(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0044615
(43) 공개일자 2021년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) *G03F 7/16* (2006.01)
H01B 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/2053 (2013.01)
G03F 7/168 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0128012
(22) 출원일자 2019년10월15일
심사청구일자 2019년10월15일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
주식회사 토닥
서울특별시 구로구 디지털로 242, 1407호 (구로동, 한화비즈메트로1차)
(72) 발명자
전상범
서울특별시 서초구 태봉로2길 65, 405동 1304호
정희수
경기도 하남시 미사강변서로 127, 1812동 1402호
민규식
경기도 수원시 팔달구 권광로 373, 114동 905호(우만동, 월드메르디앙 아파트)
(74) 대리인
특허법인 다해

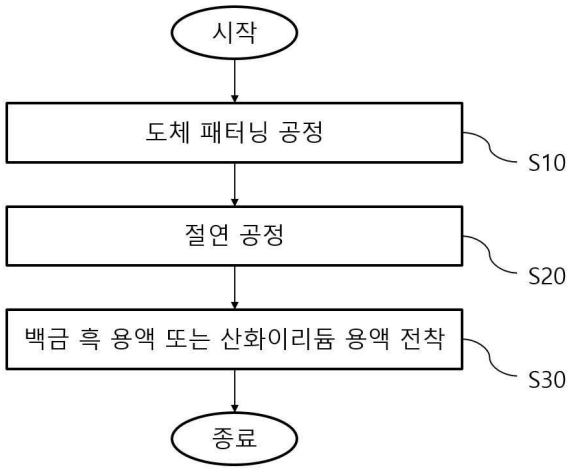
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법은, 도체가 증착된 제1 기판에 대해 레이저를 이용하여 도체 패터닝 공정을 수행하는 단계; 도체 패터닝된 제1 기판에 절연 재료를 사용하여 포토 리소그래피 공정에 의해 절연 공정을 수행하는 단계; 및 백금 흑 용액 또는 산화이리듐 용액을 사이트 개방된 복수의 기록 전극 및 기준 전극에 전착하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G03F 7/2022 (2013.01)
G03F 7/70033 (2013.01)
H01B 1/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017M3C1B2085310
부처명 미래창조과학부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 원천기술개발사업
연구과제명 생체외 환경 플랫폼을 통한 말초신경 재생기술 개발 및 패키징 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2017.03.01 ~ 2022.08.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 S2604684
부처명 중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명 중소기업기술정보진흥원
연구사업명 혁신형기업기술개발
연구과제명 생체이식장치를 위한 무선통신 및 무선전력 전송기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 주식회사 토닥
연구기간 2018.06.01 ~ 2020.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

도체가 증착된 제1 기판에 대해 레이저를 이용하여 도체 패터닝 공정을 수행하는 단계;

도체 패터닝된 제1 기판에 절연 재료를 사용하여 포토 리소그래피 공정에 의해 절연 공정을 수행하는 단계; 및

백금 흑 용액 또는 산화이리듐 용액을 사이트 개방된 복수의 기록 전극 및 기준 전극에 전착하는 단계를 포함하는 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도체는 금, 백금, 인듐-주석 산화물 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 도체 패터닝 공정을 수행하는 단계는,

도면 기반으로 도체의 모양을 따라 기 정해진 선폭의 레이저 선으로 패터닝되는 것을 특징으로 하는 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 절연 재료는 SU-8 네거티브 포토레지스트인 것을 특징으로 하는 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 절연 공정을 수행하는 단계는,

상기 도체 패터닝된 제1 기판 상에 상기 절연 재료를 스핀 코팅하는 단계;

핫 플레이트 상에서 소프트 베이크를 실시하는 단계;

상기 절연 재료를 얼라이너를 사용하여 노광하는 단계;

노광 후 베이크(PEB; post expose bake)를 실시하는 단계;

현상 후 헹굼 및 건조를 실시하는 단계; 및

핫 플레이트에서 하드 베이크를 실시하는 경화 단계를 포함하며,

상기 소프트 베이크 및 PEB는 90초 이상 실시하는 것을 특징으로 하는 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제1 기판의 하부에 네거티브 포토 레지스트로 이루어진 제2 기판을 추가로 결합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 뇌 기능을 밝히기 위해 신경 네트워크의 전기 생리학적 특징이 오랫동안 연구되어 왔다. 뉴런의 전기적 활동은 단일 채널에 기록되었고, 이 기술은 뇌의 기본 메커니즘을 이해하는데 도움이 되었다. 또한, 신경 세포의 구조와 기능을 분자 수준에서 연구함에 따라 말초 신경계의 재생에 대한 연구가 진행되고 있다. 이 연구에는 신경 신호를 검출하고 자극할 수 있는 다중 미세 전극을 포함하는 미세 전극 어레이(MEA; microelectrode arrays)가 사용된다.

[0003] MEA는 체외에서 자극 또는 기록하기 위한 평면형(planar type)과 생체 내에서 신경을 자극 또는 기록하기 위한 깊이형(depth-type)의 두 가지 유형으로 나뉜다. 평면형 MEA는 세포 기반 바이오 센서, 셀온어칩(cell on a chip) 및 신경 보철을 위한 테스트 플랫폼으로 사용되고 있다. 특히, 평면형 MEA는 초고속 CMOS형 MEA, 표면 마이크로 패터닝된 MEA 및 미세 유체성 MEA 등으로 다양하게 사용될 수 있다.

[0004] 일반적으로 널리 사용되는 상용의 MEA는 독일의 Multi Channel Systems MCS GmbH의 제품이나, 이는 고가의 소모품이라는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 당해 기술분야에서는 우수한 성능을 보이면서도 저비용의 MEA를 제조하기 위한 방안이 요구되고 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 일 실시예는 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법을 제공한다.

[0007] 상기 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법은, 도체가 증착된 제1 기판에 대해 레이저를 이용하여 도체 패터닝 공정을 수행하는 단계; 도체 패터닝된 제1 기판에 절연 재료를 사용하여 포토 리소그래피 공정에 의해 절연 공정을 수행하는 단계; 및 백금 흑 용액(platinum black) 또는 산화이리듐 용액을 사이트 개방된 복수의 기록 전극 및 기준 전극에 전착하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 덧붙여 상기한 과제의 해결수단은, 본 발명의 특징을 모두 열거한 것이 아니다. 본 발명의 다양한 특징과 그에 따른 장점과 효과는 아래의 구체적인 실시형태를 참조하여 보다 상세하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 우수한 성능을 보이면서도 저비용의 MEA를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법의 흐름도이다.

도 2는 도 1에 도시된 도체 패터닝 공정의 일 실시예를 도시하는 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 절연 공정의 일 실시예를 도시하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 ITO가 에칭된 영역을 도시하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저에 의한 ITO 패터닝 결과를 도시하는 도면이다.

도 6은 상이한 베이크 시간에 따른 결과를 도시하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 하드 베이크 과정 전후의 상태를 도시하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 백금 흑 용액의 전착을 위한 전위 사이클을 도시하는 도면이다.

도 9는 백금 흑 용액의 전착 전후의 상태를 도시하는 도면이다.

도 10은 MEA에서의 DIV(day in vitro) 7 MN(motor neuron) 결과를 도시하는 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따라 레이저 패터닝된 ITO MEA에서 DIV 7에서 DIV 12까지 5 일 동안의 MN 성장 결과를 도시하는 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 추가 기판을 사용하는 경우를 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 DNR L300-40 네거티브 포토레지스트 기판을 사용한 경우의 노광 결과를 도시하는 도면이다.

도 14는 기판의 종류에 따라 부착된 기판에 대한 현상 결과를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0013] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 패터닝과 감광성 폴리머 절연막을 이용한 평면형 다중 전극 어레이 제조 방법의 흐름도이고, 도 2는 도 1에 도시된 도체 패터닝 공정의 일 실시예를 도시하는 도면이며, 도 3은 도 1에 도시된 절연 공정의 일 실시예를 도시하는 도면이다.

[0017] 도 1을 참조하면, 우선, 도체 패터닝 공정을 수행할 수 있다(S10). 여기서, 도체 재료는 전도성이 높고 생체 적합하며 화학적으로 안정한 물질을 사용할 수 있으며, 예를 들어 금(Au), 백금(Ti) 및 인듐 - 주석 산화물(ITO) 등을 사용할 수 있다.

[0018] 후술하는 실시예에서는, 투명한 물질이고, 현미경으로 뉴런이나 조직을 관찰하기 쉽고 생체 적합성이 있는 ITO 기반 MEA를 제조하는 경우에 대해서 구체적으로 설명하나, 본 발명이 반드시 이로 제한되는 것은 아니다.

[0019] 일 실시예에 따르면, 도 2에 도시된 바와 같이, (a) ITO가 증착된 유리(Glass)에서 (b) 레이저를 이용하여 ITO를 패터닝할 수 있다. 예를 들어, 50 kHz 펄스 UV 레이저(LPKF Laser & Electronics AG, ProtoLaser U3, Garbsen, Germany)가 0.247 W의 출력 및 200 nm/s의 마크 속도로 ITO 증착 유리 상에 6 회 반복하여 패터닝될 수 있다.

[0021] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 ITO가 에칭된 영역을 도시하는 도면으로, 본 발명의 실시예에 따르면, 도체를 제외한 모든 영역이 ITO 층에서 제거되는 일반적인 에칭 공정과는 상이하게, 도면(Plane) 기반으로 도체 모양을 따라 레이저 선(Laser line)으로 패터닝될 수 있다. 즉, ITO 층에서 필요한 도체 부분과 이를 제외한 나머

지 배경 부분은 레이저 선으로 구분될 수 있다.

[0023] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저에 의한 ITO 패터닝 결과를 도시하는 도면으로, (a)는 MEA 플랜을 도시하고, (b)는 레이저 패터닝에 의한 기록 전극 및 도선을 도시하며, 예를 들어 49 x 49 mm ITO 증착 유리가 15 μm 선폭과 200 mm/s 마크 속도의 레이저로 패터닝된 결과를 도시한다.

[0024] 샘플의 크기를 고려할 때, 마크 속도는 빠르고 도체로 사용될 부위를 제외한 모든 ITO를 제거하지 않고 도체 부분을 형성할 수 있다. 처리 시간은 1 분 정도로 짧으며, 전도체가 레이저로 배경으로부터 완전히 분리됨을 확인할 수 있다. 제조사(U.I.D, Korea)에 의해 제공된 ITO 사양에서 ITO 증착 두께는 185 nm이고, 표면 프로파일러(DektakXT-A, Bruker Corp., Billerica, MA, USA)로 측정한 패턴의 단차 높이는 207 nm였다. 따라서, ITO 두께 오차(예를 들어, 5%)를 고려하더라도, 패턴의 단차가 크므로, ITO를 레이저로 충분히 절단함으로써 패턴이 양호하게 형성됨을 확인할 수 있다.

[0026] 이후, 절연 공정을 수행할 수 있다(S20). 여기서, 절연 재료는 신호 누설 및 신호 감쇄를 최소화하고 생체 적합성을 가지는 물질을 사용할 수 있으며, 예를 들어 SiO_2, SiN, ONO(SiO_2-Si_3N_4-SiO_2 복합체), 폴리머(폴리실록산 수지, SU-832-33), 폴리이미드, 아크릴 이미드 필름, 폴리디메틸실록산(PDMS) 등을 사용할 수 있다.

[0027] 일 실시예에 따르면, 절연 공정은 SU-8 네거티브 포토레지스트를 사용하여 간단한 공정인 포토 리소그래피 공정에 의해 수행될 수 있다.

[0028] 구체적으로 설명하면, 도 3에 도시된 바와 같이, (a) 패터닝된 ITO 유리 상에 절연층을 SU-8 2 네거티브 포토레지스트(Microchem Corp., Westborough, MA, USA)로 1.3 μm 높이(3000 rpm, 30 초)로 스핀 코팅한 후, 핫 플레이트상에서 65 ℃에서 90 초간, 95 ℃에서 90 초간 연속하여 소프트 베이크(soft bake)를 실시할 수 있다.

[0029] 이후, (b) 전극과 접촉 패드를 개방하기 위해 SU-8 네거티브 포토레지스트를 얼라이너(SÜSS Micro Tec SE, MA6, Garching, Germany)를 사용하여 150 mJ/cm^2에서 노광하고, 이후, 패터닝된 ITO 유리에 상술한 소프트 베이크와 동일한 파라미터로 노광 후 베이크(PEB; post expose bake)를 실시할 수 있다. 절연층은 SU-8 현상액(Microchem Corp., Westborough, MA, USA)으로 1 분 동안 현상하고, 이소프로필알콜(IPA)로 헹군 후, N_2 가스로 건조될 수 있다.

[0030] 여기서, SU-8 2 네거티브 포토레지스트의 데이터 시트에 제공된 표준 절차를 사용하는 경우, ITO 층과 포토레지스트 사이의 접착력이 좋지 않아 개발 후 포토 레지스트가 벗겨질 수 있다. 이에, 본 발명의 실시예에서는 접착력을 높이기 위해 파라미터를 조절하였다.

[0031] 구체적으로, 본 발명의 실시예에서는 소프트 베이크 및 PEB 시간을 증가시킬 수 있다.

[0032] 도 6은 상이한 베이크 시간에 따른 결과를 도시하는 도면으로, (a)는 베이크 시간을 늘리기 전(소프트 베이크: 1 분, PEB: 1 분), (b)는 베이크 시간을 증가시킨 후(소프트 베이크: 90 초, PEB: 90 초), 그리고 (c)는 베이크 시간을 증가시킨 후에 좁은 면적을 갖는 기록 전극(소프트 베이크: 90 초, PEB: 90 초)을 도시한다.

[0033] 도 6을 참조하면, 소프트 베이크 시간 및 PEB 시간을 90초 이상으로 증가시키면, ITO 층과 포토레지스트 사이의 접착력이 향상되고 패턴이 파손되지 않음을 확인할 수 있다. 소프트 베이크는 용매를 증발시키고 필름을 치밀화하는 단계이고, PEB는 필름의 노출된 부분을 선택적으로 가교 결합시키는 단계이므로, 베이크 시간을 증가시켜서 필름을 치밀화하고 가교 결합시키기에 충분한 시간을 제공함으로써, ITO 층과 포토레지스트 사이의 접착력을 증가시킬 수 있다.

[0034] 또한, 포토 리소그래피 공정은 150 ℃에서 30 분간 핫 플레이트에서 하드 베이크를 실시하는 경화 단계(curing step)로 마무리될 수 있다. 절연막의 표면은 미세 기포 또는 미세 균열에 의해 오염될 수 있으며, 공정 중에 생성된 미세 기포 또는 미세 균열은 절연막의 성능을 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 경화 단계인 하드 베이크를 통해 절연막의 표면을 제거하게 된다.

[0035] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 하드 베이크 과정 전후의 상태를 도시하는 도면으로, (a)는 하드 베이크 전의 표면 상태를 도시하고, (b)는 하드 베이크 후의 표면 상태를 도시한다. 이처럼 본 발명의 실시예에서는 하드

베이크를 실시하여 청정하지 않은 절연막의 표면을 세정할 수 있다.

[0037] 이후, 백금 흑 용액 또는 산화이리듐 용액을 사이트 개방된 복수의 기록 전극 및 기준 전극에 전착시킬 수 있다(S30). 예를 들어, 59개의 기록 전극과 1개의 기준 전극을 포함하는 60개의 전극이 백금 흑 용액으로 전착될 수 있다. 이를 위해 사용되는 전착 용액은 전도성 전해질의 H_2PtCl_6, NaCl, 지지 전해질 및 아세트산 납으로 구성되어 백금 흑 용액의 빠른 증착을 방지할 수 있다. 이러한 전착 용액을 제조하기 위해, 1 중량 % H_2PtCl_6을 먼저 탈 이온수에 용해시키고 0.1M NaCl을 첨가하며, 이어서 아세트산 납을 0.6g / 1의 농도가 되도록 첨가할 수 있다.

[0038] 일 실시예에 따르면, Ag/AgCl 기준 전극(Bioanalytical Systems, Inc., MF-2052, West Lafayette, IN, 미국), 백금 와이어 상대 전극(CH Instruments, Inc., CHI115, Bee Cave, TX, USA) 및 작용 전극으로 구성된 3 전극 시스템이 전착 공정에 사용될 수 있다. 전위는 potentiostat(WonATech Co., ZIVE SP2, Seoul, Korea)에 의해 제어될 수 있다. 전기도금 공정은 공지된 방법에 따라 수행될 수 있다. 기본 전착 프로토콜은 도 8의 (a)에 도시된 50 mV/s 스윕 속도에서 Ag/AgCl 기준 전극 대비 0.0 V와 0.55 V 사이의 삼각 파형과 도 8의 (b)에 도시된 펄스 지속 시간이 0.5초이고 0.55V에서 1 Hz의 펄스 속도를 갖는 직사각형 전위 펄스로 구성될 수 있다. 전기도금 공정 후, 전착된 전극을 탈 이온수로 세척하고 N_2 가스로 건조시킬 수 있다.

[0040] 도 9는 백금 흑 용액의 전착 전후의 상태를 도시하는 도면으로, (a)는 백금 흑 용액의 전착 전의 ITO 기록 전극 부위를 도시하고, (b)는 백금 흑 용액의 전착 후의 백금 흑 기록 전극 부위를 도시한다.

[0041] 또한, 백금 흑 용액의 전착 전후에 대해 후술하는 바에 따라 전기 화학적 임피던스 측정 결과, 전착 전의 30 ㎛ 직경의 기록 전극의 임피던스는 3 MΩ으로, 동일한 직경의 상용의 MEA의 기록 전극의 임피던스인 175 kΩ의 약 20배임을 알 수 있다. 그러나, 전착 후에는 동일 기록 전극의 임피던스는 695 kΩ로 절반 이상 감소됨을 확인하였다.

[0043] 상술한 과정에 따라 제조된 MEA에서 SU-8 2 네거티브 포토레지스트의 절연 재료로서의 성능과, 전극 재료로서의 ITO의 성능을 확인하기 위해 임피던스 측정 및 운동 뉴런(MN) 배양을 실시할 수 있다. 여기서, 전기 화학적 임피던스 측정은 3 전극 시스템인 Potentiostat을 이용하여, 전기 화학 임피던스 분광법(EIS)에 의해 수행될 수 있으며, 일 예로, 인가된 여기 전압 진폭은 10mV이고 10Hz에서 100kHz까지의 주파수 범위에서 측정될 수 있다.

[0045] 도 10은 MEA에서의 DIV 7 MN 결과를 도시하는 도면으로, (a)는 상용의 MEA의 DIV 7 MN 상태를 도시하고, (b)는 본 발명의 실시예에 따라 레이저 패터닝된 MEA의 DIV 7 MN 상태를 도시하는 것으로, 구체적으로 1800 cells/mm^2의 밀도에서 DIV 7 MN 상태를 나타낸 것이다.

[0046] 또한, 도 11은 본 발명의 실시예에 따라 레이저 패터닝된 ITO MEA에서 DIV 7에서 DIV 12까지 5 일 동안의 MN 성장 결과를 도시하는 도면으로, (a)는 DIV 7 MN 상태를 도시하고, (b)는 DIV 12 MN 상태를 도시한다.

[0047] 도 10 및 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 레이저 패터닝된 MEA에서 세포가 잘 자라고, 동일 사이트에서 MN의 상태가 오랫동안 지속됨을 확인할 수 있으며, 이로써 절연 재료가 생체 적합성이 있고 MN 배양에 적합하다는 것을 확인할 수 있다. 비록, 부분적으로 세포 응집이 일어나는 것이 확인되었으나, MEA의 동일한 위치에서 관찰된 DIV 12 MN 상태는 미디어가 교체 될 때 MN이 강한 압력으로 인해 약간 옮겨 놓은 것을 제외하고는 여전히 잘 자람을 확인하였다.

[0049] 한편, 본 발명의 실시예에 따르면, 정밀도 향상을 위해 추가 기판을 사용할 수 있다.

[0050] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 추가 기판을 사용하는 경우를 설명하기 위한 도면으로, 도 12에 도시된 바와 같이, 유리 기판(Glass)의 하부에 네거티브 포토 레지스트인 DNR L300-40 기판을 추가 기판으로 사용할 수 있다. 여기서, DNR L300-40 기판은 워터 본딩(water bonding) 및 처리된 포토 리소그래피에 의해 기판(즉, 유리

기판의 하부)에 결합될 수 있다.

[0052] 도 13은 DNR L300-40 네거티브 포토레지스트 기판을 사용한 경우의 노광 결과를 도시하는 도면으로, 워터 본딩에 의해 부착된 DNR L300-40 네거티브 포토레지스트로 ITO 패터닝 유리에 노출되었을 때, 기록 전극이 완전히 개방된 것을 확인할 수 있다.

[0054] 도 14는 기판의 종류에 따라 부착된 기판에 대한 현상 결과를 도시하는 도면으로, (a) Si 웨이퍼 기판을 추가 기판으로 사용한 경우와 (b) DNR L300-40 네거티브 포토레지스트 기판을 추가 기판으로 사용한 경우를 비교하여 도시한다.

[0055] 도 14를 참조하면, 부착된 기판의 종류에 따라 완성도가 달라지는 것을 알 수 있으며, 특히 DNR L300-40 네거티브 포토레지스트 기판을 추가 기판으로 사용한 경우에 완성도가 높아짐을 확인할 수 있다.

[0057] 도 12 내지 도 14를 참조하여 상술한 바와 같이, 추가 기판의 사용 및 이의 물질에 따라 사이트 개방 여부에 차이가 있으며, 이에 따라 기판이 리소그래피의 정밀도에 영향을 미침을 알 수 있다.

[0058] 다시 말해, ITO 패터닝 유리가 기판없이 노출된 경우에는 ITO 패터닝 유리를 투과한 UV는 척으로부터 확산되어 리소그래피 정밀도를 낮추게 된다.

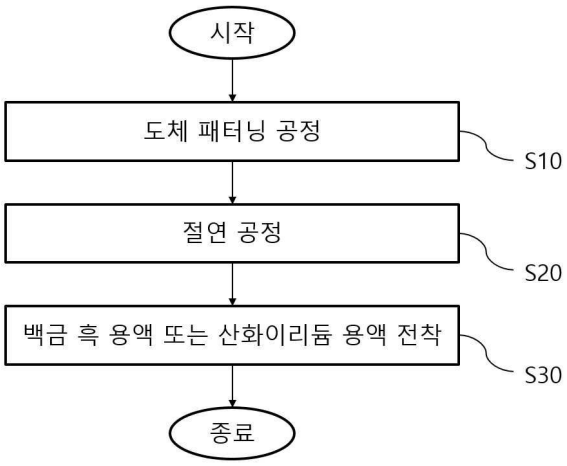
[0059] 이에 반해, 본 발명의 실시예에 따라 DNR L300-40 네거티브 포토 레지스트 기판을 사용한 경우, DNR L300-40 포토 레지스트는 네거티브 포토 레지스트이므로, UV 광을 완전히 흡수하여 반사광이 거의 없다. 따라서, 보다 향상된 리소그래피 정밀도를 달성할 수 있다.

[0061] 상술한 본 발명의 실시예에 따르면, 간단한 공정을 통해서 단축된 시간과 저렴한 비용으로 상용 MEA와 유사한 성능을 가진 MEA를 제조할 수 있다. 도체 패터닝을 위해 포토 리소그래피 패터닝 마스크와 에칭 공정을 필요로 하는 종래의 도체 패터닝 공정에 비해, 보다 용이하고 패터닝이 쉬운 레이저 공정을 이용한다. 또한, 도면에 샘플을 정렬한 후에 레이저 공정을 수행하므로 기존의 공정에 비해 훨씬 작은 시간이 소요될 수 있다. 뿐만 아니라, 포토 리소그래피 공정을 사용함으로써 기존의 방법에 비해 절연 및 사이트 개방을 보다 간단하고 신속하게 수행할 수 있다.

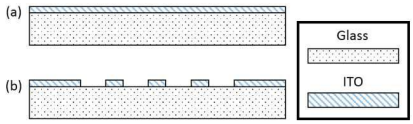
[0063] 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명에 따른 구성요소를 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것이 명백할 것이다.

도면

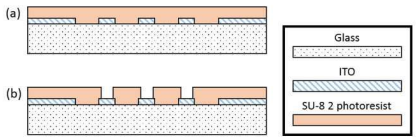
도면1



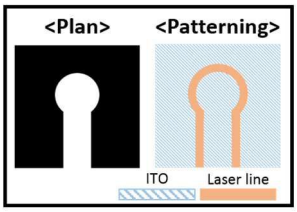
도면2



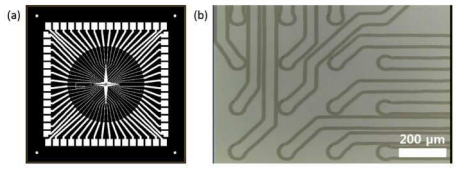
도면3



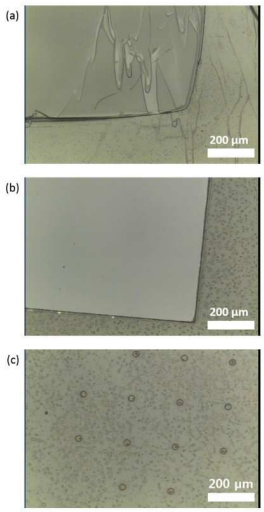
도면4



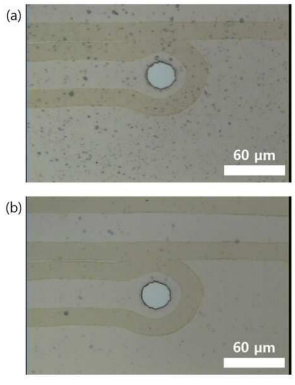
도면5



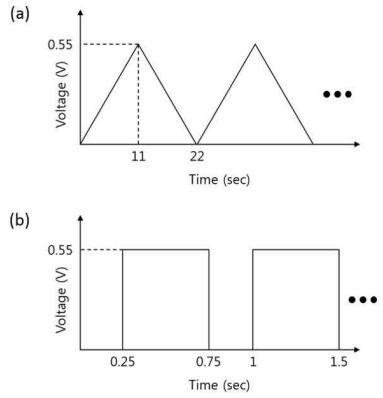
도면6



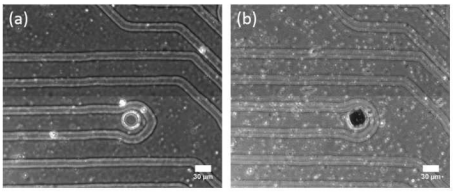
도면7



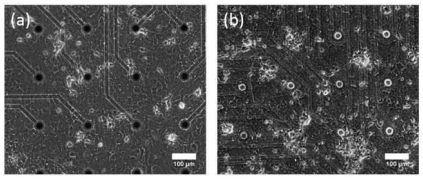
도면8



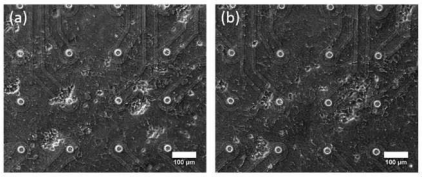
도면9



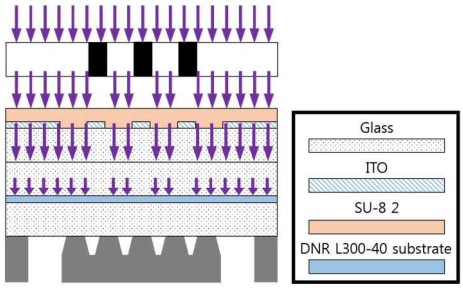
도면10



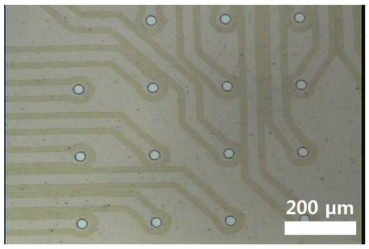
도면11



도면12



도면13



도면14

