



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0108409
(43) 공개일자 2013년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) *H01L 41/193* (2006.01) *H01L 41/45* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2013-7014034

(22) 출원일자(국제) 2011년10월28일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2013년05월31일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2011/069043

(87) 국제공개번호 WO 2012/059437
국제공개일자 2012년05월10일

(30) 우선권주장
1018987.1 2010년11월03일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
바이엘 인텔렉쳐 프로퍼티 게엠베하
독일, 40789 몬헤임 엠 레인, 알프레드-노엘-스트
라쎄 10

(72) 발명자
엔닝거, 베르너
독일 50677 켈른 아이펠플라츠 9
로베라-프리에토, 헬리아니
네덜란드 6241 씨제트 번데 칼벤호펜 56

(74) 대리인
위혜숙, 양영준, 양영환

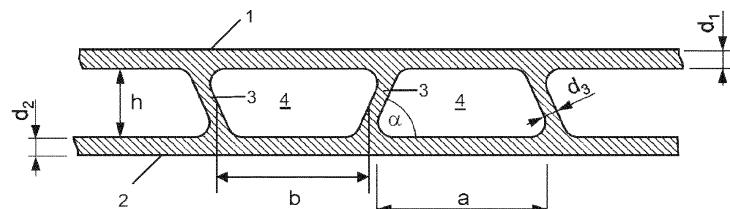
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 폐로일렉트릿 특성을 갖는 중합체 층 복합체 및 그의 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 연속적인 제1 중합체 층 (1) 및 연속적인 제2 중합체 층 (2)을 포함하며, 상기 제1 및 제2 중합체 층 (1, 2)은 연속적인 중합체 층들 (1, 2) 사이에 배열된 연결 부분 (3)에 의해 공극 (4)이 형성되도록 서로 연결되어 있는 것인, 폐로일렉트릿 특성을 갖는 중합체 층 구조물에 관한 것이다. 본 발명에 따라서, 중합체 층 구조물은 일체로 압출된 부품의 형태이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

연속적인 제1 중합체 층 (1) 및 연속적인 제2 중합체 층 (2)을 포함하며, 상기 제1 및 제2 중합체 층 (1, 2)은 연속적인 중합체 층들 (1, 2) 사이에 배열된 연결 부분 (3)에 의해 공극 (4)이 형성되도록 서로 연결되어 있는 것인, 폐로일렉트릭 특성을 갖는 중합체 층 구조물이며, 일체로 압출된 구조 요소의 형태인 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 및 제2 중합체 층 (1, 2)의 두께 d1 및 d2가 일정한 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 적어도 일부 공극 (4)이 사다리꼴 단면을 갖는 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 4

제3항에 있어서, 적어도 일부 공극 (4)이, 동일한 길이의 사다리꼴 다리를 갖는 대칭적인 사다리꼴 단면을 갖는 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 모든 공극 (4)이 사다리꼴 단면을 가지며, 수평하게 배열된 중합체 층 구조물의 경우, 사다리꼴 단면의 긴 변 및 마주보는 짧은 변이 교호적으로 위 및 아래에 위치하도록 배열된 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 6

제3항에 있어서, 사다리꼴 단면에서 각각의 둔각이 두 개의 인접한 예각을 가지며, 각각의 예각이 두 개의 인접한 둔각을 갖는 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 7

제6항에 있어서, 사다리꼴 단면이 평행사변형인 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

두께 d1이 10 μm 이상 내지 250 μm 이하이고/거나,

두께 d2가 10 μm 이상 내지 250 μm 이하이고/거나,

폭 a가 10 μm 이상 내지 5 mm 이하이고/거나,

폭 b가 10 μm 이상 내지 5 mm 이하이고/거나,

최대 높이 h가 10 μm 이상 내지 500 μm 이하이고/거나,

각도 α 가 5° 이상 내지 80° 이하인 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 폴리카르보네이트, 폐플루오린화 또는 부분적 플루오린화 중합체 및 공중합체, 폴리테트라플루오로에틸렌, 플루오로에틸렌프로필렌, 폐플루오로알콕시에틸렌, 폴리에스테르, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리이미드, 폴리에테르 이미드, 폴리에테르, 특히 폴리페닐렌

에테르 (PPE), 폴리메틸 (메트)아크릴레이트, 시클로올레핀 중합체, 시클로올레핀 공중합체, 폴리올레핀, 특히 폴리프로필렌, 폴리스티렌 및/또는 그들의 혼합물을 포함하는 군으로부터 선택된 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 공극 (4)이 질소, 일산화이질소 및/또는 헥사플루오린화황을 포함하는 군으로부터 선택된 기체로 충전된 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 중합체 층 구조물.

청구항 12

(A) 중합체 재료를 제공하는 단계,

(B) 중합체 재료를 압출시켜, 연속적인 제1 중합체 층 (1) 및 연속적인 제2 중합체 층 (2)을 포함하는 중합체 층 구조물을 형성하는 단계이며, 상기 제1 및 제2 중합체 층 (1, 2)은 연속적인 중합체 층들 (1, 2) 사이에 배열된 연결 부분에 의해 공극 (4)이 형성되도록 서로 연결되어 있는 것인 단계, 및

(C) 공극을 대향하고 있는 제1 및 제2 중합체 층들 (1, 2)의 표면을 전기적으로 대전시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 중합체 층 구조물의 제조 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 단계 (C)에서의 전기적 대전을 직접적 대전 또는 코로나 방전에 의해 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서, 단계 (C)에서의 전기적 대전 전에, 공극을 질소, 일산화이질소 및/또는 헥사플루오린화황을 포함하는 군으로부터 선택된 기체로 충전하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 중합체 층 복합체를 포함하는 압전 소자.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 폐로일렉트릿(ferroelectret) 특성을 갖는 중합체 층 구조물에 관한 것으로, 본 발명의 구조물은 제1 연속적인 중합체 층 및 제2 연속적인 중합체 층을 가지며, 상기 제1 및 제2 중합체 층은, 연속적인 중합체 층들에 대하여 각을 이루며 배열되어 있는 연결 부분에 의해 공극(void)이 형성되도록 서로 연결되어 있다. 본 발명은 또한 본 발명에 따른 중합체 층 복합체의 제조 방법, 및 본 발명에 따른 중합체 층 복합체를 포함하는 압전 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

경량성, 열전도성, 기계적 변형성, 전기적 특성, 배리어 기능과 같은 여러 가지 장점 및 의도적으로 조절할 수 있는 특성으로 인해, 중합체 및 중합체 복합 재료는 다수의 상업적 분야에 사용되고 있다. 그들은, 예컨대, 식품이나 다른 제품의 포장재, 건축이나 자동차 제조 분야에서 건축 자재 또는 단열재로 사용된다. 그러나, 기능성 중합체는 또한 센서 또는 액츄에이터 분야에서 액티브 부품으로서 그 중요성이 점점 증대되고 있다.

[0003]

중요한 응용 컨셉은 중합체를 전기기계적 또는 압전 변환체로 사용하는 것이다. 압전 재료는 기계적 압력을 전 압 신호로 변환할 수 있다. 역으로, 압전 재료에 인가된 전기장은 변환체 기하학적 형상에 있어서의 변화로 전환될 수 있다. 압전 재료는 다수의 응용 분야에서 액티브 부품으로 이미 포함되어 있다. 이들은, 예를

들어, 키보드나 터치 패드에 사용되는 구조화 압력 센서, 가속기 센서, 마이크로폰, 확성기, 의료기술, 해양기술 또는 재료시험 분야에서 사용되는 초음파 변환기를 포함한다. 예컨대, WO 2006/053528 A1에는, 중합체 필름 압전 소자에 기초한 전기음향 변환기가 기재되어 있다.

[0004] 최근에, 소위 폐로일렉트릿이라 하는 새로운 종류의 압전 중합체에 관한 연구가 각광을 받고 있다. 폐로일렉트릿은 또한 압전체라고도 불리운다. 폐로일렉트릿은 장기간에 걸쳐 전하를 저장할 수 있는 공극 구조를 갖는 중합체 재료이다. 이제까지 알려진 폐로일렉트릿은 기포 공극 구조를 나타내며, 발포 중합체 필름, 또는 중합체 필름이나 중합체 패브릭의 다층 시스템의 형태이다. 전하가 그들의 극성에 따라서 공극의 다른 표면 위로 널리 분포될 때, 각각의 대전된 공극은 전기적 쌍극자를 나타낸다. 공극이 변형되는 경우, 이는 쌍극자 크기의 변화를 유발하여 외부 전극간의 전류를 일으킨다. 폐로일렉트릿은 다른 압전 재료에 필적할 만한 압전 활성을 나타낼 수 있다.

[0005] 폐로일렉트릿은 상업적 용도, 예를 들어, 센서, 액츄에이터 및 발전기 시스템용으로 계속적으로 주목을 받고 있다. 경제적인 측면에서, 생산 공정을 산업적 규모로 실행할 수 있다는 것은 필수적이다.

[0006] 발포 폐로일렉트릿 중합체 필름의 제조 방법은 균질 필름을 초임계 액체, 예를 들어, 이산화탄소로 직접적으로 물리적으로 발포시키는 것이다. 이 방법은 문헌 [Advanced Functional Materials 17, 324-329 (2007), Werner Wirges, Michael Wegener, Olena Voronina, Larissa Zirkel and Reimund Gerhard-Multhaupt "Optimized preparation of elastically soft, highly piezoelectric, cellular ferroelectrets from nonvoided poly(ethylene terephthalate) films"], 폴리에스테르 재료에 대해서는 문헌 [Applied Physics Letters 90, 192908 (2007), P. Fang, M. Wegener, W. Wirges and R. Gerhard L. Zirkel "Cellular polyethylene-naphthalate ferroelectrets: Foaming in supercritical carbon dioxide, structural and electrical preparation, and resulting piezoelectricity"], 및 플루오로중합체 FEP (플루오린화 에틸렌-프로필렌 공중합체)에 대해서는 문헌 [Applied Physics A: Materials Science & Processing 90, 615-618 (2008), O. Voronina, M. Wegener, W. Wirges, R. Gerhard, L. Zirkel and H. Munstedt "Physical foaming of fluorinated ethylene-propylene (FEP) copolymers in supercritical carbon dioxide: single film fluoropolymer piezoelectrets"]에 기재되어 있다.

[0007] 그러나, 발포 중합체 필름은 버블 크기 분포가 넓을 수 있다는 단점이 있다. 결과적으로, 모든 버블이 후속되는 대전 단계에서 충분히 균등하게 대전될 수 없다.

[0008] 폐로일렉트릿 다층 시스템의 경우에는, 대표적으로 그 안에 전하가 도입되어 있는 경질 및 연질층의 배열이 알려져 있다. 문헌 ["Double-layer electret transducer", Journal of Electrostatics, Vol. 39, pp. 33-40, 1997, R. Kacprzyk, A. Dobrucki and J.B. Gajewski]에는 매우 상이한 탄성을 갖는 고체 재료의 다중층이 기재되어 있다. 그러나, 그와 같은 층 시스템이 비교적 약한 압전 효과를 나타낸다는 단점이 있다.

[0009] 폐로일렉트릿 분야에서 최신의 개발은 구조화된 중합체 층을 제공한다. 폐쇄 기포 외층 및 다공성 또는 천공된 중간층을 포함하는 다층 시스템이 최근의 몇몇 문헌에 기재되어 있다. 이들은 문헌 [Z. Hu and H. von Seggern, "Air-breakdown charging mechanism of fibrous polytetrafluoroethylene films", Journal of Applied Physics, Vol. 98, paper 014108, 2005] 및 ["Breakdown-induced polarization buildup in porous fluoropolymer sandwiches: A thermally stable piezoelectret", Journal of Applied Physics, Vol. 99, paper 024102, 2006], 또한 문헌 [H.C. Basso, R.A.P. Altafilm, R.A.C. Altafilm, A. Mellinger, Peng Fang, W. Wirges and R. Gerhard "Three-layer ferroelectrets from perforated Teflon-PTFE films fused between two homogeneous Teflon-FEP films" IEEE, 2007 Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, 1-4244-1482-2/07, 453-456 (2007)] 및 [Jinfeng Huang, Xiaoqing Zhang, Zhongfu Xia and Xuwen Wang "Piezoelectrets from laminated sandwiches of porous polytetrafluoroethylene films and nonporous fluoroethylene-propylene films", Journal of Applied Physics, Vol. 103, paper 084111, 2008]이다.

[0010] 다공성 또는 천공된 중간층을 갖는 층 시스템은 종종 상기한 시스템과 비교하여 보다 높은 압전 상수를 갖는다. 그러나, 중간층을 고체 외부층에 신뢰도 있게 라미네이팅시키는 것이 언제나 가능한 것은 아니다. 더욱이, 중간층의 천공은 시간적인 측면에서 일반적으로 매우 고가이다.

[0011] 균일한 크기 및 구조의 튜브형 공극을 갖는 폐로일렉트릿의 제조 방법은 문헌 [R.A.P. Altafilm, X. Qiu, W. Wirges, R. Gerhard, R. A. C. Altafilm, H.C. Basso, W. Jenninger and J. Wagner in the article "Template-

based fluoroethylenepropylene piezoelectrets with tubular channels for transducer applications", Journal of Applied Physics 106, 014106 (2009)]에 기재되어 있다. 상기 문헌에 기재된 방법에서, 두 장의 FEP 필름 및 중간의 PTFE 마스킹 필름으로 된 샌드위치 배열이 처음에 제조된다. 생성된 필름 스택을 라미네이팅하고, FEP 필름을 함께 결합시킨 다음, 마스킹 필름을 제거하여 공극을 비운다.

[0012] 마지막으로, WO 2010/066348 A2는 적어도 제1 중합체 필름의 제1 표면을 구조화하여 수직 프로파일을 형성하고, 제1 단계에서 형성된 제1 중합체 필름의 구조화된 표면에 적어도 하나의 제2 중합체 필름을 가하고, 중합체 필름들을 결합시켜 공극의 형성과 함께 중합체 필름 복합체를 형성한 다음, 생성된 공극의 내부 표면을 반대 전하로 전기적으로 대전시킴으로써, 정해진 공극을 갖는 이층 또는 다층 폐로일렉트릭의 제조 방법을 개시하고 있다. 상기 특허 출원은 또한 임의로는 그 발명의 방법에 따라 제조된, 하나가 다른 하나 위에 놓여 함께 결합되어 중합체 필름 사이에 공극이 형성되어 있는, 적어도 두 장의 중합체 필름을 포함하는 폐로일렉트릭 다층 복합체를 제공한다. 또한, 이 특허 출원은 발명에 따른 폐로일렉트릭 다층 복합체를 함유하는 압전 소자에 관한 것이다.

[0013] 상기한 모든 폐로일렉트릭 제조 방법의 공통적인 특징은, 제조될 폐로일렉트릭이 복수개의 개별적 부분으로 형성되므로, 그와 같은 제조 공정은 수행하기가 비교적 복잡하고, 결과적으로 높은 생산 비용을 요한다는 점이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 따라서, 본 발명의 배경이 되는 목적은 폐로일렉트릭 중합체 층 구조물 및 정해진 폐로일렉트릭 공극 구조를 형성할 수 있는 폐로일렉트릭의 제조 방법을 제공함으로써, 그러한 공정을 상업 및 산업적 규모로도 특히 간편하고 저렴하게 수행할 수 있게 하는 것이다.

[0015] 상기 목적은 본 발명에 따라서, 청구항 1에 따른 중합체 층 복합체 및 청구항 12에 따른 방법에 의해 달성된다. 또 다른 유익한 발명은 종속항에 기재되어 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명은 따라서 폐로일렉트릭 특성을 갖는 중합체 층 구조물에 관한 것이다. 본 발명에 따라서, 중합체 층 구조물은 연속적인 제1 중합체 층 및 연속적인 제2 중합체 층을 포함하며, 상기 제1 및 제2 중합체 층은 연속적인 중합체 층들 사이에 배열된 연결 부분에 의해 공극이 형성되도록 서로 연결되어 있다. 본 발명에 따라서, 중합체 층 구조물은 일체로 압출된 구조 요소의 형태인 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명에서, "일체로 압출된 구조 요소"란 목적하는 특정 용도에 요구되는 구조화 형태를, 고품질을 일정하게 유지하는데 필요한 마감 공정 외에, 추가의 성형 단계나 결합 단계를 필요로 하지 않고 압출 단계에 의해 직접적으로 얻는 구조 요소를 의미한다. 구체적으로 설명하여, 일체로 압출된 구조 요소는 압출 후에 구조 요소의 개개의 부품들이 연결될 필요가 없다.

[0018] 본 발명의 관점에서, 폐로일렉트릭 특성은, 공극 내에서 마주보는 공극의 표면 상에 그와 반대되는 전하가 위치하게 되는 것을 의미한다. 따라서, 전술한 바와 같이, 각각의 공극은 전기적 쌍극자로 작용한다. 공극이 변형될 때, 쌍극자 크기의 변화가 일어나, 적절히 연결된 외부 전극 사이에 전류가 흐를 수 있다.

[0019] 본 발명에 따른 중합체 층 구조물의 특별한 장점은 확립된 생산 공정, 즉, 압출 수단을 사용하여 고도의 자동화 방식으로 매우 효율적이고 저렴하게 생산될 수 있다는 것이다. 중합체 층 구조물, 특히 목적하는 공극 단면을 형성하는데 있어서, 압출은 디자인의 관점에서 고도의 자유를 허용한다. 따라서, 적절한 형태의 다이를 사용함으로써, 수 종의 기하학적 형태의 단면이 생산될 수 있다. 또한, 공정에 기인하여, 공극은 압출된 중합체 층 구조물 전체에 걸쳐서 일정한 단면을 갖는 터널형(tunnel-like) 방식으로, 다시 말해서, 평행하고, 직선이며, 연속적인 채널의 형태로 형성된다.

[0020] 중합체 층 구조물의 제1 및 제2 중합체 층은 가변적인 두께, 특히 주기적으로 변화하는 두께로 형성될 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시양태에 따르면, 제1 및 제2 중합체의 두께 d_1 및 d_2 는 일정하다. 본 발명에 따라서, "일정"이란 두께가 불가피한 변동성으로 인해 $\pm 10\%$ 이내로 변화하는 것을 의미하며, 변동은 두께의 $\pm 5\%$ 이내에서 일어나는 것이 바람직하다.

[0021] 공극의 단면은 여러 가지 기하학적 형태를 띸 수 있다. 원형뿐만 아니라 다각형 단면, 특히 사각형, 특히 정방

형이 고려될 수 있다.

[0022] 본 발명의 실시양태에 따라서, 적어도 일부의 공극은 사다리꼴 단면, 특히 (사다리꼴의) 다리가 동일한 길이인 대칭적인 사다리꼴 단면을 갖는다. 모든 공극이 사다리꼴, 특히 대칭적인 사다리꼴 단면을 가져서, 중합체 층 구조물이 수평으로 놓이는 경우, 사다리꼴 단면의 긴 변 및 마주보는 짧은 변이 교호적으로 위 및 아래에 위치하도록 배열되는 것이 바람직하다. 다시 말해서, 인접하는 공극의 사다리꼴 단면은 점대칭에 의해 서로 변형될 수 있다. 결과적으로, 두 개의 연속적인 중합체 층을 연결하는 연결 부분은 얇은 벽 두께로 형성될 수 있으며, 이는 인접하는 사다리꼴 단면의 다리가 서로에 대해 평행하게 배향될 수 있기 때문이다. 이는 중합체 층 구조물에 바람직한 구조적 유연성을 부여한다. 또한, 상기한 형태의 공극 단면의 사다리꼴 배열로 인해, 인접하는 연결 부분은 서로에 대하여 또한 두 중합체 층에 대하여 예각으로 배치된다. 이는 바람직한 구조적 유연성에 더욱 기여하여, 결과적으로 중합체 층 구조물은 대표적으로는 장방형 공극 단면을 갖는 유사한 폐로일렉트럿 시스템에 비하여 보다 높은 압전 상수 d_{33} 을 나타낸다.

[0023] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라서, 각 사다리꼴 단면에서, 각 둔각은 두 개의 인접한 예각을 가지며, 각 예각은 두 개의 인접한 둔각을 갖는다. 이는 이와 같이 특별한 사다리꼴 단면에서, 두 개의 연속적인 중합체 층을 연결하는 연결 부분은 두 개의 연속적인 중합체 사이의 가장 짧은 연결부에 대하여 동일한 회전 방향으로 경사져 있다는 것을 의미한다. 연결 부분은 따라서 "동일한 방향으로" 배열되어 있다. 이에 의해 특히 바람직한 것은, 사다리꼴 단면이 평행사변형 형태를 띠어, 연결 부분이 균일한 길이를 가지고, 연속적인 중합체 층들이 서로에 대해 평행하게 배열되는 것이다. 평행사변형 단면에서, 특히 우수한 구조적 유연성이 달성된다.

[0024] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라서, 제1 중합체 층의 두께 d_1 은 $10 \mu\text{m}$ 이상 내지 $250 \mu\text{m}$ 이하, 제2 중합체 층의 두께 d_2 는 $10 \mu\text{m}$ 이상 내지 $250 \mu\text{m}$ 이하이다. 또한, 사다리꼴 단면의 더 긴 변의 길이로 정의되는 폭 a 는 $10 \mu\text{m}$ 이상 내지 5 mm 이하, 바람직하게는 $100 \mu\text{m}$ 이상 내지 3 mm 이하인 것이 바람직하다. 사다리꼴 단면 높이의 절반이 되는 곳에서의 폭으로 정의되는 폭 b 는 바람직하게는 $10 \mu\text{m}$ 이상 내지 5 mm 이하, 바람직하게는 $100 \mu\text{m}$ 이상 내지 3 mm 이하이다. 사다리꼴 단면의 높이 h 는 바람직하게는 $10 \mu\text{m}$ 이상 내지 $500 \mu\text{m}$ 이하이다. 사다리꼴 단면의 더 긴 변과 다리 사이의 각도는 바람직하게는 5° 이상 내지 80° 이하이다.

[0025] 상기한 파라미터 범위는 최적의 폐로일렉트럿 특성을 얻을 수 있게 하며, 압출 시스템, 특히 압출 다이를 적절히 구조 변경함으로써 달성될 수 있다.

[0026] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라서, 중합체 층 구조물은 폴리카르보네이트, 퍼플루오린화 또는 부분적 폴루오린화 중합체 및 공중합체, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴루오로에틸렌프로필렌, 퍼플루오로알콕시에틸렌, 폴리에스테르, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리이미드, 폴리에테르 이미드, 폴리에테르, 특히 폴리페닐렌 에테르 (PPE), 폴리메틸 (메트)아크릴레이트, 시클로올레핀 중합체, 시클로올레핀 공중합체, 폴리올레핀, 특히 폴리프로필렌, 폴리스티렌 및/또는 그들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함한다. 혼합물은 균질한 것이거나 상분리된 것일 수 있다. 본 발명에 따라 재료를 광범위하게 선택할 수 있음으로써 특정 용도에 부합하게 할 수 있다.

[0027] 본 발명에 따른 층 복합체의 또 다른 실시양태에 있어서, 압출에 의해 생성된 중합체 층 구조물 내의 터널형 공극은 질소 (N_2), 일산화이질소 (N_2O) 및/또는 헥사플루오린화황 (SF_6)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 기체로 채워진다. 기체 충전의 결과, 분극에 의해 본 발명에 따른 중합체 층 복합체에서 현저하게 높은 압전 상수가 얻어질 수 있다. 중합체 층 구조물 안을 채우고 있는 기체를 밀봉하기 위하여, 터널형 공극이 양쪽 밀단에서 폐쇄될 필요가 있다는 것이 이해될 것이다.

[0028] 본 발명에 따른 중합체 층 구조물의 또 다른 실시양태에서, 중합체 층 구조물은 또한 하나 이상의 전극을 포함한다. 특히, 본 발명에 따른 중합체 층 구조물은 중합체 필름의 외부로 향한 표면의 적어도 일부에 전도성 코팅을 가질 수 있다. 이를 전도성 영역이 전극으로 사용될 수 있다. 전도성 코팅, 즉, 전극은 광범위하게 또는 구조화 방식으로 적용될 수 있다. 구조화 전도성 코팅은, 예컨대, 스트립 또는 그리드 형태로 적용되어 형상화될 수 있다. 이에 의해 중합체 층 복합체의 감도가 더욱 증진되어 특정 용도에 부합될 수 있다.

[0029] 바람직한 전극 재료는 당업자에 공지된 전극 재료일 수 있다. 본 발명에 따라서 그와 같은 목적에 적절한 것은, 예를 들어, 금속, 금속 합금, 전도성 올리고머 또는 중합체, 예를 들어, 폴리티오펜, 폴리아닐린, 폴리페롤; 전도성 산화물, 예를 들어, ITO와 같은 혼합 산화물; 또는 전도성 충전제로 채워진 중합체이다. 전도성 충전제로 채워진 중합체에 적절한 충전제는, 예를 들어, 금속, 전도성 탄소계 재료, 예를 들어, 카본 블랙, 탄소나노튜브 (CNT), 또는 전도성 올리고머 또는 중합체이다. 중합체의 충전제 함량은 전도성 충전제가 연속적인

전기 전도 경로를 형성할 수 있도록 퍼콜레이션 역치를 초과한다.

[0030] 전극은 그 자체로 공지된 공정으로 생성될 수 있으며, 예컨대, 스퍼터링, 증착, 화학적 증착 (CVD), 인쇄, 닥터 블레이드 적용, 스픈 코팅, 미리조립된 형태의 전도성 층을 접착 결합 또는 인쇄하여 표면을 금속화하거나 전도성 플라스틱의 방출 전극에 의해 생성될 수 있다. 전극은 구조화된 형상, 예를 들어, 스트립 또는 그리드 형태일 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시양태에 따라서, 전극은 전기기계 변환체로서의 중합체 층 구조물이 액티브 및 패시브 영역을 갖도록 구조화될 수 있다. 예를 들어, 전극은, 특히 센서 모드에서, 신호가 공간-해상된 방식으로 검출될 수 있고/거나, 특히, 액츄에이터 모드에서, 액티브 영역이 의도적으로 개시될 수 있도록 구조화될 수 있다. 이는 예컨대, 액티브 영역에는 전극을 제공하고 패시브 영역은 전극을 갖지 않도록 함으로써 달성될 수 있다.

[0031] 본 발명의 다른 유리한 실시양태에 있어서, 전도성 층, 즉, 전극을 갖는, 같은 극성의 두 개 이상의 중합체 층 구조물이 연결될 수 있다. 다시 말해서, 본 발명에 따른 두 개의 중합체 층 구조물 사이에 중간층 전극이 형성될 수 있으며, 중간층 전극은 외부 표면 상의 두 전극에 대하여 반대로 스위칭될 수 있다. 폐로일렉트릭 다층 복합체는 이와 같이 직렬로 연결될 수 있으며, 얻을 수 있는 압전 효과는 두 배 또는 그 이상으로 배가될 수 있다.

[0032] 본 발명에 따른 중합체 층은 바람직하게는 두 개의 전극을 포함한다. 두 개를 초과하는 전극을 갖는 전기기계적 변환체는, 예를 들어, 바람직하게는 본 발명에 따라 제조된 복수개의 중합체 층 구조물 시스템의 스택 (stacked) 구조일 수 있다.

[0033] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 중합체 층 복합체의 제조 방법에 관한 것으로, 본 발명의 방법은

[0034] (A) 중합체 재료를 제공하는 단계,

[0035] (B) 중합체 재료를 압출시켜, 연속적인 제1 중합체 층 및 연속적인 제2 중합체 층을 포함하는 중합체 층 구조물을 형성하는 단계이며, 상기 제1 및 제2 중합체 층은 연속적인 중합체 층들 사이에 배열된 연결 부분에 의해 공극이 형성되도록 서로 연결되어 있는 것인 단계, 및

[0036] (C) 공극을 대향하고 있는 제1 및 제2 중합체 층들의 표면을 전기적으로 대전시키는 단계

[0037] 를 포함한다.

[0038] 본 발명에 따른 방법에 대한 상세한 사항 및 장점과 관련하여, 본 발명에 따른 중합체 층 구조물에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0039] 본 발명에 따른 방법의 실시양태에 따라서, 전극을 중합체 층 구조물의 외부 표면에 부착하는 것은 단계 (C)에서 공극의 내측 표면을 전기적으로 대전시키기 전 및/또는 후에 일어날 수 있다. 전극을 외부 표면에 부착한다는 것은 전도성 표면 코팅을 특히, 중합체 복합체의 외부로 향한 표면상의 적어도 일부의 영역에 제공하는 것을 의미하는 것이다.

[0040] 본 발명에 따른 방법의 또 다른 실시양태에서, 단계 (C)에서의 전기적 대전은 직접적 대전 또는 코로나 방전에 의할 수 있다. 특히, 대전은 2-전자 코로나 어레인지먼트에 의해 수행될 수 있다. 스타일러스 전압은 20 kV 이상, 25 kV 이상, 특히 30 kV 이상일 수 있다. 대전 시간은 20초 이상, 25초 이상, 특히 30 초 이상일 수 있다.

[0041] "직접적 대전"이란 전극을 중합체 층 구조물의 외측면에 적용한 후, 직접적 대전이 전압의 인가에 의해 수행되는 경우의 대전을 의미한다. 전극을 적용하기 전, 공극의 반대쪽 측면의 분극은 코로나 방전에 의해 달성될 수 있다. 코로나 처리는 유리하게도 대규모로도 성공적으로 실시될 수 있다. 본 발명에 따라서, 우선 표면 상에 전도성 표면 코팅을 제공한 다음 중합체 층 구조물을 대전시키고, 마지막으로 제2 전극을 반대편 외측면에 적용할 수 있다.

[0042] 본 발명에 따른 방법의 또 다른 실시양태에서, 단계 (C)에서의 전기적 대전 전에 공극을 질소, 일산화질소 및/또는 헥사플루오린화황을 포함하는 군으로부터 선택된 기체로 채울 수 있다. 전술한 바와 같이, 유리하게는 기체를 도입함으로써 본 발명에 따른 중합체 층 복합체 내에서 분극의 결과로서 현저하게 높은 압전 상수를 달성할 수 있다. 중합체 층 구조물을 통하여 터널형 방식으로 뻗어나가는 공극은 도입된 기체가 공극 내에 남아 있도록 말단에서 폐쇄되어야 한다.

[0043] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 중합체 층 구조물을 포함하는 압전 소자를 제공한다. 압전 소자는 특히 바람직

하계는 센서, 액츄에이터 또는 발전기 소자일 수 있다. 본 발명은 전기기계 및 전기음향 분야, 특히 기계적 진동으로부터 에너지를 얻는 분야 (에너지 수확), 음향시설, 초음파 의료 진단, 음파현미경, 기계적 센서 시스템, 특히 압력, 힘 및/또는 응력 센서 시스템, 로보트 및/또는 통신 기술 분야에서 다수의 매우 다양한 용도로 사용될 수 있다.

[0044] 이러한 용도의 전형적인 예는 압력 센서, 전자음향 변환기, 마이크로폰, 확성기, 진동변환기, 광편향기, 맴브레인, 섭유광학 조절제, 초전 검출기, 커패시터 및 제어 시스템, 및 "지능형" 마루바닥이다.

도면의 간단한 설명

[0045] 본 발명은 첨부된 도면을 참조하여 더욱 상세히 설명되나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

도 1은 사다리꼴 공극 단면을 갖는 압출된 중합체 층 구조물의 단면도이다.

도 2는 평행사변형 공극 단면을 갖는 또 다른 압출된 중합체 층 구조물의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

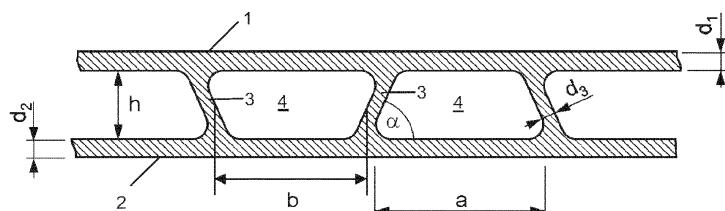
[0046] 특히 치수 개념을 보다 잘 이해하기 위하여, 도 1은 폐로일렉트릭 특성을 갖는 중합체 층 구조물의 단면을 도시하고 있다. 도 1의 중합체 층 구조물은 연속적인 제1 중합체 층 (1) (이 경우에 위쪽에 배열), 및 연속적인 제2 중합체 층 (2)을 포함한다. 두 개의 중합체 층 (1, 2)은 실질적으로 일정한 두께 d_1 및 d_2 , 예를 들어, 50 μm 를 갖는다. 두 개의 연속적인 중합체 층 (1, 2)은 연속적인 중합체 층에 대하여 각을 이루어 배열된 연결부분 (3)에 의해 서로 연결되어 있다. 연결부분 (3)의 두께 d_3 는 바람직하게는 마찬가지로 50 μm 이다. 터널형 공극 (4)는 생산 공정에 따라서 그와 같이 형성되며, 두 개의 중합체 층 (1, 2)을 연결하는 연결부분 (3)은 중합체 층 (1, 2) 및 서로에 대하여 예각으로 배열되어 공극 (4)는 각각 대칭적인 사다리꼴 형태의 단면을 갖는다. 사다리꼴 단면의 긴 변 및 마주보는 짧은 변이 교호적으로 위 및 아래에 위치하도록 배열됨으로써, 인접한 사다리꼴 단면들이 서로에 대해 점대칭 방식으로 배열된다. 각 사다리꼴 단면의 긴 변과 인접한 연결부분 사이의 각도 (α)는 5° 내지 80° 일 수 있다. 본 경우에, 각은 약 60°이다. 우수한 구조적 유연성, 및 따라서 민감한 센서 또는 발전기 (에너지 수확)로서의 높은 적합성이 얻어진다.

[0047] 도 2는 사다리꼴 공극 단면의 특별한 경우로서, 평행사변형 공극 단면 (4*)을 갖는 또 다른 압출된 중합체 층 구조물의 단면을 도시하고 있다. 도 2의 경우에, 연결부분 (3*)은 평행한 연속적인 중합체 층 (1, 2)의 가상의 수직 연결부에 대하여 "동일한 방향으로" 경사져 있다. 결과적으로, 폭 (a) (도 2에 도시되어 있지 않음)은 높이의 반이 되는 지점에서의 폭 (b)과 일치한다. 두께 (d_1 , d_2) 및 각도 (α)는 상기한 값을 가질 수 있다.

[0048] 도시되지 않은 것으로서, 도 1에 도시된 바와 같은 복수 개의 중합체 층 구조물이 포개어 쌓여져 스택을 형성하고 있고, 인접한 쌓여진 중합체 층 구조물을 대향하고 있는 연속적인 중합체 층이 같은 분극으로 대전되는 것인 실시양태가 있다. 개개의 중합체 층 구조물 사이에는 전극층이 배열되어 같은 분극의 연속적인 중합체 층과 접촉되어 있다.

도면

도면1



도면2

