

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B29C 59/04 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년08월31일 10-0618013 2006년08월23일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2000-7014303	(65) 공개번호	10-2001-0052934
(22) 출원일자	2000년12월16일	(43) 공개일자	2001년06월25일
번역문 제출일자	2000년12월16일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/011024	(87) 국제공개번호	WO 1999/65664
국제출원일자	1999년05월18일	국제공개일자	1999년12월23일

(81) 지정국      국내특허 : 아랍에미리트, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그라나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아 앤 몬테네그로, 남아프리카, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 우간다, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 기니 비사우, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장      09/099,562      1998년06월18일      미국(US)

(73) 특허권자      쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니  
미국 55144-1000 미네소타주 세인트 폴 쓰리엠 센터

(72) 발명자      벤트센제임스지.  
미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

존스톤레이몬드피.  
미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

비어나쓰롤프더블유.  
미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

포이리어리차드제이.

미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

(74) 대리인

장수길  
김영

심사관 : 박성호

## (54) 마이크로 유체 제품 및 이를 제조하는 방법

### 요약

본 발명은 (a) 성형 가능한 재료(10)와 성형 표면을 포함하는 개방형 성형 공구(16)를 서로 라인 접촉하도록 하여 성형 가능한 재료(10) 상에 마이크로 유체 처리 구조물 패턴을 형성하고 그에 의해 성형된 제품을 형성하는 단계와, (b) 성형 표면으로부터 성형된 제품을 분리하는 단계를 포함하는 성형된 제품을 마련하는 공정을 제공한다. 또한, 본 발명은 다양한 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 중합체 제품을 특징으로 한다.

### 대표도

도 1

### 색인어

마이크로 유체, 마이크로 유체 처리 구조물, 마이크로 요소, 마이크로 전자, 마이크로 기계, 마이크로 광학, 마이크로 패턴

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 마이크로 유체 제품 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

생물학적 유체 샘플과 같은 유체 샘플을 분석하고 그렇지 않으면 취급하는 데 사용되는 장치의 크기는 감소되는 추세이다. 감소된 크기는 매우 작은 샘플을 분석할 수 있는 능력과, 증가된 분석 속도와, 감소된 반응물의 양을 사용할 수 있는 능력과, 그리고 감소된 전체 비용을 포함하여, 몇몇 장점을 제공한다.

마이크로 유체에 적용하는 다양한 장치가 제안되었다. 이들 장치는 마이크로 유체 처리 구조물을 형성하는 하나 이상의 구조가 구비된 석판 기술로 패턴이 형성되고 에칭된 표면을 갖는 글라스 또는 실리콘 기판을 기본적으로 포함한다. 폴리이미드, 폴리에스테르 및 폴리카보네이트와 같은 플라스틱 기판도 제안되어 왔다.

#### 발명의 상세한 설명

예를 들어 롤 제품(roll good)의 형태로 상업적 규모에서 효율적으로 제조될 수 있고, 분석 기능을 포함하는 다양한 기능을 수행하도록 선택적으로 목적에 맞게 될 수 있는, 중합체계(polymer-based)의 마이크로 유체 제품에 대한 필요성이 있다. 따라서, 본 발명의 제1 태양은, 성형 가능한 재료와 개방형 성형 공구(open molding tool)의 표면을 서로 라인 접촉시켜 성형 가능한 재료상에 마이크로 유체 처리 구조물 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 성형된 제품을 마련하는 공정을 특징으로 한다. 그 다음, 성형된 결과 제품은 공구의 성형 표면으로부터 분리된다.

"마이크로 유체 처리 구조물"은 자체에 포함된 소정의 패턴으로 배치된 하나 이상의 유체 처리 구조를 말한다. 바람직하게는, 구조물은 약 1000 마이크로미터보다 크지 않은 크기를 갖는 적어도 하나의 구조를 포함한다. 더욱이, 유체는 z-방향으

로 (즉, 구조물의 표면에 직각인 방향으로) 구조물에 출입한다. 본 발명의 목적을 위하여, 적절한 마이크로 유체 처리 구조물의 예들은 마이크로 채널, 유체 저장부, 샘플 취급 영역 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 구조물을 포함한다.

"개방형 성형 공구(open molding tool)"란 폐쇄형 주형(closed molds)에서 형성되는 것과 같은 밀봉된 공동이 없는 성형 공구, 예를 들어 사출 성형에서 사용되는 형태의 성형 공구를 말한다.

"라인 접촉"은 공구와 성형 가능한 재료가 접촉하는 지점(point)이 공구와 성형 가능한 재료 모두에 대해서 이동하는 라인(line)으로 규정되는 접촉을 의미한다.

일 실시예에서, 성형 가능한 재료는 부조 세공 가능한 중합체 기판이다. 마이크로 유체 처리 구조물 패턴은 성형된 제품을 생성하도록 중합체 기판의 표면 상에 부조 세공된다.

다른 실시예에서, 성형 가능한 재료는 유동 가능한 수지 합성물이다. 이러한 합성물의 일 예는 경화성 수지 합성물이고, 이러한 경우 공정은 합성물이 경화하도록 성형 표면으로부터 성형된 제품을 분리하기 전에 열 또는 화학선 조사에 합성물을 노출시키는 단계를 포함한다. 여기에 사용된 바와 같이, "경화" 및 "경화성 수지 합성물"은 단량체 또는 저중합체 합성물을 중합시키는 것뿐만 아니라 이미 중합된 수지를 교차 결합시키는 것을 포함하고, 그 생산품은 교차 결합된 열경화성 수지일 필요는 없다. 바람직한 경화성 수지 합성물의 일 예는 성형 표면과 접촉하고 있는 동안 합성물을 화학선 조사(actinic radiation)에 노출시킴으로써 경화되는 광중합 가능한 합성물이다.

유동 가능한 수지 합성물의 다른 예는 고체화하기 위하여 성형 표면과 접촉하고 있는 동안 냉각되는 용해된 열가소성 합성물이다.

성형 가능한 재료가 유동 가능한 수지 합성물인 경우 2개의 바람직한 성형 공정이 있다. 바람직한 일 공정에 따르면, 유동 가능한 수지 합성물이 중합체 기판의 주표면 상에 도입되고, 공구 및 유동 가능한 수지 합성물을 서로 라인 접촉하도록 기판 및 성형 공구는 서로에 대해 상대 이동된다. 그 결과, 마이크로 유체 처리 구조물 구비 층이 중합체 기판에 일체로 결합된 2개 층의 구조물이 된다.

성형 가능한 재료가 유동 가능한 수지 합성물인 바람직한 두 번째 성형 공정은 유동 가능한 수지 합성물을 성형 공구의 성형 표면 상에 도입시키는 단계를 포함한다. 개별 중합체 기판은 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기판이 중합체 기판에 일체로 결합되는 2개 층의 구조물을 생성하도록 유동 가능한 수지 합성물과 조합될 수 있다.

기판은 마이크로 유체 처리 구조물 위에 놓여진 덮개층을 형성하기 위하여 성형된 제품에 결합될 수 있다. 바람직하게도, 기판은 중합체 기판이다. 성형된 제품에는 하나 이상의 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소가 또한 구비될 수 있다. 이들 마이크로 요소는 다양한 방법으로 병합될 수 있어, 전체 공정의 적응성을 설명한다. 예를 들어, 성형 가능한 재료가 부조 세공 가능한 중합체 기판일 때, 기판은 마이크로 요소를 포함할 수 있다. 성형 가능한 재료가 유동 가능한 수지 합성물이고 본 공정이 성형 중에 수지 합성물을 중합체 기판과 조합하는 단계를 포함할 때, 중합체 기판은 마이크로 요소를 포함할 수 있다. 덮개층 내에 마이크로 요소를 포함하는 것이 또한 가능하다. 마이크로 요소는 또한 성형된 제품에 결합된 별도의 기판(중합체 기판) 형태로 구비될 수 있다.

바람직하게도, 본 공정은 연속 공정으로 작동하도록 설계된다. 따라서, 성형 가능한 재료는 성형 공구에 의해 형성된 성형 구역 내에 연속적으로 도입되고, 성형 공구는 다수의 마이크로 유체 처리 구조물을 생성하도록 성형 가능한 재료와 연속적으로 라인 접촉된다. 바람직하게도, 연속 공정은 다수의 마이크로 유체 처리 구조물을 포함하는 롤의 형태로 제품을 제조한다. 롤은 다중의 개별 장치로 계속하여 나뉘어지거나 또는 나뉘어질 수 있을 때 사용될 수 있다. 추가의 중합체 기판은 제품에 연속적으로 결합될 수 있다. 예들은 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 갖는 층 또는 덮개층을 포함한다.

제2 태양에서, 본 발명은 (a) (전술된 바와 같은) 마이크로 유체 처리 구조물을 포함하는 제1 주표면과, 제2 주표면을 포함하는 비탄성의 제1 중합체 기판과, (b) 제1 기판의 제2 주표면에 일체로 결합된 제2 중합체 기판을 포함하는 제품을 특징으로 한다. 제2 기판은 제1 기판이 없을 때 지지부 없이 직립해 있는 기판(free-standing substrate)을 형성할 수 있다. 이는 제1 기판을 기계적으로 지지하고, 추가의 특징을 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소와 같은 제품에 더하기 위한 수단을 제공하여, 설계 적응성을 제공한다.

"비탄성" 재료는 z-방향으로 (즉, 구조물의 표면에 직각인 방향으로) 주기적으로 변하는 힘을 받을 때 펌프 또는 밸브로서 작동하도록 z-방향으로 불충분한 탄성을 갖는 재료이다.

"일체로 결합"이라는 표현은 접착제와 같은 중간 재료를 통하여 결합되는 것과 대립되는 것으로서, 2개의 기관이 서로 직접 결합되는 것을 의미한다.

바람직하게도, 제품은 마이크로 유체 처리 구조물 위에 놓여있는 덮개층을 포함한다. 제1 기관의 제1 표면에 결합될 수 있는 덮개층은 바람직하게는 중합체 층일 수 있다.

바람직하게도, 제품은 하나 이상의 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 포함한다. 마이크로 요소들은 제1 기관, 제2 기관, 중합체 덮개층, 또는 이들의 조합 내에 포함될 수 있다.

제3 태양으로, 본 발명은, (앞서 정의된 바와 같은) 다수의 분리된 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과, 제2 주표면을 갖는 제1 중합체 기관을 포함하는 롤 형태의 제품을 특징으로 한다. 바람직하게도, 제품은 제1 기관의 제2 주표면에 (앞서 정의된 바와 같이) 일체로 결합된 제2 중합체 기관을 포함한다. 제2 기관은 제1 기관이 없을 때 지지부 없이 직립해 있는 기관을 형성할 수 있다.

바람직하게도, 제품은 제1 기관의 제1 주표면에 결합된 중합체 덮개층을 포함한다.

바람직하게도, 제품은 하나 이상의 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 포함한다. 마이크로 요소들은 제1 기관, 제2 기관, 중합체 덮개층, 또는 이들의 조합 내에 포함될 수 있다.

제4 태양에서, 본 발명은, (a) (앞서 정의된 바와 같은) 마이크로 유체 처리 구조물을 포함하는 제1 주표면과, 제2 주표면을 포함하는 제1 중합체 기관과, (b) 제2 중합체 기관을 포함하는 제품을 특징으로 한다. 제2 기관은, 제1 기관의 제2 주표면에 (앞서 정의된 바와 같이) 일체로 결합된 제1 주표면과, 제2 기관의 제1 주표면과의 사이에 연장하는 비아와 하나 이상의 마이크로 전자 요소를 포함하는 제2 주표면을 갖는다. 제2 기관은 제1 기관이 없을 때 지지부 없이 직립해 있는 기관을 형성할 수 있다.

제5 태양에서, 본 발명은 (앞서 정의된 바와 같이) 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과 제1 주표면과의 사이에 연장하는 비아와 마이크로 전자 요소를 갖는 제2 주표면을 포함하는 제1 중합체 기관을 포함하는 제품을 특징으로 한다.

제6 태양에서, 본 발명은 (a) (앞서 정의된 바와 같이) 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과, 제2 주표면을 포함하는 제1 중합체 기관과, (b) 중합체 덮개층을 포함하는 제품을 특징으로 한다. 덮개층은 기관의 제1 주표면 위에 놓여진 제1 주표면과, 이러한 덮개층의 제1 주표면과의 사이에 연장하는 비아와 하나 이상의 마이크로 전자 요소를 포함하는 제2 주표면을 포함한다.

제7 실시예에서, 본 발명은 (a) 다수의 분리된 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과, 제2 주표면을 포함하는 제1 중합체 기관을 갖는 롤 형태의 제품을 마련하는 단계와, (b) 마이크로 유체 처리 구조물의 하나에 마이크로 유체 샘플을 도입하는 단계와, (c) (예를 들어, 샘플의 분석에 의해) 샘플을 처리하는 단계를 포함하는 마이크로 유체 샘플을 처리하는 방법을 특징으로 한다.

본 발명은 용이하게 저장 및 취급될 수 있는 롤 제품의 사용이 편리한 형태로 상업적인 규모로 연속하여 제조될 수 있는 마이크로 유체 샘플을 처리(예를 들어, 분석)하는 데 유용하다. 롤 제품은, 예를 들어 각각의 마이크로 유체 처리 구조물 내에 상이한 유체를 주입한 다음 여러 조작을 수행하는 단계를 포함하는 릴 대 릴(reel-to-reel)의 연속 공정에서, 유체 샘플을 처리하기 위하여 직접 사용될 수 있다. 이와 달리, 롤 제품은 제조 후 다수의 분리된 장치에 의해 분리될 수 있다.

제조 공정은 상당한 설계 적응성을 제공하여, 많은 처리 단계가 인 라인으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소는 많은 상이한 방법으로 제조 중에 제품에 용이하게 병합될 수 있고, 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 기관의 일부로서, 덮개층의 일부로서, 또는 기관에 일체로 결합되는 제2 중합체 기관의 일부로서 포함한다. 이들 마이크로 요소를 병합하는 다양한 설계가 또한 가능하다. 다중 층의 제품도 용이하게 마련된다.

성형 공정은 많은 수의 상이한 마이크로 유체 처리 구조물 설계의 형성을 허용하도록 충분한 다용도를 갖는다. 따라서, 제품은, 예를 들어 모세관 어레이 전기 영동(capillary array electrophoresis), 동적 억제 분석, 경쟁 면역 분석, 효소 분석, 핵산 교배 분석, 셀 분류, 조합 화학, 그리고 전기 기록 시계(electrochromatography)를 포함하는 다양한 기능을 수행하도록 제조될 수 있다.

성형 공정은 높은 가로 세로비와 가변하는 가로 세로비 특성을 갖는 마이크로 유체 처리 구조물의 마련이 가능하다. 그 다음, 이는 향상된 속도 및 분해도를 나타내는 구조물을 제공한다. 예를 들어, 마이크로 채널의 폭을 일정하게 유지하면서 마이크로 채널의 깊이는 가변될 수 있다. 이러한 마이크로 채널은 압전식 무밸브 디퓨저 마이크로 펌프를 위한 수직으로 점점 감축된 입구 및 출구 디퓨저를 구성하는 데 사용될 수 있거나, 또는 동전기(electrokinetic) 구역 제어 또는 동전기 집속을 제공하는 데 사용될 수 있다. 유사하게, 높은 가로 세로비를 갖는 마이크로 채널의 폭은 일정 깊이로 점점 감축될 수 있다. 결과 구조물은 동전기 구역 제어(electrokinetic zone control)를 제공하는 데도 유용하다.

일정한 단면적 또는 이와 달리 일정한 단면 주연을 제공하도록 마이크로 채널의 깊이 및 폭 모두를 점점 감축시킬 수 있다. 일정한 단면적 또는 단면 주연의 결과로서, 결과 구조물은 현저한 전기 이동성 유동 또는 전기 침투성 유동을 위해 채널의 길이 전체를 통하여 일정한 전압 구배의 달성이 가능하여, 해상력(resolving power)의 손실 없이 단분자 검출에 대한 광학적 제한을 제공한다. 또한, 이러한 구조는 동전기 해상력의 손실 없이 [예를 들어, 높은 가로 세로비의 주입 T-관(tee), 낮은 가로 세로비의 탐침 포획 구역, 마이크로 웰(microwell) 반응기, 또는 압전 구동 요소인] 낮은 가로 세로비와 높은 가로 세로비의 구조물들 사이에 천이부를 제공하는 데 유용하다.

상이한 깊이를 갖는 2개의 교차하는 마이크로 채널을 마련하는 것이 또한 가능하다. 그 다음, 이러한 특징은 소수성 기관에서 마이크로 유체 스위치를 생성하는 데 이용될 수 있다. 깊이의 차이 때문에, 비교적 얇은 마이크로 채널의 하나의 아암 내의 유체는, 버퍼가 교차부를 잊도록 비교적 깊은 마이크로 채널 내에 도입되지 않으면, 교차부를 가로지르지 않을 것이다. 가변성 깊이의 특징은 면역 분석 또는 핵산 분석에서 탐침 포획 비드를 둘러싸도록 포스트 어레이를 마련하는 데에도 유용한 한편, 반응물 및 유체 샘플이 자유롭게 유동하는 것을 동시에 허용한다.

본 발명의 다른 특징 및 장점은 후속하는 양호한 실시예의 설명과 청구범위로부터 명백할 것이다.

#### 도면의 간단한 설명

도1은 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 "캐스트 및 경화" 공정의 개략도이다.

도1a는 도1에 도시된 공정에 따라 마련된 마이크로 유체 제품의 사시도이다.

도2는 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 "압출 부조 세공" 공정의 사시도이다.

도2a는 도2에 도시된 공정에 따라 마련된 마이크로 유체 제품의 사시도이다.

도3은 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 "압출 부조 세공" 공정의 제2 실시예의 사시도이다.

도3a는 도3에 도시된 공정에 따라 마련된 마이크로 유체 제품의 사시도이다.

도4는 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 "압출 부조 세공" 공정의 제3 실시예의 사시도이다.

도4a는 도4에 도시된 공정에 따라 마련된 마이크로 유체 제품의 사시도이다.

도5는 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 "압출 부조 세공" 공정의 제4 실시예의 개략도이다.

도5a는 도5에 도시된 공정에 따라 마련된 마이크로 유체 제품의 사시도이다.

도6은 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 "기관 부조 세공" 공정의 사시도이다.

도6a는 도6에 도시된 공정에 따라 마련된 마이크로 유체 제품의 사시도이다.

도7은 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 "기관 부조 세공" 공정의 제2 실시예의 사시도이다.

도7a는 도7에 도시된 공정에 따라 마련된 마이크로 유체 제품의 사시도이다.

도8은 성형 후에 덮개층이 마이크로 유체 구조물 구비 기관에 적층되는 마이크로 유체 제품을 마련하기 위한 연속 공정의 개략도이다.

도9a 및 도9b는 마이크로 전자 요소가 구비된 덮개층과 결합된 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관을 도시한 단면도이다.

도10a 및 도10b는 대표적인 마이크로 유체 처리 구조물 디자인을 도시한 개략도이다.

도11a는 다수의 도전성 트레이스 및 접촉 패드의 형상을 이루는 가요성 중합체 기관의 평면도이다.

도11b는 기관의 주표면 상의 다수의 마이크로 유체 처리 구조물의 형상을 이루는 가요성 중합체 기관의 평면도이다.

도12는 도11b에 도시된 기관에 인쇄 정합으로 적층된 도11a에 도시된 기관의 평면도이다.

### 실시예

본 발명은 마이크로 유체 샘플을 처리(예를 들어, 분석)하기 위한 중합체계의 마이크로 유체 처리 구조물 구비 제품과 이 제품을 제조하기 위한 연속적인 롤 대 롤 공정에 관한 것이다. ("연속 캐스트 및 경화" 공정으로 일컫는) 공정의 일 실시예가 도1에 도시되어 있다. 도1에서, 유동 가능한, 바람직하게는 본질적으로 용제가 없는, 광경화성 수지 합성물(10)은 다이(12)로부터 광학적으로 투명하고 연속적인 가요성 기관(14)의 표면 상에 압출된다.

기관(14)의 적절한 재료의 예는 폴리(메틸메타크릴레이트) 폴리카보네이트, 폴리에스테르 및 폴리이미드를 포함한다. 적절한 광경화성 수지 합성물의 예는 알킬 아크릴레이트 및 메타크릴레이트(예를 들어, 폴리메틸 메타크릴레이트)를 포함한다. 또한, 이 합성물은 광기폭제(photoinitiator)를 포함한다. 적절한 광기폭제의 예는 벤조인 메틸 에테르 및 벤조인 이소프로필 에테르와 같은 벤조인 에테르와, 2,2-다이에티옥사세토페논(diethoxyacetophenone), 2,2-다이에톡시-2-페닐-1-페닐아세토페논(2,2-dimethoxy-2-phenyl-1-phenylacetophenone) 및 다이에톡시하이드록시아세토페논(dimethoxyhydroxyacetophenone)과 같은 치환된 아세토페논과, 2-메틸-2-하이드록시 프로피오페논(2-methyl-2-hydroxy propiophenone)과 같은 치환된 알파-케톤과, 2-나프탈렌 술폰일 클로라이드(2-naphthalene sulfonyl chloride)와 같은 방향성(芳香性) 술폰일 클로라이드와, 그리고 1-페닐-1,2-프로판디온-2-(O-에톡시카보닐) 옥심(1-phenyl-1,2-propanedione-2-(O-ethoxycarbonyl) oxime)과 같은 광활성 옥심을 포함한다. 이 합성물에 병합될 수 있는 다른 성분들은 모노하이드록시 및 폴리하이드록시 화합물, 틱소트로피 작용제, 가소제, 강인화 작용제, 안료, 충전제, 연마 미립, 안정제, 경 안정제, 산화 방지제, 유동 작용제(flow agent), 구체화 작용제(bodifying agent), 무광 작용제, 착색제, 접합제, 송풍 작용제(blowing agent), 살균제, 박테리아 살균제, 계면 활성제, 글라스 및 세라믹 비드, 그리고 유기 및 무기 섬유와 같은 보강 재료들을 포함한다.

수지(10) 및 기관(14)은 원하는 마이크로 유체 처리 구조물 패턴을 수지층(10)의 표면 상에 인쇄하기 위하여 성형 공구(16)의 성형 표면과 접촉하게 된다. 도1에 도시된 바와 같이, 성형 공구(16)는 시계 방향으로 회전하는 롤 또는 무한 벨트의 형태이다. 그러나, 이는 또한 원통형 슬리브의 형태를 취할 수 있다. 성형 공구는 레이저 제거(laser ablation), 전자빔 밀링, 사진 석판, X-레이 석판, 기계 밀링 및 스크라이빙(scribing)을 포함하는 다양한 기술을 사용하는 데 마련될 수 있다. 성형 공구는 원하는 마이크로 유체 처리 구조물의 패턴을 갖는다.

특정 구조물 디자인은 제품이 수행하도록 의도된 원하는 작업에 기초하여 선택된다. 대표적인 디자인이 도10a, 도10b 및 도11b에 도시되어 있다. 이 디자인들은 경쟁 시험 칩(도10a) 및 사다리꼴 칩(도10b) 및 전기 영동 칩(도11b)을 포함한다. 이 구조물들은 마이크로 채널, 유체 저장부 및 샘플 취급 영역의 다양한 조합을 특징으로 한다. 도10a 및 도10b에 도시된 개별 마이크로 구조물의 치수는 이러한 칩들에 사용되는 전형적인 치수를 나타낸다. 어떤 주어진 칩의 특정 치수는 바뀔 수 있다.

수지층(10)은 성형 공구(16)의 회전하는 표면과 라인 접촉을 하게 된다. 라인(11)은 수지층(10)의 상류 엣지에 형성되고, 성형 공구(16)가 회전할 때 성형 공구(16) 및 수지층(10) 모두에 대해서 이동한다. 기관(14)은 수지층(10)이 성형 공구

(16)의 표면과 접촉할 때 수지층(10)과 접촉을 유지한다. 어떤 과잉 수지는, 성형 공구(16)의 성형 표면과 접촉을 유지하는 동안 수지 합성물이 경화하도록, 성형 공구(16), 기관(14) 및 수지층(10)이 바람직하게는 자외선 조사의 형태인 발광원(18)으로부터의 화학선 조사에 노출된 후에 최소화된다. 노출 시간 및 조사 적량 수준은 수지층(10)의 두께를 포함하는 개별 수지 합성물의 특성을 기초로 선택된다.

도1a에 도시된 바와 같이, 결과 제품(20)은 기관(14)에 일체로 결합된 다수의 마이크로 유체 처리 구조물(24)을 갖는 중합체 기관(22)을 특징으로 하는 2개 층의 시트 형태이다. 성형 후에, 이 시트는 롤 제품의 형태로 제품을 산출하도록 (도시되지 않은) 롤 상에 올려질 수 있다.

또한, 화학선 조사보다는 오히려 열적 조사원(예를 들어, 열 램프)이 사용되는 경우, 성형 가능한 수지 합성물로서 열경화성 수지 합성물을 사용하여 캐스트 및 경화 공정을 수행할 수 있다.

이러한 공정의 변형으로, 용해된 열가소성 수지가 성형 가능한 수지 합성물로서 사용된다. 수지 및 공구의 조합은 수지를 (경화시키기보다는 오히려) 응고시키도록 접촉 후에 냉각된다.

마이크로 유체 제품은 압출 부조 세공 공정에 따라서도 마련될 수 있다. 이러한 공정의 다양한 실시예는 도2 내지 도5에 도시되어 있다. 도2에서, 유동 가능한 수지 합성물은 다이(12)로부터 성형 공구(16)의 회전하는 표면 상에 직접 압출되어서 수지는 성형 공구(16)의 회전하는 표면과 라인 접촉하게 되는 데, 적절한 수지 합성물의 예는 전술된 광경화성, 열경화성, 열가소성 수지 합성물을 포함한다. 라인은 수지의 상류 엷지에 형성되고 성형 공구(16)가 회전할 때 성형 공구(16) 및 수지 모두에 대해서 이동한다. 도2a에 도시된 바와 같이, 결과 제품은 다수의 마이크로 유체 처리 구조물(24)을 갖는 중합체 기관(23)을 특징으로 하는 시트 형태인 단일층의 제품(26)이다. 이 시트는 롤 제품의 형태로 제품을 산출하도록 (도시되지 않은) 롤 상에 올려질 수 있다.

도3은 도2에 도시된 압출 부조 세공 공정의 다른 변형예를 도시한다. 도3에 도시된 바와 같이, 중합체 기관(28)은 성형 공구(16)에 의해 형성된 성형 구역 내에 도입되어 성형 공구(16)의 회전하는 성형 표면과 라인 접촉하게 된다. 기관(28)의 적절한 재료는 기관(14)에 대해 전술된 것들을 포함한다. 비광학적 투명 기관(non-optically transparent substrate)이 또한 사용될 수 있다. (전술된 바와 같은) 유동 가능한 수지 합성물은 다이(12)로부터 성형 공구(16)의 성형 표면과 라인 접촉해 있는 기관(28)의 표면에 대항하는 기관(28)의 표면 상에 압출된다. 성형 공구(16)는 다수의 마이크로 유체 처리 구조물을 기관(28)의 표면 상에 부조 세공한다. 도3a에 도시된 바와 같은 결과 제품은 기관(28) 상에 압출된 수지로부터 형성된 중합체층(32)에 일체로 결합된 다수의 마이크로 유체 처리 구조물(24)을 갖는 중합체 기관(28)을 특징으로 하는 2개 층의 시트(30) 형태인 제품이다. 성형 후에, 이 시트는 롤 제품의 형태로 제품을 산출하도록 (도시되지 않은) 롤 상에 올려질 수 있다.

도4는 도2에 도시된 압출 부조 세공 공정의 또 다른 변형예를 도시한다. 도4에 도시된 바와 같이, (전술된 바와 같은) 유동 가능한 수지 합성물은 다이(12)로부터 성형 공구(16)의 회전하는 표면 상에 압출되어서 수지는 성형 공구(16)의 회전하는 표면과 라인 접촉하게 된다. 도2에 도시된 실시예의 경우와 같이, 라인은 수지의 상류 엷지에 형성되고 성형 공구(16)가 회전할 때 성형 공구(16) 및 수지 모두에 대해서 이동한다. 동시에, 제2 중합체 기관(34)이 성형 공구(16)에 의해 형성된 성형 구역 내에 도입되어서 수지와 접촉한다. 기관(34)의 적절한 재료는 기관(14)의 관계에 있어 전술된 재료들을 포함한다. 비광학적 투명 기관이 또한 사용될 수 있다. 결과 제품은 중합체 기관(34)에 일체로 결합된 다수의 마이크로 유체 처리 구조물(24)을 갖는 중합체 기관(38)을 특징으로 하는 2개 층의 시트(36) 형태이다. 성형 후에, 이 시트는 롤 제품의 형태로 제품을 산출하도록 (도시되지 않은) 롤 상에 올려질 수 있다.

도5는 압출 부조 세공 공정의 또 다른 실시예를 도시한다. 도5에 도시된 바와 같이, (전술된 바와 같은) 유동 가능한 수지 합성물은 다이(12)로부터 성형 공구(16)의 회전하는 표면 상에 압출되어서 수지는 성형 공구(16)의 회전하는 표면과 라인 접촉하게 된다. 도2에 도시된 실시예의 경우에서와 같이, 라인은 수지의 상류 엷지에 형성되고 성형 공구(16)가 회전할 때 성형 공구(16) 및 수지 모두에 대해서 이동한다. 제2 다이(40)로부터 추가의 수지는 성형 공구(16)와 접촉하는 수지층 상에 압출된다.

결과 제품은 다이(40)로부터 압출된 수지로 형성된 중합체 기관(46)에 일체로 결합된 다수의 마이크로 유체 처리 구조물(24)을 갖는 중합체 기관(44)을 특징으로 하는 시트 형태인 2개 층의 제품이다. 성형 후에, 이 시트는 롤 제품의 형태로 제품을 산출하도록 (도시되지 않은) 롤 상에 올려질 수 있다. 추가의 압출 다이를 병합함으로써 추가의 중합체층을 형성하는 것도 가능하다. 이와 달리, 적절한 피드 블록이 설치된 단일 다이가 다중 중합체층을 공압출하는 데 사용될 수 있다.



여전히 또 다른 실시예에서, 제품은 기관 부조 세공 공정에 의해 마련될 수 있다. 도6에 도시된 바와 같이, 단일의 부조 가능한 기관(48)은 성형 공구(16)와 라인 접촉하게 되어 기관의 표면 상에 직접 마이크로 유체 처리 구조물을 형성한다. 라인(11)은 (a) 기관(48)의 상류 엷지와, (b) 성형 공구(16)의 회전하는 표면과 롤러(50) 사이에 형성된 닢의, 교차에 의해 형성된다. 선택 사양으로, 롤러(50)는 마이크로 유체 처리 구조물 패턴을 갖는 성형 표면을 가질 수 있다. 결과 제품은 다수의 마이크로 유체 처리 구조물을 그의 주표면들의 둘 모두에 갖는 기관을 특징으로 한다.

도6a에 도시된 바와 같이, 결과 제품은 다수의 마이크로 유체 처리 구조물(24)을 갖는 중합체 기관(48)을 특징으로 하는 시트 형태의 단일층 제품(52)이다. 이 시트는 롤 제품의 형태로 제품을 산출하도록 (도시되지 않은) 롤 상에 올려질 수 있다.

도7은 도6에 도시된 부조 세공 공정의 변형예를 도시한다. 도7에 도시된 바와 같이, 부조 기관(48)은 마이크로 유체 처리 구조물을 기관의 표면 상에 직접 형성하도록 성형 공구(16)와 라인 접촉하게 된다. 라인(11)은 (a) 기관(48)의 상류 엷지와, (b) 제2 중합체 기관(54)을 더한 롤러(50)와 성형 공구(16)의 회전하는 표면 사이에 형성된 닢의, 교차에 의해 형성된다. 기관(54)은 성형 공구(16)의 성형 표면과 접촉하는 표면에 대향하는 기관(48)의 표면과 접촉하도록 위치된다.

도7a에 도시된 바와 같이, 결과 제품은 중합체 기관(54)에 일체로 결합된 다수의 마이크로 유체 처리 구조물(24)을 갖는 중합체 기관(48)을 특징으로 하는 시트 형태인 2개 층의 제품(56)이다. 이 시트는 롤 제품의 형태로 제품을 산출하도록 (도시되지 않은) 롤 상에 올려질 수 있다.

성형 후에, 제품은 감아 올리는 롤러에 의해 올려져 저장될 수 있는 "블랭크" 형태이다. 작동 가능한 마이크로 유체 처리 장치를 조립하기 위하여, 블랭크는 마이크로 유체 처리 구조물 구비 층 위에 놓은 개별 덮개층과 결합된다. 이러한 형태로, 장치는 마이크로 유체 샘플을 처리(예를 들어, 분석)하는 데 유용하다.

덮개층의 재료들은 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관과 유체 밀봉을 형성할 수 있다. 더욱이, 이들은 샘플 분석에 전형적으로 사용되는 버퍼와 같은 반응물의 존재에서의 저하를 억제하고, 바람직하게는 바탕 형광 및 흡수를 최소화하는 데, 후자의 특징은 장치가 형광계 분석 기술과 연관하여 사용될 때 특히 바람직하다.

덮개층은 기관의 마이크로 유체 처리 구조물 구비 표면에 결합된 중합체 기관의 형태를 취할 수 있다. 적절한 중합체 기관의 예들은 폴리카보네이트, 폴리에스테르, 폴리(메틸메타크릴레이트), 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌을 포함한다. (예를 들어, "크라톤(Kraton)" 러버라는 명칭으로 셸(Shell)로부터 상업적으로 입수 가능한 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체인) 감압(感壓) 접착제, (예를 들어, 에틸렌-비닐 아세테이트 접착제인) 고온 용융 접착제, 패턴 접착제, 또는 (예를 들어, 에폭시 접착제인) 열경화성 접착제를 사용하여 결합이 이루어질 수 있다. 접착제는 기관(20) 상의 분리된 위치에서 결합이 일어나도록 하는 패턴의 형태로 놓여질 수 있다. 또한, 덮개층을 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관에 직접 적층 또는 용제 용접함으로써 결합이 달성될 수 있다.

글라스 덮개층과 같은 강성 덮개층이 또한 사용될 수 있다. 더욱이, 덮개층은 제품이 함께 사용되도록 설계되는 분석 수단의 일부일 수 있다.

도8은 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관(64)에 인 라인으로 덮개층을 추가하기 위한 양호한 방법을 도시한다. 도8에 도시된 바와 같이, 제품(64)은 성형 구역의 하류에 위치된 적층 영역으로 이송된다. 적층 영역은 롤(66) 상의 가요성을 갖는 중합체 덮개 기관(58)을 포함한다. 적층 영역 내에서, 덮개 기관(58)은 롤(60, 66) 사이에 적층된다.

비록 전술된 모든 제품들이 주표면의 한쪽 또는 양쪽에 다수의 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 단일 기관을 특징으로 하더라도, 함께 결합된 이러한 기관들의 층을 특징으로 하는 제품을 마련하는 것이 또한 가능하다. 이러한 다층 제품을 생산하는 한 방법은 도8에 도시된 덮개 기관에 대한 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관을 대용하는 것이다.

박막의 무기성 코팅은 마이크로 유체 처리 구조물의 일부분 상에, 예를 들어 마이크로 채널의 내부면 상에, 선택적으로 침전될 수 있다. 이어지는 작동시에 또는 제조 중 인 라인으로 침전이 일어날 수 있다. 적절한 침전 기술의 예들은 진공 스퍼터링, 전자빔 침전, 용액 침전 및 화학 증기 침전을 포함한다.



무기성 코팅은 다양한 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 코팅은 마이크로 유체 처리 구조물의 친수성을 증가시키거나 또는 고온 특성을 향상시키기 위하여 사용될 수 있다. 일정한 코팅의 도포는 젤을 전기 영동 장치의 마이크로 채널 내에 사이징 젤(sizing gel)을 위킹(wicking)하기 용이하게 한다. 도전성 코팅은 압전 또는 연동 펌핑용 격막 또는 전극을 형성하는데 사용될 수 있다. 코팅은 기체 색층 분석과 같은 응용을 위하여 소기를 방지하도록 장벽막으로서 사용될 수 있다.

반응물, 생물학적 탐침, 생체 적합 가능한 코팅 등을 마이크로 유체 처리 구조물의 다양한 일부분 상에 선택적으로 침전시키는 것이 또한 가능하다. 이와 달리, 이들 재료는 마이크로 유체 처리 구조물과 접촉하도록 설계된 덮개층의 표면 상에 소정의 패턴으로 침전될 수 있다.

제품은 하나 이상의 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 또한 포함할 수 있다. 마이크로 전자 요소의 예들은 도전성 트레이스, 전극, 전극 패드, 마이크로 가열 요소, 정전기 구동 펌프 및 밸브, 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 등을 포함한다. 마이크로 광학 요소의 예들은 광도파관, 도파관 검출기, 반사 요소 (예를 들어, 프리즘), 빔 스플리터, 렌즈 요소, 고체상 광원 및 검출기 등을 포함한다. 마이크로 기계 요소의 예들은 필터, 밸브, 펌프, 공압 및 유압 경로 등을 포함한다. 마이크로 요소들은 덮개층, 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기판의 어느 한쪽의 표면, 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기판에 결합된 추가의 중합체 기판, 또는 그들의 조합에 병합될 수 있다.

마이크로 요소는 다양한 기능을 제공한다. 예를 들어, 마이크로 유체 처리 구조물 내의 특정 지점에서 유체와 접촉을 이루는 마이크로 전자 요소는 고도의 제어로 구조물을 통하여 유체를 동전기적으로 구동하도록 설계될 수 있다. 이러한 마이크로 전자 요소는 모세관 어레이 전기 영동 및 조합 화학과 같은 적용을 위하여 하나 이상의 샘플 취급 영역에 정확한 양의 반응물을 이송하는 것과 같은 보다 복잡한 작업뿐만 아니라, 동전기적 주입, 모세관 전기 영동 및 등전 집속(isoelectric focusing)과 같은 작업을 가능하게 한다.

유체와 접촉하는 마이크로 전자 요소는 전지, 핵산 절편 및 항원과 같은 대전 생물학적 종의 자유장 전기 영동 분류를 위하여 처리 가능한 전자 매트릭스를 형성하도록 설계될 수도 있다. 특정 지점에서 유체와 접촉하는 마이크로 전자 요소는 전기 화학적으로 종을 검출하는 데에도 사용될 수 있다.

유체와 접촉하지 않는 마이크로 요소를 설계하는 것도 가능하다. 예를 들어, 마이크로 전자 요소들은 이들이 유체 샘플을 가열 또는 냉각하는 데 사용될 수 있게 마이크로 유체 처리 구조물과 인접하게 놓여지도록, 또는 마이크로 유체 처리 구조물 전체를 통하여 다른 온도 구역을 정하도록 설계될 수 있다. 다음으로, 이러한 구역은 핵산의 PCR 증폭 및 조합 화학 실험과 같은 적용에서 요구되는 열적 사이클링을 유지하는 데 사용된다. 더욱이, 마이크로 유체 처리 구조물에 인접해 있는 마이크로 전자 요소는 마이크로 유체 분리 시스템에서의 분석을 인지하는데 유용한 AC 임피던스의 변화를 검출하는 안테나를 형성하도록 설계될 수 있다.

마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 마이크로 유체 처리 구조물 구비 제품 내에 병합하는 몇몇 다른 방법이 있다. 예를 들어, 마이크로 요소는 덮개층(70)에 병합될 수 있는 데, 그 다음 이 덮개층은 전술된 바와 같은 기판(68)에 결합된다. 마이크로 전자 요소를 포함하는 이러한 배치는 도9a 및 도9b에 도시되어 있다. 덮개층(70)은 기판(68)의 마이크로 유체 처리 구조물 구비 표면에, 한 표면에서, 결합된다. 도9a 및 도9b에 도시된 마이크로 유체 처리 구조물은 입구 포트(72), 유체 저장부(74) 및 마이크로 채널(38)을 포함한다. 덮개층(70)은 도전성 회로 트레이스(78)에서 종단하는 저장부(74)와 연통하여 전기 도전성 비아(via, 76)를 특징으로 한다. 트레이스(78)는 유체, 또는 그의 구성 요소를 마이크로 유체 처리 구조물 전체를 통하여 구동하기 위하여 저장부(74)에 전압을 인가하도록 전극으로서 작용한다. 도 9b에 도시된 바와 같이, 비아(76)는 저장부(74)와 연통하여 전기적 도전성 "용기부"(80)를 형성하도록 금속으로 충전될 수 있다.

마이크로 전자 요소를 제품에 병합하는 다른 방법은 (예를 들어, 니켈, 금, 플라티늄, 팔라듐, 구리, 도전성 은 함유 잉크, 또는 도전성 탄소 함유 잉크로 만들어진 트레이스인) 일련의 전기 도전성 트레이스를 갖는 가요성 중합체 기판을 구비한 다음, 이 기판의 한 표면 상에 마이크로 유체 처리 구조물을 형성하는 단계를 포함한다. 적절한 기판의 예들은 클런(Klun) 등의 미국 특허 제5,227,008호 및 거버(Gerber) 등의 미국 특허 제5,601,678호에 기술되어 있는 것들을 포함한다. 그 다음, 기판은 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기판이 된다.

마이크로 유체 처리 구조물은 여러 방법으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 기판의 도전성 트레이스 구비 표면은 도6에 도시된 부조 세공 공정 후에 원하는 마이크로 유체 처리 구조물의 패턴을 갖는 성형 표면을 갖는 성형 공구와 접촉하게 될 수 있다. 접촉 후에, 기판은 도전성 트레이스와 동일한 표면 상에 마이크로 유체 처리 구조물이 형성되도록 부조 가공된다. 트레이스 패턴 및 성형 표면은 도전성 트레이스가 마이크로 유체 처리 구조물의 적절한 형상과 결합하도록 설계된다.

동일한 성형 공구를 사용하여, 도전성 트레이스 구비 표면에 대향하는 기관의 표면 상에 마이크로 유체 처리 구조물을 부조 세공하는 것이 또한 가능하다. 이 경우, 트레이스를 갖지 않은 표면에는 도전성 트레이스를 마이크로 유체 처리 구조물의 적절한 구조에 연결하기 위하여 부조 세공 전에 일련의 전기 도전성 비아 또는 관통 구멍이 마련된다.

이와 달리, 예를 들어 도전성 트레이스가 마이크로 유체 처리 구조물의 적절한 형상과 정합하도록 패턴 형성된 접착제를 사용하여, 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 갖는 개별 중합체 기관을 중합체 기관의 마이크로 유체 처리 구조물 구비 표면에 결합하는 것이 가능하다.

도1, 도3, 도4 및 도7에 도시된 공정 후에 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관에 결합되는 개별 중합체 기관에 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 도입하는 것이 가능하다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 주 표면의 하나에 일련의 전기 도전성 비아 및 용기부를 갖는 가요성 기관이 기관(14, 28, 34, 또는 54)으로서 사용된다. 그 다음, 전술된 바와 같이, 마이크로 유체 처리 구조물은 기관의 용기부 구비 표면 및 비아 상에 성형된다.

성형에 이어 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관에 적층되는 개별 중합체 기관에 마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 도입하는 것도 가능하다.

마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 갖는 제품을 마련하는 또 다른 방법은 하나의 표면 상에 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 중합체 기관을 취하는 단계와, 대향 표면을 통하여 전기 도전성 포스트 또는 핀을 삽입하는 단계를 포함하고, 이와 달리 z-축 전기 도전성 접착제(예를 들어, 미네소타주 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 상업적으로 입수 가능한 z-축 접착 필름 7303)가 사용될 수 있다. 그 다음, 제품은 회로판에 가압 장착된다. 이러한 공정의 변형에서, 전기 도전성 포스트 또는 핀은 전기 접속을 제공하기 위하여 마이크로 유체 처리 구조물 구비 기관 위에 위치하는 덮개층을 통하여 삽입될 수 있다.

마이크로 전자 요소, 마이크로 광학 요소 및/또는 마이크로 기계 요소를 갖는 제품을 마련하는 또 다른 방법은 하나의 표면 상에 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 중합체 기관을 취하는 단계와, 종래의 금속 침전 및 사진 석판 기술을 사용하여 이 표면 상에 전기 도전성 금속 트레이스의 패턴을 직접 침전시키는 단계를 포함한다.

제품은 분석 처리를 포함하여 다양한 처리를 수행하는 데 사용될 수 있다. 많은 수의 분리된 마이크로 유체 처리 구조물을 포함하는 롤은 연속적인 릴 대 릴 공정에 직접 사용될 수 있다. 이러한 공정에 따라서, 롤은 마이크로 유체 처리 구조물 각각의 입구 포트 내에 마이크로 유체 샘플을 주입하는 마이크로 유체 샘플 디스펜서에 연속적으로 피드된다. 그 다음, 결과 샘플은 그에 따라 처리(예를 들어, 분석)된다. 이와 달리, 롤은 일괄 공정의 사용에 적절한 많은 수의 개별 장치를 형성하도록 슬릿 형성될 수 있다.

본 발명은 다음의 예들에 의해 이제 더 설명될 것이다.

## 예

### 예1

각각이 많은 수의 마이크로 유체 처리 구조물을 포함하는 2개의 필름의 개별 롤은 무한 벨트의 형태로 세공한 마이크로 구조의 니켈 공구를 사용하여 마련되었다. 공구의 하나가 도10a에 도시된 마이크로 유체 처리 구조물 패턴을 갖는 한편, 다른 것은 도10b에 도시된 패턴을 가졌다. 공구는 원하는 패턴을 제작하도록 중합체 기관의 엑시머(excimer) 레이저 제거에 의해 제조된 다음, 표시된 패턴으로 니켈 공구를 형성하도록 패턴 형성된 영역을 전기 도금하였다. 그 다음, 공구는 다음과 같이 제품들을 제조하도록 연속 압출 부조 세공 공정에 사용되었다.

펜실베이니아주 피츠버그의 모베이 코퍼레이션(Mobay Corporation)으로부터 입수 가능한 등록 상표 마크로론(Makrolon) 2407의 폴리카보네이트 펠렛(polycarbonate pellet)은 50 마이크로미터의 높이에 공칭상으로 64 마이크로미터의 폭을 갖는 리브들을 포함하는 가열된 마이크로 구조의 니켈 공구 표면 상에 캐스트 되었다. 리브들은 최종 성형된 제품 내의 마이크로 채널과 일치하였다. 리브들은 그들이 도10a 및 도10b에 도시된 바와 같이 50 마이크로미터의 높이와 4 밀리미터의 직경인 몇몇 저장부와 연결되는 방식으로 배치되었다. 니켈 공구의 두께는 508 마이크로미터이고 공구의 온도는 섭씨 210도였다. 섭씨 282도의 온도에서 용해된 폴리카보네이트는 공구 표면 상에 패턴을 복사하도록 0.7초 동안 약  $1.66 \times 10^7$  파스칼의 압력에서 공구 표면과 접촉하는 라인 형태로 니켈 공구에 이송되었다. 복사된 패턴의 형성과 동시에,

추가 폴리카보네이트는 약 103.9 마이크로미터의 두께를 갖는 공구 위에 위치된 연속 중합체 기관 상에 침전되었다. 그 다음, 공구, 기관 및 용해된 폴리카보네이트의 조합은 섭씨 약 48.9도의 온도까지 18초 동안 공기로 냉각되어, 폴리카보네이트가 고체로 되는 것을 허용하였다. 그 다음, 결과 성형된 제품은 공구 표면으로부터 제거되었다.

## 예2

예1에 사용된 공구는 섭씨 199도 내지 207도의 온도까지 가열되었다. 폴리(메틸메타크릴레이트) 펠렛 (펜실베이니아주 펠라텔피아의 롬 앤드 하스 코.(Rohm and Hass Co.)로부터의 등록 상표 플렉시글라스 디알(Plexiglass DR) 101이 이송되어, 섭씨 271도 및 0.7초 동안 약  $1.1 \times 10^7$  파스칼의 압력에서 니켈 공구와 중합체의 라인 접촉을 제공한다. 복사된 패턴의 형성과 동시에, 추가의 폴리(메틸메타크릴레이트)는 약 212.1 마이크로미터의 두께를 갖는 공구 위에 위치된 연속 중합체 기관 상에 침전되었다. 그 다음, 공구, 중합체 기관 및 용해된 폴리(메틸메타크릴레이트)의 조합은 섭씨 약 48.9도의 온도까지 18초 동안 공기로 냉각되어, 폴리(메틸메타크릴레이트)가 고체로 되는 것을 허용하였다. 그 다음, 성형된 결과 제품은 공구 표면으로부터 제거되었다.

## 예3

[펜실베이니아주 앰블러(Ambler)의 헨켈 코포레이션(Henkel Corp.)으로부터 상업적으로 입수 가능한 에폭시 디아크릴레이트 저중합체인] 등록 상표 포토머(Photomer) 316의 무게비로 59.5%와, (펜실베이니아주 앰블러의 헨켈 코포레이션으로부터 상업적으로 입수 가능한 2-페녹시에틸 아크릴레이트 단량체인) 등록 상표 포토머 4035의 무게비로 39.5%와, [뉴욕주 테리타운(Tarrytown) 씨바 어디티브스(Ciba Additives)의 광기폭제인] 등록 상표 다로커(Darocur) 1173의 무게비로 1%로 이루어진 자외선 조사 경화 혼합물이 마련된다. 그 다음, 이 혼합물은 섭씨 66도로 가열된 예1에 서술된 공구와 [등록 상표 "렉산(Lexan)"으로 매사추세츠주 핏츠필드(Pittsfield)의 제너럴 일렉트릭 코포레이션으로부터 입수 가능한] 0.5 mm 두께의 폴리카보네이트로된 시트 사이에 적층되었다. 수작동되는 잉크 롤러를 사용하여 수지의 두께는 최소화되었다. 결과 구조물은 컨베이어 벨트 상에 놓여지고, 수지를 경화시키도록 600 와트/인치(236 와트/센티미터)로 작동하는 (메릴랜드주 게이터스버그(Gaithersburg)의 퓨전 유브이 시스템, 인크.(Fusion UV System, Inc.)에 의해 공급되는 "D" 램프인) 고강도 자외선 램프 아래에 분당 7.6 미터의 속도로 이동되었다. 그 다음, 폴리카보네이트 기관에 일체로 결합된 마이크로 유체 처리 구조물 구비 중합체 기관을 특징으로 하는 경화된 제품은 공구로부터 제거되었다.

## 예4

이 예는 중합체 기관을 특징으로 하는 마이크로 전자 요소와 조합된 다수의 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 중합체 기관을 특징으로 하는 마이크로 유체 장치를 마련하는 것을 서술한다.

다중 교차 도그본(dogbone) 형상의 마이크로 유체 처리 구조물(116)을 갖는 도11b에 도시된 중합체 기관(114)은 예1에서 설명된 일반적인 처리를 따라서 마련된 니켈 성형 공구를 사용한 프레스에서 폴리(메틸메타크릴레이트) 필름[롬 앤드 하스(Rohm and Haas)의 DRG-100]을 성형함으로써 마련되었다. 공구는 그 치수가 16.5cm×19cm에 두께가 0.5mm이고, 도11a에 도시된 바와 같이, 5개의 다른 교차 도그본 형상의 마이크로 유체 처리 구조물(116)들을 포함하였다. 10분 동안 압력이  $6.2 \times 10^6$  파스칼까지 증가된 후에, 필름 및 성형 공구는 15초 동안 섭씨 199도의 온도와  $3.5 \times 10^6$  파스칼의 압력으로 서로 접촉하게 되었다. 그 다음, 15초 동안  $6.2 \times 10^6$  파스칼의 압력을 유지하는 동안 온도는 섭씨 74도로 감소되었다. 결과 성형 기관(114)은 9mm의 길이를 갖는 짧은 채널에 의해 절단된 28.5mm의 긴 채널을 각각 갖는 5개의 다른 교차 도그본 형상의 마이크로 유체 처리 구조물(116)들을 특징으로 하였다. 각각의 채널은 5mm의 직경을 갖는 유체 저장부로 중단되었다. 채널 및 저장부 모두는 그 깊이가 50 마이크로미터였다. 5개의 구조물은 채널의 폭이 다른 데, 이들은 64, 32, 16, 8 및 4 마이크로미터의 폭을 각각 가졌다. 그 다음, 직경이 1 밀리미터인 입구 포트는 각 저장부의 중심을 통하여 드릴 가공되었다.

도11b에 도시된 바와 같이, 다수의 마이크로 전자 회로 요소를 갖는 가요성 중합체 기관(100)은 다음과 같이 마련된다. ["캡톤 이(Kapton E)"의 명칭으로 듀폰으로부터 입수 가능한] 폴리이미드 시트는 크롬 산화물의 연결층(tie-layer)으로 증기 코팅된 후에 2 마이크로미터의 구리층으로 증기 코팅되었다. 그 다음, ["프레스-엔-필(Press-n-Peel)"의 명칭으로 뉴저지주 링고스(Ringoes)의 테크닉스 인크.(Techniks, Inc.)로부터 입수 가능한] 인쇄 회로판 트랜스퍼 레지스트는 제조 방향을 따라서 구리로 코팅된 폴리이미드 상에 마이크로 전자 회로의 패턴을 형성하는 데 사용되었다. 결과 기관(100)은 4개의 전기 도전성 구리 트레이스(110)를 각각 갖는 6개의 동일한 마이크로 전자 회로 패턴을 포함하였다. 그 다음, 트레이스(110)의 각각은 접촉 패드(112) 내에서 중단되었다.

패턴 형성 다음에, 노출된 구리는 구리 에칭 조(bath)를 사용하여 제거되었다. 그 다음, 크롬 산화물의 연결층은 크롬 산화물 부식액을 사용하여 에칭되고 트랜스퍼 레지스트(transfer resist)는 아세톤 세척을 이용하여 제거되었다. 결과 구리 트레이스는 주연 탭에서 5mm의 정방형 접촉 패드를 갖는 500 마이크로미터의 폭을 갖는다.

기관(100)은 다음과 같이 도12에 도시된 마이크로 유체 제품(118)을 생성하도록 기관(114)에 적층된다. 기관(100) 및 기관(114)은 개별 장치들을 제작하기 위하여 모두 분할된다. (미네소타주 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 입수 가능한 9443 테이프인) 양면 접착 테이프의 한 조각에는 교차 도그본 형상의 마이크로 유체 처리 구조물(116)에 유체 저장부에 대응하는 구멍이 패턴 형성되었다. 그 다음, 각각의 마이크로 유체 처리 구조물(116)은 기관(100)의 회로 구비면이 기관(114)의 마이크로 유체 처리 구조물 면과 정합하도록 기관(100)의 회로에 적층되어서, 마이크로 유체 처리 구조물의 유체 저장부와 구리 트레이스(110) 사이의 접촉을 허용한다. 2개 기관의 라인 접촉 적층을 제공하도록 닢 롤러를 사용하여 적층이 이루어졌다. 그 다음, 결과 마이크로 유체 제품(118)은 다음과 같이 동전기적 주입 및 전기 영동 분리를 설명하는 데 사용되었다.

마이크로 유체 처리 구조물(116)은 4 mM  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  버퍼(pH=9.0)로 가득 차게 되었다. 그 다음, 분석액 저장부(analyte reservoir)에는 동일한 버퍼 내에 용해된 20 마이크로 몰의 형광성 지시 염료가 충전되었다. 컴퓨터로 제어되는 전압 제어 회로에 접촉 패드(112)를 접속시킴으로써 4개의 저장부에 전압이 인가되었다. 유체 채널 내의 형광성 지시 염료의 이동은 [뉴저지주 세코커스(Secaucus) 파나소닉 인더스트리얼 코.의 파나소닉 CL 354인] CCD 카메라가 장착된 [일리노이주 디어필드(Deerfield) 레이카 인크.(Leica Inc.)의] 레이카 DMRX 외형광성 현미경(epifluorescence microscope)을 이용하여 모니터 되었다. 부족한 샘플 주입을 위하여, 4개 저장부에서의 전압은 분석, 샘플 및 폐기물 저장부들로부터 분석액 폐기물 저장부(analyte waste reservoir) 쪽으로 전압 변화를 제공하도록 설정되었다. 이는 분석액 저장부로부터 주입 T-관을 통하여 분석액 폐기물 저장부 내로 형광성 염료의 우수한 유동을 허용하였다. 분리 채널로부터 그리고 버퍼 저장부로부터의 버퍼의 느린 유동은 주입 T-관에서 약 180 pL의 형광성 용액의 사다리꼴 플러그를 생성하였다. 이러한 플러그의 주입은 버퍼 저장부로부터 분리 채널을 따라 폐기물 저장부 쪽으로 주로 유동이 형성되도록 전압을 전환함으로써 이루어졌다. 단단한 둥근 덩어리의 형광성 염료는 분리 채널 아래로 이동하는 것이 관찰되었다.

이 예는 플루오레세인 및 칼세인(calcein)의 혼합물을 사용하여 반복되었다. 이 경우, 분리 채널 아래로 혼합된 둥근 덩어리(bolus)의 주입은 2개 재료의 신속한 전기 영동 분리를 발생시켰다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

성형된 제품을 마련하는 공정에 있어서,

(a) 성형 가능한 재료를 공급하고 성형 표면을 포함하는 개방형 성형 공구를 마련하는 단계와,

(b) 성형 가능한 재료와 개방형 성형 공구의 성형 표면을 서로 라인 접촉하도록 하고 성형 가능한 재료상에 마이크로 유체 처리 구조물 패턴을 형성하여 그에 의해 1000 마이크로미터보다 크지 않은 크기를 갖는 하나 이상의 구조부와 하나 이상의 구조 단부 지점을 갖는 마이크로 유체 처리 구조물 패턴에 따른 하나 이상의 자체에 포함된 구조물을 갖는 성형된 제품을 형성하는 단계와,

(c) 상기 성형 표면으로부터 성형된 제품을 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공정.

### 청구항 2.

삭제

### 청구항 3.

삭제

### 청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

삭제

청구항 13.

삭제

청구항 14.

삭제

청구항 15.

삭제

청구항 16.

삭제

청구항 17.

삭제

청구항 18.

삭제

청구항 19.

삭제

청구항 20.

삭제

청구항 21.

삭제

청구항 22.

삭제

청구항 23.

삭제

청구항 24.

삭제

청구항 25.

삭제

청구항 26.

삭제

청구항 27.

삭제

청구항 28.

삭제

청구항 29.

삭제

청구항 30.

삭제

청구항 31.

삭제

청구항 32.

삭제

청구항 33.

삭제

청구항 34.

삭제

청구항 35.

삭제

청구항 36.

삭제

청구항 37.

제품에 있어서,

- (a) (i) 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과 (ii) 제2 주표면을 포함하는 비탄성의 제1 중합체 기관과,  
(b) 상기 제1 기관의 제2 주표면에 일체로 결합된 제2 중합체 기관을 포함하며,

상기 비탄성의 제1 중합체 기관은 상기 마이크로 유체 처리 구조물 위에 놓여진 덮개층을 더 포함하고, 상기 제2 기관은 상기 제1 기관이 없을 때 지지부 없이 직립해 있는 기관을 형성할 수 있는 것을 특징으로 하는 제품.

### 청구항 38.

제품에 있어서,

- (i) 복수의 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과 (ii) 제2 주표면을 포함하는 제1 중합체 기관을 포함하며,  
상기 제품은 롤 형태인 것을 특징으로 하는 제품.

### 청구항 39.

삭제

### 청구항 40.

제품에 있어서,

- (i) 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과 (ii) 상기 기관의 제1 주표면과 제2 주표면 사이에 연장하는 비아와 마이크로 전자 요소를 갖는 제2 주표면을 포함하는 제1 중합체 기관을 포함하며,

상기 제1 중합체 기관은 상기 마이크로 유체 처리 구조물 위에 놓여진 덮개층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 제품.

### 청구항 41.

삭제

### 청구항 42.

삭제

### 청구항 43.

삭제

### 청구항 44.

삭제

### 청구항 45.

삭제

### 청구항 46.

삭제

### 청구항 47.

삭제



청구항 48.

삭제

청구항 49.

삭제

청구항 50.

삭제

청구항 51.

삭제

청구항 52.

삭제

청구항 53.

삭제

청구항 54.

삭제

청구항 55.

마이크로 유체 샘플을 처리하는 방법에 있어서,

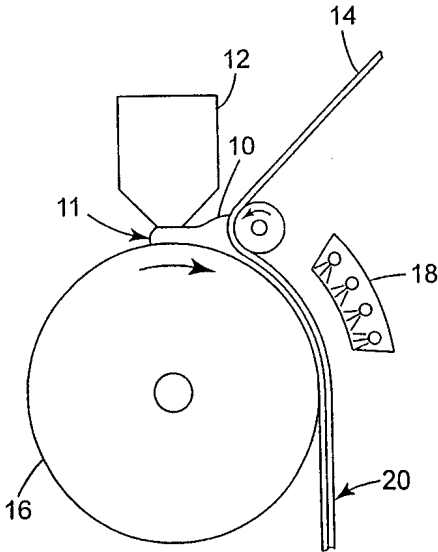
(a) (i) 복수의 마이크로 유체 처리 구조물을 갖는 제1 주표면과 (ii) 제2 주표면을 포함하는 제1 중합체 기판을 갖는 물 형태의 제품을 마련하는 단계와,

(b) 상기 마이크로 유체 처리 구조물의 하나에 마이크로 유체 샘플을 도입하는 단계와,

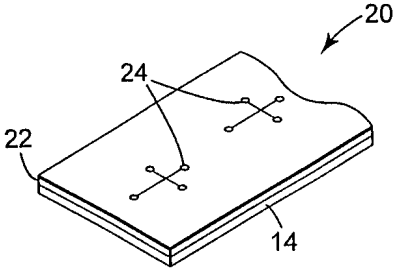
(c) 상기 샘플을 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

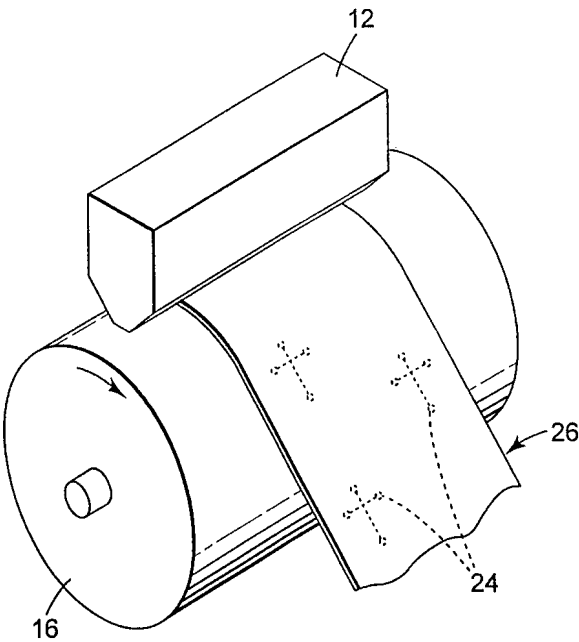
도면1



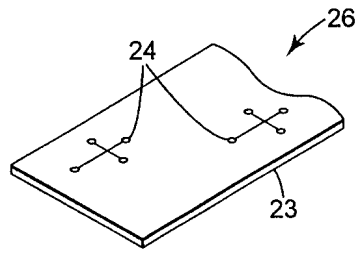
도면1a



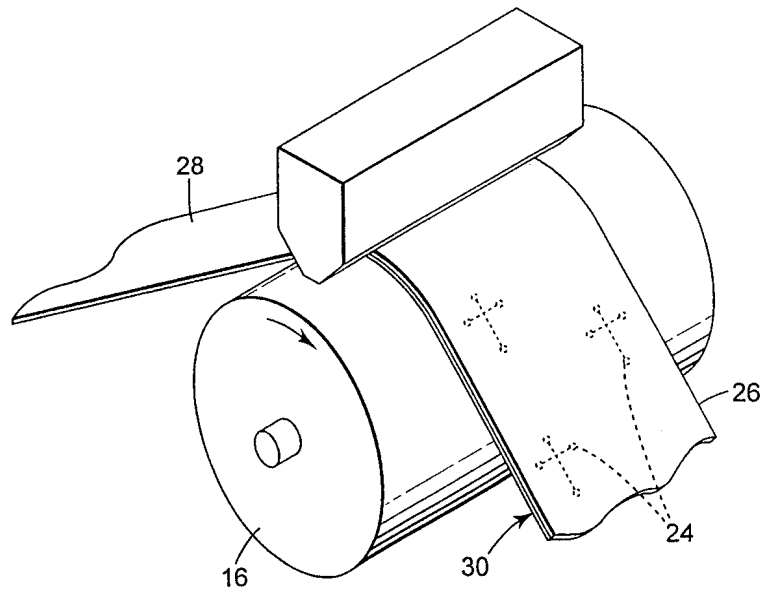
도면2



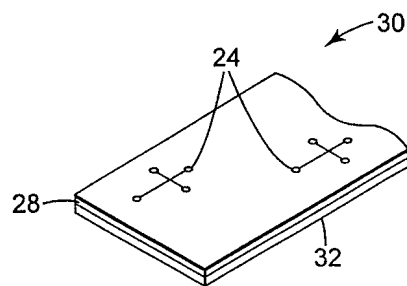
도면2a



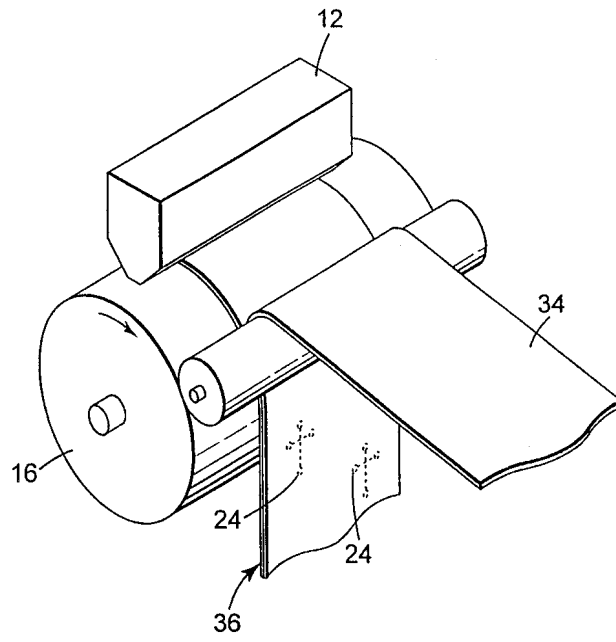
도면3



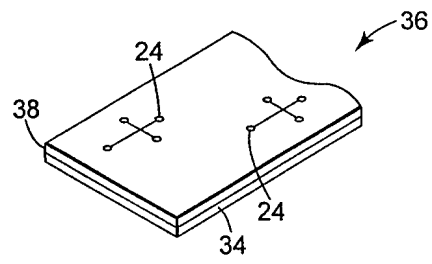
도면3a



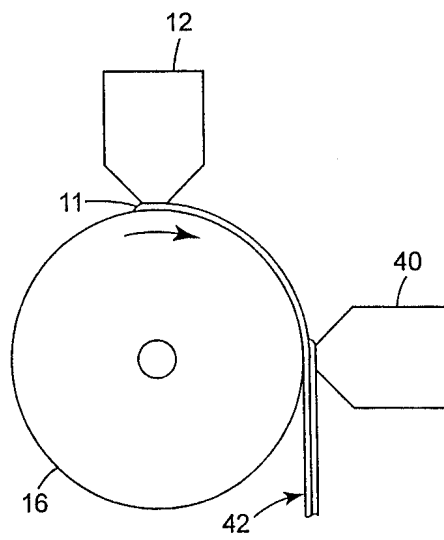
도면4



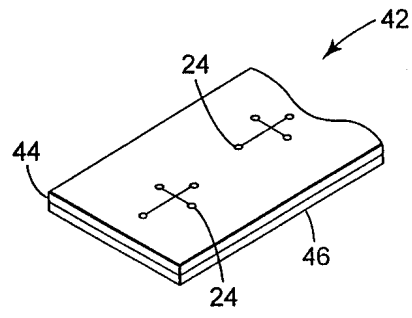
도면4a



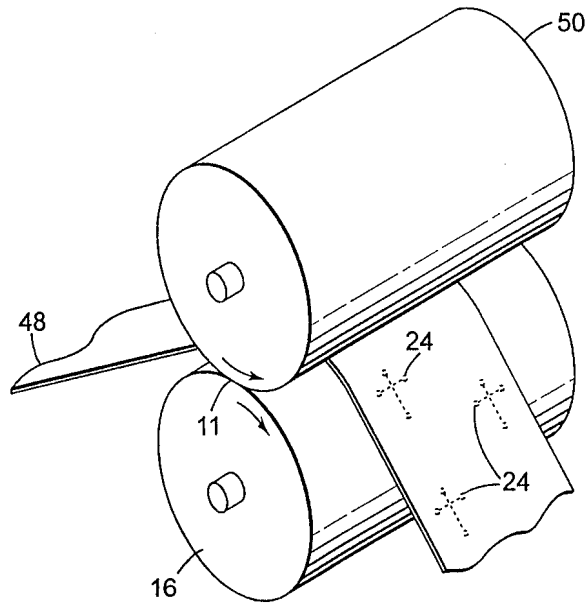
도면5



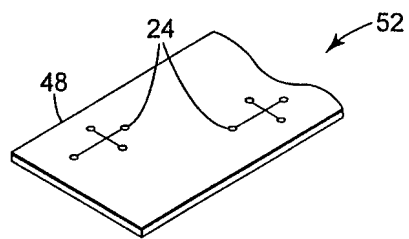
도면5a



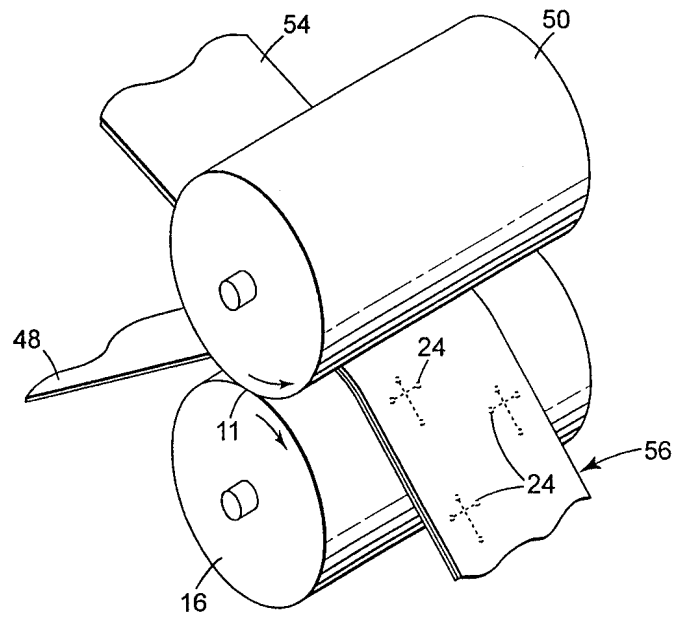
도면6



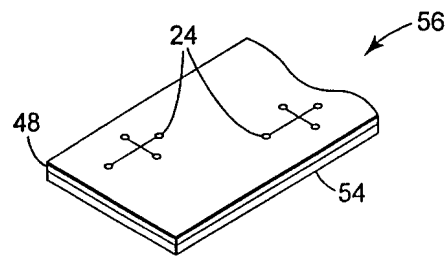
도면6a



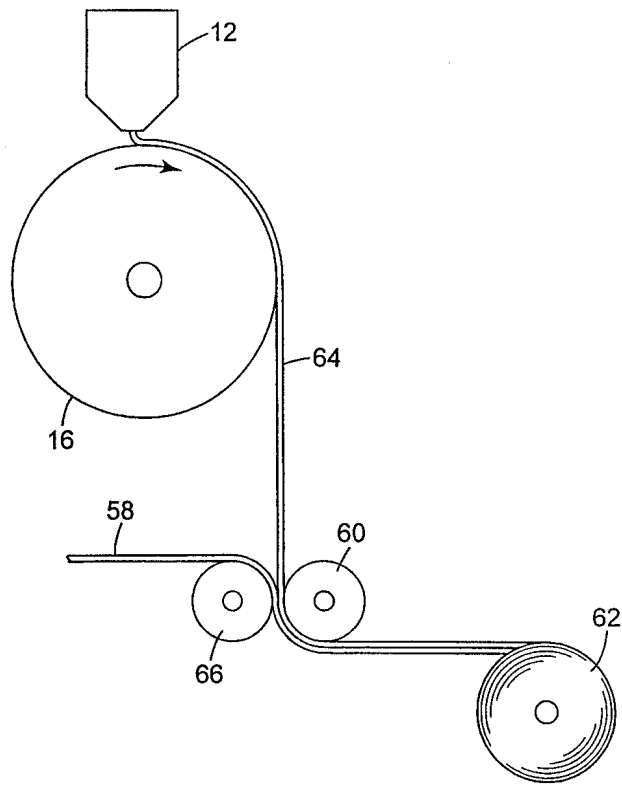
도면7



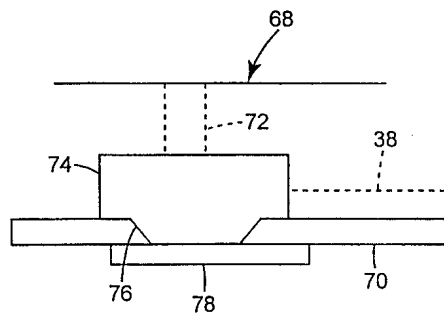
도면7a



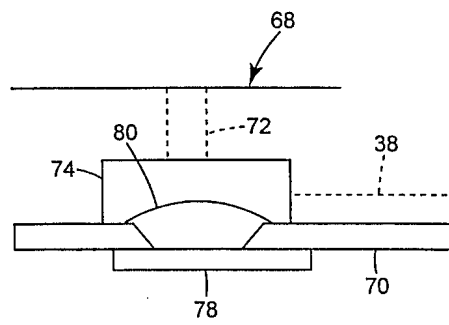
도면8



도면9a

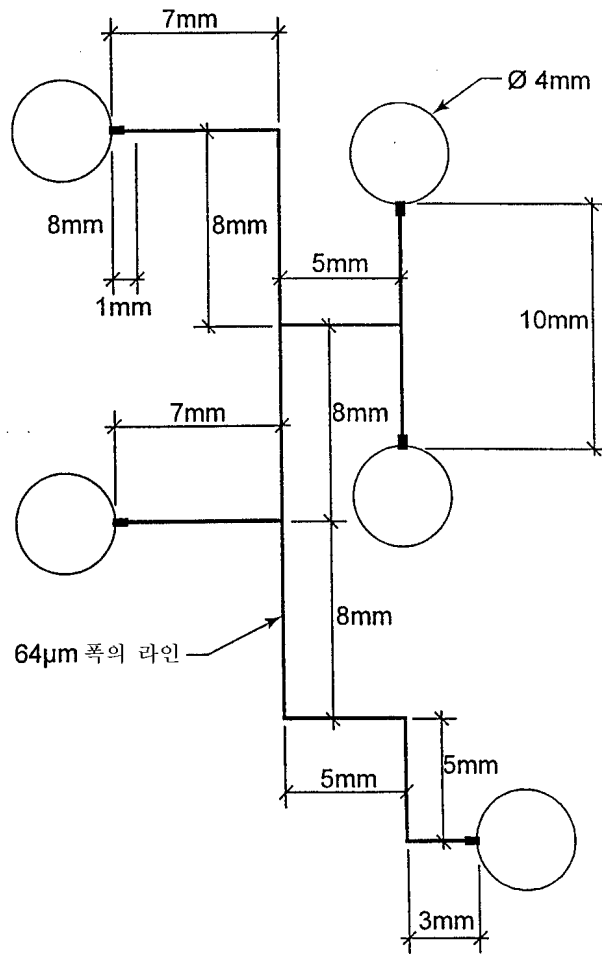


도면9b

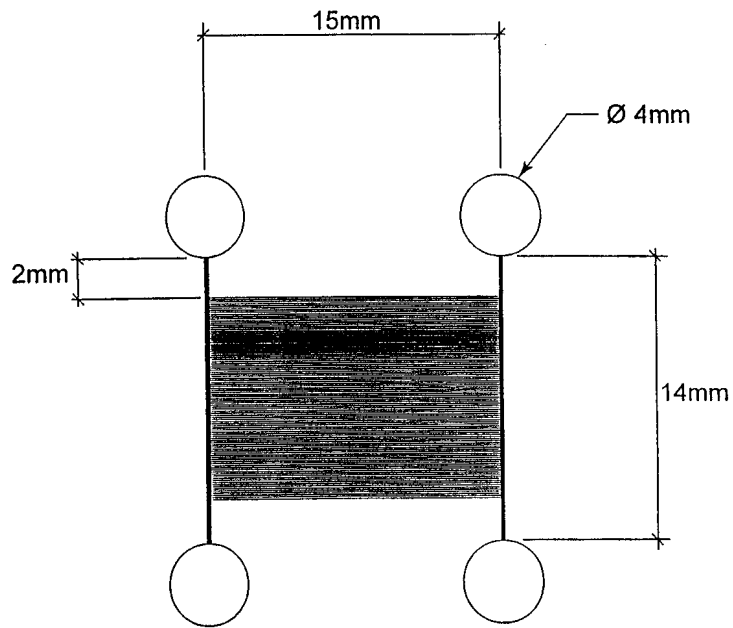




도면10a

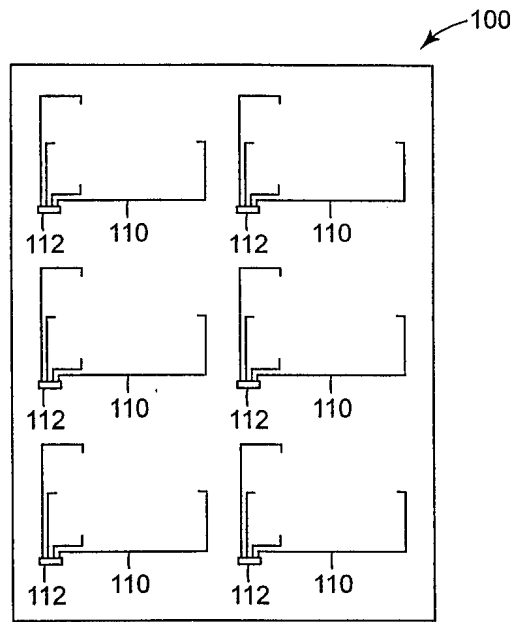


도면10b

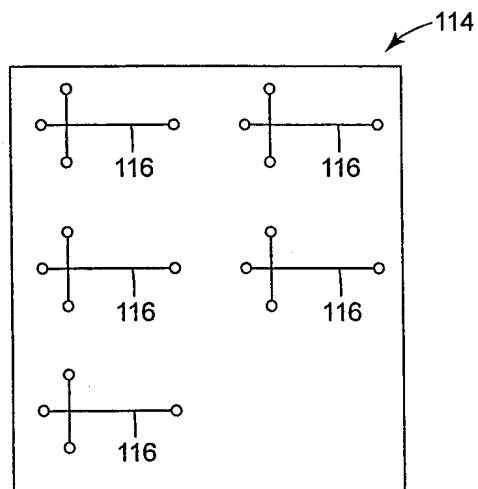


100μm중심들 상의 폭이 64μm인 100개의 라인

도면11a



도면11b



도면12

