



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월15일
(11) 등록번호 10-1536560
(24) 등록일자 2015년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 2/16 (2006.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 2/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0193192
(22) 출원일자 2014년12월30일
심사청구일자 2014년12월30일
(56) 선행기술조사문헌
KR100941264 B1*
WO2012138039 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(72) 발명자
이용민
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
유명현
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(74) 대리인
특허법인 플러스
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 9 항

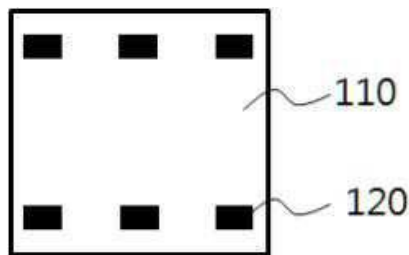
심사관 : 홍성관

(54) 발명의 명칭 패턴화된 세라믹 코팅 분리막 및 제조방법 그리고 이를 포함하는 이차전지

(57) 요약

본 발명은 패턴화된 세라믹 코팅층을 포함하는 분리막 및 제조방법 그리고 이를 포함하는 이차전지에 관한 것이다. 본 발명의 이차전지용 분리막은 다공성 기재의 표면에 세라믹 입자를 스퍼터링 증착 방식으로 코팅하여 세라믹층을 형성한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 이차전지용 분리막은 나노 단위로 증착된 세라믹층이 패턴화되어 과열에 의한 수축이 발생하지 않고 이온 전도도가 우수하다.

대표도 - 도1



(72) 발명자
이태주
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
연대용
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
전현규
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

이윤주
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
박주남
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 10046314
 부처명 산업통상자원부
 연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
 연구사업명 지식경제 기술혁신사업(녹색산업선도형 이차전지기술개발사업)
 연구과제명 리튬이차전지 산화물 코팅 분리막(두께 < 18um)을 위한 고접착 수계바인더, 슬러리(접착강도 > 100gf/cm) 및 코팅기술 개발
 기여율 1/2
 주관기관 더블유스코프코리아(주)
 연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 2014H1C1A1066977
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 지역혁신창의인력양성사업
 연구과제명 플렉시블 리튬이차전지용 메탈파이버 집전체 개발
 기여율 1/2
 주관기관 한밭대학교 산학협력단
 연구기간 2014.10.01 ~ 2017.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

다공성 기재의 표면에 세라믹 입자를 스퍼터링 증착 방식으로 코팅하여 세라믹층이 형성된 이차전지용 분리막으로서,

상기 다공성 기재의 표면은 세라믹층이 형성된 영역 및 세라믹층이 형성되지 않은 영역을 포함하며,

상기 세라믹층은 상기 다공성 기재 위에 일정한 패턴을 가진 마스크를 위치시키고, 세라믹 입자를 스퍼터링 증착 방식으로 코팅하여 형성된 패턴화된 세라믹층인것인 이차전지용 분리막.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 세라믹 입자는 1nm 내지 5nm의 평균 입경과 0.1nm 내지 10nm의 입경범위를 가지는 것을 특징으로 하는 이차전지용 분리막.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 세라믹층은 10nm 내지 1000nm의 두께를 특징으로 하는 이차전지용 분리막.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 세라믹층은 TiO_2 , SiO_2 , SnO_2 , CeO_2 , ZrO_2 , $CaCO_3$, $BaCO_3$, Al_2O_3 , $Al(OH)_3$ 및 $Mg(OH)_2$ 으로 이루어진 군으로부터 선택된 단일 또는 2종 이상의 성분으로 이루어진 이차전지용 분리막.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 세라믹층의 패턴은 상기 다공성 기재의 양면이 동일하거나 상이하게 분포한 이차전지용 분리막.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 세라믹층의 패턴은 상기 다공성 기재의 양면에 면대칭 분포되어 있는 이차전지용 분리막.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 세라믹층의 패턴 형태는 원형(circle), 다각형(polygon), 도넛형(doughnut) 및 띠형(stripe)으로 이루어진 군으로부터 선택된 단일 또는 2종 이상의 조합인 이차전지용 분리막.

청구항 9

음극; 양극; 및 분리막;을 포함하고, 제1항 및 제3항 내지 제8항 중 어느 한 항의 상기 분리막은 상기 음극과 상기 양극 사이에 위치하고 있는 이차전지.

청구항 10

제9항에 있어서,
 상기 이차전지가 리튬 이차전지인 것을 특징으로 하는 이차전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이차전지용 분리막, 더욱 상세하게는 패턴화된 세라믹 코팅층을 포함하는 이차전지용 분리막 및 제조 방법 그리고 이를 포함하는 이차전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이차전지가 소형전자기기에서 전동공구, 전기자동차 등의 대용량 고출력 분야로 응용이 확대되고 있다. 또한, 이차전지의 용도가 다양해지고, 부피도 대형화되면서 폭발, 발화와 같은 전지 안전성에 대한 중요성이 대두되고 있다.

[0003] 이차전지의 안전성에 대한 종래 연구개발은 주로 전해액의 난연성 확보 및 구조적으로 안정한 전극 활물질의 합성 및 개선에 관해 진행되어 왔다. 하지만 물리적으로 애노드와 캐소드를 격리시키는 분리막도 전지 안전성 확보 관점에서 가장 중요한 소재이다. 특히, 고전압 및 고출력이 요구되는 중대형 전지분야에서 열폭주 또는 외부 충격으로 인한 분리막 파손시 폭발 사고가 발생할 수 있다.

[0004] 따라서, 이차전지용 분리막 내 내열성 세라믹 코팅층의 도입은 내열성 확보를 위해 필수적 요건이다. 나아가 중대형 이차전지는 가격 경쟁력 확보를 목적으로 이차전지용 분리막 내 저가형 내열 코팅층 도입기술이 접목되어 개발되고 있다. 구체적으로 저가형 내열 코팅층 도입기술은 고분자 바인더와 세라믹을 혼합한 슬러리를 이차전지용 분리막에 코팅하는 방식으로 진행되고 있다. 하지만 상기 코팅층 도입기술은 전지 성능에 영향을 미치는 통기 특성을 저하시키는 문제를 발생한다.

[0005] 따라서, 상기 이차전지용 분리막은 내열성 및 내충격성을 갖추고, 이온 전달 기능과 통기 특성 저하를 개선할 수 있는 코팅층 도입기술이 개발될 필요가 있다. 또한, 가격 경쟁력 확보를 위해 상기 도입기술은 코팅 공정을 단순화시키고 코팅 재료를 절감시킬 수 있어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 진공 증착 기술인 스퍼터링 방식을 사용하여 전해 이온 전달이 우수하고 열적 안정성을 확보할 수 있는 패턴화된 세라믹 코팅 분리막 및 제조방법 그리고 이를 포함하는 이차전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 이차전지용 분리막은 다공성 기재의 표면에 세라믹 입자를 스퍼터링 증착 방식으로 코팅하여 세라믹층이 형성된다.

[0008] 보다 상세하게는 상기 이차전지용 분리막은 상기 다공성 기재 위에 일정한 패턴을 가진 마스크를 위치시키고, 세라믹 입자를 스퍼터링 증착 방식으로 코팅하여 패턴화된 세라믹층이 형성될 수 있으며,

[0009] 상기 세라믹 입자는 1nm 내지 5nm 의 평균 입경과 0.1nm 내지 10nm의 입경범위를 가질 수 있으며, 상기 세라믹층은 10nm 내지 1000nm의 두께를 특징으로 할 수 있으며, 상기 세라믹층은 TiO₂, SiO₂, SnO₂, CeO₂, ZrO₂, CaCO₃, BaCO₃, Al₂O₃, Al(OH)₃ 및 Mg(OH)₂ 으로 이루어진 군으로부터 선택된 단일 또는 2종 이상의 성분으로 이루어질 수 있다.

[0010] 또한, 상기 이차전지용 분리막은 상기 세라믹층의 패턴이 상기 다공성 기재의 양면이 동일하거나 상이하게 분포되고, 보다 구체적으로 상기 세라믹층의 패턴이 상기 다공성 기재의 양면에 면대칭 분포되어 있으며, 상기 세라

믹층의 패턴 형태는 원형(circle), 다각형(polygon), 도넛형(doughnut) 및 띠형(stripe)으로 이루어진 균으로 부터 선택된 단일 또는 2종 이상의 조합일 수 있다.

[0011] 나아가 본 발명은 음극, 양극 및 분리막을 포함하고, 상기 분리막은 상기 음극과 상기 양극 사이에 위치하고 있는 이차전지를 포함할 수 있고,

[0012] 상기 이차전지가 리튬 이차전지인 것을 특징으로 하는 이차전지를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 이차전지용 분리막은 용매 및 바인더가 불필요하고, 용매의 건조단계가 불필요하여 짧은 제조시간과 연속공정에 대한 높은 가용성을 기대할 수 있으며, 나노 단위의 코팅 두께로 통기도의 증가를 막고 내열성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 하나의 바람직한 구체예에 따라 다공성 기재 및 상기 기재상의 패턴화된 세라믹층을 포함하는 이차전지용 분리막을 보여준다.

도 2은 본 발명의 하나의 바람직한 구체예에 따라 이차전지용 분리막의 세라믹층의 패턴형태를 보여준다.

도 3은 본 발명의 하나의 바람직한 구체예에 따라 이차전지용 분리막의 세라믹층의 패턴형태를 보여준다.

도 4은 본 발명의 하나의 바람직한 구체예에 따라 이차전지용 분리막의 세라믹층의 패턴형태를 보여준다.

도 5은 본 발명의 하나의 바람직한 구체예에 따라 이차전지용 분리막의 세라믹의 패턴형태를 보여준다.

도 6은 본 발명의 하나의 바람직한 구체예에 따라 이차전지용 분리막의 세라믹층의 패턴형태를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하 본 발명의 패턴화된 세라믹 코팅 분리막 및 제조방법 그리고 이를 포함하는 이차전지를 상세히 설명한다. 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0016] 본 발명에 따른 이차전지용 분리막은 다공성 기재의 표면에 진공증착기술인 스퍼터링 방식을 통해 세라믹 입자가 코팅되어 세라믹층이 형성된 것이다.

[0017] 상세하게, 상기 이차전지용 분리막은 다공성 기재의 일면 또는 양면 위에 일정한 패턴을 가진 마스크를 위치시키고, 세라믹 입자를 스퍼터링 방식으로 코팅하여 패턴화된 세라믹층이 형성된다. 도 1은 본 발명의 하나의 바람직한 구체예에 따라 다공성 기재 및 상기 기재상의 패턴화된 세라믹층을 포함하는 이차전지용 분리막이다. 그리고 상기 다공성 기재위에 도입되는 세라믹층의 패턴화는 내열 특성을 확보할 수 있는 최소한의 코팅구역을 형성하여 통기 특성 저하를 막고 세라믹 코팅층 도입을 통한 액체 전해액에 대한 함침성을 증가시킴으로써 이온전도도를 향상시킨다. 구체적으로 서술하면, 상기 다공성 기재상의 코팅 구역의 면적이 상기 기재의 일면의 면적을 기준으로 30% 내지 50%의 범위가 될 수 있으며, 보다 구체적으로 30% 내지 40%의 범위일 수 있다. 상기 면적으로 코팅된 경우, 상기 다공성 기재는 통기 특성의 저하는 적절히 막을 수 있고, 액체전해액 함침 특성은 크게 향상될 수 있다.

[0018] 상기 다공성 기재의 기공도와 두께를 특별히 제한하지 않는다. 그러나 상기 다공성 기재는 당업계에 통상적으로 사용되는 것으로 10 μm ~ 500 μm의 두께로 제조된 다공성 필름일 수 있고, 15 μm ~ 200 μm 두께의 다공성 기재가 더 바람직할 수 있다. 또한, 상기 다공성 기재의 기공도는 30% 내지 80%의 범위일 수 있으며, 40% 내지 70%의 범위가 더 바람직할 수 있다.

[0019] 상기 다공성기재는 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리이소부틸렌(polyisobutylene), 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride), 폴리비닐리덴 클로라이드(polyvinylidene chloride), 폴리비닐리덴 플루오라이드(polyvinylidene fluoride), 폴리메틸메타크릴레이트(Polymethylmethacrylate), 나일론(nylon), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐알콜(polyvinylalcohol), 폴리에틸렌-비닐알콜(polyethylene-co-vinylalcohol), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate), 폴리부틸렌테레프탈레이트(polybutylen eterephthalate)로 이루어진 균으로부

터 선택되는 어느 하나의 고분자 또는 이들 중 2종 이상의 혼합물로 이루어진 다공성 필름일 수 있다.

- [0020] 상기 마스크는 상기 세라믹 입자가 상기 다공성 기재의 필요 코팅 부분에만 증착되고 불필요한 부분의 증착을 막아주는 역할을 하면 충분하다. 따라서, 상기 마스크의 재질은 금속, 플라스틱 및 폴리머 소재를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 세라믹 입자는 스퍼터링 진공 증착에서 플라즈마 내의 비활성 기체 이온이 가속되어 타겟(target)인 세라믹 재료에 충돌하여 생성된 것이다. 따라서, 상기 세라믹 입자는 1 nm 내지 5nm의 평균 입경과 0.1nm 내지 10nm의 입경범위를 가질 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 세라믹층은 상기 다공성 기재에 상기 세라믹 입자를 10nm 내지 1000nm 두께의 박막으로 증착하는 것이 바람직할 수 있으며, 10nm 내지 500nm 두께의 박막으로 증착되는 것이 더 바람직할 수 있으며, 10nm 내지 100nm 두께의 박막으로 증착되는 것이 보다 더 바람직할 수 있다. 또한, 상기 세라믹층의 두께는 상기 바람직한 두께보다 통기 특성 저하를 막기 위해 최소화하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0023] 상기 세라믹층은 입자의 상기 플라즈마 내의 비활성 기체 이온의 가속도에 따라 상기 세라믹 입자의 크기와 생성 속도가 달라질 수 있다. 따라서, 상기 세라믹층의 두께는 비활성 기체 이온의 가속도와 증착 시간을 조절함으로써 나노미터 단위로 제어할 수 있다.
- [0024] 그리고 세라믹 재료는 강한 기계적 특성과 고온에서 우수한 특성을 가지는 무기재료일 수 있다. 상기 세라믹 재료의 특성은 이차전지 내에서 발생하는 물리화학적 변화로 인한 분리막의 변형 및 파괴를 방지할 수 있다. 상기 세라믹층은 TiO_2 , SiO_2 , SnO_2 , CeO_2 , ZrO_2 , $CaCO_3$, $BaCO_3$, Al_2O_3 , $Al(OH)_3$ 및 $Mg(OH)_2$ 으로 이루어진 군으로부터 선택된 단일 또는 2종 이상의 성분으로 이루어질 수 있다. 상세하게, 상기 세라믹층은 상기 2종 이상의 성분이 혼합되어 단층을 형성될 수 있고, 상기의 단일 또는 2종 이상의 성분이 순서대로 형성되는 다층구조를 가질 수 있다.
- [0025] 상기 세라믹층은 다공성 기재상 일면 또는 양면에 형성될 수 있다. 그리고 상기 양면 세라믹층의 패턴은 상기 다공성 기재의 양면이 동일하거나 상이하게 분포할 수 있다. 이차전지 내 발열에 의해 이차전지용 분리막이 수축할 때 상기 분포는 상기 분리막에 미치는 수축력을 균형적으로 분산하는 역할을 할 수 있다. 구체적으로 상기 세라믹층의 패턴은 상기 다공성 기재의 양면에 면대칭 분포되어 동일하게 만들 수 있다.
- [0026] 상기 세라믹층의 패턴 형태는 도 2 내지 도 6에 도시한 바와 같이 원형(circle), 다각형(polygon), 도넛형(doughnut) 및 띠형(stripe)으로 이루어진 군으로부터 선택된 단일 또는 2종 이상의 조합으로 할 수 있다. 상기 패턴 형태를 형성하는 패턴화는 상술한 바와 같이 열수축에 의한 수축력을 분산시켜 분리막의 구조적 안정성을 유지시켜줄 수 있다. 상기 패턴화된 면적은 통기 특성 저하를 막기 위해 최소화하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0027] 상기 세라믹층이 코팅된 이차전지용 분리막은 고온 또는 과충전의 조건에서 분리막의 열 안정성을 향상시켜 내부 단락 방지와 관련된 이차전지 안전성 문제를 해결해준다. 따라서, 본 발명의 구체적 일 실시예는 이차전지가 음극, 양극 및 분리막을 포함하고, 상기 분리막이 상기 음극과 상기 양극 사이에 위치하고 있는 이차전지일 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 구체적 일 실시예는 상기 이차전지가 리튬 이차전지일 수 있다.
- [0029] 이하, 본 발명을 실시예 및 비교예에 의해 더욱 상세히 설명한다. 이는 본 발명을 실험적으로 입증하기 위해 제시되는 것일 뿐, 본 발명이 제시되는 실시예 및 비교예에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0030] [실시예1]
- [0031] 20 μm 두께의 폴리에틸렌 분리막 위에 일정한 패턴을 가진 마스크를 올렸다. 25도 내지 30도의 증착 챔버에 상기 분리막을 넣은 후 챔버 내의 공기를 배기(pumping)하여 2×10^{-5} torr의 고진공으로 만들었다. 상기 고진공에서 챔버내에 아르곤을 주입하여 아르곤 분위기를 형성하였다. 그리고 상기 챔버 내에 교류 전원 출력을 $25W/cm^2$ 로 하여 플라즈마를 발생시켜 이온화한 아르곤 가스 이온을 가속하여 타겟(target)인 Al_2O_3 를 프리-스퍼터링(pre-sputtering)하였다. 상기 프리-스퍼터링은 상기 Al_2O_3 타겟 표면의 산화물 및 이물질을 제거해줄 뿐 아니라, 본격적인 증착 전 플라즈마 생성을 안정화시키는 역할을 한다. 그리고 상기 프리-스퍼터링 후 진공 챔버의 작동 압력(working pressure)이 7×10^{-3} torr로 형성되었고, 상기 작동 압력에서 다시 이온화된 아르곤 가스를 가속하여 Al_2O_3 를 10분 동안 양면 코팅하여 도1에 도시한 바와 같은 일정한 패턴을 가진 코팅 분리막을 제조하

였다.

- [0032] [실시예2]
- [0033] 실시예 2는 상기 실시예 1에서 폴리에틸렌 분리막 상 마스크를 올리지 않고 상기 실시예1과 동일하게 실시하였다.
- [0034] [비교예1]
- [0035] Al₂O₃ 세라믹층을 형성하지 않은 20 μm 두께의 폴리에틸렌 분리막을 준비하였다.
- [0036] [비교예2]
- [0037] Al₂O₃ 을 폴리비닐리덴 플로오라이드-헥사플로오르 프로필렌과 아세톤의 혼합액에 첨가하여 슬러리를 형성하였다. 상기 슬러리를 폴리에틸렌 분리막에 패터닝하여 도포하였다. 상기 슬러리 층의 아세톤을 제거하여 패터닝된 다공성 코팅층을 형성하여 이차전지용 분리막을 제조하였다.
- [0038] [실험예1]
- [0039] 상기 실시예 및 비교예의 이차전지용 분리막에 대해 하기의 측정 시험을 실시하였다.
- [0040] 상기 실시예 및 비교예에 따른 이차전지용 분리막의 세라믹층 두께는 Alpha step을 이용하여 측정하였다.
- [0041] 상기 실시예 및 비교예에 따른 이차전지용 분리막의 통기도는 상기 폴리에틸렌 분리막에 대하여 60mm× 60mm(가로× 세로)의 크기의 시료를 준비한 후 통기도 측정기인 DENSOMETER을 이용하여 공기 100ml가 통과하는데 소요 되는 시간을 측정하였다.
- [0042] 상기 실시예 및 비교예에 따른 이차전지용 분리막의 열 수축율은 상기 다공성 기재층에 대하여 30mm× 30mm(가로× 세로)의 크기의 시료를 준비한 후 130도의 오븐에서 각각 30분 동안 방치한 후 열 수축율을 측정하였다. 구체적으로 상기 열수축율은

$$\text{열수축율(\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100$$

- [0043]
- [0044] 이며, A₀는 이차전지용 분리막의 가열 전 면적, A₁는 이차전지용 분리막의 가열 후 면적을 나타낸다.

표 1

	분리막 두께 (μm)	세라믹층 두께 (μm)	통기도 (sec/100ml)	열 수축율 (%)
실시예 1	20	0.02	284	0
실시예 2	20	0.02	322	0
비교예 1	20	0	272	44
비교예 2	20	5	460	0

- [0046] 상기 표 1은 실시예 및 비교예의 이차전지용 분리막에 대한 통기도와 열수축율 측정 자료를 나타낸다.
- [0047] 실시예 1의 이차전지용 분리막은 비교 예 1의 세라믹층을 코팅하지 않은 이차전지용 분리막과 비교하여 열 수축

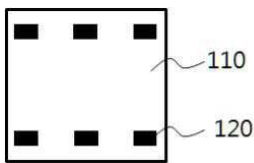
이 발생하지 않았다. 따라서, 다공성 기재 상의 패턴화된 세라믹층이 이차전지 분리막의 구조적 및 열적 안정성을 향상시킨다는 것을 알 수 있다. 그리고 실시예 1의 이차전지용 분리막은 실시예 2의 패턴화하지 않은 세라믹층을 가지는 이차전지용 분리막과 비교하여 통기도가 낮은 값을 나타냈고, 이는 전해 이온 전도도가 더 높다는 것을 설명해준다. 또한, 실시예 1의 이차전지용 분리막은 비교예 2의 이차전지용 분리막과 비교하여 0.004배 낮은 세라믹층 두께를 가지며, 바인더와 용매를 사용하지 않음으로써 통기도 저하를 최소화하여 전지 성능의 저하를 막아주고, 열수축율에 대하여 동등한 성능을 보여준다.

부호의 설명

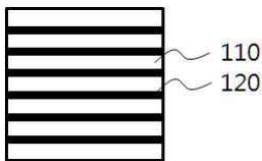
110 : 분리막 120 : 세라믹층

도면

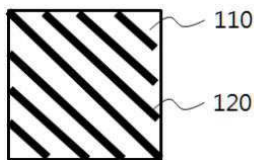
도면1



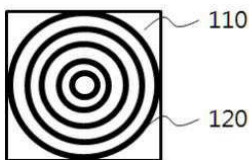
도면2



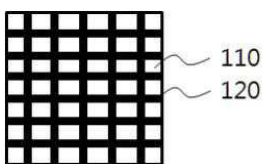
도면3



도면4



도면5



도면6

