



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0110137
(43) 공개일자 2017년10월10일

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C08J 5/18</i> (2006.01) <i>B29C 55/04</i> (2006.01)
 <i>C08G 73/10</i> (2006.01) <i>C08L 67/02</i> (2006.01)
 <i>H01G 4/18</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>C08J 5/18</i> (2013.01)
 <i>B29C 55/04</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7024749</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년10월01일
 심사청구일자 2017년09월01일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2017년09월01일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2015/053525</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2016/126290
 국제공개일자 2016년08월11일</p> <p>(30) 우선권주장
 62/111,458 2015년02월03일 미국(US)
 62/204,139 2015년08월12일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 사빅 글로벌 테크놀로지스 비.브이.
 네덜란드 베켄 옵 줌 4612 피엑스 플라스틱스란 1</p> <p>(72) 발명자
 새너 마크
 미국, 인디애나 47720, 에반스빌, 힐사이드 로드 10101
 파이펜베르제 닐
 미국, 펜실베이니아 19428, 컨쇼호켄, 웨스트 11 에 비뉴 337
 니마이어 매튜 에프.
 미국, 뉴욕 12132, 노스 채텀, 페블 레인 81</p> <p>(74) 대리인
 강명구</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

전체 청구항 수 : 총 66 항

(54) 발명의 명칭 커패시터 필름용 폴리에테이미드 혼화성 중합체 블렌드

(57) 요약

폴리에테이미드 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의(uniaxially-stretched), 고수율 압출 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테이미드는 방향족 이무수물(aromatic dianhydride)과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고, 여기서 폴리에테이미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며(endcapped), 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함한다.

(52) CPC특허분류

C08G 73/1017 (2013.01)

C08G 73/1053 (2013.01)

C08G 73/1064 (2013.01)

C08G 73/1071 (2013.01)

C08L 67/02 (2013.01)

C08L 79/08 (2013.01)

H01G 4/18 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

폴리에테이미드 및 폴리에스테르를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의(uniaxially-stretched), 고수율 압출 커패시터 필름;

여기서 폴리에테이미드는 방향족 이무수물(aromatic dianhydride)과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 여기서 폴리에테이미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며(endcapped); 여기서 폴리에스테르는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함함.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 약 0.1 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터의 두께를 가지는 커패시터 필름.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 약 0.1 마이크로미터 내지 약 20 마이크로미터의 두께를 가지는 커패시터 필름.

청구항 4

제1항에 있어서, 폴리에테이미드는 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테이미드는 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec^{-1} 에서의 점도 대 $5,000 \text{ sec}^{-1}$ 에서의 점도의 비율이 약 11 미만이고; 폴리에테이미드는 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에스테르는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에스테르는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 170 °C 초과이고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 150 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 1 kHz, 23 °C 및 50% 상대 습도 (RH)에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0% 내지 약 1%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 500 V/마이크로미터 내지 약 800 V/마이크로미터이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가 특성의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이며; 커패시터 필름은 광측침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 표면 조도 평균 (Ra)가 약 +/-3% 미만인 커패시터 필름.

청구항 5

제1항에 있어서, 폴리에테이미드는 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테이미드는 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec^{-1} 에서의 점도 대 $5,000 \text{ sec}^{-1}$ 에서의 점도의 비율이 약 10 미만이고; 폴리에테이미드는 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에스테르는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에스테르는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 190 °C 초과이고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 170 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 1 kHz, 23 °C 및 50% 상대 습도 (RH)에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0% 내지 약 1%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 600 V/마이크로미터 내지 약 800 V/마이크로미터이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가 특성의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이며; 커패시터 필름은 광측침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 표면 조도

평균 (R_a)가 약 $\pm 3\%$ 미만인 커패시터 필름.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 금속화 표면상에서, 알루미늄 상에서, 및/또는 그 자체 상에서 ASTM D1894에 따라 측정된 동적 마찰 계수가 약 0.75 미만인 커패시터 필름.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 금속화 표면상에서, 알루미늄 상에서, 및/또는 그 자체 상에서 ASTM D1894에 따라 측정된 정적 마찰 계수가 약 0.75 미만인 커패시터 필름.

청구항 8

제1항에 있어서, 1 kHz에서 상기 커패시터 필름의 유전 상수는 약 0°C 내지 약 170°C 에서 본질적으로 변화되지 않고 유지되며, 이러한 유전 상수는 약 0°C 내지 약 170°C 의 온도 범위 내에서 최고 유전 상수 값을 기준으로, 약 20% 미만으로 변하는 커패시터 필름.

청구항 9

제1항에 있어서, 1 kHz에서 상기 커패시터 필름의 소산 계수는 약 0°C 내지 약 170°C 에서 본질적으로 변화되지 않고 유지되고, 이러한 소산 계수는 약 0.1% 내지 약 1%인 커패시터 필름.

청구항 10

제1항에 있어서, 23°C 및 50% RH의 1 kHz 내지 100 kHz에서 측정된 상기 커패시터 필름의 소산 계수는 약 0.1% 내지 약 1%인 커패시터 필름.

청구항 11

제1항에 있어서, 약 0°C 내지 약 170°C 에서 상기 커패시터 필름의 파괴 강도 차이는 ASTM D149에 따라 23°C 에서 측정된 파괴 강도 값의 약 40% 미만인 커패시터 필름.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 1 kHz 및 약 0°C 내지 약 170°C 에서의 정전 용량 차이가 23°C 에서의 정전 용량 값을 기준으로, 약 $\pm 5\%$ 미만인 커패시터 필름.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 단일 유리 전이 온도가 약 170°C 이상인 커패시터 필름.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 100 cm^2 의 면적에서 직경이 약 20 마이크론 초과인 2 개 미만의 탄화 내포물을 포함하는 커패시터 필름.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 필름 길이가 약 10 m 내지 약 10,000 m이고, 필름 폭이 약 300 mm 내지 약 3,000 mm이며, 전체 필름 표면적의 적어도 약 80%는 무주름인 커패시터 필름.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 탄소/(산소+수소) ($\text{C}/(\text{O}+\text{H})$) 비율이 약 1.25 미만인 커패시터 필름.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 ASTM D1938에 따라 20 마이크론 두께를 가지는 테스트 표본을 사용하여 측정된 기계 방향으로의 트라우저 인열 강도가 약 0.5 N/mm 내지 약 3.0 N/mm인 커패시터 필름.

청구항 18

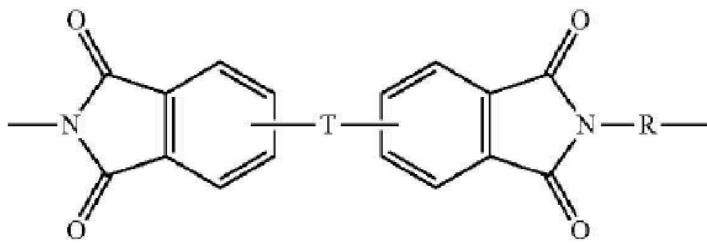
제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 ASTM D1938에 따라 20 마이크론 두께를 가지는 테스트 표본을 사용하여 측정된 가로축 방향으로의 트라우저 인열 강도가 약 0.5 N/mm 내지 약 3.0 N/mm인 커패시터 필름.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 커패시터 필름의 전체 중량을 기준으로, 약 1000 ppm 미만의 용매를 포함하는 커패시터 필름.

청구항 20

제1항에 있어서, 폴리에터이미드는 화학식 V으로 나타낸 커패시터 필름:

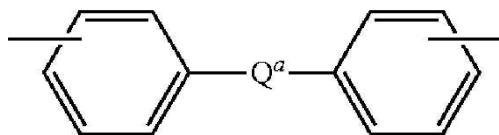


화학식 V

여기서 T는 -O- 또는 화학식 -O-Z-O-으로 나타낸 그룹이고, -O- 또는 -O-Z-O- 그룹의 2가 결합은 3,3'; 3,4'; 4,3'; 또는 4,4' 위치에 존재하며, Z는 6 내지 27개의 탄소 원자를 가지는 2가 방향족 탄화수소 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 2 내지 10개의 탄소 원자를 가지는 직선형 또는 분지형 사슬 알킬렌 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 3 내지 20개의 탄소 원자를 가지는 사이클로알킬렌 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 또는 화학식 $-(C_6H_{10})_z-$ 으로 나타낸 그룹이고, z는 1 내지 4의 정수이고; 여기서 R은 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 잔기임.

청구항 21

제20항에 있어서, Z는 화학식 IVa로 나타낸 2가 그룹인 커패시터 필름:

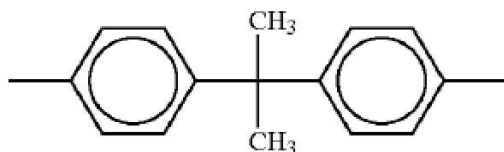


화학식 IVa

여기서 Q^a 는 단일 결합, -O-, -S-, -C(O)-, -SO₂-, -SO-, 또는 -C_{y-2y}-, 이의 할로겐화 유도체이고, y는 정수 1 내지 5임.

청구항 22

제20항에 있어서, Z는 화학식 XI으로 나타낸 커패시터 필름:



화학식 XI

청구항 23

제1항에 있어서, 폴리에터이미드는 1.0 아민 그룹 당 약 1.0 내지 약 1.4 몰당량의 무수물 그룹을 포함하는 커패시터 필름.

청구항 24

제1항에 있어서, 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민은 치환된 및 비치환된 아닐린, 치환된 및 비치환된 나프틸 1차 아민, 및 치환된 및 비치환된 헤테로아릴 아민을 포함하고, 여기서 치환체는 방향족 고리에 결합된 C₆₋₁₂ 아릴 그룹, 할로젠화 C₆₋₁₂ 아릴 그룹, C₁₋₁₂ 알킬 그룹, 할로젠화 C₁₋₁₂ 알킬 그룹, 설펜 그룹, C₁₋₁₂ 에스터 그룹, C₁₋₁₂ 아마이드 그룹, 할로젠, C₁₋₁₂ 알킬 에터 그룹, C₆₋₁₂ 아릴 에터 그룹, 및 C₆₋₁₂ 아릴 케토 그룹으로 구성된 군으로부터 선택되는 커패시터 필름.

청구항 25

제1항에 있어서, 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민은 아닐린을 포함하는 커패시터 필름.

청구항 26

제1항에 있어서, 폴리에터이미드는 폴리에터이미드 설펜을 추가적으로 포함하는 커패시터 필름.

청구항 27

제26항에 있어서, 폴리에터이미드:폴리에터이미드 설펜의 중량비는 약 99:1 내지 약 30:70인 커패시터 필름.

청구항 28

제1항에 있어서, 폴리에터이미드는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 60 중량% 내지 약 99.9 중량%의 양으로 존재하는 커패시터 필름.

청구항 29

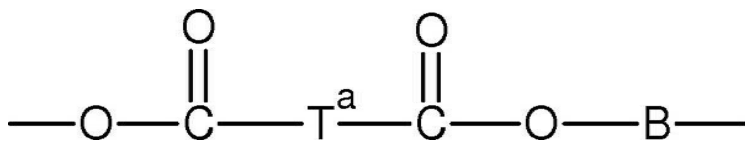
제1항에 있어서, 폴리에터이미드는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 70 중량% 내지 약 95 중량%의 양으로 존재하는 커패시터 필름.

청구항 30

제1항에 있어서, 폴리에터이미드는 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하는 폴리에터이미드 이외에, 약 15 중량% 미만의 폴리에터이미드를 포함하는 커패시터 필름.

청구항 31

제1항에 있어서, 폴리에스터는 화학식 XII으로 나타낸 반복 구조 단위를 포함하는 커패시터 필름:



화학식 XII

여기서 B는 다이하이드록시 화합물, C₂₋₁₀ 알킬렌 그룹, C₆₋₂₀ 지환족 그룹, C₆₋₂₀ 방향족 그룹, 또는 폴리옥시알킬렌 그룹으로부터 유도된 2가 그룹이고, 알킬렌 그룹은 2 내지 6개의 탄소 원자, 또는 택일적으로 2, 3, 또는 4개의 탄소 원자를 포함하고; T^a는 방향족 다이카복실산, C₂₋₁₀ 알킬렌 그룹, C₆₋₂₀ 지환족 그룹, C₆₋₂₀ 알킬 방향족 그룹, 또는 C₆₋₂₀ 방향족 그룹으로부터 유도된 2가 그룹임.

청구항 32

제1항에 있어서, 폴리에스터는 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리(1,4-부틸렌 테레프탈레이트) (PBT), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN), 폴리(부틸렌 나프탈레이트) (PBN), 폴리(1,3-프로필렌 테레프탈레이트) (PPT), 폴리(사이클로헥실렌다이메틸렌 테레프탈레이트) (PCT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트 (PTT), 폴리(1,4-부틸렌 석시네이트) (PBS), 글리콜 변성 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PETG), 글리콜 변성 폴리사이클로헥실렌다이메틸렌 테레프탈레이트 (PCTG), 폴리(1,4-사이클로헥실렌다이메틸렌 1,4-사이클로헥세인다이카복실레이트) (PCCD), 폴리(사이클로헥세인다이메탄올 테레프탈레이트), 폴리(사이클로헥세인다이메탄올-co-에틸렌 테레프탈레이트), 이의 공중합체, 또는 이의 조합을 포함하는 커패시터 필름.

청구항 33

제1항에 있어서, 폴리에스터는 다음을 가지는 낮은 고유 점도 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함하는 커패시터 필름: (i) 다이에틸렌 글리콜 유래 함량이 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%; (ii) 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g; 및 (iii) 카복실 산 말단 그룹 함량이 약 10 meq/kg 내지 약 150 meq/kg.

청구항 34

제32항에 있어서, PET는 재생 PET로부터 유도된 커패시터 필름.

청구항 35

제32항에 있어서, PET는 선형이며, 상기 PET는 양자 핵 자기 공명 분광법에 의해 측정시 PET의 전체 중량을 기준으로, 약 3 중량% 미만의 사이클릭 폴리에스터를 포함하는 커패시터 필름.

청구항 36

제1항에 있어서, 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 0.1 중량% 내지 약 40 중량%의 양으로 존재하는 커패시터 필름.

청구항 37

제1항에 있어서, 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 5 중량% 내지 약 30 중량%의 양으로 존재하는 커패시터 필름.

청구항 38

제1항에 있어서, 폴리에터이미드 및 폴리에스터는 커패시터 필름의 단일 유리 전이 온도를 제공하기 위한 유효량으로 혼화성 중합체 블렌드 내에 각각 존재하는 커패시터 필름.

청구항 39

제1항에 있어서, 폴리에터이미드 및 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드를 제공하기 위한 유효량으로 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 각각 존재하는 커패시터 필름.

청구항 40

제1항에 있어서, 혼화성 중합체 블렌드는 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 인-함유 안정화제를 약 0 중량% 내지 약 2 중량%의 양으로 추가적으로 포함하고, 여기서 인-함유 안정화제는 중량 평균 분자량이 약 500 Da 이상인 커패시터 필름.

청구항 41

제1항의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 포함하는 물품.

청구항 42

제41항에 있어서, 필름의 적어도 일부분에 증착되어 금속화 커패시터 필름을 형성하는 금속층을 추가적으로 포함하는 물품.

청구항 43

제42항에 있어서, 금속층은 전도성 금속을 포함하는 물품.

청구항 44

제43항에 있어서, 전도성 금속은 구리, 알루미늄, 은, 금, 니켈, 아연, 티타늄, 크로뮴, 바나듐, 탄탈럼, 나이오븀, 황동, 또는 이의 조합을 포함하는 물품.

청구항 45

제42항에 있어서, 금속층은 약 1 옴스트롬 내지 약 3,000 옴스트롬의 금속층 두께를 가지는 물품.

청구항 46

제42항에 있어서, 금속층은 약 1 옴스트롬 내지 약 2,820 옴스트롬의 금속층 두께를 가지는 물품.

청구항 47

제42항에 있어서, 금속층은 제곱미터당 약 0.1 내지 약 100 Ohms의 금속층 비저항을 가지는 물품.

청구항 48

제42항에 있어서, 금속층은 진공 금속 기상 증착, 고온 진공 증착, 화학적 기상 증착, 원자층 증착, 금속 스퍼터링, 플라즈마 처리, 전자 빔 처리, 화학적 산화 또는 환원 반응, 무전해 습윤-화학적 증착, 또는 이의 조합에 의해 필름의 적어도 일부에 증착되는 물품.

청구항 49

제42항에 있어서, 금속화 커패시터 필름은 권취되어, 권취된 금속화 커패시터 필름을 형성하는 물품.

청구항 50

제49항의 권취된 금속화 필름을 포함하는 커패시터.

청구항 51

제50항의 커패시터를 포함하는 전기 물품.

청구항 52

제50항의 커패시터를 포함하는 자동차 인버터.

청구항 53

제50항의 커패시터를 포함하는 자동차 컨버터.

청구항 54

폴리에테이미드 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름;

여기서 폴리에테이미드는 방향족 이무수물과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 여기서 폴리에테이미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며; 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매(solvent-free)이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함하고; 상기 커패시터 필름은 필름 두께가 약 0.1 마이크론 내지 약 20 마이크론임.

청구항 55

제54항에 있어서, 폴리에테이미드는 폴리에테이미드 설폰을 추가적으로 포함하는 커패시터 필름.

청구항 56

폴리에테이미드 설폰 및 폴리에스테르를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름;

여기서 폴리에테이미드 설폰은 방향족 이무수물과 다이아미노 다이페닐을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 폴리에테이미드 설폰은 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며; 여기서 폴리에스테르는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함함.

청구항 57

제56항에 있어서, 상기 커패시터 필름은 약 0.1 마이크론 내지 약 20 마이크론의 필름 두께를 가지는 커패시터 필름.

청구항 58

제56항에 있어서, 폴리에테이미드 설폰은 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테이미드 설폰은 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec^{-1} 에서의 점도 대 $5,000 \text{ sec}^{-1}$ 에서의 점도의 비율이 약 11 미만이고; 폴리에테이미드 설폰은 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에스테르는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에스테르는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 170 °C 초과이고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 150 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 1 kHz, 23 °C 및 50% 상대 습도 (RH)에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0% 내지 약 1%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 500 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가 특징의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이며; 커패시터 필름은 광촉침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 표면 조도 평균 (Ra)가 약 +/-3% 미만인 커패시터 필름.

청구항 59

다음의 단계를 포함하는, 제1항의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법:

(a) 혼화성 중합체 블렌드를 압출하여 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및

(b) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.

청구항 60

다음의 단계를 포함하는, 제1항의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법:

(a) 폴리에테이미드 및 폴리에스테르를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계;

(b) 상기 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융 중합체를 형성하는 단계;

(c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크론 초과 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계;

(d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이를 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로,

약 90 중량% 이상을 포함함; 및

(e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.

청구항 61

제60항에 있어서, 금속층을 필름의 적어도 일부분에 증착하여 금속화 커패시터 필름을 형성하는 단계를 추가적으로 포함하는 방법.

청구항 62

제61항에 있어서, 금속화 커패시터 필름을 권취하여 권취된 금속화 커패시터 필름을 형성하는 단계를 추가적으로 포함하는 방법.

청구항 63

제61항에 있어서, 금속화 커패시터 필름을 적층하여 적층된 필름 커패시터를 형성하는 단계를 추가적으로 포함하는 방법.

청구항 64

제63항에 있어서, 적층된 필름 커패시터를 절단하여 절단된 필름 커패시터를 형성하는 단계를 추가적으로 포함하는 방법.

청구항 65

다음의 단계를 포함하는, 제56항의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법:

(a) 혼화성 중합체 블렌드를 압출하여 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및

(b) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.

청구항 66

다음의 단계를 포함하는, 제56항의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법:

(a) 폴리에테이미드 설폰 및 폴리에스터를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계;

(b) 상기 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융 중합체를 형성하는 단계;

(c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크로미터 이하의 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계;

(d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이로 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및

(e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 폴리에테이미드 혼화성 중합체 블렌드 및 이의 제조 및 사용 방법, 보다 구체적으로 압출 커패시터 필름용 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설폰 혼화성 중합체 블렌드에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 체적 에너지 밀도가 높고, 작동 온도가 높으며, 수명이 긴 정전기 필름 커패시터는 펄스-전력, 자동차, 및 산업

용 전자 장치에 중요한 부품이다. 일반적으로, 커패시터는 얇은 층의 절연 (유전체) 필름에 의해 분리된 2 개의 전도성 판을 가지는 에너지-저장 장치이다. 이러한 판에 걸쳐 전압이 인가되면, 유전체 내의 전기장은 전하를 이동시켜, 에너지를 저장한다. 커패시터에 의해 저장되는 에너지의 양은 절연 물질의 유전 상수, 인가된 전압, 및 필름의 규모 (전체 면적 및 두께)에 의존한다. 따라서, 커패시터가 축적할 수 있는 에너지의 전체 양을 최대화하기 위해, 필름의 유전 상수 및 파괴 전압이 최대화되고, 필름의 두께는 최소화되어야 한다. 커패시터 내 유전체 재료의 물리적 특성이 커패시터의 성능에 있어 주요 결정 요인이므로, 커패시터의 유전체 재료의 하나 이상의 물리적 성질의 개선은 커패시터 부품에서 이에 상응하는 성능을 개선시키며, 보통 커패시터가 내장된 전자 기기 시스템 또는 제품의 성능 및 수명을 향상시킬 수 있다.

[0003] 이축-배향 폴리(프로필렌) (BOPP)로부터 제조된 정전기 필름 커패시터는 낮은 소산 계수(dissipation factor), 높은 절연 저항 및 낮은 유전 흡수를 필요로 하는 분야, 예컨대 전자 제품, 전자 기기, 오븐 및 노 (furnace), 냉장고, 자동차, 및 가전 제품에서 사용되어 왔다. BOPP의 약 2.2의 낮은 유전 상수 (Dk) 및 약 100 °C의 최대 사용 온도는, 높은 작동 온도 및/또는 높은 에너지 밀도를 필요로 하는 분야에서 BOPP 커패시터의 사용을 제한한다. 다른 열가소성 재료, 예컨대 Dk > 3.0의 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN) 및 폴리카보네이트 (PC)가 합리적인 대안이 될 수 있으나, 이러한 필름으로부터 제조된 커패시터는 약 125 °C만큼 높은 작동 온도에서만 사용될 수 있어 원하는 고온 공정 능력을 만족시키지 못한다. 폴리페닐렌 설파이드 (PPS) 및 폴리에테르 에터 케톤 (PEEK)와 같이 고온 공정 능력을 충족시키는, 여러 재료는 150 °C 초과 온도에서 전기적 성질의 불안정성에 의해 제한되어 커패시터에서의 사용 적합성이 떨어진다. 따라서, 커패시터에 사용하기 위한 유전체 재료를 개발 및/또는 개선해야 할 필요성이 지속적으로 존재한다.

발명의 내용

[0004] 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의(uniaxially-stretched), 고수율 압출 커패시터 필름이 본 명세서에 개시되며, 여기서 폴리에테리미드는 방향족 이무수물 (aromatic dianhydride)과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고, 여기서 폴리에테리미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며(endcapped), 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함한다.

[0005] 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름이 또한 본 명세서에 개시되며, 여기서 폴리에테리미드는 방향족 이무수물과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고, 여기서 폴리에테리미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며, 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매(solvent-free)이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함하고, 상기 커패시터 필름은 필름 두께가 약 0.1 마이크론 내지 약 20 마이크론이다.

[0006] 폴리에테리미드 설폰 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름이 또한 본 명세서에 개시되며, 여기서 폴리에테리미드 설폰은 방향족 이무수물과 다이아미노 다이페닐을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고, 폴리에테리미드 설폰은 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며, 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고, 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 폴리에테리미드 (PEI) 및 폴리에스터 (PE)를 포함하는 커패시터 필름용 중합체 조성물 및 이의 제조 및 사용 방법이 본 명세서에 개시되며, 상기 중합체 조성물은 본 명세서에서 보다 상세히 논의되는 혼화성 중합체 블렌드이다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드는 폴리에테리미드 설폰을 추가적으로 포함하고, 폴리에테리미드 및 폴리에테리미드 설폰은 혼화성 중합체 블렌드를 형성한다. 하나의 구체예에서, 폴리에스터는 폴리에틸렌 테레프

탈레이트 (PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN), 등, 또는 이의 조합을 포함한다. 하나의 구체예에서, 폴리에스터는 낮은 고수율 점도 PET를 포함한다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드를 형성한다. 또 다른 구체예에서, 폴리에테리미드, 폴리에테리미드 설폰, 및 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드를 형성한다.

[0008] 일부 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에테리미드 설폰 (PEIS) 및 폴리에스터 (PE)를 포함하며, 상기 중합체 조성물은 혼화성 중합체 블렌드이다. 이러한 구체예에서, 폴리에테리미드 설폰 및 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드를 형성한다.

[0009] 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의(uniaxially-stretched), 고수율 압출 커패시터 필름이 본 명세서에 개시되며; 여기서 폴리에테리미드는 방향족 이무수물 (aromatic dianhydride)과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 여기서 폴리에테리미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며(endcapped); 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함한다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드는 폴리에테리미드 설폰을 추가적으로 포함할 수 있다.

[0010] 하나의 구체예에서, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름, 예를 들어 상기 단락에 기재된 필름의 제조 방법은 다음의 단계를 포함한다: (a) 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계; (b) 상기 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융 중합체를 형성하는 단계; (c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크론 초과 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계; (d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이를 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및 (e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계. 이러한 구체예에서, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 추가적으로 금속화되고 권취되어, 권취된 금속화 커패시터 필름(metallized capacitor film)을 형성할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 금속화 커패시터 필름)은 적층되어, 적층된 필름 커패시터를 형성할 수 있다.

[0011] 폴리에테리미드 설폰 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름이 또한 본 명세서에 개시되며; 여기서 폴리에테리미드 설폰은 방향족 이무수물과 다이아미노 다이페닐을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 폴리에테리미드 설폰은 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며; 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함한다.

[0012] 하나의 구체예에서, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름, 예를 들어 상기 단락에 기재된 필름의 제조 방법은 다음의 단계를 포함한다: (a) 폴리에테리미드 설폰 및 폴리에스터를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계; (b) 상기 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융 중합체를 형성하는 단계; (c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크론 초과 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계; (d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이를 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및 (e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계. 이러한 구체예에서, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 추가적으로 금속화되고 권취되어, 권취된 금속화 커패시터 필름(metallized capacitor film)을 형성할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 금속화 커패시터 필름)은 적층되어, 적층된 필름 커패시터를 형성할 수 있다.

[0013] 조작하는 실시예 또는 달리 지시되는 경우를 제외하고, 성분의 양, 반응 조건, 등을 지칭하기 위해 본 명세서 및 특허 청구 범위에서 사용되는 모든 수치 또는 표현은 모든 경우에 용어 “약”에 의해 변형된 것으로 이해되어야 한다. 다양한 수치 범위가 본 명세서에 개시된다. 이러한 범위가 연속적이기 때문에, 최소값과 최대값 사

이의 모든 값을 포함한다. 동일한 특성 또는 성분을 지칭하는 모든 범위의 말단은 독립적으로 조합할 수 있고, 지칭된 말단을 포함한다. 달리 명백하게 지시되지 않는 한, 본 출원에 명시된 다양한 숫자 범위는 근사치이다. 동일한 성분 또는 성질에 관한 모든 범위의 말단은 말단을 포함하며 독립적으로 조합할 수 있다. 용어 “0 초과 내지 일정량”은 0보다 더 크고, 더 큰 지정된 양까지 포함하는 정도의 양으로 존재함을 의미한다.

- [0014] 용어 “하나의” (“a”, “an” 및 “the”)는 수량의 제한을 나타내는 것이 아니라, 적어도 하나의 참조된 항목의 존재를 나타낸다. 본 명세서에서 사용 시, 단수 형태 “하나의” 및 “그” (“a”, “an”, 및 “the”)는, 복수 형태를 포함한다.
- [0015] 본 명세서에서 사용 시, “이의 조합”은 하나 이상의 인용된 원소와 함께, 선택적으로 인용되지 않은 유사한 원소를 포함하고, 예컨대, 하나 이상의 명명된 성분과 함께, 선택적으로, 하나 이상의 구체적으로 명명되지 않은, 본질적으로 동일한 기능을 가지는 다른 성분의 조합을 포함한다. 본 명세서에서 사용 시, 용어 “조합”은 블렌드, 혼합물, 합금, 반응 생성물, 등을 포함한다.
- [0016] 명세서 전반에 걸친 “하나의 구체예”, “또 다른 구체예”, “기타 구체예”, “일부 구체예”, 등의 언급은, 구체예에 관하여 기재된 특정 요소 (예컨대, 특징, 구조, 성질, 및/또는 특성)가 적어도 본 명세서에 기재된 구체예에 포함되며, 기타 구체예에 존재 하거나 존재하지 않을 수 있음을 의미한다. 또한, 기재된 요소(들)은 다양한 구체예에서 임의의 적절한 방식으로 결합될 수 있음을 이해해야 한다.
- [0017] 달리 정의되지 않는 한, 본 명세서에 사용된 기술적 및 과학적 용어는 당업자에게 통상적으로 이해되는 의미와 동일한 의미를 가진다. 본 명세서에서 사용 시 용어 “중합체”는 올리고머, 동중 중합체, 및 공중합체를 포함한다.
- [0018] 본 명세서 내의 모든 분자량은 달리 지시되지 않는 한 중량 평균 분자량을 지칭한다. 이러한 언급된 모든 분자량은 달톤 (Da)으로 표시된다.
- [0019] 본 명세서에서 화합물은 표준 명칭을 사용하여 기재된다. 예를 들어, 임의의 지시된 그룹에 의해 치환되지 않은 임의의 위치는 지시된 바와 같이 결합, 또는 수소 원자로 채워진 원자를 가지는 것으로 이해된다. 두 개의 문자 또는 기호 사이의 대시 (“-”)는 치환기의 부착점을 나타내도록 사용된다. 예를 들어, -CHO는 카보닐 그룹의 탄소를 통해 부착된다.
- [0020] 용어 “알킬”은 특정 탄소 원자 수를 가지는 C_{1-30} 분지형 및 직선형 사슬, 택일적으로 C_{1-18} 분지형 및 직선형 사슬의, 불포화 지방족 탄화수소 그룹 모두를 포함한다. 알킬의 예로는 메틸, 에틸, n-프로필, i-프로필, n-뷰틸, s-뷰틸, t-뷰틸, n-펜틸, s-펜틸, n- 및 s-헥실, n- 및 s-헵틸, n- 및 s-옥틸, 데실, 스테아틸, 등을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0021] 용어 “알켄일”은 적어도 하나의 탄소-탄소 이중결합을 가지는, 직선형 또는 분지형 사슬의, 1가 탄화수소 그룹 (예컨대, 에텐일 ($-HC=CH_2$))을 의미한다.
- [0022] 용어 “알콕시”는 산소를 통해 연결된 직선형 또는 분지형 알킬 그룹 (예컨대, C_{1-18})을 의미하며 (즉, 알킬-O-), 예를 들어 메톡시, 에톡시, sec-뷰틸옥시, 및 노닐옥시 그룹을 의미한다.
- [0023] 용어 “알킬렌”은 직선형 또는 분지형 사슬, 포화, 2가 지방족 탄화수소 그룹 (예컨대, 메틸렌 ($-CH_2-$), 또는 프로필렌 ($-(CH_2)_3-$))을 의미한다.
- [0024] 용어 “사이클로알킬렌”은 2가 사이클릭 알킬렌 그룹, $-C_nH_{2n-x}$ 을 나타내며, 여기서 x는 고리화(들)에 의해 대체되는 수소 수를 나타낸다. “사이클로알켄일”은 고리 내에 하나 이상의 고리 및 하나 이상의 탄소-탄소 이중결합을 가지는 1가 그룹을 의미하며, 여기서 모든 고리 구성원은 탄소이다 (예컨대, 사이클로펜틸 및 사이클로헥실).
- [0025] 용어 “아릴”은 특정 탄소 원자 수를 포함하는 방향족 탄화수소 그룹 (예컨대, 방향족 모이어티)를 의미하며 (예컨대, 6 개의 탄소 원자의 불포화 고리), 선택적으로 하나 이상의 알킬 그룹으로 치환될 수 있고, 예를 들어 페닐, 톨릴, 자일릴, 트로폰, 인단일, 인덴일, 나프틸, 등을 포함한다.
- [0026] 용어 “아릴옥시”는 6 개의 탄소 원자의 불포화 고리로 치환된 산소 라디칼을 의미하며, 그 자체는 선택적으로 하나 이상의 알킬 그룹으로 치환될 수 있고, 예를 들어, 페녹시를 포함한다.

[0027] 접두사 “할로”는 플루오로, 클로로, 브로모, 아이오도, 및 아스타티노 치환기 중 하나 이상을 포함하는 그룹 또는 화합물을 의미한다. 상이한 할로 그룹 (예컨대, 브로모 및 플루오로)의 조합이 존재할 수 있다. 하나의 구체예에서, 클로로 그룹만이 존재한다.

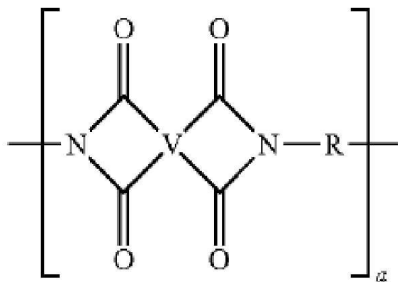
[0028] 접두사 “헤테로”는 화합물 또는 그룹이 헤테로원자 (예컨대, 1, 2, 또는 3개의 헤테로원자(들))인 적어도 하나의 고리 구성원을 포함하는 것을 의미하며, 헤테로원자(들)은 각각 독립적으로 N, O, S, 또는 P일 수 있다.

[0029] 모든 ASTM 테스트는 달리 지시되지 않는 한, ASTM 표준의 2003년도 Annual Book을 기초로 한다.

[0030] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에터이미드를 포함한다. 또 다른 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에터이미드 설폰을 포함한다. 또 다른 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에터이미드 및 폴리에터이미드 설폰을 포함한다.

[0031] 본 명세서의 개시를 목적으로, 오직 폴리에터이미드, 또는 오직 폴리에터이미드 설폰, 또는 폴리에터이미드 및 폴리에터이미드 설폰 모두를 포함하는 중합체 성분은 총괄하여 “폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰”으로서 지칭될 것이다. 임의의 기재된 중합체 (예컨대, 단일 중합체 성분, 중합체 블렌드, 중합체 혼합물, 등) 성질, 특성, 특징, 등과 관련하여 본 명세서에서 사용시, 용어 “폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰”은 임의의 성질 값, 특성, 특징, 등이 오직 폴리에터이미드, 또는 오직 폴리에터이미드 설폰, 또는 조합으로 사용되는 경우 폴리에터이미드 및 폴리에터이미드 설폰 모두에 적용될 수 있음을 의미한다.

[0032] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 (PEI) 및 폴리에터이미드 설폰 (PEIS)은 화학식 I에 의해 나타낼 수 있고:



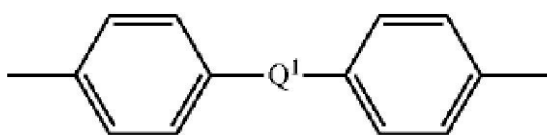
[0033]

[0034] 화학식 I

[0035] 여기서 a는 1 초과, 예를 들어 약 1 내지 약 1,000 이상, 택일적으로 약 10 내지 약 1,000 이상, 또는 택일적으로 약 10 내지 약 500일 수 있다.

[0036] 하나의 구체예에서, 화학식 I의 그룹 V는 에터 그룹 (본 명세서에서 사용 시 “폴리에터이미드”) 또는 에터 그룹 및 아릴렌 설폰 그룹 (본 명세서에서 사용 시 “폴리에터이미드 설폰”)의 조합을 포함하는 4가 연결체 (linker)일 수 있다. 이러한 연결체는 다음을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다: (a) 선택적으로 에터 그룹, 아릴렌 설폰 그룹, 또는 에터 그룹 및 아릴렌 설폰 그룹의 조합으로 치환된, 5 내지 50개의 탄소 원자를 가지는, 치환된 또는 비치환된, 포화, 불포화 또는 방향족 모노사이클릭 및 폴리사이클릭 그룹; (b) 1 내지 30 개의 탄소 원자를 가지며, 선택적으로 에터 그룹 또는 에터 그룹, 아릴렌 설폰 그룹, 및 아릴렌 설폰 그룹의 조합으로 치환된, 치환된 또는 비치환된, 선형 또는 분지형, 포화 또는 불포화 알킬 그룹; 또는 (c) 이의 조합. 연결체 그룹 V에 대한 적절한 추가적인 치환은 에터, 아마이드, 에스터, 등, 또는 이의 조합을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

[0037] 하나의 구체예에서, 화학식 I의 그룹 R은 다음과 같은 치환된 또는 비치환된 2가 유기 그룹을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다: (a) 6 내지 20개의 탄소 원자를 가지는 방향족 탄화수소 그룹 및 이의 할로젠화 유도체; (b) 2 내지 20개의 탄소 원자를 가지는 직선형 또는 분지형 사슬 알킬렌 그룹; (c) 3 내지 20개의 탄소 원자를 가지는 사이클로알킬렌 그룹, 또는 (d) 화학식 II로 나타낸 2가 그룹:

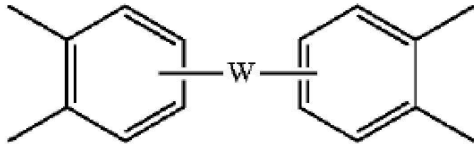


[0038]

[0039] 화학식 II

[0040] 여기서 Q^1 은 2가 모이어티 예컨대 $-O-$, $-S-$, $-C(O)-$, $-SO_2-$, $-SO-$, $-C_{y-2y}-$ (y 는 1 내지 5의 정수), 및 퍼플루오로알킬렌 그룹을 비롯한 이의 할로겐화 유도체를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

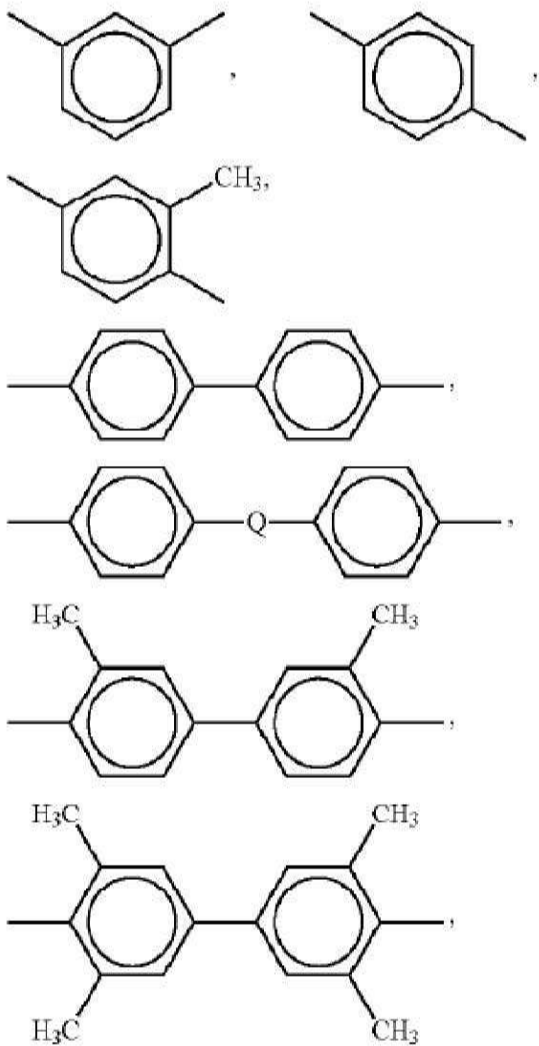
[0041] 화학식 I의 하나의 구체예에서, 연결체 V는 화학식 III으로 나타낸 4가 방향족 그룹을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다:



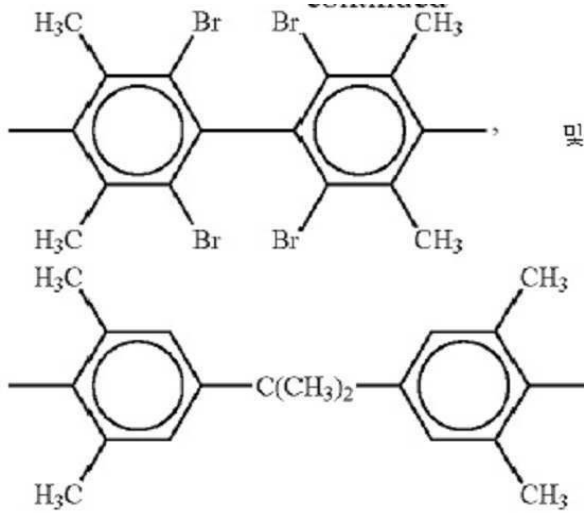
[0042]

[0043] 화학식 III

[0044] 여기서 W는 $-O-$, $-SO_2-$ 를 비롯한 2가 모이어티, 또는 화학식 $-O-Z-O-$ 으로 나타낸 그룹일 수 있고, 여기서 $-O-$ 또는 $-O-Z-O-$ 그룹의 2가 결합은 3,3'; 3,4'; 4,3'; 또는 4,4' 위치에 존재할 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, $-O-Z-O-$ 그룹이 2가 그룹이면, Z는 또한 2가 그룹이고, Z 2가 각각은 $-O-Z-O-$ 그룹의 산소 원자에 연결된다. 이러한 구체예에서, Z는 화학식 그룹 IV으로 나타낸 2가 그룹을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다:



[0045]

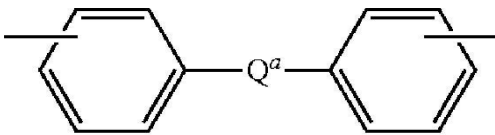


[0046]

[0047] 화학식 그룹 IV

[0048] 여기서 Q는 2가 모이머티 예컨대 -O-, -S-, -C(O)-, -SO₂-, -SO-, -C_{y-2y}- (y는 1 내지 5의 정수), 및 퍼플루오로알킬렌 그룹을 비롯한 이의 할로겐화 유도체를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

[0049] 하나의 구체예에서, Z는 화학식 IVa로 나타낸 2가 그룹일 수 있고:

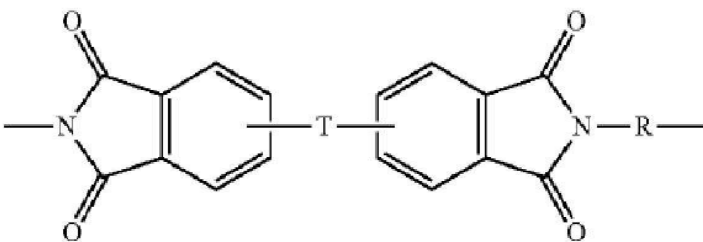


[0050]

[0051] 화학식 IVa

[0052] 여기서 Q^a는 단일 결합, -O-, -S-, -C(O)-, -SO₂-, -SO-, 또는 -C_{y-2y}-, 이의 할로겐화 유도체일 수 있고, y는 정수 1 내지 5일 수 있다.

[0053] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드는 1개 초과 구조 단위, 택일적으로 약 10 내지 약 1,000개의 구조 단위, 또는 택일적으로 약 10 내지 약 500개의 구조 단위를 포함하며, 여기서 구조 단위는 화학식 V로 나타낼 수 있고:



[0054]

[0055] 화학식 V

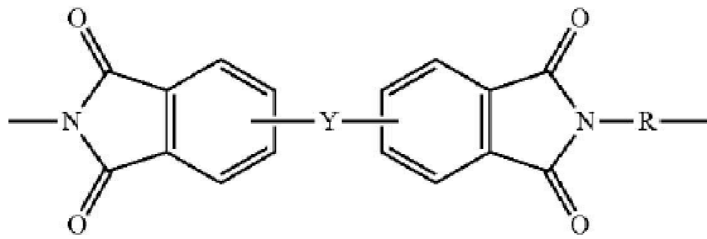
[0056] 여기서 T는 -O- 또는 화학식 -O-Z-O-으로 나타나는 그룹일 수 있고, -O- 또는 -O-Z-O- 그룹의 2가 결합은 3,3'; 3,4'; 4,3'; 또는 4,4' 위치에 있을 수 있다; 여기서 Z는 앞서 본 명세서에 화학식 그룹 IV 및 화학식 IVa으로 나타내는 2가 그룹으로서 기재되어 있다; 여기서 R은 앞서 본 명세서에 화학식 II으로 나타나는 2가 그룹으로서 기재되어 있다. 이러한 Z 및 R 설명의 임의의 양태 및/또는 구체예는 화학식 V의 Z 및 R 그룹을 설명하기 위해 제한 없이 이용될 수 있다. 하나의 구체예에서, Z는 화학식 IVa로 나타낼 수 있다.

[0057] T는 화학식 -O-Z-O-으로 나타낸 화학식 V의 구체예에서, Z는 6 내지 27개의 탄소 원자를 가지는 2가 방향족 탄화수소 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 2 내지 10개의 탄소 원자를 가지는 직선형 또는 분지형 사슬 알킬렌 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 3 내지 20개의 탄소 원자를 가지는 사이클로알킬렌 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 또는

화학식 $-(C_6H_{10})_z-$ 으로 나타낸 그룹이고, z 는 1 내지 4의 정수일 수 있으며; 여기서 R은 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 잔기일 수 있다.

[0058] 또 다른 구체예에서, 폴리에터이미드 설폰은 에터 그룹 및 설폰 그룹을 포함하는 폴리이미드일 수 있고, 여기서 화학식 I의 연결체 V 및 그룹 R의 적어도 50 mol%는 2가 아릴렌 설폰 그룹을 포함한다. 예를 들어, 그룹 R을 제외한 모든 연결체 V는 아릴렌 설폰 그룹을 포함할 수 있거나; 연결체 V를 제외한 모든 그룹 R은 아릴렌 설폰 그룹을 포함할 수 있거나; 또는 아릴 설폰 그룹을 포함하는 V 및 R 그룹의 전체 몰 분획이 50 mol% 이상인 경우, 아릴렌 설폰은 연결체 V 및 R 그룹의 일부 분획에 존재할 수 있다.

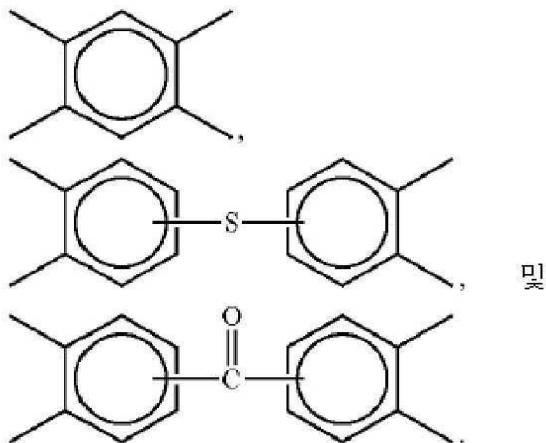
[0059] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 설폰은 1개 초과 구조 단위, 택일적으로 약 10 내지 약 1,000개의 구조 단위, 또는 택일적으로 약 10 내지 약 500개의 구조 단위를 포함하며, 여기서 구조 단위는 화학식 VI으로 나타낼 수 있고:



[0060] 화학식 VI

[0062] 여기서 Y는 $-O-$, $-SO_2-$ 또는 화학식 $-O-Z-O-$ 으로 나타나는 그룹일 수 있고, $-O-$, $-SO_2-$ 또는 $-O-Z-O-$ 그룹의 2가 결합은 3,3'; 3,4'; 4,3'; 또는 4,4' 위치에 있을 수 있다; 여기서 Z는 앞서 본 명세서에 화학식 그룹 IV 및 화학식 IVa로 나타내는 2가 그룹으로서 기재되어 있다; 여기서 R은 앞서 본 명세서에 화학식 II으로 나타나는 2가 그룹으로서 기재되어 있다. 이러한 Z 및 R 설명의 임의의 양태 및/또는 구체예는 화학식 VI의 Z 및 R 그룹을 설명하기 위해 제한 없이 이용될 수 있다. 화학식 화학식 하나의 구체예에서, Z는 화학식 IVa로 나타낼 수 있다.

[0063] 일부 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰은 에터 또는 에터 및 설폰 그룹을 포함하지 않는 연결체 V, 예를 들어 화학식 그룹 VII으로 나타낸 연결체를 추가적으로 포함할 수 있고:



[0064] 화학식 그룹 VII

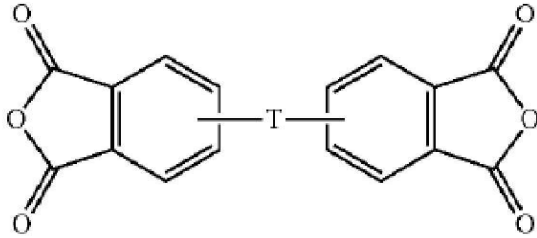
[0066] 하나의 구체예에서, 화학식 그룹 VII으로 나타낸 연결체를 포함하는 이미드 단위는 일반적으로 전체 단위수의 약 0 mol% 내지 약 10 mol%, 또는 택일적으로 전체 단위수의 0 mol% 내지 5 mol% 범위의 양으로 존재할 수 있다. 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰에 추가적인 연결체 V는 존재하지 않는다.

[0067] 또 다른 구체예에서, 폴리에터이미드는 화학식 V으로 나타낸 약 10 내지 약 500개의 구조 단위를 포함하고, 폴

리에테리미드 설편은 화학식 VI으로 나타낸 약 10 내지 약 500개의 구조 단위를 포함한다.

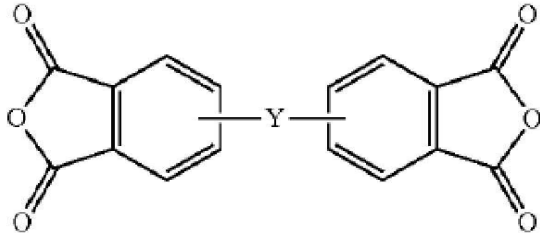
[0068] 폴리에테리미드 및 폴리에테리미드 설편의 제조 방법은 당업자에게 공지되어 있고, 미국 특허 제 8,546,516호 및 미국 특허 공보 제 20140355173 A1호에 일반적으로 기재되어 있으며; 이들 각각은 그 전체가 본 명세서에 참조 문헌으로 포함된다.

[0069] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및 폴리에테리미드 설편은 다음의 화학식 VIII 또는 화학식 IX으로 나타낸 방향족 비스무수물(bisanhydride)과:



[0070]

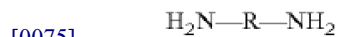
[0071] 화학식 VIII



[0072]

[0073] 화학식 IX

[0074] 화학식 X으로 나타낸 유기 다이아민의 반응에 의해 제조될 수 있고:



[0075]

[0076] 화학식 X

[0077] 여기서 R, T, 및 Y는 상기 화학식 II, 화학식 V, 및 화학식 VI에 관한 부분에 기재되어 있다. 이러한 R, T, 및 Y 설명의 임의의 양태 및/또는 구체예는 화학식 VIII, 화학식 IX 및 화학식 X의 R, T, 및 Y 그룹을 설명하기 위해 제한없이 이용될 수 있다.

[0078] 본 발명에 사용하기 적절한 화학식 VIII으로 나타낸 방향족 비스무수물의 비제한적인 예로는 2,2-비스[4-(3,4-다이카복시페녹시)페닐]프로페인 다이안하이드라이드; 4,4'-비스(3,4-다이카복시페녹시)다이페닐 에터 다이안하이드라이드; 4,4'-비스(3,4-다이카복시페녹시)다이페닐 설편 다이안하이드라이드; 4,4'-비스(3,4-다이카복시페녹시)벤조페논 다이안하이드라이드; 2,2-비스[4-(2,3-다이카복시페녹시)페닐]프로페인 다이안하이드라이드; 4,4'-비스(2,3-다이카복시페녹시)다이페닐 에터 다이안하이드라이드; 4,4'-비스(2,3-다이카복시페녹시)다이페닐 설편 다이안하이드라이드; 4,4'-비스(2,3-다이카복시페녹시)벤조페논 다이안하이드라이드; 4-(2,3-다이카복시페녹시)-4'-(3,4-다이카복시페녹시)다이페닐-2,2-프로페인 다이안하이드라이드; 4-(2,3-다이카복시페녹시)-4'-(3,4-다이카복시페녹시)다이페닐 에터 다이안하이드라이드; 4-(2,3-다이카복시페녹시)-4'-(3,4-다이카복시페녹시)다이페닐 설편 다이안하이드라이드; 4-(2,3-다이카복시페녹시)-4'-(3,4-다이카복시페녹시)벤조페논 다이안하이드라이드; 등; 또는 이의 조합을 포함한다.

[0079] 본 발명에 사용하기 적절한 화학식 IX으로 나타낸 설편 그룹을 포함하는 방향족 비스무수물의 비제한적인 예로는 4,4'-비스(3,4-다이카복시페녹시)다이페닐 설편 다이안하이드라이드; 4,4'-비스(2,3-다이카복시페녹시)다이페닐 설편 다이안하이드라이드; 4-(2,3-다이카복시페녹시)-4'-(3,4-다이카복시페녹시)다이페닐 설편 다이안하이드라이드; 등; 또는 이의 조합을 포함한다.

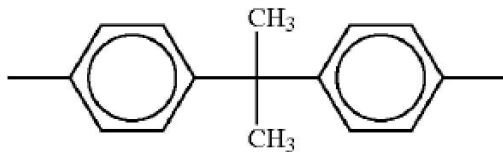
[0080] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 설편은 화학식 VIII 및 화학식 IX으로 나타낸 비스무수물의 조합을 사용하

여 제조될 수 있다.

[0081] 본 발명에 사용하기 적절한 화학식 X로 나타낸 아민 화합물의 비제한적인 예로는 에틸렌다이아민, 프로필렌다이아민, 트리메틸렌다이아민, 다이에틸렌트리아민, 트리에틸렌테트라아민, 헥사메틸렌다이아민, 헵타메틸렌다이아민, 옥타메틸렌다이아민, 노나메틸렌다이아민, 데카메틸렌다이아민, 1,12-도데케인다이아민, 1,18-옥타데케인다이아민, 3-메틸헵타메틸렌다이아민, 4,4-다이메틸헵타메틸렌다이아민, 4-메틸노나메틸렌다이아민, 5-메틸노나메틸렌다이아민, 2,5-다이메틸헥사메틸렌다이아민, 2,5-다이메틸헵타메틸렌다이아민, 2,2-다이메틸프로필렌다이아민, N-메틸-비스(3-아미노프로필)아민, 3-메톡시헥사메틸렌다이아민, 1,2-비스(3-아미노프로폭시)에테인, 비스(3-아미노프로필)설파이드, 1,4-사이클로헥세인다이아민, 비스-(4-아미노사이클로헥실)메테인, m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 2,4-다이아미노톨루엔, 2,6-다이아미노톨루엔, m-자일렌다이아민, p-자일렌다이아민, 2-메틸-4,6-다이에틸-1,3-페닐렌-다이아민, 5-메틸-4,6-다이에틸-1,3-페닐렌-다이아민, 벤지딘, 3,3'-다이메틸벤지딘, 3,3'-다이메톡시벤지딘, 1,5-다이아미노나프탈렌, 비스(4-아미노페닐)메테인, 비스(2-클로로-4-아미노-3,5-다이에틸페닐)메테인, 비스(4-아미노페닐)프로페인, 2,4-비스(b-아미노-t-뷰틸)톨루엔, 비스(p-b-아미노-t-뷰틸페닐)에터, 비스(p-b-메틸-o-아미노페닐)벤젠, 비스(p-b-메틸-o-아미노페닐)벤젠, 1,3-다이아미노-4-아이소프로필벤젠, 비스(4-아미노페닐)에터, 1,3-비스(3-아미노프로필)테트라메틸다이실록세인, 등, 또는 이의 조합을 포함한다.

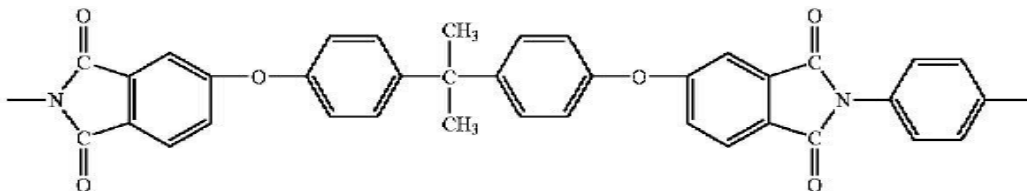
[0082] 본 발명에 사용하기 적절한 화학식 X으로 나타낸 설포늄 그룹을 포함하는 아민 화합물의 비제한적인 예로는 다이아미노 다이페닐 설포늄 (DDS), 4,4'-다이아미노다이페닐설포늄 (4,4'-DDS), 3,3'-다이아미노다이페닐설포늄 (3,3'-DDS), 비스(아미노페녹시 페닐)설포늄 (BAPS), 등, 또는 이의 조합을 포함한다.

[0083] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드는 화학식 V으로 나타낸 구조 단위를 포함하며, 여기서 각각의 R은 독립적으로 p-페닐렌, m-페닐렌, 또는 이의 조합일 수 있고; 여기서 T는 화학식 -O-Z-O-으로 나타낸 그룹일 수 있고, -O-Z-O- 그룹의 2가 결합은 3,3' 위치에 있을 수 있고, Z는 화학식 XI으로 나타낸 2가 그룹일 수 있다:



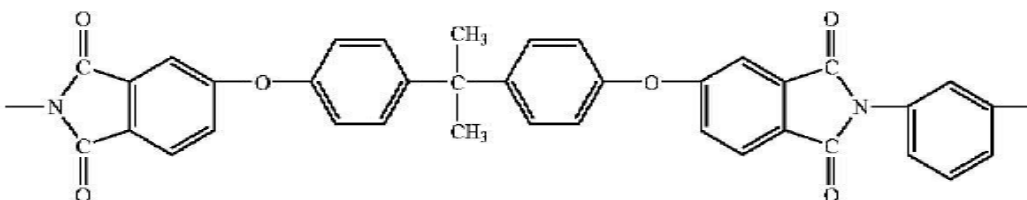
[0084]
[0085] 화학식 XI

[0086] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드는 화학식 Va로 나타낸 구조 단위:



[0087]
[0088] 화학식 Va,

[0089] 화학식 Vb으로 나타낸 구조 단위:



[0090]
[0091] 화학식 Vb,

[0092] 또는 이의 조합을 포함한다.

[0093] 하나의 구체예에서, 화학식 V 으로 나타낸 구조 단위는, R이 p-페닐렌이고, T가 화학식 -O-Z-O-으로 나타나고, -O-Z-O- 그룹의 2가 결합이 3,3' 위치에 있고, Z가 화학식 XI으로 나타낸 2가 그룹인 경우, 화학식 Va로 나타낸

구조 단위를 포함한다.

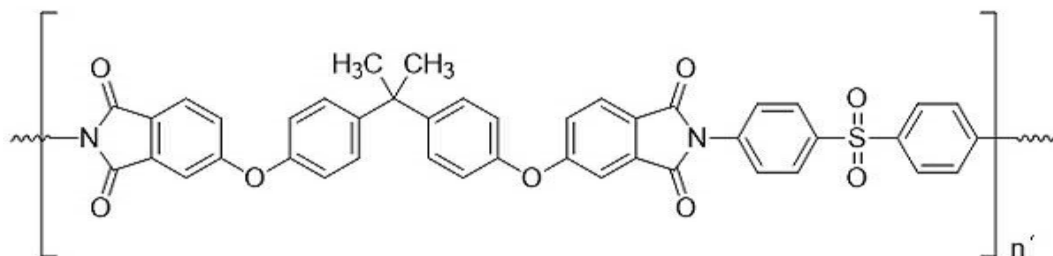
[0094] 하나의 구체예에서, 화학식 V 으로 나타낸 구조 단위는, R이 m-페닐렌이고, T가 화학식 -O-Z-O-으로 나타나고, -O-Z-O- 그룹의 2가 결합이 3,3' 위치에 있고, Z가 화학식 XI으로 나타낸 2가 그룹인 경우, 화학식 Vb으로 나타낸 구조 단위를 포함한다.

[0095] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드는 1개 초과와 구조 단위, 택일적으로 약 10 내지 약 1,000개의 구조 단위, 또는 택일적으로 약 10 내지 약 500개의 구조 단위를 포함하며, 여기서 구조 단위는 화학식 Va, 화학식 Vb, 또는 이의 조합으로 나타낼 수 있다.

[0096] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 설포는 화학식 VI으로 나타낸 구조 단위를 포함하며, 여기서 R 그룹의 적어도 50 mol%는 각각 독립적으로 화학식 그룹 IV 및 화학식 IVa로 나타낼 수 있고, Q 및 Q^a는 -SO₂-일 수 있고, 나머지 R 그룹은 각각 독립적으로 p-페닐렌, m-페닐렌, 또는 이의 조합일 수 있고; Y는 그룹 화학식 -O-Z-O-으로 나타낸 그룹일 수 있고, -O-Z-O- 그룹의 2가 결합은 3,3' 위치에 있을 수 있고, Z는 화학식 XI으로 나타낸 2가 그룹일 수 있다.

[0097] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 설포는 다이아미노 다이페닐 설포를 ?1마하는 아민의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함할 수 있다.

[0098] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 설포는 화학식 VIa으로 나타낸 반복 구조 단위를 포함할 수 있고:



[0099]

[0100] 화학식 VIa

[0101] 여기서 구조 단위는 n'번 반복될 수 있고, n'은 1 초과, 택일적으로 약 10 내지 약 1,000, 또는 택일적으로 약 10 내지 약 500일 수 있다.

[0102] 하나의 구체예에서, 화학식 VI으로 나타낸 구조 단위는, Y가 화학식 -O-Z-O-으로 나타나고, -O-Z-O- 그룹의 2가 결합이 3,3' 위치에 있고, Z가 화학식 XI으로 나타낸 2가 그룹이고, R이 화학식 IVa로 나타낸 2가 그룹이고, Q^a는 -SO₂-이고, 2가 그룹 R의 2가 각각 -SO₂-에 대하여 파라 위치 (4,4' 위치)에 있을 경우, 화학식 VIa로 나타낸 구조 단위를 포함한다.

[0103] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설포는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민, 예를 들어 치환된 및 비치환된 아닐린, 치환된 및 비치환된 나프틸 1차 아민, 및 치환된 및 비치환된 헥테로아릴 아민으로 말단 캡핑될 수 있고, 여기서 이러한 치환기는 방향족 고리에 결합된 C₆₋₁₂ 아릴 그룹, 할로젠화 C₆₋₁₂ 아릴 그룹, C₁₋₁₂ 알킬 그룹, 할로젠화 C₁₋₁₂ 알킬 그룹, 설포 그룹, C₁₋₁₂ 에스터 그룹, C₁₋₁₂ 아마이드 그룹, 할로젠, C₁₋₁₂ 알킬 에터 그룹, C₆₋₁₂ 아릴 에터 그룹, 및 C₆₋₁₂ 아릴 케토 그룹으로 구성된 군으로부터 선택될 수 있다. 부착된 작용기는 분자량을 제어하기 위한 방향족 1차 모노아민의 기능을 저해하지 않아야 한다. 방향족 모노아민의 적절한 예시는 미국 특허 제 6,919,422호에 더욱 상세히 기재되며, 상기 문헌은 본 명세서에 그 전체가 참조 문헌으로 포함된다. 본 발명에 사용하기 적절한 방향족 모노아민의 비제한적인 예로는 아닐린, 클로로 아닐린, 퍼플루오로메틸아닐린, 나프틸아민, 등, 또는 이의 조합을 포함한다. 하나의 구체예에서, 방향족 모노아민은 아닐린을 포함한다.

[0104] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설포를 제조하는 동안 첨가되는 방향족 모노아민의 양은 원하는 분자량 및 다양한 다른 고려 사항에 따라 달라질 수 있다. 하나의 구체예에서, 이미드화 반응 중에 존재하는 방향족 모노아민의 양은 방향족 다이아민 (예컨대, 페닐렌 다이아민)의 전체 몰수를 기준으로, 약 0 mol% 내지 약 10 mol%, 택일적으로 약 1 mol% 내지 약 10 mol%, 택일적으로 약 2 mol% 내지 약 10 mol%, 택일적으로 약 5 mol% 내지 약 9 mol%, 또는 택일적으로 약 6

mol% 내지 약 7 mol%일 수 있다. 또한, 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 단일 작용기 반응물은 임의의 시점에, 예를 들어 이미드화 시작 전 또는 시작 후, 뿐만 아니라 이미드화 촉매의 존재 또는 부재하에, (예컨대, 방향족 다이아민에, 방향족 이무수물에, 용매에, 또는 이의 조합에) 첨가될 수 있다. 또한, 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 특정 양은 통상의 실험에 의해 결정될 수 있다.

[0105] 하나의 구체예에서, 각 반응물의 상대적인 양, 촉매의 유형 및 양, 방향족 1차 모노아민의 유형 및 양, 및 반응 조건은 1.0 아민 그룹당 약 1.0 내지 약 1.4 몰당량의 무수물 그룹, 택일적으로 1.0 아민 그룹당 약 1.0 내지 약 1.3 몰당량의 무수물 그룹, 택일적으로 1.0 아민 그룹당 약 1.0 내지 약 1.2 몰당량의 무수물 그룹, 택일적으로 1.0 아민 그룹당 약 1.0 내지 약 1.1 몰당량의 무수물 그룹, 또는 택일적으로 1.0 아민 그룹당 약 1.0 내지 약 1.002 몰당량의 무수물 그룹을 가지는 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰을 제공하도록 선택될 수 있다.

[0106] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰은 추가적으로 가교될 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰의 가교 방법은 임의의 공지된 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰 가교 방법, 예를 들어 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰 (예컨대, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰을 포함하는 압출된 필름)을 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰을 가교하기에 효과적인 파장 및 시간 동안 조사하는 방법을 포함할 수 있다. 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰 가교는 280 nm 초과, 400 nm 이하의 파장에서 자외선 조사에 의해 달성될 수 있다.

[0107] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드는 분지형 폴리에터이미드, 미분지형 폴리에터이미드, 또는 이의 조합일 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 폴리에터이미드의 분지 정도는 폴리에터이미드의 강도 성질에 영향을 미치며, 예컨대, 분지형 폴리에터이미드의 함량이 높을수록 강도가 높다.

[0108] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 선폰은 분지형 폴리에터이미드 선폰, 미분지형 폴리에터이미드 선폰, 또는 이의 조합일 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 폴리에터이미드 선폰의 분지 정도는 폴리에터이미드 선폰의 강도 성질에 영향을 미치며, 예컨대, 분지형 폴리에터이미드 선폰의 함량이 높을수록 강도가 높다.

[0109] 폴리에터이미드 및 폴리에터이미드 선폰은 단독으로 또는 조합으로 사용될 수 있다. 일부 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에터이미드를 포함한다. 다른 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에터이미드 선폰을 포함한다.

[0110] 또 다른 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에터이미드 및 폴리에터이미드 선폰을 포함한다. 이러한 구체예에서, 폴리에터이미드:폴리에터이미드 선폰의 중량비는 약 99:1 내지 약 30:70, 택일적으로 약 90:10 내지 약 40:60, 또는 택일적으로 약 80:20 내지 약 60:40일 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 폴리에터이미드 및 폴리에터이미드 선폰은 혼화성 중합체 블렌드를 형성한다.

[0111] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰은 폴리스타이렌 표준을 사용하는 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량 (M_w)이 약 20,000 그램/몰 (g/mol) 또는 달톤 (Da) 내지 약 400,000 Da, 택일적으로 약 10,000 Da 내지 약 400,000 Da, 택일적으로 약 10,000 Da 내지 약 200,000 Da, 택일적으로 약 10,000 Da 내지 약 80,000 Da, 또는 택일적으로 약 50,000 Da 내지 약 75,000 Da임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, M_w 는 다음의 식 1에 따라 계산될 수 있고:

$$M_w = \frac{\sum N_i M_i^2}{\sum N_i M_i} \quad (1)$$

[0112] 여기서 N_i 는 분자량 M_i 의 분자의 수이다.

[0114] 하나의 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰은 양자 핵 자기 공명 분광법에 의해 측정된 벤질계 양자(benzylic proton)가 중합체의 중량부 기준으로, 약 100 ppm 미만, 택일적으로 약 50 ppm 미만, 또는 택일적으로 약 10 ppm 미만일 수 있다. 벤질계 양자 작용기는 고온에서 반응하여 용융 상태에서 분자량을 변화시키는 반응을 촉진할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 선폰은 벤질계

양자가 없거나, 실질적으로 없거나, 또는 본질적으로 없을 수 있다. 벤질계 양자가 본질적으로 없다는 것은, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포 생성물이 벤질계 양자를 포함하는 단량체 및/또는 말단캡퍼(endcapper)로부터 유도된 구조 단위를 약 5 mol% 미만, 택일적으로 구조 단위를 약 3 mol% 미만, 또는 택일적으로 구조 단위를 약 1 mol% 미만으로 가짐을 의미한다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 벤질계 양자를 포함하는 단량체 및/또는 말단캡퍼로부터 유도된 구조 단위를, 중합체의 중량부를 기준으로 양자 핵 자기 공명 분광법에 의한 측정시 0 ppm, 또는 0 mol%로 가질 수 있다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 벤질계 양자를 포함하지 않는다.

[0115] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포에서 브로민 또는 클로린 함량은 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포의 중량부를 기준으로, 약 1,000 ppm 이하, 택일적으로 약 0 ppm 내지 약 1,000 ppm, 또는 택일적으로 약 0 ppm 내지 약 500 ppm일 수 있다. 브로민 또는 클로린의 양은 원자 흡수와 같은 통상적인 화학 분석에 의해 측정될 수 있다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포에서 브로민 및 클로린의 전체 함량은 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포의 중량부를 기준으로, 약 1,000 ppm 이하, 택일적으로 약 0 ppm 내지 약 1,000 ppm, 또는 택일적으로 약 0 ppm 내지 약 500 ppm일 수 있다.

[0116] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 낮은 수준의 유기 반응 부산물을 가질 수 있다. 예를 들어, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포에서 1,3-비스(N-(4-클로로프탈이미도))벤젠, 1,3-비스(N-프탈이미도)벤젠, 메타-페닐렌 다이아민, 및 비스(프탈이미드) 각각의 함량은, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포의 중량부를 기준으로, 약 0 ppm 내지 약 500 ppm, 택일적으로 약 0 ppm 내지 약 250 ppm, 또는 택일적으로 약 0 ppm 내지 약 100 ppm일 수 있다.

[0117] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 American Society for Testing Materials (ASTM) D1238에 따라 340 °C 내지 370 °C에서 6.7 킬로그램 (kg) 중량의 부하하에 측정된 용융 지수가 약 0.1 그램/분 (g/min) 내지 약 10 g/분, 택일적으로 약 0.5 g/분 내지 약 9.5 g/분, 또는 택일적으로 약 1 g/분 내지 약 9 g/분을 특징으로 할 수 있다.

[0118] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 25 °C의 m-크레졸에서 측정된 고유 점도가 약 0.2 데시리터/그램 (dl/g) 이상, 택일적으로 약 0.2 dl/g 내지 약 0.8 dl/g, 택일적으로 약 0.3 dl/g 내지 약 0.75 dl/g, 또는 택일적으로 약 0.35 dl/g 내지 약 0.7 dl/g임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, 유체의 점도는 전단 응력 또는 인장 응력에 의한 점진적인 변형에 대한 저항의 척도를 나타낸다. 본 명세서에서 사용시, 용어 “고유 점도”는 0 농도로 외삽된 용질의 농도 (예컨대, 용액 중의 중합체의 농도)에 대한 공지된 농도의 중합체 용액의 비점도의 비율을 나타낸다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, (중합체 특성의 표준 측정으로서 널리 알려진) 고유 점도는 중합체의 중량 평균 분자량에 직접적으로 비례한다. 고유 점도는 ASTM 4603에 따라 측정될 수 있다.

[0119] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 340 °C에서의 모세관 유변학적 측정 (capillary rheometry)에 의해 측정된 100 sec⁻¹에서의 점도 대 5,000 sec⁻¹에서의 점도의 비율이 약 11 미만, 택일적으로 약 10 미만, 택일적으로 약 9 미만, 또는 택일적으로 약 8 미만임을 특징으로 할 수 있다.

[0120] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상, 택일적으로 약 400,000 psi (2,756 MPa) 내지 약 620,000 psi (4,272 MPa), 택일적으로 약 420,000 (2,893 MPa) 내지 약 600,000 psi (4,134 MPa), 또는 택일적으로 약 425,000 psi (2,928 MPa) 내지 약 580,000 psi (3,996 MPa)임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, 인장 모듈러스는, 또한 탄성 계수(elastic modulus) 또는 영률(Young's modulus)로서도 알려져있으며, 물질의 강성도(stiffness)의 척도이다.

[0121] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 유리 전이 온도 (Tg)가 약 150 °C 이상, 택일적으로 약 160 °C 이상, 택일적으로 약 180 °C 이상, 택일적으로 약 200 °C 이상, 택일적으로 약 200 °C 내지 약 300 °C, 택일적으로 약 200 °C 내지 약 290 °C, 또는 택일적으로 약 200 °C 내지 약 280 °C임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, Tg는 중합체가 경질의 유리질 물질에서 연질의 고무 물질로 전이하는 온도 영역을 지칭한다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설포는 (다수의 Tg 값과 대조적으로) 하나의 Tg임을 특징으로 할 수 있다.

[0122] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드는 상업적으로 입수 가능한 폴리에테리미드를 포함하며, 예를 들어 ULTEM 수지, 예컨대 ULTEM 1000 수지, ULTEM 1010 수지, ULTEM 9011 수지, 등, 또는 이의 조합을 포함한다. ULTEM 수지

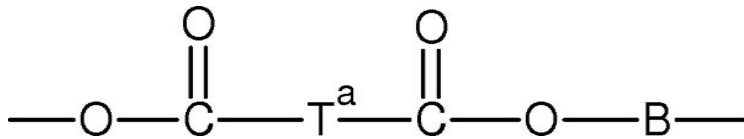
는 무정형 열가소성 폴리에테이미드 수지의 부류이고; ULTEM 1000 수지는 Tg가 217 °C인 무정형, 투명 폴리에테이미드 플라스틱이고; ULTEM 1010 수지 (예컨대, ULTEM 1010 K)는 Tg가 217 °C인 투명의, 고유동 PEI이고; ULTEM 9011 수지는 Tg가 217 °C인 투명의, 고유동 PEI이고; 상기 각각은 SABIC Innovative Plastics로부터 입수 가능하다. 폴리에테이미드 수지 ASTM D5205에 추가적으로 기재되어 있다.

[0123] 하나의 구체예에서, 폴리에테이미드 선폰은 상업적으로 입수 가능한 폴리에테이미드 선폰, 예를 들어 ULTEM XH6050 수지를 포함하며, 이는 Tg가 247 °C인 투명의, 향상된 유동의 폴리에테이미드 선폰 공중합체이고, SABIC Innovative Plastics로부터 입수 가능하다.

[0124] 하나의 구체예에서, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 선폰은 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 커패시터 필름용 중합체 조성물의 전체 중량을 기준으로 약 60 중량 퍼센트 (중량%) 내지 약 99.9 중량%, 택일적으로 약 65 중량% 내지 약 99 중량%, 택일적으로 약 70 중량% 내지 약 95 중량%, 택일적으로 약 75 중량% 내지 약 85 중량%의 양으로 존재할 수 있다.

[0125] 하나의 구체예에서, 폴리에테이미드는 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 등, 또는 이의 조합을 포함하는 아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하는 폴리에테이미드 이외에, 약 15 중량% 미만, 택일적으로 약 10 중량% 미만, 또는 택일적으로 약 5 중량% 미만의 폴리에테이미드를 포함한다.

[0126] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 폴리에스테르를 포함한다. 하나의 구체예에서, 폴리에스테르는 화학식 XII으로 나타낸 반복 구조 단위를 포함할 수 있고:



[0127]

[0128] 화학식 XII

[0129] 여기서 B는 다이하이드록시 화합물, C₂₋₁₀ 알킬렌 그룹, C₆₋₂₀ 지환족 그룹, C₆₋₂₀ 방향족 그룹, 또는 폴리옥시알킬렌 그룹으로부터 유도된 2가 그룹일 수 있고, 여기서 알킬렌 그룹은 2 내지 6개의 탄소 원자, 또는 택일적으로 2, 3, 또는 4개의 탄소 원자를 포함하며; T^a는 다이카복실산, 방향족 다이카복실산, C₂₋₁₀ 알킬렌 그룹, C₆₋₂₀ 지환족 그룹, C₆₋₂₀ 알킬 방향족 그룹, 또는 C₆₋₂₀ 방향족 그룹으로부터 유도된 2가 그룹일 수 있다. 하나의 구체예에서, B는 에틸렌을 포함한다. 폴리에스테르는 미국 특허 제 20140275372 A1호에 더욱 상세히 기재되어 있고, 상기 문헌은 그 전체가 본 명세서에 참조 문헌으로 포함된다.

[0130] 하나의 구체예에서, 폴리에스테르는 다이카복실산 (예컨대, 방향족 다이카복실산) 및 다이하이드록시 화합물의 조합에 의해 수득된 열가소성 폴리에스테르를 포함할 수 있다. 하나의 구체예에서, 폴리에스테르는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함할 수 있다. 하나의 구체예에서, 방향족 다이카복실산은 테레프탈산, 아이소프탈산, 나프탈렌 다이카복실산, 이의 에스터, 등, 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 하나의 구체예에서, 방향족 다이카복실산은 테레프탈산, 이의 에스터, 등, 또는 이의 조합을 포함한다. 또 다른 구체예에서, 방향족 다이카복실산은 나프탈렌 다이카복실산, 이의 에스터, 등, 또는 이의 조합을 포함한다.

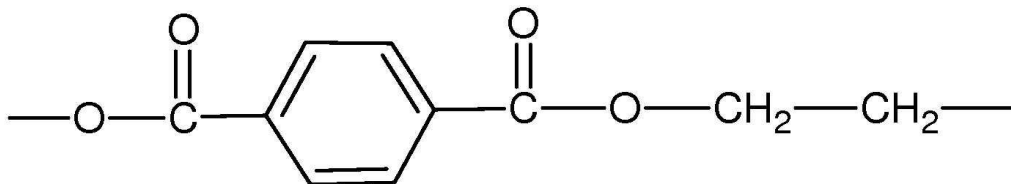
[0131] 일부 구체예에서, 방향족 다이카복실산은 지방족 다이카복실산, 옥살산, 말론산, 아디프산, 수베르산, 아젤라산, 세바스산, 데케인 다이카복실산, 사이클로헥세인 다이카복실산, 이의 에스터, 등, 또는 이의 조합을 포함할 수 있다.

[0132] 하나의 구체예에서, 다이하이드록시 화합물은 다음을 포함할 수 있다: 2 내지 15개의 탄소 원자를 가지는 직선형 사슬 지방족 및 지환족 다이올, 에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 1,4-뷰테인다이올, 트리메틸렌 글리콜, 테트라메틸렌 글리콜, 네오펜틸 글리콜, 다이에틸렌 글리콜, 사이클로헥세인 다이메탄올, 헵테인-1,7-다이올, 옥테인-1,8-다이올, 네오펜틸 글리콜, 데케인-1,10-다이올; 폴리에틸렌 글리콜; 2가 페놀, 다이하이드록시다이아릴알케인, 2,2-비스(4-하이드록시페닐)프로페인 (비스페놀-A 또는 BPA), 비스(4-하이드록시페닐)메테인, 비스(4-하이드록시페닐)나프틸메테인, 비스(4-하이드록시페닐)페닐메테인, 비스(4-하이드록시페닐)-(4-아이소프로필페닐)메테인, 비스(3,5-다이클로로-4-하이드록시페닐)메테인, 비스(3,5-다이메틸-4-하이드록시페닐)메테인, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)에테인, 1-나프틸-1,1-비스(4-하이드록시페닐)에테인, 1-페닐-1,1-비스(4-하이드록시페닐)에테인, 1,2-비스(4-하이드록시페닐)에테인, 2-메틸-1,1-비스(4-하이드록시페닐)프로페인, 2,2-비스

(3,5-다이메틸-4-하이드록시페닐)프로페인, 1-에틸-1,1-비스(4-하이드록시페닐)프로페인, 2,2-비스(3,5-다이클로로-4-하이드록시페닐)프로페인, 2,2-비스(3,5-다이브로모-4-하이드록시페닐)프로페인, 2,2-비스(3-클로로-4-하이드록시페닐)프로페인, 2,2-비스(3-메틸-4-하이드록시페닐)프로페인, 2,2-비스(3-플루오로-4-하이드록시페닐)프로페인, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)뷰테인, 2,2-비스(4-하이드록시페닐)뷰테인, 1,4-비스(4-하이드록시페닐)뷰테인, 2,2-비스(4-하이드록시페닐)펜테인, 4-메틸-2,2-비스(4-하이드록시페닐)펜테인, 2,2-비스(4-하이드록시페닐)헥세인, 4,4-비스(4-하이드록시페닐)헥테인, 2,2-비스(4-하이드록시페닐)노네인, 1,10-비스(4-하이드록시페닐)데케인, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)-3,3,5-트리메틸사이클로헥세인, 및 2,2-비스(4-하이드록시페닐)-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로프로페인; 다이하이드록시아릴사이클로알케인, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)사이클로헥세인, 1,1-비스(3,5-다이클로로-4-하이드록시페닐)사이클로헥세인, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)사이클로데케인; 다이하이드록시다이아릴설폰, 비스(4-하이드록시페닐)설폰, 비스(3,5-다이메틸-4-하이드록시페닐)설폰, 비스(3-클로로-4-하이드록시페닐)설폰; 다이하이드록시다이아릴에터 비스(4-하이드록시페닐)에터, 비스(3-5-다이메틸-4-하이드록시페닐)에터; 다이하이드록시다이아릴 케톤, 4,4'-다이하이드록시벤조페논, 3,3',5,5'-테트라메틸-4,4'-다이하이드록시벤조페논; 다이하이드록시다이아릴 설파이드, 비스(4-하이드록시페닐)설파이드, 비스(3-메틸-4-하이드록시페닐)설파이드, 비스(3,5-다이메틸-4-하이드록시페닐)설파이드; 다이하이드록시다이아릴 설폭사이드, 비스(4-하이드록시페닐)설폭사이드; 다이하이드록시다이페닐s, 4,4'-다이하이드록시페닐; 다이하이드록시아릴플루오렌, 9,9-비스(4-하이드록시페닐)플루오렌; 다이하이드록시벤젠, 하이드록시퀴논, 레조시놀, 메틸하이드록시퀴논; 다이하이드록시나프탈렌s, 1,5-다이하이드록시나프탈렌, 2,6-다이하이드록시나프탈렌; 등; 또는 이의 조합.

[0133] 하나의 구체예에서, 폴리에스터는 포함한다 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (폴리(에틸렌 테레프탈레이트) 또는 PET), 폴리(1,4-뷰틸렌 테레프탈레이트) (PBT), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (폴리(에틸렌 나프탈레이트) 또는 PEN), 폴리(뷰틸렌 나프탈레이트) (PBN), 폴리(1,3-프로필렌 테레프탈레이트) (PPT), 폴리(사이클로헥실렌다이메틸렌 테레프탈레이트) (PCT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트 (PTT), 폴리(1,4-뷰틸렌 석시네이트) (PBS), 글리콜 변성 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PETG), 글리콜 변성 폴리사이클로헥실렌다이메틸렌 테레프탈레이트 (PCTG), 폴리(1,4-사이클로헥실렌다이메틸렌 1,4-사이클로헥세인다이카복실레이트) (PCCD), 폴리(사이클로헥세인다이메탄올 테레프탈레이트), 폴리(사이클로헥세인다이메탄올-co-에틸렌 테레프탈레이트), 이의 공중합체, 등, 또는 이의 조합을 포함한다. 하나의 구체예에서, 폴리에스터는 PET, PEN, PBT, PETG, PCT, 이의 공중합체, 등, 또는 이의 조합을 포함한다.

[0134] 하나의 구체예에서, PET는 화학식 XIII으로 나타낸 반복 구조 단위를 포함할 수 있고:

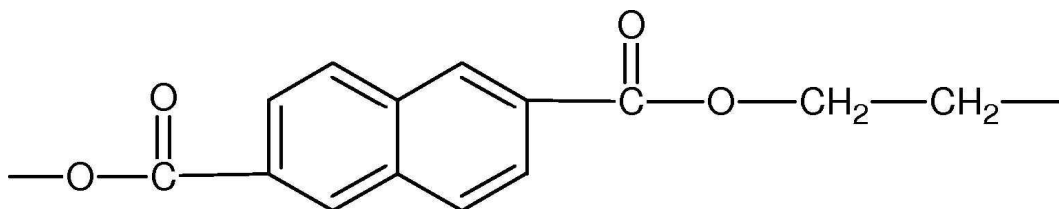


[0135]

[0136] 화학식 XIII

[0137] 하나의 구체예에서, 화학식 XII으로 나타내며, T^a는 p-페닐렌이고, B는 에틸렌인 반복 구조 단위는, 화학식 XIII으로 나타낸 구조 단위를 포함한다.

[0138] 하나의 구체예에서, PEN는 화학식 XIV으로 나타낸 반복 구조 단위를 포함할 수 있고:



[0139]

[0140] 화학식 XIV

[0141] 하나의 구체예에서, 화학식 XII으로 나타내며, T^a는 2,6-나프탈렌이고, B는 에틸렌인 반복 구조 단위는, 화학식 XIV으로 나타낸 구조 단위를 포함한다.

- [0142] 하나의 구체예에서, 폴리에스터는 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함한다. 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 미국 특허 제8,546,516호에 더욱 상세히 기재되며, 상기 문헌은 본 명세서에 그 전체가 참조 문헌으로 포함된다.
- [0143] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 낮은 고유 점도 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함하며, 이러한 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 다음을 가질 수 있다: (i) 다이에틸렌 글리콜 유래 함량(derived content)이 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%, (ii) 고유 점도가 약 0.1 데시리터/그램 (dl/g) 내지 약 0.83 dl/g, 및 (iii) 카복실 산 말단 그룹 함량이 약 10 밀리당량/킬로그램 (meq/kg; 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 킬로그램 당 카복실 산 말단 그룹의 밀리당량) 내지 약 150 meq/kg.
- [0144] 다이에틸렌 글리콜 유래 함량과 관련하여 본 명세서에서 사용 시, “다이에틸렌”은, 다이에틸렌 글리콜과 테레프탈산 또는 테레프탈산의 에스터, 예컨대 다이메틸 테레프탈레이트의 반응에 의해, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 중합체 내에 도입되어, 화학식 $-(C_2H_4)_nO(C_2H_4)_m-$ 으로 나타낸 그룹을 지칭한다. 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 다이에틸렌 글리콜 함량이 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%, 택일적으로 약 0.1 중량% 내지 약 2 중량%, 또는 택일적으로 약 0.1 중량% 내지 약 1 중량%일 수 있다.
- [0145] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 고유 점도 (IV)가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g, 택일적으로 약 0.2 dl/g 내지 약 0.65 dl/g, 또는 택일적으로 약 0.5 dl/g 내지 약 0.60 dl/g일 수 있다. 일반적으로, 유체의 점도는 전단 응력 또는 인장 응력에 의한 점진적인 변형에 대한 저항의 척도를 나타낸다. 본 명세서에서 사용 시, 용어 “고유 점도”는 0 농도로 외삽된 용질의 농도 (예컨대, 용액 중의 중합체의 농도)에 대한 공지된 농도의 중합체 용액의 비점도의 비율을 나타낸다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, (중합체 특성의 표준 측정으로서 널리 알려진) 고유 점도는 중합체의 중량 평균 분자량에 직접적으로 비례한다. 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 고유 점도는 ASTM D4603에 따라 60:40의 페놀:1,1,2,2-테트라클로로에테인 (TCE) 용액에 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 용해시킴으로써 측정될 수 있다. 본 명세서의 개시를 목적으로, 고유 점도가 약 0.83 dl/g 미만인 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 “낮은 고유 점도 폴리에틸렌 테레프탈레이트” (“low IV PET”)로서 지칭될 것이며, 고유 점도가 약 0.83 dl/g 이상인 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 “높은 고유 점도 폴리에틸렌 테레프탈레이트” (“high IV PET”)로서 지칭될 것이다.
- [0146] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 카복실 산 말단 그룹 함량이 약 10 meq/kg 내지 약 150 meq/kg, 택일적으로 약 10 meq/kg 내지 약 100 meq/kg, 또는 택일적으로 약 20 meq/kg 내지 약 50 meq/kg일 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 카복실 산 말단 그룹의 수를 수정하는 방법은, 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 제조하기 위해 사용된 방법에 의존한다.
- [0147] 하나의 구체예에서, 폴리에스터 (예컨대, PET, 낮은 IV PET, 등)는 임의의 적절한 방법론에 의해 제조될 수 있다.
- [0148] 하나의 구체예에서, 다이에틸렌 글리콜 유래 함량이 낮은 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (예컨대, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%)는 망간, 아연, 티타늄, 안티모니 또는 리튬 촉매의 존재하에, 다이알킬 테레프탈레이트 (예컨대, 다이메틸 테레프탈레이트 (DMT)) 및 에틸렌 글리콜의 에스터 교환(transesterification)에 의해 제조되어, 말단 그룹의 대부분은 글리옥실이며 중합도가 1, 2, 또는 3인 저분자량 에스터의 혼합물인, 에스터 교환 생성물을 형성할 수 있다. 이러한 구체예에서, 에스터 교환 생성물은 이후 촉매의 존재하에 고분자량 중합체로 추가적으로 중합될 수 있다. 예를 들어, 최종 생성물의 중합도를 조절함으로써 IV가 조절될 수 있다. 원하는 수준의 카복실 산 말단 그룹을 수득하기 위해, 예를 들어, 선형 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 제조하는 하나의 공정은 다음의 단계를 포함한다: 반응의 투명점에 도달하는데 유효한 조건 하에서, 테레프탈산과 과량의 에틸렌 글리콜을 반응시키는 단계; ASTM D4603에 따라 25 °C에서 중량으로 60:40의 페놀:1,1,2,2-테트라클로로에테인에서 측정된 IV가, 약 0.7 dl/g 미만이고, 카복실 산 말단 그룹 수가 약 100 meq/kg 미만인 올리고머를 생성하는데 유효한 조건 하에서 투명한 반응 혼합물을 예비-중합시키는 단계; ASTM D4603에 따라 25 °C에서 중량으로 60:40의 페놀:1,1,2,2-테트라클로로에테인에서 측정된 고유 점도가 약 0.4 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고, 카복실 산 말단 그룹 수가 약 10 meq/kg 내지 약 100 meq/kg인 선형 폴리(알킬렌 테레프탈레이트) 수지 (예컨대, 낮은 IV PET)를 생성하는데 유효한 조건 하에서 올리고머를 중축합하는 단계.
- [0149] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 재생 PET로부터 유도될 수 있다. 본 개시에 사용하기 적절한 재생 PET의 비제한적인 예로는 소비후 폐PET, 스크랩 PET, 예를 들어 성형된 물품으로부터 재단된 PET, PET 플

레이크, PET 필름, PET 섬유, 품질 불량으로 인해 불량 판정된 PET 물품, 등 또는 이의 조합을 포함한다. 재생 PET는 공정 라인에 추가되어 PET를 제조할 수 있거나, 100% 재생/스크랩 물질로서 재생 재료(regrind) 형태로 사용될 수 있거나, 생(virgin) PET와 혼합될 수 있다. 일부 구체예에서, 재생 PET는 황색 지수 (YI)가 약 5 미만으로 무색일 수 있다. 일반적으로, YI는 테스트 샘플의 색이 투명 또는 백색에서 황색으로 변하는 것을 나타내는 분광 광도계 데이터로부터 계산된 수치이다. 하나의 구체예에서, 재생 PET는 재생 PET의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 미만의 폴리바이닐 클로라이드 (PVC)를 가진다.

[0150] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 중합체는 다른 폴리에스터 단위, 예컨대, 다른 다이올 (예컨대, 에틸렌 글리콜 이외의 다이올), 예를 들어 지방족 다이올로부터 유도된 단위를 포함할 수 있다.

[0151] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 에틸렌 글리콜 이외의 다이올, 예를 들어 지방족 다이올, 2-프로페인다이올, 1,3-프로페인다이올, 1,2-뷰테인다이올, 1,3-뷰테인다이올, 1,4-뷰테인다이올, 2,3-뷰테인다이올, 다이에틸렌 글리콜, 1,5-펜테인다이올, 네오펜틸 글리콜, 트리에틸렌 글리콜, 폴리(에틸렌 글리콜); 지방족 다가 알코올, 트리메틸올프로페인, 펜타에리트리톨; 지환족 다이올, 1,4-사이클로헥세인다이메탄올, 1,4-사이클로헥세인다이메탄올; 등; 또는 이의 조합으로부터 유도된 그룹을 포함한다.

[0152] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 에틸렌 글리콜 이외의 다이올로부터 유도된 그룹을, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 20 중량% 미만, 택일적으로 약 10 중량% 미만, 택일적으로 약 5 중량% 미만, 또는 택일적으로 약 1 중량% 미만의 양으로 포함한다. 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 1,4-사이클로헥세인다이메탄올로부터 유도된 그룹을, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로 약 1 중량% 미만의 양으로 포함한다.

[0153] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 선형일 수 있고, 이러한 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 양자 핵 자기 공명 분광법에 의해 측정 시, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로 약 3 중량% 미만, 택일적으로 약 2 중량% 미만, 택일적으로 약 1 중량% 미만의 사이클릭 폴리에스터를 포함할 수 있다. 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 양자 핵 자기 공명 분광법에 의해 측정시 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 사이클릭 폴리에스터를 포함하지 않을 수 있다.

[0154] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 테레프탈산 이외의 방향족 다이카복실산, 예를 들어 아이소프탈산, 5-설폰아이스프탈산 (소듐 염), 2,6-나프탈렌산다이카복실, 4,4'-다이페닐산다이카복실, 다이페닐설폰산다이카복실, 트리멜리트산, 파이로멜리트산, 옥살산, 석신산, 아디프산, 세바스산, 아젤라산, 데케인산다이카복실, 이의 염, 이의 에스터, 이의 무수물, 등; 또는 이의 조합으로부터 유도된 그룹을 포함한다.

[0155] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 방향족 다이카복실산 이외의 테레프탈산으로부터 유도된 그룹을, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 20 중량% 미만, 택일적으로 약 10 중량% 미만, 택일적으로 약 5 중량% 미만, 또는 택일적으로 약 1 중량% 미만의 양으로 포함한다. 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 아이소프탈산으로부터 유도된 그룹을, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 5 중량% 미만의 양으로 포함한다.

[0156] 하나의 구체예에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트는 1,4-사이클로헥세인다이메탄올로부터 유도된 그룹을, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로 약 1 중량% 미만의 양으로, 및 아이소프탈산으로부터 유도된 그룹을, 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로 약 5 중량% 미만의 양으로 포함한다.

[0157] 하나의 구체예에서, 낮은 IV PET는 Mw가 약 25,000 Da 이상, 택일적으로 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da, 또는 택일적으로 약 45,000 Da 내지 약 60,000 Da임을 특징으로 할 수 있다.

[0158] 하나의 구체예에서, 낮은 IV PET는 ASTM D3418에 따라 10 °C/분의 가열 속도로 시차 주사 열량측정법 (DSC)에 의해 측정된 용점이 약 240 °C 내지 약 260 °C, 택일적으로 약 245 °C 내지 약 255 °C, 또는 택일적으로 약 255 °C 내지 약 260 °C임을 특징으로 할 수 있다.

[0159] 하나의 구체예에서, 낮은 IV PET는 단일 유리 전이 온도 (Tg)가 약 70 °C 내지 약 90 °C, 택일적으로 약 80 °C 내지 약 85 °C, 또는 택일적으로 약 81 °C 내지 약 83 °C임을 특징으로 할 수 있다.

[0160] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 ASTM D1238에 따라 265 °C에서 5 킬로그램 (kg) 중량 부하 하에 측정된 용융 체적 흐름률이, 10 분당 5 입방 센티미터 (cc) (cc/10 분) 내지 약 150 cc/10 분, 택일적으로 약 7 cc/10 분 내지 약 125 cc/10 분, 택일적으로 약 9 cc/10 분 내지 약 110 cc/10 분, 또는 택일적으로

약 10 cc/10 분 내지 약 100 cc/10 분임을 특징으로 할 수 있다.

- [0161] 하나의 구체예에서, 폴리에스터는 상업적으로 입수 가능한 폴리에스터, 예를 들어, LASER+ C (C61A) 폴리에틸렌 테레프탈레이트 수지, DAK Americas로부터 입수 가능한 중간 IV 제품; Akra Polyesters S.A. de C.V.로부터 상용 명칭 "5F0441RP" 하에 입수 가능한 낮은 IV PET; Eastman Chemical Company로부터 입수 가능한 공중합체인 TRITAN TX2001; 및 Goodfellow로부터 입수 가능한 KALADDEX ES366300, PEN polymer; 등; 또는 이의 조합을 포함한다.
- [0162] 하나의 구체예에서, 폴리에스터는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 커패시터 필름용 중합체 조성물의 전체 중량을 기준으로 약 0.1 중량 퍼센트 (중량%) 내지 약 40 중량%, 택일적으로 약 1 중량% 내지 약 35 중량%, 택일적으로 약 5 중량% 내지 약 30 중량%, 또는 택일적으로 약 15 중량% 내지 약 25 중량%의 양으로 존재할 수 있다.
- [0163] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 중합체 조성물의 하나 이상의 성질을 개선하기 위한 첨가제, 예를 들어 안정화제 (예컨대, 산화 방지제), 열안정화제, 광안정화제, 자외선 (UV) 흡수제, 소광제 (quencher), 가소제, 윤활제, 윤활 오일, 대전 방지제, 난연제, 적하 방지제, 방사선 안정화제, 불소계 고분자 (fluoropolymer), 안료, 염료, 입상 충전제, 유리, 탄소 섬유, 미카, 탈크, 추가적인 중합체 (예컨대, 무정형 중합체), 폴리에틸렌, 높은 밀도 폴리에틸렌 (HDPE), 지방산, 실록세인, 왁스, 등, 또는 이의 조합을 추가적으로 포함할 수 있다. 이러한 구체예에서, 첨가제는 조성물의 중량으로 약 10 중량% 초과를 함유하지 않도록, 약 1,000 ppm 초과를 함유하지 않도록, 또는 중합체 조성물의 원하는 성질에 상당한 역효과를 주지 않도록 선택될 수 있다. 하나의 구체예에서, 첨가제는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에, 약 250 Da 미만의 분자량을 가지는 화합물의 약 1,000 ppm 미만을 제공하는 양으로 존재할 수 있다.
- [0164] 일부 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 산화 방지제, 예를 들어 인-함유 안정화제, 유기인 화합물, 이작용기의 인 함유 화합물, 포스파이트, 트리알킬 포스파이트, 포스포나이트(phosphonite), 아릴 포스포네이트(phosphonate), 입체 장애성 페놀, 등, 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 다른 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 안정화제, 예를 들어 인-함유 안정화제를 포함하지 않는다. 하나의 구체예에서, 인-함유 안정화제는 중량 평균 분자량이 약 300 Da 이상인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0165] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 하나 초과를 인-함유 안정화제를 포함할 수 있다. 이러한 구체예에서, 인-함유 안정화제는 동일한 유형 또는 상이한 유형일 수 있다. 예를 들어, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 두 개의 포스파이트 또는 포스파이트 및 포스포나이트를 포함할 수 있다.
- [0166] 본 발명에 사용하기 적절한 포스파이트 및 포스포나이트의 비제한적인 예로는 트리페닐 포스파이트, 다이페닐 알킬 포스파이트, 페닐 다이알킬 포스파이트, 트리스(노닐페닐)포스파이트, 트리라우릴 포스파이트, 트리옥타데실 포스파이트, 다이스테아릴 펜타에리트리톨 다이포스파이트, 트리스(2,4-다이-tert-부틸페닐)포스파이트, 다이아이소데실 펜타에리트리톨 다이포스파이트, 비스(2,4-다이-tert-부틸페닐) 펜타에리트리톨 다이포스파이트, 비스(2,6-다이-tert-부틸-4-메틸페닐)-펜타에리트리톨다이포스파이트, 다이아이소데실옥시 펜타에리트리톨 다이포스파이트, 비스(2,4-다이-tert-부틸-6-메틸페닐)펜타에리트리톨 다이포스파이트, 비스(2,4,6-트리스(tert-부틸페닐)펜타에리트리톨 다이포스파이트, 트리스테아릴 소르비톨 트리-포스파이트, 테트라키스(2,4-다이-tert-부틸-페닐) 4,4'-바이페닐렌 다이포스포나이트, 비스(2,4-다이-tert-부틸-6-메틸페닐)메틸 포스파이트, 비스(2,4-다이-tert-부틸-6-메틸페닐)에틸 포스파이트, 2,2',2''-나이트릴로[트리에틸 트리스(3,3',5,5'-테트라-tert-부틸-1,1'-바이페닐-2,2'-다이일)포스파이트], 2-에틸헥실(3,3',5,5'-테트라-tert-부틸-1,1'-바이페닐-2,2'-다이일)포스파이트, 5-부틸-5-에틸-2-(2,4,6-트리-tert-부틸페녹시)-1,3,2-다이옥사포스포레인, 테트라키스(2,4-다이-tert-부틸페닐)-4,4'-바이페닐다이포스포나이트, 트리스(2,4-다이-tert-부틸페닐) 포스파이트 (PEPQ), 등, 또는 이의 조합을 포함한다.
- [0167] 하나의 구체예에서, 인-함유 안정화제는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 조성물의 전체 중량을 기준으로, 약 0.005 중량% 내지 약 3 중량%, 또는 택일적으로 약 0.01 중량% 내지 약 1.0 중량%의 양으로 존재할 수 있다.
- [0168] 하나의 구체예에서, 인-함유 안정화제는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 조성물의 전체 중량을 기준으로, 약 0 중량% 내지 약 2 중량%, 택일적으로 약 0 중량% 내지 약 1.0 중량%, 또는 택일적으로 약 0.5 중량% 내지 약 1.0 중량%의 양으로 존재할 수 있고, 여기서 인-함유 안정화제는 중량 평균 분자량이 약 500 Da 이상임을 특징으로 할 수 있다.
- [0169] 하나의 구체예에서, 인-함유 안정화제는 Ciba Chemical Co로부터 상업적으로 입수 가능한 트리스-다이-tert-부

틸페닐 포스파이트인 IRGAPHOS 168를 포함한다. 하나의 구체예에서, 인-함유 안정화제는 Dover Chemical Co로부터 상업적으로 입수 가능한 DOVERPHOS S-9228를 포함한다.

[0170] 하나의 구체예에서, 산화 방지제는 입체 장애성 페놀, 예를 들어 알킬화된 모노페놀, 알킬화된 비스페놀, 폴리페놀, 등, 또는 이의 조합을 포함한다.

[0171] 본 발명에 사용하기 적절한 알킬화된 모노페놀의 비제한적인 예로는 2,6-다이-tert-부틸-4-메틸페놀; 2-tert-부틸-4,6-다이메틸페놀; 2,6-다이-tert-부틸-4-에틸페놀; 2,6-다이-tert-부틸-4-n-부틸페놀; 2,6-다이-tert-부틸-4-아이소부틸페놀; 2,6-다이사이클로펜틸-4-메틸페놀; 2-(알파-메틸사이클로헥실)-4,6-다이메틸페놀; 2,6-다이옥타데실-4-메틸페놀; 2,4,6-트리사이클로헥실페놀; 2,6-다이-tert-부틸-4-메톡시메틸페놀; 겔사슬에서 선형 또는 분지형인 노닐 페놀; 2,6-다이-tert-4-메틸페놀; 2,4-다이메틸-6-(1'-메틸운데크-1'-일)페놀; 2,4-다이메틸-6-(1'-메틸헵타데크-1'-일)페놀; 2,4-다이메틸-6-(1'-메틸트리데크-1'-일)페놀; 등; 또는 이의 조합을 포함한다.

[0172] 본 발명에 사용하기 적절한 알킬리덴 비스페놀의 비제한적인 예로는 2,2'-메틸렌비스(6-tert-부틸-4-메틸페놀), 2,2'-메틸렌비스(6-tert-부틸-4-에틸페놀), 2,2'-메틸렌비스[4-메틸-6-(알파-메틸사이클로헥실)-페놀], 2,2'-메틸렌비스(4-메틸-6-사이클로헥실페놀), 2,2'-메틸렌비스(6-노닐-4-메틸페놀), 2,2'-메틸렌비스(4,6-다이-tert-부틸페놀), 2,2'-에틸리덴비스(4,6-다이-tert-부틸페놀), 2,2'-에틸리덴비스(6-tert-부틸-4-아이소부틸페놀), 2,2'-메틸렌비스[6-(알파-메틸벤질)-4-노닐페놀], 2,2'-메틸렌비스[6-(알파, 알파-다이메틸벤질)-4-노닐페놀], 4,4'-메틸렌비스-(2,6-다이-tert-부틸페놀), 4,4'-메틸렌비스(6-tert-부틸-2-메틸페놀), 1,1-비스(5-tert-부틸-4-하이드록시-2-메틸페닐)뷰테인, 2,6-비스(3-tert-부틸-5-메틸-2-하이드록시벤질)-4-메틸페놀, 1,1,3-트리스(5-tert-부틸-4-하이드록시-2-메틸페닐)뷰테인, 1,1-비스(5-tert-부틸-4-하이드록시-2-메틸페닐)-3-n-도데실머캅토뷰테인, 에틸렌 글리콜 비스[3,3-비스(3'-tert-부틸-4'-하이드록시페닐)뷰티레이트], 비스(3-tert-부틸-4-하이드록시-5-메틸페닐)디사이클로펜타다이엔, 비스[2-(3'-tert-부틸-2'-하이드록시-5'-메틸벤질)-6-tert-부틸-4-메틸페닐]테레프탈레이트, 1,1-비스-(3,5-다이메틸-2-하이드록시페닐)뷰테인, 2,2-비스-(3,5-다이-tert-부틸-4-하이드록시페닐)프로페인, 2,2-비스-(5-tert-부틸-4-하이드록시-2-메틸페닐)-4-n-도데실머캅토뷰테인, 1,1,5,5-테트라-(5-tert-부틸-4-하이드록시-2-메틸페닐)펜테인, 등, 또는 이의 조합을 포함한다.

[0173] 하나의 구체예에서, 입체 장애성 페놀은 분자량이 약 300 Da 이상인 것을 특징으로 할 수 있다. 이러한 구체예에서, 입체 장애성 페놀의 분자량은 높은 가공 온도, 예를 들어 약 300 °C 이상의 온도에서, 중합체 용융물 내에 입체 장애성 페놀 모이어티를 보유하는 것을 도울 수 있다.

[0174] 하나의 구체예에서, 입체 장애성 페놀은 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 조성물의 전체 중량을 기준으로, 약 0.005 중량% 내지 약 2 중량%, 또는 택일적으로 약 0.01 중량% 내지 약 1.0 중량%의 양으로 존재할 수 있다.

[0175] 일부 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 하나 이상의 입상 충전제를 포함하여 조성물의 성질, 예를 들어 유전 상수, 열팽창 계수, 등을 조절할 수 있다. 다른 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 입상 충전제를 포함하지 않는다.

[0176] 본 발명에 사용하기 적절한 입상 충전제의 비제한적인 예로는 실리카 분말, 집합된 실리카, 결정질 실리카; 보론-나이트라이드 분말, 보론-실리케이트 분말; 알루미늄 옥사이드 (마그네시아); 실리케이트 구(silicate sphere); 연도 분진(flue dust); 세노스피어(cenosphere); 알루미늄실리케이트 (아모스피어(armospheres)); 천연 실리카 샌드; 쿼츠; 쿼차이트(quartzite); 티타늄 옥사이드, 바륨 타이타네이트, 바륨 스트론튬, 탄탈럼 펜톡사이드, 트리폴리; 규조토(diatomaceous earth); 합성 실리카; 등; 또는 이의 조합을 포함한다. 하나의 구체예에서, 입상 충전제는 실레인으로 표면 처리되어 중합체 조성물과의 접착 및 분산을 개선할 수 있다.

[0177] 하나의 구체예에서, 입상 충전제는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 원하는 물리적 성질을 제공하는 유효량으로 존재할 수 있다. 하나의 구체예에서, 입상 충전제는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 조성물의 전체 부피를 기준으로, 약 0.1 부피% 내지 약 50 부피%, 택일적으로 약 0.1 부피% 내지 약 40 부피%, 택일적으로 약 5 부피% 내지 약 30 부피%, 택일적으로 약 5 부피% 내지 약 20 부피%의 양으로 존재할 수 있다.

[0178] 일부 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 적어도 하나의 추가적인 중합체를 추가적으로 포함할 수 있고, 여기서 추가적인 중합체는 조성물의 전체 중량을 기준으로, 약 10 중량% 초과 플루오린 또는 실리콘을 제공하지 않도록, 또는 조성물의 원하는 성질에 상당한 역효과를 주지 않도록 선택된다.

[0179] 본 발명에 사용하기 적절한 추가적인 무정형 중합체의 비제한적인 예로는 폴리(페닐렌 설펜), 폴리(설펜), 폴리

(에터 설편), 폴리(아릴렌 설편), 폴리(페닐렌 에터), 폴리카보네이트, 폴리에테리미드 실록세인, 등, 이의 블렌드, 이의 공중합체, 또는 이의 조합을 포함한다.

- [0180] 하나의 구체예에서, 추가적인 중합체는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 조성물의 전체 중량을 기준으로, 약 0 중량% 내지 약 12 중량%, 택일적으로 약 0.1 중량% 내지 약 10 중량%, 또는 택일적으로 약 0.5 중량% 내지 약 5 중량%의 양으로 존재할 수 있다.
- [0181] 일부 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 약 200 °C 초과 온도 적용에서 사용을 목적으로 하는 조성물을 위한 불소계 고분자, 예를 들어 불소계 에틸렌 프로필렌 (FEP), 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE), 및 퍼플루오로알콕시 중합체 (PFA); 및 마찰 계수를 낮추고, 슬립을 개선하고, 약 200 °C 이하 온도 적용에서 사용을 목적으로 하는 커패시터 필름의 가공을 보조하기 위한 충전제로서 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 폴리비닐 플루오라이드 (PVF), 및 폴리(에테인-co-테트라플루오로에텐) (ETFE)을 추가적으로 포함할 수 있다.
- [0182] 하나의 구체예에서, (임의의 충전제를 제외한) 첨가제는 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 조성물의 전체 중량을 기준으로, 0.005 중량% 내지 약 20 중량%, 또는 택일적으로 약 0.01 중량% 내지 약 10 중량%의 양으로 존재할 수 있다.
- [0183] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스터, 뿐만 아니라 임의의 선택적인 첨가제는 임의의 적절한 혼합 수단을 사용함으로써 조합 (예컨대, 접착, 블렌딩, 혼합 등)되어 커패시터 필름용 중합체 조성물을 수득할 수 있다. 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스터, 뿐만 아니라 임의의 선택적인 첨가제는 균질 블렌드(intimate blend)의 형성을 위한 조건 하에서 조합될 수 있고, 여기서 이러한 조건은 일축 또는 이축 유형 압출기, 혼합 볼, 또는 함께 조합되는 성분에 전단을 가할 수 있는 유사한 혼합 또는 블렌딩 장치에서의 용융 혼합을 포함할 수 있다. 일부 구체예에서, 이축 압출기는 일축 압출기에 비해 보다 강도 높은 혼합 능력 및 자체-와이핑 능력으로 인해 바람직할 수 있다.
- [0184] 하나의 구체예에서, 블렌딩 조성물에 압출기 내의 적어도 하나의 벤트 포트를 통해 진공을 가하여 조성물 내 휘발성 불순물을 제거하는 것이 유리할 수 있다. 하나의 구체예에서, 용융 전에, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스터, 뿐만 아니라 임의의 선택적인 첨가제를 건조(예컨대, 가능한 한 많은 물을 제거)하는 것이 유리할 수 있다.
- [0185] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물의 용융 가공은 과도한 중합체 분해를 피하기 위해 약 290 °C 내지 약 360 °C의 온도에서 일어날 수 있지만, 임의의 블렌딩되지 않은 성분이 없는 균질 중합체 혼합물을 수득하도록 충분히 용융하도록 한다. 하나의 구체예에서, 배합(compounding)이 수행되어, 기계 내에서 중합체 조성물의 체류 시간을 단축하게 하고, 온도가 조심스럽게 제어될 수 있고, 마찰 열이 활용될 수 있게 하므로, 성분 간의 균질 블렌드가 획득될 수 있도록 한다.
- [0186] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 또한 임의의 적절한 중합체 여과장치, 예를 들어 약 1 마이크로미터 내지 약 100 마이크로미터, 택일적으로 약 25 마이크로미터 내지 약 100 마이크로미터, 또는 택일적으로 약 40 마이크로미터 내지 약 100 마이크로미터의 공극 크기 또는 구경 크기를 가지는 중합체 캔들 필터 또는 스크린 필터를 사용하여 용융 여과되어, 원하지 않는 흑색 반점 또는 다른 이종의 오염물, 예를 들어 약 1 마이크로미터 초과 직경을 가지는 임의의 입자를 제거할 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 여과 장치가 예를 들어 1 마이크로미터의 공극 크기 또는 구경 크기를 가지는 경우, 이러한 여과 장치는 마이크로미터 이상 크기를 가지는 모든 고체 입자를 보유하고, 1 마이크로미터 미만의 크기를 가지는 고체 입자가 통과하도록 한다. 또한, 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 제거될 수 있는 고체 입자의 크기는 여과 장치의 공극 크기 또는 구경 크기에 대해 관련되며, 이러한 고체 입자의 형상 및 관련된 물리적 치수에 관련된 것은 아니다.
- [0187] 하나의 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스터, 뿐만 아니라 임의의 선택적인 첨가제는 압출 배합기 내에 배치되어 연속 가닥(strand)을 생성할 수 있고, 이는 냉각된 후 펠릿 (예컨대, 압출된 펠릿)으로 절단된다. 또 다른 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스터, 뿐만 아니라 임의의 선택적인 첨가제는 건조 블렌딩에 의해 혼합될 수 있고, 이후 분쇄기에 플러싱되어 분쇄되거나, 또는 펠릿으로 압출 및 절단될 수 있다. 또 다른 구체예에서, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스터, 뿐만 아니라 임의의 선택적인 첨가제는 또한 혼합되고 직접적으로 압출되어 필름을 형성할 수 있으며, 이는 하기에서 더욱 상세히 기재될 것이다. 또 다른 구체예에서, 중합체 조성물 펠릿은 용융된 후 압출되어 필름을 형성할 수 있다.

- [0188] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 혼화성 중합체 블렌드를 포함하며, 여기서 상기 중합체 조성물은 시차 주사 열량측정법 (DSC)에 의해 측정된 단일 유리 전이 온도 (T_g)가 약 125 °C 내지 약 250 °C, 택일적으로 약 130 °C 내지 약 240 °C, 택일적으로 약 135 °C 내지 약 230 °C, 택일적으로 약 150 °C 내지 약 220 °C, 또는 택일적으로 약 160 °C 내지 약 210 °C, 택일적으로 약 170 °C 이상, 택일적으로 약 180 °C 이상, 택일적으로 약 190 °C 이상, 택일적으로 약 200 °C 이상, 택일적으로 약 210 °C 이상, 또는 택일적으로 약 220 °C 이상임을 특징으로 할 수 있다.
- [0189] 일반적으로, 혼화성 중합체 블렌드는, 혼합된 중합체가 함께 용융될 때 단일 상으로서 거동(예컨대, 단일 중합체로서 거동)하는, 즉, 혼합된 중합체가 단일 T_g 를 나타내는 둘 이상의 중합체의 혼합물을 지칭한다. 이와 대조적으로, 비혼화성 중합체 블렌드는 혼합된 중합체가 함께 용융될 때 개별적인 상을 형성하고, 즉, 혼합된 중합체가 둘 이상의 T_g 를 나타내는 둘 이상의 중합체의 혼합물을 지칭한다. 예를 들어, 두 종류의 비혼화성 중합체의 경우, 함께 혼합되는 경우, 중합체는 개별적인 상을 형성할 것이며, 이러한 상들은 산재될 수 있다 (interspersed). 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 두 종류의 중합체가 함께 혼합되는 경우, 이들 중합체가 혼화성이어서 혼화성 중합체 블렌드를 형성할 수 있는, 오직 특정의 혼합 비율 범위가 두 중합체에 대해 존재한다. 하나의 구체예에서, 본 명세서에 개시된 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰, 및 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드를 형성하기 위해 (폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰): 폴리에스터의 중량비가 약 60:40 내지 약 99.9:0.01으로 혼합될 수 있다. 또한, 본 명세서에 개시된 폴리에터이미드 및 폴리에터이미드 설폰은 혼화성 중합체 블렌드를 형성하기 위해 임의의 비율로 혼합될 수 있다.
- [0190] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 압출된 펠릿 외관을 특징으로 할 수 있으며, 여기서 압출된 펠릿 외관은 투명하다 (예컨대, 무색). 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 두 종류의 투명 중합체가 블렌딩되는 경우, 생성된 블렌드의 외관은 중합체의 혼화성에 의존할 것이다. 일반적으로, 두 종류의 투명 중합체가 혼합되어 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 경우, 혼화성 중합체 블렌드는 투명할 수 있다. 또한, 두 종류의 투명 중합체가 혼합되어 비혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 경우, 비혼화성 중합체 블렌드는 중합체 상 분리로 인해 혼탁하고, 흐릿하며, 불투명할 수 있다.
- [0191] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 비중이 약 1.25 내지 약 1.35, 택일적으로 약 1.27 내지 약 1.33, 또는 택일적으로 약 1.28 내지 약 1.31임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, 비중은 물의 밀도에 대한 물질의 밀도의 비율을 나타내며, 여기서 물질의 밀도 및 물의 밀도는 동일한 온도에서 측정된다. 중합체의 밀도는 일반적으로 g/cc로 표현되며, ASTM D1505에 따라 측정될 수 있다.
- [0192] 하나의 구체예에서, 본 명세서에 개시된 폴리에스터는 본 명세서에 개시된 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰의 비중과 비교하여 상대적으로 높은 비중을 가질 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 커패시터 필름용 중합체 조성물의 비중은 상응하는 폴리에터이미드 및/또는 폴리에터이미드 설폰 자체의 비중보다 크며, 이는 차례로 블렌드 (예컨대, 커패시터 필름용 중합체 조성물) 내의 자유 부피를 감소시켜, 결과적으로 전기적 성능을 증가시킨다. 또한, 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 물질 내 자유 부피는 이러한 재료로부터 제조된 유전체 필름에 대해 공지된 결함 (failure) 메커니즘이다. 일반적으로, 물질의 자유 부피는, 주어진 분자가 자유롭게 돌아다니는 물질 내의 부피로서 간주된다.
- [0193] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 100 sec^{-1} 에서의 점도 대 $5,000 \text{ sec}^{-1}$ 에서의 점도의 비율이 약 1 내지 약 10, 택일적으로 약 2 내지 약 9, 또는 택일적으로 약 2.5 내지 약 8.5임을 특징으로 할 수 있다.
- [0194] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 ASTM D1238에 따라 295 °C 내지 337 °C에서 6.7 킬로그램 (kg) 중량 부하 하에 측정된 용융 체적 흐름률이, 10 분당 1 입방 센티미터 (cc) (cc/10 분) 내지 약 40 cc/10 분, 택일적으로 약 2.5 cc/10 분 내지 약 35 cc/10 분, 택일적으로 약 4.5 cc/10 분 내지 약 13 cc/10 분, 또는 택일적으로 약 20 cc/10 분 내지 약 37 cc/10 분임을 특징으로 할 수 있다.
- [0195] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플 상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형(heat distortion 또는 heat deflection) 온도 (HDT)가, 약 100 °C 내지 약 225 °C, 택일적으로 약 110 °C 내지 약 215 °C, 택일적으로 약 115 °C 내지 약 200 °C, 택일적으로 이상 약 150 °C, 택일적으로 이상 약 160 °C, 택일적으로 이상 약 170 °C, 택일적으로 이상 약 180 °C, 택일적으로 이상

약 190 °C, 또는 택일적으로 이상 약 200 °C임을 특징으로 할 수 있다. 물질의 HDT는 일반적으로 물질이 특정 부하하에서 변형하는 온도를 지칭한다.

[0196] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 플랫 다이를 사용하여 열가소성 조성물에 통상적으로 사용되는 압출기를 사용하여 압출될 수 있다. 일반적으로, 압출 주조 필름 방법은 압출기에서 중합체 조성물을 용융시켜 용융 중합체를 형성하는 단계; 용융된 중합체를 작은 립 갭으로 분리된 플랫 다이를 통해 운반하여 필름(예컨대, 압출된 필름)을 형성하는 단계; 권취 롤러에 필름을 도입(drawing)시키고, 상대적으로 높은 권취 속도로 필름을 연신하는 단계; 및 필름 내 중합체를 냉각/고화시켜 최종 필름을 형성하는 단계를 포함한다. 압출기는 일축 또는 이축 디자인일 수 있고, 또한 다이를 통해 일정한, 비맥동(non-pulsating)의 중합체 흐름을 제공하기 위해 용융 펌프가 사용될 수 있다. 하나의 구체예에서, 다이는 다이 립 갭이 약 100 마이크로미터 내지 약 200 마이크로미터임을 특징으로 할 수 있다. 하나의 구체예에서, 권취 롤러는 최대 약 200 m/분의 속도(예컨대, 권취 속도)로 작동할 수 있다. 커패시터 필름은 플랫 다이를 통해 압출될 수 있고, 필름이 권취 롤러 상으로 도입될 때, 필름은 필름 이동 방향으로 연신(예컨대, 단축 연신)되어 단축 연신의 커패시터 필름을 형성할 수 있다. 하나의 구체예에서, 압출기의 디자인은 또한 필름을 템퍼링/어닐링하기 위한 가열된 물을 추가하는 것을 포함하여, 동결 내부 응력(frozen-in internal stress)의 발생을 최소화할 수 있다. 필름의 가장자리는 트리밍될 수 있고, 필름은 장력-제어 권취 메커니즘을 사용하여 롤에 권취될 수 있다.

[0197] 일부 구체예에서, 복합 재료를 박막으로 연신하기 전에, 상업적 및/또는 실험실에서 기능화된 충전제가 중합체 조성물에 균일하게 분산(예컨대, 중합체 조성물 내로 배합)되어 복합 재료를 형성할 수 있다. 이러한 구체예에서, 균일한 분산을 수득하기 위해 충전제를 중합체 조성물에 배합하는 것은 별도의 압출기에서, 또는 택일적으로 필름을 연신하기 전에 중합체의 용융을 실행하기 위해 사용되는 동일한 압출기에서 수행될 수 있다. 하나의 구체예에서, 충전제를 중합체 조성물에 배합하는 것은 필름을 연신하기 전에 중합체를 용융시키기 위해 사용되는 동일한 압출기에서 수행될 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 다이를 통해 용융된 중합체의 일정한고 균일한 흐름을 전달하는 정확도; 필름을 제조하기 위해 사용되는 중합체의 유변학적 성질; 중합체 조성물 및 기기 모두의 청결도; 및 권취 메커니즘의 기계적 특성은 모두 상대적으로 얇은 두께(예컨대, 약 20 마이크로미터 미만)를 가지는 압출된 필름의 성공적인 제조에 기여할 것이다.

[0198] 하나의 구체예에서, 필름 압출 주조 방법은 1-단계 공정일 수 있고, 보다 큰 규모의 설비로 확장 가능하며, 임의의 용매의 사용을 필요로 하지 않는다. 상대적으로 높은 분자량 및/또는 높은 유리 전이 온도의 중합체의 경우라도, 이러한 압출 공정(예컨대, 압출 주조 필름 방법)은, 중합체 조성물의 열적 또는 기계적 분해를 야기할 수 있는 과도한 온도를 유발하지 않는 환경을 중합체에 제공할 수 있도록 적절하게 설계될 수 있다. 하나의 구체예에서, 용융된 중합체를 위한 여과 장치의 사용은 사실상 겔 및 흑색 반점과 같은 오염물이 없는 필름을 제조할 수 있고, 이러한 오염물이 용융된 중합체로부터 적절하게 제거되지 않는 경우, 생성된 필름의 유전체 성능을 손상시킬 수 있다. 하나의 구체예에서, 압출 주조 필름 방법에 의해 제조된 필름은 박막(예컨대, 약 50 마이크로미터 미만의 두께, 및 더 얇은 두께)이고; 필름의 폭에 걸쳐 균일한 두께이며; 주름 또는 표면 굴곡이 거의 없이 평평하며(예컨대, 매끄럽고, 주름이 없음, 등); 및 비교적 오염물이 없을 수 있다.

[0199] 하나의 구체예에서, 용융된 중합체는 용융 펌프를 사용하여 플랫 다이를 통해 운반될 수 있다. 하나의 구체예에서, 필름은 약 250 °C 내지 약 500 °C, 또는 택일적으로 약 300 °C 내지 약 450 °C의 온도에서 압출될 수 있다. 하나의 구체예에서, 압출된 필름은 유전체 기판 필름을 생성할 수 있다.

[0200] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름을 형성하는 것은 커패시터 필름용 중합체 조성물의 성분을 조합, 용융 및 균질하게 혼합하여 용융된 중합체를 형성하는 단계, 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크로미터 초과 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계; 여과된 용융 중합체를 플랫 다이를 통해 약 250 °C 내지 약 500 °C, 택일적으로 약 275 °C 내지 약 400 °C, 또는 택일적으로 약 300 °C 내지 약 450 °C의 온도에서 압출하여 압출된 필름을 형성하는 단계; 및 압출된 필름을 단축 연신하여 유전체 기판 필름(예컨대, 커패시터 필름; 단축 연신의 커패시터 필름)을 형성하는 단계를 포함한다. 연신 후, 커패시터 필름은 하에서 더욱 상세히 기재되는 바와 같이 급속화될 수 있거나, 저장 또는 운송을 위해 권취 롤에 권취될 것이다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 커패시터 필름의 조성물 및 제조 방법은 원하는 성능 성질, 특히 전기적 성질을 구현하기 위해 달라질 수 있다.

[0201] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 길이의 길이가 약 10 미터 이상, 택일적으로 약 100 미터 이상, 또는 택일적으로 약 10,000 미터 이상일 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 폭이 약 300 mm 이상, 택일적으로 약 300 mm 이상, 또는 택일적으로 약 3,000 mm 이상일 수 있다.

- [0202] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 필름이 압출될 수 있는 속도는 달라질 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름이 압출될 수 있는 속도는 약 10 lbs/hr (4.5 kg/hr) 내지 약 1000 lbs/hr (500 kg/hr)일 수 있다.
- [0203] 하나의 구체예에서, 권취 속도 (예컨대, 커패시터 필름이 압출기의 다이 플레이트로부터 인발될 수 있는 속도)는 약 10 미터/분 (m/분) 내지 약 300 m/분, 택일적으로 약 50 m/분 내지 약 275 m/분, 또는 택일적으로 약 100 m/분 내지 약 250 m/분의 범위일 수 있다.
- [0204] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 고수율 압출된 필름을 포함하며, 여기서 커패시터 필름 (예컨대, 고수율 압출 커패시터 필름)은, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량 (예컨대, 커패시터 필름용 중합체 조성물에 존재하는 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설펜, 및 폴리에스터의 전체 중량)을 기준으로, 약 90 중량% 이상, 택일적으로 약 92 중량% 이상, 택일적으로 약 94 중량% 이상, 택일적으로 약 96 중량% 이상, 또는 택일적으로 약 98 중량% 이상의, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드, 예컨대, 압출하기 전, 커패시터 필름용 중합체 조성물에 존재하는 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설펜, 및 폴리에스터를 포함한다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 단축 연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 포함한다.
- [0205] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 두 개의 면 (예컨대, 두 개의 대향하는 면), 예를 들어 제1 필름 면 및 제2 필름 면을 가진다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름의 적어도 하나의 면 (예컨대, 제1 필름 면, 제2 필름 면)은 금속화될 수 있고, 여기서 금속 층은 필름의 적어도 일부분에 증착되어 금속화 커패시터 필름을 산출할 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 커패시터 필름의 적어도 하나의 면 (예컨대, 제1 필름 면, 제2 필름 면)의 적어도 한 부분에 금속화될 수 있고, 여기서 커패시터 필름의 적어도 하나의 면은 매끄러운 면일 수 있다. 일반적으로, 커패시터 필름의 매끄러운 면은, 광촉침법(optical profilometry)에 의해 측정된 표면 조도 평균 (Ra)이 약 +/-3% 미만인 면을 지칭하며, 이는 하기에서 더욱 상세히 기재될 것이다.
- [0206] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 의도하는 필름의 용도에 따라, 다양한 금속이 커패시터 필름을 금속화하도록 사용될 수 있다. 본 발명에 사용하기 적절한 금속 (예컨대, 전도성 금속)의 비제한적인 예로는 구리, 알루미늄, 은, 금, 니켈, 아연, 티타늄, 크로뮴, 바나듐, 탄탈럼, 나이오븀, 황동, 등, 또는 이의 조합을 포함한다.
- [0207] 하나의 구체예에서, 중합체 조성물을 포함하는 커패시터 필름의 금속화 방법은 진공 금속 기상 증착, 고온 진공 증착, 화학적 기상 증착, 원자 층 증착, 금속 스퍼터링(sputtering), 플라즈마 처리, 전자 빔 처리, 화학적 산화 또는 환원 반응, 무전해 습식-화학적 증착(electroless wet-chemical deposition), 등, 또는 이의 조합을 포함한다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 무전해 플레이팅에 의해 양면이 금속화 될 수 있다. 또 다른 구체예에서, 패터화된 금속층은 커패시터 필름의 표면 상에, 예를 들어 잉크젯 프린팅에 의해 형성될 수 있다.
- [0208] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 금속층의 두께는 의도된 금속화 필름의 용도에 의해 결정된다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름에 증착된 금속층은 금속층 두께가 약 1 옹스트롬 (Angstrom) 내지 약 1,000 나노미터, 택일적으로 약 1 옹스트롬 내지 약 500 나노미터, 택일적으로 약 1 옹스트롬 내지 약 10 나노미터, 택일적으로 약 1 옹스트롬 내지 약 3,000 옹스트롬, 택일적으로 약 1 옹스트롬 내지 약 2,820 옹스트롬, 택일적으로 약 1 옹스트롬 내지 약 2,000 옹스트롬, 또는 택일적으로 약 1 옹스트롬 내지 약 1,000 옹스트롬임을 특징으로 할 수 있다.
- [0209] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름에 증착된 금속층은 전도성 금속을 포함한다. 이러한 구체예에서, 금속층은 ASTM D257에 따라 금속층 비저항이, 제곱미터당 약 0.1 내지 약 1,000 Ohm, 택일적으로 제곱미터당 약 0.1 내지 약 500 Ohm, 또는 택일적으로 제곱미터당 약 0.1 내지 약 100 Ohm임을 특징으로 할 수 있다.
- [0210] 하나의 구체예에서, 금속화된 커패시터 필름의 표면은, 예를 들어, 금속층의 부착력을 향상시키기 위해 전처리 될 수 있다. 본 발명에 사용하기 적절한 필름 전처리 방법의 비제한적인 예로는 세척, 화염 처리, 플라즈마 방전, 코로나 방전, 등, 또는 이의 조합을 포함한다.
- [0211] 하나의 구체예에서, 하나 이상의 추가적인 층, 예를 들어 투명한 코트 (예컨대, 내스크래치성을 제공하기 위한 폴리(메틸 메타크릴레이트) 및/또는 폴리(에틸 메타크릴레이트)), 및/또는 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테리미드, 폴리에테리미드 설펜, 폴리에스터, 또는 이의 조합) 필름의 또 다른 층이 금속층에 증착되어 적층체를 형성할 수 있다.

- [0212] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은, 시차 주사 열량측정법 (DSC)에 의해 측정된 Tg(예컨대, 단일 Tg)가 약 125 °C 내지 약 250 °C, 택일적으로 약 130 °C 내지 약 240 °C, 택일적으로 약 135 °C 내지 약 230 °C, 택일적으로 약 150 °C 내지 약 220 °C, 또는 택일적으로 약 160 °C 내지 약 210 °C, 택일적으로 약 170 °C 이상, 택일적으로 약 180 °C 이상, 택일적으로 약 190 °C 이상, 택일적으로 약 200 °C 이상, 택일적으로 약 210 °C 이상, 또는 택일적으로 약 220 °C 이상임을 특징으로 할 수 있다.
- [0213] 하나의 구체예에서, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설폰, 및 폴리에스터는 커패시터 필름의 단일 유리전이 온도를 제공하기 위한 유효량으로, 커패시터 필름용 중합체 조성물 (예컨대, 혼화성 중합체 블렌드)에 각각 존재할 수 있다.
- [0214] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 외관을 특징으로 할 수 있으며, 여기서 필름 외관은 투명 (예컨대, 무색)하다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 필름이 투명한 혼화성 중합체 블렌드로부터 제조되는 경우, 생성된 필름의 외관은 투명할 수 있다. 필름 외관은 필름 표면을 육안으로 검사하여 평가될 수 있다.
- [0215] 하나의 구체예에서, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설폰, 및 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드를 제공하기 위한 유효량으로, 커패시터 필름용 중합체 조성물에 각각 존재할 수 있다.
- [0216] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플 상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 HDT가, 약 100 °C 내지 약 225 °C, 택일적으로 약 110 °C 내지 약 215 °C, 택일적으로 약 115 °C 내지 약 200 °C, 택일적으로 이상 약 150 °C, 택일적으로 이상 약 160 °C, 택일적으로 이상 약 170 °C, 택일적으로 이상 약 180 °C, 택일적으로 이상 약 190 °C, 또는 택일적으로 이상 약 200 °C임을 특징으로 할 수 있다.
- [0217] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 유전체 분광법에 의해 1 kHz, 23 °C 및 50% 상대 습도 (RH)에서 측정된 소산 계수 (Df)가, 약 0% 내지 약 2%, 택일적으로 약 0.1% 내지 약 1.5%, 택일적으로 약 0.1% 내지 약 1%, 또는 택일적으로 약 0.1% 내지 약 0.5%임을 특징으로 할 수 있다. Df는 또한 손실 계수 또는 유전체 손실로서 지칭될 수 있고, 일반적으로 유전체에 의해 열로서 분산되는 전력을 지칭한다. Df는 ASTM D150에 따라 측정될 수 있다. RH는 일반적으로 주어진 온도에서 수증기의 분압 대 물의 평형 증기압의 비율로서 정의될 수 있다.
- [0218] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 유전체 분광법에 의해 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수 (Df)가 약 0% 내지 약 1%, 택일적으로 약 0.1% 내지 약 0.75%, 또는 택일적으로 약 0.1% 내지 약 0.5%임을 특징으로 할 수 있다.
- [0219] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름의 Df는 온도 상승에도 본질적으로 변하지 않고 유지될 수 있는데, 예컨대, 온도 증가 또는 감소로 인한 Df의 어떠한 변화도 이러한 커패시터 필름을 포함하는 커패시터의 물리적 및/또는 전기적 성질에 부정적인 영향을 미치지 않는다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름의 Df는 약 0 °C 내지 약 200 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 185 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 175 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 170 °C, 또는 택일적으로 약 0 °C 내지 약 150 °C의 온도에서 본질적으로 변하지 않고 유지된다.
- [0220] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 ASTM D150에 따라 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 유전 상수 (Dk)가 약 2 내지 약 5, 택일적으로 약 3 내지 약 5, 택일적으로 약 2.5 내지 약 4.5, 또는 택일적으로 약 3 내지 약 4임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, 커패시터 유전체로서 사용되는 경우, Dk는 전하를 저장할 수 있는 물질의 능력을 지칭한다. Dk는 비율로 측정되기 때문에 단위가 없는 값이다.
- [0221] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은, Dk 값이 커패시터 필름을 제조하기 위해 사용되었던 중합체 조성물의 Tg까지, 택일적으로 커패시터 필름을 제조하기 위해 사용되었던 중합체 조성물보다 약 10 °C 낮은 온도까지, 또는 택일적으로 커패시터 필름을 제조하기 위해 사용되었던 중합체 조성물보다 약 20 °C 낮은 온도까지 안정한 것을 특징으로 할 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 Dk 값이 약 250 °C까지, 약 240 °C까지, 택일적으로 약 230 °C까지, 택일적으로 약 220 °C까지, 택일적으로 약 210 °C까지, 택일적으로 약 200 °C까지, 택일적으로 약 190 °C까지, 택일적으로 약 180 °C까지, 택일적으로 약 175 °C까지, 택일적으로 약 170 °C, 또는 택일적으로 약 150 °C까지 안정한 것을 특징으로 할 수 있다.

- [0222] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름의 Dk는 온도 상승에도 본질적으로 변하지 않고 유지될 수 있는데, 예컨대, 온도 증가 또는 감소로 인한 Dk의 어떠한 변화도 이러한 커패시터 필름을 포함하는 커패시터의 물리적 및/또는 전기적 성질에 부정적인 영향을 미치지 않는다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름의 Dk는 약 0 °C 내지 약 200 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 185 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 175 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 170 °C, 또는 택일적으로 약 0 °C 내지 약 150 °C의 온도에서 본질적으로 변하지 않고 유지된다. 일부 구체예에서, 커패시터 필름의 Dk는 약 0 °C 내지 커패시터 필름을 제조하기 위해 사용되었던 중합체 조성물의 약 Tg의 온도 범위 내에서, 또는 택일적으로 약 0 °C 내지 약 200 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 190 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 170 °C, 또는 택일적으로 약 0 °C 내지 약 150 °C의 온도 범위 내에서, 최대 Dk 값을 기준으로, 약 20% 미만, 택일적으로 약 10% 미만, 또는 택일적으로 약 10% 미만으로 변할 수 있다.
- [0223] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 적어도 하나의 무주름인 영역 (예컨대, 무주름 영역)을 특징으로 할 수 있고, 여기서 무주름 영역은 충분히 평평하고 매끄러우므로, 이의 표면이 금속화될 때, 금속화 필름은 유리하게 일관된 표면 모폴로지를 가질 수 있다.
- [0224] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 필름 두께가 약 50 마이크로 미만, 택일적으로 약 40 마이크로 미만, 택일적으로 약 30 마이크로 미만, 택일적으로 약 20 마이크로 미만, 택일적으로 약 15 마이크로 미만, 또는 택일적으로 미만 약 10 마이크로 미만임을 특징으로 할 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 두께가 약 0.1 마이크로 내지 약 50 마이크로, 택일적으로 약 0.1 마이크로 내지 약 20 마이크로, 택일적으로 약 0.1 마이크로 내지 약 15 마이크로, 택일적으로 약 0.1 마이크로 내지 약 10 마이크로, 또는 택일적으로 약 0.1 마이크로 내지 약 7 마이크로임을 특징으로 할 수 있다.
- [0225] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 필름의 두께는 무주름 영역에 걸쳐 달라질 수 있다. 일반적으로, 커패시터 필름의 무주름 영역의 편평도는 특정 구역에 걸친 필름의 두께 변화를 측정함으로써 결정될 수 있다. 본 명세서의 개시를 목적으로, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 필름 두께 변화가, 특정의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 약 +/-10% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-9% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-8% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-7% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-6% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-5% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-4% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-3% 미만, 택일적으로 필름 두께의 약 +/-2% 필름 두께의, 또는 택일적으로 필름 두께의 약 +/-1% 미만임을 특징으로 하는 경우, “평평한” 것으로 간주될 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 필름 두께 변화가, 특정의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-1% 미만임을 특징으로 할 수 있다.
- [0226] 일반적으로, 필름 표면의 무주름 영역의 평활도는 광촉침법에 의해 표면의 표면 조도 평균 (Ra)를 측정함으로써 정량화될 수 있다. 일반적으로, 표면의 조도는 표면의 미세한 요철도(irregularity)을 지칭한다. Ra는 이러한 표면 요철의 각각의 높이 및 깊이의 평균을 제공한다. 본 명세서의 개시를 목적으로, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 Ra가 광촉침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 약 +/-3% 미만, 택일적으로 약 +/-2% 미만, 택일적으로 약 +/-1% 미만인 것을 특징으로 하는 경우, 무주름으로 간주될 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 Ra가 광촉침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 약 +/-3% 미만임을 특징으로 할 수 있다.
- [0227] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 필름 두께 변화가, 특정의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만; 및 Ra가 광촉침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 약 +/-3% 미만임을 특징으로 할 수 있다.
- [0228] 일반적으로, 커패시터 필름은 필름 표면적을 특징으로 할 수 있고, 여기서 필름 표면적은 제1 필름 면 면적 및 제2 필름 면 면적을 포함하는, 커패시터 필름의 전체 면적을 나타낸다.
- [0229] 하나의 구체예에서, 무주름 영역은 넓은 필름 표면적에 걸쳐 생성될 수 있다. 하나의 구체예에서, 전체 필름 표면적의 적어도 약 80%, 택일적으로 적어도 약 85%, 택일적으로 적어도 약 90%, 택일적으로 적어도 약 95%, 또는 택일적으로 적어도 약 97%는 무주름일 수 있다.
- [0230] 또 다른 구체예에서, 무주름 영역은 연속 무주름 면적이 적어도 약 1 평방 미터 (m^2), 택일적으로 적어도 약 2 m^2 , 택일적으로 적어도 약 3 m^2 , 택일적으로 적어도 약 5 m^2 , 택일적으로 적어도 약 10 m^2 , 택일적으로 적어도 약 20 m^2 , 택일적으로 적어도 약 50 m^2 , 또는 택일적으로 적어도 약 100 m^2 일 수 있다.

- [0231] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 무주름 영역의 큰 크기는 금속화 커패시터 필름이 롤 형태로 제조, 저장 및 운반될 수 있는 상당한 제조 이점을 제공한다.
- [0232] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 길이가 약 1 미터 (m) 내지 약 10,000 m, 택일적으로 약 10 m 내지 약 1,000 m, 또는 택일적으로 약 100 m 내지 약 10,000 m, 또는 택일적으로 약 100 m 내지 약 500 m임을 특징으로 할 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 폭이 약 100 mm 내지 약 3,000 mm, 택일적으로 약 200 mm 내지 약 2,000 mm, 택일적으로 약 300 mm 내지 약 3,000 mm, 또는 택일적으로 약 100 mm 내지 약 1,000 mm임을 특징으로 할 수 있다.
- [0233] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 길이가 적어도 약 10 m, 및 필름 폭이 적어도 약 300 mm일 수 있고, 여기서 전체 필름 표면적의 적어도 약 80%, 택일적으로 적어도 약 85%, 택일적으로 적어도 약 90%, 택일적으로 적어도 약 95%, 또는 택일적으로 적어도 약 97%는 무주름일 수 있다.
- [0234] 또 다른 구체예에서, 커패시터 필름은 필름 길이가 약 10 m 내지 약 10,000 m이고, 필름 폭이 약 300 mm 내지 약 3,000 mm일 수 있고, 여기서 전체 필름 표면의 적어도 약 80%, 택일적으로 적어도 약 85%, 택일적으로 적어도 약 90%, 택일적으로 적어도 약 95%, 또는 택일적으로 적어도 약 97%는 무주름일 수 있다.
- [0235] 하나의 구체예에서, 무주름 영역은 커패시터 필름이 금속화되어, 상기 영역에 걸쳐 실질적으로 균일한 파괴 강도 (BDS)의 금속화 커패시터 필름을 제공할 수 있도록, 충분히 매끄럽고 평평할 수 있다. 하나의 구체예에서, 무주름 영역은, 하기 본 명세서에서 더욱 상세히 기재되는 바와 같이, 커패시터 필름이 금속화되어 BDS가 적어도 300 볼트/마이크로미터 (V/마이크론)인 금속화 커패시터 필름을 제공할 수 있도록 충분히 매끄럽고 평평할 수 있다.
- [0236] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 비-금속화 커패시터 필름)은 10 마이크론 필름에 대하여 ASTM D149에 따라 23 °C 및 50% RH에서 측정된 BDS가 약 100 V/마이크론 내지 약 1,500 V/마이크론, 택일적으로 약 200 V/마이크론 내지 약 1,250 V/마이크론, 택일적으로 약 300 V/마이크론 내지 약 1,000 V/마이크론, 택일적으로 약 500 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론, 또는 택일적으로 약 600 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, BDS는 물질이 파괴되기 전에 견딜 수 있는 최대 전계 (예컨대, 에너지 밀도)를 나타낸다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 전기적 성질 (예컨대, Dk, BDS, 등)의 개선은 다음의 이론 방정식 (2)에 기초하여 에너지 밀도를 상당히 증가시킨다:
- [0237] 에너지 밀도 = $\frac{1}{2} * o * Dk * BDS^2$ (2)
- [0238] 여기서 선형 및 전력 법칙은 에너지 밀도와 Dk 및 BDS 각각 사이의 관계를 설명하며; o는 자유 공간의 유전율을 나타내는 상수이다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 고온 및 고주파에서 다른 성질, Dk 및 Df에 영향을 주지 않으면서, 물질의 BDS를 증가시키는 것은 특히 어렵다. BDS의 25% 증가는 에너지 밀도를 56% 증가시키는 반면, Dk는 선형적으로 증가함을 유의해야 한다.
- [0239] 하나의 구체예에서, 약 0 °C 내지 약 200 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 190 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 170 °C, 또는 택일적으로 약 0 °C 내지 약 150 °C에서 커패시터 필름의 BDS 차이는, ASTM D149에 따라 측정된 23 °C에서의 BDS 값의 약 40% 미만, 택일적으로 약 30% 미만, 택일적으로 약 20% 미만, 또는 택일적으로 약 10% 미만일 수 있다.
- [0240] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 비-금속화 커패시터 필름)은 1 kHz 및 약 0 °C 내지 약 200 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 190 °C, 택일적으로 약 0 °C 내지 약 170 °C, 또는 택일적으로 약 0 °C 내지 약 150 °C에서의 정전 용량의 차이는, 23 °C에서의 정전 용량을 기준으로, 약 +/-5% 미만, 택일적으로 약 +/-4% 미만, 또는 택일적으로 약 +/-3% 미만일 수 있다. 일반적으로, 정전 용량(capacitance)은 전기적 전하를 저장할 수 있는 물질의 능력을 지칭한다.
- [0241] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 ASTM D1894에 따라 측정된, 금속화 표면 (예컨대, 알루미늄 표면) 및/또는 그 자체 상의 동적 마찰 계수가 약 0.75 미만, 택일적으로 약 0.6 미만, 또는 택일적으로 약 0.5 미만임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, 동역학적 또는 슬라이딩 마찰 계수 또는 마찰 계수로서도 지칭되는 동적 마찰 계수(dynamic coefficient of friction)는, 두 고체 사이, 예컨대, 두 고체 표면 사이에 얼마나 큰 마찰력이 존재하는지 나타내는 척도이다.
- [0242] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 ASTM D1894에 따라 측정된, 금속화 표면 (예컨대, 알루미늄 표면) 및/또는 그 자체 상의 정적 마찰 계수가 약 0.75 미만, 택일적으로

약 0.6 미만, 또는 택일적으로 약 0.5 미만임을 특징으로 할 수 있다. 일반적으로, 정적 마찰 계수(static coefficient of friction)는 두 고체 사이, 예컨대, 두 고체 표면이 모두 움직이지 않을 때, 이들 표면 사이에 얼마나 큰 마찰력이 존재하는지 나타내는 척도이다.

[0243] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 ASTM D1938에 따라 20 마이크로미터 두께를 가지는 테스트 표본을 사용하여 측정된, 기계 방향(MD) 으로의 트라우저 인열 강도가 약 0.4 N/mm 내지 약 3.5 N/mm, 택일적으로 약 0.5 N/mm 내지 약 3.0 N/mm, 또는 택일적으로 약 1 N/mm 내지 약 2.5 N/mm임을 특징으로 할 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 ASTM D1938에 따라 20 마이크로미터 두께를 가지는 테스트 표본을 사용하여 측정된, 가로축 방향(TD) 으로의 트라우저 인열 강도가 약 0.4 N/mm 내지 약 3.5 N/mm, 택일적으로 약 0.5 N/mm 내지 약 3.0 N/mm, 또는 택일적으로 약 1 N/mm 내지 약 2 N/mm임을 특징으로 할 수 있다. 트라우저 인열 강도(Trouser tear strength)는 표본을 가로질러 일정한 인열 속도로 인열을 전파하는데 필요한 힘을 표본 두께로 나눈 평균을 지칭하며, 두께가 1 mm 미만인 필름에 사용된다. 인열은 MD 또는 TD로 전파될 수 있다.

[0244] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름은 탄소/(산소+수소) (C/(O+H)) 비율이 약 1.35미만, 택일적으로 약 1.30 미만, 또는 택일적으로 약 1.25 미만임을 특징으로 할 수 있다. 예를 들어, 폴리에테리미드 (PEI)에 대한 C/(O+H) 비율은 약 1.23이고; 폴리에테리미드 설펜 (PEIS)에 대한 비율은 약 1.11이고; ITR-PC-Si에 대한 비율은 약 1.10이고; 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN)에 대한 비율은 약 1.00이고; 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET)에 대한 비율은 약 0.83이고; 폴리페닐렌 설펜 (PPSU)에 대한 비율은 약 0.92이고; 폴리프로필렌 (PP)에 대한 비율은 약 0.50이다. 또한, 예를 들어, 열악한 유전체 성능을 가진 것으로 알려진 물질인 폴리페닐렌 설펜 (PPS)는 C/(O+H) 비율이 약 1.50이다. C/(O+H) 비율은 목탄 형성과 관련된 클리어링(clearing) 공정에 있어서 중요할 수 있다. 일반적으로, 자가 회복(self-healing)으로도 알려진 클리어링은 핀홀, 필름 결함 또는 외부 전압 과도로 인해 야기된 결함의 제거를 지칭한다. 파괴(breakdown) 동안 아크 방전(arcing)에 의해 발생된 열은 증발하여, 파괴 지점 근방의 필름을 극도로 얇게 금속화시킴으로써, 단락 회로 환경을 제거하여 단절시킨다. 클리어링 공정으로부터의 열은 목탄 형성을 야기할 수 있다. C/(O+H) 비율이 너무 높은 경우, 예를 들어 PPS에서와 같이 1.5인 경우, 탄소 (예컨대, 목탄)은 두꺼운 층으로 증착할 수 있고, 절연 저항이 증가될 수 있고, 전력은 매우 용이하게 소산될 수 있어 바람직하지 않지만, 이러한 이론에 제한되고자 함은 아니다.

[0245] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 본질적으로 무용매일 수 있으며, 즉, 커패시터 필름의 전체 중량을 기준으로, 약 1,000 ppm 미만, 택일적으로 약 750 ppm 미만, 택일적으로 약 500 ppm 미만, 또는 택일적으로 약 250 ppm 미만의 용매 (예컨대, Mw가 약 250 Da 미만인 화합물)를 포함할 수 있다.

[0246] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 확대하지 않고 0.3 m의 거리에서 관찰할 때 적어도 약 3 m²의 면적에 걸쳐, 또는 적어도 약 9 m²의 면적에 걸쳐, 식별 가능한 반점 또는 겔을 가지지 않을 수 있다.

[0247] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 면적이 100 cm²이고 직경이 약 20 마이크로미터를 초과하는, 2 개 미만, 또는 택일적으로 1 개 미만의 탄화 내포물을 포함한다.

[0248] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 면적이 100 cm²이고 직경이 약 20 마이크로미터를 초과하는, 2 개 미만, 또는 택일적으로 1 개 미만의 겔 영역을 포함한다.

[0249] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 커패시터 필름, 금속화 커패시터 필름)은 50x의 배율로 관찰할 때, 적어도 약 3 m²의 면적에 걸쳐, 또는 적어도 약 9 m²의 면적에 걸쳐, 식별 가능한 공극을 가지지 않을 수 있다.

[0250] 하나의 구체예에서, 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 포함하고; 여기서 폴리에테리미드는 방향족 이무수물과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 폴리에테리미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며; 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함하고; 커패시터 필름은 필름 두께가 약 0.1 마이크로미터 내지 약 20 마이크로미터이고; 여기서 폴리에테리미드는 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로

마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테리미드는 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec^{-1} 에서의 점도 대 $5,000 \text{ sec}^{-1}$ 에서의 점도의 비율이 약 10 미만이고; 폴리에테리미드는 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에스터는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에스터는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 180 °C를 초과하고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 160 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 at 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0.1% 내지 약 0.5%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 600 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 600 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가, 특성의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이고; 커패시터 필름은 표면 조도 평균 (Ra)이 광촉침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 약 +/-3% 미만이다. 이러한 구체예에서, 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 약 60:40 내지 약 99.9:0.01의 폴리에테리미드:폴리에스터 중량비로 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 포함한다. 이러한 구체예에서, 폴리에테리미드는 폴리에테리미드 선폰을 추가적으로 포함할 수 있다.

[0251]

하나의 구체예에서, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름, 예를 들어 선행하는 단락에 기재된 필름의 제조 방법은, 다음의 단계를 포함한다: (a) 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계, 여기서 폴리에스터는 다음을 가지는 낮은 고유 점도 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함함: (i) 다이에틸렌 글리콜 유래 함량이 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%, (ii) 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g, 및 (iii) 카복실 산 말단 그룹 함량이 약 10 meq/kg 내지 약 150 meq/kg; (b) 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융된 중합체를 형성하는 단계; (c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크론 초과의 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계; (d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이를 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및 (e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신시켜, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계; 여기서 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 추가적으로 금속화되고 권취되어, 권취된 금속화 커패시터 필름을 형성함.

[0252]

하나의 구체예에서, 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 폴리에테리미드 선폰 및 폴리에스터를 포함하고; 여기서 폴리에테리미드 선폰은 방향족 이무수물과 다이아미노 다이페닐 선폰을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 폴리에테리미드 선폰은 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며; 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함하고; 커패시터 필름은 필름 두께가 약 0.1 마이크론 내지 약 20 마이크론이고; 여기서 폴리에테리미드 선폰은 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테리미드 선폰은 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec^{-1} 에서의 점도 대 $5,000 \text{ sec}^{-1}$ 에서의 점도의 비율이 약 10 미만이고; 폴리에테리미드 선폰은 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에스터는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에스터는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 180 °C를 초과하고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 160 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 at 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 0.1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0.1% 내지 약 0.5%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 600 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 600 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가, 특성의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이고; 커패시터 필름은 표면 조도 평균 (Ra)이 광촉

침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 약 $\pm 3\%$ 미만이다. 이러한 구체예에서, 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 약 60:40 내지 약 99.9:0.01의 폴리에테이미드 설폰:폴리에스터 중량비로 폴리에테이미드 설폰 및 폴리에스터를 포함한다.

[0253] 하나의 구체예에서, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름, 예를 들어 선행하는 단락에 기재된 필름의 제조 방법은, 다음의 단계를 포함한다: (a) 폴리에테이미드 설폰 및 폴리에스터를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계, 여기서 폴리에스터는 다음을 가지는 낮은 고유 점도 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함함: (i) 다이에틸렌 글리콜 유래 함량이 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%, (ii) 고유 점도가 약 0.1 dL/g 내지 약 0.83 dL/g, 및 (iii) 카복실 산 말단 그룹 함량이 약 10 meq/kg 내지 약 150 meq/kg; (b) 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융된 중합체를 형성하는 단계; (c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크로미터 초과 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계; (d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이를 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및 (e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신시켜, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계; 여기서 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름은 추가적으로 금속화되고 권취되어, 권취된 금속화 커패시터 필름을 형성함.

[0254] 하나의 구체예에서, 본 명세서에 개시된 커패시터 필름은 임의의 무정형 필름 응용에 사용될 수 있지만, 금속화에 특히 적절하다. 하나의 구체예에서, 금속화 커패시터 필름은 임의의 금속화 필름 응용에 사용될 수 있지만, 전기적 응용, 예를 들어 커패시터 또는 회로 재료로서의 응용에 특히 적절하다. 높은 에너지 밀도 (예컨대, 약 1 J/cm^3 이상), 높은 전압 (예컨대, 약 150 V 이상)의 비극성 커패시터는 원통형 형상으로 권취되거나 (예컨대, 권취된 금속화 커패시터 필름), 적층되어 직사각형 또는 사각형 형상으로 압축된 (예컨대, 적층된 필름 커패시터, 절단된 필름 커패시터) 금속화 중합체 필름을 사용하여 제조될 수 있다.

[0255] 하나의 구체예에서, 본 명세서에 개시된 커패시터 필름은 제한되지는 않지만 전기 물품을 포함하는 다양한 물품, 예를 들어 커패시터 (예컨대, 자동차 인버터용 커패시터, 자동차 컨버터용 커패시터, 등)로 성형될 수 있다.

[0256] 하나의 구체예에서, 커패시터 필름용 중합체 조성물은 압출된 다음, 이동하는 중합체 필름 상에 전도성 금속 예컨대 구리 또는 알루미늄을 진공 챔버에서 기상 증착을 통해 분무함으로써, 약 1 옴스트롬 내지 약 1,000 나노미터, 택일적으로 약 1 옴스트롬 내지 약 3,000 옴스트롬, 또는 택일적으로 약 1 옴스트롬 내지 약 1,000 옴스트롬의 금속층 두께로 금속화될 수 있다. 커패시터 필름 상의 금속층의 비저항은 제곱미터당 약 0.1 Ohms 내지 제곱미터당 약 100 Ohms의 범위일 수 있다. 금속화 공정이 수행되기 전에, 중합체 필름은 적절하게 마스크되어 필름 폭의 가장자리에 비금속화 여백을 제공함으로써, (커패시터가 조립될 때) 금속화 필름의 교호층이 반대편 가장자리에 비금속화 영역을 가질 수 있어, 단부 금속화가 궁극적으로 적용되는 경우, 커패시터 전극의 전기적 단락을 방지할 수 있다.

[0257] 하나의 구체예에서, 커패시터는 2 개의 적층된 금속화된 중합체 필름을 롤링함으로써 튜브 형상으로 제조될 수 있다. 전선이 이후 각각의 금속층에 연결될 수 있다. 하나의 구체예에서, 금속화 필름의 2 개의 별개의 롤을 커패시터 권취기에 놓고 맨드릴(이후 제거될 수 있음) 상에서 함께 단단히 권취되어, 중합체 조성물/금속화 층/중합체 조성물/금속화 층의 순서로 층이 배열되고, 커패시터의 전형적인 구조, 즉, 대향하는 면에 2개의 금속층을 가지는 유전체를 모사할 수 있다. 하나의 구체예에서, 커패시터는 권취된 금속화 커패시터 필름을 포함한다. 필름의 두 개의 롤은 대향하는 면에 비금속화된 여백을 가지도록 권취될 수 있다.

[0258] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 커패시터의 권취 정도는 원하는 커패시터의 물리적 크기 또는 원하는 정전 용량에 의존한다. 두 개의 롤을 단단히 권취하는 것은, 제거되지 않을 경우 조기 파괴를 야기할 수 있는 임의의 포획된 공기를 제거하는데 도움을 준다. 각각의 커패시터는 HEPA 필터를 도입한 적어도 클래스 100의 클린룸 환경에서 처리되어, 외부 입자에 의한 유전체 필름 층 사이 접촉 지점의 오염물 가능성을 감소시킬 뿐만 아니라 유전체 내로의 수분 흡수를 감소시킬 수 있다. 각각의 커패시터의 균일한 장력을 더욱 잘 유지하기 위해 전기적 권취가 사용될 수 있다. 이후 커패시터는 필름 층의 해편을 방지하기 위해, 및 상기 원통의 가장자리 또는 단부가 전도성 원소, 예를 들어 전도성 금속으로 분무될 수 있도록 하기 위해, 이의 가장자리를 테이핑하여 양쪽 면이 개방된 트레이에 묶일 수 있다. 직류 (DC) 인가시, 높은 아연 함량 땀납을 사용한 제1 분부 이후에, 90% 주석, 10% 아연의 일반적인 보다 연질의 단부 분부 땀납이 사용될 수 있다. 제

1 분부는 금속화 표면에 스크래치를 내고, 유전체 필름 상에 금속화 부분과 더 나은 접촉을 달성하기 위한 골 (trough)을 생성한다. 단부 분부의 조합은 추가적으로 최종 종단과의 접촉 밀착성을 더욱 향상시킨다. 이후, 전도성 (예컨대, 알루미늄) 납은 각각의 단부에 땀납되어 최종 종단을 형성할 수 있다. 하나의 종단은 이러한 캔의 바닥에 점용접 (spot weld)될 수 있는 반면, 다른 종단은 뚜껑에 평행하게 용접될 수 있다. 커패시터는 진공 충전 장비에서 액체 합침물 (예컨대, 아이소프로필 페닐 설편)으로 충전되고, 밀폐될 수 있다.

[0259] 또 다른 구체예에서, 전기 물품은 권취된 금속화 단축-연신의 압출된 필름 (예컨대, 금속화 커패시터 필름, 권취된 금속화 커패시터 필름)으로부터 제조된 커패시터를 포함할 수 있다.

[0260] 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 다른 커패시터 구성이 가능하다. 예를 들어, 커패시터는 적층된 구성으로 배치된 적어도 제1 및 제2 전극을 포함하는 평평한 구성을 가질 수 있고; 이러한 커패시터 필름은 제1 및 제2 전극 각각과 적어도 부분적으로 접촉하고 그 사이에 배치된다. 추가적인 커패시터 필름 및 전극 층은 교호층으로 존재할 수 있다. 하나의 구체예에서, 전기 장치를 형성하는 다층 물품은 중합체 조성물 층/금속층/유전체 층을 포함할 수 있고, 이러한 유전체 층은 본 명세서에 개시된 커패시터 필름, 또는 다른 유전체 재료일 수 있다. 추가적인 층 (예컨대, 추가적인 교호 유전체/금속층)은 선택적으로 존재할 수 있다.

[0261] 일부 구체예에서, 커패시터 필름 (예컨대, 금속화 커패시터 필름)은 적층되어, 적층된 필름 커패시터를 형성할 수 있다. 금속화 커패시터 필름은 적층하기 전 접착제 (예컨대, 왁스)로 코팅될 수 있다. 금속화 커패시터 필름을 적층할 때, 비금속화 커패시터 필름 또는 비금속화 시트가 금속화 커패시터 필름 스택의 상부 및/또는 하부에 적용될 수 있고, 생성된 스택은 추가적으로 압축 및 가열되어, 금속화 커패시터 필름 시트가 서로 결합하도록 촉진시킴으로써, 적층된 필름 커패시터를 형성할 수 있다. 하나의 구체예에서, 적층된 필름 커패시터는 추가적으로 절단되어 (예컨대, 절단되어 (cut), 입방형이 되어 (cubed), 초핑되어 (chopped), 분획되어 (portioned), 분할되어 (divided), 등), 절단된 필름 커패시터를 형성할 수 있다. 하나의 구체예에서, 적어도 하나의 전도성 층이 절단된 필름 커패시터에 적용될 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 적층된 필름 커패시터 및 절단된 필름 커패시터는 높은 에너지 밀도 커패시터이다.

[0262] 하나의 구체예에서, 본 명세서에 개시된 중합체 조성물을 포함하는 커패시터 필름을 포함하는 커패시터는 자동차 인버터 및/또는 컨버터 (예컨대, 하이브리드 전기 자동차의 인버터, 하이브리드 전기 자동차의 컨버터, 전기 자동차의 인버터, 전기 자동차의 컨버터, 등)의 부품일 수 있다.

[0263] 하나의 구체예에서, 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름은 다른 중합체, 예를 들어 이축-배향 폴리(프로필렌) (BOPP), 폴리페닐렌 설파이드 (PPS), 폴리에테르 에터 케톤 (PEEK), 등으로부터 제조된 필름과 비교하여, 유리하게는 개선된 전기적 성질 (예컨대, BDS, Dk, Df)을 나타낼 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 박막으로 용융 가공되는 것에 더하여, 높은 에너지 밀도를 달성하면서도 고온 성능을 유지하기 위한 적절한 전기적 성질의 조합을 획득하는 것은 매우 어렵다. 이러한 점을 고려할 때, 본 명세서에 개시된 커패시터 필름용 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로 구성된 물질로 제조된 유전체 필름이 신규하고 유용하다. 따라서, 이러한 필름 및 이러한 필름으로부터 제조된 커패시터는 전기 산업의 부품 제조를 위한 현재의 재료 및 방법에 비해 장점을 제공한다.

[0264] 하나의 구체예에서, 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름은 약 170 °C까지 안정한 Dk를 유리하게 나타낼 수 있다. 당업자에 의해 그리고 본 개시 내용을 참고하여 알 수 있는 바와 같이, 커패시터 필름의 전기적 성질은 일반적으로 커패시터 필름의 Tg까지 안정하다.

[0265] 하나의 구체예에서, 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름은 무용매 공정에서 제조될 수 있고, 상기 공정은 이러한 커패시터 필름을 산업적 규모로 신뢰성 있게 제조할 수 있는 능력을 제공한다. 종래의 커패시터 필름에 있어서, 용매-캐스트 필름으로부터 용매를 제거하는 것은 어려울 수 있다. 본 명세서에 개시된 압출 커패시터 필름은 용매를 사용하지 않고 가공되어, 비용 및 제조 이점을 제공할 수 있을, 뿐만 아니라 더욱 환경 친화적이다. 하나의 구체예에서, 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테이미드 및/또는 폴리에테이미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름은 용융 압출에 의해 약 20 마이크론 미만의 균일한 필름 두께로 유리하게 가공될 수 있다.

- [0266] 하나의 구체예에서, 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름은 예를 들어, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편 성분 그 자체와 비교하는 경우, 가공 온도에서 개선된 용융 유동 리올로지를 유리하게 나타낼 수 있다. 일반적으로, 폴리에스테르는, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편과 비교하여 낮은 점도를 가지며, 이러한 폴리에스테르는 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편과 함께 블렌딩되는 경우, 이의 점도를 낮춤으로써 이의 가공성을 개선시킨다.
- [0267] 하나의 구체예에서, 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름은 종래의 커패시터 필름과 비교하여 Dk 및 BDS 모두에 있어서 증가를 나타내면서, 다른 유리한 물리적 및 전기적 특성, 예컨대 가요성, 얇기, 및 유전 상수 안정성을 유리하게 유지할 수 있다. 일부 구체예에서, 본 명세서에 개시된 커패시터 필름은 높은 BDS (약 600 V/마이크론 초과), 높은 Dk (약 3 초과) 및 낮은 Df (약 1% 미만)를 가질 수 있다.
- [0268] 하나의 구체예에서, 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름은 자동차 산업 (예컨대, 전기 자동차 인버터 및/또는 컨버터, DC-DC 컨버터, AC-DC 인버터, 필터, 회로 격리, 등), 뿐만 아니라 높은 작동 온도 및 높은 에너지 밀도 유전체 재료를 필요로 하는 임의의 전기/전자 분야에서 유리하게 사용될 수 있다. 본 개시의 중합체 조성물 (예컨대, 폴리에테리미드 및/또는 폴리에테리미드 설편, 및 폴리에스테르 조성물)로부터 제조된 커패시터 필름의 추가적인 이점은 본 명세서를 읽는 당업자에게 명백할 것이다.
- [0269] 실시예
- [0270] 주제가 일반적으로 기재되었지만, 다음의 실시예는 본 발명의 특정 구체예로서 제시되고, 본 발명의 실시 및 이점을 입증한다. 실시예는 설명의 방법으로 주어지며 어떠한 방식으로든 청구 범위의 상세 내용을 제한하려는 의도가 아님을 이해해야 한다. 다양한 커패시터 필름 및 중합체 조성물을 평가하기 위해 다음의 테스트 절차가 사용되었다.
- [0271] 커패시터 필름의 유리 전이 온도 (Tg)는 시차 주사 열량측정법 (DSC)을 사용하여, 20 °C/분의 가열 속도로, 폴리에테리미드 (대조/비교)에 대하여 300 °C까지, 본 명세서에 개시된 커패시터 필름용 중합체로 제조된 커패시터 필름에 대하여 250 °C까지 측정하였다. 결과는 두 번째 스캔에 기록하였다.
- [0272] 필름 샘플의 트라우저 인열 강도는 ASTM D1938에 따라 기계 방향(MD) 및 가로축 방향(TD)으로 측정하였다.
- [0273] 압출된 필름의 동적 및 정적 마찰 계수는 ASTM D1894에 따라 알루미늄 표면에서 측정하였다.
- [0274] 필름 표면의 시각적 관찰에 의해 필름 투명도를 관찰하였다. 커패시터 필름은 시각적 혼탁함 또는 불투명함이 없었다.
- [0275] 재료 각각의 압출된 박막은 ASTM D149 테스트 방법을 사용하여 GALDEN HT 오일 중에서 유전체 파괴 강도 (BDS)에 대하여 테스트하였고, 여기서 GALDEN HT는 55 °C 내지 270 °C의 끓는점 범위를 가지는 유전체 유체 라인이며, Ideal Vacuum Products, LLC로부터 상업적으로 입수 가능하다. 핫플레이트/저항 코일(resistive coil)을 사용하여 오일을 테스트 온도에 도달하게 만들었다. 전극은 3 인치 황동판 하부 전극에 ¼ 인치 스테인리스 강 볼(ball)로 구성되었다. Trek 30/20 ±30 kV DC 고전압 전력 공급을 사용하여, 재료가 전기적으로 단락되고 파괴를 야기하는 전압이 Labview 컴퓨터 소프트웨어에 의해 기록될 때까지, 황동판을 500 V/s에서 램핑하였다. BDS는 20 °C, 50 °C, 100 °C, 135 °C 및 150 °C에서 측정하였다. 기록된 값은 각각의 온도에서 20개의 샘플의 평균을 나타내며, Weibull 통계학 분석을 기록하였다.
- [0276] 필름 샘플에서 다음의 방법에 의해 유전 상수 (Dk) 및 소산 계수 (Df)를 측정하였다. 상부 전극으로서, 전자빔 증발에 의해 10 mm 원형 새도우 마스크를 통하여 각 유형의 재료의 5개의 샘플 상에 100 nm 두께의 금을 증착하였다. 하부 전극은 상기 샘플의 전체 하부 면적에 걸쳐서 100 nm 두께의 금으로 구성되었다. Agilent E4980A Precision LCR Meter를 사용하여 인가된 바이어스 장에서 정전 용량 및 소산 계수를 측정하였다. 전극의 직경 (모든 전기적 테스트에서 10 mm 원형 직경 전극을 사용하였음) 및 필름 두께를 사용하여 유전 상수를 계산하였다. Heidenhain Metro 두께 게이지를 사용하여 ±0.2 μm의 정확도로 필름 두께를 계산하였다. 노(furnace)의 온도를 -40 °C에서 150 °C까지 달리하였고, 각각의 온도에서 LCR 미터로 100 Hz 내지 1 GHz 범위로 진동수를 변화시켰다. 디지털 멀티-미터에 연결된 노 내부의 써모커플(thermocouple)로 노 온도를 확인하였다.
- [0277] 실시예 1

[0278] 폴리에터이미드 (PEI) 및 폴리에스터 (PE)를 포함하는 커패시터 필름용 중합체 조성물의 성질을 연구하였다. 보다 구체적으로, 표 1에 개략된 샘플을 먼저 펠릿으로 배합한 다음 필름으로 압출하였다.

[0279] 표 1

재료 설명	실험적 블렌드 (중량%)			
	샘플 A (비교)	샘플 #1	샘플 #2	샘플 #3
PEI: ULTEM 1010 K 수지, 아닐린 말단 캡핑됨	100	82.5	80	85
PET, IV: 0.83 dl/g	-	17.5	-	-
PEN (KALADEX)	-	-	20	-
Co-PEN	-	-	-	15
포스파이트 안정화제	0.1	0.06	-	-

[0280]

[0281] ULTEM 1010 K는 구조 Vb를 특징으로 하는 PEI이다. PET는 구조 XIII를 특징으로 하는 폴리에스터이다. PEN은 구조 XIV를 특징으로 하는 KALADEX 중합체이다. Co-PEN은 PEN의 Imperial Chemical Industries (ICI)로부터 공급된 코폴리에스터(copolyester)였다. 포스파이트 안정화제는 IRGAPHOS 168 트리스-다이-tert-부틸페닐 포스파이트였다.

[0282] 압출된 재료의 성질이 표 2에 나타난다.

[0283] 표 2

재료 성질	샘플 A	샘플 #1	샘플 #2	샘플 #3
압출된 펠릿 외관	투명	투명	투명	투명
항복시 인장 강도 단위: Kpsi (MPa)	15.9 (110)	16.4 (113)	15.5 (107)	15.2 (105)
인장 모듈러스 단위: Kpsi (MPa)	503 (3466)	488 (3366)	486 (3350)	475 (3276)
파단시 인장 연신율 (%)	60	51	10	7
굽힘 강도 단위: Kpsi (MPa)	24.8 (171)	25.8 (178)	24.9 (172)	25.1 (173)
굴곡 모듈러스 단위: Kpsi (MPa)	490 (3380)	509 (3510)	478 (3300)	492 (3390)
유리 전이 온도 (Tg) 단위: °C	217	175	188	189
HDT, 264 psi (1.8 MPa) 단위: °C	191	151	168	164
337 °C, 6.7 kgf 에서 용융 체적 흐름률 (cc/10 분)	16.6	----	----	----
295 °C, 6.7 kgf 에서 용융 체적 흐름률 (cc/10 분)	---	12.4	5.4	6.6
340 °C에서 (100 sec ⁻¹ 및 5,000 sec ⁻¹) 점도 비율	7.1	4.2	4.7	4.7
비중	1.281	1.297	1.294	1.294

[0284]

[0285] 수지 블렌드 (예컨대, 커패시터 필름용 중합체 조성물)를 펠릿 형태로 이축을 사용하여 용이하게 배합한 다음, 10 마이크론 두께의 필름으로 용융 압출하였다. 온도 및 주파수의 함수로서 성능의 증가는 놀라웠으며, 유전체 파괴 강도 (BDS), 유전 상수 (Dk) 및 소산 계수 (Df)의 재료 성질에 대해서는 예측되지 않았다. 선형 및 전력 법칙은 각각 Dk 및 BDS의 관계를 설명하는 식 (2)에 기초하여, 성질의 개선은 에너지 밀도를 상당히 증가시킨다.

[0286] 실시예 2

[0287] 폴리에터이미드 (PEI) 및 폴리에스터 (PE)를 포함하는 커패시터 필름용 중합체 조성물로부터 실시예 1에 기재된 바와 같이 제조된 필름 샘플의 전기적 성질을 연구하였다. 보다 구체적으로, 평균 파괴 강도 (BDS)를 연구하였다.

[0288] 조성물, 온도의 함수로서 시험된 재료의 평균 BDS 값을 표 3에 나타낸다.

[0289] 표 3

온도 [℃]	샘플 A	샘플 #1	샘플 #2	샘플 #3
RT	588	697	666	644
50	595	605	558	651
100	587	537	716	647
135	576	622	641	690
150	550	536	590	669

[0290]

[0291]

10 마이크론 두께 필름의 BDS는 일반적으로 비교 샘플 A로부터 샘플 #1, 샘플 #2, 및 샘플 #3까지 값이 증가하였고, 증가된 BDS 값은 실온에서 644 V/마이크론으로부터 150 ℃에서 669 V/마이크론까지의 범위이었고, 피크 BDS는 690 V/마이크론 내지 716 V/마이크론 범위이었다. 이러한 BDS 증가는 BDS 성능에서 9.5% 내지 21.6%를 나타내므로, 에너지 밀도는 20% 내지 48%로 증가한다 (식 (2)의 2는 거듭 제곱임). 또한, 각각의 예시적인 재료에 있어서 RT 내지 135 ℃의 범위의 특정 온도에서 최대값이 수득된 것으로 나타났다. 재료의 BDS에 있어서, 최대값에 도달한 이후 온도의 증가함에 따라 BDS가 감소하는 경우는 흔하지 않다. 조성에 대한 비-선형 반응은 기대 또는 예상 밖이었다.

[0292]

실시예 3

[0293]

폴리에터이미드 (PEI) 및 폴리에스터 (PE)를 포함하는 커패시터 필름용 중합체 조성물로부터 실시예 1에 기재된 바와 같이 제조된 필름 샘플의 전기적 성질을 연구하였다. 보다 구체적으로, 유전 상수 (Dk) 및 소산 계수 (Df)를 연구하였다.

[0294]

10 마이크론 두께 필름에 대해 온도 및 주파수의 함수로서 Dk 및 Df를 조사하였고, 데이터는 표 4 (Dk) 및 표 5 (Df)에 제시된다.

[0295] 표 4

재료 주파수	샘플 A	샘플 #1	샘플 #2	샘플 #3
20 °C				
100 Hz	3.07	3.29	3.28	3.17
1 kHz	3.06	3.28	3.26	3.17
10 kHz	3.06	3.27	3.24	3.16
100 kHz	3.05	3.24	3.20	3.13
1 MHz	3.05	3.23	3.16	3.11
50 °C				
100 Hz	3.06	3.29	3.26	3.17
1 kHz	3.05	3.28	3.24	3.16
10 kHz	3.05	3.28	3.22	3.15
100 kHz	3.04	3.26	3.20	3.14
1 MHz	3.04	3.25	3.16	3.12
100 °C				
100 Hz	3.02	3.28	3.17	3.14
1 kHz	3.01	3.27	3.15	3.13
10 kHz	3.00	3.26	3.13	3.12
100 kHz	2.99	3.25	3.11	3.11
1 MHz	3.00	3.25	3.09	3.10
130 °C				
100 Hz	3.02	3.27	3.14	3.13
1 kHz	3.00	3.26	3.12	3.12
10 kHz	2.99	3.25	3.10	3.11
100 kHz	2.98	3.24	3.08	3.10
1 MHz	2.99	3.24	3.06	3.09
150 °C				
100 Hz	3.02	3.29	3.14	3.13
1 kHz	3.01	3.27	3.12	3.12
10 kHz	2.99	3.25	3.10	3.11
100 kHz	2.98	3.24	3.07	3.09
1 MHz	2.99	3.25	3.06	3.08

[0296]

[0297] 표 5

재료 주파수	샘플 A	샘플 #1	샘플 #2	샘플 #3
20 °C				
100 Hz	0.168	0.068	0.349	0.178
1 kHz	0.153	0.214	0.424	0.208
10 kHz	0.193	0.393	0.641	0.365
100 kHz	0.303	0.621	0.966	0.580
1 MHz	0.340	0.772	1.053	0.517
50 °C				
100 Hz	0.216	0.150	0.377	0.183
1 kHz	0.179	0.171	0.406	0.183
10 kHz	0.156	0.241	0.489	0.234
100 kHz	0.212	0.472	0.713	0.428
1 MHz	0.338	0.783	1.038	0.524
100 °C				
100 Hz	0.298	0.121	0.423	0.206
1 kHz	0.252	0.203	0.461	0.223
10 kHz	0.208	0.199	0.480	0.216
100 kHz	0.168	0.263	0.513	0.256
1 MHz	0.207	0.563	0.740	0.342
130 °C				
100 Hz	0.292	0.225	0.438	0.248
1 kHz	0.282	0.245	0.495	0.262
10 kHz	0.246	0.237	0.512	0.255
100 kHz	0.203	0.263	0.523	0.268
1 MHz	0.213	0.539	0.802	0.371
150 °C				
100 Hz	0.264	0.333	0.436	0.248
1 kHz	0.294	0.332	0.511	0.282
10 kHz	0.280	0.308	0.543	0.274
100 kHz	0.242	0.327	0.587	0.318
1 MHz	0.247	0.698	1.232	0.396

[0298]

[0299] 표 4에 제시된 바와 같이, Dk는 일정한 주파수에서 온도가 증가함에 따라 감소하고, Dk 변화 정도 및 이의 값은 중요하다. 샘플 A에 대한 Dk는 1 kHz에서의 20 °C 내지 150 °C의 온도 증가에서 3.06 내지 3.01 범위였다. 대조적으로, 샘플 1은 각각의 주파수에서 온도 변화에 민감하지 않았고, 결과적으로 Dk는 상대적으로 변하지 않고 유지되었다. 이것은 1 kHz에서 20 °C 내지 150 °C에서 샘플 #1의 Dk가 3.28 내지 3.27에서 크게 변하지 않고 유지되는 것으로 나타났다. 샘플 #2 및 샘플 #3은 샘플 A와 유사한 경향을 나타냈지만, 1 kHz, 20 °C 내지 150 °C에서의 Dk 값은 실험실의 블렌드보다 상당히 높았고, 이러한 값은 각각 3.26 내지 3.12, 및 3.17 내지 3.12의 범위였다. 또한, Dk 값은 일반적으로 일정한 온도에서 주파수에 따라 감소할 것이다. 20 °C에서 샘플 A의 Dk는 100 Hz 내지 1 MHz의 주파수 범위에서 3.07에서 3.05로 달라졌다. 샘플 #1, 샘플 #2 및 샘플 #3에 대해 유사한 경향이 보고되었지만, Dk 값은 더 높았다. Dk의 증가는, 1 kHz 및 20 °C에서 Dk가 3.2 내지 3.3 범위임을 특징으로 하는 PET, PEN 및 co-PEN 폴리에스터 중합체의 첨가에 기인한다. 높은 Dk는 식 (2)에 설명된 바와 같이 보다 높은 에너지 밀도로 직접 변환된다는 점에서 중요하다.

[0300] 샘플 #1, 샘플 #2 및 샘플 #3의 Df 모두 샘플 A와 비교하여, 필름 조성물에 의존하여 온도 및 주파수가 변함에 따라 증가하였다. 일반적으로 Dk가 높을수록 Df 값이 높을 것으로 이해된다. 1 kHz에서 20 °C 내지 150 °C의 온도 범위에 걸쳐, 샘플 #1의 Df는 0.214% 내지 0.332%의 범위인 반면, 샘플 A의 Df는 0.153% 내지 0.294%의 범위였다. 유사한 방식으로, 샘플 #2 및 샘플 #3의 Df는 각각 0.424%에서 0.511%, 및 0.208%에서 0.282%로 증가하였다. Df는 커패시터 폴리에스터 재료의 특성(높은 Df)임에 따라 필름 내 PET, PEN 또는 co-PEN 함량과 함께 증가할 것으로 예상되었지만, PEI는 온도 범위에 걸쳐 상대적으로 안정하게 유지된다. Df 증가는 이상적인 것으로 간주되지 않지만; 모든 샘플은 커패시터 필름 도포를 위한 1% 미만의 요건 하에 수행되었다.

[0301] 표 7은 테스트된 샘플에 대한 커패시터 필름 성질의 일부를 요약하며, 폴리에스터를 ULTEM 수지에 첨가하는 것이 고온 및 고에너지 커패시터의 유전체 성능을 개선함에 유용하다는 것을 나타낸다.

[0302] 표 6

재료 성질	샘플 A	샘플 #1	샘플 #2	샘플 #3
필름 외관	투명	투명	투명	투명
인열 강도, 20 마이크론 두께, 기계 방향 단위: N/mm	1.93	2.38	0.91	2.09
인열 강도, 20 마이크론 두께, 가로축 방향 단위: N/mm	1.94	2.40	1.18	2.38
알루미늄에서 정적 마찰 계수	0.338	0.41	0.47	0.36
알루미늄에서 동적 마찰 계수	0.223	0.32	0.35	0.31
1 kHz, 73F (23 °C), 50% RH에서 유전 상수	3.06	3.28	3.26	3.17
1 kHz, 73F (23 °C), 50% RH에서 소산 계수, %	0.15	0.21	0.42	0.21
유전체 파괴 강도, 73F (23 °C), 50% RH 10 마이크론 두께 단위: V/마이크론	588	697	666	644

[0303]

[0304] 본 출원으로부터의 미국 국내 단계 출원 단계에 있어서, 본 출원에 언급된 모든 간행물 및 특허는 그 전체가 본 명세서에 참조 문헌으로 포함되며, 이러한 간행물에 기재된 구성 및 방법론들의 기술 및 개시 내용은 본 출원의 방법과 관련하여 사용될 수도 있다. 본 명세서에 논의된 임의의 간행물 및 특허는 본 출원의 출원일 이전에 이들이 개시되었음을 나타내기 위해서만 제공된다. 본 명세서의 어떠한 것도, 본 발명자가 선행 발명의 간행물 및 특허보다 본 출원이 선행함을 인정하는 것으로 해석되어서는 안된다.

[0305] 미국 특허청에 출원함에 있어, 본 출원의 요약서는 37 C.F.R. § 1.72의 요건 및 37 C.F.R. § 1.72(b)에 언급된 목적, “미국 특허청 및 공중이 일반적으로 간단한 조사시에 기술적 개시 내용의 성질 및 요점을 신속하게 판단할 수 있도록 하려는 것이다”에 부합하기 위해 제공된다. 그래서, 본 출원의 요약서는 청구 범위를 해석하거나 본 명세서에 개시된 주제의 범위를 제한하고자 사용되는 것이 아니다. 게다가, 본 명세서에 사용될 수 있는 임의의 표제는 또한 청구 범위를 해석하거나 본 명세서에 개시된 주제의 범위를 제한하고자 사용되는 것이 아니다. 추정 또는 가정으로서 달리 나타내지 않은 한, 실시예를 기재하기 위해 사용된 임의의 과거 시제는 추정 또는 가정적 실시예가 실제로 수행되었음을 반영하고자 하는 것이 아니다.

[0306] 본 출원은 다음의 실시예에 의해 추가적으로 설명되며, 이는 어떠한 방식으로든 이의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다. 이와 반대로, 본 명세서를 읽은 후, 본 발명의 사상 또는 첨부된 청구 범위를 벗어나지 않고 당업자에게 제안될 수 있는 다양한 다른 양태, 구체예, 변형, 및 이의 균등물이 대안이 될 수 있는 것으로 이해하는 것이 타당하다.

[0307] 추가적인 개시

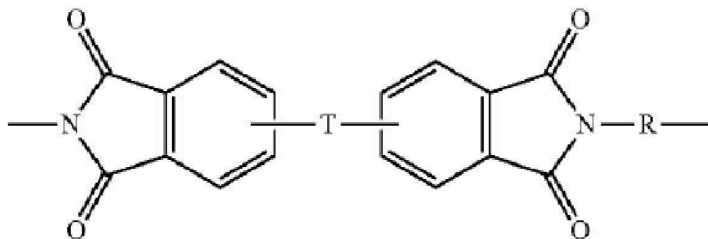
[0308] 다음은 본 발명에 따른 비제한적인 특정 구체예이다:

[0309] 제1 구체예는, 폴리에테이미드 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의 (uniaxially-stretched), 고수율 압출 커패시터 필름으로서; 여기서 폴리에테이미드는 방향족 이무수물 (aromatic dianhydride)과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 여기서 폴리에테이미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며(endcapped); 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을

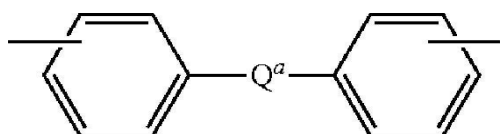
기준으로, 약 90 중량% 이상 포함한다.

- [0310] 제2 구체에는, 제1 구체에의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 두께가 약 0.1 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터이다.
- [0311] 제3 구체에는, 제1 내지 제2 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 두께가 약 0.1 마이크로미터 내지 약 20 마이크로미터이다.
- [0312] 제4 구체에는, 제1 내지 제3 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테이미드는 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테이미드는 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec⁻¹에서의 점도 대 5,000 sec⁻¹에서의 점도의 비율이 약 11 미만이고; 폴리에테이미드는 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에테이미드는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에테이미드는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 170 °C 초과이고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 150 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 1 kHz, 23 °C 및 50% 상대 습도 (RH)에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0% 내지 약 1%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 500 V/마이크로미터 내지 약 800 V/마이크로미터이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가 특성의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이며; 커패시터 필름은 광측침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 표면 조도 평균 (Ra)가 약 +/-3% 미만이다.
- [0313] 제5 구체에는, 제1 내지 제4 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테이미드는 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테이미드는 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec⁻¹에서의 점도 대 5,000 sec⁻¹에서의 점도의 비율이 약 10 미만이고; 폴리에테이미드는 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에테이미드는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에테이미드는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 190 °C 초과이고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 170 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0.1% 내지 약 0.5%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 600 V/마이크로미터 내지 약 800 V/마이크로미터이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가 특성의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이며; 커패시터 필름은 광측침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 표면 조도 평균 (Ra)가 약 +/-3% 미만이다.
- [0314] 제6 구체에는, 제1 내지 제5 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 금속화 표면상에서, 알루미늄 상에서, 및/또는 그 자체 상에서 ASTM D1894에 따라 측정된 동적 마찰 계수가 약 0.75 미만이다.
- [0315] 제7 구체에는, 제1 내지 제6 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 금속화 표면상에서, 알루미늄 상에서, 및/또는 그 자체 상에서 ASTM D1894에 따라 측정된 정적 마찰 계수가 약 0.75 미만이다.
- [0316] 제8 구체에는, 제1 내지 제7 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 1 kHz에서 상기 커패시터 필름의 유전 상수는 약 0 °C 내지 약 170 °C에서 본질적으로 변화되지 않고 유지되며, 이러한 유전 상수는 약 0 °C 내지 약 170 °C의 온도 범위 내에서 최고 유전 상수 값을 기준으로, 약 20% 미만으로 변한다.
- [0317] 제9 구체에는, 제1 내지 제8 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 1 kHz에서 상기 커패시터 필름의 소산 계수는 약 0 °C 내지 약 170 °C에서 본질적으로 변화되지 않고 유지되고, 이러한 소산 계수는 약 0.1% 내지 약 1%이다.
- [0318] 제10 구체에는, 제1 내지 제9 구체에 중 어느 한 구체에의 커패시터 필름으로서, 23 °C 및 50% RH의 1 kHz 내지 100 kHz에서 측정된 상기 커패시터 필름의 소산 계수는 약 0.1% 내지 약 1%이다.

- [0319] 제11 구체예는, 제1 내지 10 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 약 0 °C 내지 약 170 °C에서 상기 커패시터 필름의 파괴 강도 차이는 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도 값의 약 40% 미만이다.
- [0320] 제12 구체예는, 제1 내지 11 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 1 kHz 및 약 0 °C 내지 약 170 °C에서의 정전 용량 차이가 23 °C에서의 정전 용량 값을 기준으로, 약 +/-5% 미만이다.
- [0321] 제13 구체예는, 제1 내지 제12 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 단일 유리 전이 온도가 약 170 °C 이상이다.
- [0322] 제14 구체예는, 제1 내지 제13 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 면적이 100 cm^2 이고 직경이 약 20 마이크론 초과인 2 개 미만의 탄화 내포물을 포함한다.
- [0323] 제15 구체예는, 제1 내지 제14 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 필름 길이가 약 10 m 내지 약 10,000 m이고, 필름 폭이 약 300 mm 내지 약 3,000 mm이며, 전체 필름 표면적의 적어도 약 80%는 무주름이다.
- [0324] 제16 구체예는, 제1 내지 제15 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 탄소/(산소+수소) ($\text{C}/(\text{O}+\text{H})$) 비율이 약 1.25 미만이다.
- [0325] 제17 구체예는, 제1 내지 제16 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 ASTM D1938에 따라 20 마이크론 두께를 가지는 테스트 표본을 사용하여 측정된 기계 방향으로의 트라우저 인열 강도가 약 0.5 N/mm 내지 약 3.0 N/mm이다.
- [0326] 제18 구체예는, 제1 내지 제17 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 ASTM D1938에 따라 20 마이크론 두께를 가지는 테스트 표본을 사용하여 측정된 가로축 방향으로의 트라우저 인열 강도가 약 0.5 N/mm 내지 약 3.0 N/mm이다.
- [0327] 제19 구체예는, 제1 내지 제18 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 상기 커패시터 필름은 커패시터 필름의 전체 중량을 기준으로, 약 1000 ppm 미만의 용매를 포함한다.
- [0328] 제20 구체예는, 제1 내지 제19 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테이미드는 화학식 V으로 나타내고:



- [0329]
- [0330] 화학식 V
- [0331] 여기서 T는 -O- 또는 화학식 -O-Z-O-으로 나타낸 그룹이고, -O- 또는 -O-Z-O- 그룹의 2가 결합은 3,3'; 3,4'; 4,3'; 또는 4,4' 위치에 존재하며, Z는 6 내지 27개의 탄소 원자를 가지는 2가 방향족 탄화수소 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 2 내지 10개의 탄소 원자를 가지는 직선형 또는 분지형 사슬 알킬렌 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 3 내지 20개의 탄소 원자를 가지는 사이클로알킬렌 그룹, 이의 할로겐화 유도체, 또는 화학식 $-(\text{C}_6\text{H}_{10})_z-$ 으로 나타낸 그룹이고, z는 1 내지 4의 정수이고; 여기서 R은 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 잔기이다.
- [0332] 제21 구체예는, 제20 구체예의 커패시터 필름으로서, Z는 화학식 IVa으로 나타낸 2가 그룹이고:

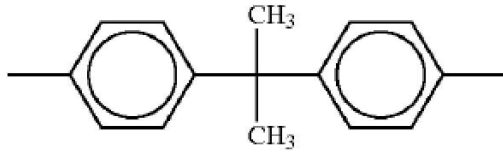


[0333]

[0334] 화학식 IVa

[0335] 여기서 Q^a 는 단일 결합, $-O-$, $-S-$, $-C(O)-$, $-SO_2-$, $-SO-$, 또는 $-C_{y-2y}-$, 이의 할로겐화 유도체이고, y 는 정수 1 내지 5이다.

[0336] 제22 구체예는, 제20 내지 제21 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 Z 는 화학식 XI으로 나타내고:



[0337]
[0338] 화학식 XI

[0339] 제23 구체예는, 제1 내지 제22 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에터이미드는 1.0 아민 그룹 당 약 1.0 내지 약 1.4 몰당량의 무수물 그룹을 포함한다.

[0340] 제24 구체예는, 제1 내지 제23 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민은 치환된 및 비치환된 아닐린, 치환된 및 비치환된 나프틸 1차 아민, 및 치환된 및 비치환된 헤테로아릴 아민을 포함하고, 여기서 치환체는 방향족 고리에 결합된 C_{6-12} 아릴 그룹, 할로겐화 C_{6-12} 아릴 그룹, C_{1-12} 알킬 그룹, 할로겐화 C_{1-12} 알킬 그룹, 설폰 그룹, C_{1-12} 에스터 그룹, C_{1-12} 아마이드 그룹, 할로젠, C_{1-12} 알킬 에터 그룹, C_{6-12} 아릴 에터 그룹, 및 C_{6-12} 아릴 케토 그룹으로 구성된 군으로부터 선택된다.

[0341] 제25 구체예는, 제1 내지 제24 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민은 아닐린을 포함한다.

[0342] 제26 구체예는, 제1 내지 제25 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에터이미드는 폴리에터이미드 설폰을 추가적으로 포함한다.

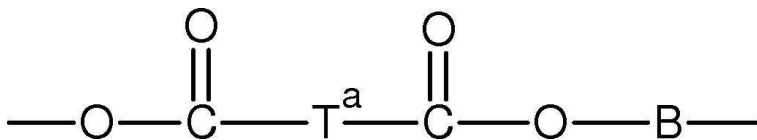
[0343] 제27 구체예는, 제26 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에터이미드:폴리에터이미드 설폰의 중량비는 약 99:1 내지 약 30:70이다.

[0344] 제28 구체예는, 제1 내지 제27 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에터이미드는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 60 중량% 내지 약 99.9 중량%의 양으로 존재한다.

[0345] 제29 구체예는, 제1 내지 제28 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에터이미드는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 70 중량% 내지 약 95 중량%의 양으로 존재한다.

[0346] 제30 구체예는, 제1 내지 제29 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에터이미드는 m -페닐렌다이아민, p -페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하는 폴리에터이미드 이외에, 약 15 중량% 미만의 폴리에터이미드를 포함한다.

[0347] 제31 구체예, 제1 내지 제30 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에스터는 화학식 XII으로 나타낸 반복 구조 단위를 포함하고:



[0348]
[0349] 화학식 XII

[0350] 여기서 B 는 다이하이드록시 화합물, C_{2-10} 알킬렌 그룹, C_{6-20} 치환족 그룹, C_{6-20} 방향족 그룹, 또는 폴리옥시알킬렌 그룹으로부터 유도된 2가 그룹이고, 알킬렌 그룹은 2 내지 6개의 탄소 원자, 또는 택일적으로 2, 3, 또는 4개의 탄소 원자를 포함하고; T^a 는 방향족 다이카복실산, C_{2-10} 알킬렌 그룹, C_{6-20} 치환족 그룹, C_{6-20} 알킬 방향족 그룹, 또는 C_{6-20} 방향족 그룹으로부터 유도된 2가 그룹이다.

- [0351] 제32 구체예는, 제1 내지 제31 구체예 중 어느 하나의 커패시터 필름으로서, 폴리에스터는 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리(1,4-부틸렌 테레프탈레이트) (PBT), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN), 폴리(부틸렌 나프탈레이트) (PBN), 폴리(1,3-프로필렌 테레프탈레이트) (PPT), 폴리(사이클로헥실렌다이메틸렌 테레프탈레이트) (PCT), 폴리트리메틸렌 테레프탈레이트 (PTT), 폴리(1,4-부틸렌 석시네이트) (PBS), 글리콜 변성 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PETG), 글리콜 변성 폴리사이클로헥실렌다이메틸렌 테레프탈레이트 (PCTG), 폴리(1,4-사이클로헥실렌다이메틸렌 1,4-사이클로헥세인다이카복실레이트) (PCCD), 폴리(사이클로헥세인다이메탄올 테레프탈레이트), 폴리(사이클로헥세인다이메탄올-co-에틸렌 테레프탈레이트), 이의 공중합체, 또는 이의 조합을 포함한다.
- [0352] 제33 구체예는, 제1 내지 제32 구체예 중 어느 하나의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에스터는 다음을 가지는 낮은 고유 점도 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함한다: (i) 다이에틸렌 글리콜 유래 함량이 폴리에틸렌 테레프탈레이트의 전체 중량을 기준으로, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%; (ii) 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g; 및 (iii) 카복실 산 말단 그룹 함량이 약 10 meq/kg 내지 약 150 meq/kg.
- [0353] 제34 구체예는, 제32 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 PET는 재생 PET로부터 유도된다.
- [0354] 제35 구체예는, 제32 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 PET는 선형이며, 상기 PET는 양자 핵 자기 공명 분광법에 의해 측정된 PET의 전체 중량을 기준으로, 약 3 중량% 미만의 사이클릭 폴리에스터를 포함한다.
- [0355] 제36 구체예는, 제1 내지 제35 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 0.1 중량% 내지 약 40 중량%의 양으로 존재한다.
- [0356] 제37 구체예는, 제1 내지 제36 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드 내에 약 5 중량% 내지 약 30 중량%의 양으로 존재한다.
- [0357] 제38 구체예는, 제1 내지 제37 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테리미드 및 폴리에스터는 커패시터 필름의 단일 유리 전이 온도를 제공하기 위한 유효량으로 혼화성 중합체 블렌드 내에 각각 존재한다.
- [0358] 제39 구체예는, 제1 내지 제38 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테리미드 및 폴리에스터는 혼화성 중합체 블렌드를 제공하기 위한 유효량으로 커패시터 필름용 중합체 조성물 내에 각각 존재한다.
- [0359] 제40 구체예는, 제1 내지 제39 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 혼화성 중합체 블렌드는 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 인-함유 안정화제를 약 0 중량% 내지 약 2 중량%의 양으로 추가적으로 포함하고, 여기서 인-함유 안정화제는 중량 평균 분자량이 약 500 Da 이상이다.
- [0360] 제41 구체예는, 제1 내지 제40 구체예 중 어느 한 구체예의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 포함하는 물품이다.
- [0361] 제42 구체예는, 제41 구체예의 물품으로서, 필름의 적어도 일부분에 증착되어 금속화 커패시터 필름을 형성하는 금속층을 추가적으로 포함한다.
- [0362] 제43 구체예는, 제42 구체예의 물품으로서, 여기서 금속층은 전도성 금속을 포함한다.
- [0363] 제44 구체예는, 제43 구체예의 물품으로서, 여기서 전도성 금속은 구리, 알루미늄, 은, 금, 니켈, 아연, 티타늄, 크롬, 바나듐, 탄탈럼, 나이오븀, 황동, 또는 이의 조합을 포함한다.
- [0364] 제45 구체예는, 제42 내지 제44 구체예 중 어느 한 구체예의 물품으로서, 여기서 금속층은 약 1 옴스트롬 내지 약 3,000 옴스트롬의 금속층 두께를 가진다.
- [0365] 제46 구체예는, 제42 내지 제45 구체예 중 어느 한 구체예의 물품으로서, 여기서 금속층은 약 1 옴스트롬 내지 약 2,820 옴스트롬의 금속층 두께를 가진다.
- [0366] 제47 구체예는, 제42 내지 제46 구체예 중 어느 한 구체예의 물품으로서, 여기서 금속층은 제곱미터당 약 0.1 내지 약 100 Ohms의 금속층 비저항을 가진다.
- [0367] 제48 구체예는, 제42 내지 제47 구체예 중 어느 한 구체예의 물품으로서, 여기서 금속층은 진공 금속 기상 증착, 고온 진공 증착, 화학적 기상 증착, 원자층 증착, 금속 스퍼터링, 플라즈마 처리, 전자 빔 처리, 화학적 산화 또는 환원 반응, 무전해 습윤-화학적 증착, 또는 이의 조합에 의해 필름의 적어도 일부에 증착된다.

- [0368] 제49 구체예는, 제42 내지 제48 구체예 중 어느 한 구체예의 물품으로서, 여기서 금속화 커패시터 필름은 권취되어, 권취된 금속화 커패시터 필름을 형성한다.
- [0369] 제50 구체예는, 제49 구체예의 권취된 금속화 필름을 포함하는 커패시터이다.
- [0370] 제51 구체예는, 제50 구체예의 커패시터를 포함하는 전기 물품이다.
- [0371] 제52 구체예는, 제50 구체예의 커패시터를 포함하는 자동차 인버터이다.
- [0372] 제53 구체예는, 제50 구체예의 커패시터를 포함하는 자동차 컨버터이다.
- [0373] 제54 구체예는, 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름이 또한 본 명세서에 개시되며, 여기서 폴리에테리미드는 방향족 이무수물과 m-페닐렌다이아민, p-페닐렌다이아민, 또는 이의 조합을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고, 여기서 폴리에테리미드는 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며, 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매(solvent-free)이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함하고; 상기 커패시터 필름은 필름 두께가 약 0.1 마이크론 내지 약 20 마이크론이다.
- [0374] 제55 구체예는, 제54 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테리미드는 폴리에테리미드 섀론을 추가적으로 포함한다.
- [0375] 제56 구체예는, 폴리에테리미드 섀론 및 폴리에스터를 포함하는 혼화성 중합체 블렌드를 포함하는 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름으로서; 여기서 폴리에테리미드 섀론은 방향족 이무수물과 다이아미노 다이페닐을 포함하는 다이아민의 중합으로부터 유도된 단위를 포함하고; 폴리에테리미드 섀론은 치환된 또는 비치환된 방향족 1차 모노아민으로 말단 캡핑되며; 여기서 폴리에스터는 방향족 다이카복실산과 다이하이드록시 화합물의 중합으로부터 유도된 반복 구조 단위를 포함하고; 고수율 압출 커패시터 필름은 무용매이며, 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상 포함한다.
- [0376] 제57 구체예는, 제56 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 커패시터 필름은 필름 두께가 약 0.1 마이크론 내지 약 20 마이크론이다.
- [0377] 제58 구체예는, 제56 내지 제57 구체예 중 어느 한 구체예의 커패시터 필름으로서, 여기서 폴리에테리미드 섀론은 폴리스타이렌 표준을 사용하여 겔 투과 크로마토그래피 (GPC)에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 20,000 Da 내지 약 400,000 Da이고; 폴리에테리미드 섀론은 모세관 유변학적 측정에 의해 340 °C에서 측정된 100 sec^{-1} 에서의 점도 대 $5,000 \text{ sec}^{-1}$ 에서의 점도의 비율이 약 11 미만이고; 폴리에테리미드 섀론은 ASTM D638에 따라 측정된 인장 모듈러스가 약 380,000 psi (2,618 MPa) 이상이고; 여기서 폴리에스터는 GPC에 의해 측정된 중량 평균 분자량이 약 25,000 Da 내지 약 75,000 Da이고; 폴리에스터는 고유 점도가 약 0.1 dl/g 내지 약 0.83 dl/g이고; 여기서 커패시터 필름은 유리 전이 온도가 약 170 °C 초과이고; 커패시터 필름은 ASTM D648에 따라 3.2 밀리미터 (mm) 두께 샘플상에서 264 psi (1.8 Mpa)에서 측정된 열 변형 온도가 약 150 °C 이상이고; 커패시터 필름은 ASTM D150에 따라 1 kHz, 23 °C 및 50% 상대 습도 (RH)에서 측정된 유전 상수가 약 3 내지 약 5이고; 커패시터 필름은 1 kHz, 23 °C 및 50% RH에서 측정된 소산 계수가 약 0% 내지 약 1%이고; 커패시터 필름은 ASTM D149에 따라 23 °C에서 측정된 파괴 강도가 약 500 V/마이크론 내지 약 800 V/마이크론이고; 커패시터 필름은 무주름 영역의 필름 두께 변화가 특정의 측정 면적에 걸친 필름의 평균 두께를 기준으로, 필름 두께의 약 +/-10% 미만이며; 커패시터 필름은 광촉침법에 의해 측정된 평균 필름 두께를 기준으로, 표면 조도 평균 (Ra)가 약 +/-3% 미만이다.
- [0378] 제59 구체예는, 제1 내지 제58 구체예 중 어느 한 구체예의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법으로서, 다음의 단계를 포함한다:
- [0379] (a) 혼화성 중합체 블렌드를 압출하여 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및
- [0380] (b) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.

- [0381] 제60 구체예는, 제1 내지 제59 구체예 중 어느 한 구체예의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법으로서, 다음의 단계를 포함한다:
- [0382] (a) 폴리에테리미드 및 폴리에스터를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계;
- [0383] (b) 상기 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융 중합체를 형성하는 단계;
- [0384] (c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크론 초과 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계;
- [0385] (d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이를 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및
- [0386] (e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.
- [0387] 제61 구체예는, 제60 구체예의 방법으로서, 금속층을 필름의 적어도 일부분에 증착하여 금속화 커패시터 필름을 형성하는 단계를 추가적으로 포함한다.
- [0388] 제62 구체예는, 제61 구체예의 방법으로서, 금속화 커패시터 필름을 권취하여 권취된 금속화 커패시터 필름을 형성하는 단계를 추가적으로 포함한다.
- [0389] 제63 구체예는, 제61 내지 제62 구체예 중 어느 한 구체예의 방법으로서, 금속화 커패시터 필름을 적층하여 적층된 필름 커패시터를 형성하는 단계를 추가적으로 포함한다.
- [0390] 제64 구체예는, 제63 구체예의 방법으로서, 적층된 필름 커패시터를 절단하여 절단된 필름 커패시터를 형성하는 단계를 추가적으로 포함한다.
- [0391] 제65 구체예는, 제56 구체예의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법으로서, 다음의 단계를 포함한다:
- [0392] (a) 혼화성 중합체 블렌드를 압출하여 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및
- [0393] (b) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.
- [0394] 제66 구체예는, 제56 구체예의 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름의 제조 방법으로서, 다음의 단계를 포함한다:
- [0395] (a) 폴리에테리미드 설펜 및 폴리에스터를 조합하여 혼화성 중합체 블렌드를 형성하는 단계;
- [0396] (b) 상기 혼화성 중합체 블렌드를 용융 및 혼합하여 용융 중합체를 형성하는 단계;
- [0397] (c) 상기 용융 중합체를 여과하여 약 1 마이크론 초과 입자를 제거하고 여과된 용융 중합체를 형성하는 단계;
- [0398] (d) 약 250 °C 내지 약 500 °C의 온도에서 플랫 다이를 통해 여과된 용융 중합체를 압출시켜 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계, 여기서 고수율 압출 커패시터 필름은 커패시터 필름의 제조를 위해 사용되는 압출기에 유입하는 혼화성 중합체 블렌드를, 압출기에 유입하기 전 혼화성 중합체 블렌드의 전체 중량을 기준으로, 약 90 중량% 이상을 포함함; 및
- [0399] (e) 고수율 압출 커패시터 필름을 단축 연신하여, 단축-연신의, 고수율 압출 커패시터 필름을 형성하는 단계.
- [0400] 본 발명의 구체예를 도시하고 기재하였지만, 본 발명의 사상 및 교시를 벗어나지 않고 이의 변형이 이루어질 수 있다. 본 명세서에 기재된 구체예 및 실시예는 단지 예시적인 것이며, 제한하려는 것은 아니다. 본 명세서에 개시된 발명의 많은 변형 및 수정이 가능하며, 이는 발명의 범위 내에 있다.
- [0401] 따라서, 보호의 범위는 상술한 설명에 의해 제한되지 않고 오직 다음의 특허 청구범위에 의해서만 제한되며, 이러한 특허 청구범위는 특허 청구범위의 주제의 모든 등가물을 포함한다. 각각의 모든 청구항은 본 발명의 구체예로서 본 명세서에 포함된다. 따라서, 특허 청구범위는 추가적인 설명이며 본 발명의 상세한 설명에 대해 추가된다. 본 명세서에서 인용된 모든 특허, 특허 출원 및 공보의 개시는 본 명세서에 참고로서 포함된다.