



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2012-0052949  
(43) 공개일자 2012년05월24일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/> <i>C08G 18/10</i> (2006.01) <i>C08G 18/70</i> (2006.01)<br/> <i>C08L 75/04</i> (2006.01) <i>H01L 41/26</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2012-7002590</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2010년07월20일<br/>         심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2012년01월30일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2010/004435</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2011/012244<br/>         국제공개일자 2011년02월03일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>         09009911.0 2009년07월31일<br/>         유럽특허청(EPO)(EP)</p> | <p>(71) 출원인<br/> <b>바이엘 머티리얼사이언스 아게</b><br/>         독일 51368 레버쿠젠</p> <p>(72) 발명자<br/> <b>엔닝거, 베르너</b><br/>         독일 50677 쾰른 아이켄플라츠 9<br/> <b>되르, 세바스티안</b><br/>         독일 40593 뒤셀도르프 앙게르스트라쎄 99<br/> <b>바그너, 요아힘</b><br/>         독일 51061 쾰른 켐멜바이스스트라쎄 135</p> <p>(74) 대리인<br/> <b>위혜숙, 양영준</b></p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **폴리이소시아네이트, 이소시아네이트 관능기 예비중합체 및 2개 이상의 이소시아네이트 반응성 히드록실 기를 갖는 화합물의 혼합물을 기재로 한 중합체 요소를 갖는 전자기계 컨버터**

**(57) 요약**

본 발명은 폴리이소시아네이트, 폴리이소시아네이트 예비중합체 및 2개 이상의 이소시아네이트 반응성 히드록실 기를 갖는 화합물을 포함하는 반응 혼합물로부터 수득 가능한 중합체 요소를 포함하는 전자기계 컨버터, 특히 전자기계 센서, 액추에이터(actuator) 및/또는 발전기에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 유형의 전자기계 컨버터의 제조 방법, 및 본 발명에 따른 중합체 요소의, 전자기계 요소로서의 용도에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 전자기계 컨버터를 포함하는 전자 및/또는 전기 장치, 및 전자 및/또는 전기 장치에서의 본 발명에 따른 전자기계 컨버터의 용도에 관한 것이다.

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

2개 이상의 전극 및 이들 2개의 전극 사이에 위치하는 1개 이상의 전기활성 중합체 요소를 갖고,  
상기 중합체 요소는 하기 성분

- A) 폴리이소시아네이트
- B) 폴리이소시아네이트 예비중합체 및
- C) 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물

을 포함하는 반응 혼합물로부터 수득 가능한 것임을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 센서 및/또는 액추에이터(actuator) 및/또는 발전기인 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 성분 A)가 이소시아누레이트 기 또는 우레트디온 기를 함유하는 폴리이소시아네이트 또는 이들의 혼합물인 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 성분 A)가 2 이상의 NCO 관능가를 갖고, 우레트디온, 이소시아누레이트, 비우레트, 이미노옥사디아진디온 또는 옥사디아진트리온 구조를 갖는 디이소시아네이트 또는 이들의 혼합물인 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 성분 A)가 2 내지 4의 평균 NCO 관능가를 갖고, 단독으로 지방족으로 또는 지환족으로 결합한 이소시아네이트 기를 함유하는 폴리이소시아네이트 또는 폴리이소시아네이트 혼합물인 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 성분 B)가 하나 이상의 디이소시아네이트와 하나 이상의 히드록시-관능기 폴리올과의 반응으로부터의 반응 생성물인 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 2:1 내지 20:1의 이소시아네이트 기 대 히드록시 기의 비율로 디이소시아네이트가 히드록시-관능기 폴리올과 반응하는 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 성분 C)가 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 폴리아민 또는 폴리올인 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 성분 C)가 중합체 폴리올인 것을 특징으로 하는 전자기계 컨버터.

**청구항 10**

- a) 2개 이상의 전극을 제조하는 단계, 및
- b) 하기 성분
- A) 폴리이소시아네이트

- B) 폴리이소시아네이트 예비중합체 및
  - C) 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물
- 을 포함하는 반응 혼합물의 반응에 의해 중합체 요소를 제조하는 단계,
- c) 중합체 요소를 2개의 전극 사이에 위치시키는 단계
- 를 포함하는, 제1항에 따른 전자기계 컨버터의 제조 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 중합체 요소의 제조가 하나 이상의 전극에 대한 반응 혼합물의 도포 및 반응 혼합물의 반응에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 12**

제10항 또는 제11항에 있어서, A), B) 및 C)의 반응 혼합물이 건조 및/또는 템퍼링되는(tempered) 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 13**

제11항에 있어서, 사용된 A)로부터의 이소시아네이트 기 대 사용된 B)로부터의 이소시아네이트 기의 당량비가 1:10 내지 10:1인 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 14**

하기 성분

- A) 폴리이소시아네이트
  - B) 하나 이상의 디이소시아네이트와 하나 이상의 히드록시-관능기 폴리올의 반응으로부터 수득 가능한 폴리이소시아네이트 예비중합체, 및
  - C) 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물
- 을 포함하는 반응 혼합물로부터 수득 가능한 전기활성 중합체 요소의, 전자기계 요소로서의 용도.

**청구항 15**

제1항에 따른 전자기계 컨버터를 포함하는 전자 및/또는 전기 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 폴리이소시아네이트, 폴리이소시아네이트 예비중합체 및 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물을 포함하는 반응 혼합물로부터 수득 가능한 중합체 요소를 포함하는, 전자기계 컨버터, 특히 전자기계 센서, 액추에이터(actuator) 및/또는 발전기에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 전자기계 컨버터의 제조 방법, 및 상기 중합체 요소의 액추에이터, 센서 및/또는 발전기로서의 용도에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 전자기계 컨버터를 포함하는, 전자 및/또는 전기 장치, 및 전자 및/또는 전기 장치에서의 본 발명에 따른 전자기계 컨버터의 용도에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 전자기계 컨버터는 전기 에너지를 역학 에너지로 전환시키고, 그 역도 성립한다. 따라서, 전자기계 컨버터는 센서, 액추에이터 및/또는 발전기로서 사용될 수 있다.

[0003] 이같은 컨버터의 기본적인 구조는 양쪽면이 전극으로 코팅되어 있는 전기활성 중합체의 층을 기본으로 한다. 전기활성 중합체는, 중합체에 적용되는 전압에 따라 그것의 부피 및/또는 그것의 형태가 변화되는 중합체, 및

/또는 부피 및/또는 형태의 변화를 통해 전압을 발생시킬 수 있는 중합체로서 이해된다.

[0004] WO 01/06575 A1은, 예컨대 실리콘 탄성중합체, 아크릴산 탄성중합체, 폴리우레탄, 열가소성 탄성중합체, 폴리테트라플루오로에틸렌을 포함하는 공중합체, 플루오르화시킨 탄성중합체, 및 실리콘 및 아크릴산 기를 포함하는 중합체가 상기의 전자기계적 특성을 나타낼 수 있음을 개시한다.

[0005] 공개되지 않은 유럽 특허 출원 EP08013648.4는 폴리이소시아네이트 및/또는 폴리이소시아네이트 예비중합체 및 디아미노-관능기 화합물로부터 생성된 전자기계 컨버터를 개시한다. 공개되지 않은 유럽 특허 출원 EP08018936.8은 유기 용매 중 하나 이상의 폴리우레탄의 용액으로부터 생성된 전자기계 컨버터를 개시한다. 이러한 시스템은 높은 함량의 유기 용매로 인하여 건강 및 안전의 관점에서, 예컨대 작업자를 보호하고, 발화 인자를 막기 위해 준수해야 하는 다양한 요구 때문에 코팅 가능성이 매우 제한적이라는 단점을 가지고 있다. 또한, 생태학적인 이유로 다량의 유기 용매가 없는 시스템이 바람직하다.

[0006] 또한, 전자기계 컨버터에서 사용되는 통상의 중합체는 종종 전자기계 컨버터의 기능적 능력에 악영향을 줄 수 있는 불리한 특성을 갖는다. 이러한 불리한 특성에는 불량한 기계적 특성 및 다른 특성, 특히 불리한 신장율 특성, 불량한 절연 작용, 특히 낮은 브레이크스루 전계강도(breakthrough field strength) 강도 및 높은 전기 전도도, 불량한 가공성 및 높은 물질 비용이 포함된다. 특히, 중합체, 예컨대 통상적으로 전자기계 컨버터에서 사용되는 실리콘을 사용하여 한가지의 물질로 바람직한 특성의 조합을 달성하는 것은 불가능하다. 심지어 EP08013648.4 및 EP08018936.8에서 사용된 컨버터를 생성하는 폴리우레탄은 보다 부족한 최적의 기계적 특성을 나타내는데, 이것은 폴리우레탄이 전형 중합체 채를 갖는 것이어서 특히, 보다 부족한 최적의 탄성중합체의 특성이 초래되기 때문이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 개선된 특성을 나타내고, 공지된 전자기계 컨버터의 단점을 극복하는 전자기계 컨버터를 제공하는 것이었다.

[0008] 본 발명의 범주 내에서, 상기 목적은, 폴리이소시아네이트, 폴리이소시아네이트 예비중합체 및 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시기, 특히 히드록시기-함유 중합체를 포함하는 반응 혼합물로부터 수득 가능한 중합체 요소를 함유하는, 전자기계 컨버터에 의해 달성된다. 용어 "폴리이소시아네이트" 및 "폴리이소시아네이트 예비중합체" 사이의 정의 및 차이는 본원 하기에 제공되어있다. 각각의 경우, 2개 이상의 유리 이소시아네이트 기를 함유하는 화합물이 있다.

[0009] 따라서, 본 발명은 2개 이상의 전극 및 이들 2개의 전극 사이에 위치하고, 특히 1개 이상의 전극과 접촉하는 1개 이상의 전기활성 중합체 요소를 함유하고, 상기 중합체 요소는 본 발명에 따라 하기 성분

[0010] A) 폴리이소시아네이트

[0011] B) 폴리이소시아네이트 예비중합체

[0012] C) 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물

[0013] 을 포함하는 반응 혼합물, 예컨대 필름-형성 반응 혼합물로부터 수득 가능한 것인 전자기계 컨버터를 제공한다.

[0014] 본 발명에 따라, 폴리이소시아네이트 및 성분 A)로서, 예컨대 1,4-부틸렌 디이소시아네이트, 1,6-헥사메틸렌 디이소시아네이트 (HDI), 이소포론 디이소시아네이트 (IPDI), 2,2,4- 및/또는 2,4,4-트리메틸헥사메틸렌 디이소시아네이트, 이성질체 비스-(4,4'-이소시아네이토시클로헥실)메탄, 또는 임의의 바람직한 이성질체 함량을 갖는 이들의 혼합물, 1,4-시클로헥실렌 디이소시아네이트, 4-이소시아네이토메틸-1,8-옥탄 디이소시아네이트 (노난 트리이소시아네이트), 1,4-페닐렌 디이소시아네이트, 2,4- 및/또는 2,6-톨루일렌 디이소시아네이트, 1,5-나프틸렌 디이소시아네이트, 2,2'- 및/또는 2,4'- 및/또는 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트, 1,3- 및/또는 1,4-비스-(2-이소시아네이토프로프-2-일)-벤젠 (TMXDI), 1,3-비스(이소시아네이토메틸)-벤젠 (XDI), 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 알킬 기를 함유하는 알킬 2,6-디이소시아네이토힥사노에이트 (라이신 디이소시아네이트), 및 이들의 혼합물이 적합하다. 또한, 성분 A)의 적합한 구조적 단위는 상기 디이소시아네이트를 기재로 하고, 우레트디온, 이소시아누레이드, 비우레트, 이미노옥사디아진디온 또는 옥사디아진트리온 구조를 함유하는 화합물이다.

[0015] 성분 B)로서 사용될 수 있는 폴리이소시아네이트 예비중합체는, 임의로 촉매 뿐만 아니라 보조제 물질 및 첨

가제를 첨가하여, 하나 이상의 디이소시아네이트와 하나 이상의 히드록시-관능기 폴리올 (특히, 중합체 폴리올)의 반응에 의해 수득될 수 있다. 또한, 쇠 연장을 위한 성분, 예컨대 1급 및/또는 2급 아미노기 ( $\text{NH}_2$ - 및/또는  $\text{NH}$ -관능기 성분)를 갖는 성분이 추가로 폴리이소시아네이트 예비중합체의 형성을 위해 사용될 수 있다.

- [0016] 본 발명의 범주 내에서, 성분 C)는, 이론적으로 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물일 수 있다. 예컨대, 성분 C)는 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 폴리올일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 범주 내에서, 성분 A), B) 및 C)와 관련된 용어 "에이(a)"는 숫자로서가 아니라 부정관사로서 사용되었다.
- [0018] 본 발명에 따른 성분으로부터 제조된 중합체 요소는 우수한 기계적 강도 및 높은 탄성을 갖는다. 또한, 중합체 요소는, 추가적으로 우수한 전기적 특성, 예컨대 브레이크스루 전계강도 및 유전율을 가지며, 따라서 전자기계 컨버터에서 유리하게 사용될 수 있다.
- [0019] 역학적 하중을 상기 컨버터에 적용할 때, 컨버터는 변형 (예컨대, 그것의 두께를 따라)되고, 강한 전기 신호가 전극에서 검출될 수 있다. 그렇게 함으로써, 역학적 에너지는 전기에너지로 전환된다. 그 결과, 본 발명에 따른 컨버터는 발전기 및 센서로서의 둘 다로 사용될 수 있다.
- [0020] 반면에, 역작용 (즉, 전기 에너지의 역학적 에너지로의 전환)을 이용함으로써, 본 발명에 따른 컨버터는 액추에이터로서 동등하게 사용될 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 전자기계 컨버터의 실시양태에서, 반응 혼합물 중의 성분 A)는 2 이상의 관능기를 갖고, 우레트디온, 이소시아누레이트, 비우레트, 이미노옥사디아진디온 또는 옥사디아진트리온 구조를 갖는 디이소시아네이트-기재 폴리이소시아네이트 또는 이들의 혼합물일 수 있고, 특히 이소시아누레이트 구조를 갖는 성분 A)가 선호된다.
- [0022] 본 발명에 따른 전자기계 컨버터의 실시양태에서, 성분 A)는 2 내지 4의 평균 NCO 관능기를 갖고, 단독으로 지방족으로 또는 지환족으로 결합한 이소시아네이트 기를 갖는, 폴리이소시아네이트 또는 폴리이소시아네이트 혼합물일 수 있다. 바람직한 것은 2 내지 4, 바람직하게는 2 내지 2.6 및 보다 바람직하게는 2 내지 2.4의 혼합물 평균 NCO 관능기를 갖고, 우레트디온, 이소시아누레이트, 비우레트, 이미노옥사디아진디온 또는 옥사디아진트리온 구조 및 이들의 혼합물을 갖는 상기 언급된 유형의 폴리이소시아네이트 또는 폴리이소시아네이트 혼합물이 제공되는 것이다.
- [0023] 보다 바람직하게, 상기 언급된 디이소시아네이트의 혼합물 이외에, 헥사메틸렌 디이소시아네이트, 이소포론 디이소시아네이트 또는 이성질체 비스-(4,4'-이소시아네이트-시클로헥실)메탄을 기재로 한 폴리이소시아네이트가 성분 A)로서 사용될 수 있다.
- [0024] 성분 B)로서 폴리이소시아네이트 예비중합체는, 바람직하게 중합체 폴리올과 지방족 디이소시아네이트의 반응으로부터 수득 가능하다. 폴리올로서 폴리프로필렌 글리콜을 기재로 하고, 지방족 디이소시아네이트로서 헥사메틸렌 디이소시아네이트를 기재로 한 폴리이소시아네이트 예비중합체가 성분 B)로서 바람직하다.
- [0025] 또한, 본 발명에 따라, 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)에 대한 반응을 위한 히드록시-관능기 중합체 폴리올은, 예컨대 폴리에스테르 폴리올, 폴리아크릴레이트 폴리올, 폴리우레탄 폴리올, 폴리카르보네이트 폴리올, 폴리에테르 폴리올, 폴리에스테르 폴리아크릴레이트 폴리올, 폴리우레탄 폴리아크릴레이트 폴리올, 폴리우레탄 폴리에스테르 폴리올, 폴리우레탄 폴리에테르 폴리올, 폴리우레탄 폴리카르보네이트 폴리올 및/또는 폴리에스테르 폴리카르보네이트 폴리올일 수 있다. 상기의 화합물들은 폴리이소시아네이트 예비중합체의 제조를 위해, 개별적으로 또는 서로간의 임의의 혼합물로 사용될 수 있다.
- [0026] 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조를 위한 적합한 폴리에스테르 폴리올은 디올 뿐만 아니라 임의의 트리올 및 테트라올의 중축합 생성물, 및 디카르복실산 뿐만 아니라 임의의 트리카르복실산 및 테트라카르복실산의 중축합 생성물, 또는 히드록시카르복실산 또는 락톤의 중축합 생성물일 수 있다. 또한, 유리 폴리카르복실산을 대신하여, 폴리에스테르의 제조를 위해, 상응하는 폴리카르복실산 무수물 또는 상응하는 저급 알콜의 폴리카르복실산 에스테르를 사용하는 것이 가능하다.
- [0027] 적합한 디올의 예로는 에틸렌 글리콜, 부틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 트리에틸렌 글리콜, 폴리알킬렌 글리콜 (예컨대, 폴리에틸렌 글리콜), 또한 1,2-프로판디올, 1,3-프로판디올, 1,3-부탄디올, 1,4-부탄디올, 1,6-헥산디올 및 이성질체, 네오펜틸 글리콜 또는 히드록시피발산 네오펜틸 글리콜 에스테르 또는 이들의 혼합물

이 있고, 바람직한 것은 1,6-헥산디올 및 이성질체, 1,4-부탄디올, 네오펜틸 글리콜 및 히드록시피발산 네오펜틸 글리콜 에스테르이다. 또한, 폴리올, 예컨대 트리메틸올프로판, 글리세롤, 에리트리톨, 펜타에리트리톨, 트리메틸올벤젠 또는 트리스히드록시에틸 이소시아누레이트 또는 이들의 혼합물이 사용될 수 있다.

- [0028] 디카르복실산으로서 프탈산, 이소프탈산, 테레프탈산, 테트라히드로프탈산, 헥사히드로프탈산, 시클로헥산디카르복실산, 아디프산, 아젤라산, 세바식산, 글루타르산, 테트라클로로프탈산, 말레산, 푸마르산, 이타콘산, 말론산, 수베르산, 2-메틸숙신산, 3,3-디에틸글루타르산 및/또는 2,2-디메틸숙신산이 사용될 수 있다. 또한, 이에 상응하는 무수물이 산 공급원으로서 사용될 수 있다.
- [0029] 에스테르화된 폴리올의 평균 관능가는 2 이상으로 제공되고, 모노카르복실산, 예컨대 벤조산 및 헥산카르복실산이, 또한, 추가적으로 동시에 사용될 수 있다.
- [0030] 바람직한 산은 상기 언급된 유형의 지방족 또는 방향족 산이다. 특히, 아디프산, 이소프탈산 및 프탈산이 바람직하다.
- [0031] 말단 히드록실기를 갖는 폴리에스테르 폴리올의 제조에서 반응물로서 동시에 사용될 수 있는 히드록시카르복실산에는, 예컨대 히드록시카프로산, 히드록시부티르산, 히드록시데칸산 또는 히드록시스테아르산 또는 이들의 혼합물이 있다. 적합한 락톤에는 카프로락톤, 부티로락톤 또는 동족체 또는 이들의 혼합물이 있다. 카프로락톤이 바람직하다.
- [0032] 마찬가지로, 히드록실-기-함유 폴리카르보네이트, 예컨대 폴리카르보네이트 폴리올, 바람직하게는 폴리카르보네이트 디올이 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조에 사용될 수 있다. 예컨대, 이 화합물들은 400 g/mol 내지 8000 g/mol, 바람직하게는 600 g/mol 내지 3000 g/mol의 수-평균 분자량  $M_n$ 을 가질 수 있다. 이들은 탄산 유도체 (예컨대, 디페닐 카르보네이트, 디메틸 카르보네이트 또는 포스겐)와 폴리올 (바람직하게는, 디올)의 반응에 의해 수득될 수 있다.
- [0033] 상기 목적에 적합한 디올의 예로는 에틸렌 글리콜, 1,2- 및 1,3-프로판디올, 1,3- 및 1,4-부탄디올, 1,6-헥산디올, 1,8-옥탄디올, 네오펜틸 글리콜, 1,4-비스히드록시메틸시클로헥산, 2-메틸-1,3-프로판디올, 2,2,4-트리메틸-1,3-펜탄디올, 디프로필렌 글리콜, 폴리프로필렌 글리콜, 디부틸렌 글리콜, 폴리부틸렌 글리콜, 비스페놀 A 또는 상기 언급된 유형의 락톤-개질된 디올 또는 이들의 혼합물이 있다.
- [0034] 디올 성분은, 바람직하게 40 중량% 내지 100 중량%의 헥산디올, 바람직하게 1,6-헥산디올 및/또는 헥산디올 유도체를 함유한다. 상기 헥산디올 유도체는 헥산디올을 기재로 하고, 말단 OH 기 이외에 에스테르 또는 에테르기를 함유할 수 있다. 상기 유도체는, 예컨대 헥산디올과 잉여량의 카프로락톤의 반응, 또는 헥산디올 그 자체와의 에스테르화에 의해 수득 가능하여, 디- 또는 트리-헥실렌글리콜을 제공한다. 본 발명의 범주 내에서, 이들 함량 및 다른 성분들은, 공지된 방식으로 총 중량%가 100 중량% 미만, 특히 총 중량%가 100 중량%가 되도록 선택된다.
- [0035] 히드록실-기-함유 폴리카르보네이트, 특히 폴리카르보네이트 폴리올은, 바람직하게 구조에서 선형이다.
- [0036] 마찬가지로, 폴리에테르 폴리올은 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조를 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 양이온성 개환에 의한 테트라히드로푸란의 중합에 의해 수득 가능한 폴리테트라메틸렌 글리콜 폴리에테르가 적합하다. 마찬가지로, 적합한 폴리에테르 폴리올은 디- 또는 폴리-관능기 출발 분자와 스티렌 옥시드, 에틸렌 옥시드, 프로필렌 옥시드, 부틸렌 옥시드 및/또는 에피클로로히드린의 첨가 생성물일 수 있다. 적합한 출발 분자로서, 예컨대 물, 부틸 디글리콜, 글리세롤, 디에틸렌 글리콜, 트리메틸올프로판, 프로필렌 글리콜, 소르비톨, 에틸렌디아민, 트리에탄올아민 또는 1,4-부탄디올 또는 이들의 혼합물이 사용될 수 있다.
- [0037] 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조를 위한 바람직한 성분에는 폴리프로필렌 글리콜, 폴리테트라메틸렌 글리콜 폴리에테르 및 폴리카르보네이트 폴리올 또는 이들의 혼합물이 있고, 특히 바람직한 것은 폴리프로필렌 글리콜이다.
- [0038] 400 g/mol 내지 8000 g/mol, 바람직하게 400 g/mol 내지 6000 g/mol 및 특히, 바람직하게 600 g/mol 내지 3000 g/mol의 수-평균 분자량  $M_n$ 을 갖는 중합체 폴리올이 사용될 수 있다. 이 중합체 폴리올은, 바람직하게 1.5 내지 6, 보다 바람직하게 1.8 내지 3, 가장 보다 바람직하게는 1.9 내지 2.1의 OH 관능기를 갖는다.
- [0039] 상기 중합체 폴리올 이외에, 또한, 짧은-쇄 폴리올이 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조에 사용될 수 있다. 예컨대, 에틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 트리에틸렌 글리콜, 1,2-프로판디올, 1,3-프로판디올, 1,4-

부탄디올, 1,3-부틸렌 글리콜, 시클로헥산디올, 1,4-시클로헥산디메탄올, 1,6-헥산디올, 네오펜틸 글리콜, 히드로퀴논 디히드록시에틸 에테르, 비스페놀 A (2,2-비스(4-히드록시페닐)프로판), 수소화 비스페놀 A (2,2-비스(4-히드록시시클로헥실)-프로판), 트리메틸올프로판, 트리메틸올에탄, 글리세롤 또는 펜타에리트리톨 또는 이들의 혼합물을 사용하는 것이 가능하다.

[0040] 또한, 상기 분자량 범위의 에스테르 디올, 예컨대  $\alpha$ -히드록시부틸- $\epsilon$ -히드록시-카프로산 에스테르,  $\omega$ -히드록시헥실- $\gamma$ -히드록시부티르산 에스테르, 아디프산 ( $\beta$ -히드록시에틸) 에스테르 또는 테레프탈산 비스( $\beta$ -히드록시에틸) 에스테르가 적합하다.

[0041] 게다가, 단일관능기 이소시아네이트-반응성 히드록실-기-함유 화합물도 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조를 위해 사용될 수 있다. 이러한 단일관능기 화합물의 예로는 에탄올, n-부탄올, 에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르, 디에틸렌 글리콜 모노메틸 에테르, 디에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르, 디프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르, 트리프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르, 디프로필렌 글리콜 모노부틸 에테르, 디프로필렌 글리콜 모노부틸 에테르, 트리프로필렌 글리콜 모노부틸 에테르, 2-에틸헥산올, 1-옥탄올, 1-도데칸올 또는 1-헥사데칸올 또는 이들의 혼합물이 있다.

[0042] 본 발명의 실시양태에서, 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조를 위해, 2:1 내지 20:1, 예컨대 8:1의 이소시아네이트 기 대 히드록실 기 (NCO/OH 비율)의 비율로 디이소시아네이트를 폴리올과 반응시키는 것이 가능하다. 그렇게 함으로써, 우레탄 및/또는 알로파네이트 구조가 형성될 수 있다. 이어서, 반응하지 않은 폴리이소시아네이트의 함량을 분리시킬 수 있다. 이러한 목적을 위해, 예컨대 박층 증류가 사용될 수 있고, 예컨대 1 중량% 이하, 바람직하게 0.5 중량% 이하, 보다 바람직하게 0.1 중량% 이하의 잔류 단량체 함량을 가진, 잔류 단량체가 적은 생성물이 수득된다. 반응 온도는 20°C 내지 120°C, 바람직하게 60°C 내지 100°C일 수 있다. 벤조일 클로라이드, 이소프탈로일 클로라이드, 디부틸 포스페이트, 3-클로로프로피온산 또는 메틸 토실레이트와 같은 안정화제가 제조하는 동안 임의로 첨가될 수 있다.

[0043] 게다가, 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조에서의 쇠 연장을 위해  $\text{NH}_2$ - 및/또는 NH-관능기 성분이 임의로 사용될 수 있다.

[0044] 쇠 연장을 위한 본 발명에 따른 적합한 성분은 유기 디아민 또는 폴리아민이다. 예컨대, 에틸렌디아민, 1,2-디아미노프로판, 1,3-디아미노프로판, 1,4-디아미노부탄, 1,6-디아미노헥산, 이소포론디아민, 2,2,4- 및 2,4,4-트리메틸헥사메틸렌디아민의 이성질체 혼합물, 2-메틸펜타메틸렌디아민, 디에틸렌트리아민, 디아미노디시클로헥실메탄 또는 디메틸에틸렌디아민 또는 이들의 혼합물을 사용하는 것이 가능하다.

[0045] 또한, 1급 아미노 기 이외에 2급 아미노 기, 또는 아미노 기 (1급 또는 2급) 이외에 OH 기를 함유하는 화합물도 폴리이소시아네이트 예비중합체 B)의 제조를 위해 사용될 수 있다. 이들의 예로는 1급/2급 아민, 예컨대 디에탄올아민, 3-아미노-1-메틸아미노프로판, 3-아미노-1-에틸아미노프로판, 3-아미노-1-시클로헥실아미노프로판, 3-아미노-1-메틸아미노부탄, 알칸올아민, 예컨대 N-아미노에탄올아민, 에탄올아민, 3-아미노프로판올, 네오펜탄올아민이 있다. 쇠 종결을 위해, 이소시아네이트에 대해 반응성이 있는 기를 가진 아민, 예컨대 메틸아민, 에틸아민, 프로필아민, 부틸아민, 옥틸아민, 라우릴아민, 스테아릴아민, 이소노닐옥시프로필아민, 디메틸아민, 디에틸아민, 디프로필아민, 디부틸아민, N-메틸아미노프로필아민, 디에틸(메틸)아미노프로필아민, 모르폴린, 피페리딘 또는 이들의 적합한 치환된 유도체, 디프라이머리 (diprimary) 아민의 아미드-아민 및 모노카르복실산, 디프라이머리 아민의 모노케탐(monoket imine), 1급/3급 아민, 예컨대 N,N-디메틸아미노프로필아민이 통상적으로 사용된다.

[0046] 성분 B)로서 본 발명에 따라 사용된 폴리이소시아네이트 예비중합체, 또는 이들의 혼합물은, 바람직하게 1.8 내지 5, 보다 바람직하게 2 내지 3.5, 및 가장 보다 바람직하게는 2 내지 2.5의 평균 NCO 관능가를 가질 수 있다.

[0047] 본 발명에 따라, 성분 A) 및 B)는, 바람직하게는 우선 서로 혼합될 수 있고, 이어서 A) 및 B)의 혼합물은 C)와 반응할 수 있다.

[0048] 추가의 실시양태에서, 성분 C)는 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 폴리아민 또는 폴리올일 수 있다. 바람직하게, 중합체 폴리올은 성분 C)로서 사용될 수 있다. 또한, 본 발명에 따라, 성분 C)가 2 내지 4개의 히드록시 기, 가장 보다 바람직하게는 2 내지 3개의 히드록시 기를 갖는 폴리프로필렌 글리콜을 갖는 중합체인 것이 바람직하다.

[0049] 본 발명에 따라, 성분 C)로서 히드록시-관능기, 특히 중합체, 폴리올, 예컨대 폴리에테르 폴리올이 사용될 수

있다. 예컨대, 양이온성 교환에 의한 테트라히드로푸란의 중합에 의해 수득 가능한 것으로서, 폴리테트라메틸렌 글리콜 폴리에테르가 적합하다. 마찬가지로, 적합한 폴리에테르 폴리올은 디- 또는 폴리-관능기 출발 물질과 함께 첨가한, 스티렌 옥시드, 에틸렌 옥시드, 프로필렌 옥시드, 부틸렌 옥시드 및/또는 에피클로로하이드린의 첨가 생성물일 수 있다. 사용될 수 있는 적합한 출발 분자에는, 예컨대 물, 부틸 디글리콜, 글리세롤, 디에틸렌 글리콜, 트리메틸올프로판, 프로필렌 글리콜, 소르비톨, 에틸렌디아민, 트리에탄올아민 또는 1,4-부탄디올 또는 이들의 혼합물이 있다.

[0050] 본 발명에 따라, C)로부터의 중합체 폴리올은, 특히 좁은 분자량 분포, 즉 1.0 내지 1.5의 다분산성 (PD = Mw/Mn), 및/또는 1.9개를 초과하는 OH 관능기를 갖는 것이 바람직하다. 바람직하게는, 상기 폴리에테르 폴리올은 1.0 내지 1.5의 다분산성, 및 1.9개를 초과하는 OH 관능기, 보다 바람직하게는 1.95개를 초과하거나 또는 1.95개의 OH 관능기를 갖는다.

[0051] 상기 폴리에테르 폴리올은, 그 자체로 공지된 방식으로, 특히 이중 금속 시안염 촉매 (DMC 촉매)를 사용하여 적합한 출발 분자의 알콕시화에 의해 제조될 수 있다. 이러한 방법은, 예컨대 특허 US 5,158,922 및 공개된 특허 EP 0 654 302 A1에 기재되어 있다.

[0052] 본 발명에 따른 중합체 요소를 위한 반응 혼합물은 성분 A), B) 및 C)를 혼합함으로써 수득될 수 있다. 이소시아네이트-반응성 히드록시 기 대 유리 이소시아네이트 기의 비율은, 바람직하게 1:1.5 내지 1.5:1, 보다 바람직하게는 1:1.02 내지 1:0.95이다.

[0053] 분지 또는 가교를 중합체 요소에 도입하기 위해, 성분 A), B) 또는 C) 중 적어도 하나는, 바람직하게 2.0개 이상, 바람직하게는 2.5개 이상, 바람직하게는 3.0개 이상의 관능기를 갖는다. 관능기는, 성분 A) 및 B)의 경우, 분자당 평균 개수의 NCO 기 또는 성분 C)의 경우, 분자당 평균 개수의 OH 기를 지칭한다. 이러한 분지 또는 가교는 전자기계 컨버터로서의 의도된 용도를 위한, 더 우수한 기계적 특성 및 더 우수한 탄성중합체 특성, 특히, 또한 더 우수한 신장율 특성을 초래한다.

[0054] 본 발명의 범주 내에서, 중합체 요소는 중합체 층, 특히 중합체 필름, 중합체 호일 또는 중합체 코팅일 수 있다. 예컨대, 중합체 층은 0.1 μm 내지 1500 μm, 예컨대 1 μm 내지 500 μm, 특히 5 μm 내지 200 μm, 바람직하게는 10 μm 내지 100 μm의 층 두께를 가질 수 있다.

[0055] 본 발명에 따른 중합체 요소는 우수한 기계적 강도 및 높은 탄성을 유리하게 가질 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 중합체 요소는 0.2 MPa 이상, 특히 0.4 MPa 내지 50 MPa의 최대 장력, 및 250% 이상, 특히 350% 이상의 최대 신장율을 가질 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 중합체 요소는 100% 내지 200%의 사용 중인 신장율 범위 (DIN 53504에 따라 측정됨)에서, 0.1 MPa 내지 1 MPa, 예컨대 0.1 MPa 내지 0.8 MPa, 특히 0.1 MPa 내지 0.3 MPa의 장력을 가질 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 중합체 요소는 100%의 신장율 (DIN EN 150 672 1-1에 따라 측정됨)에서, 0.1 MPa 내지 10 MPa, 예컨대 0.2 MPa 내지 5 MPa의 탄성율을 가질 수 있다.

[0056] 또한, 본 발명에 따른 중합체 요소는 우수한 전기적 특성을 유리하게 가질 수 있고, ASTM D 149에 따른 브레이크스루 전계강도 및 ASTM D 150에 따른 유전율에 대해 이러한 특성들을 측정할 수 있다.

[0057] 또한, 본 발명은

[0058] - 2개 이상의 전극을 제조하고,

[0059] - 하기 성분

[0060] A) 폴리이소시아네이트

[0061] B) 폴리이소시아네이트 예비중합체 및

[0062] C) 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물

[0063] 을 포함하는 반응 혼합물의 반응에 의해 중합체 요소를 제조하고,

[0064] - 중합체 요소를 2개의 전극 사이에 위치시키는,

[0065] 본 발명에 따른 전자기계 컨버터의 제조 방법을 제공한다.

[0066] 특히, 중합체 요소는 2개의 전극 사이에 위치하여 중합체 요소가 하나 이상의 전극과 접촉할 수 있다.

[0067] 본 발명의 실시양태의 범주 내에서, 전기활성 중합체 요소는 2개의 전극 사이에 위치하여 중합체 요소의 맞은편에 있는 전극이 중합체 요소에 인접할 수 있다. 예컨대, 중합체 요소는 전극으로 양쪽면이 코팅될 수

있다.

- [0068] 본 발명에 따른 방법의 바람직한 실시양태의 범주 내에서, 중합체 요소는 1개 이상의 전극에 대한 반응 혼합물의 도포, 및 반응 혼합물의 반응에 의해 제조될 수 있다. 반응 혼합물은, 예컨대 나이프 도포, 코팅, 붓기, 스핀(spin) 코팅, 분무 또는 압출에 의해 도포될 수 있다. 마찬가지로, 본 발명의 범주 내에서, 개별 단계에서 전극 및 중합체 요소를 제조하고, 이어서 이것들을 함께 연결하는 것이 가능하다.
- [0069] 본 발명에 따른 방법의 바람직한 실시양태의 범주 내에서, 반응 혼합물은 건조 및/또는 템퍼링된다(tempered). 건조는 0°C 내지 200°C의 온도 범위에서, 예컨대 0.1분 내지 48시간 동안, 특히 6시간 내지 18시간 동안 일어날 수 있다. 템퍼링은, 예컨대 80°C 내지 250°C의 온도 범위에서, 예컨대 0.1분 내지 24시간 동안 일어날 수 있다.
- [0070] 본 발명에 따른 방법의 실시양태에서, 사용된 A)로부터의 이소시아네이트 기 대 B)로부터의 이소시아네이트 기의 당량비는 1:10 이상 내지 10:1 이하, 보다 바람직하게 1:5 이상 내지 5:1 이하 및 가장 보다 바람직하게는 1:3 이상 내지 3:1 이하일 수 있다. 이어서, 반응 혼합물을 위해 상기 선택된 비율로 제조된 중합체 요소는, 특히 유리한 기계 및 전기적 특성을 가질 수 있다.
- [0071] A), B) 및 C)의 혼합물의 실질적 가교 및 경화가 달성될 때까지, 23°C에서의 속도는, 전형적으로 1초 내지 300분, 바람직하게 1분 내지 20분, 보다 바람직하게 1분 내지 10분일 수 있다. 경화는 촉매에 의해 가속화될 수 있다. 바람직한 실시양태에서, 성분 A) 및 B)를 경화시키기 위해 이소시아네이트-반응성 기의 50 mol% 이상은 폴리에테르 폴리올이다. 본 발명의 보다 바람직한 실시양태의 범주 내에서, 성분 A) 및 B)는 단독의 폴리에테르 폴리올과 함께 경화되고, 가장 보다 바람직하게는 단독의 폴리프로필렌 글리콜과 함께 경화된다.
- [0072] A), B), C) 및 임의의 추가 성분의 최종 반응 혼합물을 기재로 하여, 바람직한 중량의 함량은,
- [0073] A) 1 내지 30 중량부, 바람직하게는 4 내지 20 중량부,
- [0074] B) 1 내지 50 중량부, 바람직하게는 25 내지 40 중량부,
- [0075] C) 10 내지 70 중량부, 바람직하게는 30 내지 65 중량부, 및
- [0076] 임의로, 추가의 보조제 물질, 첨가된 성분 또는 첨가제 0 내지 50 중량부, 바람직하게는 0 내지 20 중량부이다. 각각의 경우에서, 상기-언급된 중량부는 상기 모든 중량부의 총합이 100인 경우이다.
- [0077] 한편, 성분 A), B) 및 C)를 포함하는 반응 혼합물을 전극에 직접 도포할 수 있고, 그 위에서 경화시킬 수 있다. 반면, 반응 혼합물로부터의 필름 또는 호일을 먼저 제조하고, 필름 또는 호일을 임의로 완전히 경화시키고, 이어서 전극과 함께 합하는 것이 가능하다. 그렇게 함으로써, 접착제가 사용될 수 있거나, 또는 그것의 반응 혼합물 자체의 접착성이 이용될 수 있다.
- [0078] 본 발명에 따른 필름-형성 반응 혼합물은 그 자체로 공지된 임의의 응용 방법에 의해 도포될 수 있고, 이것은, 예컨대 나이프 도포, 코팅, 붓기, 스핀 코팅, 분무 또는 압출에 의해 만들어질 수 있다.
- [0079] 성분 A), B) 및 C) 이외에, 반응 혼합물은, 또한 보조제 물질 및 첨가제를 추가적으로 포함할 수 있다. 이러한 보조제 물질 및 첨가제의 예로는 가교제, 시크너(thickeners), 공용매, 요변성제, 안정화제, 항산화제, 빛 안정화제, 유화제, 계면활성제, 접착제, 가소제, 방수제, 안료, 충전제 및 흐름 향상제(flow improvers)가 있다.
- [0080] 성분 A), B) 및 C) 이외에, 반응 혼합물은, 또한 추가적으로 충전제를 포함할 수 있다. 충전제는, 예컨대 중합체 요소의 유전율을 조절할 수 있다. 바람직하게, 반응 혼합물은 유전율을 증가시키기 위한 충전제, 예컨대 높은 유전율을 갖는 충전제를 포함한다. 상기 충전제의 예로는 유기 충전제, 특히 높은 전기 분극률을 갖는 유기 충전제, 예컨대 프탈로시아닌 이외에 세라믹 충전제, 특히 티탄산바륨, 이산화티타늄 및 압전세라믹스(piezoelectric ceramics), 예컨대 석영, 납지르코늄티탄산염이 있다.
- [0081] 게다가, 퍼콜레이션 임계값(percolation threshold) 이하의 전기 전도성 충전제를 포함함으로써, 또한 높은 유전율이 달성될 수 있다. 이들의 예로는 카본 블랙, 흑연, 단일-벽 또는 다중-벽 탄소 나노튜브, 전기 전도성 중합체, 예컨대 폴리티오펜, 폴리아닐린 또는 폴리피롤, 또는 이들의 혼합물이 있다. 이와 관련하여, 특히 흥미로운 것은 표면 피막을 나타내는 카본 블랙 유형의 것들이고, 이에 따라 퍼콜레이션 임계값 이하의 낮은 농도에서 유전율을 증가시키지만, 그럼에도 불구하고, 중합체의 전도성을 증가시키지는 않는다.
- [0082] 또한, 본 발명의 범주 내에서, 필름의 형성 후, 유전율 및/또는 전기의 브레이크스루 전계강도를 증가시키기

위한 첨가제가 첨가될 수 있다. 이것은, 예컨대 하나 이상의 추가의 층을 제조하거나, 또는 첨가제를 중합체 요소에 투과시킴 (예컨대, 첨가제를 중합체 요소로 확산시킴)으로써 실시될 수 있다.

- [0083] 또한, 임의의 중간 건조 단계와 함께, 반응 혼합물의 다중-층 도포가 추가적으로 가능하다.
- [0084] 반응 혼합물의 건조 및 고정은 30℃, 바람직하게는 10℃ 내지 200℃의 온도에서 일어날 수 있다. 그렇게 함으로써, 코팅된 기질은 가열된 표면 상에서, 예컨대 물리에 의해 수행될 수 있다. 도포 및 건조는 각각 불연속적 또는 연속적으로 수행될 수 있다. 전체 공정은, 바람직하게는 연속적이다.
- [0085] 본 발명에 따른 중합체 요소는 추가의 기능 층, 예컨대 전도성 층, 용매 및 기체에 대한 장벽 층 및/또는 접착제 층에 제공된다. 이것은 중합체 요소의 전체 표면 또는 표면의 일부분을 코팅함으로써, 하나의 층 또는 다수의 중첩된 층에서, 한 면 또는 양쪽면에서 수행될 수 있다.
- [0086] 반응 혼합물로부터의 중합체 필름의 제조를 위한 적합한 기재 물질로는, 특히 유리, 박리지, 호일 및 플라스틱이 있고, 이들로부터 생성된 중합체 필름은, 임의로 간단한 방식으로 제거될 수 있다.
- [0087] 반응 혼합물의 개별 층의 공정은, 수동으로 또는 기계에 의해 수행되는, 붓기 또는 나이프 도포에 의해 수행될 수 있다. 마찬가지로, 인쇄, 스크린 인쇄, 분무 및 침지가 가능한 공정 기술이다.
- [0088] 가교 이후, 본 발명에 따른 중합체 필름, 중합체 호일 또는 중합체 코팅 형태의 중합체 요소는 0.1 μm 내지 1500 μm, 예컨대 1 μm 내지 500 μm, 특히 5 μm 내지 200 μm, 바람직하게는 10 μm 내지 100 μm의 층 두께를 가질 수 있다.
- [0089] 또한, 본 발명은 하기 성분
- [0090] A) 폴리이소시아네이트
- [0091] B) 폴리이소시아네이트 예비중합체 및
- [0092] C) 2개 이상의 이소시아네이트-반응성 히드록시 기를 갖는 화합물
- [0093] 을 포함하는 반응 혼합물로부터 수득 가능한 중합체 요소의, 전자기계 요소로서의, 예컨대 센서, 액추에이터 및/또는 발전기, 특히 센서, 액추에이터 및/또는 발전기에서의 전자기계 요소로서의 용도를 제공한다.
- [0094] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 전자기계 컨버터를 포함하는, 전자 및/또는 전기 장치, 특히 구조적 성분, 자동화 기계, 장치 또는 성분을 제공한다.
- [0095] 또한, 본 발명은, 전자 및/또는 전기 장치, 특히 액추에이터, 센서 및/또는 발전기에서의 본 발명에 따른 전자기계 컨버터의 용도를 제공한다. 유리하게, 본 발명은 전자기계 및 전기음향 분야, 특히 기계적 진동 (에너지 하베스팅(energy harvesting)), 음향학, 초음파, 의학 진단, 음향 현미경검사, 의학 센서 시스템, 특히 압력, 힘 및/또는 변형 센서 시스템, 로봇 공학 및/또는 통신기술로부터 에너지를 수득하는 분야에서, 다수의 매우 다양한 응용에서 수행될 수 있다. 이들의 전형적인 예로는 수-파동 에너지, 특히 해양 파동 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 시스템 이외에, 섬유광학(fibre optics), 초전 검출기(pyroelectric detectors), 축전기 및 조절 시스템 및 "지능적" 플로어(floors)를 위한, 압력 센서, 전기음향 컨버터, 마이크, 확성기, 진동 변환기, 광편향기, 막, 조절체가 있다.
- [0096] 본 발명에 따른 컨버터를 구성하기 위해, 본 발명에 따른 중합체 요소는, 예컨대 WO 01/06575에 기재된 바와 같이, 전극으로 양쪽면이 코팅될 수 있다. 이러한 기본적인 구조는 센서, 액추에이터 및/또는 발전기를 생성하기 위해 매우 다양한 구성에서 유리하게 사용될 수 있다. 유리하게, 본 발명에 따른 전자기계 컨버터를 위한 중합체 요소는, 특히 우수한 기계 및 전기적 특성을 갖는다. 본 발명에 따른 전자기계 컨버터는 많은 다양한 응용에서 사용될 수 있다.
- [0097] 또한, 본 발명은 하기에 제공된 실시예에 의해 설명되고, 이들로 제한되지는 않는다.
- [0098] **실시예:**
- [0099] 달리 나타내지 않으면, 모든 백분율은 중량 기준이다.
- [0100] 달리 나타내지 않으면, 모든 분석 측정은 23℃의 온도에서의 측정을 기본으로 한다.
- [0101] 반대로, 특별히 나타내지 않으면, NCO 함량을 DIN-EN ISO 11909에 따라 용적 측정으로 측정한다.
- [0102] 독일 73760 오스트필데른 헬무스-히르츠-스트리트 6에 소재한 안톤 파르 독일 게엠베하(Anton Paar Germany

GmbH) 사의 회전식 점도계를 사용하여, 23°C에서 DIN 53019에 따라 회전식 점도계에 의해 나타난 점도를 측정하였다. 스피드믹서(Speedmixer) (독일 59075 함 워터캠프 1에 소재한 하우스차일드 앤 코퍼레이티드. 케이취(Hauschild & Co. KG) 사의 모델 150 FV)를 사용하여 충전제의 본 발명에 따른 분산액으로의 혼입을 수행하였다.

- [0103] 독일 83301 트라운레우트 닥터-요하네스-하이텐하인-스트리트 5에 소재한 닥터 요하네스 하이텐하인 게엠베하 (Dr. Johannes Heidenhain GmbH) 사의 기계적 접촉 프로브를 사용하여 필름 층 두께를 측정하였다. 시험 표본을 3군데의 다른 장소에서 측정하였고, 이 평균값을 대표 평균값으로서 사용하였다.
- [0104] DIN 53 504를 따라, 1 kN의 총 측정 범위를 위한 부하 전지(load cell)를 갖춘, 즈위크(Zwick) 사의 인장 시험 기계 (모델 번호 1455)에 의해, 50 mm/분의 견인 속도로 인장 시험을 수행하였다. S2 인장 막대를 시험 표본으로서 사용하였다. 동일한 방식으로 제조된 3가지의 시험 표본에서 각각의 측정을 수행하였고, 얻어진 자료의 평균값을 평가에 사용하였다. 특히, 이를 위해, [MPa] 단위의 인장 강도 및 [%] 단위의 최고 신장율 뿐만 아니라, 또한 100% 및 200%의 신장율에서의 [MPa] 단위의 인장을 측정하였다.
- [0105] 시험되는 샘플의 S2 막대에서, 50 N의 총 측정 범위를 위한 부하 전지를 갖춘, 즈위크/로엘(Zwick/Roell) 사의 즈위키(Zwicki) 인장 시험 기계에 의해 영구 신장율을 측정하였다. 이 측정에서, 샘플을 50 mm/분의 속도로  $n \cdot 50\%$ 로 늘이고, 이러한 변형에 이르게 되었을 때, 샘플을 힘 = 0 N로 완화시키고, 이어서 남아있는 신장율을 측정하였다. 그 후에, 다음 측정 사이클을  $n = n + 1$ 로 즉시 시작하고, n의 값을 샘플이 찢어질 때까지 증가시켰다. 50% 변형의 값만을 여기서 측정하였다.
- [0106] 마찬가지로, 즈위키 인장 시험 기계에서 크리프(creep)를 측정하였고, 장치는 영구 신장율 측정을 위한 시험과 상응하였다. 이 경우에 사용된 시험 표본은  $60 \times 10 \text{ mm}^2$  면적의 스트립(strip) 형태의 샘플이고, 이것을 50 mm의 클램프 간격으로 클램프로 고정시켰다. 55 mm로의 매우 빠른 변형 후, 이 변형을 30분 동안 일정하게 유지시키고, 이 시간 동안 힘의 진행을 측정하였다. 55 mm로의 변형 바로 후의 초기값을 기준으로 하였을 때, 30분 후의 크리프는 힘의 백분율이 감소되었다.
- [0107] 독일 56414 훈트산젠 오베레르바허 슈트라쎬 9에 소재한 노보콘트롤 테크놀로지스 게엠베하 앤드 코퍼레이티드 케이취(Novocontrol Technologies GmbH & Co. KG) 사의 측정 시스템 (측정 브릿지(measuring bridge): 알파-에이(Alpha-A) 분석기, 측정 본체: ZGS 활성 샘플 세포 시험 접점)을 사용하여, 20 mm 직경의 시험 표본에 대해, ASTM D 150-98에 따른 유전율의 측정을 수행하였다.  $10^7 \text{ Hz}$  내지  $10^{-2} \text{ Hz}$  범위의 진동수를 시험하였다. 시험된 물질의 유전율의 측정값으로서, 실제 성분의  $10^{-2} \text{ Hz}$ 에서의 유전율을 선택하였다.
- [0108] 독일 83026 로젠하임 안톤-제이콥-스트리트 4에 소재한 하인징게르(Heinzinger) 사의 고전압 공급원 모델 LNC 20000-3pos, 및 DKI (독일 64289 다름슈타트 슈클로슈가르텐스트리트 6에 소재한 도이치스 쿤슈트슈토프슈티튜트(Deutsches Kunststoffinstitut))의 내부에 구성된 샘플 홀더를 사용하여 ASTM D 149-97a에 따른 브레이크쓰루 전계강도를 측정하였다. 이 샘플 홀더는 단지 작은 기계적 선행 하중(preload)으로 균일한 두께의 중합체 샘플과 접촉하고, 사용자가 전압과 접촉하게 되는 것을 방지하였다. 이 시스템에서, 호일을 통해 전기적 브레이크쓰루가 발생할 때까지 선행 하중이 없는 중합체 필름에 대해 정적으로 전압을 증가시킨다 (공기 중의 파열 방전에 대한 절연을 위해 실리콘 오일 중에서). 측정 결과는 중합체 필름의 두께를 기준으로 하여 브레이크쓰루에 도달한 전압 ( $[V/\mu\text{m}]$  단위)이다.
- [0109] 사용된 물질 및 약어:
- [0110] 데스모두르®(Desmodur®) N 3300 : 헥사메틸렌 디이소시아네이트를 기재로 한 이소시아누레이트,  $21.8 \pm 0.3\%$ 의 NCO 함량 (DIN EN ISO 11 909에 따름),  $3000 \pm 750 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 의 23°C에서의 점도, 독일 레버쿠젠에 소재한 바이어 머티리얼사이언스 아게(Bayer MaterialScience AG) (성분 A)
- [0111] 데스모두르® XP 2410 : 저-점도, 헥사메틸렌 디이소시아네이트를 기재로 한 지방족 폴리이소시아네이트 수지,  $23.5 \pm 0.5$  중량%의 NCO 함량 (DIN EN ISO 11 909),  $730 \pm 100 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 의 23°C에서의 점도, 독일 레버쿠젠에 소재한 바이어 머티리얼사이언스 아게 (성분 A)
- [0112] 데스모두르® XP 2599 : 지방족, 헥사메틸렌-1,6-디이소시아네이트 (HDI)를 기재로 한 에테르-기-함유 예비중합체,  $6 \pm 0.5\%$ 의 이소시아네이트 함량 (DIN EN ISO 11 909),  $2500 \pm 500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 의 23°C에서의 점도, 독일

레버쿠젠에 소재한 바이어 머티리얼사이언스 아게 (성분 B)

[0113] DBTDL : 독일 D-64293 다름슈타트 프랑크푸르터 스트리트 250에 소재한 이-머크 KGaA(E-Merck KGaA) 사의 디부틸틴 디라우레이트

[0114] **실시예 1**

[0115] 성분 B)로서 디이소시아네이트-관능기 폴리이소시아네이트 예비중합체의 제조

[0116] 헥사메틸렌-1,6-디이소시아네이트 (HDI) 1300 g, 벤조일 클로라이드 1.3 g 및 파라-톨루엔술폰산 메틸 에스테르 1.3 g을 교반하면서 4 리터의 4구 플라스크에 두었다. 3시간 이내에, 2000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖는, 2관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에테르 1456 g을 80℃에서 첨가하고, 이어서 동일한 온도에서 1시간 동안 교반을 수행하였다. 이어서, 박막 증류에 의해 과량의 HDI를 130℃ 및 0.1 torr에서 증류시켰고, 클로로프로피온산 1 g이 리시버(receiver)에서 발견되었다. 생성된 NCO 중합체는 3.23%의 NCO 함량 및 1650 mPas의 점도 (25℃)를 가졌다.

[0117] **비교 실시예 C1:**

[0118] 본 발명에 따르지 않은 중합체 요소의 제조

[0119] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 데스모두르 XP 2599 (성분 B) 10 g을 6000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 3관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 28.1 g 및 DBTDL 0.028 g과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

[0120] **비교 실시예 C2:**

[0121] 본 발명에 따르지 않은 중합체 요소의 제조

[0122] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 데스모두르 XP 2599 (성분 B) 10 g을 4000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 2관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 28.06 g 및 DBTDL 0.028 g과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

[0123] **비교 실시예 C3:**

[0124] 본 발명에 따르지 않은 중합체 요소의 제조

[0125] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 데스모두르 N3300 (성분 A) 3.91 g을 4000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 2관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 39.88 g 및 DBTDL 0.12 g과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

[0126] **비교 실시예 C4:**

[0127] 본 발명에 따르지 않은 중합체 요소의 제조

[0128] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 데스모두르 XP2410 (성분 A) 3.58 g을 6000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 3관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 39.88 g 및 DBTDL 0.12 g과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이

어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

[0129] **비교 실시예 C5:**

[0130] 본 발명에 따르지 않은 중합체 요소의 제조

[0131] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 데스모두르 N3300 (성분 A) 3.91 g을 6000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 3관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 39.88 g 및 DBTDL 0.12 g과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

[0132] **비교 실시예 C6:**

[0133] 본 발명에 따르지 않은 중합체 요소의 제조

[0134] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 실시예 1로부터의 예비중합체 (성분 B) 10.0 g을 4000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 2관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 39.88 g 및 DBTDL 0.03 g과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 이 제법으로부터 시험 표본을 생성하는 것은 불가능하였다.

[0135] **본 발명에 따른 실시예 E1:**

[0136] 본 발명에 따른 중합체 요소의 제조

[0137] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 데스모두르 N3300 (HDI에 기재한 이소시아누레이트, 성분 A) 3.0 g 및 실시예 1로부터의 예비중합체 (성분 B) 7.0 g을 폴리프로필렌 비커에서 칭량하고, 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 1분 동안 함께 혼합시켰다. 이어서, 이 혼합물을 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 4000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 2관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 41.2 g 및 0.041 g 함량의 DBTDL과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

[0138] **본 발명에 따른 실시예 E2:**

[0139] 본 발명에 따른 중합체 요소의 제조

[0140] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 데스모두르 N3300 (HDI에 기재한 이소시아누레이트, 성분 A) 3.0 g 및 실시예 1로부터의 예비중합체 (성분 B) 7.0 g을 폴리프로필렌 비커에서 칭량하고, 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 1분 동안 함께 혼합시켰다. 이어서, 이 혼합물을 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 6000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 0 중량%인 3관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 (성분 C) 41.2 g 및 0.041 g 함량의 DBTDL과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비닛에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

[0141] **본 발명에 따른 실시예 E3:**

[0142] 본 발명에 따른 중합체 요소의 제조

[0143] 사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 데스모두르 N3300 (HDI에 기재한 이소시아누레이트, 성분 A) 4.0 g 및 실시예 1로부터의 예비중합체 (성분 B) 16.0 g을 폴리프로필렌 비커에서 칭량하고, 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 1분 동안 함께 혼합시켰다. 이어서, 이 혼합물을 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드

믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 4000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 20 중량%인, 폴리에테르를 기재로 한 2관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 66.16 g 및 0.132 g 함량의 DBTDL과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비넷에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

**본 발명에 따른 실시예 E4:**

본 발명에 따른 중합체 요소의 제조

사용된 원재료를 개별적으로 탈기시키지 않았다. 데스모두르 N3300 (HDI에 기재한 이소시아누레이트, 성분 A) 1.0 g 및 실시예 1로부터의 예비중합체 (성분 B) 9.0 g을 폴리프로필렌 비커에서 칭량하고, 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 1분 동안 함께 혼합시켰다. 이어서, 이 혼합물을 3분에 걸쳐 1분 당 3000 rpm의 스피드믹서로 폴리프로필렌 비커에서, 4000 g/mol의 수-평균 분자량을 갖고, 에틸렌 옥시드 단위 함량이 20 중량%인, 폴리에테르를 기재로 한 2관능기 폴리프로필렌 글리콜-폴리에틸렌 글리콜-폴리에테르 24.22 g 및 0.048 g 함량의 DBTDL과 혼합하였다. 여전히 액체인 반응 혼합물로부터, 1 mm의 습윤 층 두께를 갖는 필름을 나이프에 의해 유리 플레이트에 수동으로 도포하였다. 제조 후, 모든 필름을 80℃의 건조 캐비넷에서 밤새 건조시키고, 이어서 120℃에서 5분 동안 템퍼링시켰다. 템퍼링 후, 이 필름을 유리 플레이트로부터 쉽게 수동으로 분리할 수 있었다.

샘플에 대해 다양한 측정을 하였다. 본 발명에 따르지 않은 실시예의 결과 및 본 발명에 따른 중합체 요소의 실시예의 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

**표 1**

실시예 C1 내지 C5 및 E1 내지 E4에서 제조된 필름의 특성

실시예	최고 신장율	인장 강도	50% 신장율에서의 모듈러스	50% 신장율에서의 영구 신장율	30분 후의 크리프	유전율	브레이크스루 전계강도 (신장하지 않은 상태)
	[%]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[%]		[V/μm]
C1	107	0.327	0.275	0.32	13.5	25	20.4
C2	125	0.178	0.134	0.45	13.9	16.6	21.3
C3	262	0.28	0.099	1.71	30.3	8.6	25
C4	85	0.63	0.625	0.65	10.5	29	25.4
C5	110	0.70	0.60	-0.24	6.2	10.8	33.4
E1*	364	0.143	0.040	1.84	21.3	8.7	24.6
E2*	251	0.392	0.161	1.76	20.4	11.6	18.2
E3*	211	0.927	0.497	1.29	4.7	2800	35.5
E4*	516	1.085	0.266	2.48	19.9	1796	38.6

\*본 발명에 따름

[0148]

본 시험에서, 본 발명에 따른 필름 형태의 중합체 요소는 선행 기술에 비해 현저한 장점을 제공함을 나타내었다. 본 발명에 따르지 않은 실시예의 특별한 단점은 낮은 최고 신장율 및 높은 크리프였다.

[0150] 본 발명에 따른 필름을 사용할 때의 특별한 장점은, 매우 우수한 기계적 특성, 예컨대 높은 최고 신장율, 낮은 모듈러스, 낮은 영구 신장율, 낮은 크리프 및 높은 유전율과 동시에, 신장시키지 않은 상태에서의 매우 높은 브레이크스트루 전계강도의 조합이다. 특히, 본 발명에 따른 이들 중합체 요소를 사용함으로써, 여기서 생성되는 전자기계 컨버터의 유리한 특성이 유리하게 달성될 수 있다.