



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.

B01J 19/00 (2006.01)

B01J 8/20 (2006.01)

B01J 8/18 (2006.01)

B01L 3/00 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년04월03일

(11) 등록번호

10-0702504

(24) 등록일자

2007년03월27일

(21) 출원번호 10-2005-7008084

(65) 공개번호

10-2005-0084968

(22) 출원일자 2005년05월06일

(43) 공개일자

2005년08월29일

심사청구일자 2005년08월10일

번역문 제출일자 2005년05월06일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2003/005350

(87) 국제공개번호

WO 2004/050246

국제출원일자 2003년11월13일

국제공개일자

2004년06월17일

(30) 우선권주장

02027180.5

2002년12월05일

유럽특허청(EPO)(EP)

(73) 특허권자

인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션
미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드

(72) 발명자

텔라마르쉐, 엠마누엘
스위스, 씨에이치-8800 텔월, 루디샬덴스트라세 14

정커, 데이비드
스위스, 씨에이치-8047 쥐리히, 레쾨그라벤 229

마이클, 브루노
스위스, 씨에이치-8134 애틀리스월, 오베르후스트라세 28

슈미트, 하인즈
스위스, 씨에이치-8820 웨텐스월, 웨스트스트라세 1

(74) 대리인

신영무
이용미

(56) 선행기술조사문헌

미국특허공보 06921514호(국제공개일 : 1999.12.29) *

* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 배여울

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 표면 상에 액체를 유동시키는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 유동 경로(40)를 포함하는 표면 상에 액체를 유동시키는 장치에 관한 것이다. 제 1 포트(20)가 액체를 유동 경로의 한 단부에 공급하고, 이 유동 경로가 표면(80)으로부터 먼 경우에 액체를 유지하기 위한 제 1 포트 압력을 인가한다. 제 2 포트(30)는 유동 경로(40)의 다른 단부로부터 액체를 유입하고, 유동 경로(40)가 표면(80) 근방에 위치하여 장치 내의 액체가 표면(80)과 접촉하는 것에 응답하여, 제 1 및 제 2 부의 포트 압력 간의 차가 발생하여 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로 유동 경로(40)를 통해 액체의 유동을 촉진하도록 제 2 포트 압력을 인가한다. 제 1 및 제 2 포트 압력은, 표면으로부터 유동 경로의 후퇴에 응답하여 액체가 적어도 제 2 포트 쪽으로 공급되도록 인가된다. 이러한 장치는 마이크로 유체 기술을 이용할 수도 있으며, 표면 패터닝에 응용될 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

표면 상에 액체를 유동시키는(flowing) 장치에 있어서,

유동 경로(flow path)와,

상기 유동 경로의 한 단부에 상기 액체를 공급하고, 상기 유동 경로가 상기 표면으로부터 먼 경우에 상기 액체를 보존(retaining)하기 위한 제 1 포트 압력을 인가하는 제 1 포트와,

상기 유동 경로의 다른 단부로부터 상기 액체를 유입하고, 제 2 포트 압력을 인가하여, 상기 유동 경로가 상기 표면 근방에 위치하여 상기 장치 내의 액체가 상기 표면과 접촉하는 것에 응답하여, 상기 제 1 및 제 2 부의(negative) 포트 압력 사이의 차에 의해 상기 제 1 포트로부터 상기 유동 경로를 통해 제 2 포트로의 액체의 유동을 촉진하도록 하는 제 2 포트와,

상기 제 1 포트 내의 상기 액체에 상기 제 1 포트 압력보다 더 작은 부의 제 1 개구 압력을 인가하는, 상기 제 1 포트와 상기 유동 경로 사이를 교통하는 제 1 개구와,

상기 유동 경로 내의 상기 액체에 상기 제 1 포트 압력보다 더 작은 부의 제 2 개구 압력을 인가하는, 상기 유동 경로와 상기 제 2 포트 사이를 교통하는 제 2 개구를 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 포트 압력은, 상기 표면으로부터 상기 유동 경로의 후퇴(withdrawal)에 응답하여 상기 액체가 적어도 상기 제 2 포트 쪽으로 공급되도록 되는

장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 액체를 상기 제 1 포트로부터 상기 표면 쪽으로 공급하는 상기 제 1 포트에 인접한 상기 유동 경로로 연장되는 돌출부를 포함하는

장치.

청구항 3.

청구항 3은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 2 항에 있어서,

상기 돌출부는 탄성적인(resilient)

장치.

청구항 4.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 장치가 상기 표면에 인접할 때 상기 표면에 대한 상기 유동 경로를 밀봉하기 위해 상기 유동 경로를 둘러싸는 주변 플랜지를 포함하는

장치.

청구항 5.

삭제

청구항 6.

청구항 6은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항에 있어서,

상기 액체에 의해 덜 습윤가능한(wettable) 면과 상기 액체에 의해 보다 더 습윤가능한 면을 포함하고,

상기 유동 경로는 덜 습윤가능한 면에 의해 둘러싸인 보다 더 습윤가능한 면 상에 위치하는

장치.

청구항 7.

청구항 7은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 포트와 제 2 포트를 하우징하는 본체와, 상기 본체로부터 돌출되어 상기 유동 경로를 형성하는 연장부를 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 개구는 상기 연장부의 대향 단부에 배치되는

장치.

청구항 8.

청구항 8은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

상기 유동 경로를 둘러싸는 상기 연장부의 측면은 상기 유동 경로보다 상기 액체에 대해 덜 습윤가능한

장치.

청구항 9.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 포트는 상기 제 1 포트 압력을 인가하는 제 1 모세관 망(capillary network)을 포함하는 장치.

청구항 10.

청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 모세관 망은 복수의 평행한 모세관 부재, 메시(mesh), 다공성 재료 및 섬유질 재료 중 적어도 하나를 포함하는 장치.

청구항 11.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 포트는 상기 제 2 포트 압력을 인가하는 제 2 모세관 망을 포함하는 장치.

청구항 12.

청구항 12은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 모세관 망은 복수의 평행한 모세관 부재, 메시(mesh), 다공성 재료 및 섬유질 재료 중 적어도 하나를 포함하는 장치.

청구항 13.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동 경로에 각각 결합된 복수의 제 1 포트를 포함하는 장치.

청구항 14.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동 경로에 각각 결합된 복수의 제 2 포트를 포함하는
장치.

청구항 15.

청구항 15은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동 경로는 만곡형 단면(curved cross section)을 갖는
장치.

청구항 16.

청구항 16은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동 경로는 직사각형 단면을 갖는
장치.

청구항 17.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

단일 구성인

장치.

청구항 18.

청구항 18은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 17 항에 있어서,

탄성체, 실리콘, SU-8, 포토레지스트, 열가소성 물질, 세라믹 및 금속 중 어느 하나로 형성되는
장치.

청구항 19.

청구항 19은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

층형 구조인

장치.

청구항 20.

청구항 20은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 19 항에 있어서,

각 층은 탄성체, 실리콘, SU-8, 포토레지스트, 열가소성 물질, 세라믹 및 금속 중 어느 하나로 형성되는 장치.

청구항 21.

청구항 21은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 2 항에 있어서,

상기 유동 경로는 길이가 약 100 마이크로미터이고, 폭이 약 100 마이크로미터이며, 상기 제 1 및 제 2 포트의 부피가 각각 500 나노리터이며, 사용 중에 상기 돌출부는 상기 장치와 상기 표면 사이의 간격을 약 1 내지 10 마이크로미터로 규정하는

장치.

청구항 22.

청구항 22은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 포트 압력은 상기 표면으로부터의 상기 유동 경로의 후퇴에 응답하여 상기 액체가 상기 제 1 포트 및 제 2 포트 쪽으로 공급되도록 되는

장치.

청구항 23.

제 1 항 내지 3 항 중 어느 한 항에 청구된 바와 같은 장치가 복수 개 배열된 장치.

청구항 24.

표면 상에 액체를 유동시키는(flowing) 방법에 있어서,

도포기 장치의 제 1 포트로부터 제 1 개구를 통해 상기 도포기 장치의 유동 경로의 한 단부로 상기 액체를 공급하는 단계와,

상기 제 1 포트를 통해 상기 액체에 제 1 포트 압력을 인가하는 단계와,

상기 유동 경로의 다른 단부로부터 제 2 개구를 통해 상기 장치의 제 2 포트 내에 상기 액체를 유입하는 단계와,

상기 제 2 포트를 통해 상기 액체에 상기 제 1 포트 압력과 다른 제 2 포트 압력을 인가하는 단계와,

상기 유동 경로가 상기 표면 근방에 위치하여 상기 장치 내의 액체가 상기 표면과 접촉하는 것에 응답하여, 상기 제 1 및 제 2 포트 압력 사이의 차에 의해, 상기 제 1 포트로부터 상기 유동 경로를 통해 상기 제 2 포트로 상기 액체의 유동을 촉진하는 단계와,

상기 제 1 및 제 2 포트 압력에 의해, 상기 표면으로부터 상기 유동 경로의 후퇴(withdrawal)에 응답하여 상기 액체를 적어도 상기 제 2 포트 쪽으로 공급하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 25.

청구항 25은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

상기 표면으로부터의 상기 유동 경로의 후퇴 후에, 상기 표면 상의 다른 위치에 상기 장치를 재배치하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 26.

청구항 26은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

상기 표면으로부터의 상기 유동 경로의 후퇴 후에, 다른 표면 상에 상기 장치를 재배치하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 27.

청구항 27은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

방법.

청구항 28.

청구항 28은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

습기 있는 환경에 상기 장치를 배치하여 상기 제 1 포트로부터 상기 제 2 포트로의 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 29.

청구항 29은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 28 항에 있어서,

상기 장치 및 상기 표면 중 하나 또는 둘 모두를 냉각시켜 응축(condensation)을 통해 상기 액체의 유동을 초기화하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 30.

청구항 30은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

상기 장치와 상기 표면 사이에 전기장을 인가하여 상기 제 1 포트로부터 상기 제 2 포트로의 상기 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 31.

청구항 31은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

상기 액체에 압력 펄스를 인가하여 상기 제 1 포트로부터 상기 제 2 포트로의 상기 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 32.

청구항 32은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

열 펄스(heat pulse)를 상기 액체에 인가하여 상기 액체의 증발을 통해 상기 제 1 포트로부터 상기 제 2 포트로의 상기 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 33.

청구항 33은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 포트와 상기 제 2 포트 사이의 압력 차를 반전시킴으로써 상기 액체의 유동의 방향을 반전시키는 단계를 포함하는

청구항 34.

청구항 34은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 24 항에 있어서,

상기 표면으로부터의 상기 유동 경로의 후퇴에 응답하여, 상기 제 1 및 제 2 포트 압력을 통해, 상기 액체를 상기 제 1 및 제 2 포트 쪽으로 공급하는

방법.

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 표면 상에 액체를 유동시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

표면 상에 액체를 유동시키는 것이 바람직한 많은 애플리케이션이 있다. 그러한 애플리케이션의 일례로는 표면의 패터닝 또는 기타 처리가 있다. 액체로 표면을 패터닝하고 처리하는 것은 화학, 생태학, 생물공학(biotechnology), 재료 과학, 전자기학 및 광학을 포함하는 넓은 범위에서 증가하고 있다. 표면에 액체를 도포하여 표면을 패터닝하는 것은 통상 표면의 한정된 영역에 액체를 한정하는 것을 포함한다.

표면은 통상 액체 방울과 표면 사이의 접촉 각(contact angle)이 90°보다 작으면 액체에 의해 습윤가능하다. 액체를 운반하는 채널은 통상, 그 채널이 부분적으로 채워질 때 액체에 대해 부의 압력(negative pressure)을 가하면 습윤가능하다(wettable). 이러한 부의 압력은 액체로 채널을 채우는 것을 촉진시킨다. 균일한 표면을 갖는 채널에서, 만약 액체와 표면 사이의 접촉 각이 90°보다 작으면 부의 압력이 발생한다. 표면은 통상, 표면과 액체 사이의 접촉 각이 보다 작을수록 더욱 습윤가능하며, 표면과 액체 사이의 접촉 각이 클수록 습윤되기가 어려운 것으로 간주된다.

한가지 종래의 표면 패터닝 기법으로 리소그래피가 있다. 리소그래피에서는, 마스크가 일반적으로 패터닝될 표면에 도포된다. 처리할 표면 영역을 규정하기 위해 마스크 내에 개구가 형성된다. 마스크로 덮여진 나머지 표면 영역은 처리로부터 보호된다. 마스크는 통상 패터닝된 레지스트 재료층으로 형성된다. 그 다음에 마스크로 덮인 표면이 노출된 표면 영역의 처리를 위해 통상 화학 약품의 조(bath)에 잠긴다. 리소그래피는 여러 단계를 포함하는, 수행하기에 비교적 비용이 많이 드는 프로세스이다. 짧은 DNA 가닥의 인시튜(in situ) 합성을 예외로 하고, 리소그래피는 일반적으로 표면 상의 유생 분자(biomolecules)를 처리하고 패터닝하는데 부적절하다. 리소그래피는 또한 Whitesides, Annu. Rev. Biomed. 3 (2001), 335-373에 개시되어 있는 바와 같이 상이한 화학제로 함께 표면을 동시에 처리하기에 부적합하다. 리소그래피에 사용된 상이한 프로세스 단계들 또는 화학제들 간에 그리고 리소그래피에 의해 처리된 여러 표면 층들 간에 불화합성(incompatibility)이 있을 수 있다.

다른 종래의 표면 패터닝 기법으로는 드롭 운반(drop delivery)이 있다. 핀 스폿팅 시스템(pin spotting system) 등과 같은 드롭 운반 시스템은 통상 표면상의 특정 위치로 비교적 적은 양의 액체를 투입한다. 2000년 Eaton에서 간행된 Shena, M.의 "Microarray biochip technology"를 참고하라. 그러나, 이들 시스템은 표면상의 투여된 드롭의 확산으로 인해 분해능(resolution)을 제한하였다. 또한, 2002년 Langmuir 18, 6289-6293 페이지의 Smith, J.T.의 "Spreading Diagrams for the Optimization of Quill Pin Printed Microarray Density"에 개시된 바와 같이, 이러한 시스템에 의해 형성된 패턴의 품질은 운반된 액체의 건조에 의해 크게 제한된다. 이들 시스템은 일반적으로 표면으로부터 재료를 분해하거나 추출하는데 유용하지 않다. 또한, 이들 시스템은 표면 상에서 액체의 유동을 용이하게 하지 않는다. 또한, 이들 시스템은 여러 액체로 표면을 순차적으로 처리하는데 적합하지 않다.

PCT WO 01/63241 A2는 방전 개구에 의한 채널을 갖는 장치와 관련된 표면 패터닝 기법을 개시하고 있다. 매칭되는 기둥이 방전 개구와 맞물려 기둥의 상부 표면 상에 분자의 증착을 촉진한다. 이 장치의 단점은 여러 기둥들에 대한 패터닝 상태를 개별적으로 변경하는 것이 가능하지 않다는 것이다. 다른 단점은 표면 상의 유동(flow)을 확립할 수 없다는 것이다. 시약(reagent)이 확산에 의해 표면에 도달할 수 있도록 하기 위해 충분히 오래 동안 표면이 액체에 노출될 필요가 있다. 이 방법은 또한 개구와 매칭되는 기둥을 구비한 표면을 요구한다. 이러한 표면을 제조하기 위해서는 고비용의 청정실 장비 및 에칭 tools가 요구된다. 이것은 패터닝된 표면에 대한 비용을 증가시킬 수 있다. 또한 결합 전에 기둥과 장치의 정확한 정렬이 요구된다. 따라서 액체를 한정하기 위해 기둥은 사전 처리가 요구된다. 방전 개구와 기둥 사이의 간격은 외부 제어를 필요로 한다.

또 다른 종래의 표면 패터닝 기법은 표면에 마이크로 유체(microfluidic) 장치를 제공하는 것과 관련이 있다. 이러한 장치의 일례는 미국 특허 제 6,089,853 호에 개시되어 있다. 여기서 설명된 장치는 표면 상에서 액체의 유동을 확립할 수 있다. 이 유동은 장치 내에서의 모세관 작용을 통해 생성될 수 있다. 이 장치는 복수의 상이한 액체로 표면을 동시에 처리할 수 있다. 그러나, 이 장치는 처리할 표면의 영역으로 액체를 한정시키기 위해 그 표면에 대해 밀봉되어야 한다. 이러한 한정에 의해 높은 대비(contrast) 및 분해능을 갖는 패턴이 형성될 수 있다. 이들은 생물학적 차폐 및 진단 목적을 위해 표면 상에 유생 분자가 패터닝되는 바람직한 품질이다. 또한, 이 장치는 처리될 표면 상에 위치되어야 하며 처리 액체로 채워지기 전에 처리 영역 주위를 밀봉해야 한다. 만약 유동이 모세관 작용에 의해 생성되면, 다른 문제가 발생한다. 예를 들어, 장치 내의 서비스 포트는 각 패터닝 동작 동안에 처리 액체로 채워져야 한다. 또한, 한가지 액체만이 장치 내의 각 채널로 운반될 수 있다. 액체는 표면으로부터 장치를 분리시키기 전에 각 채널로부터 흘러나온다. 또한, 처리 액체는 표면으로부터 장치를 제거하는 동안에 처리될 표면의 영역으로부터 확산되는 경향이 있다. 또한, 이 장치는 여러 액체로 순차적으로 표면을 처리하는데 적합하다. 만약 유동이 가압(pressurization), 전기장 등과 같은 외부 작용에 의해 생성되면, 다른 문제가 발생한다. 예를 들면, 액츄에이터로부터의 개별 접속이 장치 내의 각 채널에 대해 이루어져야 한다. 주변 장치에 대한 이러한 접속은 장치 내로 통합되어 개별적으로 처리될 수 있는 채널의 밀도를 한정한다. 채널의 수가 증가함에 따라 펌핑(pumping), 밸빙(valving) 및 제어 복잡도는 증가한다. 외부 접속부는 개재된 콘딧(intervening conduit) 때문에 장치와 외부 액츄에이터 사이에 불필요한 부피를 생성한다.

표면의 국부 처리에 대한 다른 마이크로 유체 장치는 IBM Technical Disclosure Bulletin reference RD n446 Article 165 1046 페이지에 개시되어 있다. 이 장치는 미국 특허 제 6,09,853 호에 기재된 것과 유사하다. 이 장치는 표면으로부터 이 장치를 분리시킬 필요없이 동일 표면 상에서 차례로 여러 액체가 쏟아져 나오게 할 수 있다. 따라서 이러한 장치는 여러 액체의 순차 운반과 관련된 화학적 반응 및 생물학적 반응에 유용하다. 그러나 이 장치와 관련된 단점은 충전(filling) 전에 처리될 표면의 영역 주위를 밀봉해야 한다는 것이다. 다른 단점은 표면에 장치를 제공하기 전에 액체들이 채워질 수 없다는 것이다. 각각의 부가적인 단계는 관련 액체의 추가적인 충진을 요구한다. 다른 단점은 서비스 포트가 표면 상에서 노출될 영역을 넘어서 액체를 확산시키지 않고 액체를 포함하는 동안에 이 장치가 표면으로부터 제거될 수 없다는 것이다.

액체를 밀봉없이 상부 및 하부 표면 사이의 사전에 정해진 패턴으로 한정시키는 다른 종래의 장치는 유럽 특허 제 0 075 605 호에 개시되어 있다. 이 장치는 상부 및 하부 표면 사이에 트랩된 액체의 광학적 분석을 수행하는데 유용하다. 그러나, 이 장치는 상부 및 하부 표면 상에 사전에 정해진 지형적 패턴 또는 화학적 패턴을 요구한다. 또한, 입구 또는 출구 포트를 갖지 않는 이 장치는 액체의 운반에 적합하지 않다.

WO 99/56878에는 사전에 정해진 경로를 따라서 액체를 안내하는 다른 장치가 개시되어 있다. 이 장치는 액체를 한정시키기 위한 관련 밀봉 없이 표면 상에 동시에 여러 액체를 흘릴 수 있다. 그러나, 이 장치의 단점은 경로들 사이의 분리 갭이 모세관이 작용하지 않도록 한다는 것이다. 이것은 경로의 크기를 1mm보다 작게 제한한다. 다른 메니스커스(meniscus) 압력은 제어되지 않은 액체의 확산을 생성한다. 이 장치의 다른 단점은 액체가 분리 후에 유지되지 않고 대신에 표면 상에서 확산될 수 있다는 것이다. 이 장치의 다른 단점은 액체를 운반하는데 각 경로에 대한 외부 접속부를 필요로 한다는 것이다. 주변 유동 제어 장치가 또한 요구된다.

밀봉없이 표면을 따라 액체를 안내하는 또 다른 방법이 Zhao 공저의 Science 제 291권(2001), 1023-1026 페이지에 개시되어 있다. 여기서, 표면은 습윤가능성 패턴으로 패터닝된다. 구체적으로는, 서로 미러링하는 두 개의 습윤가능한 경로가 다른 습윤가능하지 않은 상부 및 하부 표면 상에 규정된다. 이것은 마이크로미터 폭을 가질 수 있는 측벽 없이 "가상(virtual)" 채널을 생성한다. 이 방법의 단점은 상부 및 하부 표면 모두에 습윤가능성 패턴을 요구한다는 것이다. 또한, 두 패턴 사이의 습윤가능성 대비는 매우 높을 필요가 있고, 상부 및 하부 표면 상의 습윤가능하지 않은 영역과 가상 채널 내의 고도로 습윤가능한 영역을 모두 요구한다는 것이다. 또한, 두 패턴은 형상 및 구성에 있어서 서로 정확히 매칭되어야 한다. 모세관 작용은 채널을 충전하는 데 사용될 수 있지만, 액체는 제거되거나 교환될 수 없다. 이 방법에 의하면, 충분히 습윤가능하지 않은 표면을 생성하기가 비교적 어렵기 때문에, 액체의 제어되지 않은 확산이 일어나기 쉽다. 액체를 운반하기 위해 외부 펌프가 사용될 수도 있지만, 펌프 압력이 비교적 낮은 레벨을 초과하면, 액체는 규정된 유동 경로를 범람할 것이다. 또한, 외부 펌핑은 각 유동 경로에 대한 외부 접속부를 요구하며, 따라서 통합(integration)을 제한한다. 전술한 바와 같이, 외부 접속부는 펌프 접속 콘딧에 불필요한 부피를 생성한다.

보다 다목적의 편리한 방식으로 표면 상에 액체를 유동시키는 기법을 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 상세한 설명

본 발명에 따르면, 표면 상에 액체를 유동시키는(flowing) 장치에 있어서, 유동 경로(flow path)와, 유동 경로의 한 단부에 액체를 공급하고, 유동 경로가 표면으로부터 먼 경우에 액체를 보존(retaining)하기 위한 제 1 포트 압력을 인가하는 제 1 포트와, 유동 경로의 다른 단부로부터 상기 액체를 유입하고, 제 2 포트 압력을 인가하여, 유동 경로가 표면 근방에 위치하여 장치 내의 액체가 표면과 접촉하는 것에 응답하여, 제 1 및 제 2 부의(negative) 포트 압력 사이의 차에 의해 상기 제 1 포트로부터 유동 경로를 통해 제 2 포트로의 액체의 유동을 촉진하도록 하는 제 2 포트를 포함하고, 제 1 및 제 2 포트 압력은, 표면으로부터 유동 경로의 후퇴(withdrawal)에 응답하여 액체가 적어도 상기 제 2 포트 쪽으로 공급되도록 되는 장치가 제공된다.

이 장치는 바람직하게는 액체를 제 1 포트로부터 표면 쪽으로 공급하는 제 1 포트에 인접한 유동 경로로 연장되는 돌출부를 포함한다. 이 돌출부는 장치 및 또는 표면에 대한 손상을 방지하기 위해 탄성적인(resilient) 재료로 형성될 수도 있다. 이 장치는 장치가 표면에 인접할 때 표면에 대한 유동 경로를 밀봉하기 위해 유동 경로를 둘러싸는 주변 플랜지를 포함할 수도 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 이 장치는 제 1 포트 내의 액체에 제 1 포트 압력보다 더 작은 부의 제 1 개구 압력을 인가하는, 제 1 포트와 유동 경로 사이를 교통하는 제 1 개구와, 유동 경로 내의 액체에 제 1 포트 압력보다 더 작은 제 2 개구 압력을 인가하는, 유동 경로와 제 2 포트 사이를 교통하는 제 2 개구를 포함한다. 이 장치는 바람직하게는, 액체에 의해 덜 습윤가능한(wettable) 면과 액체에 의해 보다 더 습윤가능한 면을 포함하고, 유동 경로는 덜 습윤가능한 면에 의해 둘러싸인 보다 더 습윤가능한 면 상에 위치한다. 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 이 장치는 제 1 포트와 제 2 포트를 하우징하는 본체와, 본체로부터 돌출되어 유동 경로를 형성하는 연장부를 포함하고, 제 1 및 제 2 개구는 연장부의 대향 단부에 배치된다. 유동 경로를 둘러싸는 연장부의 측면은 유동 경로보다 액체에 대해 덜 습윤가능하다. 유동 경로는 이와 같이 규정되며 연장부의 말단에 위치한다. 이 말단 가까이에 위치하여 대향하는 표면은 그 사이의 갭 내에 표면 채널을 형성할 수 있다. 액체는 물리적인 밀봉없이 계면 장력을 통해 이러한 표면 채널 내에 한정되며 이 채널 내로 안내된다. 이것은 유동 경로 내의 버블의 트래핑을 효과적으로 방지한다. 버블의 포획은 액체의 유동율에 악영향을 미칠 수도 있다. 유동 경로는 직선 또는 곡선일 수도 있다.

제 1 포트는 제 1 포트 압력을 인가하는 제 1 모세관 망(capillary network)을 포함할 수도 있다. 이 제 1 모세관 망은 복수의 평행한 모세관 부재, 메시(mesh), 다공성 재료 및 섬유질 재료 중 적어도 하나를 포함할 수도 있다. 이 제 2 포트는 제 2 포트 압력을 인가하는 제 2 모세관 망을 포함할 수도 있다. 이 제 2 모세관 망은 복수의 평행한 모세관 부재, 메시(mesh), 다공성 재료 및 섬유질 재료 중 적어도 하나를 포함할 수도 있다. 이 장치는 유동 경로에 각각 결합된 복수의 제 1 포트를 포함할 수도 있다. 이와 유사하게, 장치는 유동 경로에 각각 결합된 복수의 제 2 포트를 포함할 수도 있다. 유동 경로는 만곡형 단면(curved cross section)을 가질 수도 있다. 또는, 유동 경로는 직사각형 단면을 가질 수도 있다. 본 발명을 구현하는 장치는 단일 구성일 수도 있고 탄성체, 실리콘, SU-8, 포토레지스트, 열가소성 물질, 세라믹 및 금속 중 어느 하나로 형성될 수도 있다. 또는, 본 발명을 구현하는 장치는 층형 구조일 수도 있고, 여기서 각 층은 탄성체, 실리콘, SU-8, 포토레지스트, 열가소성 물질, 세라믹 및 금속 중 어느 하나로 형성될 수도 있다. 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 유동 경로는 길이가 약 100 마이크로미터이고, 폭이 약 100 마이크로미터이며, 제 1 및 제 2 포트의 부피가 각각 500 나노리터이며, 사용 중에 돌출부는 장치와 표면 사이의 간격을 약 1 내지 10 마이크로미터로 규정한다. 제 1 및 제 2 포트 압력은 표면으로부터의 유동 경로의 후퇴에 응답하여 액체가 제 1 포트 및 제 2 포트 쪽으로 공급되도록 된다. 본 발명은 또한 전술한 바와 같은 각 도포기 장치의 어레이로 확장된다.

본 발명을 다른 측면에서 보면, 표면 상에 액체를 유동시키는(flowing) 방법에 있어서, 도포기 장치의 제 1 포트로부터 도포기 장치의 유동 경로의 한 단부로 액체를 공급하는 단계와, 제 1 포트를 통해 액체에 제 1 포트 압력을 인가하는 단계와, 유동 경로의 다른 단부로부터 장치의 제 2 포트 내에 액체를 유입하는 단계와, 제 2 포트를 통해 액체에 제 1 포트 압력과 다른 제 2 포트 압력을 인가하는 단계와, 유동 경로가 표면 근방에 위치하여 장치 내의 액체가 표면과 접촉하는 것에 응답하여, 제 1 및 제 2 포트 압력 사이의 차에 의해, 제 1 포트로부터 유동 경로를 통해 제 2 포트의 액체의 유동을 촉진하는 단계와, 제 1 및 제 2 포트 압력에 의해, 표면으로부터 유동 경로의 후퇴(withdrawal)에 응답하여 액체를 적어도 제 2 포트 쪽으로 공급하는 단계를 포함하는 방법이 제공된다.

이 방법은 표면으로부터의 유동 경로의 후퇴 후에, 표면 상의 다른 위치에 장치를 재배치하는 단계를 포함할 수도 있다. 마찬가지로, 이 방법은 표면으로부터의 유동 경로의 후퇴 후에, 다른 표면 상에 장치를 재배치하는 단계를 포함할 수도 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 이 방법은 표면을 장치와 접촉시킨 후에, 표면으로부터 장치를 이격시켜, 표면과 제 1 포트로부터 제 2 포트로의 액체의 통과를 위한 유동 경로 사이에 표면 채널을 규정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 습기 있는 환경에 장치를 배치하여 제 1 포트로부터 제 2 포트로의 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함할 수도 있다. 이 방법은 또한 장치 및 표면 중 하나 또는 둘 모두를 냉각시켜 응축(condensation)을 통해 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함할 수도 있다. 또는, 이 방법은 장치와 표면 사이에 전기장을 인가하여 제 1 포트로부터 제 2 포트로의 액체의 유동을 초기화

하는 단계를 포함할 수도 있다. 마찬가지로, 본 발명은 액체에 압력 펄스를 인가하여 제 1 포트로부터 제 2 포트로의 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함할 수도 있다. 또는 이 방법은 열 펄스(heat pulse)를 액체에 인가하여 액체의 증발을 통해 제 1 포트로부터 제 2 포트로의 액체의 유동을 초기화하는 단계를 포함할 수도 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 이 방법은 제 1 포트와 제 2 포트 사이의 압력 차를 반전시킴으로써 액체의 유동의 방향을 반전시키는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 표면으로부터의 유동 경로의 후퇴에 응답하여, 제 1 및 제 2 포트 압력을 통해, 액체를 제 1 및 제 2 포트 쪽으로 공급할 수도 있다.

본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 표면 상에서 액체를 유동시키는 장치가 제공된다. 이 장치는 유동 경로와, 유동 경로에 액체를 공급하기 위한 제 1 포트와, 제 1 포트와 유동 경로의 한 단부 사이를 교통하는 제 1 개구와 유동 경로로부터 액체를 유입하는 제 2 포트와, 유동 경로의 다른 단부와 제 2 포트 사이를 교통하는 제 2 개구를 포함한다. 동작 중에, 표면과 장치의 결합은 제 1 포트로부터 제 2 포트로 유동 경로를 통해 액체의 유동을 개시한다. 표면으로부터 장치를 분리하면 액체는 유동하지 않는다. 따라서, 제 1 포트로부터 제 2 포트로의 액체의 유동은 표면과 장치의 결합 및 분리에 의해 개시되고 중단될 수 있다. 유동 경로는 장치가 표면과 결합할 때 동작 유체(operational fluidic) 채널 작용을 한다. 이 기술은 이하에서 표면 조력 액체 운반 기술(Surface Assisted Liquid Transfer technology)이라고 하며 SALT 기술이라고도 한다. 따라서, 이 기술에 기초한 장치 및 모듈은 이하에서 SALT 장치로 지칭될 수도 있다. 장치를 표면과 결합하는 것에 의해 생성된 동작 유체 채널을 이하에서는 표면 채널로 지칭된다.

본 발명을 구현하는 SALT 장치에서, 제 1 및 제 2 포트 내의 압력은 장치의 동작 동안에 변할 필요가 없다. 이것은 장치와 표면의 결합이, 액체가 제 1 및 제 2 포트 사이에서 자동으로 유동하는 상태를 생성한다. 이 상태는 제 1 및 제 2 포트 중 어느 하나의 압력을 추가로 제어할 것을 재차 요구하지 않고, 표면으로부터 장치를 분리시킴으로써 자유롭게 해제될 수 있다.

표면 채널은 처음에는 제 1 개구로부터 제 2 개구로 액체를 운반하는 모세관 작용을 제공한다. 그 다음에, 제 1 및 제 2 포트 사이의 압력 차이가 제 1 포트로부터 제 2 포트로 액체의 유동을 발생한다. 이 효과는 장치가 표면으로부터 분리될 때 억제된다. 따라서, 제 1 및 제 2 포트 사이의 액체의 유동이 줄어든다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 포트는 부의 압력, 즉 $P_1 < 0$ 을 액체에 인가한다. 이와 유사하게, 제 2 포트는 부의 압력을 액체에 인가한다. 여기서 $P_2 < 0$ 이고, $P_2 < P_1$ 이다. 이 압력은 표면 채널이 활성화된 경우에 액체가 제 1 포트로부터 제 2 포트로 흐르도록 된다. 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, P_1 및 P_2 는 모세관 활성 구조 또는 "모세관 펌프"에 의해 발생된다. 모세관 펌프는 전술한 바와 같이 모세관 망을 포함할 수도 있다. 제 1 및 제 2 포트의 부피는 같을 수도 있다.

SALT 장치들과 관련된 이점은 이들이 후속하는 반복적인 처리될 표면 영역으로부터의 제거 및 도포를 위해 처리 액체로 사전에 채워질 수 있다는 것이다. 표면 처리는 재충진 없이 따라서 지연 없이 동일 SALT 장치로부터 여러 회 반복될 수 있다. SALT 장치와 관련된 다른 이점은 이들이 일련의 상이한 액체를 운반하여 종래의 운반 기법보다 더 쉽게 각각의 유동을 제어할 수 있다는 것이다. SALT 장치와 관련된 또 다른 이점은 이들이 종래의 마이크로 기법을 통해 신속하게 대량 생산될 수 있다는 것이다. SALT 장치의 다른 이점은 이들이 대량 운반이 제한된 화학 반응의 속도를 증가시키기 위해 처리 영역 내에 얇은 콘딧을 포함할 수 있다는 것이다. SALT 장치의 부가적인 이점은 유동이 필요한 반응체를 보충하도록 능동적으로 조절될 수 있기 때문에, 이들이 미량의 처리 반응체를 고갈됨이 없이 이용할 수 있다는 것이다. 전형적인 응용에서, SALT 장치는 표면 상의 임의의 위치에 배치될 수 있으며, 처리 파라미터는 채널의 크기 및 접촉 시간에 따라 조절될 수 있다. SALT 장치의 어레이는 제조하기가 비교적 쉽다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 유동 제어는 각 SALT 장치에 통합된다. 이러한 어레이는 복수의 독립적인 유동 영역을 포함하여 상이한 액체로 복수의 표면 영역을 동시에 처리하는 것을 용이하게 한다.

SALT 장치는 많은 응용분야에 이용될 수도 있다. 예를 들면, SALT 장치는 표면의 선택된 영역 내의 유생 분자를 침착하여 바이오 어레이(bio-array)를 형성하는데 이용될 수도 있고, 따라서 바이오 칩의 대량 제작을 용이하게 한다. SALT 장치는 표면의 선택된 영역을 표면 상의 패턴 결합 정정, 표면의 특정 영역 에칭, 표면 상에 금속 증착, 표면 상의 전기 화학 반응 국부화, 금속의 무전해 증착을 위한 촉매 입자, 증착 유리 또는 라텍스 비즈(latex beads) 또는 다른 입자의 표면 상의 증착, 표면의 특정 영역 패시베이션, 표면 상의 단백질, DNA, 셀 또는 기타 생물학적 개체 패터닝, 어레이 제작, 셀 착색(staining cell), 셀, 단백질 또는 기타 입자들을 표면으로부터 수집(collecting cell), 표면 상의 어레이로부터 특별히 제한된 유생 분자 또는 검출대상 물질(analyte) 검색, 젤(gel)로부터 DNA, 단백질 또는 기타 분자 추출 및 수집된 셀 또는 분자를 분석 시스템에 결합하는 프로세스와 같은 다른 프로세스로 처리하는데 동등하게 이용될 수 있다. 이러한 분석 시스템의 예로는 액체 색층 분석(chromatography) 또는 전기 영동 시스템이 있다. 본 발명을 구현하는 장치는 이러한 분석 시스템의 생성물을 하나 이상의 표면 영역에 유동시키는데 이용될 수도 있다. 다른 응용에서는, 표면 및/또는 장치가 유동의 광학적 감시 및/또는 분자의 광학적 검출을 할 수 있도록 투명할 수도 있다. 다른 응용에서는, 표면이 전극, 막(membranes),

도파관(wave guide) 및 관련 변환기와 같은 감지 시스템을 포함하여 표면 상을 흐르는 액체 내의 분자를 검출할 수도 있다. SALT 기술로부터 이득을 얻을 수 있는 다른 프로세스는 명확할 것이다. SALT 장치는 또한 표면 내에 형성된 영역을 테스트하기 위해 적은 양의 샘플을 운반하는데 이용될 수도 있다. 따라서, SALT 기술은 표면의 특정 영역의 처리를 통해 질병 및/또는 오염물질을 검출하는데 이용될 수도 있다.

본 발명의 다른 측면에 따르면, 액체를 표면에 공급하는 장치, 액체를 운반하기 위한 통로를 포함하는 장치, 이 통로로부터 액체에 대한 제한된 습윤가능성을 갖는 외부면을 갖는 콘딧을 통해 표면으로 액체를 유동시키는 통로 내의 개구가 제공된다.

이하에서는 첨부 도면을 참조하여 예를 통해 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

실시예

도 1을 참조하면, 본 발명을 구현하는 SALT 도포기의 일례는 PDMS, 실리콘, SU-i, 포토레지스트, 플라스틱 및 금속과 같은 재료로 형성된 본체(10)를 포함한다. 제 1 포트(20) 및 제 2 포트(30)가 본체(10)의 한 면에 형성된다. 본체(10)의 다른 면에는 협소한 확장부가 있다. 유동 경로(flow path)(40)는 확장부의 베이스(130)에 의해 규정된다. 유동 경로는 직선일 수도 있고 곡선일 수도 있다. 제 1 개구(50)는 제 1 포트(20)와 유동 경로(40)의 한 단부 사이를 교통한다. 이와 유사하게, 제 2 개구(60)는 제 2 포트(30)와 유동 경로(40)의 다른 단부 사이를 교통한다. 따라서 유동 경로(40)는 제 1 포트(20)와 제 2 포트(30) 사이에서 연장된다. 동작 중에, 제 1 포트(20)는 충전(fill) 포트로서 작동하고, 제 2 포트(30)는 유동 촉진 포트로서 작동한다. 액체(70)는 처음에 제 1 포트(20)로 유입된다.

제 1 포트(20)는 액체(70)를 압력 P1로 유지한다. P1은 바람직하게는 부(negative)이다. 즉, $P1 < 0$ 이다. 제 1 개구(50)는 액체에 대해 습윤가능하며, 모세관(capillary) 압력 또는 메니스커스(meniscus) 압력을 제공한다. 이 압력은 부의 제 1 개구 압력($OP1 < 0$)을 제 1 포트(20) 내의 액체(70)에 가한다. 따라서, OP1은 제 1 포트(20)로부터 제 1 개구(50) 내로 액체를 빨아들여서 유동 경로(40)로 보낸다. 제 1 개구(50)는 유동 경로(40)와의 교차점에서 넓어진다. 따라서, 제 1 개구(50)에 의해 제공된 모세관 압력은 이 지점에서 억제된다. 돌출부(90)는 본체(10)로부터 제 1 개구(50) 근방의 유동 경로(40)로 확장된다. 돌출부(90)는 액체(70)에 의해 습윤가능하다. 동작 중에, 이 돌출부는 모세관 힘에 의해 액체(70)를 그 끝까지 빨아들인다. 이 돌출부는 장치 또는 표면(80)에 대한 손상을 방지하도록 탄성을 가질 수도 있다. 본 발명의 다른 실시예에서는, 표면 채널(100)이 그 길이를 따라서 균일한 깊이를 갖도록 하기 위해 유동 경로(40)를 따라서 소정의 간격을 둔 복수의 돌출부(90)가 있을 수도 있다.

몇몇 경우에 P1은 변할 수도 있고 0 이상이 될 수도 있다. 이것은 예를 들어 제 1 포트(20)가 액체(70)로 과충진되는 경우에 발생할 수 있다. 이로 인해 액체(70)는 볼록 표면을 갖게 된다. 이러한 표면은 비교적 작은 크기에도 불구하고 정(positive)의 압력원이 된다. 이러한 경우에, 개구(50)는 유동 경로(40) 및 돌출부(90)와의 교차점까지 액체(70)로 충전된다. 액체(70) 표면 내에 비교적 높은 곡률을 형성하기 위해 개구(50)와 돌출부(90) 모두의 크기는 비교적 작은 것이 바람직하다. 액체와 주위 매체 사이의 장력으로 인해, 이러한 곡률은 정의 압력 헤드에도 불구하고 제 1 포트(20)와 개구(50) 내에 액체(70)를 한정하는 비교적 높은 압력을 생성한다.

이제 도 2를 참조하여 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로의 유동의 시작을 설명한다. 장치와 표면(80)이 맞물려서 유동 경로(40)에 대응하는 표면 채널(100)을 생성한다. 돌출부(90)는 표면(80)과 접하여 유동 경로(40)와 함께 표면 채널(100)의 크기를 규정한다. 표면 채널(100)은 액체(70)를 제 1 개구(50)로부터 제 2 개구(60)로 향하게 하는 모세관 압력(CP)을 제공한다. 즉, $CP < P1$ 이고 $CP < 0$ 이다. CP의 크기는 액체(70)의 표면 장력, 액체(70)와 유동 경로(40) 및 표면(80)과의 접촉 각, 및 유동 경로(40)와 표면(80) 사이에 형성된 갭의 크기에 의해 결정된다. 따라서 표면(80)과 장치 사이의 갭의 크기를 변화시키는 것에 의해 CP를 조정하는 것이 가능하다. 갭이 작을수록, CP의 크기는 커진다. 갭이 클수록 CP의 크기는 작아진다.

표면(80)은 완전히 평탄할 필요는 없고, 거칠거나, 주름지거나, 구멍이 있거나, 섬유질이거나 화학적으로 동질이 아닐 수 있다. 유동 경로(40)가 장치가 표면(80)에 대해 약간 경사지는 경우에도, 액체(70)로 채워질 수 있다. 이 장치는 아래로 향하는 표면쪽으로 위쪽으로 향하도록 작동할 수도 있다. 이것은 특히 장치의 동작 치수가 매우 작아서, 액체 내부면에서의 힘이 관성력을 초과하는 경우에 가능할 수 있다. 중력은 이러한 장치의 동작에 영향을 미치지 않는다. 따라서 감소된 중력 환경에서 이러한 장치를 사용하는 것도 가능하다.

표면(80) 상에 액체(70)를 한정하는 것은 기하학적 구조 및 장치의 습윤성을 통해 달성된다. 표면(80)과 대향하는 확장부의 베이스(130)는 액체에 의해 보다 습윤가능하게 된다. 그러나, 확장부의 측벽(110-120)은 액체(70)에 의해 덜 습윤가능

하게 된다. 액체(70)는 측벽(110-120)과 표면(80) 사이의 직각 때문에 그리고 측벽(110-120)의 덜 습윤가능한 성질 때문에 확산되지 않는다. 이것은 표면(80) 상의 액체(70)를 대략 유동 경로(40)의 영역에 대응하는 영역으로 한정한다. 베이스(130)의 표면(200, 210)은 바람직하게는 액체(70)가 흐르지 않는 표면 채널(100)의 영역을 작게 하기 위해 실제로 작게 형성된다.

고도로 습윤가능한 표면 상의 액체(70)를 한정하는 것은 본체(10)로부터의 확장부 상에 유동 경로(40)를 배치하는 것에 의해 향상된다. 액체 한정기의 다른 향상은 보다 더 습윤가능한 장치의 면과 덜 습윤가능한 면 사이의 습윤가능성의 대조를 최대화하는 것에 의해 달성된다. 한 응용예는 적절히 습윤가능한 표면만 포함하는 경우에, 확장부는 단독으로 액체 한정을 달성할 수도 있으며, 따라서 전술한 습윤가능성 대조가 감소되거나 생략될 수도 있다. 또는, 어떤 응용예에서는, 본체(10)로부터의 확장부가 생략될 수도 있으며, 습윤 가능성 대조에 의해서만 액체의 한정이 달성될 수도 있다.

도 3을 참조하면, 제 2 개구(60)는 모세관 압력 또는 메니스커스 압력을 제공한다. 이 압력은 유동 경로(40) 내의 액체(70)에 대해 부의 제 2 개구 압력($OP2 < 0$)을 가한다. $OP2 < P1$ 이다. 따라서, 액체(70)가 제 2 개구(60)에 도달하면, 제 2 개구(60)로 끌어당겨져서 제 2 포트(30) 쪽으로 진행한다. 그 다음에, 제 2 포트(30)는 액체(70)에 대해 부의 압력($P2 < 0$)을 가한다. $P2 < P1$ 이다. 따라서, $P2$ 는 제 1 포트(20)로부터의 제 2 포트(30)로의 액체(70)의 유동을 유지시킨다. 유량(flow rate)은 $(P1 - P2)/Fr$ 의 함수로서, 여기서 Fr 은 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로 흐르는 액체(70)의 유동 저항(flow resistance)이다.

도 4는 유동 경로(40)와 직교하는 방향의 장치의 단면도이다. 측벽(110-120)과 유사하게, 측벽(140-150)은 덜 습윤가능하여 액체(70)가 표면 채널(100)을 넘어 확산되는 것을 막는다. 모세관 압력은 표면 채널(100) 내에 액체(70)를 유지한다.

도 5를 참조하면, 만약 갭이 증가하면, CP의 크기는 감소하며, 따라서 CP는 임계치에 도달하게 된다. 임계치 아래에서는, $P1 < 0$ 인 경우 표면 채널(100) 내의 액체는 먼저 제 2 포트(30)로 배출되고, 그 다음에 바로 제 1 포트(20)로 들어간다. 이 배출에 의해 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로의 액체의 유동이 중단된다. 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로의 액체(70)의 유동은 장치를 표면(80)으로부터 분리시킴으로써 간단하게 줄일 수 있다. 따라서, 장치를 표면에 결합시키는 것에 의해 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로 액체(7)가 흐르도록 할 수 있으며, 장치를 표면(80)으로부터 분리시키는 것에 의해 액체의 유동을 중지시킬 수 있다.

본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 유동 경로(40)는 길이가 약 100 마이크로미터이고 폭이 약 100 마이크로미터이며, 돌출부(90)를 규정하는 표면 채널이 장치의 베이스로부터 1 내지 10 마이크로미터 연장된다. 제 1 포트(20) 및 제 2 포트(30)의 부피는 각각 500 나노리터이다. 표면 채널(100)의 깊이는 표면 채널(100)의 폭을 초과할 수 없다. 표면 채널(100)의 최대 깊이는 표면 채널(100)의 폭과 같다. 본 발명의 다른 실시예에서는, SALT 장치가 여러 치수를 가질 수도 있다.

액체(70)는 표면(80)의 특정 영역을 처리하는 처리제(treatment agent)를 포함할 수도 있다. 장치를 표면(80)에 결합시키면, 처리제가 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로의 유동 경로(40)와 대향하는 표면(80)의 영역 위로 흐른다. 따라서 유동 경로(40)와 대향하는 표면(80)의 영역이 처리제에 노출된다.

도 1 내지 도 5와 관련하여 앞에서 설명한 프로세스는 표면(100)의 여러 영역 또는 여러 표면을 처리하기 위해 수 회 반복될 수 있다. 액체(70)의 유동은 장치가 표면(80)에 결합될 때마다 다시 시작되고, 장치가 표면(80)으로부터 분리될 때마다 중단된다. 액체(70)의 공급은 필요한 경우 제 1 포트(20)를 통해 재공급될 수 있다.

전술한 처리제는 분자일 수도 있다. 따라서 본 발명을 구현하는 SALT 장치는 표면의 생체 패터닝에 사용된다. 그러나, 본 발명을 구현하는 SALT 장치는 그 응용이 표면의 규정된 영역으로 분자 등을 운반하는 것으로 제한되지 않는다. 원하는 표면 처리에 따라서 다른 유형의 액체가 이용될 수도 있다. SALT 장치는 표면의 규정된 영역에 여러 처리제를 순차적으로 운반하도록 이용될 수도 있다. 가능한 액체의 예로는 표면 상의 국부화된 화학 작용을 생성하기 위한 에칭제 등이 있다. SALT 장치는 필요한 액체를 재공급하여 반복적으로 재사용될 수도 있다. 표면의 처리와 관련되니 프로세스 파라미터는 압력 차, 액체의 점도, 개구(50, 60)의 치수, 표면 채널 치수 및 접촉 시간을 통해 제어될 수 있다.

도 6을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 유동 제어기(190)는 제 1 포트(20) 내에 제공된다. 동작 중에 제 1 유동 제어기(190)는 $P1$ 을 설정하는 것을 돕는다. 제 1 유동 제어기는 여러 형태를 취할 수도 있다. 그러나, 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서는, 제 1 유동 제어기(190)는 제 1 포트(20)로 연장되는 복수의 모세관 부재를 포함한다. 동작 중에, 모세관 부재는 액체(70)에 모세관 작용을 가하여 $P1$ 에 기여하는 모세관 망을 형성한다.

제 1 유동 제어기(190)와 형태가 유사한 제 2 유동 제어기가 제 2 포트(30)에 제공될 수 있다. 작동 중에, 제 2 유동 제어기는 P2를 설정하는 것을 돕는다. 제 2 유동 제어기는 많은 형태를 가질 수도 있다. 그러나, 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 제 2 유동 제어기는 또한 제 2 포트(30)로 연장되는 복수의 모세관 부재를 포함한다. 전술한 모세관 부재는 원형, 육각형, 정방형 또는 직사각형 단면을 가질 수도 있다. 다른 단면 형상도 마찬가지로 가능하다.

전술한 본 발명의 실시예에서, 제 1 및 제 2 유동 제어기는 각각 모세관 부재를 포함한다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에서, 제 1 및 제 2 모세관 유동 제어기는 메시(mesh), 다공성 또는 섬유질 재료로 형성된 망과 같은 여러 형태의 모세관 망을 포함할 수도 있다. 또는 제 1 포트(20) 및 제 2 포트(30) 내에서 P1 및 P2를 각각 발생하기 위해 진공 펌프가 이용될 수도 있다. 펌프는 또한 단일 SAL 또는 SALT 장치의 어레이 내에서 집합적으로 또는 개별적으로 또는 그룹으로 액체(70)의 유동을 인터랙티브하게 조정할 수 있다. 그러나, 이러한 펌프는 장치를 복잡하게 한다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 액체(70)의 유동 방향은 제 1 포트(20)와 제 2 포트(30) 사이의 압력 차를 선택적으로 반전시킴으로써 선택적으로 반전될 수 있다. 구체적으로는, P1은 선택적으로 P2보다 더 크게 할 수 있다. 이것은 예를 들어 부가적인 모세관 부재를 추가하여 제 1 포트(20) 내의 모세관 부재의 밀도를 선택적으로 증가시키거나 제 1 포트(20)를 가압함으로써 달성될 수 있다. 또는 P1과 P2가 펌프를 통해 발생하는 경우, 펌프 압력은 선택적으로 반전될 수 있다. 제 1 포트(20)와 제 2 포트(30) 사이의 압력 차를 반전시키는 다른 기법은 당업자에게 명확할 것이다.

전술한 본 발명의 바람직한 실시예에서, 단일의 제 1 포트(20) 및 단일의 제 2 포트(30)가 있다. 그러나, 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에서는 공통 유동 경로(40)를 통해 단일의 제 2 포트에 결합된 복수의 제 1 포트(160-170)가 있을 수도 있다. 유동 경로 내에서의 반응을 위해 제 1 포트(160-170) 각각에 대해 여러 작용제가 유입될 수도 있다. 따라서 유동 경로(40)는 표면(80) 근방에 의해 반응 챔버로서 작동할 수도 있다. 이와 유사하게, 공통 유동 경로(40)를 통해 복수의 제 2 포트에 결합된 단일의 제 1 포트(20)가 있을 수도 있다. 또한, 공통 유동 경로(40)를 통해 복수의 제 2 포트에 결합된 복수의 제 1 포트가 있을 수도 있다.

도 8을 참조하면, 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 유동 경로(40)는 원치않는 액체의 보존 및 제 1 포트(20)와 제 2 포트(30) 사이의 잔여 유동을 방지하기 위한 만곡형 단면(curved cross section)을 갖는다.

도 9를 참조하면, 본 발명의 다른 바람직한 실시예에서, 유동 경로(40)는 직사각형 단면을 갖는다. 이것은 표면(80)으로부터 분리될 때 유동 경로(40)의 코너부를 따라서 잔여 유동이 이루어지도록 할 수 있다. 이러한 잔여 유동은 개구(50)로부터 액체(70)의 증발에 의해 반응제(reagent)의 집중을 방지할 수도 있다. 표면(80)으로부터 멀리 있을 때 유동 경로(40)의 모세관 압력은, 원치 않는 액체의 보존을 방지하고 잔여 유동을 원하는 부피로 제한하기 위해 습윤가능성 및 기하학적 구조를 P1 및 P2로 함께 조절함으로써 최적화될 수 있다.

이제, 도 10을 참조하면, 도 1을 참조하여 전술한 본 발명의 바람직한 실시예의 변형예에서, 유동 경로(40)는 주변 플랜지(180)에 의해 경계지워진다. 동작 중에, 플랜지(180) 표면을 밀봉하여 유동 경로(40)로부터 액체가 확산되는 것을 방지한다. 플랜지(180)는 또한 장치가 표면(80)과 결합할 때 형성된 표면 채널(100)의 두께를 규정하는 역할을 한다. 플랜지(180)의 내부는 제 1 개구(50) 내의 액체(70)와 표면(80) 사이의 접촉을 용이하게 하여 제 1 포트(20)와 제 2 포트(30) 사이에서 액체의 유동을 개시하도록 습윤가능할 수도 있다. 이러한 환경에서, 플랜지(180)는 도 1의 실시예에서 돌출부(90)에 의해 형성된 기능을 수행한다. 따라서 돌출부(90)는 도 9의 실시예에서 유지될 수도 있고 생략될 수도 있다. 또는, 플랜지(180)는 일단 유동이 설정되면, 표면(80)으로부터 작은 거리를 두고 유지될 수도 있다.

전술한 본 발명의 바람직한 실시예에서, 돌출부(90) 및 플랜지(180)와 같은 표면 채널(100)을 규정하는 특징부가 장치에 통합된다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에서는, 표면 채널(100)을 규정하는 특징부가 표면(80)의 형성에 의해 제공될 수도 있다.

도 11 및 12를 함께 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에서, 전술한 장치는 덜 습윤가능한 영역(85-88)에 의해 둘러싸인 보다 더 습윤가능한 영역(81)에 의해 패터닝된 표면(80)에 의해 정렬된다. 유동 경로(40) 및 보다 더 습윤가능한 영역(81)은 그 크기가 매칭되며 서로에 대해 정렬되어 표면 채널(100)을 규정한다. 덜 습윤가능한 영역(85-88)은 표면 채널(100) 내에 액체(70)를 한정하는 것을 도우며, 유동 경로(40)와 직교하는 영역이다. 유동 영역(40)과 매칭되어 정렬될 수 있는 보다 더 습윤가능한 영역(81)에 의해 표면 채널(100)을 규정하면, 장치의 설계에 있어서 유연성을 증가시킬 수 있고 습윤가능성 대비의 레벨의 한정을 완화시킬 수 있다.

전술한 본 발명의 바람직한 실시예에서, 유동 초기화는 돌출부(90) 또는 플랜지(180)에 의해 완료된다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에서는, 유동 경로(40)를 따른 액체(70)의 유동이 다른 기법에 의해 초기화될 수도 있다. 예를 들면, 본 발명의 다른 실시예에서, 장치는 제 1 개구(40) 근방에 돌출부(90) 또는 플랜지(180)를 갖지 않는다. 액체(70)의 유동을 초기화하기 위해, 이 장치의 베이스가 먼저 표면(80)과 접촉하며, 따라서 제 1 개구 내의 액체(70)가 표면(80)과 접촉하여 표면(80)을 습윤시킨다. 그 다음에 이 장치는 표면 채널(100)의 원하는 깊이와 동일한 거리까지 표면으로부터 후퇴한다. 그 다음에 표면 채널(100) 내의 모세관 압력은, 액체가 제 2 포트(30)에 도달할 때까지 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로 액체를 운반하고, 이 때 제 1 포트(20)와 제 2 포트(30) 사이의 압력 차는 유동을 유지한다.

도 13을 참조하면, 이 기법은 표면(80)의 용기된 영역 위에서 액체를 흐르게 하는데 특히 유용하다.

도 14 및 15를 함께 참조하면, 본 발명의 이 실시예에서, 용기된 영역의 측벽(220-230, 260-280) 및 표면(80)의 주변 영역(240-250)은 이제 액체(70)에 의해 습윤가능하지 않다. 따라서, 표면 채널(80)의 용기된 영역은 장치의 유동 경로(40)와 함께 표면 채널(100)을 규정한다. 돌출부가 표면(80)의 용기된 영역 상에 제공되어 유동의 개시를 도울 수도 있다.

본 발명의 이 실시예를 도 1을 참조하여 설명한 실시예와 비교하면, 표면의 용기된 영역을 통해 표면 채널을 규정하면 장치의 설계에 유연성을 증가시킨다는 것을 알 수 있을 것이다.

도 16을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에서, 이 장치의 제 1 포트(20) 및/또는 제 2 포트(30)는 개구(50, 60)를 통해 아래로부터 액체(70)에 의해 로딩되거나 언로딩될 수도 있다. 제 1 포트(20) 및 제 2 포트(30)를 닫기 위해 덮개(lid)가 제공될 수도 있다. 덮개는, 액체가 개구(50, 60)를 통해서만 장치로 유입될 수 있도록 영구적으로 밀봉될 수도 있다. 마찬가지로 개구(50, 60)는 사용하지 않는 동안에는 증발을 막기 위해 덮개를 구비할 수도 있다. 충전, 재충전 및 도포기 장치의 배출을 위해 액체(70) 저장 장소(520)를 포함하는 저장 장치(510)가 제공될 수도 있다. 저장 장치는 덮개의 제거를 요구하지 않으면서, 도포기 장치의 제 1 포트(20) 및 제 2 포트의 독립적인 로딩 및 언로딩을 용이하게 한다. 작동 중에, 저장 장치(510)는 도포기 장치에 대한 저장 장치(510)의 위치에 따라서 저장 장소(520)와 제 1 포트(20) 또는 제 2 포트(30) 사이에 유동 경로(101)를 형성한다.

본 발명의 실시예는 덜 습윤가능한 표면과 보다 더 습윤가능한 표면을 갖는 SALT 도포기 장치와 관련하여 설명하였다. 액체(70)의 유동의 개시 및 한정은 제 1 및 제 2 포트(20, 30), 개구(50, 60) 내 및 유동 경로(40)를 따라서와 같이 여러 위치에서 액체(70)에 가해진 압력의 동기화를 통해 달성되고 제어된다. 계면의 장력에 의한 액체(70)의 한정은 표면 습윤가능성 및 기하학적 파라미터의 조합의 함수이다. 포함된 한정 압력은 장치의 면들 사이의 작은 습윤가능성 차 또는 어떤 경우에는 0의 습윤가능성 차에 의해서만 달성될 수 있다. 이것은 장치의 기하학적 구조 및/또는 표면이 액체(70)를 한정하는데 이용될 수 있기 때문에 가능하다. 바람직한 한정 조건은 기하학적 구조의 상부의 습윤가능성 패턴을 중첩시킴으로써 얻어질 수 있다. 한정 조건은 면(face), 액체의 표면 장력, 압력 및 유량(flow rate)과 함께 액체(70)의 접촉 각을 고려함으로써 분석적으로 계산될 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에서는, 유동의 초기화가 습기 있는 환경에서 장치를 표면에 가깝게 위치시킴으로써 달성된다. 이 구성에서, 장치 및/또는 표면은 응축을 촉진하기 위해 냉각될 수도 있으며, 따라서 유동을 활발하게 할 수 있다. 또는, 제 1 개구(50) 내의 액체를 자극하여 표면(80)과 접촉하도록 하기 위해, 장치와 표면 사이에 전기장이 인가될 수도 있다. 이와 유사하게, 압력 펄스가 제 1 개구(50) 내의 액체(70)에 인가되어 표면과의 접촉을 자극할 수도 있다. 또는, 열 펄스(heat pulse)가 액체(70)에 인가되어 액체(70)의 증발을 통해 제 1 포트(20)로부터 제 2 포트(30)로의 액체의 유동을 초기화할 수도 있다.

앞에서 본 발명의 바람직한 실시예는 단일 SALT 장치를 참조하여 설명하였다. 그러나, 많은 이러한 장치가 통합되어 SALT 어레이를 형성할 수도 있다. 예를 들어 도 17 및 18을 참조하면, 12 개의 이러한 SALT 장치가 단일의 3×4 SALT 장치 어레이로 통합될 수도 있다. 상이한 수의 SALT 장치를 포함하는 SALT 어레이의 많은 상이한 구성이 가능할 것이다.

이제 도 19를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에서는, 여러 개의 SALT 장치(370-390)의 포트가 상호 접속되어 SALT 장치의 캐스케이드를 형성한다. 포트(420) 내에 적은 부의 압력을 발생시키고 포트(432) 내에 최대 부의 전압을 발생함으로써, 액체는 포트(420)로부터 제 1 표면 채널을 통해 포트(421)로 흐르고, 포트(421)로부터 상호접속부를 통해 포트(430)로 흐른다. 액체는 포트(430)로부터 제 2 표면 채널을 통해 포트(431)로 흐르고, 포트(431)로부터 제 3 표면 채널을 통해 포트(432)로 흐른다. 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 각각의 포트(420-432)는 액체가 반응하는 반응 챔버

를 형성한다. 이러한 반응의 산물은 반응 완료 시에 각 포트(421, 431) 또는 최종 포트(432)에서 분석될 수도 있다. 또는, 이러한 반응의 산물은 표면(370-390)에서 분석될 수도 있다. 대안으로, 이러한 반응의 산물은 표면(370-390)을 처리하거나 이들 표면과 반응하는데 사용될 수도 있다.

앞에서 본 발명의 바람직한 실시예는 탄성 재료 또는 강성 재료로 형성된 본체(10)를 갖는 SALT 장치를 참조하여 설명하였다. 이러한 재료는 포토리소그래피, 에칭, 주입 몰딩 등과 같은 공지된 마이크로 제조 기법에 의해 형상을 이룰 수 있다. 이러한 재료에 기초한 본 발명의 실시예는 단일 구성으로 될 수도 있지만, 본 발명은 복수의 부분의 조립에 의해 구현될 수도 있다. 예를 들면, 본 발명의 실시예는 층형 조립체로 될 수도 있다. 각 층은 탄성체, 실리콘, SU-8, 포토레지스트, 열가소성 물질, 세라믹 및 금속과 같은 여러 재료로 형성될 수도 있다.

표면에 대한 본 발명을 구현하는 장치의 배치는 조정 장치(manipulator)를 통해 달성될 수도 있다. 이러한 조정 장치는 장치, 표면 또는 이들 둘에 대해 작용할 수도 있는데, 동일 평면 또는 밑/또는 평면 밖에서의 병진 운동 및/또는 회전 운동을 제어한다. 이러한 조정 장치는 본 발명을 구현하는 하나 이상의 도포기가 표면과 동시에 결합될 수 있도록 하는 횡수를 증가시킬 수도 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 액체를 운반하는 본 발명을 구현하는 SALT 도포기(applicator)의 측단면도.

도 2는 액체의 유동이 시작된 표면과 접촉하는 장치의 측단면도.

도 3은 액체가 흐르는 동안의 장치의 측단면도.

도 4는 액체가 흐르는 동안의 장치의 종단면도.

도 5는 표면으로부터 제거 시의 장치의 측단면도.

도 6은 본 발명을 구현하는 SALT 장치를 위한 제 1 포트의 일례의 종단면도.

도 7은 본 발명을 구현하는 SALT 장치의 다른 예의 평면도.

도 8은 본 발명을 구현하는 SALT 장치에 대한 유동 경로의 종단면도.

도 9는 본 발명을 구현하는 다른 SALT 장치에 대한 유동 경로의 종단면도.

도 10은 본 발명을 구현하는 다른 SALT 장치의 측단면도.

도 11은 패터닝된 표면과 함께 사용된 본 발명을 구현하는 SALT 장치의 측단면도.

도 12는 패터닝된 표면과 함께 사용된 장치의 종단면도.

도 13은 본 발명을 구현하는 또 다른 SALT의 측단면도.

도 14는 동작 중인 도 13에 도시된 장치의 측단면도.

도 15는 동작 중인 도 13에 도시된 장치의 측단면도.

도 16은 본 발명을 구현하는 다른 SALT 장치의 측단면도.

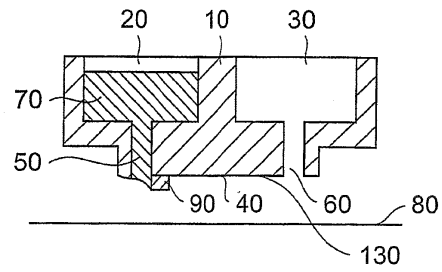
도 17은 본 발명을 구현하는 SALT 어레이의 측단면도.

도 18은 SALT 어레이의 종단면도.

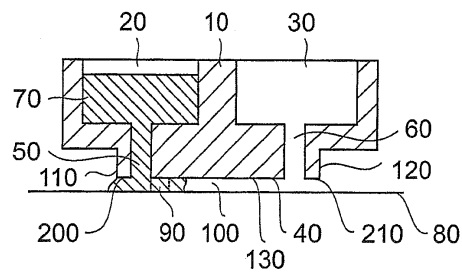
도 19는 본 발명을 구현하는 상호접속된 SALT 어레이의 측단면도.

도면

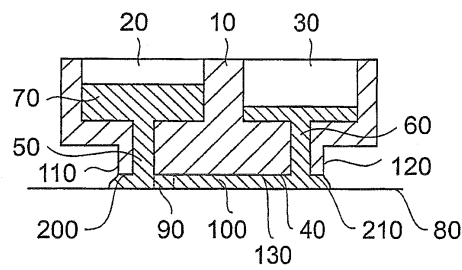
도면1



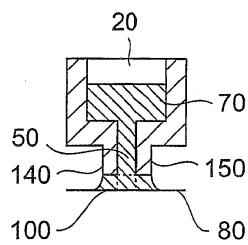
도면2



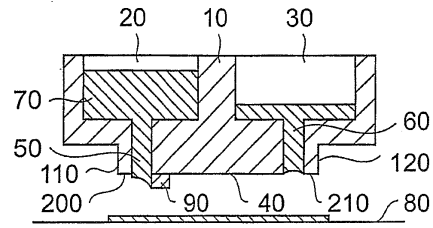
도면3



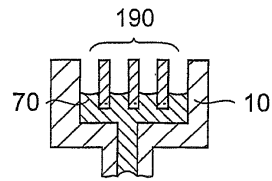
도면4



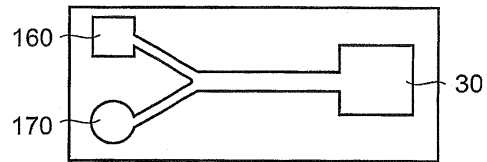
도면5



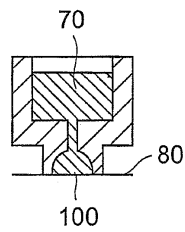
도면6



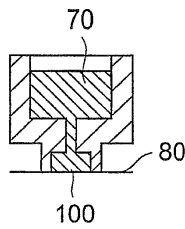
도면7



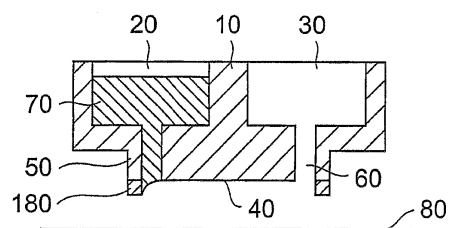
도면8



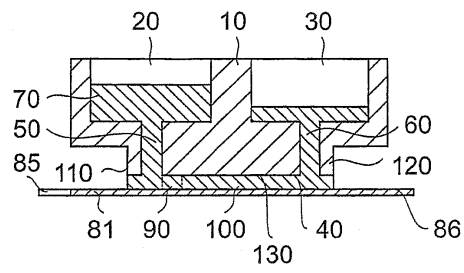
도면9



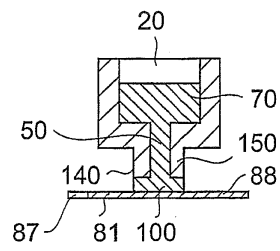
도면10



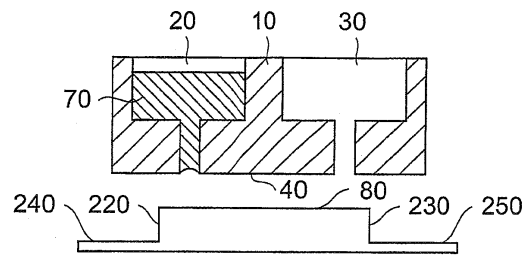
도면11



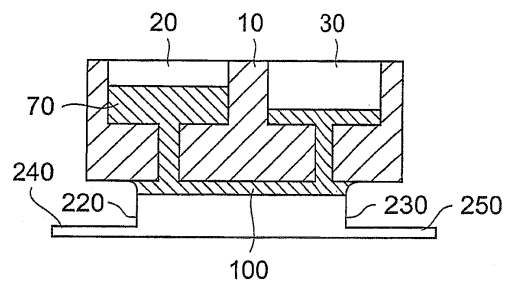
도면12



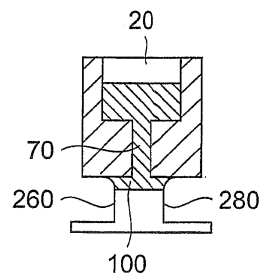
도면13



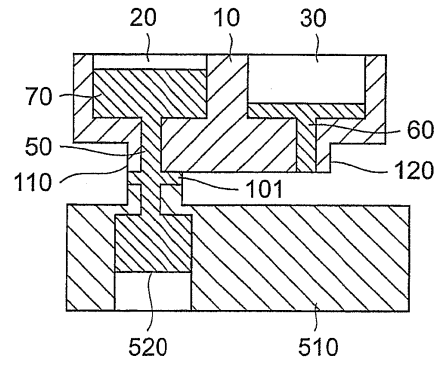
도면14



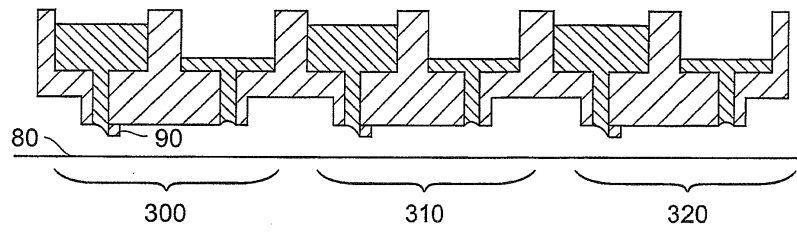
도면15



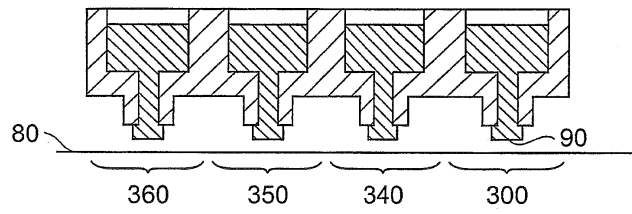
도면16



도면17



도면18



도면19

