



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0054645
(43) 공개일자 2016년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81B 7/00 (2006.01) B01L 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0153413
(22) 출원일자 2014년11월06일
심사청구일자 2014년11월06일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
신관우
서울 강남구 선릉로 221, 401동 1403호 (도곡동, 도곡텍슬아파트)
권오선
경기도 성남시 분당구 내정로 165번길 35, 한양APT 510동 1008호
고효진
서울특별시 중구 신당동 동호로 173 약수APT 412호
(74) 대리인
양부현

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 다중 박막 인쇄 기술을 이용한 미세유체 칩의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 다중 박막 인쇄 기술을 이용한 미세유체 칩의 제조 방법에 관한 것으로 (a) 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄하는 단계; 및 (b) 상기 전극 패턴 상에 절연성 잉크, 방수성 잉크, 소수성 잉크 및 윤활성 잉크로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 기능성 잉크를 잉크젯 프린팅으로 인쇄하여 미세유체 칩을 제조하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 종래의 복잡한 광리소그래픽, 스퍼터링, 화학증기기작법 및 스핀코팅 등의 실험실 규모의 박막 코팅 장비를 사용하지 않고, 잉크젯 프린터를 이용한 올인원 인쇄방식의 미세유체 칩을 제공한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2013R1A1A2010265
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	기본연구지원사업
연구과제명	단백질 결정화 및 구조분석용 전기습윤구동식 디지털 미세액체 종이칩 개발
기 여 율	25/100
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2013.06.01 ~ 2016.05.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	NRF-2011-0017539
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	도약연구지원사업
연구과제명	인공세포 구조 및 기능 모사 연구
기 여 율	25/100
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2014.05.01 ~ 2015.04.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	NRF-2013M2A2A6043677
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	방사선융합기술개발
연구과제명	방사선 기반 바이오시료 검출용 모듈형 디지털 종이 유체칩 기술 개발
기 여 율	40/100
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2014.07.01 ~ 2015.06.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	10049163
부처명	산업자원부
연구관리전문기관	산업기술평가원
연구사업명	로봇산업융합핵심기술개발사업
연구과제명	로봇 전자 피부용 고감도 (최소압력 50Pa, 고속 20ms) 및 다중모드(압력, 온도, 미끌림)
촉각센서 기술개발	
기 여 율	10/100
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2014.07.01 ~ 2015.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

다음 단계를 포함하는 다중 박막 인쇄 기술을 이용한 미세유체 칩의 제조 방법:

- (a) 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄하는 단계; 및
- (b) 상기 전극 패턴 상에 절연성 잉크, 방수성 잉크, 소수성 잉크 및 윤활성 잉크로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 기능성 잉크를 잉크젯 프린팅으로 인쇄하여 미세유체 칩을 제조하는 단계.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 전도성 잉크는 금속 잉크, 세라믹 잉크 또는 분자 잉크인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 세라믹 잉크는 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube; CNT) 잉크인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 기판은 종이, 필름, 유리 또는 PCB(Printed Circuit Board)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (b)의 절연성 잉크는 폴리머 조성물 잉크, 세라믹 잉크 또는 자기(porcelain) 잉크인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 세라믹 잉크는 산화알루미늄(aluminum oxide) 잉크인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (b)의 방수성 잉크는 폴리머 조성물 잉크인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 폴리머 조성물 잉크는 아크릴아마이드(acrylamide) 잉크인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (b)의 윤활성 잉크는 실리콘 오일인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (b)의 소수성 잉크는 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene), 플루오로폴리머(fluoropolymers) 또는 퍼플루오로폴리머(perfluoropolymers)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (a)의 전도성 잉크 및 단계 (b)의 기능성 잉크는 0.1-5 μm 의 입자로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (a)의 전도성 잉크 및 단계 (b)의 기능성 잉크는 0.1-5 cP의 점도를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (a)의 전도성 잉크 및 단계 (b)의 기능성 잉크는 0.1-40 dyne/cm의 표면장력을 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (a)의 전도성 잉크 및 단계 (b)의 기능성 잉크는 물, 휘발성 첨가제, 계면활성제, 접착증진제, 환원제 및 커플링제로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 제제를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (a) 및 (b)의 인쇄는 1-10회 실시하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (b) 이후에 상기 미세유체 칩을 절단하는 단계 및 상기 절단된 미세유체 칩을 조립하여 모듈형 미세유체 칩을 제작하는 단계 (c)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항의 방법에 의해 제조된 미세유체 칩.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 다중 박막 인쇄 기술을 이용한 미세유체 칩의 제조 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 수많은 전자회로망을 고밀도로 축소하여 집약하여 축소한 칩을 전자회로칩(integrated circuit on a chip 또는 IC chip)이라 불리듯이, 실험실에서 전문 인력이 정밀 기기와 장비를 사용하면서 장시간의 반복된 작업이 필요한 반응을 다루는 화학실험실 단위의 작업을 손바닥 크기의 단일 기관 위에 마이크로 리터 양의 액체시료를 정량적으로 분리, 수송, 합성, 추출 등의 대부분의 화학반응을 정확하고 신속하게, 그리고 프로그램에 따라 자동 처리하고, 더불어 반응 결과물의 특성을 감지 및 검사까지 할 수 있도록 하나의 칩에 축소한 화학반응기(chemical reactor)를 포함한 소자를 “칩 위의 실험실(Lab-on-a-chip)”, micrototal analysis system(m-TAS), “마이크로유체 칩(microfluidic chip)” 또는 “미세유체 칩”이라 한다(이하 유체칩 또는 간단히 칩이라 통칭함, 도 1 참고). 유체칩은 무기 화학반응을 기반으로 한 다양한 화합물을 얻는 것뿐만 아니라 세포반응 등을 통한 생체 세포반응체분석이나 면역효소항원-항체반응을 기초로 한 DNA에 분석과 질병 진단 및 치료 등 다목적으로 유용하게 활용될 것으로 전망되는, 마치 컴퓨터의 CPU와 같은 유체화학의 축소 집약된 반응기(chemical, biological, and clinical reactors)이다.
- [0003] 최근 20년 전부터, 수많은 종류들의 마이크로 유체칩이 개발되어왔고, 일반적으로 사용하는 구동하는 힘의 종류에 따라, 공압식, 초음파식, 계면장력식, 전압구동식, 자기력구동식, 전기유동식 유체칩 등으로 분류되며, 또는 기관에 따라 유리칩, PDMS를 포함한 플라스틱칩, 실리콘칩, PCB칩, 종이칩 등으로 구분한다. 최근엔, 연속유체를 운반하는 복잡한 파이프와 구동하는 공압식 펌프 등이 생략된 구조의 단순함과 제어의 편리함 때문에 전압구동식이 연구개발과 상용화 제품에 중심이 되고 있다.
- [0004] 전압구동식의 원리는 고압선에 빗방울이 방울이 맺히지 않고 퍼지는 것과 같이 절연체의 피복으로 둘러싸인 전극에 전압이 통하면 절연체로 분리된 전도성 액체에 자유전하가 유도되어 반발하면서 생긴 정전기력이 기체-액체-고체간의 표면장력의 평형이 이루는 순간까지 반구형 물방울 바닥의 면적을 최대로 만드는 변형을 일으키는 것으로 이를 전기습윤(electrowetting, 1870년 가브리엘 리프만(Gabriel Lippmann, 1845-1921))이라 한다. 도 2(a)와 같이 인가전압에 따라 액체방울이 고체표면에 접촉면을 넓히며 변형하게 되어, 방울이 표면과 이루는 접촉각이 전압의 함수($q = q(V)$)로 나타나게 된다. 도 2(b)는 인가전압에 따른 변형된 마이크로 리터 크기의 방울의 실제 사진 상이다.
- [0005] 열역학적 에너지관점에서 보면 공기-물방울-절연체바닥면으로 이루어진 계가 전기에너지를 얻은 에너지가 에너지 최소원리에 따라 최소가 되는 다른 평형점에 도달될 때까지 계가 반응하는 것으로 해석할 수 있다. 또는, 전자기학의 맥스웰 4대 방정식과 로렌츠 힘을 연립하여 폰 맥스웰 텐서(Maxwell tensor)라는 양을 도입하여 유도된 전기적 표면장력을 더 일반적인 이론으로 해석할 수 있다.
- [0006] 상기와 같은 절연체로 코팅된 표면 위에서 마이크로 크기의 정지된 물방울의 정적인 형태를 변형하는 전기습윤의 원리를 이용하면, 절연체로 코팅된 서로 이웃한 두 전극 사이에 놓여있는 물방울을 전압이 높은 쪽으로 동적으로 이동시킬 수도 있다(도 3). 그러므로 전극을 레일처럼 패팅닝하여 배열하고 각 전극에 전압을 순차적으로 인가하면서 유체 방울의 동적인 움직임을 기관 위에서 자유롭게 제어할 수 있다. 1997년 M. Washizu가 테프론(Teflon, 코닝사)으로 소수성으로 코팅한 전극 레일을 따라 전기장의 힘으로 디지털화된 물방울의 운동을 제어하는 전압구동칩을 최초로 성공한 이후(도 3(a)와 유사), 2001년에 미국 Duke대 Fair와 UCLA 버클리대학 C.J. Kim 연구팀이 ITO 투명전극으로 코팅한 유리판으로 액적을 덮는 폐쇄형 유체칩이 개발되었다(도 3(b)). 도 3(a)와 같은 하나의 기관만 사용하는 개방형 유체칩과 달리, 폐쇄형에서 상부 투명전극판은 기준 전극으로 삼고, 하부의 기관의 전극레일은 활성전압을 공급해주는 전극으로 사용하여, 액적을 순차적으로 고전압 레일 쪽으로 이끌어가는 원리를 갖는 구조이다.
- [0007] 전기습윤법으로 구동하는 유체칩의 대표적인 기관은 유리나 웨이퍼 중심으로 발전해 오다가, 최근 국내의 서강대학교의 신관우 및 권오선 등의 본 발명자 그룹이 종이칩을 최초로 개발하였다. 이 종이칩의 기술적 배경과 특성은 관련 논문(Adv. Mater. 26 (2014) 2335)에 상세히 기술되어있다. 이 종이칩의 특징은 기존에 종이기관 유체칩이 종이의 주성분인 셀룰로오스의 친수성인 모세관현상의 힘(capillary force)으로 연속 유체시료를 빨아들이는 수동적인 기관의 흡수력만 사용하는 특성을 이용한데 반하여(하버드대학, J. Whitesides 연구팀, Lab on a chip, 25 (2005) 2330), 종이를 기관으로서만 사용하고 그 위에 디지털 방울을 전압으로 능동적인 방식이다. 이 능동형 종이칩은 수동형 칩의 물을 빨아들이는 속도(분당 1 cm) 보다 100배 이상 빠른(초당 1 cm) 수송 속도가 빠르므로 신속히 화학반응을 제어할 수가 있다.
- [0008] 또한 상기 논문의 동일한 저자들의 관련특허(특허명: CNT 잉크 전극패턴을 이용한 종이 미세유체칩 제작방법,

출원번호: 제2012-0046284호, 등록: 제 10-1360404호, PCT특허출원: KR2013-003815)에서 제조과정과 기술적 특징이 상세히 기술되어있다. 즉, 능동형 종이칩의 특허의 다른 특징은, 도 4(a)의 다단계의 광리소그래픽 공정과 달리 도 4(b)와 같이 잉크젯프린터로 간단히 전도성 CNT 잉크를 인쇄만으로 전극패턴을 손쉽게 PC기반으로 디자인하여 인쇄로 출력한다는 간편성과 경제성, 시간절약 등의 제조공정에 장점이 있다.

[0009] 전압구동인 능동형 유지칩의 제조공정에는 전극코팅이 첫 번째 핵심공정이다. 거의 모든 기판에 전극패턴을 얻는 방법으로는, 보통 반도체의 공정과 똑같이 광리소그래픽방법(도 4(a) 및 5)을 사용하는데, 마스크, 현상, 식각, 에칭 등의 복잡한 다단계의 패터닝 과정을 거치면서, 고가 거대 장비와 인쇄와 환경에 유해한 독성 화학 물질들로 처리해야만 하는 단점이 있다. 또는 전극을 얻기 위해 마스크 위에 간단히 물리적으로 ITO나 금속입자를 스푸터링(sputtering, 도 6), 스프레이, 스펀코팅법(도 7) 등으로 코팅하여 전극을 얻기도 하지만 고진공 조건과 거대 장비를 사용하며 생산 시간이 길다. 이에 비해, 상기 특허는 종이기판과 전도성 CNT 잉크를 사용하는 점이 고유한 특징이다. 그러므로, CNT 잉크를 사무용 잉크젯 프린터에 충전하여 간단히 인쇄하여 전극을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, PC를 사용하여 디자인과 인쇄출력으로 쉽고, 단순하고 원하는 현장 어디에서도 즉시 얻을 수 있다.

[0010] 상기 특허의 다른 특징으로는, 전극을 패턴별로 모듈화하여 인쇄 후 모듈별로 잘라 원하는 조합으로 전극레이스를 쉽고, 간단하고, 빠르게 조립할 수 있어서 시료에 따라 요구되는 특정한 화학반응 순서에 맞춰서 칩을 조립하여 사용할 수 있도록, 전극 패턴이 모듈화된 독특한 장점을 가지고 있다.

[0011] 그러나, 상기 특허의 전압구동식 능동형 종이칩이 시술한 두 가지 외에도 많은 장점을 가지고 있지만, 현재 개발이 된 종이칩은 전극코팅 다음의 기능성 다중막의 코팅은 다른 전통적인 기판에서와 같이 시간과 공간의 제약이 따르는 거대한 특수한 전문코팅 장비에 의존해야만 하는 단점이 있다. 그러므로, 상기의 특허는 전도성 잉크로 전극패턴을 종이기판과 코팅하여 경제적이면서도, 복잡한 제작공정을 단순화하였지만, 도 8과 같이 여러 가지 공정방식을 단순한 인쇄공정 하나로 일원화하거나 규모를 작게 축소화하는 방법을 개발하여 상기의 문제점들을 해결한 것이 가장 중요한 특징이다.

[0012] 잉크젯 프린터는 펄스전압신호로 잉크용액을 미세 방울단위로 분사하는 기술로 1878년 Lord Rayleigh의 제트분사법(jet)으로 액체를 방울단위로 분사하는 이론을 바탕으로 1951년 미국의 Elmqvist가 최초로 잉크젯 인쇄특허(US. patent 2666443)를 출원한 이래, 1970년대에 IBM에서 연속방식(continuous ink-jet, CIJ)과 캐논의 버블젯방식(bubble ink-jet, BIJ), 휴렛팩커드의 열분사방식(thermal ink-jet, TIJ) 및 엡손의 압전분사식(pezeoelectric ink-jet, PIJ)으로 디지털화된 최소 피코리터(pico liter) 크기의 방울단위로 원하는 위치에만 인쇄하는(Drop-on-demand, DOD)방식의 잉크젯 프린터가 보급되었다. 도 10은 엡손의 압전방식의 잉크젯 프린터의 전압(도 9(a))에 의해서 압전세라믹이 압축이완을 하면서 잉크노즐에 펄스형 압력을 가해 잉크가 제트분사되어 나오는 원리(도 9(b))를 간략히 보여준다.

[0013] 현재 국내시장에는 휴렛팩커드, 삼성, 캐논, 엡손 순으로 사무용 또는 개인용 잉크젯 프린터나 프린터와 스캐너 등이 조합된 복합기가 보급되어있다. 대부분의 프린터는 저가로 보급되지만 소모품인 잉크의 가격은 높아, 국내에서는 2008년부터 다수의 중소기업들이 리필용 카트리지와 잉크를 개발하여 국내시장에 재제조(remanufacture)산업을 주도하면서 연간 2,800억 원의 시장을 형성하고 있다. 주목할 점은, 대부분의 잉크젯 프린터에 대하여 각각의 리필용 카트리지와 잉크를 쉽게 구입하여 프린터에 장착할 수 있는 소비시장 환경이 잘 발달되어 있다는 점이다.

[0014] 본 명세서 전체에 걸쳐 다수의 논문 및 특허문헌이 참조되고 그 인용이 표시되어 있다. 인용된 논문 및 특허문헌의 개시 내용은 그 전체로서 본 명세서에 참조로 삽입되어 본 발명이 속하는 기술 분야의 수준 및 본 발명의 내용이 보다 명확하게 설명된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명자들은 종래의 복잡하고 장비 의존적인 미세유체 칩의 제조방법을 개선하고자 노력하였다. 그 결과, 전도성 잉크를 포함하는 기능성 잉크 및 잉크젯 프린터를 이용하여 미세유체 칩의 제조공정을 올인원(all-in-

one) 인쇄방식으로 공정화하여 미세유체 칩의 제조에 필요한 모든 박막 증착을 인쇄 방식으로 구현함으로써 본 발명을 완성하였다.

[0016] 따라서, 본 발명의 목적은 다중 박막 인쇄 기술을 이용한 미세유체 칩의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

[0017] 본 발명의 다른 목적은 미세유체 칩을 제공하는 데 있다.

[0018] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 보다 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명의 일 양태에 따르면, 본 발명은 다음 단계를 포함하는 다중 박막 인쇄 기술을 이용한 미세유체 칩의 제조 방법을 제공한다.

[0020] (a) 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄하는 단계; 및

[0021] (b) 상기 전극 패턴 상에 절연성 잉크, 방수성 잉크, 소수성 잉크 및 윤활성 잉크로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 기능성 잉크를 인쇄하여 미세유체 칩을 제조하는 단계.

[0022] 본 발명자들은 종래의 복잡하고 장비 의존적인 미세유체 칩의 제조방법을 개선하고자 노력하였다. 그 결과, 전도성 잉크를 포함하는 기능성 잉크 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 미세유체 칩의 제조공정을 올인원(all-in-one) 인쇄방식으로 공정화하여 미세유체 칩의 제조에 필요한 모든 박막 증착을 인쇄 방식으로 구현하였다.

[0023] 아래에서 본 발명의 미세유체 칩의 제작방법에 대하여 구체적으로 설명한다:

[0024] 단계 (a): 전극 패턴의 인쇄

[0025] 먼저, 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅(inkjet printing)을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄한다.

[0026] 본 발명에서 사용되는 잉크젯 프린팅은 컴퓨터의 대표적인 출력 장치인 프린터 장치 중 압전 헤드(piezoelectric head)를 사용하는 프린터로, 용지 상에 잉크를 분사함으로써 문자를 형성한다. 즉, 잉크 헤드부에는 작은 용기, 압전 헤드, 잉크 입력관 및 잉크 분사용 노즐로 구성되어있다. 용기의 벽에 붙어있는 압전 헤드에 펄스 전압을 가하면 벽이 피스톤처럼 안으로 순간적으로 밀어지면서 직경이 작은 노즐을 통하여 잉크를 분사시키는 방식이다. 벽이 원위치로 되돌아올 때 작은 용기에 잉크가 충전된다. 분사된 잉크는 종이의 지면에 처서 흡수증착되어 도트 매트릭스 자형이 표현된다. 벽이 원위치로 되돌아올 때 작은 용기에 잉크가 충전된다.

[0027] 본 발명의 명세서에서 용어 “전도성 잉크(conductive ink)”는 분말 또는 조각상태의 은 및 탄소와 같은 전도성 물질을 포함하고 있으며, 종이 또는 필름 등과 같은 다양한 고체 기판(substrate) 상에 그려지거나 프린트될 수 있는 물질들을 포함하는 잉크를 의미한다. 전도성 잉크는 예컨대 금속 잉크(예컨대 금, 은, 동, 니켈, 금, 플라티늄, 구리 및 팔라듐), 세라믹 잉크(예컨대, 금속산화물 및 탄소소(또는 탄소나노튜브)) 및 분자 잉크(예컨대, 특수 유기물 및 고분자 재료)를 포함하며, 이에 한정되지 않는다.

[0028] 본 발명의 방법에 사용될 수 있는 전도성 잉크(conductive ink)는 전극으로 사용되기 위해 일정량 이상의 전도도가 요구되며, 바람직하게는 상기 전도성 잉크는 탄소나노튜브(CNT)이다. 상기 탄소나노튜브는 알루미늄과 구리와 같이 비교적 전기전도성이나 비저항이 우수한 금속 물질 보다 더 우수한 전기적 성질을 가진다. 따라서 이러한 탄소나노튜브를 도전성 물질로 이용할 경우, 전기적 저항을 줄일 수 있고 열전도도 역시 우수하여 인쇄회로기판 내부의 열을 효과적으로 외부로 방출할 수 있는 장점이 있다.

[0029] 상기 탄소나노튜브는 예컨대, 단일벽 탄소나노튜브, 이중벽 탄소나노튜브, 다중벽 탄소나노튜브 및 다발형탄소나노튜브를 포함하고, 바람직하게는 다중벽 탄소나노튜브 이다.

[0030] 상기 전도성 잉크는 적합한 용매, 전도성 물질, 접착증진제(adhesive improver), 환원제 또는 커플링제(coupling agent) 등을 사용하여 제작할 수 있다. 상기 용매는 글리시딜 에테르류, 글리콜 에테르류, 식물성

기름, 알파-테르피네올 또는 NMP(N-메틸-2-피롤리돈pyrrolidone)를 사용할 수 있으며 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 접착증진제는 아크릴계 수지 또는 비닐계 수지를 사용할 수 있으며, 비닐계 수지를 이용하는 경우 실란(silane) 화합물을 포함하는 혼합물을 사용할 수 있다. 상기 환원제는 전도성 물질이 산화될 때 이를 환원시킴으로써 전기 도전성이 떨어지는 것을 방지하는 역할을 하며, 예컨대 히드라진계 환원제 또는 알데하이드계 환원제를 포함한다. 상기 히드라진계 환원제는 히드라진, 히드라진 수화물, 히드라진 설페이트, 히드라진 카보네이트 및 히드라진 하이드로클로라이드를 포함하고, 알데하이드계 환원제는 포름알데하이드, 아세트알데하이드, 프로피온 알데하이드를 포함하며 이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] 본 발명의 명세서에서 용어 “전극 패턴”은 전압을 가했을 때 유체(fluid)가 이동할 수 있는 경로를 구성하는 일 단위의 모양을 의미하며, 상기 전극 패턴은 다양한 모양으로 제작될 수 있다.

[0032] 본 발명의 마이크로유체 칩의 특징 중 하나는 취급 및 절단이 용이한 고상 기판을 사용하여 다양한 전자 패턴을 용이하게 얻을 수 있다. 상기 기판은 당업계에서 이용되는 다양한 고상 기판을 이용할 수 있으며, 예컨대 취급이 용이한 종이(예: 일반 A4 용지, 사진 인화용지), 필름(예: OHP 필름), 유리 또는 PCB(Printed Circuit Board)를 포함하며, 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 기판은 종이 또는 필름이며, 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 상기 기판은 종이다.

[0033] 단계 (b): 미세유체 칩의 제조

[0034] 다음, 상기 전극 패턴 상에 절연성 잉크, 방수성 잉크, 소수성 잉크 및 윤활성 잉크로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 기능성 잉크를 인쇄하여 미세유체 칩을 제조한다.

[0035] 본 발명은 특수 박막코팅에 대한 전문적인 기술이나 장비가 없는 일반인도 쉽게 개인용 컴퓨터 및 프린터를 이용하여 미세유체 칩을 설계하고 인쇄 방식으로 출력하여 미세유체 칩을 간단하게 제작할 수 있는 제조방법을 제공한다. 종래에는 미세유체 칩의 박막 증착을 위해, 광리소그래피(photolithography)법, 스퍼터링(sputtering)법, 화학증기증착(chemical vapor deposition)법, 스핀코팅(spin coating)법이 사용되어 왔다. 본 발명은 이러한 다양하고 복잡한 방법을 인쇄방식으로 일원화하여 간소화한 미세유체 칩 제조방법을 제공한다.

[0036] 본 발명의 주요한 특징은 기존의 서로 다른 박막 코팅방식의 차이로 분산되어 설치되어 있는 실험실 규모의 코팅장비를 사용하여 다중막 구조를 갖는 미세유체 칩을 제조하는 방법과 달리, 박막의 재료를 잉크화하고 모든 박막코팅을 인쇄 방법으로 단일화하여 잉크젯 프린팅을 통해 공정을 단순화한 것이다(표 1 및 2).

표 1

번호	분류	재질 예시	(일반적인) 기존 방법	제안 방법	제안 방법의 장점
1	기판	유리, 웨이퍼, 플라스틱, PCB, 파이프 유리,	-	종이, 필름, 유리 또는 PCB	유연성, 경제성, 모듈라형
2	전도막	ITO, 구리, 알루미늄, 은, 금,	광리소그래픽, 스퍼터링, 산업용 잉크젯 프린팅	단일 잉크젯 프린팅	시간 단축, 노동력 절감, 비전문가용, 비화학적 처리, 환경친화적, PC로 제어
3	절연막	Parylene-C, SU-8 산화 알루미늄	화학증기기착, 스핀 코팅		무화학적 처리, 환경친화적, 사용자 친화적, 편리성, 단순성, 고가 장비 불필요, 칩제조 시간의 획기적 단축, 칩제조 원가 절감
4	방수막	Parylene-C	화학증기기착, 스핀 코팅		
5	소수성 막	테프론 AF1600 Cytop, Hyflon,	스핀, 스프레이 및 딥 코팅		
6	윤활막	실리콘 오일	스핀, 스프레이 및 딥 코팅		

표 2

-	잉크젯 방식		물방울 생성 주기 (시간 및 속도)	특징
	분사방식	분사력		
1	연속 분사	압전 또는 초음파 펄스	보통 80 - 100 kHz, 최대 1 MHz	고속
2	Drop on demand (DOD)	압전을 진동력	4-12 kHz	보급률 높음
3	방식	열에 의한 기포 폭발력	4-12 kHz	저가

[0039] 상기 단계 (a)의 전극 패턴 상에 절연성 잉크, 방수성 잉크, 소수성 잉크 및 윤활성 잉크로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 기능성 잉크를 인쇄한다.

[0040] 잉크젯 프린터의 칼라 카트리지에는 보통 4개(CMYK, 도 8) 내지 7개로 구성되는데, 각각의 카트리지에 다양한 종류의 기능성 잉크를 충전하여 기능성 박막을 인쇄한다.

[0041] 대부분의 상용 개인용 잉크젯 프린터의 잉크는 수용성이다. 칼라 잉크는 착색제의 물리화학적 입자구조에 따라 염색(dye)과 염료(pigment) 방식으로 구분되는데, 입자경이 큰 염료방식은 에멀전(emulsion)이 잘 된 콜로이드 상태를 유지하기 위하여 분산제와 pH를 조절하는 첨가제 등을 혼합해준다. 일반적인 칼라 잉크의 성분의 사용 목적 및 함량은 표 3과 같다.

표 3

	성분	목적	함량 (%)
1	물	용매, 잉크의 주 운반체	60 - 90
2	수용성 용매	종이에 흡수력과 점도 조절	5 - 30
3	색소체 (염색 또는 염료)	색깔 착색	1 - 10
4	계면활성제	흡수(염료)와 투과(염색)	0.1 - 10
5	안티바이오제	항균제	0.05 - 1
6	버퍼	pH 유지	0.1 - 05
7	기타	바인더	< 1

[0043] 기능성 잉크는 칼라 잉크와 달리, 잉크의 색 변수, 항균 및 멸균 등의 생물학적, 환경적 조건을 고려하지 않아도 되지만, 장시간 분산이 잘되도록 노즐의 최대 직경이 1/4 정도로 작아야 한다. 예로 상용 프린터의 노즐직경은 보통 20 마이크로 이상이므로 약 5 μm 이내이면 장시간의 분산을 유지하며 노즐막힘을 줄이는데 최적조건이다. 또한, 노즐에서 재현성 및 신뢰성이 높게 분사되도록 기능성 잉크의 표면장력(surface tension) 및 점도(viscosity)를 고려해야 한다.

[0044] 상기 표 2 및 3을 참조하여, 본 발명의 미세유체 칩의 제조에 요구되는 기능성 잉크는 표면장력, 점도, 입자경 및 분산성의 주요 조건이 충족되어야 한다.

[0045] 상기 표면장력은 용매인 물의 표면장력인 72 dyne/cm보다 낮은 40 dyne/cm 이하를 유지해야 한다. 이를 위해, 계면활성제를 첨가할 수 있다.

[0046] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 단계 (a)의 전도성 잉크 및 단계 (b)의 기능성 잉크는 0.1-40 dyne/cm의 표면장력을 갖는다. 엡손 프린터의 경우 잉크의 표면장력이 25 dyne/cm 이하 일 때가 노즐에서 분사가 최적화되는 것을 확인하였다.

[0047] 상기 점도는 5 cP(또는 5cSt, 밀도가 1 g/cm³인 경우) 이하의 점도를 유지해야 한다. 점도를 조절하기 위해 용매인 물과 일반적으로 잉크에 많이 사용하는 휘발성 첨가제를 첨가할 수 있다.

[0048] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 단계 (a)의 전도성 잉크 및 단계 (b)의 기능성 잉크는 0.1-5 cP의 점도를 갖는다. 엡손 프린터의 경우, 잉크의 점도가 3 cP 이하 일 때가 노즐에서 분사가 최적화되는 것을 확인하였다.

[0049] 상기 입자경은 5 μm 이내의 작은 입자로 된 잉크 제조를 위해, 잉크를 5 μm 이하의 필터로 여과한다.

[0050] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 단계 (a)의 전도성 잉크 및 단계 (b)의 기능성 잉크는 0.1-5 μm 의 입자로 구성된다. 엡손 프린터의 경우 CNT 잉크의 길이가 2 μm 일 때가 2주 동안의 분산 안정화를 유지하고 노즐에서

분사가 잘되는 것을 확인하였다. 도 11(a)은 5 μm 필터로 필터링한 전후의 CNT 잉크와 아크라마이드 잉크를 종이기판에 각각 4회 및 1회로 중복 인쇄 하였을 때의 AFM 이미징 측정결과이다.

- [0051] 상기 분산성은 초기 용매에 분말을 녹이기 위해 초음파, 볼밀링 등의 물리적 방법을 이용하고, 기능성 잉크의 고분산성을 유지하도록 일반 잉크에서 사용하는 분산제인 PEG(polyethylene glycol)을 첨가할 수 있다.
- [0052] 상기 기능성 잉크는 상기 조건에 충족하면서, 잉크에 적합한 용매, 접착증진제(adhesive improver), 환원제(reducing agent) 및 커플링제(coupling agent)를 포함할 수 있다. 상기 용매로, 글리시딜 에테르류, 글리콜 에테르류, 식물성 기름, 알파-테르피네올 또는 NMP(N-메틸-2-피롤리돈)을 사용할 수 있고, 상기 접착증진제로 아크릴계 수지 또는 비닐계 수지를 사용할 수 있으며, 비닐계 수지를 이용하는 경우 실란(silane) 화합물을 포함하는 혼합물을 사용할 수 있으며 이에 한정되지 않는다. 상기 환원제는 전도성 물질이 산화될 때 이를 환원시킴으로써 전기 전도성이 떨어지는 것을 방지하는 역할을 하며, 예컨대 히드라진계 환원제 또는 알데하이드계 환원제를 포함한다. 상기 히드라진계 환원제는 히드라진, 히드라진 수화물, 히드라진 설페이트, 히드라진 카보네이트 및 히드라진 하이드로클로라이드를 포함하고, 알데하이드계 환원제는 포름알데하이드, 아세트알데하이드, 프로피온 알데하이드를 포함하며 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0053] 상기 방수성 잉크를 제외한 기능성 잉크는 휘발성이 아닌 첨가제를 사용하여 박막을 인쇄한 후에 박막 고유 기능에 영향을 미치지 않는 정도로 처리한다. 또한, 방수성 잉크는 물이 전극에 직접적으로 접촉되어 쇼트가 발생해서는 안 되기 때문에 인쇄 후 가급적 순순한 고화, 결정 또는 초수성나노 나노구조체 등의 물을 밀어내는 분자력 조건을 갖는 것이 고려되어야 한다.
- [0054] 상기의 조건에 만족하는 기능성 잉크를 제조하거나, 시중의 판매 제품을 구입하여 카트리지에 충전할 수 있으며, 박막 목적에 따라 기능성 잉크 재료를 선택한 후, 이를 물에 희석하고 별도의 첨가제 대신 기존의 칼라 잉크를 점증적으로 혼합하여 점도 및 표면장력을 조절할 수 있다.
- [0055] 상기 단계 (a)의 전극 패턴 상에 절연성 잉크를 인쇄한다.
- [0056] 본 발명의 명세서에서 용어 “절연성 잉크(insulative ink)”는 분말 또는 조각상태의 절연성 물질을 포함하고 있으며, 종이 또는 필름 등과 같은 다양한 고체 기판(substrate)상에 그려지거나 프린트될 수 있는 물질들을 포함하는 잉크를 의미한다. 절연성 잉크는 예컨대 세라믹 잉크(예컨대, 금속산화물), 폴리머 잉크(예컨대, 폴리 에틸렌, 폴리프로필렌, 플루오로카본) 및 자기(porcelain) 잉크를 포함하며, 이에 한정되지 않는다.
- [0057] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 절연성 잉크는 세라믹 잉크, 폴리머 조성물 잉크 또는 자기 잉크이다. 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 상기 절연성 잉크는 세라믹 잉크 또는 폴리머 조성물 잉크이다. 본 발명의 특정 구현예에 따르면, 상기 세라믹 잉크는 산화알루미늄 잉크이고, 상기 폴리머 조성물 잉크는 폴리에틸렌 (polyethylene) 잉크이다.
- [0058] 상기 폴리에틸렌 잉크는 점도가 낮은 특징을 갖고, 상기 산화알루미늄 잉크는 수용성의 특징을 갖는다.
- [0059] 상기 절연성 잉크 상에 방수성 잉크를 인쇄한다.
- [0060] 본 발명의 명세서에서 용어 “방수성 잉크(waterproofing ink)”는 분말 또는 조각 상태의 방수성 물질을 포함 하고 있으며, 종이 또는 필름 등과 같은 다양한 고체 기판(substrate)상에 그려지거나 프린트될 수 있는 물질들 을 포함하는 잉크를 의미한다. 방수성 잉크는 예컨대 폴리머 조성물 잉크(예컨대, 아크릴수지, 실리콘 수지, 실리콘 아크릴 수지)를 포함하며, 이에 한정되지 않는다.
- [0061] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 방수성 잉크는 폴리머 조성물 잉크이고, 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 상기 폴리머 조성물 잉크는 아크릴아마이드(acrylamide) 잉크이다.
- [0062] 전압이 인가되면 액체 시료의 표면과 평행한 방향으로 표면장력이 가해지고 표면의 수직방향으로 힘이 가해지면 서 방수막에 액체가 스며들 수 있으므로 방수성 잉크의 선정이 매우 중요하다.
- [0063] 상기 방수성 잉크 상에 소수성 잉크를 인쇄한다. 이 때 소수성 잉크는 선택적이다. 즉, 소수성 박막은 방수 성을 보장하고 액체시료가 유체칩의 표면에 흡착성을 감소시키는 역할을 하므로 선택적인 보장제이다.
- [0064] 본 발명의 소수성 잉크는 본 발명의 미세유체 칩이 사용 중 열, 압력 등의 외부 자극에 견딜 수 있도록 한다.
- [0065] 본 발명의 명세서에서 용어 “소수성 잉크(hydrophobic ink)”는 폴리테트라플루오로에틸렌 (polytetrafluoroethylene), 플루오로폴리머(fluoropolymers) 및 퍼플루오로폴리머(perfluoropolymers)와 같은

소수성 물질을 포함하고 있으며, 종이 또는 필름 등과 같은 다양한 고체 기판(substrate)상에 그려지거나 프린트될 수 있는 물질들을 포함하는 잉크를 의미한다.

[0066] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 소수성 잉크는 폴리테트라플루오로에틸렌 잉크, 플루오로폴리머 잉크 또는 퍼플루오로폴리머 잉크이다. 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 상기 소수성 잉크는 폴리테트라플루오로에틸렌 잉크 또는 플루오로폴리머 잉크이고, 본 발명의 특정 구현예에 따르면, 상기 소수성 잉크는 폴리테트라플루오로에틸렌 잉크이다.

[0067] 상기 방수성 잉크 상에 또는 소수성 상에 윤활성 잉크를 인쇄한다.

[0068] 본 발명의 명세서에서 용어 “윤활성 잉크(lubricative ink)”는 윤활성 물질을 포함하고 있으며, 종이 또는 필름 등과 같은 다양한 고체 기판(substrate)상에 그려지거나 프린트될 수 있는 물질들을 포함하는 잉크를 의미한다. 윤활성 잉크는 예컨대 오일, 고흡수성수지, 가교형 아크릴, 가교 아크릴산폴리머를 포함하며, 이에 한정되지 않는다.

[0069] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 윤활성 잉크는 실리콘 오일이다. 엡손 프린터의 경우 실리콘 오일의 표면장력과 전도가 각각 22 dyn/cm와 1 cP일 때가 노즐에서 최적으로 분사되는 것 확인하였다.

[0070] 하기 표 4는 본 발명의 실시예에서 사용한 일 예를 나타낸다.

표 4

-	잉크	목적	특징	중복 인쇄 수
1	전도성 CNT 잉크	전극 패턴용	포토페이퍼와 일반 복사용지에 흡착이 용이함, 면저항 = 750 옴/sq.	4
2	Al ₂ O ₃ 잉크	절연 박막	절연상수(dielectric constant) = 10으로 높음, 고전압 사용 가능	2
3	Acrylamide 잉크	방수 박막	필터링 필요함	2
4	테프론 잉크	소수성 박막	테프론의 용매는 3M사의 Fluorinert 계인 FC-40과 777을 사용.	1
5	실리콘 잉크	윤활 박막	점도가 낮은 것을 사용	1 (열처리하는 선택사항)

[0072] 본 발명의 미세유체 칩을 인쇄하기 위해, 전극 패턴 및 상기 전극 패턴 상에 균일한 박막 코팅을 위해 인쇄출력 조건을 고려해야 한다. 즉, 분사 잉크 방울의 부피 및 기판에 흡착되는 성질을 고려해야 한다.

[0073] 본 발명의 전극 패턴 및 상기 전극 패턴 상에 균일한 박막 코팅을 위해 중복인쇄 할 수 있다.

[0074] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 본 발명의 상기 단계 (a) 및 (b)의 인쇄는 1-10회 실시한다.

[0075] 본 발명의 따르면, 상기 인쇄는 잉크의 종류에 따라 인쇄 횟수가 결정된다.

[0076] 본 발명은 상기 단계 (b) 이후에 상기 미세유체 칩을 절단하는 단계 및 상기 절단된 미세유체 칩을 조립하여 모듈형 미세유체 칩을 제작하는 단계 (c)를 추가적으로 포함한다. 도 12(a) 및 (b)와 도 13(a) 및 (b)는 다양한 모듈을 올인원 인쇄방식으로 간단히 제조한 실시예이다.

[0077] 본 발명의 구체적인 일 실시예에 따르면, 상기 전도성 잉크로 전극 패턴을 인쇄하고 상기 전극 패턴 상에 절연성 잉크, 방수성 잉크, 소수성 잉크 및 윤활성 잉크로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 기능성 잉크를 인쇄 한 후, 상기 인쇄된 전극 패턴을 절단 도구를 사용하여 자른 뒤, 상기 패턴들을 다양한 모양으로 조립함으로써 원하는 형태로 패터닝(patterning)할 수 있다.

[0078] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명은 도 12(a) 내지 (b)는 같은 상기 미세유체 칩의 제조방법에 의해 제조된 미세유체 칩과, 도 13(a) 내지 (b)와 같은 모듈라 미세유체의 도면을 제공한다. 도 14는 본 발명에서 제조한 도 12(a) 내지 (b) 및 도 13(a) 내지 (b)의 올인원 인쇄방식으로 제조한 종이칩을 적용하여, 실제로 전압과 컴퓨터로 제어하여 사용하는 실시예이다.

발명의 효과

- [0079] 본 발명의 특징 및 이점을 요약하면 다음과 같다:
- [0080] (a) 본 발명은 다중 박막 인쇄 기술을 이용한 미세유체 칩의 제조 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 미세유체 칩을 제공한다.
- [0081] (b) 본 발명은 종래의 복잡한 광리소그래픽, 스퍼터링, 화학증기기착법 및 스핀코팅 등의 실험실 규모의 박막 코팅 장비를 사용하지 않고, 잉크젯 프린터를 이용한 미세유체 칩을 제공한다.
- [0082] (c) 본 발명은 경제적이고 제조가 용이하며 활용도가 높은 미세유체 칩을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0083] 도 1은 본원발명의 미세유체 칩의 제조과정을 모식화하여 나타낸다.
- 도 2a 및 2b는 인가전압에 따라 고체 표면에 접촉면을 넓히며 변형하는 액체방울의 모식도 및 실제 이미지를 나타낸다.
- 도 3a 및 3b는 인가전압에 따라 액체 방울의 이동방향을 모식도로 나타낸다.
- 도 4a 및 4b는 각각 포토리소그래픽 및 잉크젯프린팅 인쇄과정을 통한 전극 패턴의 제조과정을 도표로 보여준다.
- 도 5은 전극패턴의 제조를 위한 포토리소그래픽방법을 나타낸다.
- 도 6은 포토리소그래픽방법에서 전극 패턴을 제조하기 위한 스퍼터링(sputtering)법을 나타낸다.
- 도 7은 포토리소그래픽방법에서 전극 패턴을 제조하기 위한 스핀코팅법을 나타낸다.
- 도 8는 본 발명의 인쇄 단일 제조공정을 사용한 미세유체칩의 제조과정을 도식화하여 나타낸다.
- 도 9a 및 9b는 잉크젯 프린팅의 압전방식을 도식화하여 나타낸다.
- 도 10은 본원발명의 미세유체 칩의 제조과정을 모식화하여 나타낸다.
- 도 11a 내지 11d는 다중벽 CNT 기반 전도성 잉크 및 아크릴아마이드 기반 방수잉크의 5 마이클론 필터링 전/후의 흡착상태를 나타낸다.
- 도 12a 내지 12b는 본 발명의 방법에 따라 제조된 미세유체 칩을 보여준다.
- 도 13a 내지 13b는 본 발명의 방법에 따라 제조될 수 있는 다른 모듈라 미세유체 칩의 도면을 보여준다.
- 도 14는 본 발명의 방법에 따라 제조된 미세유체 칩의 액체 시료 방울의 제어에 대한 실제예를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0084] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.

[0085] 실시예

- [0086] 하나의 실시예로, 본 발명에서는 모두 가정용 잉크젯 프린터를 사용하였고, 미세유체칩의 제작을 위하여 사용한 잉크의 종류는 전도성 잉크, 절연/방수성 잉크, 소수성 잉크, 윤활성 잉크 총 4가지이다. 사용할 수 있는 다양한 전도성 잉크들 중에서 수용액 상에 분산되어있는 탄소나노튜브를 사용하였고, 농도는 0.5 g/mL, 인쇄한 패턴의 면저항은 750 ohm/sq 이다. 그 위에 아크릴아마이드(acrylamide), 메타크릴산(methacrylic acid), 아크릴산 에스테르 공중합체(acrylic ester copolymer)를 포함하는 고분자 층을 인쇄하여 절연과 방수의 효과를 한번에 얻을 수 있다. 상기 절연/방수성 잉크는 작은 고분자 덩어리들이 수용액상에 분산되어있는 형태로 수용액 대비 고형분의 부피는 30-40 % 정도이다. 필요에 따라 잉크젯 프린터의 노즐을 통과하기 위하여 5 μ m 포

어 크기의 필터를 이용하여 노즐 구멍 크기보다 지나치게 큰 덩어리들은 걸러내고 사용한다. 이 고분자 층은 전도성 패턴이 된 종이 위에 박막 형태로 코팅되어, 액체 시료가 종이에 직접 흡수되는 것을 막을 뿐만 아니라 절연체로서의 역할을 동시에 수행한다.

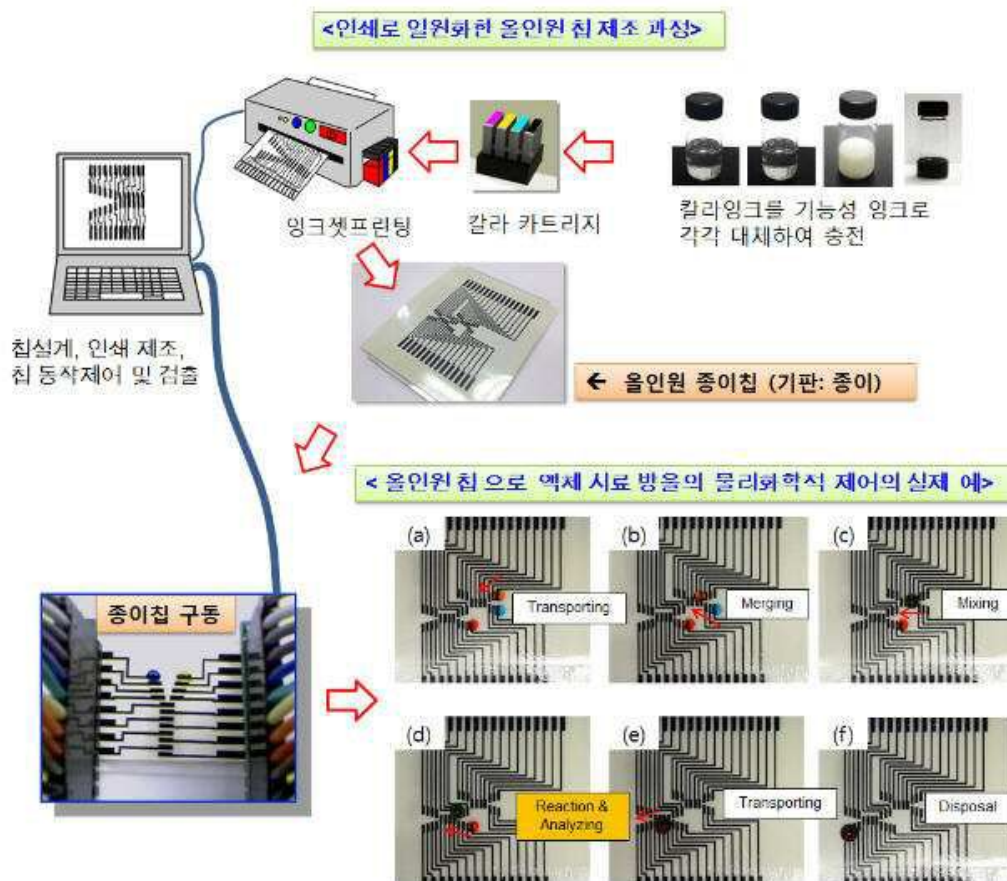
[0087] 전기습윤을 이용한 미세유체칩의 제작을 위해서, 액체 시료가 표면 위에서 큰 접촉각을 갖도록 소수성 잉크를 사용한다. 플루오로폴리머(fluoropolymers) 중 듀폰사의 Teflon AF 1600을 사용하였고, 용매는 3M사의 Fluorinert계인 FC-40과 FC-777을 선택하여 0.5 wt% 부터 2.0 wt% 까지 농도를 조절하여 사용할 수 있다. 마지막으로 윤활성 잉크로는 실리콘 오일을 잉크로 사용하여 최종적인 표면에 코팅하여, 액체 시료가 표면 위에서 움직일 때 윤활유의 역할을 할 수 있도록 하였다.

[0088] 다른 실시예로 도 12는 상기의 구체적인 실험방법으로 제조한 실시예이다.

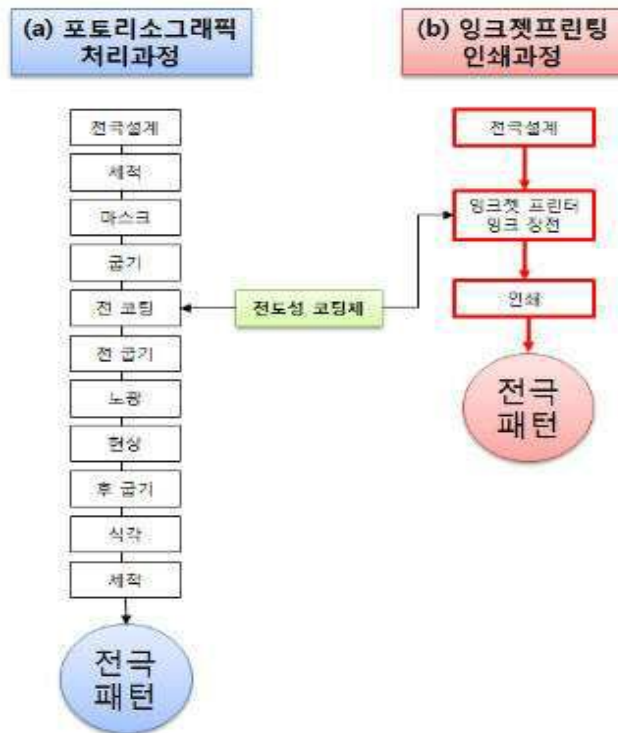
[0089] 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백하다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항과 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

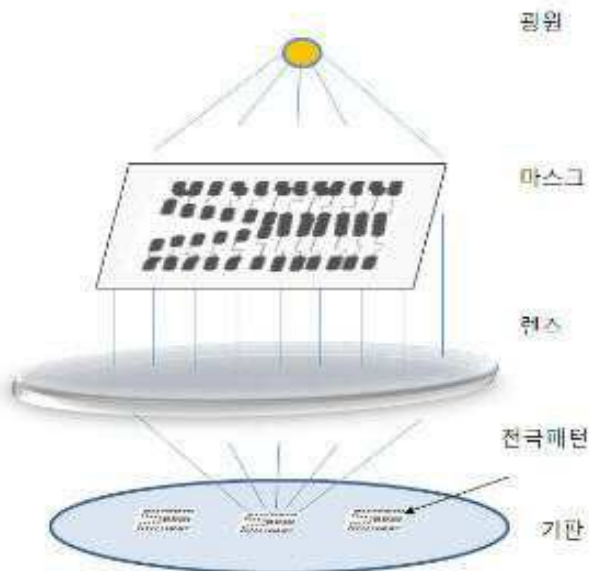
도면1



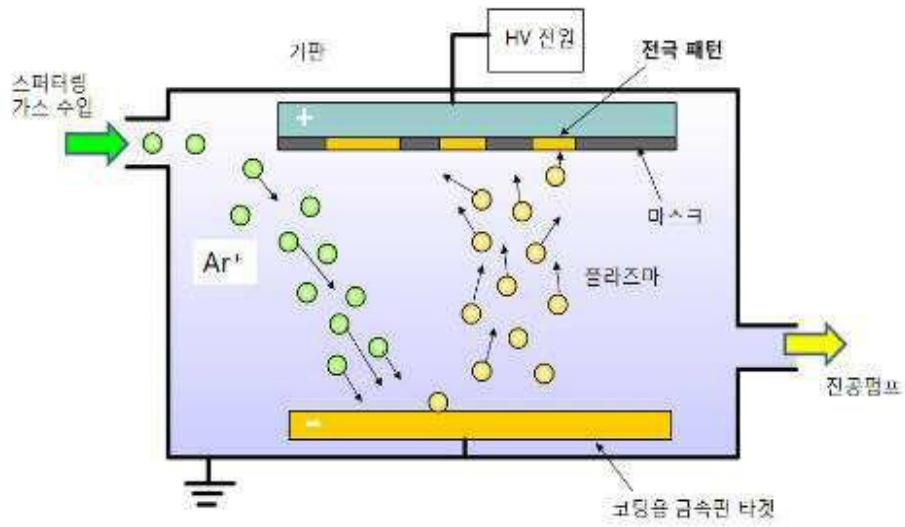
도면4



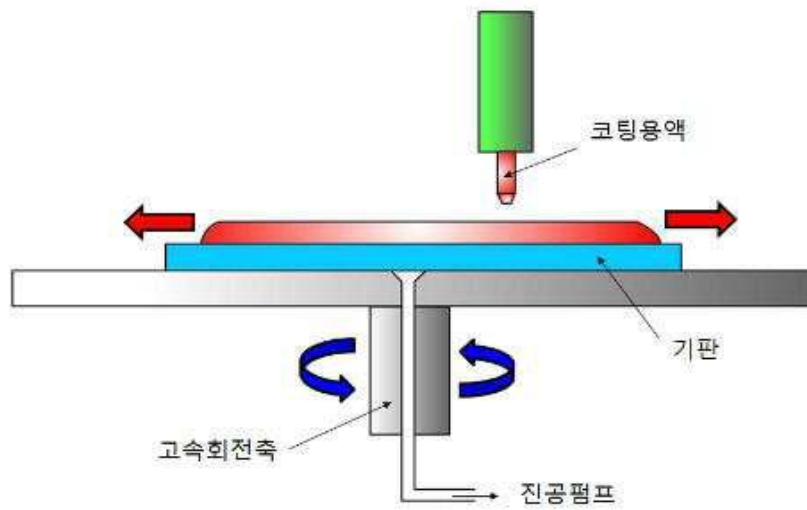
도면5



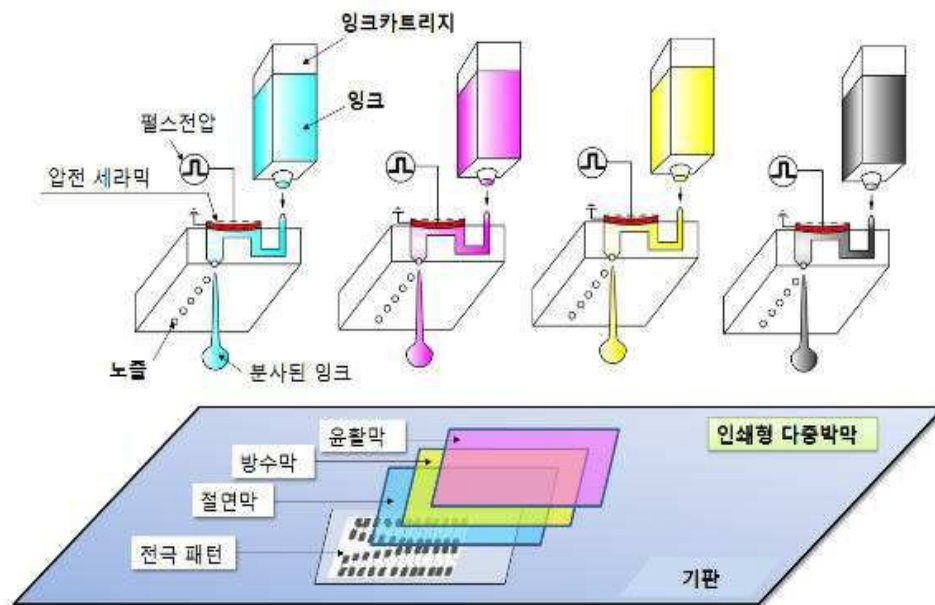
도면6



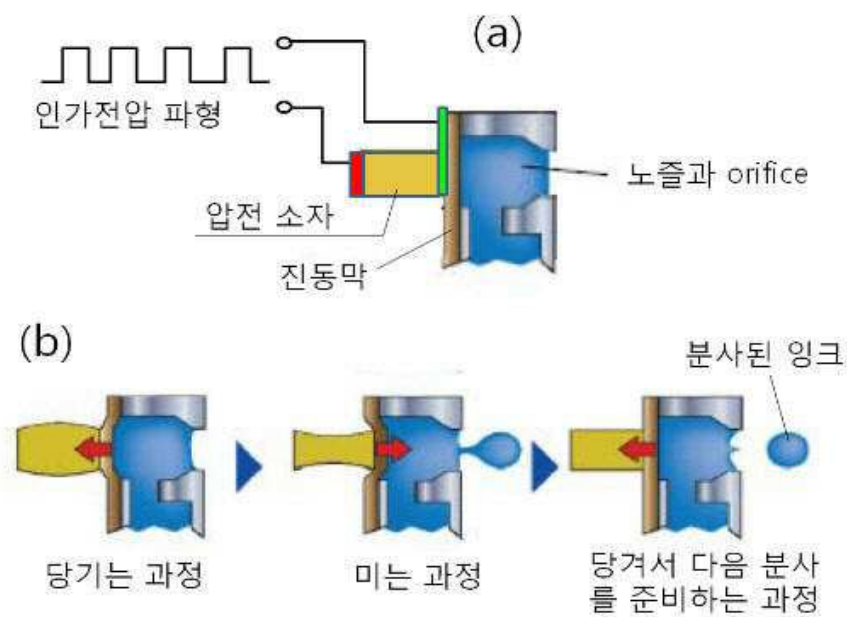
도면7



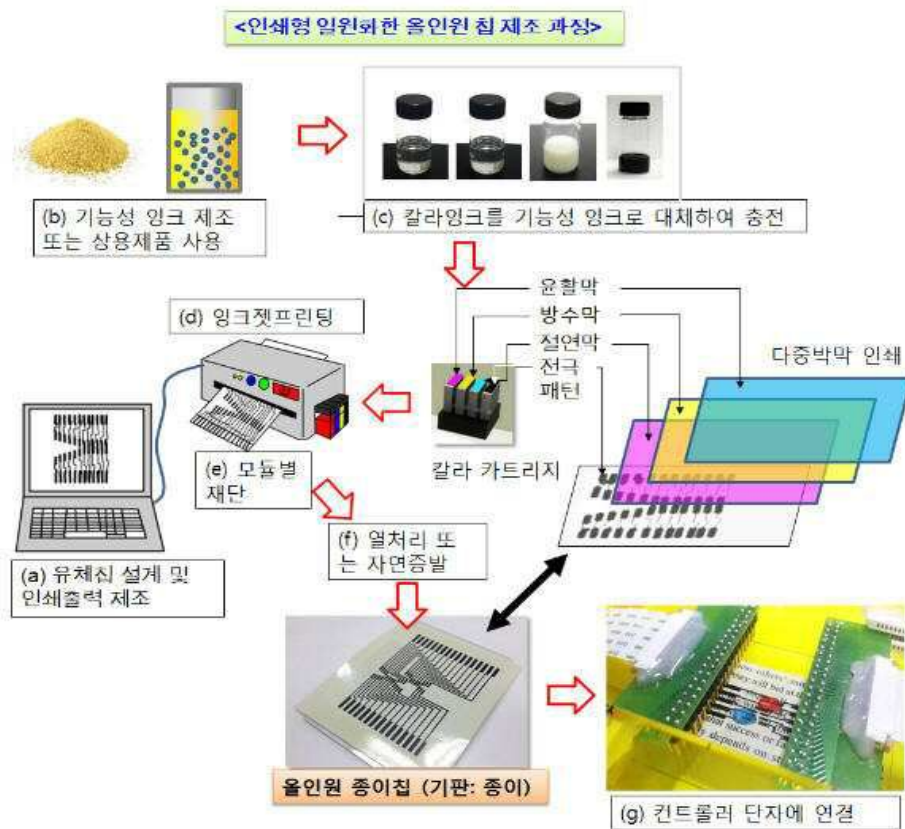
도면8



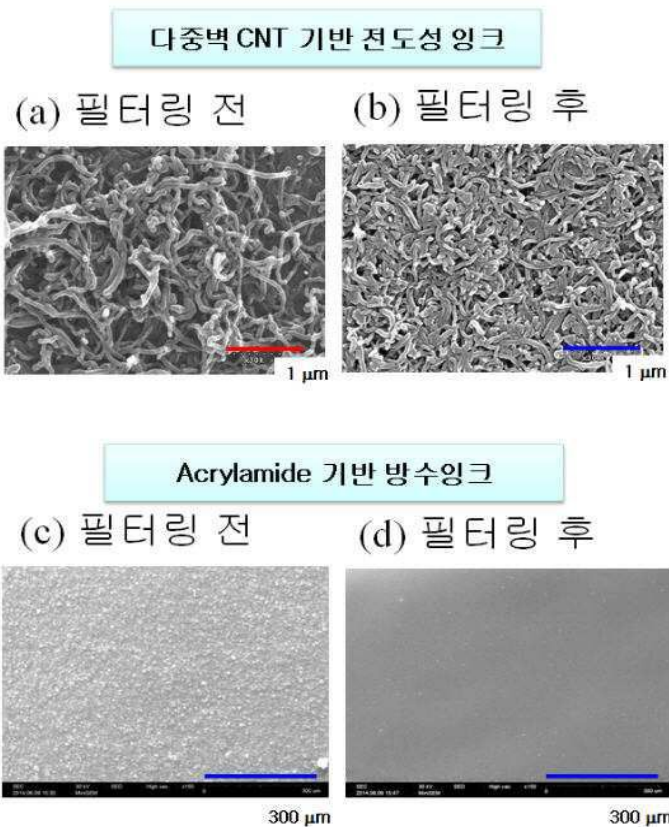
도면9



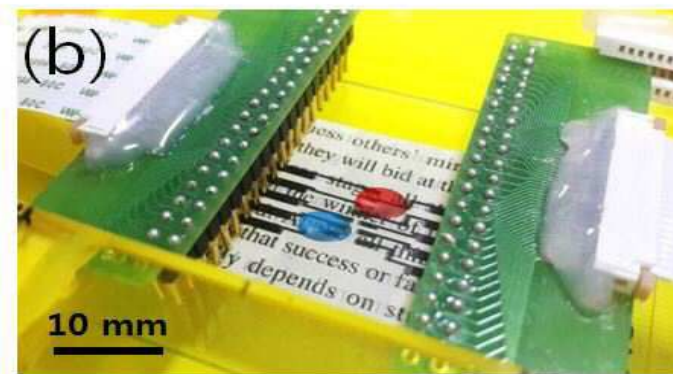
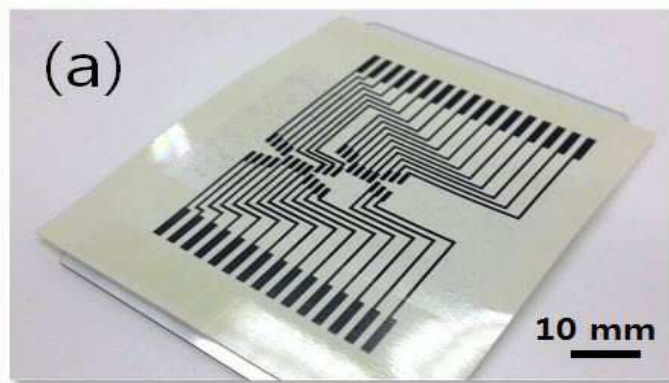
도면10



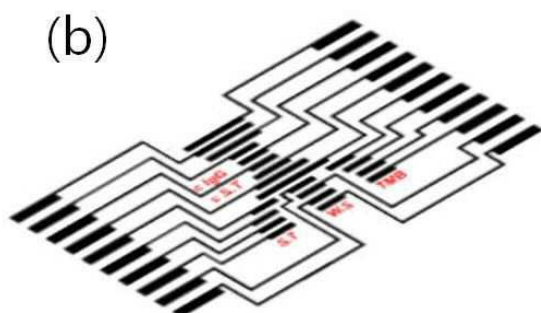
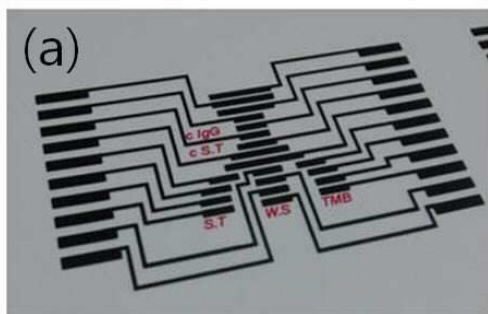
도면11



도면12



도면13



도면14

< 올인원칩으로 액체 시료 방울의 제어의 실제 예 >

