



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0030470  
(43) 공개일자 2020년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 8/0258 (2016.01) B41M 1/12 (2006.01)  
C09D 11/03 (2014.01) C09D 11/102 (2014.01)  
C09D 11/52 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
H01M 8/0258 (2013.01)  
B41M 1/12 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0112599  
(22) 출원일자 2019년09월11일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
1871024 2018년09월12일 프랑스(FR)

(71) 출원인  
폼미사리아 아 레네르지 아토미끄 에프 옥스 에너  
지스 엘터네이티브즈  
프랑스 파리 에프-75015 바띠명 르 뽀낭 데 뒤  
르블랑 25  
(72) 발명자  
살로몬 제레미  
프랑스 38054 그르노블 세텍스 9 뒤 데 마터스 17  
씨이에이 그르노블  
아메스토이 벤자민  
프랑스 38054 그르노블 세텍스 9 뒤 데 마터스 17  
씨이에이 그르노블  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양영준

전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 전기 화학 반응기 유동 가이드의 제조 프로세스

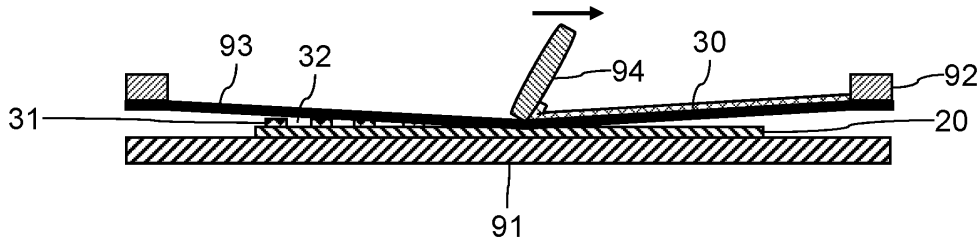
(57) 요약

본 발명은 다음의 단계를 포함하는 전기 화학 반응기를 위한 유동 가이드의 제조 프로세스에 관한 것이다:

-기판(20)을 제공하는 단계;

-기판(20)의 제1 면 상에, 잉크 층에 전단 응력을 인가함으로써 전기 전도성 잉크 층을 인쇄하는 단계 - 인쇄된 잉크의 점도는  $0.1s^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 70 내지 500 Pa.s이고, 인쇄된 잉크의 점도는  $100 s^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 2.5 내지 7 Pa.s이고, 잉크 층은 유동 채널을 획정하는 리브(31)를 포함하는 패턴을 형성하도록 인쇄됨 -.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*C09D 11/03* (2013.01)

*C09D 11/102* (2013.01)

*C09D 11/52* (2013.01)

(72) 발명자

**블랑쇼 장-프랑수아**

프랑스 38054 그르노블 세텍스 9 뤼 데 마터스 17

씨이에이 그르노블

---

**트랑블레 데니스**

프랑스 38054 그르노블 세텍스 9 뤼 데 마터스 17

씨이에이 그르노블

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전기 화학 반응기(4)를 위한 유동 가이드(2)의 제조 프로세스로서,  
기관(20)을 제공하는 단계;

기관(20)의 제1 면(201) 상에, 잉크 층에 전단 응력을 인가함으로써 전기 전도성 잉크 층을 인쇄하는 단계를 포함하고, 인쇄된 잉크의 점도는  $0.1\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 70 내지 500 Pa.s이고, 인쇄된 잉크의 점도는  $100\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 2.5 내지 7 Pa.s이고, 잉크 층은 유동 채널(32)을 획정하는 리브(31)를 포함하는 패턴을 형성하도록 인쇄되는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기관(20)의 제1 면(201) 상에 잉크 층을 인쇄하는 단계는 스크린 인쇄 단계인, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 스크린 인쇄 단계는 스텐실 스크린(93) 상에 잉크를 퇴적시키고 스퀴지(94)를 스크린에 가하여 잉크에 전단을 인가함으로써 잉크를 기관의 제1 면(201) 상에 인쇄하는 단계를 포함하는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 형성된 패턴의 잉크 층을 응고시키는 건조 단계를 더 포함하는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 잉크 층을 인쇄하는 단계는  $10\text{s}^{-1}$  내지  $80\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도로 잉크 층에 전단 응력을 인가하는 단계를 포함하는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 인쇄된 잉크 층은 적어도  $150\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 형성된 리브(31)는 그 폭의 적어도 절반과 동일한 높이를 갖는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 인쇄된 잉크의 고체 함량은 90 내지 99%의 비율로 흑연 입자를 포함하는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 고체 함량은 전단이 인가되는 잉크의 50 내지 75 중량%를 나타내는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

#### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 잉크의 고체 흑연-혼합물 함량은 1 내지 35 중량%의 비율로 1 내지 6  $\mu\text{m}$ 의 D50 직경을 갖는 입자를 포함하고, 상기 잉크의 고체 흑연-혼합물 함량은 적어도 25 중량%의 비율로 10 내지 25  $\mu\text{m}$ 의 D50 직경을 갖는 입자를 더 포함하는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 11**

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 전단이 인가되는 상기 잉크는 폴리머 바인더를 포함하는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 전단이 인가되는 상기 잉크는 폴리비닐리덴 플루오라이드를 포함하는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 전단이 인가되는 잉크는 0.1 Hz 미만의 주파수에서 1%의 변형 진폭에 대해 점성 계수보다 높은 저장 탄성률을 갖는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 전단이 인가되는 잉크는 2 Hz보다 높은 주파수에서 1%의 변형 진폭에 대해 점성 계수보다 낮은 저장 탄성률을 갖는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제공된 기관(20)은 인쇄된 잉크로 릴리프 레벨이 면제되는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 16**

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제공된 기관은 전기 전도성 판, 가스 확산 층 또는 전극 층인, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 17**

양극 판(bipolar plate)의 제조 프로세스로서, 제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 따른 제조 프로세스를 사용하여 제1 내지 제3 유동 가이드를 제조하는 단계를 포함하고, 상기 제공된 기관은 제1 내지 제3 유동 가이드 각각에 대한 전기 전도성 판이고, 전기 전도성 잉크 층이 제1 내지 제3 유동 가이드의 제1 면 상에만 인쇄되며, 양극 판이 제1 및 제2 유동 가이드의 제2 면들을 접합하고 제2 유동 가이드 상에 형성된 패턴의 리브를 제3 유동 가이드의 제2 면에 대해 접합함으로써 형성되어, 제2 및 제3 유동 가이드 사이의 유동 채널을 획정하는, 양극 판의 제조 프로세스.

**청구항 18**

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제공된 기관은 전기 전도성 판이고, 전기 전도성 잉크 층이 상기 전도성 판의 제2 면 상에서 잉크 층에 전단을 인가함으로써 인쇄되며, 인쇄된 잉크의 점도는  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 70 내지 500 Pa.s이고, 인쇄된 잉크의 점도는  $100 \text{ s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 2.5 내지 7 Pa.s이고, 잉크 층은 유동 채널을 획정하는 리브를 포함하는 패턴을 형성하도록 인쇄되는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 19**

양극 판의 제조 프로세스로서, 제18항에 따른 제조 프로세스를 사용하여 유동 가이드를 제조하는 단계를 포함하고, 다른 전기 전도성 판의 면을 패턴의 리브에 대해 부착하는 단계를 포함하며, 상기 리브는 유동 가이드의 캐리어 상에 형성되는, 양극 판의 제조 프로세스.

**청구항 20**

연료 전지 스택의 제조 프로세스로서,

제1항 내지 제16항 또는 제18항 중 어느 한 항에 따른 제조 프로세스를 사용하여 제1 유동 가이드를 형성하는 단계 - 제1 가이드의 기판은 제1 전기 전도성 판임 -;

제1항 내지 제16항 또는 제18항 중 어느 한 항에 따른 제조 프로세스를 사용하여 제2 유동 가이드를 형성하는 단계 - 제2 가이드의 기판은 제2 전기 전도성 판임 -;

상기 제1 및 제2 판 사이에 막/전극 조립체를 배치하는 단계를 포함하고, 제1 및 제2 유동 판 상에 형성된 패턴의 각각의 리브는 막/전극 조립체를 향해 배향되는, 연료 전지 스택의 제조 프로세스.

**청구항 21**

제1항 내지 제16항 또는 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 형성된 패턴의 상기 리브 각각은 인쇄된 단일 잉크 층으로 이루어지는, 유동 가이드의 제조 프로세스.

**청구항 22**

유동 안내 전기 화학 반응기 판(2)으로서, 제1항 내지 제16항 또는 제18항 또는 제21항 중 어느 한 항에 따른 프로세스를 사용하여 제조되는 것을 특징으로 하는, 유동 안내 전기 화학 반응기 판.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 양성자 교환막 연료 전지와 같은 막-전극 조립체를 포함하는 전기 화학 반응기에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 연료 전지의 구성요소의 제조 프로세스의 최적화 및 이들 구성요소의 중량을 감소시키는 것에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 예를 들어, 미래의 대량 생산 자동차 및 많은 다른 용례에서 연료 전지를 전력 공급원으로 사용하는 것이 예상된다. 연료 전지 스택은 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 변환하는 전기 화학 디바이스이다. 이 수소(dihydrogen) 또는 메탄올과 같은 가연성 물질이 연료 전지 스택에서 연료로서 사용된다.

[0003] 이 수소의 경우, 이 수소는 스택의 한 전극에서 산화되고 이온화되며 산화제는 스택의 다른 전극에서 환원된다. 화학 반응은 캐소드에서 물을 생성하고, 산소는 환원되어 양성자와 반응한다. 연료 전지 스택의 큰 장점은 발전 현장에서 대기 오염물의 배출을 피하는 것이다.

[0004] 양성자 교환막(proton-exchange-membrane)(PEM) 연료 전지 스택은 통상적으로 250°C 미만의 저온에서 동작하며 특히 유리한 콤팩트성 특성을 갖는다. 각 전지는 양성자의 통과만을 허용하고 전자의 통과는 허용하지 않는 전해질 막을 포함한다. 막은, 막-전극 조립체(membrane-electrode assembly)(MEA)를 형성하기 위해, 제1 면 상의 애노드 및 제2 면 상의 캐소드를 포함한다.

[0005] 애노드에서, 이 수소가 이온화되어 막을 통과하는 양성자를 생성한다. 이 반응에 의해 생성된 전자는 전기 전도성 애노드 판을 향해 이동한 다음, 전지 외부의 전기 회로를 통과하여 전류를 형성한다. 캐소드에서, 산소는 환원되고 양성자와 반응하여 물을 형성하고 다른, 소위 캐소드 판과 함께 전기 회로를 폐쇄한다.

[0006] 각 전극에는 가능한 한 균일한 방식으로 시약이 지속적으로 공급되어야 한다. 이를 위해, 유동 채널이 통상적으로 애노드 및 캐소드 판 상에 존재한다. 게다가, 전기 전도성 다공성 재료가 일반적으로 판의 유동 채널과 각 전극 사이에 배치되어, 통상적으로 탄소 섬유 네트워크에 의해 형성되는 가스 확산층(gas diffusion layer)(GDL)을 생성한다.

[0007] 연료 전지 스택에 의해 생성되는 전압을 증가시키기 위해, 연료 전지 스택은 일반적으로 직렬로 전기 연결되는 복수의 적층된 전기 화학 전지를 포함한다. 이때, 연료 전지 스택은, 유동 채널을 갖추고 서로 상하로 적층된 복수의 판(예를 들어, 금속으로 제조될 수 있음)을 포함할 수 있다. 막은 적어도 하나의 애노드 판과 적어도 하나의 캐소드 판 사이에 위치된다. 유동 판은, 시약 및 생성물을 막으로/막으로부터 안내하기 위해, 연료 전지 스택의 파워에 따라 냉각제를 안내하기 위해, 그리고 다양한 격실을 분리하기 위해 유동 오리피스 및 채널을 포함할 수 있다.

- [0008] 유동 채널을 갖춘 판은, 시약이 소비될 때, 전극의 반응 표면에 시약을 지속적으로 공급한다. 판은 시약을 반응 구역으로 분배하는 것을 보장하는 유동 채널의 네트워크를 포함한다. 유동 채널의 네트워크는, 일반적으로 스택을 바로 가로질러 연장되는 입력 및 출력 매니폴드 사이에 연결된다. 각 매니폴드는 스택을 통해 유동하는 다양한 유체들의 혼합을 방지하도록 시일에 의해 둘러싸여 있다.
- [0009] 판은 또한 애노드에서 생성된 전자의 콜렉터를 형성하도록 전기 전도성이다. 판은 또한 스택 클램핑력을 전달하는 기계적 기능(품질 전기 접촉을 달성하기 위해 필요함) 및 전기 화학 코어를 기계적으로 지지하는 기능을 갖는다. 전자 전도는 판을 통해 달성되며, 이온 전도는 막을 통해 얻어진다.
- [0010] 제1 유형의 공지된 설계에 따르면, 유동 채널을 갖춘 판은 이들 유동 채널을 획정하기 위해 증실형 블록을 기계 가공함으로써 제조될 수 있다. 기계 가공된 블록은 일반적으로 흑연으로 제조된다.
- [0011] 제2 유형의 공지된 설계에 따르면, 한 세트의 판은, 용접에 의해 결합되고 일반적으로 냉각제를 위한 유동 채널을 사이에 형성되는 2개의 금속 시트로 형성된다. 유동 채널의 형상은, 예를 들어 금속 시트를 스탬핑함으로써 시트를 형성 또는 변형하여 획정된다. 그러한 설계는 일반적으로 판의 비용 및 부피를 감소시키고, 그럼에도 불구하고 우수한 수준의 성능을 유지하기 때문에 바람직하다.
- [0012] 사용되는 시트는 일반적으로 채널이 스탬핑 또는 기계 가공되는지의 여부에 따라 0.1 내지 4 mm의 두께를 갖는다. 0.1 mm의 통상적인 두께의 시트를 스탬핑함으로써 생성된 유동 채널은 일반적으로 0.2 내지 0.4 mm의 깊이에 대해 0.4 내지 2 mm의 폭을 갖는다.
- [0013] 시트 금속 캐소드 및 애노드 판의 설계 및 생산은 복잡하고 비교적 비싸다. 이는, 판이 가장 고가의 구성요소 중 하나이므로, 연료 전지 스택의 가격에 실질적으로 영향을 미친다. 게다가, 스탬핑 작업으로 인해 평탄성이 손실되어 시일 퇴적이 복잡해진다. 더욱이, 이렇게 얻어진 판 세트는 비교적 무겁고 부피가 크며, 이는 내장형 연료 전지 스택 용례에서 특히 환영받지 못한다. 또한, 사용된 얇은 시트는 전체가 비평면 형상인 조립체를 제조하게 하도록 충분히 가요성을 유지한다.
- [0014] 스탬핑 프로세스에 의해 야기되는 제약을 피하기 위해, 문헌 CN107394228은 평면형 금속 시트 상에 하나 이상의 탄소 함유 잉크 층을 퇴적하여 리브를 형성하는 것을 제안하는데, 유동 채널은 이들 리브 사이에 획정된다.
- [0015] 그러한 제조 프로세스는 비교적 오랜 시간이 걸리고 구현이 복잡하며, 아래에 퇴적된 잉크 층이 미리 응고되게 하도록 잉크 층을 스크린 인쇄하는 것이 필요하다. 그러한 프로세스는 특히 리브의 높이와 폭 사이의 비가 0.5 보다 클 때 복수의 통과를 필요로 한다. 단일 층에서 두꺼운 퇴적물을 생성하는 만족스러운 방법이 설명되어 있지 않다. 더욱이, 건조 동안 리브의 기하학적 형태의 제어는 비교적 열악하다. 게다가, 그러한 리브는 전도성이 불충분하고 기계적 강도가 불충분할 수 있다.
- [0016] 더욱이, 문헌 US 2018/190998는 다음의 단계를 포함하는 전기 화학 반응기용 유동 가이드를 제조하는 프로세스를 설명하고 있다:
- [0017] -기판을 제공하는 단계;
- [0018] -기판의 제1 면 상에, 잉크 층에 전단 응력을 인가함으로써 전기 전도성 잉크 층을 인쇄하는 단계 - 잉크 층은 유동 채널을 획정하는 리브를 포함하는 패턴을 형성하도록 인쇄됨-. 사용된 잉크는 큰 두께의 리브를 달성하기 위해 복수의 층의 중첩을 필요로 한다.
- [0019] 문헌 US 2003/198860은 막 또는 캐리어 가스 확산 층에 대해 비-뉴턴형 거동(non-Newtonian behavior)을 갖는 페이스트 형태의 전극 용례를 설명하고 있다. 여기서 문제는 노즐을 사용하여 정확한 점도의, 즉 이 노즐 내의 유동이 너무 유동적이지 않고, 캐리어에 걸쳐 페이스트의 양호한 분포가 달성되도록 하는 점도의 페이스트를 도포하는 것이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

- [0020] 본 발명의 목적은 이들 단점 중 하나 이상을 해결하는 것이다. 따라서, 본 발명은 다음의 단계를 포함하는 전

기 화학 반응기를 위한 유동 가이드의 제조 프로세스에 관한 것이다:

- [0021] -기판을 제공하는 단계;
- [0022] -기판의 제1 면 상에, 잉크 층에 전단 응력을 인가함으로써 전기 전도성 잉크 층을 인쇄하는 단계 - 인쇄된 잉크의 점도는  $0.1\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도(또는 전단 구배)에 대해 70 내지 500 Pa.s이고, 인쇄된 잉크의 점도는  $100\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 2.5 내지 7 Pa.s이고, 잉크 층은 유동 채널을 획정하는 리브를 포함하는 패턴을 형성하도록 인쇄됨 -.
- [0023] 달리 지시되지 않는 한, 점도 및 전단 속도의 정량은  $20^{\circ}\text{C}$ 의 온도에 해당할 것이다.
- [0024] 본 발명은 또한 다음의 변형예에 관한 것이다. 본 기술 분야의 숙련자는 이하의 변형예의 각각의 피처가 중간 일반화를 형성하지 않고 상기 피처와 독립적으로 조합될 수 있음을 이해할 것이다.
- [0025] 일 변형예에 따르면, 기판의 제1 면 상에 잉크 층을 인쇄하는 단계는 스크린 인쇄 단계이다.
- [0026] 다른 변형예에 따르면, 상기 스크린 인쇄 단계는 스텐실 스크린 상에 잉크를 퇴적시키고 스퀴지를 스크린에 가하여 잉크에 전단을 인가함으로써 잉크를 기판의 제1 면 상에 인쇄하는 단계를 포함한다.
- [0027] 다른 변형예에 따르면, 프로세스는 형성된 패턴의 잉크 층을 응고시키는 건조 단계를 더 포함한다.
- [0028] 다른 변형예에 따르면, 상기 잉크 층을 인쇄하는 단계는  $10\text{s}^{-1}$  내지  $80\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도로 잉크 층에 전단 응력을 인가하는 단계를 포함한다.
- [0029] 또 다른 변형예에 따르면, 상기 인쇄된 잉크 층은 적어도  $150\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는다.
- [0030] 일 변형예에 따르면, 형성된 리브는 그 폭의 적어도 절반과 동일한 높이를 갖는다.
- [0031] 다른 변형예에 따르면, 상기 인쇄된 잉크의 고체 함량은 90 내지 99%의 비율로 흑연 입자를 포함한다.
- [0032] 다른 변형예에 따르면, 고체 함량은 전단이 인가되는 잉크의 50 내지 75 중량%를 나타낸다.
- [0033] 일 변형예에 따르면, 상기 잉크의 고체 흑연-혼합물 함량은 1 내지 35 중량%의 비율로 1 내지  $6\mu\text{m}$ 의 D50 직경을 갖는 입자를 포함하고, 상기 잉크의 고체 흑연-혼합물 함량은 또한 적어도 25 중량%의 비율로 10 내지  $25\mu\text{m}$ 의 D50 직경을 갖는 입자를 포함한다.
- [0034] 또 다른 변형예에 따르면, 전단이 인가되는 상기 잉크는 폴리머 바인더를 포함한다.
- [0035] 일 변형예에 따르면, 전단이 인가되는 상기 잉크는 폴리비닐리덴 플루오라이드를 포함한다.
- [0036] 다른 변형예에 따르면, 전단이 인가되는 잉크는 0.1 Hz 미만의 주파수에서 1%의 변형 진폭에 대해 점성 계수보다 높은 저장 탄성률을 갖는다.
- [0037] 다른 변형예에 따르면, 전단이 인가되는 잉크는 2 Hz보다 높은 주파수에서 1%의 변형 진폭에 대해 점성 계수보다 낮은 저장 탄성률을 갖는다.
- [0038] 또 다른 변형예에 따르면, 상기 제공된 기판은 인쇄된 잉크로 릴리프 레벨이 면제된다.
- [0039] 일 변형예에 따르면, 상기 제공된 기판은 전기 전도성 판, 가스 확산 층 또는 전극 층이다.
- [0040] 본 발명은 또한 위에서 한정된 바와 같은 제조 프로세스를 사용하여 제1 내지 제3 유동 가이드를 제조하는 단계를 포함하는 양극 판(bipolar plate)의 제조 프로세스에 관한 것으로서, 상기 제공된 기판은 제1 내지 제3 유동 가이드 각각에 대한 전기 전도성 판이고, 전기 전도성 잉크 층이 제1 내지 제3 유동 가이드의 제1 면 상에만 인쇄되며, 양극 판이 제1 및 제2 유동 가이드의 제2 면들을 접합하고 제2 유동 가이드 상에 형성된 패턴의 리브를 제3 유동 가이드의 제2 면에 대해 접합함으로써 형성되어, 제2 및 제3 유동 가이드 사이의 유동 채널을 획정한다.
- [0041] 일 변형예에 따르면, 상기 제공된 기판은 전기 전도성 판이고, 전기 전도성 잉크 층이 상기 전도성 판의 제2 면 상에서 잉크 층에 전단을 인가함으로써 인쇄되며, 인쇄된 잉크의 점도는  $0.1\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 70 내지 500 Pa.s이고, 인쇄된 잉크의 점도는  $100\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 2.5 내지 7 Pa.s이고, 잉크 층은 유동 채널을 획정하는 리브를 포함하는 패턴을 형성하도록 인쇄된다.

- [0042] 양극 판을 제조하는 프로세스에서, 유동 가이드는 위에서 한정된 바와 같은 제조 프로세스를 사용하여 제조될 수 있고, 다른 전기 전도성 판의 면을 패턴의 리브에 대해 부착하는 단계를 포함하며, 리브는 유동 가이드의 캐리어 상에 형성된다.
- [0043] 본 발명은 또한 다음을 포함하는 연료 전지 스택의 제조 프로세스에 관한 것이다:
- [0044] -위에서 한정된 바와 같은 제조 프로세스를 사용하여 제1 유동 가이드를 형성하는 단계 - 제1 가이드의 기관은 제1 전기 전도성 판임 -;
- [0045] -위에서 한정된 바와 같은 제조 프로세스를 사용하여 제2 유동 가이드를 형성하는 단계 - 제2 가이드의 기관은 제2 전기 전도성 판임 -;
- [0046] -상기 제1 및 제2 판 사이에 막/전극 조립체를 배치하는 단계 - 제1 및 제2 유동 판 상에 형성된 패턴의 각각의 리브는 막/전극 조립체를 향해 배향됨 -.
- [0047] 일 변형예에 따르면, 형성된 패턴의 상기 리브 각각은 인쇄된 단일 잉크 층으로 이루어진다.
- [0048] 일 변형예에 따르면, 판은 앞서 설명한 바와 같은 프로세스를 사용하여 제조된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0049] 본 발명의 다른 피쳐 및 장점은, 완전히 비제한적인 예로서 아래에 제공되는 설명으로부터, 그리고 첨부 도면을 참조하여 보다 명확하게 명백해질 것이다.
- 도 1은 연료 전지 스택의 예의 개략적인 분해 사시도이다.
- 도 2는 유동 안내 판의 예의 평면도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 안내 판을 형성하기 위한 스크린 인쇄 단계의 개략적인 측면면도이다.
- 도 4는 제1 실시예에 따른 안내 판의 구성의 예의 개략적인 단면도이다.
- 도 5는 안내 판의 구성의 다른 예의 개략적인 단면도이다.
- 도 6은 2개의 교차된 인접 스트림을 위한 안내 판의 구성의 다른 예의 개략적인 단면도이다.
- 도 7은 양극 판을 형성하기 위한 안내 판의 연계의 예의 개략적인 단면도이다.
- 도 8은 양극 판을 형성하기 위한 안내 판의 연계의 다른 예의 개략적인 단면도이다.
- 도 9는 본 발명에 따른 프로세스를 구현하기 위해 사용 가능한 잉크의 예의 전단-박화 유동학적 거동을 예시하는 그래프이다.
- 도 10은 본 발명에 따른 프로세스의 구현을 위한 잉크의 유리한 유동학적 거동의 다른 예를 예시하는 그래프이다.
- 도 11은, 비교를 위해, 본 발명에 따른 유동 안내 판을 포함하는 연료 전지 스택 및 종래 기술에 따른 유동 안내 판을 포함하는 연료 전지 스택에 대한 바이어스 곡선들을 예시한다.
- 도 12는 본 발명에 따른 제조 프로세스를 사용하여 생성된 리브 및 유동 채널의 프로파일의 예를 예시한다.
- 도 13은 제2 실시예에 따른 안내 판의 구성의 예의 개략적인 단면도를 예시한다.
- 도 14는 다른 구성요소와 도 13의 안내 판의 연계를 예시한다.
- 도 15는 제3 실시예에 따른 안내 판의 구성의 예의 개략적인 단면도를 예시한다.
- 도 16은 다른 구성요소와 도 15의 안내 판의 연계를 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0050] 배향 또는 위치를 설명하기 위한 용어 '중앙', '상부', '하부', '전방', '후방', '좌측', '우측', '수직', '수평', '상단', '바닥', '내부' 및 '외부'의 사용은 첨부 도면에 도시된 배향 또는 위치를 지칭한다는 것을 이해해야 한다. 이들 용어는, 특정 위치 또는 배향을 갖는 것으로 설명된 요소가 반드시 이 특정 위치 또는 배향으로 제조 또는 구현되어야 함을 나타내기보다는 본 발명의 설명의 이해를 용이하게 하기 위해 사용된다.

- [0051] 도 1은 연료 전지(4)의 전지(1)의 스택의 개략적인 분해 사시도이다. 연료 전지(4)는 스택을 형성하기 위해 복수의 중첩된 전지(1)를 포함한다. 전지(1)는 양성자 교환막 또는 폴리머 전해질 막 전지이다. 본 발명은 여기서 연료 전지 스택에서 시약, 생성물 또는 열 전달 매체를 안내하기 위한 유동 가이드의 제조에 관해 설명되지만, 예를 들어 다른 유형의 전기 화학 반응기, 전해조를 위한 유동 가이드를 제조하는 데에 동일하게 사용될 수 있다.
- [0052] 연료 전지 스택(4)은 연료 공급원(40)을 포함한다. 연료 공급원(40)은 여기서 각각의 전지(1)의 입구에 이수소를 공급한다. 연료 전지 스택(4)은 또한 산화제 공급원(42)을 포함한다. 산화제 공급원(42)은 여기서 각 전지(1)의 입구에 공기를 공급하며, 공기의 산소는 산화제로서 사용된다. 각 전지(1)는 또한 배기 채널을 포함한다. 하나 이상의 전지(1)는 또한 반응 구역을 냉각시키는 회로를 포함한다.
- [0053] 각각의 전지(1)는 막/전극 조립체(110) 또는 MEA(110)를 포함한다. 막/전극 조립체(110)는 고체 전해질(113), 캐소드(도시되지 않음), 및 전해질의 양쪽에 배치되고 이 전해질(113)에 고정되는 애노드(111)를 포함한다. 전해질 층(113)은 반투과성 막을 형성하여 전지에 존재하는 가스에 대해 불투과성이면서 양성자 전도를 허용한다. 전해질 층은 또한 애노드(111)와 캐소드 사이에서 전자의 통과를 방지한다. 전해질(113)은, 예를 들어 인산으로 도핑된 폴리벤즈이미다졸(polybenzimidazole)(PBI)로 제조되거나 양성자 전도성 이오노머(ionomer)로 제조된다.
- [0054] 애노드 및 캐소드 판(5)의 세트가 인접한 MEA의 각 쌍 사이에 배치된다. 본 실시예에 대해 예시된 예에서, MEA의 각 면에서, 채널을 갖춘 판(5)의 세트가 시약 유동 가이드를 형성한다. 여기에서 판(5)의 각 세트는 그 대향 외부면에 애노드 유동 채널 및 캐소드 유동 채널을 획정한다. 유동 판(5)의 세트는 또한 유리하게는 2개의 연속적인 막/전극 조립체 사이에 냉각제 유동 채널을 획정한다. 판(5)의 세트는 각각, 예를 들어 스테인리스강, 티타늄 합금, 알루미늄 합금, 니켈 합금 또는 탄탈 합금으로 제조되는 2개의 결합된 전도성 금속 시트로부터 그 자체가 공지된 방식으로 형성될 수 있다. 이어서, 각 시트는 각각의 외부면을 획정한다. 판(5)의 세트는 또한 임의의 다른 프로세스, 예를 들어 탄소 폴리머 복합체로부터의 몰딩 또는 사출 성형에 의해 획득될 수 있다. 따라서, 그러한 판(5)의 세트는 또한 일체형 구성의 일체형 부품일 수도 있다. 이어서, 판(5)의 세트의 외부면은 일체형 구성의 그러한 일체형 부품에 의해 획정된다. 각각의 막/전극 조립체(110)는 애노드와 연료 유동 채널 사이에 배치된 하나의 가스 확산 층(도시되지 않음), 및 캐소드와 다른 산화제 유동 채널 사이에 배치된 다른 가스 확산 층을 더 포함할 수 있다. 막/전극 조립체(110)는 보강재(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 고려되는 채널은 판 상에 생성된다.
- [0055] 그 자체가 공지된 바와 같이, 연료 전지 스택(4)의 동작 동안, MEA(110)와 한 세트의 판(5) 사이에서 공기가 유동하고, 이 MEA(110)와 다른 세트의 판(5) 사이에서 이수소가 유동한다. 판(5)의 세트의 기능은 특히 MEA(110)의 양면에서 시약의 유동을 안내하는 것이다. 애노드에서, 이수소는 이온화되어 MEA(110)를 통과하는 양성자를 생성한다. 이 반응에 의해 생성된 전자는 판(5)의 세트에 의해 수집된다. 이어서, 생성된 전자는 연료 전지 스택(4)에 연결된 전기 부하로 전달되어 전류를 형성한다. 캐소드에서, 산소가 환원되고 양성자와 반응하여 물을 형성한다.
- [0056] 동작 중에, 연료 전지 스택(4)의 전지(1)는 일반적으로 가스 유동 조건에 따라 애노드 및 캐소드를 가로질러 0.5 내지 1 V의 DC 전압을 생성한다.
- [0057] 산화제 공급원(42)은 통상적으로 주어진 압력에서 공기를 전지(1)의 입구로 주입하기 위해 압축기를 포함한다. 그러한 압축기는, 예를 들어 공기 압력 설정점을 수신하며, 공기 압력은 가능하게는 압축기의 가변 회전 속도를 통해 조절된다.
- [0058] 판(5)의 세트 및 막/전극 조립체(110)의 스택은 복수의 유동 매니폴드를 형성하도록 의도된다. 이를 위해, 각각의 오리피스는 판(5)의 세트를 통해 그리고 막/전극 조립체(110)를 통해 생성된다. 판(5)의 세트 및 막/전극 조립체(110)의 오리피스는 다양한 유동 매니폴드를 형성하기 위해 서로 마주보게 배치된다.
- [0059] 도 2는 유동 안내 판(2)의 예의 평면도이다. 도 2는 안내 판(2)의 일 면을 도시하는데, 안내 판은 시약을 그 중간부에 위치 설정된 반응 구역으로 안내하도록 의도된다. 따라서, 안내 판(2)은 그 중간부에 유동 채널(21)을 포함하는 반응 구역(21)을 갖는다. 안내 판(2)은 또한 입구 시약 매니폴드(24) 및 출구 시약 매니폴드(25)를 포함하며, 이들 매니폴드는 반응 구역(21)의 양측에 위치 설정된다. 균질화 구역(22)이 반응 구역(21)과 입구 매니폴드(24) 사이에 형성된다. 균질화 구역(22)은 여기서 균질화 채널(221)을 포함한다. 입구 매니폴드(24)와 균질화 구역(22) 사이에, 예를 들어 인젝터를 포함하는 연결 구역(241)이 배치된다. 균질화 구역

(23)이 반응 구역(21)과 출구 매니폴드(25) 사이에 형성된다. 균질화 구역(23)은 여기서 균질화 채널(231)을 포함한다. 출구 매니폴드(25)와 균질화 구역(23) 사이에, 예를 들어 인젝터를 포함하는 연결 구역이 형성된다.

[0060] 안내 판(2)을 제조하는 프로세스의 예가 이제 도 3을 참조하여 설명될 것이다. 일반적으로, 전기 화학 반응기를 위한 유동 안내 판(2)을 제조하는 방법은 다음의 단계를 포함한다:

[0061] -기관(예를 들어, 전기 전도성 판, 가스 확산 층 또는 전극 층)을 제공하는 단계;

[0062] -이 기관의 제1 면 상에, 충분한 전단 속도(예를 들어,  $10\text{s}^{-1}$  내지  $80\text{s}^{-1}$ 의 전단 속도)를 인가함으로써 잉크 또는 전도성 페이스트의 층을 인쇄하는 단계. 전단이 인가되는 잉크의 점도는  $0.1\text{ s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 70 내지  $500\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 이고, 이 인쇄된 잉크의 점도는  $100\text{ s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 2.5 내지  $7\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 이다. 도 9는 본 발명에 따른 제조 프로세스에서 인쇄 작업에 사용 가능한 잉크의 예의 유동학적 거동을 예시하는 그래프이다. x축은 잉크에 인가된 전단 속도를 나타내고, y축은 잉크의 점도를 나타낸다. 잉크 층의 인쇄 동안, 전단 응력이 유리하게는  $10\text{ s}^{-1}$  내지  $80\text{ s}^{-1}$ 의 전단 속도로 잉크 층에 인가된다. 그래프는 Malvern사에 의해 레퍼런스 CVO 하에 판매되는 유형의 레오미터(rheometer)를 사용하여 작성되었다. 전체적으로, 퇴적된 잉크는 전단-박화 특성을 가지며, 즉 그 점도는 잉크에 인가된 전단 속도가 증가함에 따라 감소한다. 잉크 층은 리브를 포함하고 유동 채널을 획정하는 패턴으로 인쇄된다. 리브는 연속적이거나 불연속적일 수 있다.

[0063] 잉크의 그러한 특성은 프로세스를 실행하는 동안 다음과 같은 거동을 얻는 데에 적합하다.

[0064] -인가된 전단이 인쇄 전에 퇴적 동안 유동 임계값 미만으로 유지되면 유동하지 않는 잉크;

[0065] -전단을 인가하는 동안 유동하여, 패턴으로 캐리어에 전사되도록 스크린을 통해 유동하게 되는 잉크;

[0066] -인가된 전단이 판에 대한 전사 후에 유동 임계값 미만으로 떨어지면 잉크가 유동하지 않는 상태로 다시 한번 복귀되는 잉크.

[0067] 그러한 제조 프로세스는 잘 제어된 최종 기하형상으로 단일 인쇄 단계에서 비교적 높은 리브가 생성되게 한다. 그러한 제조 프로세스는, 예를 들어 유동 채널의 최종 높이를 획정하는 리브가 단일 인쇄 단계에서 생성되게 한다. 실제로, 그러한 전단-박화 특성을 갖는 잉크는, 전도성 판의 면의 형상과 밀접하게 일치하고 원하는 인쇄 패턴을 따르기 위해 전단의 인가 동안 매우 유동적으로 되고, 이어서 인쇄 동안 형성된 리브의 기하형상의 만족스러운 제어를 보존하기 위해 전단의 인가가 정지된 후에 다시 한번 매우 점성으로 되도록 될 수 있다. 형성된 리브가 설정되기 전에 유동과 관련된 효과의 위험이 특히 제한된다.

[0068] 도 3은 스크린 인쇄 프로세스를 사용하여 전도성 잉크 층을 인쇄하는 특정한 경우를 예시한다. 프로세스는 여기서 전도성 판의 예에 대한 그 적용으로 예시되어 있지만, 가스 확산층 또는 전극에 적용될 수도 있다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 안내 판을 형성하기 위한 스크린 인쇄 단계의 개략적인 측면도이다. 스크린 인쇄는 높은 생산 속도를 허용하기 때문에 유리한데, 예를 들어 스크린 인쇄 속도는 회전 스크린 인쇄 기술에 대해 15 내지 25 미터/분이다.

[0069] 전기 전도성 판(20)은 여기서 컨베이어 트레이와 같은 캐리어(91) 상의 적소에 위치 설정되고 유지된다. 프레임(92)이 판(20) 위에 위치 설정된다. 마스크(93)는 프레임(92)에 고정되고 프레임(92)의 중앙 구멍을 가로질러 연장된다. 마스크(93)는 프레임(92)의 이 중앙 구멍에서 판(20)과 일렬로 수직으로 배치된다. 마스크(93)는 스크린 인쇄 단계가 실행되게 하도록 그 자체가 공지된 구조를 가질 수 있다. 마스크(93)는, 예를 들어 메시 스크린 형태를 취하거나 스텐실 스크린 형태를 취할 수 있다. 스텐실 스크린은 가능하게는 더 많은 양 또는 더 큰 두께의 잉크(30)의 퇴적에 바람직할 것이다. 앞서 설명한 전단-박화 특성을 갖는 잉크(30)의 층은 판(20)과 일렬로 수직으로 마스크(93) 상에 퇴적된다. 그 후, 잉크(30)의 퇴적된 층은 매우 점성 상태가 되며 유동하지 않는다. 이어서, 스퀴지(94)가 잉크(30)에 대해 가압되어 마스크(93)가 판(20)과 접촉하게 한다. 그 다음, 스퀴지(94)는 판(20)의 표면 위에서 이동되어 잉크(30)에 전단 응력을 인가한다. 스퀴지(94)에 의해 잉크(30)에 인가되는 전단 속도는, 예를 들어  $50\text{ s}^{-1}$ 에 도달할 수 있다. 잉크(30)에 대한 전단의 인가는 잉크를 유동화시켜, 마스크의 패턴을 재현하는 방식으로 판(20)에 전사되도록 잉크가 마스크(93)를 통과하게 한다. 스퀴지(94)의 통과 후에, 잉크에 대한 전단 응력이 중단되므로, 판(20)에 전사된 잉크는 다시 한번 매우 점성이 되고 유동하지 않아, 마스크(93)에 의해 형성된 패턴을 보존한다. 판(20)에 전사된 잉크는 리브(31)를 포함하는 패턴을 형성하여, 리브 사이에 유동 채널(32)을 획정한다. 리브(31)는 특히 유동 채널(32)을 형성하기 위해 판(20)의 한 치수로 연장되는 측방향 면을 갖는다. 형성된 리브(31)는 연속적이거나 불연속적일 수 있으며, 임

의로 유동의 전체 범위에 걸쳐 동일한 치수일 수 있다.

- [0070] 스퀴지(94)를 가하는 단계 후에, 즉 잉크(30)가 판(20) 상에 리브(31)를 형성하도록 전사된 후에, 잉크를 건조하는 단계가 유리하게는 수행되어 잉크(30)에 존재하는 용매를 제거한다. 건조는 자연 증발을 통해 달성되거나 인공적인 조사를 통해 가속화될 수 있다. 가속화된 건조는 형성된 리브(31)의 기하형상의 더 양호한 제어를 촉진할 수 있다. 가속화된 건조는, 예를 들어 컨베이어 오븐 또는 정적 오븐에서 수행될 수 있다. 복수의 시트가 결합된 후에 동시에 건조될 수 있다.
- [0071] 리브(31)는, 예를 들어 건조 후에 캘린더 롤링되어, 리브의 상단의 평면성 결함을 제한하거나, 그 구조를 조밀화하여 전자 전도성을 증가시킬 수 있다.
- [0072] 일반적으로, 판(20) 상에 리브(31)의 형성은 특히 얇은 판(20)이 사용되게 한다. 얇은 판은 주어진 중량의 연료 전지 스택(4)에 대해 생성된 전력 밀도를 증가시키고, 연료 전지 스택(4)의 제조 비용을 감소시키는 것을 가능하게 한다. 비평면 형상의 연료 전지 스택(4)을 생성하기 위해 곡률 반경이 판(20)에 적용될 수 있다. 판(20)이 휘어지고 만곡되게 하기 위해, 잉크 층의 인쇄 구역에는 유리하게는 릴리프가 없다.
- [0073] 반응 구역의 유동 채널(32)을 통한 시약 유동의 3가지 주요 모드가 있다:
- [0074] -구불 구불한 채널: 하나 이상의 채널이 복수의 왕복 여행으로 활성 구역 전체를 통해 연장되어 있다.
- [0075] -평행 채널: 평행 통과 채널의 어레이가 활성 구역을 바로 가로질러 연장되어 있다.
- [0076] -상호 맞물린 채널: 평행 및 차단된 채널의 어레이가 활성 구역을 바로 가로질러 연장되어 있다. 각 채널은 유체 입구측 또는 유체 출구측에서 차단되어 있다. 이때, 채널로 유입되는 유체는 인접한 채널을 연결한 다음 인접한 채널의 유체 출구에 도달하기 위해 가스 확산 층을 국부적으로 통과하는 것이 요구된다.
- [0077] 형성된 리브(31)는, 예를 들어 전술한 시약 유동 모드 중 하나가 형성되게 하도록 유동 채널(32)을 획정한다. 리브(31)는 또한 균질화 구역에 유동 채널을 획정하도록 형성될 수 있다.
- [0078] 전단이 인가되는 퇴적된 잉크(30)의 제형은 다음의 특성을 달성하도록 훨씬 더 유리하게 구성된다:  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 200 내지 400 Pa.s의 잉크 점도, 및  $100 \text{ s}^{-1}$ 의 전단 속도에 대해 4.5 내지 6 Pa.s의 잉크 점도.
- [0079] 사용된 잉크는 다른 유리한 특성을 가질 수 있다. 다음과 같은 특성을 갖는 잉크는 특히, 전단의 인가 동안 우수한 유동성 및 패턴으로 리브(31)를 형성한 후에 우수한 안정성을 촉진시키는 것을 가능하게 한다. 1%의 변형 진폭에서 주파수 스캔으로 진동을 측정하는 것에 의한 잉크의 시험 시에, 잉크는 유리하게는 통상적으로 0.1 Hz보다 낮은 주파수에서 손실 탄성률  $G''$ (또는 보다 일반적인 용어를 사용하도록 점성 계수)보다 높은 저장 탄성률  $G'$ (또는 보다 일반적인 용어를 사용하도록 탄성 계수)를 갖는다. 이 특성은, 잉크가 안정적이고 휴지 상태에서 유동하지 않고, 이에 따라 침전되거나 유동할 위험이 거의 없음을 나타낸다. 진동 측정에 의한 잉크의 동일한 시험에서, 이 잉크는 유리하게는 통상적으로 2 Hz보다 높은 보다 높은 주파수에서 손실 탄성률  $G''$ 보다 낮은 저장 탄성률  $G'$ 를 갖는다. 도 10의 그래프는 그러한 거동을 갖는 잉크에 대한 값  $G'$  및  $G''$ 를 예시하는데, x축은 변형 주파수이고 y축은 탄성률 값이다. 저장 탄성률  $G'$  및 손실 탄성률  $G''$ 의 값은 바람직하게는 0.1 Hz의 주파수에서 1 내지 200 Pa, 보다 바람직하게는 10 내지 100 Pa이다.
- [0080] 예를 들어, 전기 전도성 페이스트 형태로 퇴적된 잉크(30)는 여기서 전도성 재료, 폴리머 바인더 및 용매를 포함한다. 전도성 재료, 바인더 및 용매의 비율은 잉크(30)의 유동성이 조절되게 한다.
- [0081] 잉크(30)의 전도성 재료는, 예를 들어 흑연이다. 흑연의 사용은 그 소수성으로 인해 유리하며, 소수성은 연료 전지 스택과 같은 매우 습한 환경에서 사용하기에 적합하게 한다. 잉크 중 흑연의 고체 함량은, 예를 들어 50 중량%보다 높다.
- [0082] 인쇄될 잉크(30)에 포함된 흑연은, 예를 들어 천연 또는 합성 흑연, 표면-개질된 흑연, 또는 구형 또는 감자 형상(또는 조각)의 흑연이다. 인쇄될 잉크(30)에 포함된 흑연은, 예를 들어 1 내지 30  $\mu\text{m}$ 의 D50 입자 크기 분포, 보다 바람직하게는 3 내지 15  $\mu\text{m}$ 의 D50 입자 크기 분포를 갖는다.
- [0083] 잉크(30)는 유리하게는 리브(31)의 기계적 강도 및 전도성을 개선시키기 위해 적어도 2개의 상이한 크기의 흑연 입자를 포함한다. 형성된 리브(31)[및 이에 따라 유동 채널(32)]의 기하학적 분산이 또한 낮다.
- [0084] 잉크(30)의 고체 흑연-혼합물 함량은 유리하게는 1 내지 35 중량%(바람직하게는 15 내지 27 중량%, 유리하게는 25 중량%)의 비율로 1 내지 6  $\mu\text{m}$ 의 D50 직경을 갖는 흑연 입자를 포함하고, 잉크(30)의 고체 흑연-혼합물 함량

은 또한 적어도 25 중량%의 비율로 10 내지 25  $\mu\text{m}$ 의 D50 직경을 갖는 흑연 입자를 포함한다.

- [0085] 잉크(30) 내의 고체 함량의 백분율은 바람직하게는 50 내지 75%, 보다 바람직하게는 58 내지 62%이다.
- [0086] 잉크(30)의 고체 함량의 고체 질량은 유리하게는 90 내지 99 중량%의 흑연의 비율을 포함하고, 바람직하게는 잉크(30)의 고체 함량은 96 내지 98 중량%의 흑연의 비율을 포함한다. 그러한 비율의 경우, 건조 동안 리브(31)의 수축이 거의 없고 인쇄 후에 우수한 기하학적 안정성이 얻어진다.
- [0087] 첨가제는 잉크의 전자 전도성을 개선시키기 위해 잉크에 첨가될 수 있다: 예를 들어 카본 블랙, 탄소 섬유 또는 탄소 나노튜브와 같은 전자 전도체, 또는 은 나노와이어, 구리 나노와이어 또는 임의의 다른 전도성 금속의 나노와이어와 같은 실제로 금속 섬유.
- [0088] 잉크(30)의 폴리머 바인더로서, 예를 들어 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF) 또는 그 유도체, 폴리비닐 아세테이트(PVA), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 폴리옥시에틸렌(POE) 또는 그 유도체, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리아크릴 또는 그 유도체, 폴리이미드 또는 그 유도체, 폴리에테르에테르케톤 또는 그 유도체, 폴리에테르술폰 또는 그 유도체, 폴리올레핀, 폴리에틸렌, 셀룰로오스, 예를 들어 특히, 카르복시 메틸셀룰로오스 또는 셀룰로오스 섬유, 코폴리머, 예를 들어 특히, PVDF-HFP(헥사플루오로프로필렌) 또는 PVDF-POE, SBR 유형(SBR은 스티렌 부타디엔 고무를 나타냄) 또는 NBR 유형(NBR은 니트릴 부타디엔 고무를 나타냄)의 아크릴 라텍스 또는 라텍스를 고려할 수 있다.
- [0089] 바람직하게는, 사용된 잉크(30)의 폴리머 바인더는 PVDF이다. 구체적으로, PVDF는 물에 불용성이며, 이는 연료 전지 스택에서 물이 대량으로 생성되므로 연료 전지 스택 동작에 큰 이점이 된다. 또한, PVDF는 소수성이므로, 반응 구역의 유동 채널을 세정하는 관점에서 연료 전지 스택으로부터 생성된 물을 제거하는 데에 기여한다.
- [0090] 용매의 백분율은 바람직하게는 잉크(30)의 총 중량의 30 내지 50%, 보다 바람직하게는 잉크(30)의 총 중량의 38 내지 42%이다.
- [0091] 잉크의 용매로서, 예를 들어 N-메틸-2-피롤리돈(NMP) 또는 그 유도체, 사이클릭 에테르, 예를 들어 디옥산 또는 테트라하이드로푸란(THF), N,N-디메틸포름아미드(DMF), N,N-디메틸아세트아미드(DMAc), 디메틸 설폭사이드(DMSO), 메타-크레졸, 케톤, 예를 들어 아세톤, 메틸 에틸 케톤(MEK) 또는 그 유도체, 물 또는 수성 염기를 사용할 수 있다. 바람직하게는, NMP는 PVDF의 매우 우수한 용매이기 때문에 사용될 것이다.
- [0092] 계면활성제, 분산제 또는 탈취제와 같은 다른 첨가제가 잉크(콜로이드 현탁액이라고도 공지됨)를 균질화하는 데에 사용될 수 있다.
- [0093] 판(20)은, 예를 들어 탄소로 피복된 금속 또는 금속 충전제로 충전된 복합재로 제조될 수 있다. 판(20)은, 예를 들어 스테인리스강, 알루미늄 또는 티타늄을 포함할 수 있다. 금속은, 예를 들어 판(20)을 부식으로부터 보호하거나 접촉 저항을 감소시키기 위해 금속 또는 탄소 함유 퇴적물에 의해 또는 금속 함유 층을 포함하는 전자 전도성 복합 폴리머에 의해 보호될 수 있다. 판(20)은 가요성 또는 강성일 수 있고 바람직하게는 0.01 내지 1 mm, 보다 바람직하게는 0.02 내지 0.1 mm의 두께를 갖는다.
- [0094] 제조 프로세스는 인쇄된 단일 잉크 층으로부터 적어도 120  $\mu\text{m}$ 와 동일한 높이, 또는 심지어는 적어도 200  $\mu\text{m}$ 와 동일한 높이, 또는 심지어는 적어도 250  $\mu\text{m}$ 의 높이의 리브(31)를 형성하는 데에 특히 적합하다. 인쇄된 단일 잉크 층으로부터 형성된 리브(31)의 높이는, 가능하게는 예를 들어 140 내지 200  $\mu\text{m}$ 이다. 본 발명은 폭의 적어도 절반과 동일한 높이의 리브(31)를 형성하는 데에 특히 유리하며, 그 높이가 적어도 그 폭과 동일할 때 더욱 더 유리하다. 유동 채널(32)의 폭을 확정하는 리브(31) 사이의 간격은, 예를 들어 200 내지 400  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 250 내지 300  $\mu\text{m}$ 의 값을 갖는다(간격은 리브(31)의 중간에서 측정됨).
- [0095] 도 11은, 비교를 위해, 본 발명의 제조 프로세스를 사용하여 제조된 유동 안내 판을 포함하는 연료 전지 스택 및 흑연 블록을 기계 가공하여 생성된 유동 안내 판을 포함하는 연료 전지 스택의 바이어스 곡선을 예시한다. 이들 연료 전지 스택의 성능의 매우 큰 유사성이 확인될 수 있는 데, 이는 본 발명에 따른 프로세스를 사용하여 제조된 유동 안내 판이 연료 전지 스택의 동작을 열화시키지 않는다는 것을 입증한다.
- [0096] 도 12는 유동 안내 판(2)의 리브(31) 및 균질화 채널(32)의 측정된 프로파일의 예를 예시하는데, 이 판은 본 발명에 따른 제조 프로세스를 사용하여 제조되었다. 이와 같이 얻어진 리브(31)는 상당히 균일한 구조를 가지며 서로에 대해 낮은 기하학적 분산을 갖는다. 다양한 리브(31)의 높이들 간의 낮은 분산이 특히 주목될 수 있다. 다음은 그러한 리브가 형성되게 하는 프로세스의 파라미터이다: 모델 레퍼런스 248 하에 DEK사에 의해 판매되는 유형의 스크린 인쇄 기계가 사용되었다. 두께가 0.05 mm인 금으로 코팅된 스테인리스강으로 제조된 평탄한 판

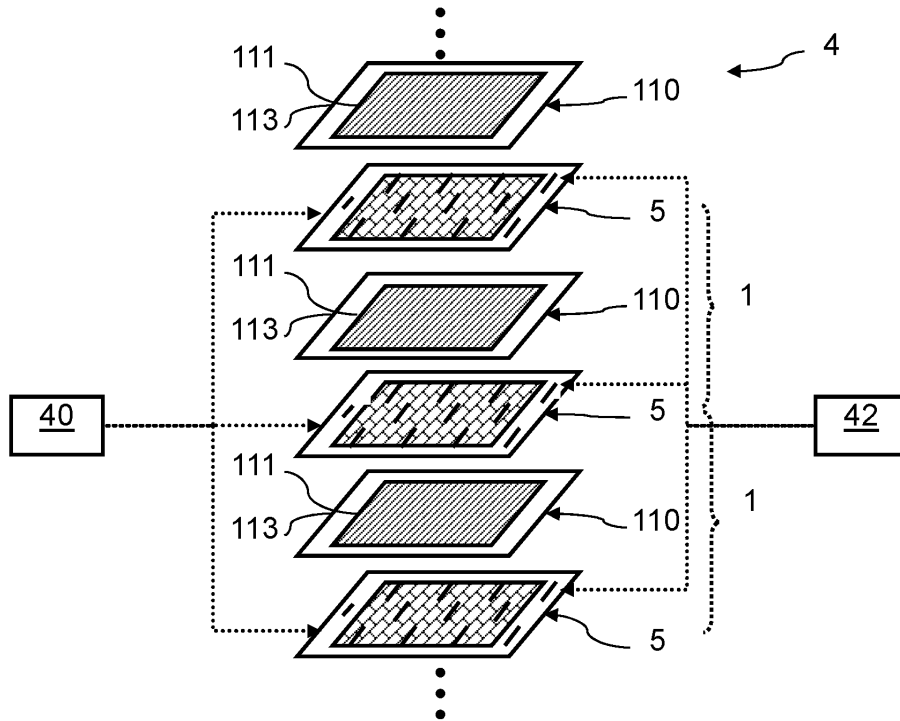
(20)이 사용되었다. 스테인리스강으로 제조되고 웹에 의해 프레임의 단부에 고정된 24 인치 x 24 인치의 스텐실 스크린이 사용되었다. 인쇄 패턴은 0.4 mm 폭 및 50 mm 길이의 구멍으로 구성되었고, 구멍은 폭 방향으로 0.4 mm 만큼 이격되었다. 사용된 스텐실 스크린은 0.2 mm의 두께를 가졌다. 전단은 4 kg의 힘을 사용하여 50 mm/s의 속도로 인가되었다. 이어서, 인쇄된 패턴을 통풍 오븐에서 80℃의 온도로 1 시간 동안 건조시켰다. 사용된 잉크는, 56.6 중량%의 2개의 상이한 직경을 갖는 흑연 입자의 혼합물(75% 흑연은 13 μm의 D50 직경을 갖고, 25% 흑연은 4 μm의 D50 직경을 가짐), 2.4 중량%의 PVDF, 및 41 중량%의 NMP로 구성되었다.

- [0097] 제조 프로세스는 동일한 잉크 및 인쇄 파라미터로 판(20)의 대향 면에 적용될 수 있다. 도 4 내지 도 6은 2개의 대향 면에 인쇄함으로써 리브가 형성된 안내 판(2)의 다양한 구성을 예시한다(개략적인 단면도).
- [0098] 도 4의 예에서, 리브(31)는 판(20)의 상부면(201) 상에 형성되고 다른 리브(31)는 판(20)의 하부면(202) 상에 형성된다. 리브(31) 사이에 유동 채널(32)이 형성된다. 이 예에서, 2개의 대향 면의 리브(31)는 평행하게 연장된다. 이 예에서, 2개의 면(201, 202)의 리브는 동일한 치수를 가지며 중첩된다: 2개의 면의 리브는 판(20)에 대해 서로 대칭성이다.
- [0099] 도 5의 예에서, 리브(31)는 판(20)의 상부면(201) 상에 형성되고 다른 리브(31)는 판(20)의 하부면(202) 상에 형성된다. 리브(31) 사이에 유동 채널(32)이 형성된다. 이 예에서, 2개의 대향 면의 리브(31)는 길이방향으로 평행하게 연장된다. 이 예에서, 2개의 면(201, 202)의 리브는 동일한 치수를 가지며 횡방향으로 오프셋되어 있다.
- [0100] 도 6의 예에서, 리브(31)는 판(20)의 상부면(201) 상에 형성되고 다른 리브(33)는 판(20)의 하부면(202) 상에 형성된다. 리브(31) 사이에 유동 채널(32)이 형성된다. 리브(33) 사이에는 유동 채널(도시되지 않음)이 또한 형성되어 있다. 이 예에서, 리브(31) 및 리브(33)는 직교 방향으로 연장된다.
- [0101] 도 7은 본 발명에 따른 제조 프로세스를 사용하여 획득된 유동 안내 판을 중첩시켜 형성된 양극 판을 예시한다. 이 예에서, 3개의 유동 안내 판이 중첩된다. 이들 3개의 유동 안내 판은 단일 면 상에 리브(31)를 포함한다. 상부 안내 판은 그 상부면으로부터 돌출되는 리브(31)를 갖는다. 중간 안내 판 및 하부 안내 판은 그 하부면으로부터 돌출되는 리브(31)를 갖는다. 이들 3개의 안내 판이 중첩되면, 하나의 시약을 위한 유동 채널(32)이 상부 판의 리브 사이에 형성되고, 냉각제를 위한 유동 채널(34)이 중간 안내 판의 리브 사이에 형성되고, 다른 시약을 위한 유동 채널(35)이 하부 판의 리브 사이에 형성된다.
- [0102] 도 8은 본 발명에 따른 제조 프로세스를 사용하여 획득된 유동 안내 판을 중첩하여 형성된 양극 판을 예시한다. 이 예에서, 2개의 유동 안내 판이 중첩된다. 상부 안내 판은 도 4에 예시된 구성에 대응한다. 따라서, 이 안내 판은 그 양쪽 면으로부터 돌출된 리브(31)를 포함한다. 하부 유동 안내 판은 단일 면으로부터 돌출된 리브(31)를 포함한다. 하부 안내 판은 그 하부면으로부터 돌출된 리브(31)를 갖는다. 이들 2개의 안내 판이 중첩되면, 하나의 시약을 위한 유동 채널(32)이 상부 판의 상부 리브 사이에 형성되고, 냉각제를 위한 유동 채널(34)이 이 상부 안내 판의 하부 리브 사이에 형성되고, 다른 시약을 위한 유동 채널(35)이 하부 판의 리브 사이에 형성된다.
- [0103] 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 안내 판의 개략적인 단면도이다. 전도성 잉크 층이 스크린 인쇄되는 기판은 여기서 가스 확산 층(60)이다. 잉크는 가스 확산층(60)의 일 면(601) 상에 인쇄될 수 있으며, 파라미터는 제1 실시예에 대해 설명된 것과 유사하다. 이어서, 인쇄는 사이에 유동 채널(32)을 획정하는 리브(31)를 형성한다.
- [0104] 도 14는 전기 화학 반응기의 다른 구성요소와 관련된 그러한 안내 판의 개략적인 단면도이다. 제1 실시예에서 설명된 것과 같은 평면형 전도성 판(20)이 리브(31)의 상단에 대해 가압될 수 있다. 막(113), 애노드(111) 및 캐소드(112)를 포함하는 막-전극 조립체가 가스 확산 층의 일 면(602)에 대해 가압된다.
- [0105] 도 15는 본 발명의 제3 실시예에 따른 안내 판의 개략적인 단면도이다. 전도성 잉크 층이 스크린 인쇄되는 기판은 여기서 전극(111)이다. 전극(111)은 본 경우에 애노드이지만, 인쇄는 또한 캐소드 상에서 수행될 수 있다. 이 예에서, 인쇄는 막-전극 조립체의 양성자 교환막(113)에 미리 고정된 전극(111) 상에서 수행된다. 인쇄는 또한 막에 고정되지 않은 전극(111) 상에서 수행될 수 있다. 잉크는 전극(111)의 일 면 상에 인쇄될 수 있으며, 파라미터는 제1 실시예에 대해 설명된 것과 유사하다. 이어서, 인쇄는 사이에 유동 채널(32)을 획정하는 리브(31)를 형성한다.
- [0106] 도 16은 전기 화학 반응기의 다른 구성요소와 관련된 그러한 안내 판의 개략적인 단면도이다. 제1 실시예에서

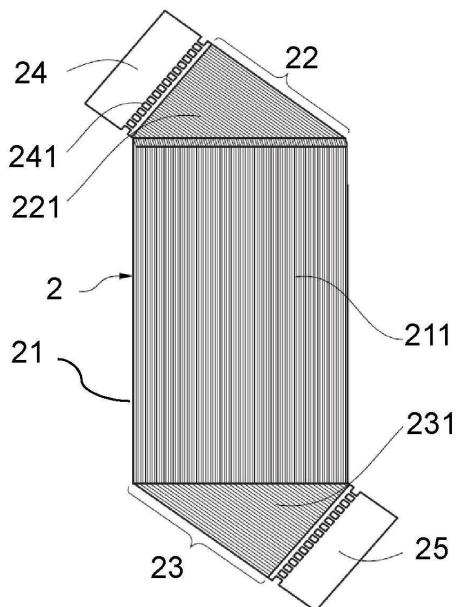
설명된 것과 같은 평면형 전도성 판(20)이 리브(31)의 상단에 대해 가압될 수 있다.

도면

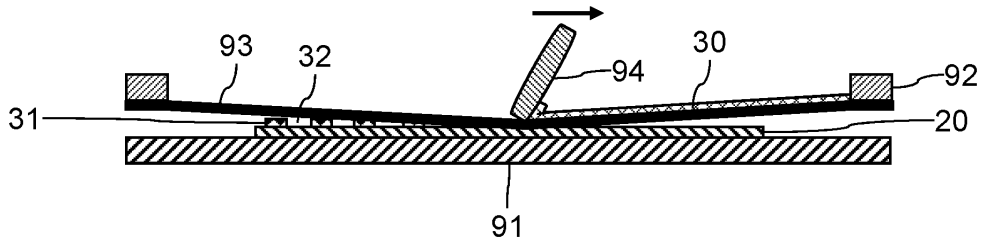
도면1



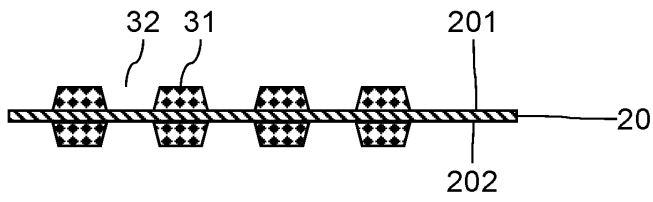
도면2



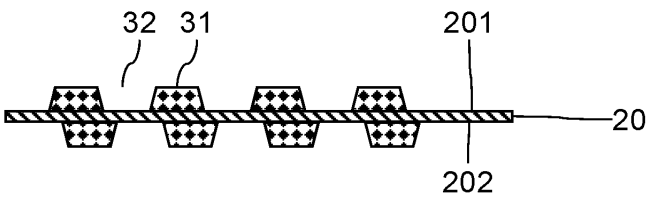
도면3



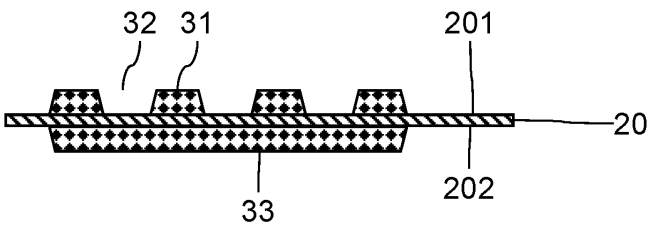
도면4



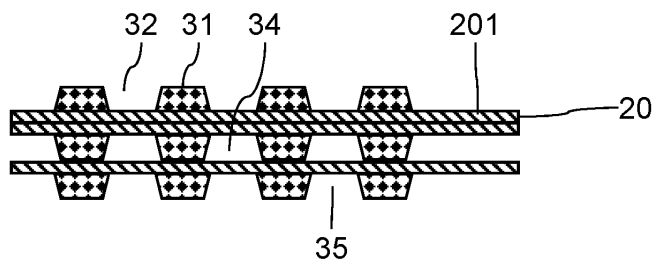
도면5



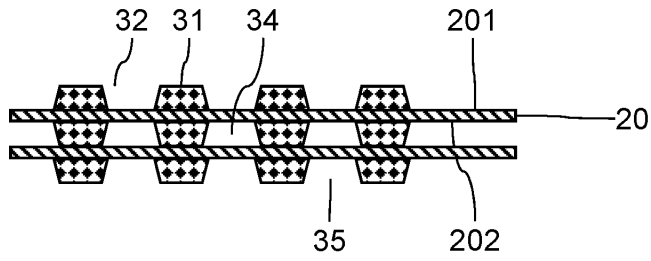
도면6



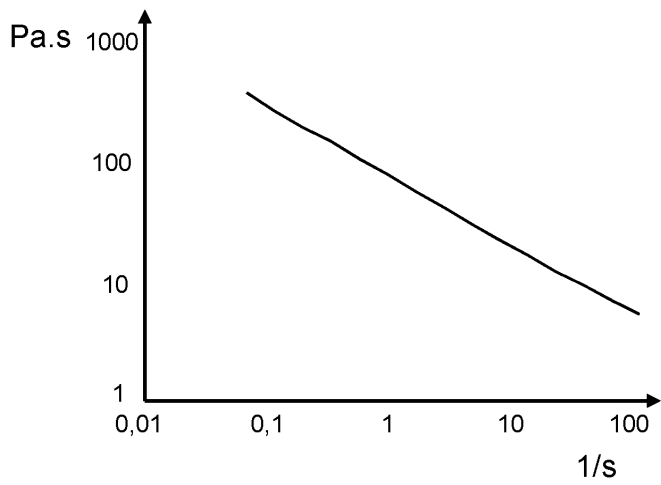
도면7



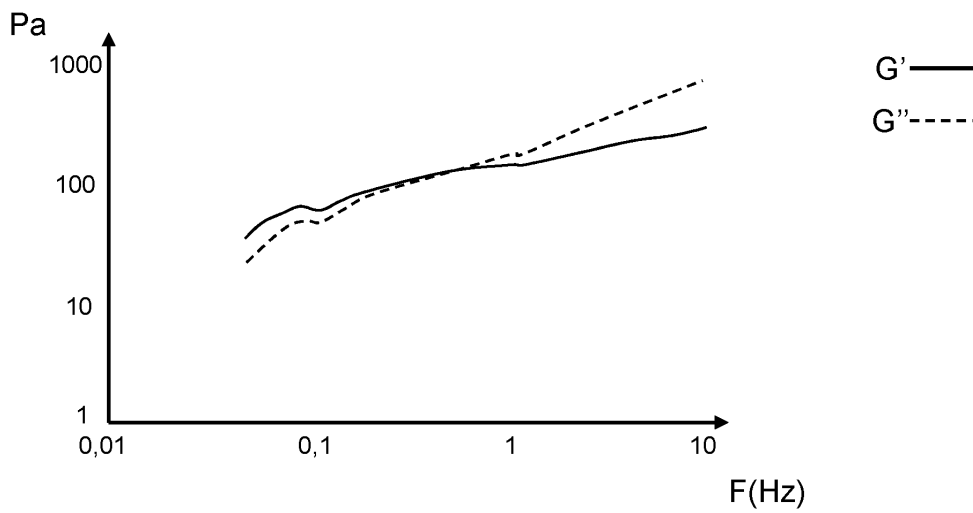
도면8



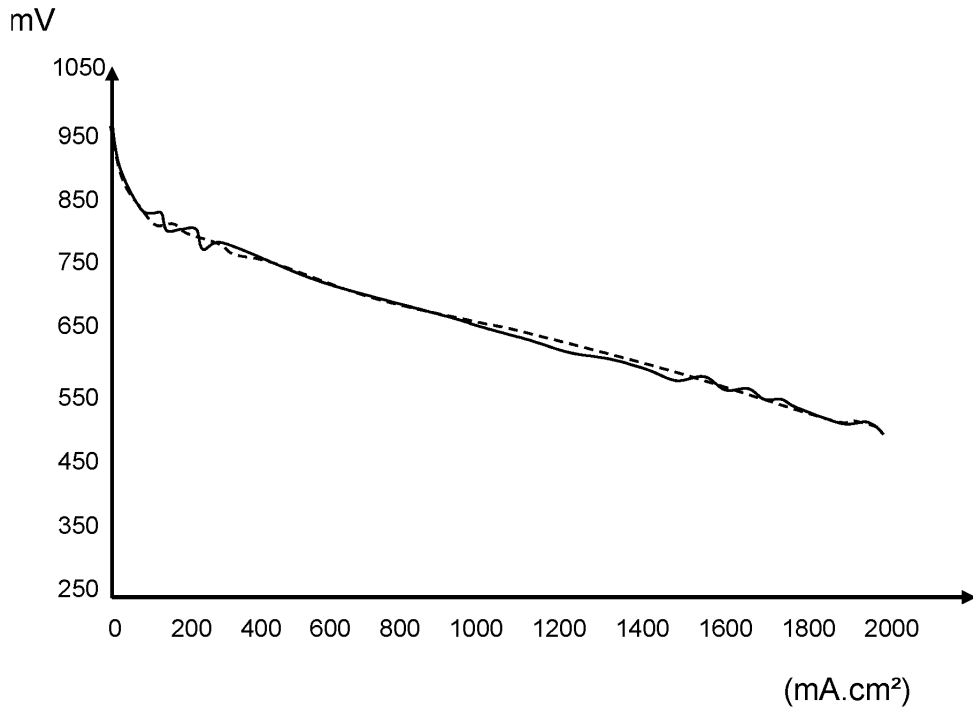
도면9



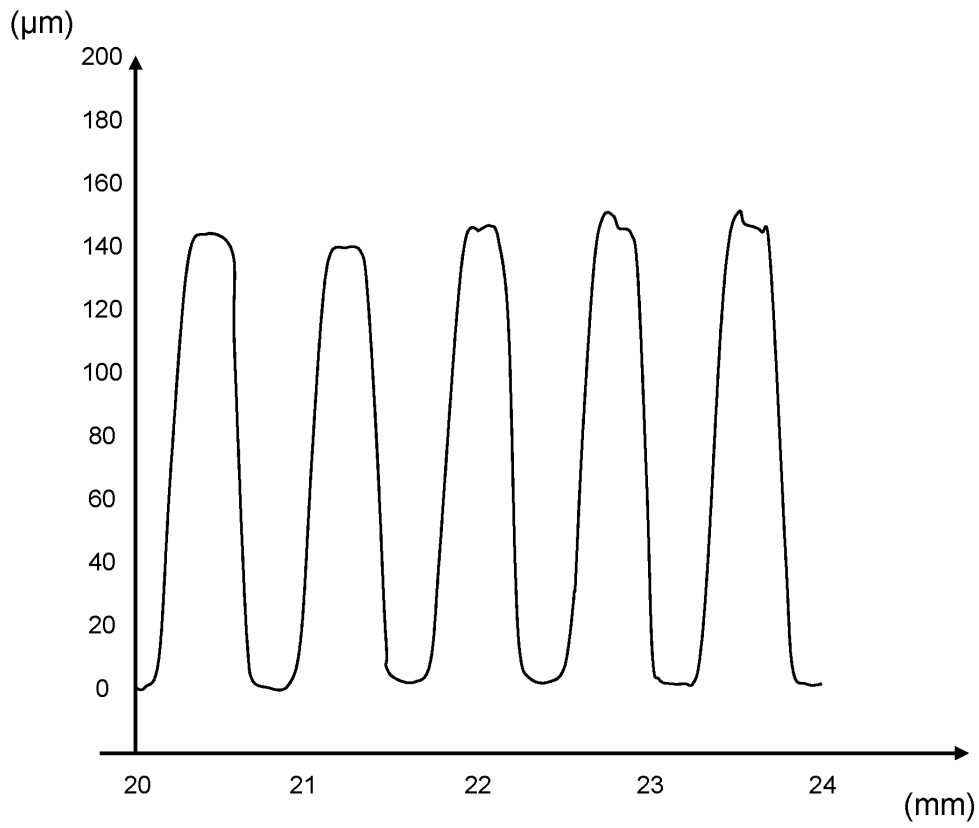
도면10



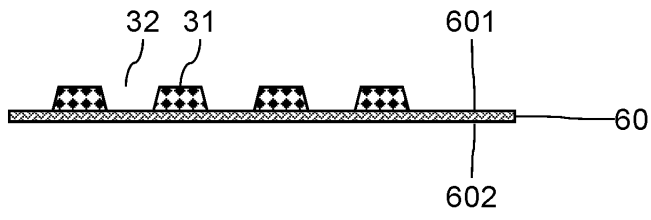
도면11



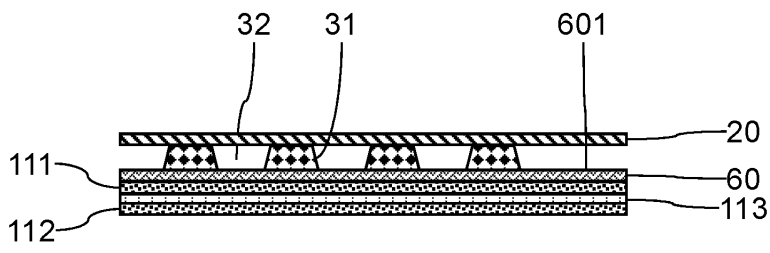
도면12



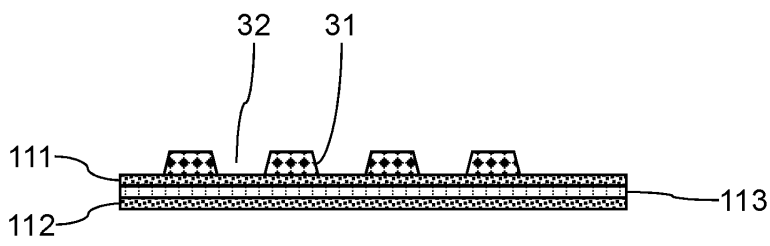
도면13



도면14



도면15



도면16

