가 다른 치환체 그룹, 예를 들어 중수소, 불소, 브롬 및 염소와 같은 할로젠, (C_1-C_6) 알킬, (C_1-C_6) 할로알킬, (C_1-C_{10}) 알콕시, (C_1-C_{10}) 알킬카보닐, (C_1-C_{10}) 알콕시카보닐, (C_1-C_{10}) 알킬카보닐옥시, 알킬아민, 알킬황 함유 물질 등에 의해 대체된 것을 의미한다. 폴리머는 랜덤 또는 블록 형태의 광범위 반복 단위를 함유할 수 있다. 본 발명에 유용한 폴리머 단위는 예를 들어 5 내지 150개, 전형적으로 약 10 내지 35개의 반복 단위를 가질 수 있으며; 본 발명에 유용한 실록산 단위는 예를 들어 5 내지 150개, 전형적으로 약 7 내지 25개의 반복 단위를 가질 수 있다. 따라서, 폴리머의 분자량은 광범위하게 달라질 수 있다. 전형적으로, 폴리머는 약 500 내지 15,000, 보다 전형적으로 약 1,000 내지 10,000, 보다 더 전형적으로 약 1,000 내지 5,000의 중량 평균 분자량(M_w)을 가진다. 수성 현상액에서 본 발명에 따른 조성물의 용해 속도는 분자량 M_w 및 수평균 분자량 M_n 이 증가함에 따라 감소한다.

폴리머는 추가로 측쇄 중합이 일어나도록 하는 2 이상의 작용 말단기를 포함한다. 이러한 말단 그룹은 예를 들어 하이드록시, 알콕시, 에컨대 에톡시, 프로폭시, 이소프로폭시, 카복시에스테르, 아미노, 아미도, 에폭시, 이미노, 카복시산, 무수물, 올레핀, 아크릴, 아세탈, 오르토에스테르, 비닐 에테르 및 이들의 조합일 수 있다. 이들중에서, 하이드록시 그룹이 전형적이다. 작용 말단기 함량은 예를 들어 폴리머에 대해 약 0.5 내지 35 중량%, 예를 들어 약 1 내지 10 중량%, 또는 약 2 내지 5 중량%일 수 있다.

폴리머는 임의로, 예를 들어 식 $(R^3)_2SiO$ (여기에서, R^3 는 치환되거나 비치환된 알킬 또는 아릴 그룹이다)의 하나 이상의 실록산 단위를 추가로 포함할 수 있다. 그의 예시적인 실록산은 예를 들어 페닐 및 메틸-치환된 실록산을 포함한다.

개시된 폴리머 물질은 용이하게 입수가능한 출발물질을 사용하여 공지된 방법으로 제조될 수 있다. 예를 들어, 50:50 메틸-페닐 실리콘 함유 코폴리머는 50 중량% 메틸-트리에톡시-실란 및 50 중량% 페닐-트리에톡시-실란의 축합 반응에 의해 합성될 수 있다.

조성물은 임의로, 예를 들어 층이 광이미지성인 것을 필요로 하는 경우, 조성물의 용해도를 변경시키는 활성 성분을 포함할 수 있다. 활성 성분은 전형적으로 활성화시에 산 또는 염기를 방출한다. 포토에시드(photoacid) 발생제, 포토베이스(photobase) 발생제, 서멀에시드(thermal acid) 발생제 및 서멀베이스(thermal base) 발생제를 포함하나, 이에만 한정되지 않는 다양한 활성 성분이 본 발명에 사용될 수 있다.

본 발명에 유용한 포토에시드 발생제는 광에 노광시 산을 유리하는 임의의 화합물(들)일 수 있다. 적합한 포토에시드 발생제는 공지되었으며, 할로겐화 트리야진, 오늄 염, 설포화 에스테르, 치환된 하이드록시이미드, 치환된 하이드록시이민, 아지드, 나프토퀴논, 예를 들어 디아조나프토퀴논, 디아조 화합물 및 이들의 배합물을 포함하나 이들로만 한정되지 않는다.

본 발명에 유용한 포토베이스 발생제는 광에 노광시 염기를 유리하는 임의의 화합물(들)일 수 있다. 적합한 포토베이스 발생제로는 벤질 카바메이트, 벤조인 카바메이트, O-카바모일하이드록시아민, O-카바모일옥심, 방향족 설포아미드, 알파-락탐, N-(2-알릴에테닐)아미드, 아릴아지드 화합물, N-아릴포름아미드, 4-(오르토-니트로페닐)디하이드로피리딘 및 이들의 배합물이 포함되나 이들로만 한정되지 않는다.

본 발명에 유용한 서멀에시드 발생제는 열 활성화시에 산을 발생하는 임의의 화합물(들)일 수 있다. 열은 대류식 가열과 같은 간접 방법 또는 레이저 가열 기법과 같은 직접 가열 방법에 의해 공급될 수 있다.

적합한 서멀에시드 발생제는 공지되었으며, 할로겐화 트리야진, 산의 암모늄 염, 오늄 염, 설포화 에스테르, 치환된 하이드록시이미드, 치환된 하이드록시이민, 아지드, 나프토퀴논, 예를 들어 디아조나프토퀴논, 디아조 화합물 및 이들의 배합물을 포함하나 이들로만 한정되지 않는다.

본 발명에 유용한, 용해도를 변경시키기 위한 성분의 양은, 네거티브 작용성 물질의 경우, 화학 조사선 또는 열에 노출시켜 풀린 부분이 수성 현상액에 용해되지 않도록 실리콘-함유 폴리머의 커플링을 촉매화하기에 충분한 양이다. 활성 성분은 조성물중에 0.1 내지 25 중량%, 보다 전형적으로 0.1 내지 12 중량%의 양으로 존재한다.

표면 평탄화제(surface leveling agent), 습윤제, 소포제, 접착 촉진제, 틱소트로프제(thixotropic agent) 등을 포함하나 이에만 한정되지 않는 다른 첨가제가 본 발명의 조성물에 임의로 존재할 수 있다. 이러한 첨가제들은 코팅 조성물용으로 당업계에 널리 알려져 있다. 본 발명의 조성물에 표면 평탄화제, 예를 들어 Dow Chemical Company로부터 시판되는 SILWET L-7604 실리콘-기제 오일과 같은 실리콘-기제 오일이 사용될 수 있다. 복수개의 첨가제가 본 발명의 조성물중에 배합될 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들어, 습윤제가 틱소트로프제와 배합될 수 있다. 이러한 임의적인 첨가제는 다양한 공급자로부터 상업적으로 입수가능하다. 본 발명의 조성물에 사용되는 이러한 임의적인 첨가제의 양은 특정 첨가제 및 목적하는 효과에 따라 달라질 것이며, 당업자의 능력에 의한다. 이와 같은 다른 첨가제는 전형적으로 조성물중에 5 중량% 미만, 보다 특히 2.5 중량% 미만의 양으로 존재한다.

본 발명의 조성물은 임의로 하나 이상의 유기 가교결합제를 함유할 수 있다. 가교결합제는 예를 들어 조성물의 성분들을 삼차원적으로 연결하는 물질을 포함한다. 실리콘-함유 폴리머와 반응하는 방향족 또는 지방족 가교결합제가 본 발명에 사용하기에 적합하다. 이러한 유기 가교결합제는 경화하여 실리콘-함유 폴리머와 함께 중합망을 형성함으로써 현상액에 대한 용해도를 감소시킬 것이다. 이와 같은 유기 가교결합제는 모노머 또는 폴리머일 수 있다. 가교결합제의 배합물이 본 발명에서 성공적으로 사용될 수 있음이 당업자들에게 의해 인지될 것이다. 본 발명에 유용한 적합한 유기 가교결합제로는 아민 함유 화합물, 에폭시 함유 물질, 적어도 두 개의 비닐 에테르 그룹을 함유하는 화합물, 알릴 치환된 방향족 화합물, 및 이들의 배합물이 포함되나 이들로만 한정되지 않는다.

대표적인 가교결합제는 아민 함유 화합물 및 에폭시 함유 물질을 포함한다. 본 발명에서 가교결합제로서 유용한 아민 함유 화합물에는 멜라민 모노머, 멜라민 폴리머, 알킬올메틸 멜라민, 벤조구아나민 수지, 벤조구아나민-포름알데하이드 수지, 우레아-포름알데하이드 수지, 글리콜우릴-포름알데하이드 수지, 및 이들의 배합물이 포함되나 이들로만 한정되지 않는다. 적합한 유기 가교제 농도가 가교제의 반응성 및 조성물의 특정 응용예와 같은 요인에 따라 달라질 것임을 당업자들은 알 수 있을 것이다. 사용시, 가교결합제(들)는 전형적으로 조성물중에 0.1 내지 50 중량%, 예를 들어 0.5 내지 25 중량%, 또는 1 내지 20 중량%의 양으로 존재한다.

본 발명의 조성물은 임의로 하나 이상의 용매를 함유할 수 있다. 이러한 용매는 본 발명의 조성물의 제제화 및 기관상에서 본 발명의 조성물의 코팅을 돕는다. 각종 용매가 사용될 수 있다. 적합한 용매에는 글리콜 에테르, 예를 들어 에틸렌 글리콜 모노메틸 에테르, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르, 디프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르, 에스테르, 예를 들어 메틸 셀로솔브 아세테이트, 에틸 셀로솔브 아세테이트, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트, 디프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트, 이염기성 에스테르, 카보네이트, 예를 들어 프로필렌 카보네이트, γ -부티로락톤, 에스테르, 예를 들어 에틸 락테이트, n-아밀 아세테이트 및 n-부틸 아세테이트, 알콜, 예를 들어 n-프로판올, 이소프로판올, 케톤, 예를 들어 사이클로헥산, 메틸 이소부틸 케톤, 디이소부틸 케톤 및 2-헵타논, 락톤, 예를 들어 γ -부티로락톤 및 γ -카프로락톤, 에테르, 예를 들어 디에틸 에테르 및 아니솔, 탄화수소, 예를 들어 메시틸렌, 톨루엔 및 크실렌, 및 헥세로사이클릭 화합물, 예를 들어 N-메틸-2-피롤리돈, N,N'-디메틸프로필렌우레아, 또는 이들의 혼합물이 포함되나 이들로만 한정되지 않는다.

본 발명의 조성물은 실리콘-함유 폴리머 및 다른 광성분들을 임의 순서로 혼합하여 제조될 수 있다.

폴리머층이 상술된 조성물로부터 스크린 프린팅, 커튼 코팅(curtain coating), 롤러(roller) 코팅, 슬롯(slot) 코팅, 스핀(spin) 코팅, 플러드(flood) 코팅, 정전 스프레이(electrostatic spray), 스프레이 코팅 또는 딥(dip) 코팅을 포함하나, 이로부터 제외되는 다양한 기술에 의해 기관 표면상에 형성될 수 있다. 본 발명의 조성물이 스프레이 코팅되는 경우, 가열 스프레이 건(heated spray gun)이 임의로 사용될 수 있다. 조성물의 점도는 각 적용 방법의 요건을 만족시키도록 점도 조절제, 텍스토르프제, 충전제 등에 의해 조절될 수 있다. 층(들)의 두께는 특정 응용에 따라 달라질 것이다. 그러나, 건조 상태의 전형적인 두께는 1 내지 100 μm , 예를 들어 약 10 내지 50 μm 이다.

그후, 코팅 기관을 전형적으로 건조시켜 코팅으로부터 용매를 실질적으로 제거한다. 건조는 예를 들어 적외선 오븐, 대류식 오븐, 대류/전도 오븐, 진공 오븐과 같은 오븐내에서, 또는 열판상에서 수행될 수 있다. 이러한 건조는 선택된 특정 용매 및 건조 기법에 따라 다양한 온도 및 시간으로 수행될 수 있다. 적합한 온도는 존재하는 용매를 실질적으로 제거하기에 충분한 임의의 온도이다. 전형적으로, 건조는 실온(25 $^{\circ}\text{C}$) 내지 170 $^{\circ}\text{C}$ 에서 5 초 내지 120 분간 행해질 수 있다. 오븐을 사용하는 경우, 전형적인 시간은 10 내지 120 분이고, 열판의 경우에는 10 초 내지 10 분이다.

폴리머층의 예정된 선택 부분을 레이저 삭마에 의해 제거한다. 레이저 삭마 시스템은 통상적인 레이저 광원, 예를 들어 초점에 조준이 맞춰진 빔을 제공하는 엑시머 또는 YAG 레이저를 포함한다. 레이저 삭마 시스템은 또한 초점 렌즈, 마스크 및 임의로 다른 광 소자, 예컨대 미러 및 추가의 렌즈를 포함할 수 있다. 폴리머 물질내 빔의 상대적인 초점 위치 뿐 아니라 기관에 대한 빔의 입사각은 삭마 단계동안 예정된 부피의 물질이 삭마될 수 있도록 선정 및 변화될 수 있다. 이는 전형적으로 기관을 자동화 단계에 이동시키면서 레이저를 고정된 상태로 유지시켜 달성할 수 있으나, 또한 예를 들어 레이저를 이동시키면서 기관을 고정된 상태로 유지시키거나, 또는 이들의 조합으로 달성될 수 있다.

레이저 빔은 전형적으로 펄스 형태이며, 펄스 나비(duration) 및 플루언스(flouence)는 폴리머 물질 부분이 원하는 속도로 삭마되도록 특정 폴리머 물질에 기초해 선택된다. 이들 값은 예컨대 물질 및 레이저 시스템에 따라 광범하게 달라질 것이다. 펄스는 전형적으로 1 펨토초 내지 100 나노초, 예를 들어 5 내지 30 나노초의 나비를 가진다. 레이저 빔의 플루언스는 전형적으로 0.001 mJ/cm^2 내지 10 J/cm^2 , 예를 들어 0.1 내지 5 J/cm^2 이다. 주어진 위치에서의 물질은 제거될 물질의 양으로 측정되는 바, 하나 이상의 레이저 펄스를 수신한다. 레이저 삭마 속도는 예컨대 특정 폴리머 물질, 플루언스 및 펄스 나비에 따라 달라질 것이다. 전형적으로, 레이저 삭마 속도는 1 내지 100 $\text{nm}/\text{펄스}$ 이다. 폴리머층이 배치된 표면은 이 표면에서 삭마의 중단이 바람직한 경우, 폴리머층에 비해 낮은 삭마 속도를 가져야 한다. 레이저 출력에 대해 다양한 파장, 예를 들어 193 nm, 248 nm, 355 nm 및 10,200 nm의 하나 이상이 사용될 수 있다.

발명의 효과

이하, 본 발명이 그의 예시적인 측면을 설명하는 도면을 참조로하여 상세히 설명될 것이다. 도 1은 레이저 삭마 기술에 의해 부분적으로 형성될 수 있는 본 발명의 예시적인 내장 광 도파로를 나타낸다. 도 1(a)에 나타난 바와 같이, 표면에 내장된 도파로 구조 (4)가 형성된 전자 기관 (2)이 제공된다. 전자 기관 (2)은 상기 언급된 임의의 전자 기관일 수 있으며, 전형적으로 PWB 기관이다. 내장된 도파로 (4)는 상술된 폴리머 조성물의 다수의 층으로부터 형성된다. 층은 제 1 클래드층 (6), 후에 코어 구조 (8)내로 패터닝되는 제 1 클래드층상에 형성된 코어층 및 제 1 클래드층 및 코어 구조상에 형성된 제 2 클래드층 (10)을 포함한다. 내장된 도파로는 하나 이상의 코어 구조(도시된 바와 같이)를 포함할 수 있다. 내장 도파로 (4)를 구성하는 제 1 클래드 (6), 코어, 제 2 클래드 (10) 층의 하나 이상이 광이미지성일 수 있으며, 이들 재료는 독립적으로 선택될 수 있으나, 단 최종 코어 구조의 굴절율은 클래딩의 것보다 커야만 한다. 이들 층의 두께는 광범하게 달라질 수 있으나, 5 내지 500 μm , 예를 들어 8 내지 50 μm 의 두께가 전형적이다. 코어 구조 (8)는 예를 들어 표준 포토리소그래피

(photolithography) 및 에칭 기술을 이용하거나, 광이미지성 물질의 경우에는 포토리소그래피 노광 및 현상에 의해 패턴화될 수 있다. 이는 도 1(c)에 도시된 바와 같이, 다수의 내장 도파로 구조 (4)가 적층 배열을 이루도록 동일한 방식으로 추가로 레이저 삭마될 수 있다.

기관 (2)은 추가로 그의 표면내 또는 표면상에 형성된 다수의 정렬 기준(alignment fiducial) (12)을 포함할 수 있다. 정렬 기준 (12)은 후속 피쳐(feature)의 정렬을 위해서 및/또는 레이저 (14)가 기관 (2)에 정렬되도록 사용될 수 있다. 정렬 기준 (12)은, 예를 들어 표준 포토리소그래피 및 에칭 기술을 이용하여 기관 (2)의 표면상에 층을 패턴화시켜 형성시킬 수 있다. 이러한 층의 재료는 레이저 시스템이 정렬 목적을 인식하도록 할 수 있는 임의의 것일 수 있다.

레이저 (14) 및 기관 (2)이 서로 정렬되고 나면, 레이저 (14)는 레이저 빔 (16)이 점선 화살표로 나타낸 바와 같이 내장 도파로 구조 (4)를 가로질러 나아가도록 기관 (2)에 대해 이동한다. 이러한 경로는 일련의 증분 운동(Incremental movement)을 포함하며, 이때 다수의 레이저 빔 펄스는 내장된 도파로 구조 (4)의 면으로부터 물질을 제거하기 위해 각 중단 단계에 사용된다. 이러한 방식으로, 레이저 (14)는 내장된 도파로 구조 (4)의 슬라이스를 제거하여 도 1(b)에 도시된 바와 같이, 광학적으로 평활한 중단면 (16)을 제공한다. 이러한 구조의 결과로, 내장된 도파로는 보다 낮은 광 및 삼입 손실을 가지는 광섬유와 연결될 수 있다. 다수의 내장 도파로 구조가 적층 배열을 이루는 경우, 적층에 대한 삭마 과정이 한번에 수행되는 것이 유리할 수 있다.

도 2(a) 내지 (d)는 본 발명의 또 다른 측면에 따른 광 비어 구조의 형성방법을 나타낸다. 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 그의 표면상에 하나 이상의 층을 포함할 수 있는 전자 기관 (2)이 제공된다. 상기 도 1을 참고로 하여, 제 1 코어층 (6), 하나 이상의 코어 구조 (8) 및 제 2 코어층을 포함하는 내장 도파로 구조 (4)가 상술된 기관 (2)상에 형성된다. 예를 들어, 상층이 광전자 장치 (20)를 전기적으로 연결하기 위한 금속화 구조를 포함하도록, 하나 이상의 추가의 층 (18)이 내장된 도파로 구조 (4) 상에 형성될 수 있다. 이어, 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 레이저 삭마 또는 습윤 에칭에 의해 층(들)을 통해서 및 레이저 삭마에 의해 내장된 도파로 구조 (4)를 통해 비어 (22)가 형성되어 광 비어 (22)를 형성한다. 동일한 레이저 삭마 과정을 이용하여 층 (18) 및 내장된 도파로 (4)내에 비어를 형성할 수 있다. 비어 (22)는, 다른 구조도 가능하지만, 전형적으로 원형의 단면을 가진다. 광 비어 (22)의 직경은 전형적으로 25 내지 1,000 μm , 예를 들어 75 내지 500 μm 이다.

광 비어 (22)는 광 신호가 내장된 도파로 (4)와 다른 소자, 예컨대 포토다이오드(photodiode)와 같은 광검출기, 광방출 장치, 예컨대 VCSEL 칩과 같은 광원, 또는 광섬유와 같은 광전과 소자 사이를 통과하도록 한다. 광이 내장된 도파로 (4)와 다른 소자 사이를 통과하도록 하기 위해, 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 미러 (24)와 같은 터닝 소자가 광 비어내에 배치될 수 있다. 미러 (24)는 광 비어 (22)에 위치한 불연속 성분일 수 있거나, 후술하는 바와 같이 적소에 형성될 수 있다. 임의로, 광 비어 (22)에 코어와 매칭되는 굴절율을 가지는 폴리머 물질이 충전될 수 있다. 예시적인 구체예는 이러한 충전을 이용하지 않았다. 도 2(d)는 레이저 방출 장치 (20)가 광 비어 (22)상의 레이저 (18)에 연결되는 상황을 나타낸다. 화살표로 나타낸 바와 같이, 광은 레이저 방출 장치 (20)에 의해 아래쪽으로 광 비어 (22)를 통해 전달된다. 광은 미러 (24)의 표면에서 반사되어 내장된 도파로 (4)의 코어 구조 (8)를 통과한다. 레이저 방출 장치 대신 광검출기와 같은 광 수신 장치와 함께, 반대 광 경로가 사용될 수 있다.

도 3(a)-(e)는 여러 형성 단계에서의 예시적인 블라인드 비어를 나타낸다. 블라인드 비어는 전형적으로 PWB 제조시에서 떨어져 있는 두개의 금속화층을 전기적으로 연결하기 위하여 사용된다. 도 3(a)는 전자 기관 (2) 상에 형성된 제 1 금속층 (26)을 나타낸다. 금속층 (26)에 대표적인 물질은 예를 들어 구리 및 구리 합금을 포함한다. 하나 이상의 추가층 (28)이 금속층 (26) 상에 형성된다. 점선으로 표시된 바와 같이, 블라인드 비어가 형성되는 위치의 물질이 층(들) (28)로부터 제거된다. 이에 따라 금속층 (26)의 상부 표면 일부가 노출되어 도 3(b)에 나타낸 바와 같이, 블라인드 비어 구조 (30) 부분이 형성된다. 층(들) (28)로부터 물질의 제거는 공지된 기술, 예를 들어 건식 에칭 또는 레이저 삭마를 이용하여 제거될 수 있다. 도 3(c)에 나타낸 바와 같이, 블라인드 비어 부분을 공지된 기술, 예를 들어 전해 도금을 이용하여 금속, 예컨대 구리 또는 구리 합금으로 채워 금속 포스트 (32)를 형성한다.

도 3(d)에 나타낸 바와 같이, 상술된 바와 같은 하나 이상의 폴리머층이 제 1 금속층 (26) 및 임의의 층(들) (28) 상에 형성된다. 구체예의 설명으로, 폴리머층은 제 1 클래드층 (6), 코어층으로부터 형성된 코어 구조 (8) 및 제 2 클래드층 (10)을 포함하는 상술된 바와 같은 내장 도파로 (4)를 형성한다. 하나 이상의 폴리머층이 추가로 또는 택일적으로 비광학적 유전층을 포함할 수 있다. 이후, 비어 (34)가 레이저 삭마에 의해 폴리머층(들)을 통해 금속 포스트 (32)와 일직선으로 형성되며, 비어에 금속이 충전되어 금속 포스트 (32)를 구성한다. 도 3(e)에 나타낸 바와 같이, 하나 이상의 추가층 (36)이 임의로 폴리머층(들) 상에 형성될 수 있으며, 비어가 형성되고, 도 3(b)와 관련하여 상기 설명된 바와 같이, 금속으로 충전된다. 제 2 금속층 (38)이 폴리머층(들) 및 임의의 층 (36) 상에 형성된다. 금속 포스트 (32)를 보유한 블라인드 비어에 따라 제 1 및 제 2 금속층 (30)과 (38) 사이가 전기 접촉하게 된다.

도 4(a)-(d)는 본 발명의 또 다른 측면에 따른, 여러 형성 단계에서의 광 미러를 나타낸다. 도 4(a)에 나타낸 바와 같이, 폴리머 물질의 하나 이상의 층이 기관 (2) 상에 형성된다. 이와 같은 예시적인 구체예에서, 폴리머층은 상술된 바와 같은 내장 도파로 (4)를 형성한다. 도 4(b)에 나타낸 바와 같이, 폴리머 물질의 일부가 레이저 삭마에 의해 내장된 도파로 (4)로부터 제거되어 도 4(c)에 나타낸 바와 같이 각진 중단면 (40)을 형성한다. 구체예의 설명으로, 최종 구조가 내장된 도파로를 통과한 광을 상방향으로 실질적으로 수직면으로 반사시키거나, 역이 되도록 중단면과 기관면 사이의 각 θ 가 선택된다. 이 각 θ 는 전형적으로 약 45° 이다. 이어서, 도 4(d)에 예시된 바와 같이, 예를 들어 알루미늄, 금, 구리, 은 또는 다른 반사 재료와 같은 금속으로부터 형성된 반사층 (42)이 내장된 도파로 (4)의 중단면 (40) 상에 형성된다. 반사층 (42)은 다양한 기술, 예를 들어 스퍼터링(sputtering), 증발, 무전해 도금 및/또는 전해 도금에 의해 형성될 수 있다. 반사층 (42)은 전형적으로 두께가 0.05 내지 1 μm 이다. 내장된 도파로 (4)로부터 광을 화살표로 표시된 바와 같이 반사하거나, 또는 미러위 광원으로부터 내장된 도파로 속으로 광을 반사시키기 위하여 미러가 터닝 소자로 사용될 수 있다.

도 5는 본 발명의 또 다른 측면에 따라 형성된 광 미러를 나타낸다. 도 4(a)-(d)에 대한 상기 설명이 본 측면에도 일반적으로 적용될 수 있다. 그러나, 이 미러는 레이저 삭마에 의해 제거된 내장된 도파로 (4)의 일부가 각진 중단면 (40)을 형성하도록 형성되는데, 이때 중단면과 기관면 사이의 각 θ 는 최종 구조가 내장된 도파로를 통과한 광을 상방향으로 실질적으로 수직면으로 반사시키거나, 역이 되도록 작용하여야 한다. 이 각 θ 는 전형적으로 약 135° 이다.

도 6(a)-(c)는 본 발명의 또 다른 측면에 따른 여러 형성 단계에서의 오목 렌즈를 나타낸다. 렌즈는 전자 기관 (2) 상에 폴리머 조성물 층 (44)를 코팅하여 형성될 수 있다. 폴리머 표면의 상부 표면에 있는 부분 (46)은 레이저 삭마에 의해 제거되며, 이때 삭마는 표면을 따라 오목 표면을 제공하는 정도로 조절된다. 다수의 미러가 기관 표면에 형성된 경우, 각 미러의 주변 영역을 레이저로 삭마하여 미러를 분리시킬 수 있다. 미러는 전자 기관상에 사용될 바로 그 위치에 형성될 수 있다. 별도로, 이 방법은 광 또는 광전자 장비에 사용될 수 있는 불연속 레즈 성분들을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 유사한 방식으로, 폴리머층 (44)에 오목 표면을 남기도록 폴리머 필름 부분 (46)을 제거함으로써 오목 렌즈가 도 7(a)-(b)에 나타난 바와 같이 형성될 수 있다.

도 8(a)-(b)는 본 발명의 또 다른 측면에 따른 여러 형성 단계에서의 회절 격자쌍을 나타낸다. 예시된 회절 격자는 하나 이상의 내장된 도파로 (4)의 부분 길이를 따라 형성될 수 있다. 폴리머 조성물의 제 1 클래드층 (6) 및 코어층 (8)이 상술된 전자 기관 (2) 상에 제공될 수 있다. 코어 구조의 형성 전후에 슬롯 (48)이 예정된 피치 및 각으로 코어 (8)내로 삭마되며, 이는 회절 격자쌍의 λ 및 커플링 효율을 결정한다. 코어층이 코어 구조내로 패턴화되며(이러한 과정이 앞서 행해지지 않은 경우), 제 2 클래드층이 제 1 클래드층 (6) 및 코어 구조상에 형성된다.

본 발명의 폴리머 물질에 형성된 다른 레이저-삭마 구조가 또한 구상되며, 예시된 구체에는 한정할 목적으로 주어진 것이 아니다. 예를 들어, 폴리머 물질내 수평 기공(opening) 또는 수직 기공 또는 트렌치(trench)가 광섬유를 하나 이상의 내장된 도파로에 연결하는 것과 같이 광 커넥터를 수용할 목적으로 구상된다.

본 발명이 그의 특정 구체예를 참조로 하여 상세히 설명되었으나, 청구범위의 영역을 벗어나지 않는 한, 다양하게 변화 및 변경될 수 있고 등가물이 사용될 수 있음이 당업자들에게는 자명할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

(a) 식 ($R^1SiO_{1.5}$)(여기에서, R^1 은 치환되거나 비치환된 유기 그룹이다)의 단위를 가지는 폴리머 층을 포함하는 전자 기관을 제공하고;

(b) 레이저 삭마(laser ablation)에 의해 폴리머 층의 선택 부분을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하여, 전자 및/또는 광 소자를 형성하는 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, (b)의 레이저 삭마된 폴리머층이 적어도 일부의 광 소자를 형성하는 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 광 소자가 다수의 광 도파로를 포함하며, (b)가 레이저 삭마에 의해 광 도파로의 단면을 폴리싱(polishing)하는 것을 포함하는 방법.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 광 도파로가 적층 배열의 내장된 광 도파로인 방법.

청구항 5.

제 2 항에 있어서, 광 소자가 층을 통해 형성된 광 비어(optical via)인 방법.

청구항 6.

제 2 항에 있어서, 광 소자가 렌즈, 미러 및 회절 격자중 하나 이상인 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, (b)의 레이저 삭마된 폴리머층이 층간 유전체를 형성하는 방법.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 전자 기판이 표면상에 다수의 도파로 코어 구조 및 금속층을 추가로 포함하는 인쇄배선판이고, 도파로 코어 구조에 레이저가 정렬 기준(alignment fiducial)으로 배열된 후 레이저 삭마가 수행되는 방법.

청구항 9.

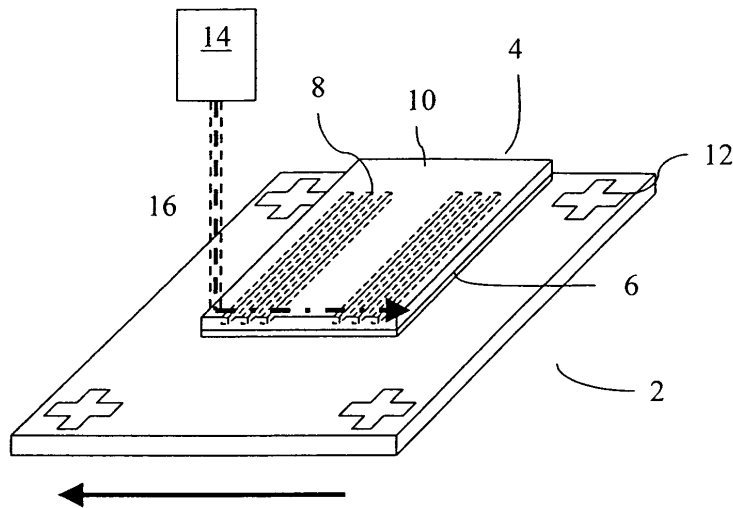
제 1 항에 있어서, 전자 기판이 금속층을 추가로 포함하는 인쇄배선판이고, 레이저 삭마가 폴리머층에 광 커넥터(optical connector)를 수용하기 위한 트렌치(trench)를 형성하는 방법.

청구항 10.

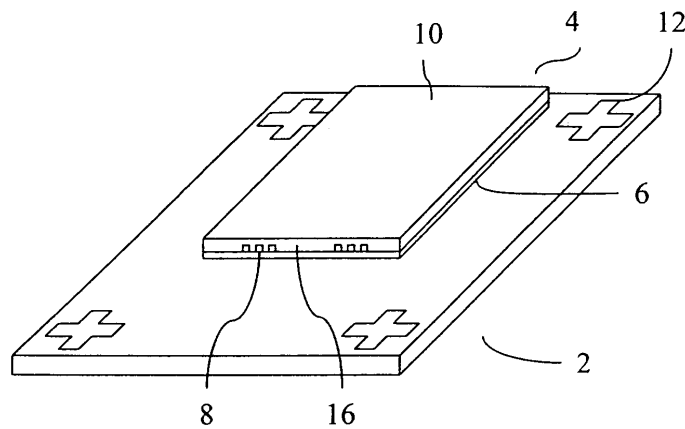
제 1 항에 있어서, 전자 기판이 금속층을 추가로 포함하는 인쇄배선판이고, 레이저 삭마가 폴리머층에 비어를 형성하며, 비어를 구리 또는 그의 합금으로 충전하는 것을 추가로 포함하는 방법.

도면

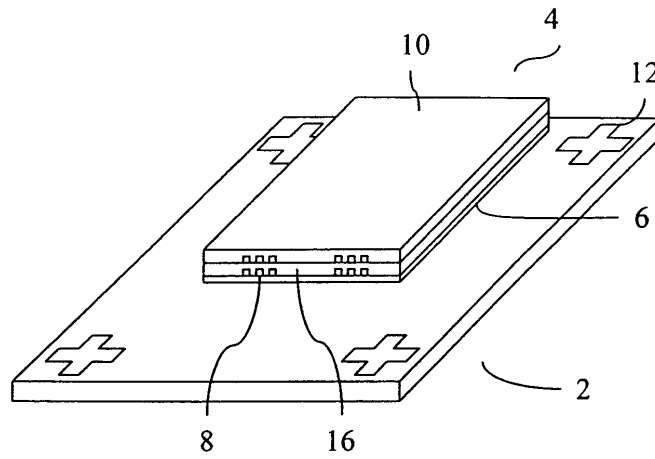
도면1a



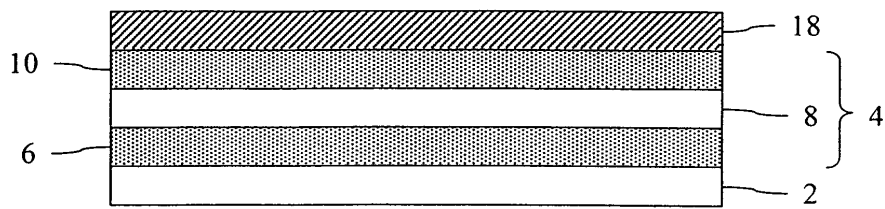
도면1b



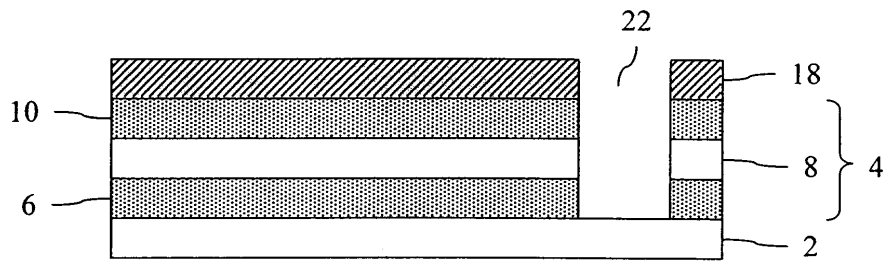
도면1c



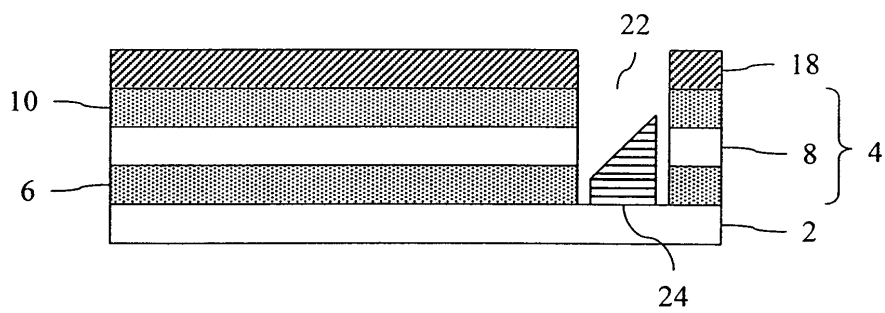
도면2a



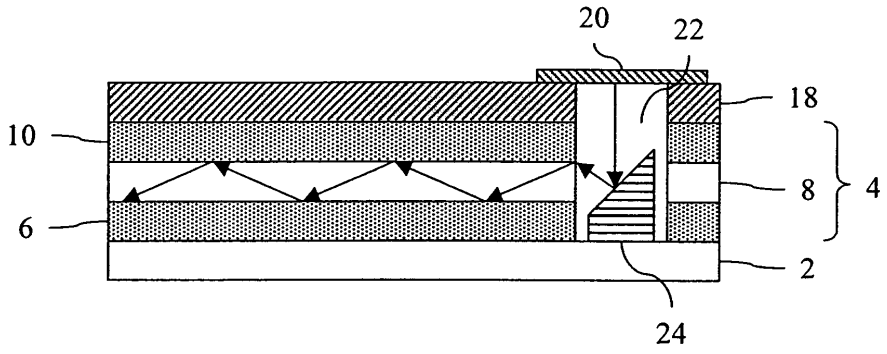
도면2b



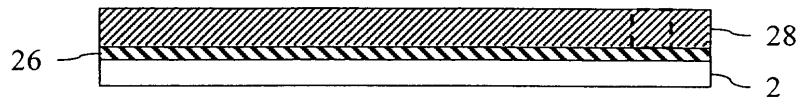
도면2c



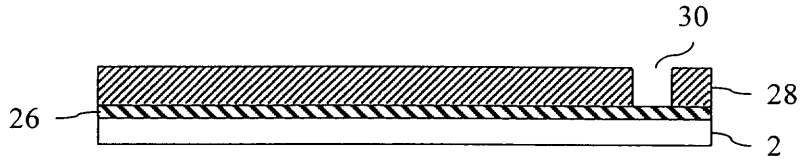
도면2d



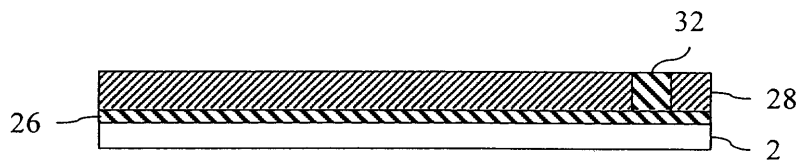
도면3a



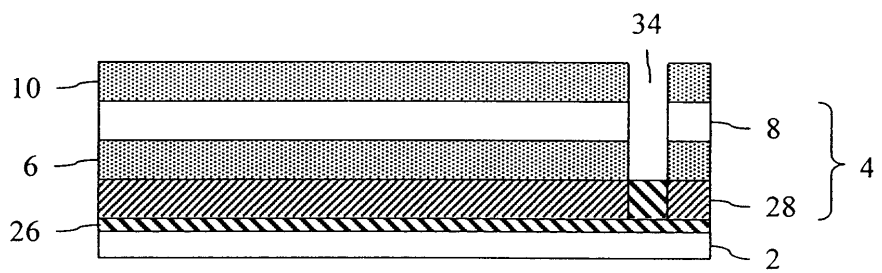
도면3b



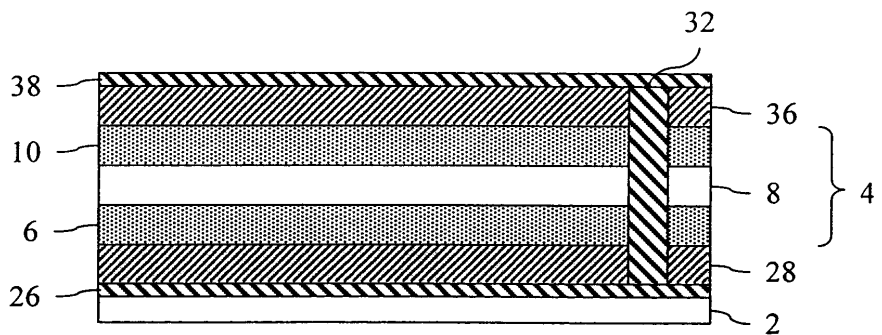
도면3c



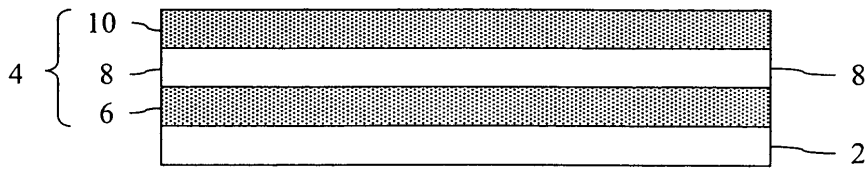
도면3d



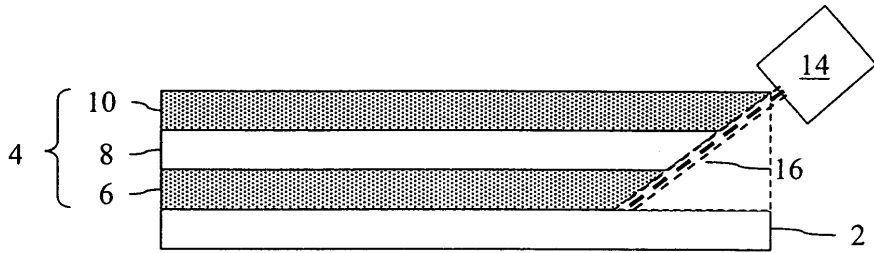
도면3e



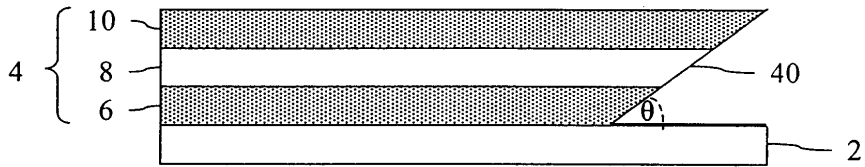
도면4a



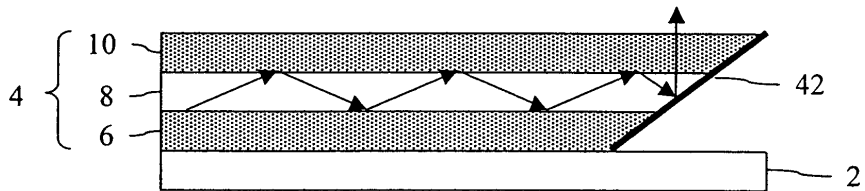
도면4b



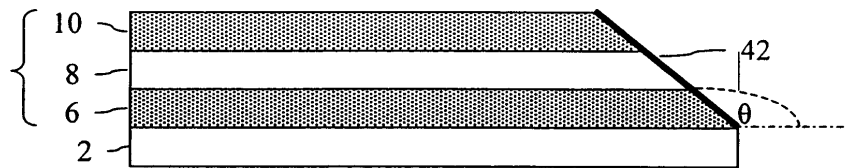
도면4c



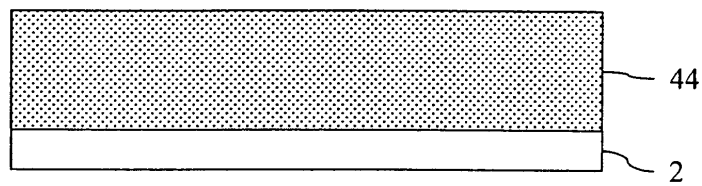
도면4d



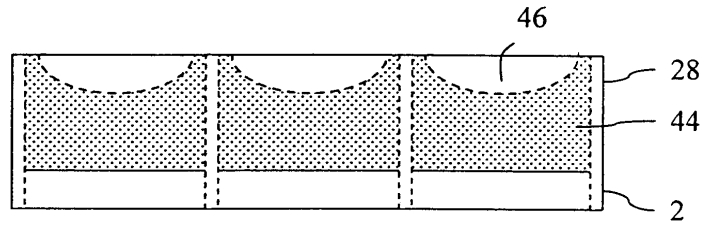
도면5



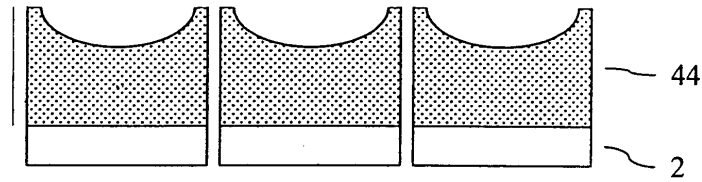
도면6a



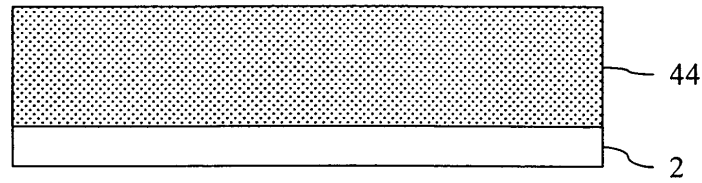
도면6b



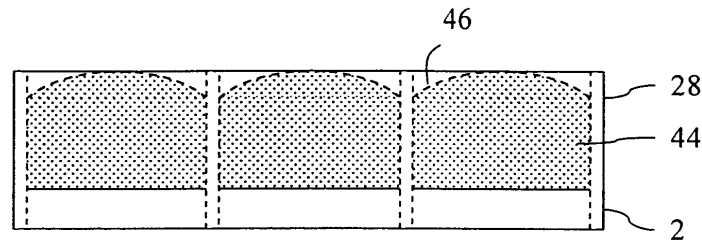
도면6c



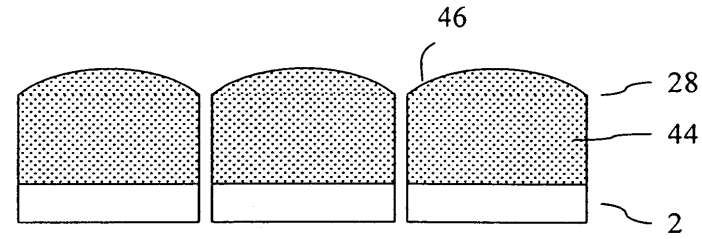
도면7a



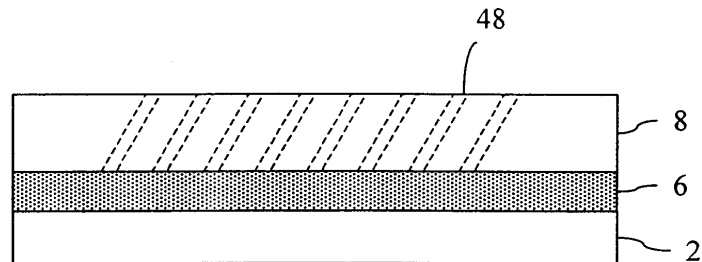
도면7b



도면7c



도면8a



도면8b

