

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 11월 7일 (07.11.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/165194 A1

- (51) 국제특허분류:
G01N 35/10 (2006.01) G01N 27/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/003815
- (22) 국제출원일: 2013년 5월 2일 (02.05.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0046284 2012년 5월 2일 (02.05.2012) KR
- (71) 출원인: 서강대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION SOGANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 121-742 서울시 마포구 백범로 35 서강대학교 테이아르관 306호, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 신관우 (SHIN, Kwan Woo); 122-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 화학과, Seoul (KR). 고효진 (KO, Hyo Jin); 122-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 화학과, Seoul (KR). 권오선 (KWON, Oh-Sun); 122-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 화학과, Seoul (KR). 김한수 (KIM, Han-Su); 122-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 화학과, Seoul (KR). 최재학 (CHOI, Jae Hak); 305-308 대전시 유성구 유성대로 783 번길 38, 월드컵패밀리타운 106동 202호, Daejeon (KR). 이병노 (LEE, Byeong No); 122-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 화학과, Seoul

(KR). 이주미 (LEE, Ju Mi); 122-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 화학과, Seoul (KR).

(74) 대리인: 양부현 (YANG, Boo-Hyun); 151-832 서울시 관악구 인현동 1659-2, 청동빌딩 301호, Seoul (KR).

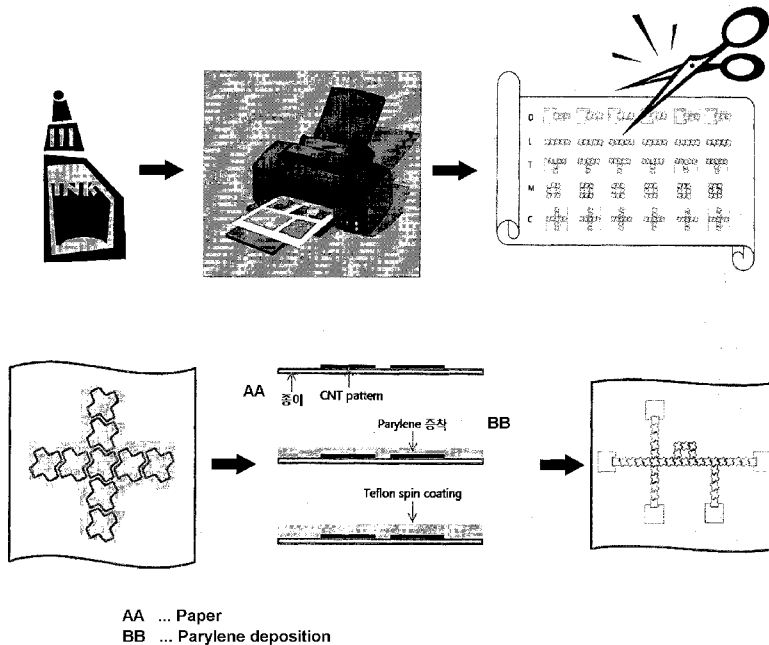
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING MODULE-TYPE MICRO-FLUIDIC PAPER CHIP USING INKJET PRINTING

(54) 발명의 명칭: 잉크젯 프린팅을 이용한 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 제작방법



(57) Abstract: The present invention relates to a method for manufacturing module-type micro-fluidic paper chips comprising: (a) a step of printing electrode patterns onto a substrate using conductive ink and inkjet printing; (b) a step of cutting the printed electrode patterns; and (c) a step of assembling the cut electrode patterns so as to manufacture module-type micro-fluidic pattern chips. Unlike the traditional method for manufacturing printed circuit substrates using a patterning agent or device, the method of the present invention only incorporates a simple printing process using an inkjet printer, and thus patterning can be simplified and various types of chips can be manufactured depending on the assembly type of electrode patterns. Accordingly, inexpensive, economical, and highly utilizable micro-fluidic chips can be provided using the method of the present invention.

(57) 요약서: 본 발명은 (a) 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄하는

[다음 쪽 계속]

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

— 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

단계; (b) 상기 인쇄된 전극 패턴을 절단하는 단계; 및 (c) 상기 절단된 전극 패턴을 조립하여 모듈형 마이크로유체 칩을 제작하는 단계를 포함하는 모듈형 마이크로유체 칩의 제작방법에 관한 것이다. 본 발명의 방법은 종래의 패터닝제 또는 패터닝 장치를 이용하는 인쇄 회로 기판 제작 방식과 달리 잉크젯 프린터를 이용한 간편한 인쇄과정을 거칠 뿐이며, 이로써 패터닝 방법을 간소화하고 전극 패턴의 조립 형태에 따라 다양한 종류의 칩을 제작할 수 있고, 따라서 본 발명의 방법을 이용하여 저가의 경제적이고 활용성 높은 마이크로유체 칩을 제공할 수 있다.

【명세서】

【발명의 명칭】

잉크젯 프린팅을 이용한 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 제작방법

【기술분야】

본 발명은 잉크젯 프린팅을 이용한 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 제작방법에 관한 것이다

【배경기술】

기존의 디지털 마이크로유체칩은 유리나 실리콘 기판 위에서 포토리소그래피(photolithography)와 에칭(etching) 등의 복잡한 제작과정을 거치며(R. B. Fair, Microfluid Nanofluid, 3:245-281(2007)), 이때 사용되는 장비와 화학 물질들은 고가일 뿐만 아니라 인체와 환경에 매우 유해하다. 대부분의 디지털 마이크로유체칩은 폐쇄 시스템(closed system)으로(Robert J. Linhardt et al., J. AM. CHEM. SOC., 131:11041-11048(2009)) 칩 위에서의 여러 가지 반응 뒤에 결과물 분석을 위해서는 커버 플레이트(cover plate)를 제거해야 하는 단점이 있었다. 개방 칩 시스템(open chip system)(Abdelgawad, Park, and Wheeler J. Appl. Phys., 105:094506 (2009)) 역시 제작 과정에서는 전극 패턴을 제작하는 과정에서 기존의 방법들을 사용하기 때문에 같은 문제점들이 발생한다.

전기습윤법(Electrowetting)으로 유체의 움직임을 전기로 제어할 수 있으며, 이를 이용한 것이 디지털 마이크로유체칩이다. 전기습윤현상이란 쉽게 말해 전기로 표면장력이 바뀌는 현상이다. 이 현상은 1870년 가브리엘 리프만(Gabriel Lippmann, 1845~1921)에 의해 처음 발견되었다. 유리관에 물을 담으면 유리관 벽은 중심부보다 물의 높이가 더 높는데 이는 물과 유리관 벽 사이의 표면장력 때문이다. 그런데 유리관 대신 금속관을 쓰고 전기를 걸면 벽을 따라 올라오는 물의 높이가 더 높아진다. 전기로 표면장력이 더욱 세졌기 때문이다. 리프만은 이를 ‘전기모세관’ 현상이라고 불렀지만 그 뒤로 1백 년간 이 기술은 별다른 빛을 보지 못했다. 전기모세관 현상은 1V 이하의 낮은 전압에서만 일어났고, 이보다 높은

전압을 걸면 물이 산소와 수소로 분해되어 버렸다. 이후 1990년 높은 전압으로도 표면장력을 제어할 수 있는 전기습윤현상이 발견되었다. 프랑스 브루노 버지(Bruno Berge) 박사는 금속판을 얇은 절연체로 씌운 뒤 그 위에 물을 한 방울 떨어뜨렸다. 다음에 금속판과 물방울에 전기를 걸자 전압이 높아질수록 물방울이 얇게 퍼졌다. 이 방법을 쓰자 수십 V의 높은 전압에서도 물방울의 모양을 바꾸는 것이 가능해졌다.

탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)란, 탄소 6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결되어 관 모양을 이루고 있는 신소재로서, 1991년 일본전기회사(NEC) 부설 연구소의 이지마 스미오[飯島澄男] 박사가 전기방전법을 사용하여 흑연의 음극상에 형성시킨 탄소덩어리를 분석하는 과정에서 발견하였다. 형태는 탄소 6개로 이루어진 육각형 모양이 서로 연결되어 관 모양을 이루고 있다. 관의 지름이 수~수십 나노미터에 불과하여 탄소나노튜브라고 일컬어지게 되었다. 나노미터는 10억 분의 1 m로 보통 머리카락의 10만 분의 1 굵기이다. 탄소나노튜브는 전기 전도도가 구리와 비슷하고, 열전도율은 자연계에서 가장 뛰어난 다이아몬드와 같으며, 강도는 철강보다 100배나 뛰어나다. 탄소섬유는 1%만 변형시켜도 끊어지는 반면 탄소나노튜브는 15%가 변형되어도 견딜 수 있다. 이 물질이 발견된 이후 과학자들은 합성과 응용에 심혈을 기울여왔는데, 반도체와 평판 디스플레이, 배터리, 초강력 섬유, 생체 센서, 텔레비전 브라운관 등 탄소나노튜브를 이용한 장치가 수없이 개발되고 있다.

대한민국 등록특허 제10-0523765호는 유기초분자의 나노패턴을 이용한 탄소나노튜브 어레이의 제작방법을 제공한다. 보다 상세하게는 기판 상에 유기 초분자 박막을 형성시킨 다음, 열처리에 의해 유기분자들의 자기조립(self-assembly)을 유도하고, 이에 따라 형성된 일정한 유기 초분자 구조에 UV를 조사하여 구멍모양의 나노패턴을 형성한 후, 상기 나노패턴에 탄소나노튜브(CNT)를 배열하는 것을 특징으로 하는 CNT 어레이를 제작하는 방법에 관한 것이다. 상기 발명은 CNT 칩의 제작과정에 있어서 유기 초분자의 자기조립과 UV 에칭을 이용하여 패턴을 형성한 후 상기 패턴에 CNT를 결합 또는 배열시키는 방식으로 패터닝을 하므로, 본 발명과 비교하여 패터닝의 형성과정이 복잡하고, 추가적으로 UV 에칭을 이용하여야 한다는 단점이 있다.

대한민국 공개특허 제10-2011-0060028호는 탄소나노튜브-고분자 복합체 및 이를 이용하여 기판에 탄소나노튜브를 특정 방향으로 직접 패터닝하는 방법을 제공한다. 보다 상세하게는 탄소나노튜브 분산용액, 계면활성제 및 점성을 가지는 고분자 용액을 포함하는 기판에 특정 방향으로 배향성을 가지는 패터닝을 형성하기 위해, 탄소나노튜브-고분자 복합체 및 상기 고분자 복합체를 이용하여 기판에 탄소나노튜브를 특정 방향으로 직접 패터닝하는 방법을 제공한다. 상기 발명은 탄소나노튜브를 흡착하는 방법으로서 황산/과산화수소 혼합용액 또는 UV/오존 처리를 하고, 탄소나노튜브-고분자 복합체에서 고분자 부분을 별도의 화학적 처리를 통해 제거함으로써 기판에 패터닝하므로, 본 발명의 패터닝 방법과 비교하여 그 과정이 복잡하고, 추가적인 화학공정이 필요하다는 단점이 있다.

상기 기존 디지털 마이크로유체칩의 문제점들 때문에 종이와 같이 경제적이면서도, 복잡한 제작공정을 단순화하며, 여러 가지 합성 등의 공정에 활용할 수 있는 새로운 기술의 개방형 칩(open chip)을 기반으로 한 디지털 마이크로유체 칩 기술의 개발이 절실히 요구된다. 본 발명은 전도성 잉크인 탄소나노튜브 잉크 및 잉크젯 프린팅을 이용한 다양한 형태의 패턴을 프린트하여 이를 절단 및 결합시킨 경제적인 모듈형 미세유체칩(Modular microfluidic chip)에 관한 것으로서 경제적이고 활용도가 높은 모듈형 마이크로유체 칩을 제공하여 상기 문제점들을 해결하고자 한다.

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】

본 발명자들은 저가의 경제적이고 실용적이며 간편한 방법으로 제작할 수 있는 마이크로유체 칩을 개발하고자 예의 연구 노력하였다. 그 결과, 탄소나노튜브(CNT) 잉크 및 잉크젯 프린팅을 이용해 다양한 형태의

전극 패턴(patterns)을 프린트한 후 이를 절단 및 결합시킨 모듈형 마이크로유체(microfluidic) 종이 칩을 개발하였다. 본 발명의 마이크로유체 종이 칩은 한 장의 종이에 다양한 모양의 전극 패턴을 한번에 인쇄하고 필요한 패턴들을 잘라 이어붙일 수 있는 조립식 종이 칩으로서, 종래의 패터닝제 또는 패터닝 장치를 이용하는 인쇄 회로 기판 제작 방식과 달리 잉크젯 프린터를 이용한 간편한 인쇄과정을 거칠 뿐이며, 이로써 패터닝 방법을 간소화하고 전극 패턴의 조립 형태에 따라 다양한 종류의 칩을 제작할 수 있어 경제성 및 활용성이 우수하다.

따라서 본 발명의 목적은 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 제작방법을 제공하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 모듈형 마이크로유체 종이 칩을 제공하는데 있다.

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

【과제의 해결 수단】

본 발명의 일 양태에 따르면, 본 발명은 다음 단계를 포함하는 모듈형 마이크로유체 칩의 제작방법을 제공한다:

- (a) 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄하는 단계;
- (b) 상기 인쇄된 전극 패턴을 절단하는 단계; 및
- (c) 상기 절단된 전극 패턴을 조립하여 모듈형 마이크로유체 칩을 제작하는 단계.

본 발명자들은 저가의 경제적이고 실용적이며 간편한 방법으로 제작할 수 있는 마이크로유체 칩을 개발하고자 예의 연구 노력하였다. 그 결과, 탄소나노튜브(CNT) 잉크 및 잉크젯 프린팅을 이용해 다양한 형태의 전극 패턴(patterns)을 프린트한 후 이를 절단 및 결합시킨 모듈형 마이크로유체(microfluidic) 종이 칩을 개발하였다. 본 발명의 마이크로유체 종이 칩은 한 장의 종이에 다양한 모양의 전극 패턴을 한

번에 인쇄하고 필요한 패턴들을 잘라 이어붙일 수 있는 조립식 종이 칩으로서, 종래의 패터닝제 또는 패터닝 장치를 이용하는 인쇄 회로 기판 제작 방식과 달리 잉크젯 프린터를 이용한 간편한 인쇄과정을 거칠 뿐이며, 이로써 패터닝 방법을 간소화하고 전극 패턴의 조립 형태에 따라 다양한 종류의 칩을 제작할 수 있어 경제성 및 활용성이 우수함을 확인하였다.

전기습윤법(electrowetting)으로 물방울의 움직임을 전기로 제어할 수 있으며, 이를 이용한 것이 디지털 마이크로유체 칩(digital microfluidic chip)이다. 이때 필요한 전극을 손쉽게 잉크젯 프린터와 전도성 잉크를 이용하여 종이 위에 인쇄하고 다양한 모양의 칩을 조립하는 것이 본 발명의 핵심이다. 디지털 마이크로유체 칩을 만들기 위해서는 다양한 모양의 전극 패턴을 만드는 것이 중요한데, 일반적으로는 포토리소그래피(photolithography)와 같은 복잡한 공정이 요구된다. 그러나 본 발명에서는 여러 가지 전도성 잉크 중 CNT 잉크를 이용하여 잉크젯 프린터로 종이 위에 여러 가지 모양의 패턴을 한 번에 인쇄할 수 있고, 또한 뽑아낸 패턴을 필요한 부분만 잘라내서 원하는 모양의 칩을 손쉽게 제작할 수 있도록 하였다.

아래에서 이와 같은 본 발명의 모듈형 마이크로유체 칩의 제작방법에 대하여 구체적으로 설명한다:

단계 (a): 전극 패턴의 인쇄

우선, 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄한다.

본 발명에서 사용되는 잉크젯 프린팅(inkjet printing)은 컴퓨터의 대표적인 출력 장치인 프린터 장치 중 압전 헤드(piezo electric head)를 사용하는 프린터로, 용지 상에 잉크를 분사함으로써 문자를 형성한다. 즉, 전하(轉荷)한 잉크 입자를 발산시켜 이것을 글자형과 글자 위치에 따라 제어된 전압을 가한 편향판(偏向板)에 따라 편향시키면서 지면(紙面)에 쳐서 붙여 인자(印字)하는 방식의 프린터이다. 잉크는 처음에 잉크 헤드에 주입되어 있고 수정 발진기 작용에 따라 입자 모양으로 발사되어 점차로 지면에 쳐서 붙여져 도트 매트릭스 자형이 표현된다. 상기 전극 패턴은 0.1 mm - 0.7 mm 간격의 전극들을 포함한다.

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, 플래티늄, 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.

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 물질보다 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.

상기 탄소나노튜브는 예컨대, 단일벽 탄소나노튜브, 이중벽 탄소나노튜브, 다중벽 탄소나노튜브 및 다발형탄소나노튜브를 포함하고, 바람직하게는 다중벽 탄소나노튜브이다. 상기 다중벽 탄소나노튜브 전극은 일반 A4 용지 위에서 $1 \text{ k}\Omega/\text{sq}$ (square)의 저항을, 사진 인쇄용지 위에서 $200 \Omega/\text{sq}$ 의 저항 값을 나타낸다.

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, 식물성기름, 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.

본 발명의 구체적인 일 실시예에 따르면, 다양한 CNT 전극 패턴을 잉크젯 프린터로 인쇄하기 위해 다중벽(multiwall) CNT에 분산제를 넣고 볼밀링(ball milling) 작업을 통해 물에 고르게 분산된 CNT 잉크를 만들 수 있다. 포토샵 또는 CAD 등과 같은 프로그램을 이용하여 전극 패턴의 도면을 그리고 원하는 모양의 전극을 일반 A4용지 또는 사진 인화용지에 인쇄한 후, 상기 인쇄된 전극 패턴을 절단 도구를 사용하여 자른 뒤, 상기 패턴들을 다양한 모양으로 조립함으로써 원하는 형태로 패터닝(patterning)할 수 있다.

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.

본 발명의 구체적인 일 실시예에 따르면, 디지털 마이크로유체 칩을 만들기 위해 상기 전극 패턴은 다양한 형태로 제작될 수 있으며, 예컨대 (i) 물방울이 처음 만들어지는 시작점(dispensing), (ii) 물방울들이 직선으로 나열된 전극 위에서 선형 움직임(linear transport), (iii) 여러 개의 방울이 만나서 합쳐지는 것(merging), (iv) 합쳐진 방울이 움직임에 의해 섞이는 것(mixing) 또는 (v) 여러 개의 방울이 만나서 합쳐지거나 교차되는 것(crossing)의 형태로 제작될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

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) 또는 플라스틱 시트를 포함하며, 바람직하게는 상기 기판은 종이 또는 필름이며, 보다 바람직하게는 종이이다.

단계 (b): 인쇄된 전극 패턴의 절단

아어, ~~상기 단계 (a)에서 인쇄된 전극 패턴을 적합한 가구를 사용하여 절단한다.~~

본 발명의 구체적인 일 실시예에 따르면, 상기 전극 패턴은 종이 위에 인쇄되므로, 당업계에 공지된 다양한 절단 도구, 예컨대 가위, 절단기 등을 이용하여 쉽게 절단할 수 있다. 상기 전극 패턴을 OHP 필름에 인쇄한 경우에도 가위로 절단할 수 있다.

단계 (c): 전극 패턴의 조립

상기 절단된 전극 패턴을 조립하여 모듈형 마이크로유체 칩의 회로를 패터닝(patterning)한다.

본 발명의 명세서에서 용어 “패터닝(patterning)”은 상기 절단된 전극 패턴을 이용하여 원하는 형태의 회로를 구성하는 것을 의미한다.

본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 상기 단계 (c) 이후에 상기 전극 패턴 상에 절연층을 형성하기 위하여 추가적으로 절연체를 증착시키는 단계를 포함할 수 있다.

상기 절연체는 유리, 자기(porcelain) 또는 폴리머 조성물을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 폴리머 조성물이다. 절연체로서 폴리머 조성물을 사용하는 경우 파릴렌을 사용할 수 있으며, 예컨대 파릴렌 N, 파릴렌 C, 파릴렌 D, 파릴렌 F를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 파릴렌 C이다.

본 발명의 다른 바람직한 구현예에 따르면, 상기 단계 (c) 이후에 상기 전극 패턴 상에 추가적으로 보강 재료를 코팅하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 코팅층은 스핀 코팅, 스프레이 코팅 또는 프린팅에 의하여 복수의 칩들 표면의 적어도 일부 영역에 형성될 수 있다. 또한 상기 코팅층은 물리적 기상 증착법(physical vapor deposition), 화학적 기상 증착법(chemical vapor deposition) 또는 도금(electroplating)에 의하여 복수의 칩들 표면의 적어도 일부 영역에 형성될 수 있다.

상기 보강 재료는 본 발명의 마이크로 유체 종이 칩을 사용하는 과정 중 열, 압력 등에 견딜 수 있도록 하는 기능을 하며, 당업계에 공지된 다양한 물질을 사용할 수 있다. 바람직하게는 폴리테트라플루오로에틸렌이다.

본 발명의 모듈형 마이크로유체 칩의 제작방법은 단계 (a) 이전에 (i) 칩 내부에 점적한 유체의 이동거리(Δx)와 전극 간격(d)과의 반비례 관계 및 (ii) 상기 유체의 이동거리(Δx)와 칩에 부가된 전압과의 비례 관계를 이용하여 인쇄할 전극 패턴을 결정하는 단계를 추가적으로 포함할 수 있으며, 이로써 전극을 따라 유체가 이동할 수 있는 최적의 조건을 찾아 패턴을 제작할 수 있다.

본 발명의 구체적인 일 실시예에 따르면, 본 발명의 마이크로유체 칩 상에 물방울을 점적한 후, 70 V 및 120 V의 전압 하에서 전극 사이 간격을 달리 하여 물방울의 이동거리를 측정한 경우, 전극간격(d)과 유체의 이동거리(Δx)는 반비례 관계, 전압크기(V)와 유체의 이동거리(Δx)는 비례 관계가 성립한다.

상술한 본 발명의 방법은 (a) 전극 패턴의 인쇄, (b) 전극 패턴의 절단, 및 (c) 전극 패턴의 조립 등을 각각의 단계로서 실시하는 것으로 표현되어 있으나, 좀 더 빠른 시간 내에 마이크로유체 종이 칩을 제작하기 위하여, 단계 (a)에서 전극 패턴의 도면을 작성할 당시 조립 또는 패턴닝이 완성된 형태로서 인쇄할 수도 있다. 하기 실시예에 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 제작방법에 대해 자세히 개시하고 있으며, 본 발명의 명세서 도 3에 대략적인 방법을 도시하였다.

본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명은 상기 본 발명의 방법에 의해 제작된 모듈형 마이크로유체 종이 칩을 제공한다.

본 발명의 모듈형 마이크로유체 종이 칩은 상술한 본 발명의 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 제작방법을 이용한 것으로서, 이 둘 사이에 공통된 내용은 본 명세서의 과도한 복잡성을 피하기 위하여, 그 기재를 생략한다.

상기 모듈형 마이크로유체 종이 칩에는 전극 패턴 및 유체를 수용할 수 있는 유체를 수용하고, 유체의 흐름(flow)이 이루어지는 전극 패턴이 포함된다. 본 발명의 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 전극 패턴에 유체를 떨어뜨리고 전압을 걸어주면, 도 4에서와 같이 칩 표면에서 물방울의 움직임을 조절할 수 있음을 확인할 수 있다. 따라서 균일화된 다양한 전극 패턴을 이용하여 여러 단계의 화학 합성 등에 활용 수 있다. 본 발명의 구체적인 일 실시예에 따르면, 본 발명의 모듈형 마이크로유체 종이 칩은

나노입자 합성용도로 사용할 수 있다.

【발명의 효과】

본 발명의 특징 및 이점을 요약하면 다음과 같다:

(a) 본 발명은 한 장의 종이에 다양한 모양의 전극 패턴을 한 번에 인쇄하고 필요한 패턴들을 잘라 이어붙일 수 있는 조립식 종이 칩에 관한 것이다.

(b) 본 발명의 방법은 종래의 패터닝제 또는 패터닝 장치를 이용하는 인쇄 회로 기판 제작 방식과 달리 잉크젯 프린터를 이용한 간편한 인쇄과정을 거칠 뿐이며, 이로써 패터닝 방법을 간소화하고 전극 패턴의 조립 형태에 따라 다양한 종류의 칩을 제작할 수 있다.

(c) 따라서 본 발명의 방법을 이용하여 저가의 경제적이고 활용성 높은 마이크로유체 칩을 제공할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

도 1a는 전기습윤법의 원리를 나타내는 모식도이다. $\theta(V)$ 는 전압 V 인 경우의 접촉각을 의미한다.

도 1b는 본 발명에서 사용되는 잉크젯 프린터 원리를 나타낸 모식도이다. 종래의 패터닝 장치를 이용하는 방식과 달리, 압전 헤더를 사용하는 프린트 방식으로서, 용지 상에 CNT 잉크를 분사해서 원하는 패턴을 간단하게 제작할 수 있다.

도 2a는 탄소나노튜브(CNT) 잉크를 이용한 종이 칩에서의 접촉각 측정결과를 나타낸 것이다.

도 2b는 전극을 인쇄하기 위해 물에 고르게 분산된 CNT 잉크를 제작하여 잉크젯 프린터로 인쇄한 후, 인쇄된 전극표면을 전자주사현미경으로 관찰한 이미지를 나타낸 것이다(배율: $\times 70,000$).

도 3은 잉크젯 프린팅을 이용한 모듈형 마이크로유체 종이 칩의 제작과정을 모식적으로 나타낸 것이다.

도 4a는 나열된 전극 위에서의 물방울의 움직임을 모식적으로 나타낸 것이다.

도 4b는 실제 제작된 본 발명의 마이크로 유체 종이칩의 구동 모습을

나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 종이 칩 제작에 사용한 5가지 전극 패턴의 모식도이다.

도 6은 CMT 칩의 조립 예를 나타낸 것이다.

도 7은 전극사이의 간격(d)과 유체의 이동거리(Δx) 간의 관계를 나타낸 그래프이다. 유체는 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하였다.

도 8은 전극간격-이동거리 실험에 사용한 칩을 나타낸 것이다. 유체가 이동한 전극부위를 동그라미로 표시하였다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

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.

실시예

실시예 1 : 탄소나노튜브(CNT) 잉크의 제작

전극 패턴을 인쇄하기 위해 CNT 를 이용하여 잉크를 제작하였고, 종이 위에 인쇄한 후 전극으로 사용하였다. 상기 CNT 전극을 잉크젯 프린터로 인쇄하기 위해 먼저 다중벽(multiwall) CNT 에 분산제를 넣고 볼밀링(ball milling) 작업을 통해 물에 고르게 분산된 CNT 잉크를 만들었다. 상기 잉크를 이용하여 잉크젯 프린터로 전극을 인쇄한 후, 인쇄된 전극표면을 전자주사현미경으로 관찰한 결과, 본 발명에서 제작한 CNT 잉크가 용지 위에 균일하게 패킹되는 것을 볼 수 있었다(도 2b).

한편, 전극으로 사용하기 위해서는 일정량 이상의 전도도가 요구되는데, 본 발명에서는 CNT 전극은 일반 A4 용지 위에서 1 k Ω /sq 의 저항을, 사진 인화용지 위에서 200 Ω /sq 의 저항 값을 얻어 전극으로 사용하기에 충분한 전도도를 보였다.

실시예 2. 탄소나노튜브(CNT) 잉크를 이용한 디지털 마이크로 유체 종이 칩의 DLTMC 패턴 제작

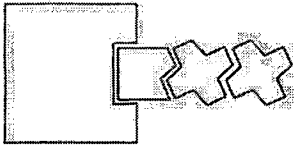
디지털 마이크로 유체 종이 칩의 제작에 사용할 전극 패턴을 제작하기 위하여 포토샵이나 CAD 등과 같은 프로그램을 이용하여 도면을 그리고, 원하는 모양의 전극을 일반 A4 용지 또는 사진 인화용지에 잉크젯 프린터 및 상기 CNT 잉크를 이용하여 수십 μm 해상도로 인쇄하였다.

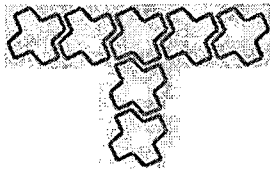
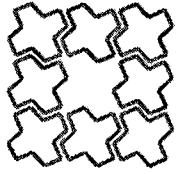
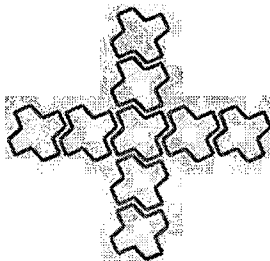
이후, 인쇄된 종이에서 필요한 만큼의 전극 패턴을 잘라내어 패터닝(patterning)을 한 후, 그 위에 절연층을 씌우기 위해 파릴렌 C(parylene C)를 증착시키고 테플론(Teflon) AF1600 을 스핀코팅(spin coating)해주었다. 상기 파릴렌 C 및 테플론이 증착된 종이 칩의 전극 패턴 상에 물방울을 떨어뜨리고 전압(V)을 걸어준 경우, 도 4a 에서와 같이 칩 표면에서 물방울의 움직임을 조절할 수 있음을 확인하였다. 도 4b 는 실제 제작된 본 발명의 마이크로 유체 종이칩의 구동 모습을 나타낸 것이다. 칩 상에서의 유체의 이동(수송, 합류, 혼합) 예를 나타내며, 화살표는 유체의 이동방향을 나타낸다.

한편, 디지털 마이크로유체 칩을 만들기 위해서는 물방울이 처음 만들어지는 시작점(dispensing), 물방울들이 직선으로 나열된 전극 위에서 선형 움직임(linear transport), 여러 개의 방울이 만나서 합쳐지는 것(merging), 합쳐진 방울이 움직임에 의해 섞이는 것(mixing) 등의 움직임이 가능해야 하므로, 본 발명에서는 총 5 가지 종류의 전극 패턴을 한 장의 종이에 인쇄하여 표 1 과 같은 DLTMC 패턴을 제작하였다.

【표 1】

DLTMC 패턴

이름	패턴	용도
D		디스펜싱(Dispensing): 반응에 필요한 용액이 처음에 방울(drop)로 형성되어 나오는 시작점

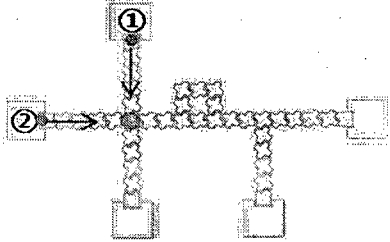
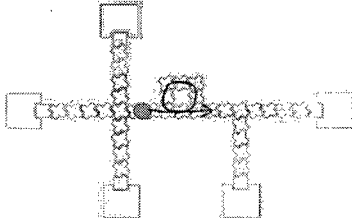
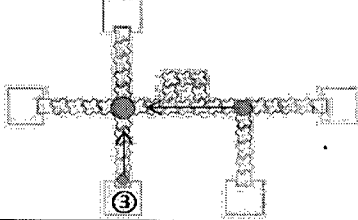
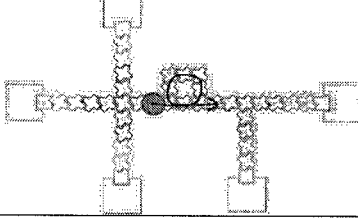
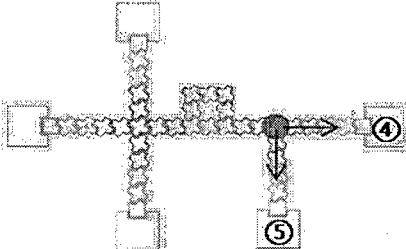
L		선형 수송(Linear transport): 물방울(또는 용액)이 전극을 따라 직선으로 움직이게 하는 길
T		합류(Merging): 양쪽에서 온 방울이 하나로 합쳐지는 T자형 지점
M		혼합(Mixing): 방울이 사각형 모양의 전극을 돌면서 내부에서 용액이 섞임
C		교차(Cross): 여러 개의 방울이 만나서 합쳐지거나(Merging) 방울이 움직이는 방향을 여러 가지로 만들어줌

실시예 3. CMT 패턴을 결합한 모듈칩 및 이를 이용한 금 나노입자의 합성

상기 표 1에서 패턴 D 5개와 패턴 C, M, T를 각각 하나씩 사용하여 CMT 패턴을 결합한 모듈칩을 조립하였다. 상기 패턴 및 3종류의 용액(HAuCl_4 , NaBH_4 , 리신)을 이용하여 금(gold) 나노입자를 합성하였다. 도 5는 CMT 패턴을 결합한 모듈칩의 조립 예를 나타낸 것이며, 표 2는 CMT 패턴을 결합한 모듈칩 상에서 유체의 이동경로에 따른 각 지점에서의 동작 및 금 나노입자의 형성 단계를 나타낸다.

【표 2】

금 나노입자의 형성

단계	동작	설명
1		①로부터의 HAuCl_4 용액과 ②로부터의 NaBH_4 용액이 만나 + 모양에서 합쳐짐
2		만난 용액이 □ 모양의 패턴을 돌면서 섞임(콜로이드성 금 나노입자가 형성됨)
3		③에서 캡핑(capping) 시약인 리신용액이 나와 단계 2 의 용액과 만남
4		단계 3 에서 만들어진 방울이 □ 모양의 패턴을 돌면서 섞임
5		캡핑된 금 나노입자 용액이 ④로 이동하여 다른 장치와 연동함으로써 검출됨. 필요없는 부산물은 ⑤로 이동

실시예 4. 전극 간격과 이동거리 관계의 측정

물방울을 칩 내부에 점적한 후, 일정 전압 하(70 V 및 120V)에서 전극 사이 간격을 달리 하여 물방울의 이동거리를 측정하였다. 도 7 의 검은색 띠 부분은 전극을 의미하며, 흰색 띠는 종이를 의미한다. 도 7 에서 볼 수 있듯이, 같은 전압을 주어도 전극 간격에 따라 유체의 이동거리가

차이가 나며, 고전압 일수록 유체의 이동거리가 증가하는 것을 알 수 있었다. 즉, 각 전압별 이동거리와 전극 사이의 간격은 서로 상관관계가 있다는 결과를 얻었으며, 전극간격과 유체의 이동 거리는 반비례 관계, 전압크기와 유체의 이동거리는 비례 관계가 성립함을 확인하였다.

한편, 본 발명에서 사용한 잉크젯 프린터는 전극 사이의 간격을 최소 0.1 mm - 0.2 mm 로 제한하며, 회로의 구동이 가능한 최대 전극 간격 사이즈는 0.7 mm 로서, 마이크로유체 종이칩을 제작할 때 간격과 이동거리의 관계를 고려하여 전극을 따라 유체가 이동할 수 있는 최적의 조건을 찾아 패턴을 제작할 수 있다.

도 8 은 전극 간격-이동거리 시험에 사용한 마이크로유체칩을 나타내며, 도 8 에 표시된 양 전극간에서 상기 실험을 실시하였다. 물방울은 전극과 수직 방향의 경로를 통하여 이동하며, 물방울이 전극과 전극 사이를 이동한 거리차를 " Δx ", 전극 사이의 간격을 " d "로 나타내었다.

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

【특허청구범위】**【청구항 1】**

다음 단계를 포함하는 모듈형 마이크로유체 칩의 제작방법:

- (a) 전도성 잉크(conductive ink) 및 잉크젯 프린팅을 이용하여 기판에 전극 패턴을 인쇄하는 단계;
- (b) 상기 인쇄된 전극 패턴을 절단하는 단계; 및
- (c) 상기 절단된 전극 패턴을 조립하여 모듈형 마이크로유체 칩을 제작하는 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(CNT) 잉크인 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (c) 이후에 상기 전극 패턴 상에 절연층을 형성하기 위하여 추가적으로 절연체를 증착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서, 상기 절연체는 유리, 자기(porcelain) 또는 폴리머 조성물인 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서, 상기 폴리머 조성물은 파릴렌인 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (c) 이후에 전극 패턴 상에 보강 재료를 코팅하는 단계를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서, 상기 보강 재료는 폴리테트라플루오로에틸렌인 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 9】

제 1 항에 있어서, 상기 기판은 종이 또는 필름인 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 10】

제 1 항에 있어서, 상기 전극 패턴은 0.1 mm - 0.7 mm 간격의 전극들을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 11】

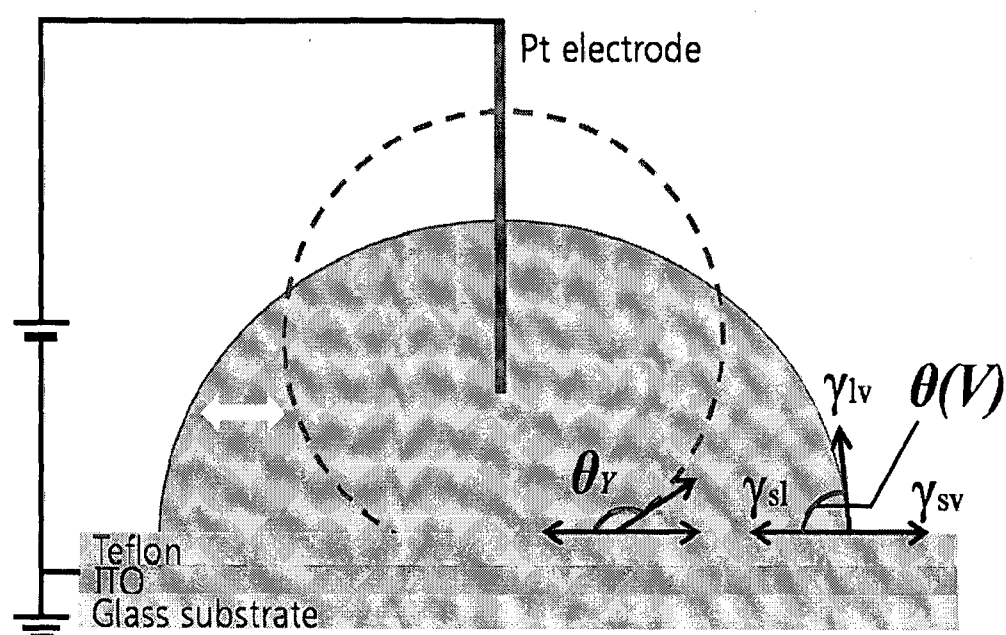
제 1 항에 있어서, 상기 방법은 단계 (a) 이전에 (i) 칩 내부에 점적한 유체의 이동거리(Δx)와 전극 간격(d)과의 반비례 관계 및 (ii) 상기 유체의 이동거리(Δx)와 칩에 부가된 전압과의 비례 관계를 이용하여 인쇄할 전극 패턴을 결정하는 단계를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 12】

상기 제 1 항 내지 11 항의 방법에 의해 제작된 모듈형 마이크로유체 종이 칩.

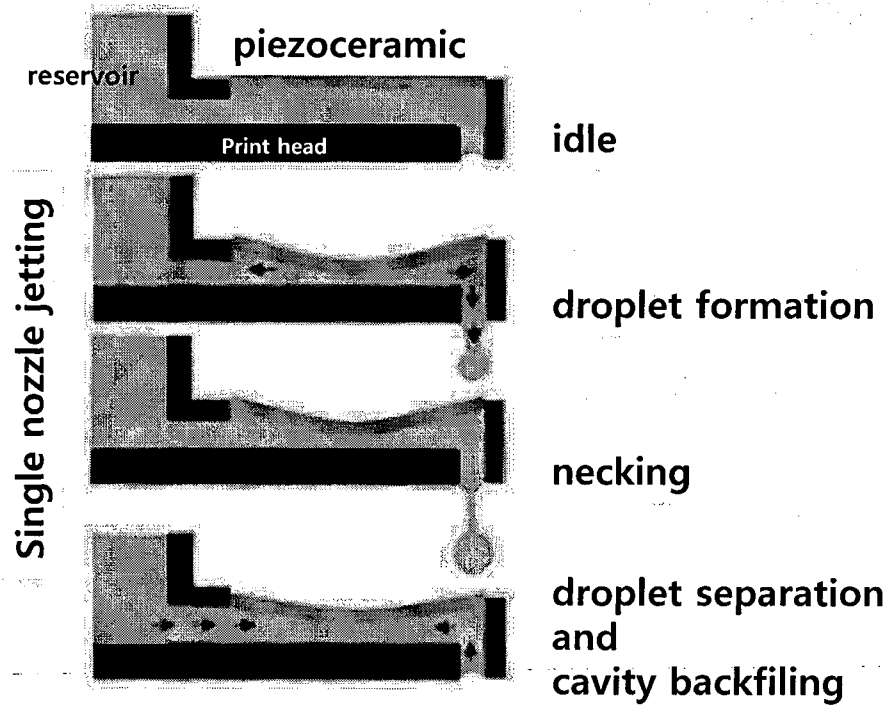
1/11

도 1a



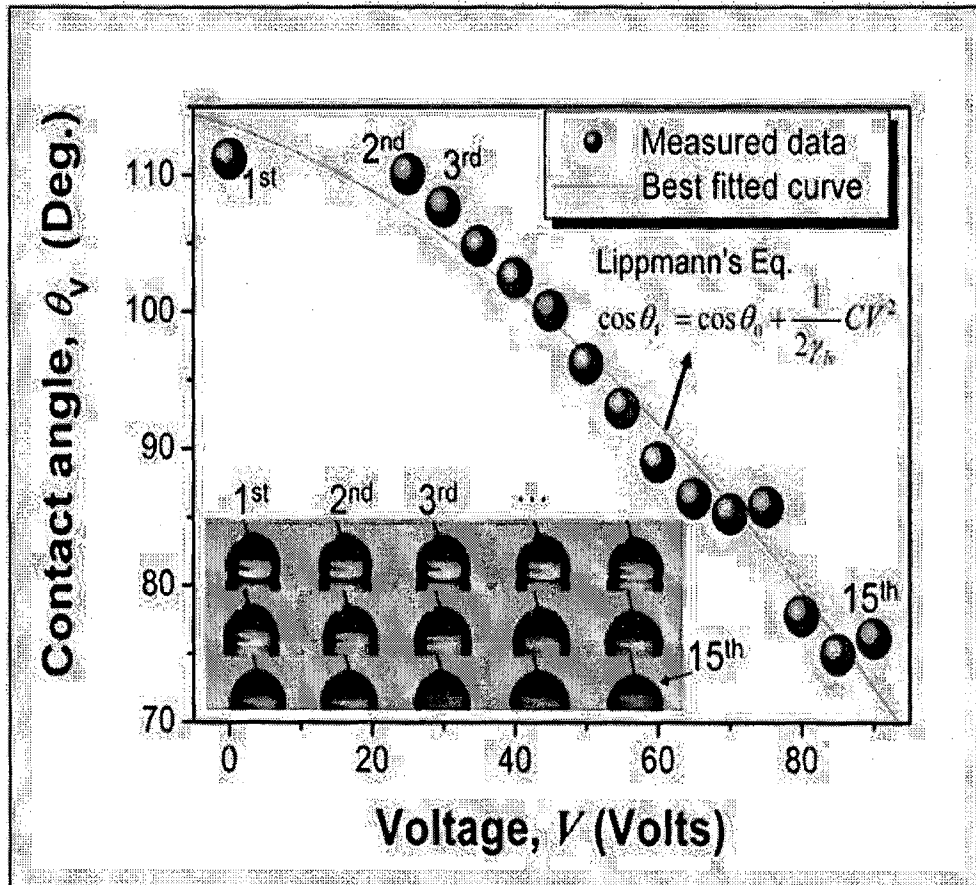
2/11

도 1b



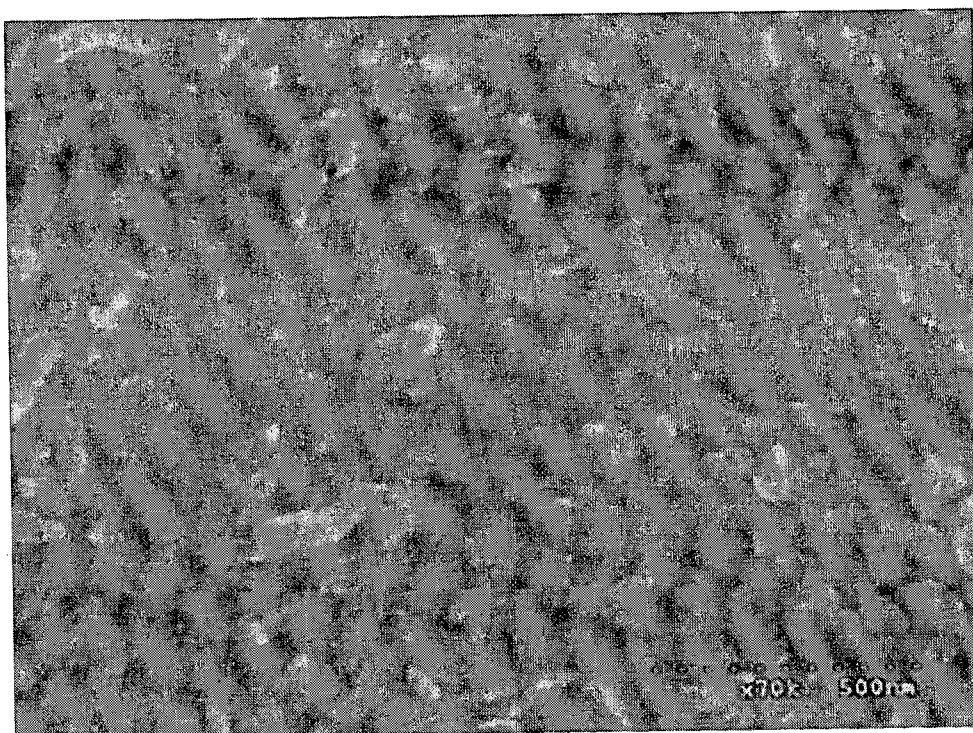
3/11

도 2a



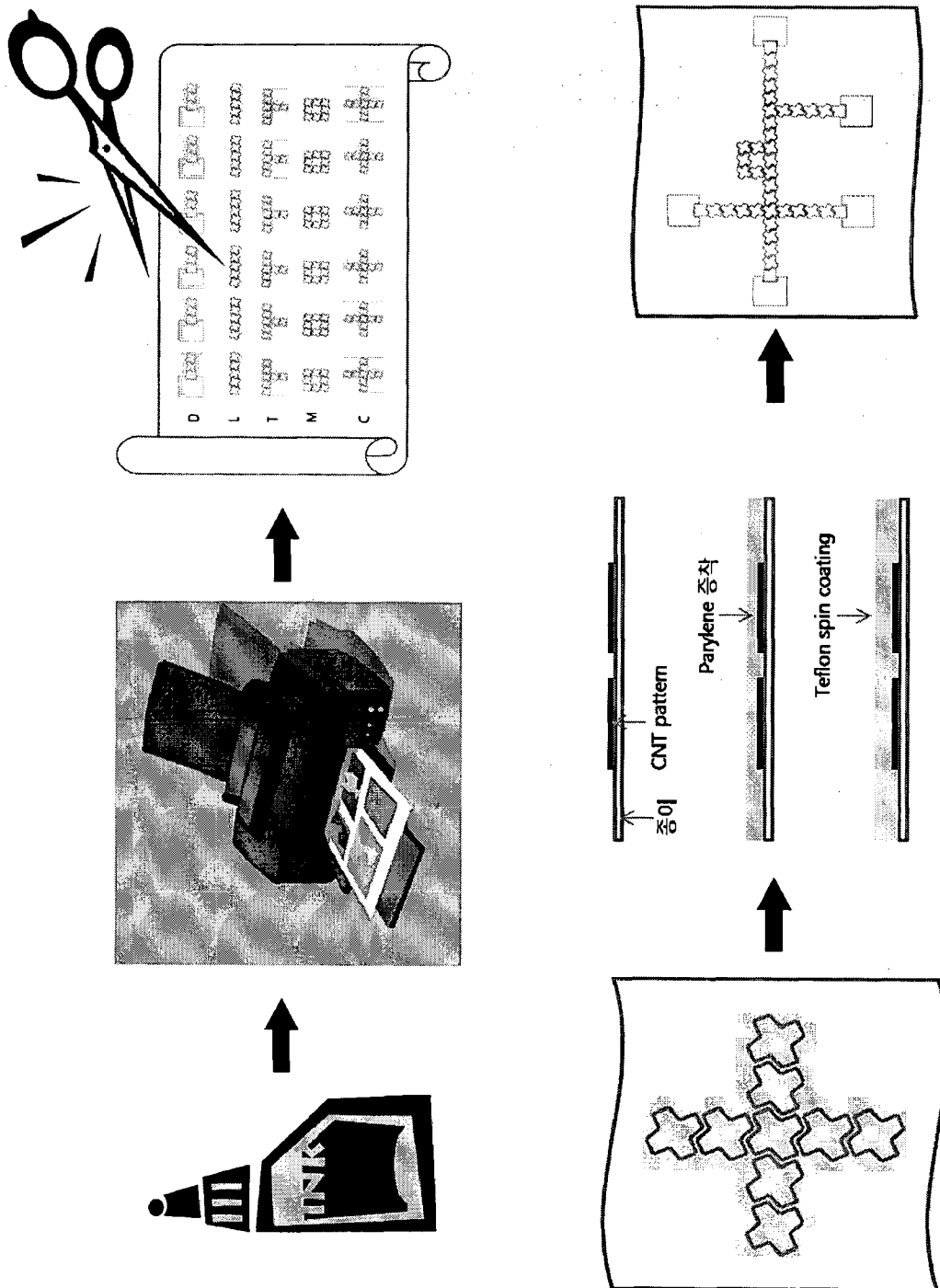
4/11

도 2b



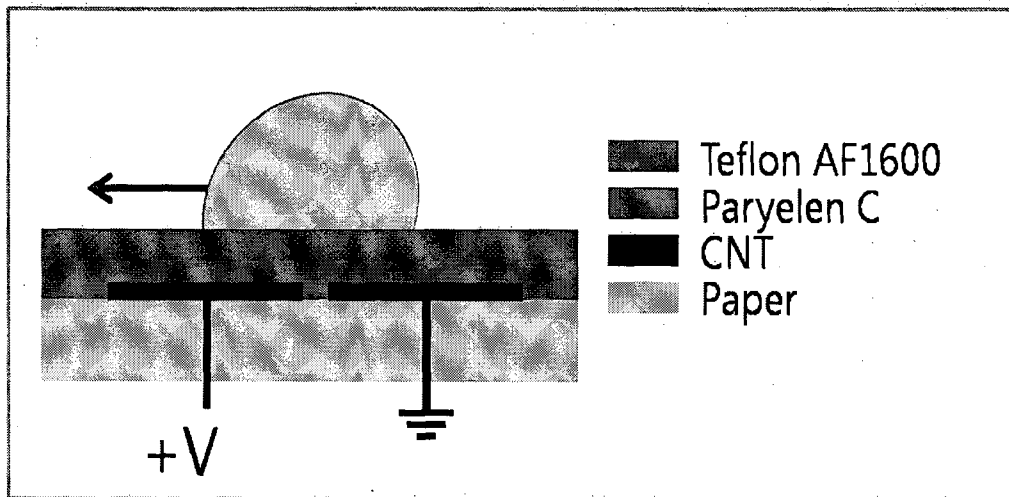
5/11

도 3



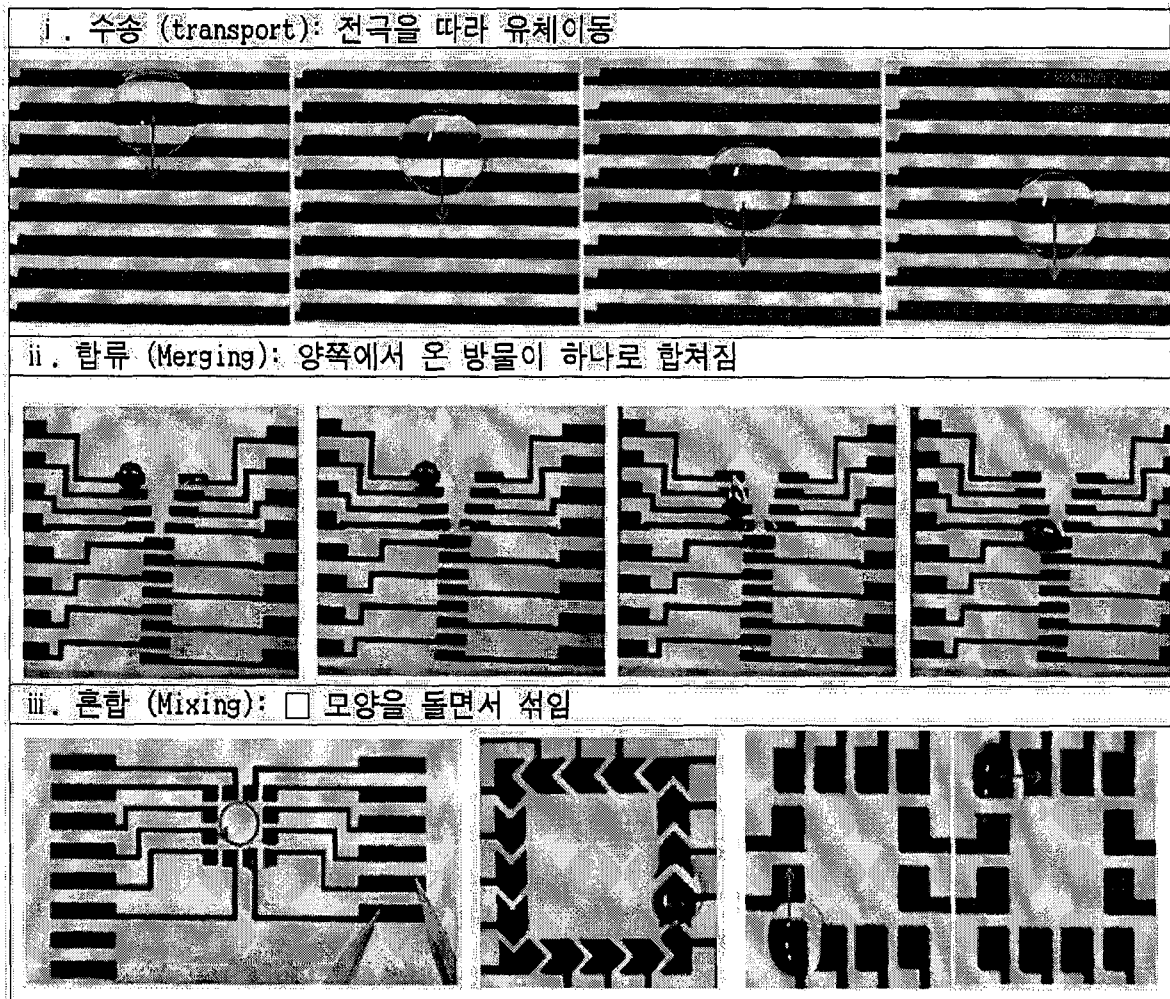
6/11

도 4a



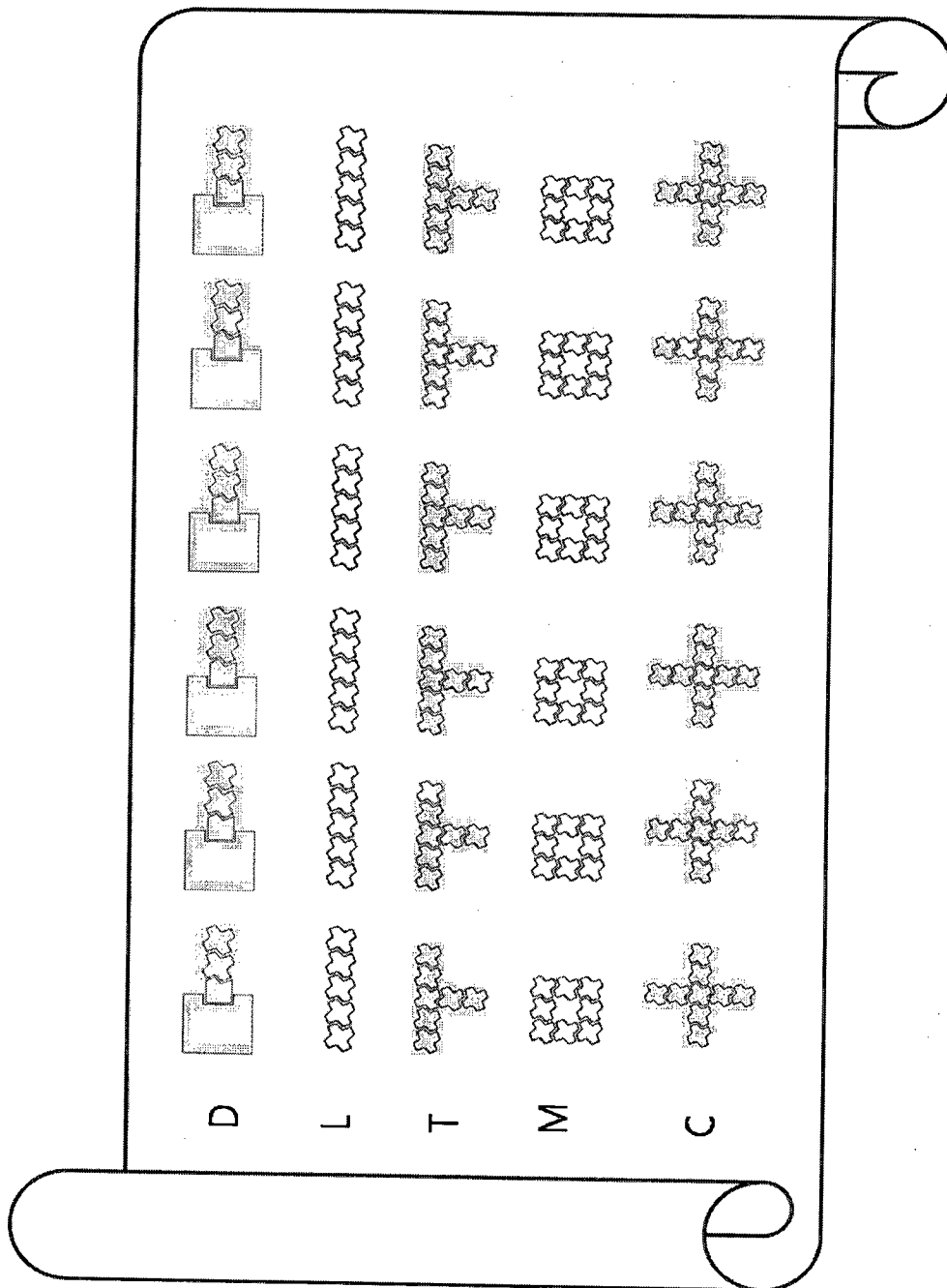
7/11

도 4b



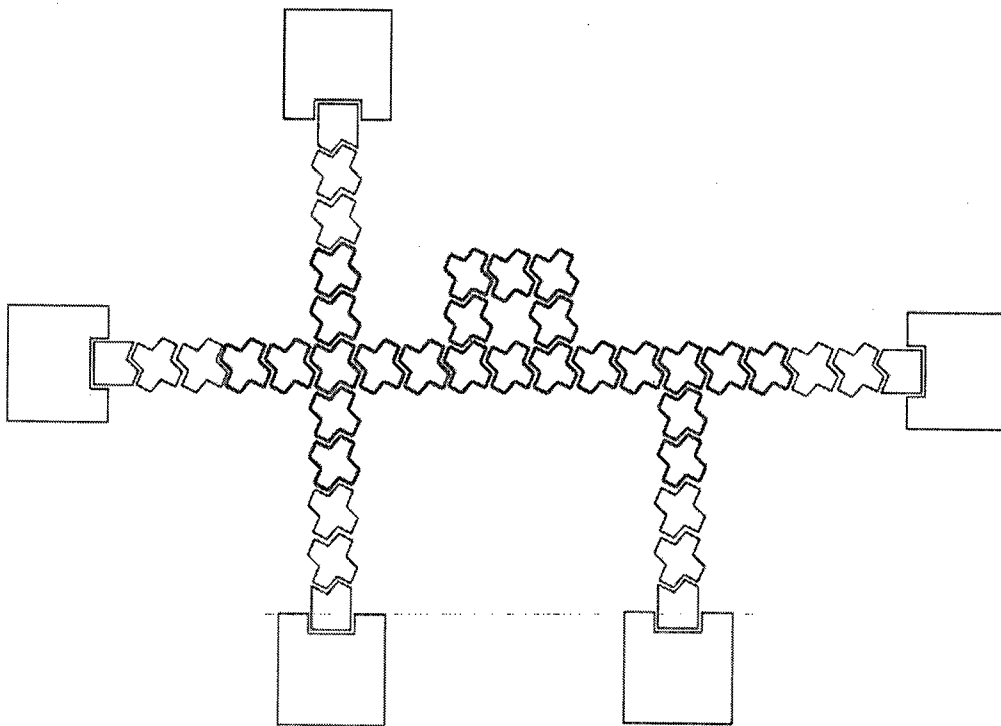
8/11

도 5



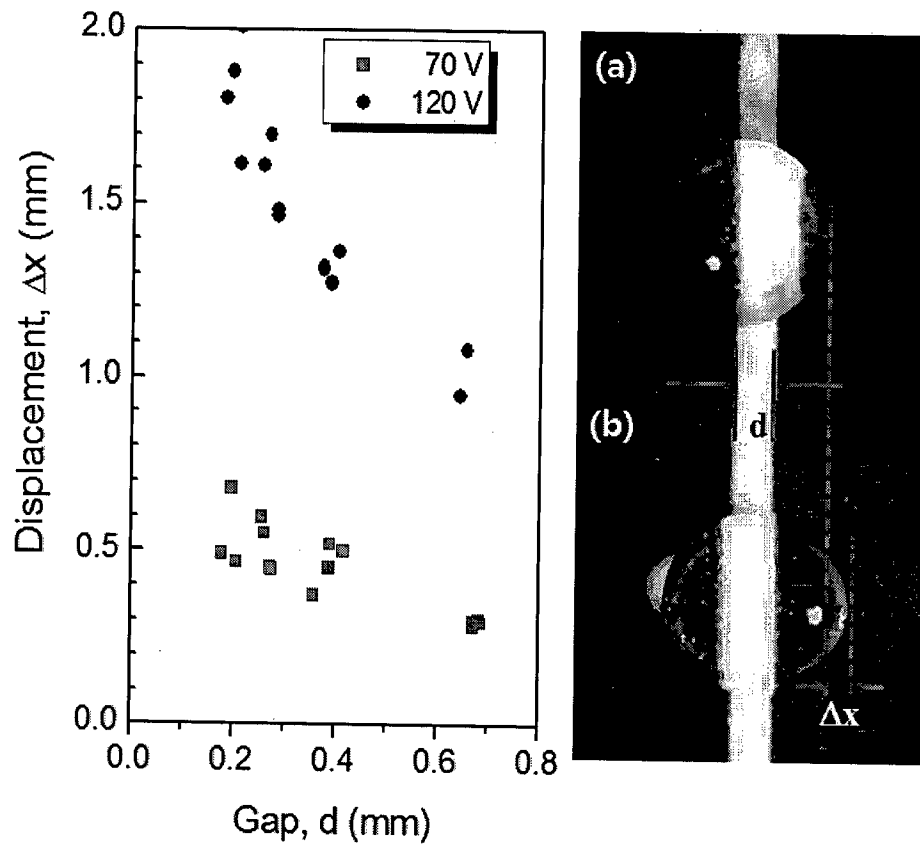
9/11

도 6



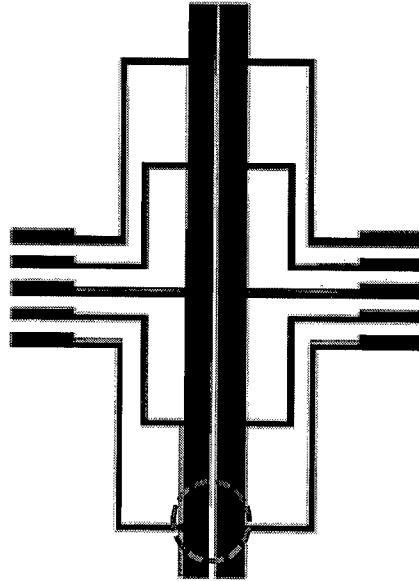
10/11

도 7



11/11

도 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/003815**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 35/10(2006.01)i, G01N 27/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 35/10; C09D 5/24; B82Y 40/00; C09D 11/00; H01L 51/00; H01L 29/786; H01L 21/288; G01N 21/00; C12M 1/34; G06F 3/041; H01B 5/14; G01N 27/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: microfluidics chip, paper, conductive ink, inkjet printing**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-0602811 B1 (YONSEI UNIVERSITY) 19 July 2006 Abstract; page 2 <Purpose of the Invention>, page 4 [paragraph 8]; claim 1; figures 1, 5	1,2,9
Y		3-6,12
A		7,8,10,11
Y	KR 10-0801670 B1 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 11 February 2008	3-6,12
A	Abstract; paragraphs [0019]-[0038]; claim 1; figure 1	1,2,7-11
A	US 2011-0111517 A1 (SIEGEL, Adam C. et al.) 12 May 2011 Abstract; paragraphs [0073]-[0076]	1-12
A	JP 2011-253546 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 15 December 2011 Abstract; paragraphs [0028]-[0029]	1-12
A	US 2009-0065767 A1 (REYNOLDS, Kieran et al.) 12 March 2009 Abstract; paragraphs 1 [0001]-[0003], 6 [0066]	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 SEPTEMBER 2013 (03.09.2013)

Date of mailing of the international search report

04 SEPTEMBER 2013 (04.09.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/003815

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☒ Claims Nos.: **12**
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/003815

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-0602811 B1	19/07/2006	NONE	
KR 10-0801670 B1	11/02/2008	NONE	
US 2011-0111517 A1	12/05/2011	AU 2009-228012 A1 CA 2719800 A1 CN 102016596 A EP 2265958 A2 KR 10-2010-0128340 A WO 2009-121041 A2 WO 2009-121041 A3	01/10/2009 01/10/2009 13/04/2011 29/12/2010 07/12/2010 01/10/2009 17/12/2009
JP 2011-253546 A	15/12/2011	CN 102652340 A JP 04-780254B2 JP 04-888608B2 KR 10-2012-0114260 A TW 201120519 A US 2012-0241199 A1 WO 2011-070801 A1	29/08/2012 28/09/2011 29/02/2012 16/10/2012 16/06/2011 27/09/2012 16/06/2011
US 2009-0065767 A1	12/03/2009	EP 1866979 A2 GB 0506899 D0 GB 0511117 D0 WO 2006-106365 A2 WO 2006-106365 A3	19/12/2007 11/05/2005 06/07/2005 12/10/2006 11/12/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01N 35/10(2006.01)i, G01N 27/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01N 35/10; C09D 5/24; B82Y 40/00; C09D 11/00; H01L 51/00; H01L 29/786; H01L 21/288; G01N 21/00; C12M 1/34; G06F 3/041; H01B 5/14; G01N 27/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 마이크로 유체칩, 종이, 도전성 잉크, 잉크젯 프린팅

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-0602811 B1 (학교법인연세대학교) 2006.07.19 요약; 2쪽 <발명의 목적>, 4쪽 [8단]; 청구항 1; 도면 1, 5	1,2,9
Y		3-6,12
A		7,8,10,11
Y	KR 10-0801670 B1 (한국기계연구원) 2008.02.11 요약; 단락 [0019]-[0038]; 청구항 1; 도면 1	3-6,12
A		1,2,7-11
A	US 2011-0111517 A1 (SIEGEL ADAM C. 외 7명) 2011.05.12 요약; 단락 [0073]-[0076]	1-12
A	JP 2011-253546 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 2011.12.15 요약; 단락 [0028]-[0029]	1-12
A	US 2009-0065767 A1 (REYNOLDS KIERAN 외 4명) 2009.03.12 요약; 1단 [0001]-[0003], 6단 [0066]	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2013년 09월 03일 (03.09.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 09월 04일 (04.09.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

조우연

전화번호 +82-42-481-5617



제2기재란 일부 청구항을 조사할 수 없는 경우의 의견(첫 번째 용지의 2의 계속)

PCT 제17조(2)(a)의 규정에 따라 다음과 같은 이유로 일부 청구항에 대하여 본 국제조사보고서가 작성되지 아니하였습니다.

1. ☐ 청구항:
이 청구항은 본 기관이 조사할 필요가 없는 대상에 관련됩니다. 즉,
2. ☐ 청구항:
이 청구항은 유효한 국제조사를 수행할 수 없을 정도로 소정의 요건을 충족하지 아니하는 국제출원의 부분과 관련됩니다. 구체적으로는,
3. ☒ 청구항: 12
이 청구항은 중속청구항이나 PCT규칙 6.4(a)의 두 번째 및 세 번째 문장의 규정에 따라 작성되어 있지 않습니다.

제3기재란 발명의 단일성이 결여된 경우의 의견(첫 번째 용지의 3의 계속)

본 국제조사기관은 본 국제출원에 다음과 같이 다수의 발명이 있다고 봅니다.

1. ☐ 출원인이 모든 추가수수료를 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 모든 조사 가능한 청구항을 대상으로 합니다.
2. ☐ 추가수수료 납부를 요구하지 않고도 모든 조사 가능한 청구항을 조사할 수 있었으므로, 본 기관은 추가수수료 납부를 요구하지 아니하였습니다.
3. ☐ 출원인이 추가수수료의 일부만을 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 수수료가 납부된 청구항만을 대상으로 합니다. 구체적인 청구항은 아래와 같습니다.
4. ☐ 출원인이 기간 내에 추가수수료를 납부하지 아니하였습니다. 따라서 본 국제조사보고서는 청구범위에 처음 기재된 발명에 한정되어 있으며, 해당 청구항은 아래와 같습니다.

이의신청에
관한 기재

- ☐ 출원인의 이의신청 및 이의신청료 납부(해당하는 경우)와 함께 추가수수료가 납부되었습니다.
- ☐ 출원인의 이의신청과 함께 추가수수료가 납부되었으나 이의신청료가 보정요구서에 명시된 기간 내에 납부되지 아니하였습니다.
- ☐ 이의신청 없이 추가수수료가 납부되었습니다.

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-0602811 B1	2006/07/19	없음	
KR 10-0801670 B1	2008/02/11	없음	
US 2011-0111517 A1	2011/05/12	AU 2009-228012 A1 CA 2719800 A1 CN 102016596 A EP 2265958 A2 KR 10-2010-0128340 A WO 2009-121041 A2 WO 2009-121041 A3	2009/10/01 2009/10/01 2011/04/13 2010/12/29 2010/12/07 2009/10/01 2009/12/17
JP 2011-253546 A	2011/12/15	CN 102652340 A JP 04-780254B2 JP 04-888608B2 KR 10-2012-0114260 A TW 201120519 A US 2012-0241199 A1 WO 2011-070801 A1	2012/08/29 2011/09/28 2012/02/29 2012/10/16 2011/06/16 2012/09/27 2011/06/16
US 2009-0065767 A1	2009/03/12	EP 1866979 A2 GB 0506899 D0 GB 0511117 D0 WO 2006-106365 A2 WO 2006-106365 A3	2007/12/19 2005/05/11 2005/07/06 2006/10/12 2008/12/11