



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0010780
(43) 공개일자 2015년01월28일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C08L 79/08</i> (2006.01) <i>C08K 3/30</i> (2006.01)
 <i>C08K 3/22</i> (2006.01) <i>C08K 7/06</i> (2006.01)
 <i>C08G 73/10</i> (2006.01) <i>C08J 5/00</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-7034770</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2013년05월16일
 심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2014년12월11일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/060206</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/171325
 국제공개일자 2013년11월21일</p> <p>(30) 우선권주장
 12183130.9 2012년09월05일
 유럽특허청(EPO)(EP)
 61/647,637 2012년05월16일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 솔베이 스페셜티 폴리머즈 유에스에이, 엘.엘.씨.
 미국 조지아주 알파레타 맥기니스 페리 로드 4500</p> <p>(72) 발명자
 부르크하르트, 토마스
 독일 66994 단 암젠스트라제 7
 발터, 톨프
 독일 67663 카이저슬라우테른 임 호르스트 12
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 양영준, 정진일</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **마찰공학적 방향족 폴리이미드 조성물**

(57) 요약

40 부피% 내지 95 부피%(% v)의 방향족 폴리이미드[중합체(PI)] 1종 이상; 0.1 부피% 내지 15 부피%(% v)의, 화학식 A_nX_m 을 갖는 화합물[화합물 (A_nX_m)] 1종 이상(화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임); 0.1 부피% 내지 30 부피%(% v)의 탄소 섬유 1종 이상; - 0 부피% 내지 15 부피%(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전제 1종 이상을 포함하는 수지 조성물[조성물(C)]로서, 모든 %는 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 한다.

(72) 발명자

펠트너, 한스-페터

독일 67724 곤바흐 발트스트라쎄 6

우, 위홍

미국 30005 조지아주 알파레타 호크혼 코트 962

언더우드, 조프리, 스콧

미국 30319 조지아주 아틀란타 코테즈 레인 1420

스턴, 브라이언, 에이.

미국 30097 조지아주 델루스 허스트본 레인 335

특허청구의 범위

청구항 1

조성물(C)의 총 부피를 기준으로 한 %로,

- 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드[중합체(PI)] 1종 이상,
 - 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, 화학식 A_nX_m 을 갖는 화합물[화합물 (A_nX_m)] 1종 이상(화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임);
 - 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 탄소 섬유 1종 이상;
 - 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전재 1종 이상
- 을 포함하는 수지 조성물[조성물(C)].

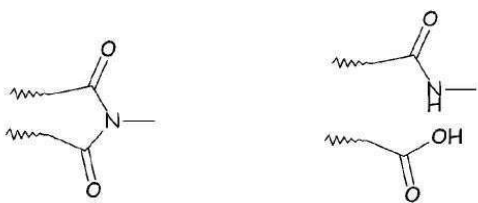
청구항 2

조성물(C)의 총 부피를 기준으로 한 %로,

- 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드[중합체(PI)] 1종 이상,
 - 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, 화학식 WS을 갖는 화합물 1종 이상,
 - 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 탄소 섬유 1종 이상;
 - 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전재 1종 이상
- 을 포함하는 수지 조성물[조성물(C)].

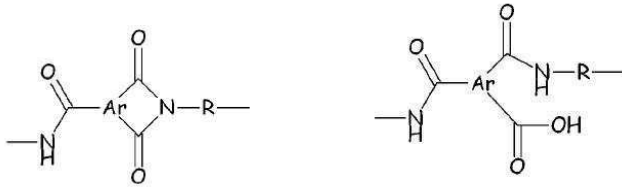
청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 중합체(PI)는 하나 이상의 방향족 고리, 및 하나 이상의 이미드기를 그 상태(화학식 1A) 또는 그의 아미드산 형태(화학식 1B)로 포함하는 반복단위[반복단위(R_{PI})]를 50 몰%를 초과하여 포함하는 것인 조성물(C):



청구항 4

제3항에 있어서, 중합체(PI)는 하나 이상의 방향족 고리, 이미드 상태 및/또는 그의 아미드산 형태의 하나 이상의 이미드기, 및 상기 이미드기의 아미드산 형태에 포함되지 않는 하나 이상의 아미드기를 포함하는 반복단위 [반복단위(R_{PAI})]를 50 몰%를 초과하여 포함하는 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PAI)]이며, 상기 반복단위(R_{PAI})는 하기로 이루어진 군에서 선택되는 것인 조성물(C):

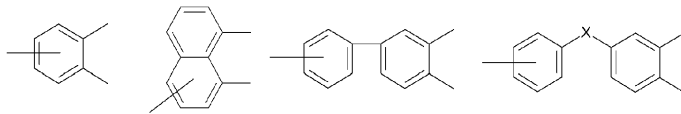


R_{PAl}-a(이미드 형태)

R_{PAl}-b(아미드산 형태)

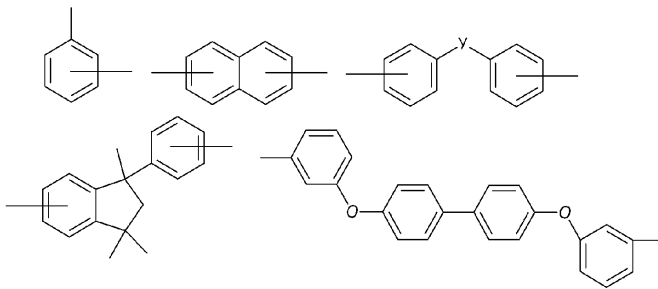
(화학식에서:

Ar는 3가 방향족 기이며; 통상 Ar은 하기 구조들



및 상응하는 임의 치환 구조들로 구성된 기 중에서 선택되며, X는 -O-, -C(O)-, -CH₂-, -C(CF₃)₂-, -(CF₂)_q- (q는 1 내지 5의 정수임)이고;

R은 2가 방향족 기이며; 통상 R은 하기 구조들



및 상응하는 임의 치환 구조들로 구성된 기 중에서 선택되고, Y는 -O-, -S-, -SO₂-, -CH₂-, -C(O)-, -C(CF₃)₂-, -(CF₂)_q (q는 1 내지 5의 정수임)임).

청구항 5

제1항, 제3항 및 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 화합물(A_nX_m)은, X가 S이고, A가 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M)인 금속 황화물이며, 바람직하게 상기 금속 황화물은 ZnS인 조성물(C).

청구항 6

제1항, 제3항 및 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 화합물(A_nX_m)은, X가 S이고, A가 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)인 반금속 황화물인 조성물(C).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 탄소 섬유는 PAN계 탄소 섬유(PAN-CF), 피치계 탄소 섬유, 흑연화 피치계 탄소 섬유 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인 조성물(C).

청구항 8

제7항에 있어서, 탄소 섬유는 길이 대 직경 비가 2 이상인 PAN계 탄소 섬유인 조성물(C).

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 충전제는 TiO₂인 조성물(C).

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 조성물(C)은 플루오로중합체, 운모 및 흑연으로 이루어진 군에서 선택된 첨가제(AD) 1종 이상을 더 포함하고, 상기 첨가제(AD)는 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 1 % v 내지 20 % v의 양으로 존재하는 것을 특징으로 하는 조성물(C).

청구항 11

- 방향족 폴리이미드[중합체(PI)] 1종 이상,
- 화학식 A_nX_m을 갖는 화합물[화합물 (A_nX_m)] 1종 이상(화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되되, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임) 또는 화학식 WS를 갖는 화합물 1종 이상;
- 탄소 섬유 1종 이상; 및
- TiO₂, ZrO₂, SiO₂ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전제 1종 이상,
- 선택적으로, 첨가제(AD) 1종 이상

을 혼합하는 조작용 포함하는, 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 중합체 조성물(C)의 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 중합체(PI), 화합물(A_nX_m), 탄소 섬유, 충전제 및 첨가제들(AD)을 연속식 또는 회분식 장치에서 용융 배합법으로 혼합시켜 용융 배합하는 것인 방법.

청구항 13

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 조성물(C)을 포함하는 물품.

청구항 14

제13항에 있어서, 물품이 베어링 물품인 물품.

청구항 15

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 조성물(C)을 사출 성형, 압출, 블로우 성형, 발포 가공, 압착 성형, 주조 및 코팅시키는 조작용 포함하는, 제13항 또는 제14항에 따른 물품의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본원은 2012년 5월 16일에 출원된 미국 가출원 제61/647637호와 2012년 9월 5일에 출원된 유럽 특허 출원 제 12183130.9호의 우선권을 주장하며, 이들 출원의 각각의 전체 내용을 본원에 사실상 참조로 통합한다.

[0002] 본 발명은 방향족 폴리이미드 중합체, 구체적으로는 마찰공학적 특성이 향상된 방향족 폴리이미드-이미드 중합체 조성물, 그의 제조 방법 및 마찰공학적 물품 제조에서의 그의 용도에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 윤활식 금속류에서 발견되는 강도와 내마모성을 지닌 재료가 요구되는 대다수의 자동차 및 산업적 응용분야에 사용되는 레이디얼 베어링, 축 베어링, 엔진, 기어, 밀봉 링과 같은 여러 마찰공학적 재료의 금속이 점점 더 열

가소성 수지에 의해 대체되고 있다. 상기 응용분야에서는 제조 용이성, 더 높은 성능, 외부 윤활에 대한 의존도가 더 낮거나 거의 없다는 점, 그리고 전체적 비용 절감을 이유로 내부 윤활식 중합체가 금속을 대체하고 있다.

[0004] 향상된 마찰공학적 재료를 개발하는 쪽으로 이미 상당한 노력이 기울어져 왔다.

[0005] 예를 들어, 2005년 5월 5일자의 US 2005/0096234 A(MACK, SR. ET AL.)에는 각종 중합성 매트릭스 물질, 이를테면 특히 폴리아미드이미드(PAI), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리이미드(PI), 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 액정 중합체(LCP), 및 이들의 조합물 및 제1, 제2 첨가제로 기술된 각종 첨가제로 형성된 다양한 플라스틱 조성물로 형성된 플라스틱 구조물이 기재되어 있다. 제1 첨가제는 예를 들면 흑연화 피치계 탄소 섬유, 가령 구체적으로 Thermalgraph DKD 또는 DKA(DKD 또는 DKA 섬유)이다. 제2 첨가제는 특히 테트라플루오로에틸렌(TFE), 이황화몰리브덴, 탄소, 흑연, 활석 및 질화붕소를 포함한다.

[0006] 2006년 6월 6일자의 US 7,056,590 B(KS GLEITLAGER GMBH)에는 선택적으로 다공성 캐리어층이 도포된 금속성 지지층, 및 슬라이딩 파트너를 형성하며 플라스틱에 기반한 재질의 무연(lead-free) 슬라이딩층을 구비한 플레인 베어링 복합 재료가 개시되어 있다. 슬라이딩층 재료는 매트릭스 형성 플라스틱 성분으로서의 PEEK, 황화아연 형태로 제공되는 윤활제, 이산화티탄 형태로 제공되는 경화성 성분, 및 추가로 탄소 섬유를 포함한다. 슬라이딩층 재료의 질량을 기준으로 윤활제 및 경화성 성분의 중량 퍼센트 비율은 5 내지 15 중량% 범위이며, 윤활제와 경화성 성분은 입자 크기 D50값이 500 nm 이하인 미세 입자 형태로 제공된다.

[0007] 다양한 물질을 중합성 매트릭스 재료에 첨가하여 중합성 매트릭스 재료의 마찰공학적 특성을 제공하거나 개선할 수 있다고 알려져 있다. 그러나, 마찰공학적 특성을 향상시키기 위한 첨가제의 선택은 쉽지 않은 일이었다고 앞으로도 쉽지 않을 일인데, 이는 마모성 또는 마찰계수(COF)의 감소와 같이 바람직한 마찰공학적 특성을 제공하거나 개선하는 첨가제는 인성 또는 충격 특성 감소, 인장 강도 감소, 인장 신율 감소 또는 피로 특성 감소와 같이 다른 바람직한 특성의 열화를 가져올 수 있기 때문이다.

[0008] 예를 들어, 극한 조건 하에서 내마모성을 향상시키기 위해 폴리이미드를 흑연, 황화몰리브덴, 질화비스무트 등을 포함한 각종 윤활제와 배합하였다. 양호한 마찰 특성 및 마모 특성이 요구되는 다양한 응용분야에서는, 플루오로중합체와 함께, 폴리이미드 및 흑연을 포함한 조성물을 폭넓게 사용하여 왔다. 그러나, 이렇게 원하는 마찰 특성과 마모 특성을 획득하기 위해 필요한 수준으로 상기 재료들을 상기 첨가제들과 배합하였을 때 상기 재료들의 강도 특성 또한 감소한다.

[0009] 또한, 가령 상기 첨가제의 마모성 감소와 같은 첨가제 효과는 해당 첨가제가 첨가되는 중합체에 따라 특성화된다.

[0010] 따라서, 광범위한 작동 조건에 걸쳐 향상된 마찰공학적 특성을 지니는 동시에 높은 농도 또는 인성과 같이 중합성 매트릭스 재료의 모든 중요한 특성들을 유지하는, 중합성 매트릭스 재료와 첨가제의 새로운 조합물에 기반한 신규 중합성 조성물에 대한 지속적인 요구가 있다.

발명의 내용

[0011] 본 발명은 하기를 포함하는 수지 조성물[조성물(C)]에 관한 것이다:

[0012] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리이미드[중합체(PI)] 1종 이상,

[0013] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, 화학식 A_nX_m 을 갖는 화합물[화합물(A_nX_m)] 1종 이상 - (화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임);

[0014] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 탄소 섬유 1종 이상;

[0015] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0 부피% 내지 15 부피(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전제 1종 이상.

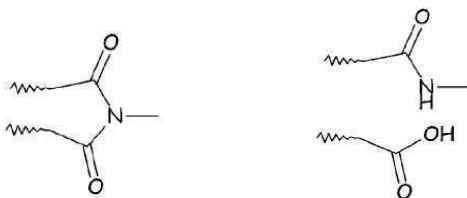
[0016] 본 발명의 또 다른 구체적인 목적은 하기를 포함하는 수지 조성물[조성물(C)]이다:

[0017] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 40 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리이미드[중합체(PI)] 1종 이상;

- [0018] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 내지 15 부피(% v)의, 화학식 WS를 가진 화합물 1종 이상;
- [0019] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 내지 30 부피(% v)의 탄소 함유 1종 이상;
- [0020] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0 내지 15 부피(% v)의, TiO₂, ZrO₂, SiO₂ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전제 1종 이상.

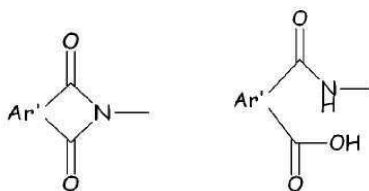
[0021] 본 출원인은 위에 언급한 바와 같이 중합체(PI)와, 화합물(A_nX_m)(화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되되, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임) 1종 이상 또는 화학식 WS를 갖는 화합물 1종 이상과; 탄소 함유 1종 이상, 선택적으로는 충전제 1종 이상과의 조합물이 마찰공학적 특성에서 극적이면서 기대치 못한 향상 효과를 갖는, 이를테면 내마모성, 저마찰, 저온 생성 및 높은 제한 압력값과 속도(PV)값을 갖는 조성물(C)을 제공한다는 것을 발견하였다. 특히, 본 발명의 조성물(C)은 속도 민감도 면에서 이례적인 감소를 나타낸다. 상기 조성물(C)은 또한 향상된 기계적 특성, 이를테면 더 높은 인장 탄성률을 가진다.

[0022] 본 발명의 목적상, "방향족 폴리이미드[중합체(PI)]"는 하나 이상의 방향족 고리 및, 하나 이상의 이미드기를 그 상태(화학식 1A) 또는 그의 아미드산 형태(화학식 1B)로 포함하는 반복단위[반복단위(R_{PI})]를 50 몰%를 초과하여 포함하는 임의의 중합체를 가리키고자 한다:



[0023] <화학식 1A> <화학식 1B>

[0024] 유리하게 이미드기는 그 상태 또는 그의 해당 아미드산 형태로서 아래에 예시된 것과 같은 방향족 고리에 연결된다:



[0025] <화학식 2A> <화학식 2B>

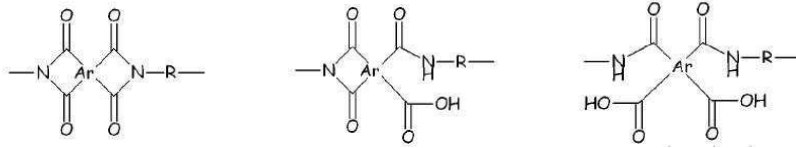
[0026] 화학식에서, Ar'는 하나 이상의 방향족 고리를 함유한 모이어티를 나타낸다.

[0027] 유리하게 이미드기는 이를테면, 가령, 벤젠(프탈이미드-유형 구조, 화학식 3) 및 나프탈렌(나프탈이미드-유형 구조, 화학식 4)과 함께, 5- 또는 6-원 헤테로방향족 고리를 생성하는 축합 방향족 시스템으로 존재한다.



[0028] <화학식 3> <화학식 4>

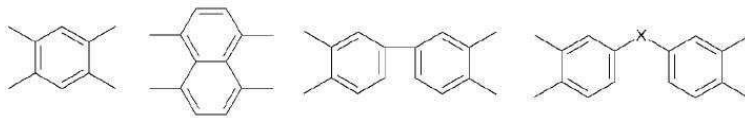
[0032] 하기 화학식들은 반복단위(R_{PI})(화학식 5A 내지 5C)의 예를 도시한다:



[0033] <화학식 5A> <화학식 5B> <화학식 5C>

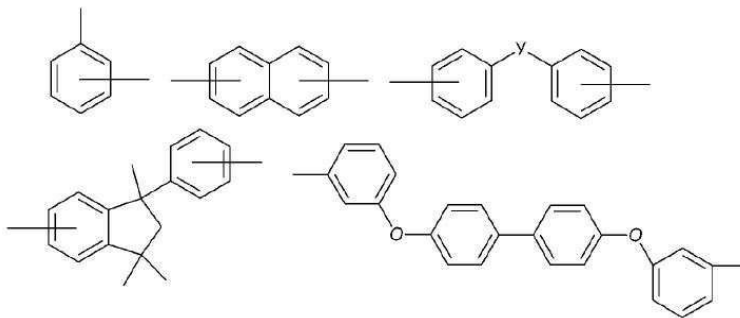
[0035] 화학식에서:

[0036] Ar은 방향족 4가 기를 나타내고: 통상 Ar은 하기 구조들



[0037] 및 상응하는 임의 치환 구조들로 구성된 기 중에서 선택되고: X는 -O-, -C(O)-, -CH₂-, -C(CF₃)₂-, -(CF₂)_q- (q는 1 내지 5의 정수임)이다.

[0039] R은 방향족 2가 기를 나타내며, 통상 R은 하기 구조들



[0040] 및 상응하는 임의 치환 구조들로 구성된 기 중에서 선택되고: Y는 -O-, -S-, -SO₂-, -CH₂-, -C(O)-, -C(CF₃)₂-, -(CF₂)_q (q는 1 내지 5의 정수임)이다.

[0042] 본 발명의 목적에는 DuPont사에서 VESPEL[®] 폴리이미드로 시판 중인 폴리이미드 또는 Mitsui사에서 AURUM[®] 폴리이미드로 시판 중인 폴리이미드가 적합하다.

[0043] 중합체(PI)의 반복단위(R_{PI})는 이미드기 외에도 하나 이상의 관능기를 그 상태 및/또는 아미드산 형태로 포함할 수 있다. 이 기준에 부합되는 중합체의 비제한적 예로는 방향족 폴리에스테르이미드(PEI) 및 방향족 폴리아미드-이미드(PAI)가 있다.

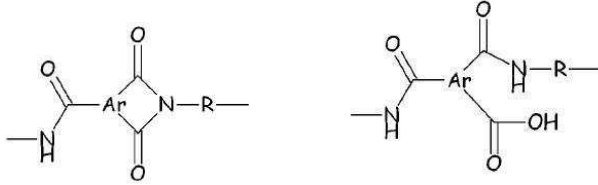
[0044] 본 발명의 특정한 일 구현예에서, 중합체(PI)는 방향족 폴리에스테르이미드(PEI) 및 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PAI)]로 이루어진 군에서 선택된다.

[0045] 본 발명의 목적상, "방향족 폴리에스테르이미드"는 하나 이상의 방향족 고리, 이미드 상태 및/또는 그의 아미드산 형태의 하나 이상의 이미드기, 및 하나 이상의 에스테르기를 포함하는 반복단위[반복단위(R_{PI})]를 50 몰%를 초과하여 포함하는 임의의 중합체를 가리키고자 한다. 통상, 방향족 폴리에스테르이미드는 무수 트리멜리트 및 무수 트리멜리트 1산 할로겐화물 중에서 선택된 1종 이상의 산 단량체를 1종 이상의 디올과 반응시킨 후, 1종 이상의 디아민과 반응시킴으로써 제조된다.

[0046] 본 발명의 목적상, "방향족 폴리아미드-이미드 중합체 [중합체(PAI)]"는 하나 이상의 방향족 고리, 이미드 상태 및/또는 그의 아미드산 형태, 및 하나 이상의 이미드기의 아미드산 형태에 포함되지 않는 하나 이상의 아미드기

를 포함하는 반복단위[반복단위(R_{PAI})]를 50 몰%를 초과하여 포함하는 임의의 중합체를 가리키고자 한다.

반복단위(R_{PAI})는 유리하게 하기 화학식의 반복단위 중에서 선택된다:

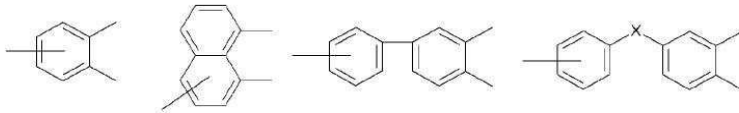


R_{PAI}-a(이미드 형태)

R_{PAI}-b(아미드산 형태)

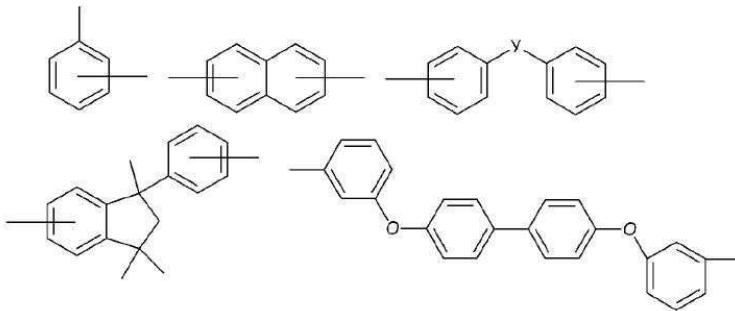
화학식에서:

Ar는 3가 방향족 기이며; 통상 Ar은 하기 구조들



및 상응하는 임의 치환 구조들로 구성된 기 중에서 선택되며, X는 -O-, -C(O)-, -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -C(CF₃)₂-, -(CF₂)_q- (q는 1 내지 5의 정수임)이고;

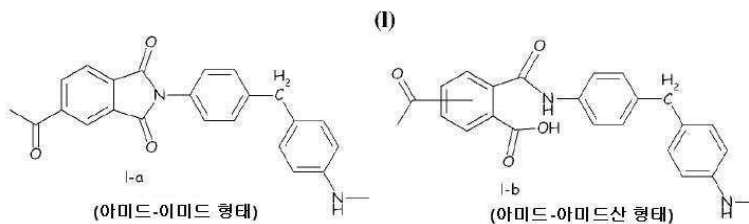
R은 2가 방향족 기이며; 통상 R은 하기 구조들



및 상응하는 임의 치환 구조들로 구성된 기 중에서 선택되고, Y는 -O-, -S-, -SO₂-, -CH₂-, -C(O)-, -C(CH₃)₂-, -C(CF₃)₂-, -(CF₂)_q- (q는 1 내지 5의 정수임)이다.

바람직하게, 방향족 폴리이미드-이미드는 그 상태(가령, 반복단위(R_{PAI}-a)), 및/또는 아미드산 형태(가령, 반복단위(R_{PAI}-b))로 존재하는 이미드기로 이루어진 반복단위(R_{PAI})를 50 몰% 초과하여 포함한다.

바람직하게 반복단위(R_{PAI})는 아미드-이미드 형태(a) 또는 아미드-아미드산 형태(b)의 반복단위(1), (m) 및 (n) 중에서 선택된다:

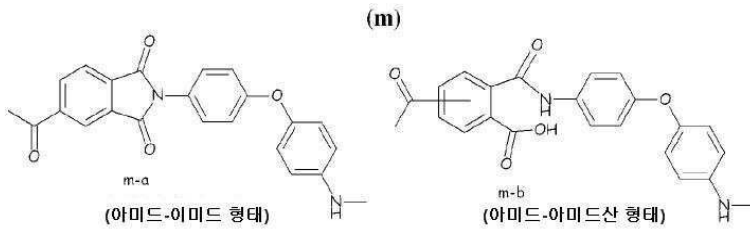


(아미드-이미드 형태)

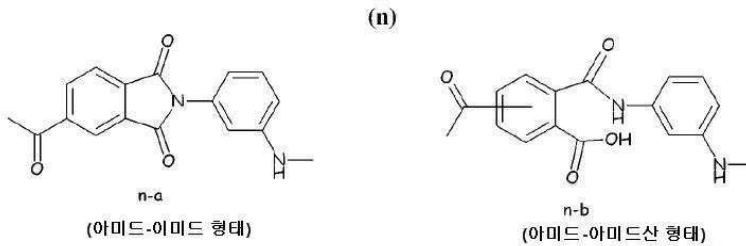
(아미드-아미드산 형태)

(1-b)에 나타낸 바와 같이 방향족 고리에 2개의 아미드기가 부착된 것은 1,3 및 1,4 폴리이미드-아미드산 구성

을 나타내는 것으로 이해할 수 있고;



(m-b)에 나타낸 바와 같이 방향족 고리에 2개의 아미드기가 부착된 것은 1,3 및 1,4 폴리아미드-아미드산 구성을 나타내는 것으로 이해할 수 있고;



(n-b)에 나타낸 바와 같이 방향족 고리에 2개의 아미드기가 부착된 것은 1,3 및 1,4 폴리아미드-아미드산 구성을 나타내는 것으로 이해할 수 있다.

더 바람직하게, 중합체(PAI)는 반복단위(R_{PAI})를 90 몰% 초과하여 포함한다. 더욱더 바람직하게는 반복단위(R_{PAI}) 외에 어떠한 반복단위도 함유하지 않는다. Solvay Specialty Polymers USA, L.L.C.에서 TORLON[®] 폴리아미드-이미드로 시판 중인 중합체는 상기 기준에 부합된다.

중합체(PI)의 총 부피는 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게 50 % v 초과, 바람직하게는 60 % v 초과, 더 바람직하게는 70 % v 초과, 더욱더 바람직하게는 80 % v 초과, 훨씬 더 바람직하게는 90 % v를 초과한다.

바람직한 일 구현예에서, 중합체(PAI)의 총 부피는 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게 50 % v 초과, 바람직하게는 60 % v 초과, 더 바람직하게는 70 % v 초과, 더욱더 바람직하게는 80 % v 초과, 훨씬 더 바람직하게는 90 % v를 초과한다.

조성물(C)은 1종 이상의 화합물(A_nX_m)을 포함하며, 화학식에서 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 T1로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4이다. 본 발명과 관련하여, "1종 이상의 화합물(A_nX_m)"이란 언급은 화합물(A_nX_m) 1종 또는 2종 이상을 가리키고자 한다. 이들 화합물(A_nX_m)의 혼합물 또한 본 발명의 목적을 위해 사용가능하다.

화합물(A_nX_m)에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 T1로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택된다.

바람직한 일 구현예에서, A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 T1로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M)이다. 바람직하게, M은 Mo, Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Zn, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된다. 더 바람직하게, M은 Zn이다.

또 다른 바람직한 구현예에서, A는 Fe, Co, Fe, Co, Ni, Cu, Ag 및 Zn로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M)이다.

화합물(A_nX_m)에서, 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, X의 성질과 X의 개수 m은 원자 m의 특성 및 원자가에 의해 결정되는 것으로 이해되고 있다. 해당되는 경우, 복수의 A 및 복수의 X는

동일하거나 상이할 수 있다.

- [0073] 바람직하게, X는 S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 선택된다. 더 바람직하게, X는 S이다.
- [0074] X의 성질에 따라, 전술된 바와 같이 화합물(A_nX_m)은 그 전체가 본원에 참조로 통합된 웹 사이트 <http://webmineral.com/strunz.shtml>에 구체적으로 보고된 것처럼 Berzelian 분류 또는 Strunz에 따라 황화물, 안티몬화물, 비소화물, 셀렌화물, 텔루르화물 및 황염으로 분류될 수 있다.
- [0075] 본 발명의 목적상, X가 S이고, A가 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M)일 때, 화합물(A_nX_m)은 금속 황화물로 분류된다.
- [0076] 본 발명의 목적상, X가 S이고, A가 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)일 때, 화합물(A_nX_m)은 반금속 황화물로 분류된다.
- [0077] 본 발명의 목적상, X가 As, Sb, Se 및 Te로 이루어진 군에서 선택될 때, 이에 형성되는 광물은 황화물과 매우 유사한 화학적 구조를 가진다. 이들은 각각 비소화물, 안티몬화물, 셀렌화물, 및 텔루르화물로 분류된다.
- [0078] 본 발명의 목적상, 화합물(A_nX_m)이 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M)인 A 하나 이상과, As 및 Sb로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)인 A 하나 이상을 포함하고; X는 S일때, 화합물(A_nX_m)은 황염으로 분류된다.
- [0079] 금속 황화물의 비제한적 예로는 FeS₂, PbS, ZnS, CuFeS₂, CuS, HgS, Cu₂S 및 MoS₂가 있다. 가장 바람직한 금속 황화물은 ZnS이다.
- [0080] 반금속 황화물의 비제한적 예로는 AsS, As₂S₃ 및 Bi₂S₃이 있다.
- [0081] 황염의 비제한적 예로는 CoAsS, Ag₃SbS₃ 및 Ag₃AsS₃가 있다.
- [0082] 본 발명의 조성물(C)은 화합물(A_nX_m)을 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게는 0.5% v 이상, 바람직하게는 1.0% v 이상, 더 바람직하게는 2.0% v 이상의 양으로 포함한다.
- [0083] 본 발명의 조성물(C)은 화합물(A_nX_m)을 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게는 12% v 이하, 바람직하게는 8.0% v 이하, 더 바람직하게는 4% v 이하의 양으로 포함한다.
- [0084] 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 화합물(A_nX_m)을 1.0 내지 4.0% v의 양으로 포함하는 조성물이 특히 양호한 결과를 제공하였다.
- [0085] 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 화합물(WS)을 1.0 내지 4.0% v의 양으로 포함하는 조성물이 특히 양호한 결과를 제공하였다.
- [0086] 바람직하게, 조성물(C)의 상기 언급된 화합물(A_nX_m)은 D50 입자 크기값이 400 nm 이하, 바람직하게는 300 nm 이하인 미세 입자 형태로 존재한다. 조성물(C)의 화합물(A_nX_m)의 D50 입자 크기값은 바람직하게 100 nm 또는 그 이상이고, 더 바람직하게는 200 nm 이상이다. 조성물(C)의 화합물(A_nX_m)의 D50 입자 크기값이 300 nm인 경우에 특히 양호한 결과를 얻었다.
- [0087] 본 발명의 목적상, 입자 크기의 D50값은 입자 크기란, 이를테면 해당 물질의 50 중량%가 더 큰 입자 크기를 지니고 있고, 50 중량%가 더 작은 입자 크기를 지니고 있다는 것을 의미한다.
- [0088] 화합물(A_nX_m)의 D50 입자 크기값은 예를 들어 Malvern사(마스터사이저 Micro 또는 3000)에서 제조하는 각 장비를 사용한 광산란 기법(동적 또는 레이저)을 이용하거나 또는 DIN 53196에 따라 스크린 분석법을 이용하여 측정된다.
- [0089] 본 발명의 바람직한 일 구현예에서, 화합물(A_nX_m)은 D50 입자 크기값이 200 내지 400 nm인 ZnS이다.
- [0090] 조성물(C)은 1종 이상의 탄소 함유를 포함한다.
- [0091] 본 발명의 목적상, "탄소 함유"란 용어는 흑연화, 부분 흑연화 및 비-흑연화된 탄소 강화 함유 또는 이들의 혼

합물을 포함하고자 한다.

- [0092] 본 발명의 목적상, "섬유"란 용어는 비교적 높은 강인성과, 길이 대 직경의 비율이 지극히 높은 것을 특징으로 하는 고체(중중, 결정)의 기본적 형태를 의미한다.
- [0093] "흑연화"란 용어는 탄소 섬유를 고온 열분해(2000℃ 초과)시켜 수득되는 탄소 섬유를 나타내고자 하며, 이때 탄소 원자들은 흑연 구조와 유사한 방식으로 배치된다.
- [0094] 본 발명에 유용한 탄소 섬유는 유리하게 가령 레이온, 폴리아크릴로니트릴(PAN), 방향족 폴리아미드 또는 페놀성 수지와 같은 다양한 중합체 전구체의 열처리 및 열분해에 의해 수득될 수 있으며; 본 발명에 유용한 탄소 섬유는 또한 피치성 재료로부터 수득가능하다.
- [0095] 본 발명에 유용한 탄소 섬유는 바람직하게 PAN계 탄소 섬유(PAN-CF), 피치계 탄소 섬유, 흑연화 피치계 탄소 섬유, 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택된다. 더 바람직하게, 탄소 섬유는 PAN계 탄소 섬유 및 흑연화 피치계 섬유 중에서 선택된다. PAN계 탄소 섬유(PAN-CF)가 가장 바람직하다.
- [0096] PAN계 탄소 섬유(PAN-CF)의 직경은 유리하게 5 내지 20 μm , 바람직하게는 7 내지 15 μm , 더 바람직하게는 8 내지 12 μm , 가장 바람직하게는 6 내지 8 μm 이다. 직경이 7 μm 인 PAN계 탄소 섬유(PAN-CF)를 사용한 경우에 양호한 결과를 얻었다.
- [0097] PAN-CF는 임의의 길이를 가질 수 있다. 일반적으로, PAN-CF의 길이는 50 μm 이상이다.
- [0098] PAN-CF의 길이는 유리하게 1 μm 내지 1 cm, 바람직하게는 1 μm 내지 1 mm, 더 바람직하게는 5 μm 내지 500 μm , 더욱더 바람직하게는 50 내지 150 μm 이다.
- [0099] PAN-CF의 길이 대 직경의 비율은 2 이상, 바람직하게는 5 이상, 더 바람직하게는 7 이상이다.
- [0100] PAN-CF의 길이 대 직경의 비율은 2 내지 30, 바람직하게는 5 내지 25, 더 바람직하게는 7 내지 20의 비율이다. 14 μm 의 비율을 가진 PAN계 탄소 섬유(PAN-CF)를 사용한 경우에 양호한 결과를 얻었다.
- [0101] 흑연화 피치계 탄소 섬유는 흑연질 탄소를 약 50 중량% 이상, 약 75 중량% 초과, 실질적으로 최대 100%까지 함유한 상업용 공급원에서 쉽게 입수가능하다. 본 발명을 시행하는데 사용하기에 특히 적합한 고도 흑연질 탄소 섬유는 또한 매우 전도성이 높다는 것을 특징으로 할 수 있으며, 이러한 섬유의 탄성률은 일반적으로 in^2 당 약 80 내지 약 120 백만 파운드, 즉 million lbs/in²(MSI)이다. 특정 구현예에서 고도 흑연질 탄소 섬유의 탄성률은 약 85 내지 약 120 MSI이고, 다른 특정 구현예에서는 약 100 내지 약 115 MSI이다.
- [0102] 피치계 CF의 직경은 유리하게 5 내지 20 μm , 바람직하게는 7 내지 15 μm , 더 바람직하게는 8 내지 12 μm 이다.
- [0103] 피치계 CF는 임의의 길이를 가질 수 있다. 피치계 CF의 길이는 유리하게 1 μm 내지 1 cm, 바람직하게는 1 μm 내지 1 mm, 더 바람직하게는 5 μm 내지 500 μm , 더욱더 바람직하게는 10 내지 20 μm 이다.
- [0104] 피치계 CF의 길이 대 직경의 비율은 유리하게 0.1 이상, 바람직하게는 3.0 이상, 더 바람직하게는 10.0 이상이다.
- [0105] 피치계 CF의 길이 대 직경의 비율은 유리하게 0.1 내지 30.0 이상, 바람직하게는 3 내지 20 이상, 더 바람직하게는 10 내지 15이다.
- [0106] 탄소 섬유는 흡드 탄소 섬유로 활용될 수 있거나, 또는 섬유를 밀링시키거나 미분화시켜 수득될 수 있는 상태의 미립자 형태로 활용될 수 있다.
- [0107] 본 발명을 시행하는데 사용하기에 적합한 미분화된 흑연화 피치계 탄소 섬유는 Cytec Carbon Fibers사의 ThermalGraph DKD X 및 CKD X 등급 피치계 탄소 섬유 및 Mitsubishi Carbon Fibers사의 Diaload 탄소 섬유를 비롯한 상업용 공급원으로부터 입수가능하다. 본 발명에 바람직하게 사용되는 밀링형 PAN계 탄소 섬유 역시 상업용 공급원으로부터 수득가능하다.
- [0108] 본 발명의 조성물(C)은 탄소 섬유를 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게 0.5 % v 이상, 바람직하게는 1.0 % v 이상, 더 바람직하게는 5.0 % v 이상의 양으로 포함한다.
- [0109] 본 발명의 조성물(C)은 탄소 섬유를 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게 30 % v 이하, 바람직하게는 25 %

v 이하, 더 바람직하게는 15 % v 이하의 양으로 포함한다.

- [0110] 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 탄소 함유를 5 내지 10 % v의 양으로 포함한 조성물이 특히 양호한 결과를 제공하였다.
- [0111] 조성물(C)은 TiO₂, ZrO₂, SiO₂ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전재를 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0112] 본 발명의 목적상, "충전재"란 용어는 표면 처리된 충전재, 비-처리된 충전재 및 코어/셸 구조의 충전재 또는 이들의 혼합물을 포함하고자 한다. "표면 처리된 충전재"란 용어는 상기 충전재의 표면을 특히 열처리, 또는 예컨대 실란 또는 포스포네이트를 사용한 화학적 처리, 또는 플라즈마 처리하여 수득되는 충전재를 가리키고자 한다. "코어/셸 구조의 충전재"란 용어는 TiO₂, ZrO₂, SiO₂ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 코어로 구성된 충전재를 포함하고자 하며, 이들은 일반적으로 수백 개 내지 수천 개의 원자들로 만들어지며, 이온성 또는 비이온성 계면활성제 분자(이들테면, 특히 실란, 예컨대 아미노 관능화된 실란)의 유기 외부층으로 둘러싸이거나 또는 특히 금속산화물을 포함한 추가의 무기 외부층으로 둘러싸여 있다.
- [0113] 조성물(C)이 충전재를 포함하는 경우, 충전재는 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 보통 15 % v 이하, 바람직하게는 10 % v 이하, 더 바람직하게는 5 % v 이하의 양으로 존재한다.
- [0114] 본 발명의 조성물(C)은 충전재를 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게는 0.1 % v 이상, 바람직하게는 0.5 % v 이상, 더 바람직하게는 1.0 % v 이상, 가장 바람직하게는 2.0 % v의 양으로 포함한다.
- [0115] 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 충전재를 2 % v의 양으로 포함한 조성물이 특히 양호한 결과를 제공하였다.
- [0116] 바람직하게 충전재는 TiO₂이다. 더 바람직하게 충전재는 표면 처리된 TiO₂이다.
- [0117] 바람직하게, 조성물(C)의 상기 언급된 충전재는 D50 입자 크기값이 400 nm 이하, 바람직하게는 300 nm 이하인 미세 입자 형태로 존재한다. 조성물(C)의 충전재의 D50 입자 크기값은 바람직하게 100 nm 또는 그 이상이고, 더 바람직하게는 200 nm 이상이다. 충전재의 D50 입자 크기값이 300 nm인 조성물(C)이 특히 양호한 결과를 제공하였다.
- [0118] 본 발명의 바람직한 일 구현예에서, 충전재는 D50 입자 크기값이 200 내지 400 nm인 TiO₂이다.
- [0119] 충전재의 D50 입자 크기값은 예를 들어 Malvern사(마스터사이저 Micro 또는 3000)에서 제조하는 각 장비를 사용한 광산란 기법(동적 또는 레이저)을 이용하거나 또는 DIN 53196에 따라 스크린 분석법을 이용하여 측정된다.
- [0120] 본 발명의 조성물(C)은 상기 조성물(C)의 마찰공학적 특성을 더 향상시키기 위해 당해 기술분야에 공지된 첨가제들 중에서 선택된 첨가제(AD) 1종 이상을 추가로 포함할 수 있다. 이러한 첨가제(AD)의 비제한적 예로는, 특히, 당해 기술분야에서 윤활제로 사용하는 것으로 알려져 있는 플루오로중합체, 흑연, 운모 등이 있다.
- [0121] 일반적으로, 조성물(C)에 첨가되는 상기 추가적인 첨가제(AD)의 양은 당해 기술분야에서 관행인 범위 내에 속하는 것으로 이해하면 된다.
- [0122] 본 발명을 시행하는데 사용하기에 적합한 플루오로중합체는 윤활제로 사용하기에 적합한 것으로 당해 기술분야에 공지된 플루오로중합체 중 임의의 것일 수 있으며, 바람직하게는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)일 수 있다. PTFE 수지는 내화학적 및 윤활성과 인성으로 널리 알려져 있고, PTFE 분말은 광범위한 재료의 윤활성을 향상시키는 용도로 오랫동안 사용되어 왔다. PTFE 구체(sphere) 또는 비드를 중합성 조성물에 혼입시켜 내부 윤활제로서의 역할을 하고, 개선된 마찰 특성과 마모 특성을 지닌 매끄럽고 미끈거리는 표면을 생성하도록 할 수 있다. 적합한 플루오로중합체 수지는 DuPont사의 Zonyl[®] 플루오로첨가제, Daikin America Inc의 Daikin-Polyflon[™] PTFE, Solvay Specialty Polymers SpA사의 Polymist PTFE, 및 Dyneon사의 Polyube PA 5956 또는 TF9205를 비롯한 다양한 공급원으로부터 쉽게 상업적으로 입수가 가능하다.
- [0123] 본 발명을 시행하는데 사용하기에 적합한 PTFE의 평균 입자 크기는 유리하게 0.1 내지 40.0 μm, 바람직하게는 1 내지 30 μm, 더 바람직하게는 2 내지 15 μm이다. 평균 입자 크기가 8 μm인 경우에 양호한 결과를 얻었다. 평균 입자 크기는 ISO 13321 방법에 따라 측정가능하다.
- [0124] 조성물(C)이 PTFE를 포함할 때, PTFE는 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 일반적으로 1 % v 이상, 바람직하게는

3 % v 이상, 더 바람직하게는 5 % v 이상, 가장 바람직하게는 7 % v의 양으로 존재한다.

- [0125] 본 발명의 조성물(C)은 PTFE를 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게는 20 % v 이하, 바람직하게는 15 % v 이하, 더 바람직하게는 10 % v 이하의 양으로 포함한다.
- [0126] 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 PTFE를 7 내지 10 % v의 양으로 포함한 조성물이 특히 양호한 결과를 제공하였다.
- [0127] 본 발명에 따른 제재에 사용하기에 적합한 흑연은 일반적으로 구형 또는 층상형이다. 바람직하게는 흑연이 미세 입자로 존재할 수 있다. 흑연은 D50 입자 크기값이 유리하게는 1 내지 30 μm , 바람직하게는 8 내지 25 μm , 더 바람직하게는 18 내지 22 μm 인 미세 입자로 존재할 수 있다.
- [0128] 일반적으로, 본 발명의 조성물(C)은 흑연을 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 1 % v 이상, 바람직하게는 3 % v 이상, 더 바람직하게는 5 % v 이상의 양으로 포함한다.
- [0129] 본 발명의 조성물(C)은 흑연을 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 유리하게는 20 % v 이하, 바람직하게는 15 % v 이하, 더 바람직하게는 10 % v 이하의 양으로 포함한다.
- [0130] 조성물(C)의 총 부피를 기준으로 흑연을 10 % v의 양으로 포함한 조성물이 특히 양호한 결과를 제공하였다.
- [0131] 높은 압력과 높은 표면 속도(높은 PV)에서의 사용시 폴리이미드 수지의 마모 특성과 마찰 특성을 극적으로 개선시키는 효과를 낳기 위해, 경도가 낮고 열적으로 안정적인 시트형 무기 실리케이트, 이를테면 백운모를 첨가하는 것에 대해 당해 기술분야에 개시되어 있다. 원한다면, 조성물(C)에 상기 시트형 실리카 첨가제를 100부당 약 5 내지 약 20 pbv 첨가하면 심히 극한 조건 하에서 사용되도록 의도된 재료에 유익할 수도 있다.
- [0132] 선택적으로, 본 발명의 조성물(C)은 1종 이상의 성분(I), 이를테면 가령 중합체 조성물의 특정한 특성들, 구체적으로 단기 기계적 능력(즉, 기계적 강도, 인성, 경도, 강성도), 열 전도도, 크리프 강도 및 내균열성, 고온 치수안정성, 내피로성 등을 향상시키는 첨가제들을 더 포함할 수 있다. 상기 다른 성분(I)의 비제한적 예로는, 구체적으로, 유리 섬유; 유리 비드; 석면 섬유; 붕소 섬유(예컨대, 텅스텐 또는 탄산염 방사에 붕소 마이크로그레놀을 증착시켜 수득됨); 금속 섬유; 세라믹 섬유, 이를테면 질화규소 Si_3N_4 ; 활석-유리 섬유; 규산칼슘 섬유, 이를테면 규회석 마이크로섬유; 탄화규소 섬유; 금속 붕화물 섬유(예컨대, TiB_2) 및 이들의 혼합물이 있을 수 있다.
- [0133] 바람직한 일 구현예에서, 본 발명의 조성물(C)은
- [0134] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 전술된 바와 같은 40 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PAI)] 1종 이상,
- [0135] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, 화학식 A_nX_m 을 갖는 화합물[화합물(A_nX_m)] 1종 이상 - (화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임);
- [0136] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 탄소 섬유 1종 이상;
- [0137] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전재 1종 이상;
- [0138] - 선택적으로, 플루오로중합체, 흑연 및 운모로 이루어진 군에서 선택된 첨가제(AD) 1종 이상;
- [0139] - 선택적으로, 다른 성분(I)
- [0140] 을 포함한다.
- [0141] 다른 바람직한 구현예에서, 본 발명의 조성물(C)은
- [0142] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 전술된 바와 같은 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PAI)] 1종 이상,

- [0143] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, 화학식 A_nX_m [화합물 (A_nX_m)]을 갖는 화합물 1종 이상 - (화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임);
- [0144] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 탄소 섬유 1종 이상;
- [0145] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전재 1종 이상;
- [0146] - 선택적으로, 플루오로중합체, 흑연 및 운모로 이루어진 군에서 선택된 첨가제(AD) 1종 이상;
- [0147] - 선택적으로, 다른 성분(I)
- [0148] 을 포함한다.
- [0149] 또 다른 바람직한 구현예에서, 본 발명의 조성물(C)은
- [0150] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 전술된 바와 같은 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PAI)] 1종 이상,
- [0151] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, 화학식 A_nX_m 을 갖는 화합물[화합물 (A_nX_m)] 1종 이상 - (화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임);
- [0152] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 탄소 섬유 1종 이상;
- [0153] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전재 1종 이상;
- [0154] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 PTFE; 및
- [0155] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 흑연
- [0156] 을 포함한다.
- [0157] 또 다른 바람직한 구현예에서, 본 발명의 조성물(C)은
- [0158] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 전술된 바와 같은 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PAI)] 1종 이상,
- [0159] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, 화학식 A_nX_m 을 갖는 화합물[화합물 (A_nX_m)] 1종 이상 - (화학식에서, 각 A는 Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Pt, Au, Hg, Pb 및 Tl로 이루어진 군에서 선택된 금속 원자(M), 및 As, Sb 및 Bi로 이루어진 군에서 선택된 반금속 원자(SM)로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되고; 각 X는 As, Sb, S, Se 및 Te로 이루어진 군에서 독립적으로 선택되며, 단 A가 As 또는 Sb일 때 X는 A와 상이하며; 서로 동일하거나 상이한 n 및 m은 독립적으로 1, 2, 3 및 4임);
- [0160] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 탄소 섬유 1종 이상;
- [0161] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의, TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 충전재 1종 이상;
- [0162] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 PTFE; 및
- [0163] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 흑연
- [0164] 을 포함한다.

- [0165] 또 다른 바람직한 구현예에서, 본 발명의 조성물(C)은
- [0166] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 전술된 바와 같은 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PI)] 1종 이상,
- [0167] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의 ZnS;
- [0168] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 PAN계 탄소 섬유(PAN-CF);
- [0169] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의 TiO₂;
- [0170] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 PTFE; 및
- [0171] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 흑연을 포함한다.
- [0172]
- [0173] 또 다른 바람직한 구현예에서, 본 발명의 조성물(C)은
- [0174] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 전술된 바와 같은 40 부피% 내지 95 부피(% v)의 방향족 폴리아미드-이미드 중합체[중합체(PI)] 1종 이상,
- [0175] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 화학식 WS를 가진, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의 화합물 1종 이상;
- [0176] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 30 부피(% v)의 PAN계 탄소 섬유(PAN-CF);
- [0177] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 0.1 부피% 내지 15 부피(% v)의 TiO₂;
- [0178] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 PTFE; 및
- [0179] - 조성물(C)의 총 부피를 기준으로, 1 부피% 내지 20 부피(% v)의 흑연을 포함한다.
- [0180]
- [0181] 본 발명의 또 다른 양태는 전술된 바와 같은 중합체 조성물(C)의 제조 방법에 관한 것으로, 상기 방법은
- [0182] - 위에 상술된 바와 같은 방향족 폴리아미드 중합체[중합체(PI)] 1종 이상;
- [0183] - 위에 상술된 바와 같은 화합물(A_nX_m) 1종 이상;
- [0184] - 위에 상술된 바와 같은 탄소 섬유 1종 이상; 및
- [0185] - 선택적으로, 위에 상술된 바와 같은 충전재 1종 이상을 혼합하는 조작용 포함한다.
- [0186]
- [0187] 본 발명의 또 다른 양태는 전술된 바와 같은 중합체 조성물(C)의 제조 방법에 관한 것으로, 상기 방법은
- [0188] - 위에 상술된 바와 같은 방향족 폴리아미드 중합체[중합체(PI)] 1종 이상;
- [0189] - 화학식 WS를 갖는 화합물 1종 이상;
- [0190] - 위에 상술된 바와 같은 탄소 섬유 1종 이상; 및
- [0191] - 선택적으로, 위에 상술된 바와 같은 충전재 1종 이상을 혼합하는 조작용 포함한다.
- [0192]
- [0193] 바람직한 일 구현예에서, 본 발명의 방법은 위에 상술된 바와 같은 방향족 폴리아미드 중합체[중합체(PI)] 1종 이상; 위에 상술된 바와 같은 화합물(A_nX_m) 1종 이상; 위에 상술된 바와 같은 탄소 섬유 1종 이상; 및 충전재 1종 이상, 그리고 선택적으로, 전술된 바와 같은 다른 첨가제(AD), 특히 PTFE 및 전술된 바와 같은 흑연 입자, 및 다른 성분(I)을 혼합하는 조작용 포함한다.
- [0194] 더 바람직한 일 구현예에서, 본 발명의 방법은 위에 상술된 바와 같은 방향족 폴리아미드 중합체[중합체(PI)] 1종 이상; 위에 상술된 바와 같은 화합물(A_nX_m) 1종 이상; 위에 상술된 바와 같은 탄소 섬유 1종 이상; 및 충전재 1종 이상, 그리고 선택적으로, 전술된 바와 같은 다른 첨가제(AD), 특히 PTFE, 및 다른 성분들을 혼합하는 조작용 포함한다.

을 포함한다.

- [0195] 유리하게, 본 발명의 방법은 중합체(PI), 특히 중합체(PAI), 화합물(A_nX_m), 탄소 섬유 및 선택적으로, 충전재, 다른 첨가제들(AD) 및 다른 성분들(I)을 건식 블렌딩 및/또는 용융 배합으로 혼합시키는 조작을 포함한다.
- [0196] 바람직하게는, 중합체(PAI), 화합물(A_nX_m), 탄소 섬유 및 선택적으로, 충전재, 다른 첨가제들(AD) 및 다른 성분들(I)을 용융 배합으로 혼합시킨다.
- [0197] 유리하게는, 중합체(PI), 특히 중합체(PAI), 화합물(A_nX_m), 탄소 섬유 및 선택적으로, 충전재, 다른 첨가제들(AD) 및 다른 성분들(I)을 연속식 또는 회분식 장치에서 용융 배합시킨다. 당업자는 이들 장치에 대해 잘 숙지하고 있다.
- [0198] 특히 바람직한 일 구현예에서는 중합체(PAI), 화합물(A_nX_m), 탄소 섬유, 충전재, PTFE 및 흑연 입자를 연속식 또는 회분식 장치에서 용융 배합시켜 혼합한다.
- [0199] 또 다른 특히 바람직한 구현예에서는 중합체(PAI), 화학식 WS를 갖는 화합물, 탄소 섬유, 충전재, PTFE 및 흑연 입자를 연속식 또는 회분식 장치에서 용융 배합시켜 혼합한다.
- [0200] 본 발명의 중합체 조성물을 용융 배합하는데 적합한 연속식 장치의 예로 특히 스크류 압출기가 있다. 따라서, 중합체(PI), 특히 중합체(PAI), 화합물(A_nX_m), 탄소 섬유, 충전재, PTFE 및 흑연 입자를 유리하게는 분말 또는 그레놀 형태로 압출기에 공급하고, 이 조성물을 스트랜드 형태로 압출시킨 다음, 이들 스트랜드를 펠렛 형태로 잘게 절단한다.
- [0201] 가장 바람직한 일 구현예에서는 중합체(PAI), 화합물(A_nX_m), 탄소 섬유, 충전재, PTFE 및 흑연 입자를 이축 압출기 내에서 용융 배합시킨다.
- [0202] 또 다른 가장 바람직한 구현예에서는 중합체(PAI), 화학식 WS를 갖는 화합물, 탄소 섬유, 충전재, PTFE 및 흑연 입자를 이축 압출기 내에서 용융 배합시킨다.
- [0203] 사출 성형, 압출, 블로우 성형, 발포 가공, 압착 성형, 주조, 코팅 등에 대한 표준 방법을 따라, 본 조성물(C)을 더 가공처리할 수 있다. 전술된 바와 같은 조성물(C)이 포함된 완제품은 후경화와 같은 제조후 공정을 거칠 수 있다.
- [0204] 본 발명의 또 다른 목적은 전술된 바와 같은 조성물(C)을 포함한 물품이다.
- [0205] 조성물(C)의 총 중량은 물품의 총 중량을 기준으로 유리하게는 50% 초과, 바람직하게는 80% 초과, 더 바람직하게는 90% 초과, 더 바람직하게는 95% 초과, 더 바람직하게는 99%를 초과한다. 원한다면, 물품은 조성물(C)로 구성될 수 있다.
- [0206] 유리하게, 물품은 사출성형된 물품, 압출성형된 물품, 형삭된 물품, 코팅된 물품 또는 주조된 물품이다.
- [0207] 물품의 비제한적 예로는 특히 베어링 물품, 이륜테면 자동차 트랜스미션을 위한 레이디얼 베어링 및 축 베어링, 댐퍼, 완충기에 사용되는 베어링, 모든 종류의 펌프, 예컨대 산 펌프, 클러치 부품용 유압 구동식 쉘 링에서의 베어링이 있다.
- [0208] 특정한 일 구현예에 의하면, 물품은 베어링 물품이다.
- [0209] 본 발명의 목적상, "베어링 물품"이란 용어는 "베어링 물품"이란 용어는 베어링 표면이 상대적으로 높은 부하, 상대적으로 높은 속도, 또는 둘 다에 노출되는 물품을 가리킨다. 본원에 사용되는 바와 같이, "베어링 물품" 및 "베어링"은 가령 슬라이딩, 선회, 진동, 왕복, 회전 등과 같이 상대적인 이동을 하는 표면과 상호작용하는 표면을 가진 모든 물품(들)을 가리킨다. 이러한 물품의 예로는, 동적 조건 하의, 볼, 밸브 시트, 피스톤 링, 밸브 가이드, 압축기 베인 및 쉘을 포함하는, 쓰러스트 베어링, 슬리브 베어링, 저널 베어링, 쓰러스트와서, 러브 스트립, 베어링 패드, 니들 베어링, 볼 베어링이 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0210] 베어링 물품은 특히 여러 부분으로 구성될 수 있으며, 상기 부분들 중 적어도 하나, 그리고 가능하게는 모두가 본 조성물(C)로 구성된다. 다수 부분으로 이루어진 베어링 물품의 적어도 한 부분[이하, 다른 부분]이 본 중합체 조성물이 아닌 재료(예컨대, 금속 또는 강철)로 구성되는 경우, 상기 다른 부분의 중량은 베어링 물품의 중량을 기준으로 보통 90% 미만, 종종 50% 미만, 또는 심지어 10% 미만이다. 본 발명에 따르면, 특정의 바람직한

베어링 물품은 본 조성물(C)로 구성된 단일 부분이다. 다른 바람직한 베어링 물품은 본 조성물(C)로 구성된 여러 부분으로 이루어진다.

[0211] 본 발명의 조성물(C)과 관련하여 제공된 모든 정의 및 선호사항들은 조성물(C)의 제조 방법, 상기 조성물(C)을 포함한 물품의 제조 방법은 물론, 상기 제품 자체에도 적용된다.

[0212] 본 출원인은 예기치 않게 본 발명의 조성물(C)이 특히 극심하게 건조한 슬라이딩 조건과 같은 매우 극한 조건 하에서 종래 기술의 물품보다 향상된 내마모성 및 저마찰성을 나타내는 물품을 제공하는데 효과적이라는 것을 발견하였다.

도면의 간단한 설명

[0213] 도 1은 실시예 5의 조성물로 만들어진 인장 바의 마모율(mm/h)을 일정 속도(10 m/s) 및 4 내지 14 MPa의 다양한 압력에서 측정한 결과와, 비교예 C8의 조성물로 만들어진 인장 바의 마모율(mm/h)을 일정 속도(1 m/s) 및 0.5 내지 4 MPa의 다양한 압력에서 측정한 결과를 비교한 것을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0214] 여기에 참조로 통합된 모든 특허, 특허출원, 및 공개문헌의 개시물과 본원의 명세서가 상반되어 어떤 용어의 의미를 불명확하게 할 수 있을 정도인 경우, 본 명세서가 우선한다.

[0215] 하기 실시예들을 참조로 본 발명을 이제 더 상세히 설명하기로 하며, 이들 실시예의 목적은 단지 예시적인 것일 뿐 본 발명의 범주를 제한하고자 함이 아니다.

[0216] 원료

[0217] Torlon[®] 4000T는 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 구입가능한 방향족 폴리아미드-이미드 중합체이다.

[0218] ZnS: Sachtleben Chemie GmbH사에서 Sachtolith HDS로서 시판 중이며, D50 입자 크기는 300 nm이다.

[0219] TiO₂: Kronos[®] 2320로 시판 중이며, D50 입자 크기는 300 nm이다.

[0220] PTFE: 폴리테트라플루오로에틸렌 분말형 수지, 3M[™] Dyneon[™]에서 TF9205 PTFE 마이크로분말로 시판 중이며, 평균 분자 크기는 8 μm이다.

[0221] 탄소 섬유: PAN-CF ; 밀링된 형태, TOHO TENAX사에서 Toho Tenax[®] A383로 시판 중이며, 길이는 50 내지 150 μm이다.

[0222] 흑연: Superior Graphite사에서 Graphite RGC39A 등급으로 시판 중이며, D50 입자 크기는 20 μm이다.

[0223] 방향족 폴리아미드-이미드 중합체 조성물의 배합 과정에 대한 전반적인 설명

[0224] 우선, 원하는 양의 PTFE를 함유한 PAI 중합체와 흑연의 건식 블렌드를 텀블 블렌딩시켜 마련하였다. 이렇게 미리 블렌딩한 혼합물을 Berstorff 25 mm 이축 압출기의 메인 호퍼(배럴 1)에 공급하였다. 원하는 양의 ZnS, WS 또는 BiS, 각각의 TiO₂ 및 탄소 섬유를 중량 측정 방식으로 사이드피더(1)에 각각(2)(배럴 4 및 배럴 6에 고정됨) 공급하였다. 압출기는 L/D 비 44, 총 9개의 배럴 영역, 및 배럴 영역 8에 위치한 진공 환기구를 가졌다. 성형 작업을 위해 압출물을 펠렛 형태로 절단시켰다.

[0225] 그런 후에는, 이렇게 수득된 중합체 조성물의 펠렛을 12 시간 동안 120℃에서 데시케이트식 공기 오븐 내에서 건조시킨 다음, 마찰공학적 시험을 위해 직사각형 바(4 X 4 mm)로 사출성형하였다. 성형 작업에 이어, 이들 성형된 직사각형 바를 17일 동안 열경화시켰다.

[0226] 다양한 중합체 조성물의 조성을 표 1에 정리하였다.

표 1

중합체 조성물	실시에 번호										기준 1
	C1	2	3	C4	5	6	C7	C8	9	10	
PAI (% v)	77	72	67	71	69	71	73	25	69	69	75
ZnS (% v)	4	4	4	0	4	2	0	10			0
WS (% v)									4		
BiS (% v)										4	
TiO ₂ (% v)	2	2	2	2	2	2	2	10	2	2	0
PTFE (% v)	7	7	7	7	10	10	10	-	10	10	7
흑연 (% v)	10	10	10	10	10	10	10	15	10	10	18
탄소 함유 (%v) Pan-CF	0	5	10	10	5	5	5	40	5	5	0

[0227]

[0228]

기준 1은 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 시판 중이며 ZnS, TiO₂ 및 탄소 함유를 함유하지 않은 상업용 Torlon[®] 4630 등급, 특히 Pan-CF를 나타낸다.

[0229]

압출 조건을 표 2에 정리하였다.

표 2

스크류 직경: 25 mm		
스크류 속도: 200 rpm		L/D = 44
존 명칭	T 배럴 [°C]	
1 메인 호퍼	60	
2	230	
3	245	
4 사이드피더1	270	
5	290	
6 사이드피더2	295	
7	315	
8 진공	320	
9	315	
10 다이 플레이트	330	

[0230]

[0231]

핀-온-디스크 장치를 이용하여 DIN 31680에 따라 마찰공학적 시험을 수행하였으며, 그 전체를 본원에 참조로 통합하였다. 상기 시험은 대기 온도에서 수행되었고, 각각의 마모율과 마찰계수를 온라인 측정하였다. 마찰공학적 운전은 정적 및 동적으로 수행하였다. 동적 운전의 경우, 속도 또는 압력을 5시간 마다 변경시켰다.

[0232]

마찰공학적 시험은 전술된 바와 같이 상기 직사각형 바의 선형 마모율, 마찰계수, 온도 발생, 그리고 한계 압력 값 및 속도값(PV-한계)의 연구를 포함한다. 마찰공학적 특성을 표 3 내지 표 8, 및 도 1에 정리하였다.

[0233]

본 발명의 목적상, "마모"란 용어는 직사각형 바 표면이 상호작용하는 표면에 대한 직사각형 바 표면의 상대적인 이동의 결과로 직사각형 바 표면으로부터 제거된 중합체 조성물의 양을 가리킨다.

[0234]

선형 마모율 및 마찰계수(COF, μ [1])는 기존의 DIN 31680 표준 시험 방법을 따라 구하였다. 마모율은 mm/h로

표현된다.

[0235] 중합체 조성물의 부하 및 속도를 견디는 능력은 베어링 표면의 마찰계수 또는 온도가 안정화되는데 실패하는 부하 및 속도의 조합으로 표현될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, "PV 한계"란 용어는 인장 바 표면의 마찰계수 또는 온도가 안정화되는데 실패하는 부하 및 속도의 조합에 의해 구해지는 압력-속도 상관관계를 가리키는데 이용될 수 있으며, 접촉 영역 및 선속도 V 또는 속력(단위: m/s)에 근거한 유효 압력 P(단위: MPa)의 곱셈값으로 표현된다.

[0236] 아래 표 3의 데이터는 본 발명의 실시예들, 즉 2 및 3에 따른 조성물로 만든 직사각형 바의 마모율(mm/h)과 마찰계수(COF, μ)를 일정 압력(2 MPa) 및 2 내지 10 m/s의 다양한 속도에서 측정된 결과를 나타낸다. 이들의 거동을 비교 샘플 C1 내지 C4, 기준 1에 해당하는 상업용 Torlon[®] 4630 등급 및 기준 2에 해당하는 상업용 PEEK 조성물, 즉 TECACOMP[®] PEEK-PVX(Ensinger Compounds에서 시판 중임)의 거동과 비교하였다.

표 3

		C1		2		3		C4		기준 1		기준 2	
		마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF
속도 (m/s)	PV-곱셈값 (MPa x m/s)	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]
2	4	0.007	0.35	0.010	0.460	0.011	0.475	0.016	0.41	-	-	-	-
4	8	0.003	0.30	0.023	0.230	0.020	0.195	0.043	0.27	0.011	0.31	0.033	0.34
6	12	0.022	0.30	0.024	0.174	0.027	0.161	0.052	0.21	0.047	0.26	0.064	0.25
8	16	0.424	0.28	0.034	0.145	0.034	0.139	0.051	0.19	0.264	0.19	0.076	0.18
10	20	0.933	0.28	0.044	0.126	0.044	0.122	0.070	0.18	-	-	-	-

[0237]

[0238] 기준 1은 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 시판 중이며, ZnS, TiO₂ 및 탄소 섬유를 함유하지 않은 상업용 Torlon[®] 4630 등급을 나타낸다. 기준 2는 상업용 PEEK 조성물, 즉 TECACOMP[®] PEEK-PVX(Ensinger Compounds에서 시판 중임)를 나타낸다 (체제는 10/10/10 CF/PTFE/흑연을 함유한다).

[0239] 이들 데이터는 ZnS와 탄소 섬유의 효과를 보여줌으로써 특히 속도에 대한 민감도의 감소 효과를 명백하게 나타낸다.

[0240] 아래 표 4의 데이터는 본 발명의 실시예들, 즉 2 및 3에 따른 조성물로 만들어진 인장 바의 마모율(mm/h), 발생 온도 및 마찰계수(COF, μ)를 일정 속도(2 m/s) 및 4 내지 14 MPa의 다양한 압력에서 측정된 결과를 나타낸다. 이들의 거동을 비교 샘플 C1 내지 C4, 기준 1에 해당하는 상업용 Torlon[®] 4630 등급 및 기준 2에 해당하는 상업용 PEEK 조성물, 즉 TECACOMP[®] PEEK-PVX(Ensinger Compounds에서 시판 중임)의 거동과 비교하였다.

표 4

		C1		2		3		C4		기준 1		기준 2	
		마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF
압력 (P) (MPa)	PV-곱셈값 (MPa x m/s)	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]
4	8	0.012	0.33	0.021	0.37	0.029	0.25	0.094	0.25	0.015	0.29	0.049	0.41
8	16	0.032	0.19	0.030	0.12	0.029	0.14	0.077	0.16	0.027	0.17	0.055	0.19
12	24	0.037	0.13	0.030	0.09	0.033	0.12	0.048	0.11	0.046	0.14	0.055	0.15
14	28	0.037	0.11	0.042	0.09	0.044	0.12	0.055	0.11	0.046	0.12	-	-

[0241]

[0242] 기준 1은 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 시판 중이며, ZnS, TiO₂ 및 탄소 섬유를 함유하지 않은 상업

용 Torlon[®] 4630 등급을 나타낸다. 기준 2는 상업용 PEEK 조성물, 즉 TECACOMP[®] PEEK-PVX(Ensinger Compounds에서 시판 중임)를 나타낸다.

[0243]

아래 표 5의 데이터는 본 발명의 실시예들, 즉 5 및 6에 따른 조성물로 만들어진 인장 바의 마모율(mm/h), 및 마찰계수(COF, μ)를 일정 압력(14 MPa) 및 2 내지 10 m/s의 다양한 속도에서 측정된 결과를 나타낸다. 이들의 거동을 비교 샘플 C7 및 기준 1에 해당하는 상업용 Torlon[®] 4630 등급의 거동과 비교하였다.

표 5

실시예 번호		5		6		C7		기준 1	
		마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF
속도 (m/s)	PV-곱셈값	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]
2	28	0.038	0.104	0.045	0.101	0.083	0.108	0.030	0.140
4	56	0.070	0.066	0.066	0.065	0.077	0.082	0.080	0.130
8	112	0.129	0.058	0.133	0.067	0.419	0.065	>3	0.160
10	140	0.172	0.058	0.186	0.075	0.827	0.067		

[0244]

[0245]

기준 1은 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 시판 중이며, ZnS, TiO₂ 및 탄소 함유를 함유하지 않은 상업용 Torlon[®] 4630 등급을 나타낸다.

[0246]

아래 표 6의 데이터는 본 발명의 실시예들, 즉 5 및 6에 따른 조성물로 만들어진 인장 바의 마모율(mm/h), 및 마찰계수(COF, μ [1])를 일정 속도(10 m/s) 및 4 내지 14 MPa의 다양한 압력에서 측정된 결과를 나타낸다. 이들의 거동을 비교 샘플 C7 및 기준 1에 해당하는 상업용 Torlon[®] 4630 등급의 거동과 비교하였다.

표 6

실시예 번호		5		6		C7		기준 1	
		마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF
압력 (P) (MPa)	PV-곱셈값	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]
4	40	0.091	0.088	0.094	0.077	0.151	0.125	0.154	0.160
8	80	0.166	0.116	0.152	0.097	0.258	0.087	2.480	0.120
12	120	0.174	0.084	0.180	0.087	0.284	0.068		
14	140	0.199	0.071	0.187	0.071				

[0247]

[0248]

기준 1은 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 시판 중이며, ZnS, TiO₂ 및 탄소 함유를 함유하지 않은 상업용 Torlon[®] 4630 등급을 나타낸다.

[0249]

아래 표 7의 데이터는 본 발명의 실시예들, 즉 5, 9 및 10에 따른 조성물로 만들어진 인장 바의 마모율(mm/h), 및 마찰계수(COF, μ)를 일정 압력(14 MPa) 및 2 내지 10 m/s의 다양한 속도에서 측정된 결과를 나타낸다. 이들

의 거동을 기준 1에 해당하는 상업용 Torlon® 4630 등급의 거동과 비교하였다.

표 7

실시에 번호		5		9		10		기준 1	
		마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF
속도 (m/s)	PV-곱셈값	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]
2	28	0.038	0.104	0.074	0.090	0.081	0	0.110	0.140
4	56	0.070	0.066	0.079	0.060	0.123	0	0.090	0.130
8	112	0.129	0.058	0.132	0.040	0.193	0	0.070	0.160
10	140	0.172	0.058	0.219	0.060	0.562	0	0.080	>3

[0250]

[0251]

기준 1은 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 시판 중이며, ZnS, TiO₂ 및 탄소 함유를 함유하지 않은 상업용 Torlon® 4630 등급을 나타낸다.

[0252]

아래 표 8의 데이터는 본 발명의 실시예들, 즉 5, 9 및 10에 따른 조성물로 만들어진 인장 바의 마모율(mm/h), 및 마찰계수(COF, μ [1])를 일정 속도(10 m/s) 및 4 내지 14 MPa의 다양한 압력에서 측정된 결과를 나타낸다. 이들의 거동을 기준 1에 해당하는 상업용 Torlon® 4630 등급의 거동과 비교하였다.

표 8

실시에 번호		5		9		10		기준 1	
		마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF	마모율	COF
압력 (P) (MPa)	PV-곱셈값	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]	mm/h	μ [1]		
4	40	0.091	0.088	0.100	0.110	0.189	0.200	0.154	0.160
8	80	0.166	0.116	0.167	0.080	0.258	0.110	2.480	0.120
12	120	0.174	0.084	0.192	0.060	0.275	0.070	-	-
14	140	0.199	0.071	0.207	0.060	-	-	-	-

[0253]

[0254]

기준 1은 Solvay Specialty Polymers USA, LLC에서 시판 중이며, ZnS, TiO₂ 및 탄소 함유를 함유하지 않은 상업용 Torlon® 4630 등급을 나타낸다.

[0255]

비교예 C8의 경우, 직사각형 바의 변형과, PV-곱셈값(MPa x m/s)이 4일 때 발생하는 핀의 고장 때문에, 직사각형 바의 마모율(mm/h) 및 마찰계수(COF, μ)를 훨씬 더 낮은 PV-곱셈값(MPa x m/s)에서, 특히 0.5 내지 8 범위에서, 도 11에 나타낸 바와 같이 속도 1 m/s 및 압력 4 MPa를 적용하여 측정하였다.

도면

도면1

