(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년12월15일
(11) 등록번호 10-1094591
(24) 등록일자 2011년12월08일

(51) Int. Cl.
C09K 19/38 (2006.01) *C08K 3/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7011212
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년12월16일
심사청구일자 2008년12월16일
(85) 번역문제출일자 2005년06월17일
(65) 공개번호 10-2005-0085722
(43) 공개일자 2005년08월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/040243
(87) 국제공개번호 WO 2004/058916
국제공개일자 2004년07월15일
(30) 우선권주장
60/434,261 2002년12월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP07252410 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니
미합중국 데라웨아주 (우편번호 19898) 윌밍톤시 마아켓트 스트리이트 1007
(72) 발명자
블룸, 조이, 소이어
미국 19810 데라웨아주 윌밍톤 컨트리 게이츠 드라이브 29
(74) 대리인
장수길, 김영

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 조한솔

(54) 내마모성 고온 액정 중합체 조성물

(57) 요 약

본 발명은 1.75 MPa-m/s (50,000 psi-fpm) 이상의 PV (압력 x 속도)에서 "양호" 내지 "우수"한 내마모성을 제공하는 액정 폴리에스테르 (LCP) 조성물, 및 그로부터 제조된 물품에 관한 것이다.

고온 LCP는 윤활 충전제를 함유하고 320 ℃ 이상의 용융 개시 온도를 갖는다.

특허청구의 범위

청구항 1

2종 이상의 윤활 충전제를 함유하는 320 ℃ 초과의 용융 개시 온도를 갖는 액정 폴리에스테르를 매트릭스 물질로서 포함하는 조성물로서,

상기 조성물이 320 ℃ 이상의 용융 개시 온도 및 1.75 MPa-m/s(50,000 psi-fpm) 이상의 조건에서 내마모성을 갖고,

상기 액정 폴리에스테르 물질이 4-히드록시벤조산, 4,4'-비페놀, 테레프탈산, 및 2,6-나프탈렌디카르복실산 및 이소프탈산 중 하나 또는 모두로부터 유도된 반복 단위를 가지며,

하나 이상의 충전제가 흑연 물질이고 하나 이상의 제2 충전제가 탄소 섬유 물질인, 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 이황화몰리브덴, 운모, 탈크, 산화아연, 텅스텐 카바이드, 규소, 카본 블랙, 입상 폴리이미드, 질화붕소, 아라미드, 티탄산칼륨, 티탄산바륨 및 그의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된, 1 내지 20 중량%의 제3의 충전제를 더 포함하는 조성물.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제3 충전제가 운모 물질인 조성물.

청구항 4

제3항에 있어서, 0 초과 15 중량% 이하의 제4의 충전제를 더 포함하는 조성물.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제4의 충전제가 입상 폴리이미드인 조성물.

청구항 6

제5항에 있어서, 65 중량%의 상기 액정 폴리에스테르 물질이 (A) 10중량%의 흑연, (B) 10 중량%의 탄소 섬유, (C) 5 중량% 운모 및 (D) 10 중량%의 입상 폴리이미드를 포함하는 4종의 충전제를 함유하는 조성물.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조성물이 1.75 MPa-m/s(50,000 psi-fpm) 이상의 조건에서 적어도 양호한 내마모성을 갖는 조성물.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 조성물로부터 제조된 물품.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 높은 내마모성을 갖는 폴리에스테르 조성물 및 물품에 관한 것이다. 보다 특히, 본 발명은 양호 내지 우수한 내마모성의 윤활 충전제를 함유한 고온 액정 중합체 (LCP)에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 액정 중합체 (LCP)는 몰딩 수지를 비롯한 다양한 응용 분야에서 사용된다. LCP는 다양한 응용 분야에서 사용되는데 이는 이들이 다른 중합체가 만족시킬 수 없는 바람직한 특성 (이의 조합)을 가지고 있기 때문이다. 많은 LCP는 예를 들어 250 ℃ 내지 약 320 ℃에서 유용한 양호한 고온 특성을 갖는다. 일부 LCP가 보다 높은 온도에서 유용하다고 주장되지만, 이들은 종종 용융 가공 및(또는) 사용 온도에서 불량한 가공성, 불량한 치수 안정성 및(또는) 불량한 열적 안정성과 같은 다른 결점들을 갖는다. 따라서, 치수 안정성과 같은 개선된 고온 특성을 갖는 LCP가 주목받고 있다. 그러므로, 증가된 PV (압력 x 속도)에서 양호 내지 우수한 내마모성을 갖는 고온 LCP를 갖는 것이 바람직하다.

[0003] 하기 개시는 본 발명의 다양한 면에 관한 것이고 하기와 같이 간단히 요약될 수 있다.

[0004] 미국 특허 제5,789,523호 (George 외)는 조성물 중에 무기, 낮은 경도, 열 안정성, 시트 실리케이트, 예를 들면 백운모, 탈크 및 카올리나이트를 혼입하여 개선된 내마모성 및 감소된 마찰 계수를 제공함으로써 실질적으로 개선될 수 있는 폴리이미드 조성물을 개시한다. 상기 특허는 블렌드 물질을 개시하고 입상 폴리이미드를 개시하지 않는다.

[0005] 미국 특허 제5,470,922호 (Kaku 외)는 바람직하게는 액정 중합체 형태로 폴리이미드 전구체 수지 및 폴리아미드 또는 폴리에스테르의 중합체 블렌드를 개시하고, 우수한 물성 및 사출 성형성을 갖는 폴리이미드 제품을 제공한다. 상기 특허는 고온 LCP를 개시하지 않는다.

[0006] 미국 특허 제5,312,866호 (Tsutsumi 외)는 99.9 내지 50 중량%의 폴리이미드 물질 및 0.1 내지 50 중량%의 PEK (폴리에테르 케톤) 수지 및(또는) 폴리에스테르 수지, 및 보다 특히 420 ℃ 이하 온도에서 비등방성 (anisotropical) 용융상을 형성할 수 있는 폴리에스테르 수지를 포함하는 몰딩 수지 조성물 및 상기 수지 및 다른 첨가제, 예를 들면 페놀 수지, 플루오로 수지, 흑연, 탄소 섬유, 방향족 폴리아미드 섬유, 티탄산칼륨 섬유 및 결정화 촉진제를 포함하고, 내열성, 내화학성, 기계적 강도 및 가공성이 우수한 폴리이미드 기재 몰딩 수지 조성물을 개시한다.

[0007] 미국 특허 제5,004,497호 (Shibata 외)는 0.85 내지 30 중량%의 탄소 섬유 및 2 내지 20 중량%의 아라미드 섬유를 함유하는 마찰 물질을 개시한다. 상기 마찰 물질은 마찰 계수의 고온 안정성, 바람직한 마모 특성, 부착 및 불균질한 마모의 부재, 및 우수한 안티-페이드 (anti-fade) 특성 면에서 이점을 제공한다. 상기 특허는 열경화성 매트릭스 물질을 개시한다.

[0008] <발명의 요약>

[0009] 간단히 언급하면, 본 발명의 한 면에 따라, 320 ℃ 이상의 용융 개시 온도 및 1.75 MPa-m/s (50,000 psi-fpm) 이상의 내마모성을 갖고, 2종 이상의 윤활 충전제를 함유하는 320 ℃ 초과의 용융 개시 온도를 갖는 매트릭스 물질로서 액정 폴리에스테르를 포함하는 조성물이 제공된다.

[0010] 본 발명의 다른 면에 따라, 320 ℃ 이상의 용융 개시 온도 및 1.75 MPa-m/s (50,000 psi-fpm) 이상의 내마모성을 갖고, 2종 이상의 윤활 충전제를 함유하는 320 ℃ 초과의 용융 개시 온도를 갖는 매트릭스 물질로서 액정 폴리에스테르를 포함하는 조성물로부터 제조된 물품이 제공된다.

[0011] 본 발명이 그의 바람직한 실시양태와 연관되어 기재될지라도, 본 발명은 상기 실시양태에 의해 제한되지 않는 것으로 이해될 것이다. 오히려, 모든 별법, 개질, 및 등가물은 첨부된 청구항에 의해 정의된 본 발명의 사상 및 범주에 포함될 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0012] 본 발명에서, 윤활 충전제를 함유한 고온 액정 중합체 (LCP)는 1.75 MPa 이상의 PV에서 "양호" 내지 "우수"한 내마모성을 유지할 수 있다. 상기 응용 분야의 목적을 위해, 320 ℃ 이상의 용융 개시 온도를 갖는 LCP는 고온 LCP로 간주된다. 추가로, 상기 응용 분야의 목적을 위해, 하기 도표 1은 마모 인자 관점에서 내마모성의 분류 (예, "양호", "우수" 등)를 정의한다.

[0013] <도표 1>

[0014]

내마모성 분류	마모 인자 (cc-s/m-kg-hr) x 10^{-6}
우수	50 미만
양호 내지 적당	100 미만
최저	100 내지 120
기준 미달	120 초과

[0015] 본 발명에서 사용되는 윤활 충전제는 흑연, 탄소 섬유, 플루오로 중합체, 이황화몰리브덴, 운모, 탈크, 산화아연, 텅스텐 카바이드, 규소, 카본 블랙, 입상 폴리이미드, 질화붕소, 아라미드, 티탄산칼륨, 티탄산바륨, 및 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE), 및 그의 조합을 포함한다. 상기 충전제는 각각 1 내지 20 중량%의 양으로 조성물에 포함될 수 있다.

[0016] 본원에 참고로 인용된 미국 특허 제3,179,614호에 기재된 것을 비롯하여 본 발명에 따라 넓은 범위의 폴리이미드가 사용하기에 적합하다. 기재된 폴리이미드는 하나 이상의 디아민 및 하나 이상의 무수물로부터 제조된다. 사용될 수 있는 바람직한 디아민은 m-페닐렌 디아민 (MPD), p-페닐렌 디아민 (PPD), 옥시디아닐린 (ODA), 메틸렌 디아닐렌 (MDA), 및 톨루엔 디아민 (TDA)을 포함한다. 사용될 수 있는 바람직한 무수물은 벤조페논 테트라카르복실 디안하이드리드 (BTDA), 비페닐 디안하이드리드 (BPDA), 트리메틸산 무수물 (TMA), 피로멜리트산 디안하이드리드 (PMDA), 말레산 무수물 (MA), 및 나딕 (nadic) 안하이드리드 (NA)를 포함한다. 상기 폴리이미드는 0 초과 15 중량% 이하의 양으로 조성물에 포함될 수 있다.

[0017] 바람직한 폴리이미드는 무수물 및 디아민의 하기 조합: BTDA-MPD, MA-MDA, BTDA-TDA-MPD, BTDA-MDA-NA, TMA-MPD 및 TMA-ODA, BPDA-ODA, BPDA-MPD, BPDA-PPD, BTDA-4,4'-디아미노벤조페논, 및 BTDA-비스(p-페녹시)-p,p'비페닐로부터 제조된 것들을 포함한다. 본 발명에서 유용한 특히 바람직한 폴리이미드는 피로멜리트산 디안하이드리드 및 4,4'-옥시디아닐렌 (PMDA-ODA)으로부터 제조된 것이다.

[0018] 본 발명의 실시양태는 매트릭스 물질로서 폴리에스테르 물질을 사용하는 것이다. 폴리에스테르 매트릭스 물질은 바람직하게는 액정 중합체 (LCP), 및 가장 바람직하게는 4-히드록시벤조산, 4,4'-비페놀, 테레프탈산, 및 2,6-나프탈렌디카르복실산 및 이소프탈산 중 하나 또는 모두로부터 유도된 반복 단위를 갖는 LCP이다.

[0019] 본 발명의 실시양태는 표 6에 나타낸 2종의 윤활 충전제를 함유하는 LCP 매트릭스이다. 본 발명의 바람직한 실시양태는 도표 1에서 정의된 양호 내지 우수한 내마모성을 위해 3종 이상의 충전제를 함유한 LCP 매트릭스 물질이다. 상기 실시양태에서 3종의 윤활 충전제의 예는 LCP 매트릭스 물질 중에 운모, 흑연 및 탄소 섬유의 사용을 포함하나, 이에 제한되지 않는다. 본 발명의 가장 바람직한 실시양태는 도표 1에서 정의된 양호 내지 우수한 내마모성을 위해 LCP 매트릭스 중에 4종의 윤활 충전제를 함유한다. 상기 실시양태에서 4종의 윤활 충전제의 예는 LCP 매트릭스 물질 중에 운모, 흑연, 입상 폴리이미드 및 탄소 섬유의 사용을 포함하나, 이에 제한되지 않는다.

[0020] 양호 내지 우수한 내마모성을 요하는 물품은 본 발명의 다른 실시양태이다. 대표적인 물품은 베어링, 기어, 부싱 및 브러쉬 와셔를 포함하나, 이에 제한되지 않는다.

[0021] 본 발명은 달리 지적되지 않는 경우 부 및 %가 중량으로 표현되는 하기 실시예에서 더 예시된다. 실시예에서 마모 시편은 기재된 조성물의 시험 블록을 기계가공하여 제조되었다. 마모/마찰 시험 블록의 6.35 mm (0.25") 너비 접촉 표면은 35 mm (1.38") 직경의 바깥 원주 X 9.74 mm (0.34") 너비 금속 접합 (mating) 링에 부합하도록 하는 곡률로 기계가공되었다. 블록은 오븐 건조되고 시험될 때까지 건조제 상에서 보관되었다.

실 시 예

[0022] ASTM D3418에 의해 DuPont Model 1090 듀얼 샘플 시차 주사 열량계 또는 TA Instruments Model 2010 시차 주사

열량계로 25 ℃/분 가열 속도로 사용하여 Tm (즉, 용융 온도) 및 용융 개시 온도를 측정하였다. 본 발명의 LCP는 320 ℃ 이상의 용융 개시 온도를 갖는다. 융점은 시차 주사 열량계로 측정 시 제2 가열 시 용융 흡열의 피크로서 취해진다.

표 1

[0023]

개시 온도 및 Tm		
LCP	개시 온도 (℃)	Tm (℃)
Zenite(등록상표) 4000	250	323
Zenite(등록상표) 6000	286	337
Zenite(등록상표) 7000	285	348
Zenite(등록상표) 9100	303	318
Sumitomo(등록상표) E5000	332	399
Xydar(등록상표) RC-210B	351	407
Zenite(등록상표) 9900HT	364	434

[0024] 본 발명에서 LCP 매트릭스 물질에 대한 비-LCP 매트릭스 물질을 비교하기 위해 표 1의 LCP 물질 이외에, Cypek (등록상표) HT-M (Cytec Industries,Inc.에서 제조)을 시험하였다. Cypek(등록상표) HT-M은 폴리에테르 케톤 케톤 (PEKK)이고 334 ℃의 용융 개시 온도 및 358 ℃의 Tm을 갖는다.

[0025] Falex No.1 링 및 블록 마모 및 마찰 시험기를 사용하여 마모 시험을 수행하였다. 장비는 ASTM 시험 방법 D2714에 기재된다. 칭량 후, 건조 블록을 회전 금속 링에 대해 장착하고 선택된 시험 압력으로 이에 대해 하중을 가하였다. 목적하는 속도로 링의 회전 속도를 설정하였다. 접합 표면 사이에 윤활제를 사용하지 않았다. 링은 SAE 4620 강철, Rc 58-63, 6-12 RMS이다. 각 시험에서 새로운 링을 사용하였다. 시험이 조기에 종료되는 마찰 및 마모가 높은 경우를 제외하고 시험 시간은 24 시간이었다. 마찰력을 계속 기록하였다. 시험 시간 종료 시, 블록을 해체하고, 칭량하고 마모 인자에 대한 하기 계산법으로 마모를 측정하였다.

[0026] 마모 부피 (cc-s/m-kg-hr) = 중량 손실 (그램)/ (물질 밀도 (g/cc) x 시험 시간 (hr) x 하중 (kg) x 속도 (m/s)).

[0027] 낮은 수치의 마모 인자가 바람직하고 마찰 계수의 경우 낮은 수치 또는 좁은 범위가 바람직하다. 마찰 계수는 바람직하게는 0.20 미만이다. 샘플이 마모 시험에서 불합격한 것으로 간주될 때, 샘플의 용융이 관찰되어 사용 가능한 중량 손실이 계산될 수 없다.

[0028] <실시예 1>

[0029] 실시예 1에서, 65 중량%의 액정 폴리에스테르 (Zenite(등록상표) 9900HT, DuPont에서 제조)를 10 중량%의 4767 합성 흑연 (Asbury Graphite Mills, Inc.에서 제조), 10 중량%의 Amoco VMX26 밀링된 탄소 섬유 (Amoco에서 제조), 5 중량%의 운모 (Alsibronz 10, Engelhard Corp.에서 제조) 및 10 중량%의 입상 폴리이미드 수지 (예, Vespel(등록상표) SP-1, DuPont에서 제조)와 배합하였다. 영역 2 내지 5의 경우 390 ℃, 영역 6 내지 9의 경우 385 ℃로 설정된 배럴 (barrel) 및 영역 4 내지 8에서 환기구를 갖는 410 ℃의 다이를 갖는 30-mm 트윈 스크류 압출기를 사용하여 배합하였다. 물 분무를 사용하여 켄칭하였다. 표준 회전 블레이드 커터를 사용하여 스트랜드를 펠렛으로 절단하였다. 170 g 용량, 145 톤 클램핑 압력 사출-성형기를 기계를 사용하여 펠렛을 표준 6.4 mm 두께 ASTM (D-638) 인장 시험 막대로 성형하였다. 프로파일은 후방 370 ℃, 중앙 400 ℃, 전방 405 ℃ 및 노즐 405 ℃였다. 몰드를 130 ℃로 설정하였다. 사출 조건은 부스트 1 초, 사출 15 초, 유지 15 초, 사출 압력 3.4 MPa, 램 속도 빠름, 스크류 속도 120 rpm 및 역 압력 최소였다. 기계가공으로 샘플을 시험 시편으로 제조하였다. 표 2에서 나타낸 PV (압력 x 속도)에서 마모 시험을 행하였다. 샘플 번호 1은 "우수"한 내마모성 (도표 1 참조)을 보여준다. 1.75 MPa-m/s (50,000 psi-fpm)의 PV에서 마모 인자는 "우수"한 내마모성을 나타낸다. 보다 놀랍게도, 3.5 MPa-m/s (100,000 psi-fpm)의 PV에서 364 ℃의 용융 개시 온도를 갖는 Zenite(등록상표) 9900HT의 매트릭스 물질의 경우 마모 인자는 여전히 "우수"한 내마모성 (50 x 10^{-6} cc-s/m-kg-hr 미만)을 나타낸다. 보통 3.5 MPa-m/s (100,000 psi-fpm)의 PV에서, 마찰력, 하중, 및 속도의 조합에 의해 야기된 축적된 열을 중합체가 견딜 수 없기 때문에 불합격이 예상되며, 용융이 일어난다. 고온 LCP와 윤활 충전제의 조합은 상기 PV 수준에서 "우수"한 내마모성을 제공한다고 여겨진다.

표 2

[0030]

샘플 번호	PV (MPa-m/s)	마모 인자 (cc-s/m-kg-hr) x 10^{-6}	마찰 계수
1	1.75	23.6	0.14
1	3.5	25.2	0.13

[0031] <실시예 2>

[0032] 실시예 2에서, 65 중량%의 액정 폴리에스테르 (DuPont, Zenite(등록상표) 7000)를 10 중량%의 4767 합성 흑연 (Asbury), 10 중량%의 Amoco VMX26 밀링된 탄소 섬유 (Amoco), 5 중량%의 운모 (Alsibronz 10 (Engelhard)) 및 10 중량%의 입상 폴리이미드 수지 (DuPont Vespel(등록상표) SP-1)와 배합하였다. 320 ℃로 설정된 배럴 및 영역 4 내지 8에서 환기구를 갖는 335 ℃의 다이를 갖는 30-mm 트윈 스크류 압출기를 사용하여 배합하였다. 물 분무를 사용하여 켄칭하였다. 표준 회전 블레이드 커터를 사용하여 스트랜드를 펠렛으로 절단하였다. 170 g 용량, 145 톤 클램핑 압력 사출 성형기를 사용하여 펠렛을 표준 6.4 mm 두께 ASTM (D-638) 인장 시험 막대로 성형하였다. 프로파일은 후방 335 ℃, 중앙 340 ℃, 전방 340 ℃ 및 노즐 345 ℃였다. 사출 조건은 부스트 1.5 초, 사출 5 초, 유지 15 초, 사출 압력 5.5 MPa, 램 속도 빠름, 스크류 속도 115 rpm 및 역 압력 0.3 Mpa였다. 기계가공으로 샘플을 시험 시편으로 제조하였다. 표 3에서 나타낸 PV (압력 x 속도)에서 마모 시험을 행하였다.

[0033] 표 3에서, 매트릭스 물질로서 Zenite(등록상표) 7000 (DuPont)을 사용하였고 1.75 MPa-m/s (50,000 psi-fpm) 및 2.63 MPa-m/s (75143 psi-fpm)의 PV에서 "우수"한 내마모성을 보여주었다. 그러나, 3.5 MPA-m/s (100,000 psi-fpm)에서 샘플은 용융되었다. Zenite(등록상표) 7000 (DuPont)은 본 발명의 고온 LCP의 개시 온도 (즉, 320 ℃) 미만인 285 ℃의 개시 온도를 갖는다.

표 3

[0034]

샘플 번호	PV (MPa-m/s)	마모 인자 (cc-s/m-kg-hr) x 10^{-6}	마찰 계수
2	1.75	30.7	0.07
2	2.63	27.4	0.075
2	3.5	용융됨	용융됨

[0035] <실시예 3>

[0036] 실시예 3에서 실시예 1에서 사용된 샘플 제조와 동일한 방법을 이용하였다. 65 중량%의 액정 폴리에스테르 (E5000, Sumitomo에서 제조)를 10 중량%의 4767 합성 흑연 (Asbury), 10 중량%의 Amoco VMX26 밀링된 탄소 섬유 (Amoco), 5 중량%의 운모 (Alsibronz 10 (Engelhard)) 및 10 중량%의 입상 폴리이미드 수지 (DuPont Vespel(등록상표) SP-1)와 배합하였다. 표 4에서 가리키는 PV (압력 x 속도)에서 마모 시험을 행하였다. 샘플 3에서, "우수"한 내마모성은 실시예 1에서와 같이 1.75 MPa-m/s 및 3.5 MPa-m/s에서 유지된다. 매트릭스 물질은 Sumitomo E5000이고 332 ℃의 용융 개시 온도를 갖는다. 이들 결과는 320 ℃ 초과의 용융 개시 온도를 갖는 매트릭스 물질이 "우수"한 내마모성을 제공함을 보여준다. 또한 고온 매트릭스 물질과 조합하여 윤활 충전제가 "우수"한 내마모성을 제공하는 것으로 여겨진다.

표 4

[0037]

샘플 번호	PV (MPa-m/s)	마모 인자 (cc-s/m-kg-hr) x 10^{-6}	마찰 계수
3	1.75	23.6	0.092
3	3.5	28.4	0.092

[0038] <실시예 4>

[0039] 실시예 4에서 실시예 2에 사용된 샘플 제조를 위한 동일한 방법을 또한 사용하였다. 65 중량%의 액정 폴리에스테르 Zenite(등록상표) 9100 (DuPont)을 10 중량%의 4767 합성 흑연 (Asbury), 10 중량%의 Amoco VMX26 밀링된 탄소 섬유 (Amoco), 5 중량%의 운모 (Alsibronz 10 (Engelhard)) 및 10 중량%의 입상 폴리이미드 수지 (Vespel(등록상표) SP-1 (DuPont))와 배합하였다. 표 5에 기재된 PV에서 마모 시험을 행하였다.

[0040] 샘플 4는 1.75 MPa-m/s에서 "양호"한 내마모성 (도표 1 참조) 및 3.5 MPa-m/s에서 불합격을 보여준다. 매트릭스 물질은 본 발명의 320 ℃ 미만인 303 ℃의 용융 개시 용융 온도를 갖는다.

표 5

[0041]

샘플 번호	PV (MPa-m/s)	마모 인자 (cc-s/m-kg-hr) x 10^{-6}	마찰 계수
4	1.75	51.8	0.21
4	3.5	용융됨	용융됨

[0042] <실시예 5>

[0043] 실시예 1과 동일한 방법을 사용하여 70 중량%의 Aurum(등록상표) JCL-3010 수지 (Mitsui Chemical Co.에서 제조) 및 10 중량%의 Aurum(등록상표) JCL-3030 수지 (Mitsui)를 중합체와 배합하였다. Aurum(등록상표) 수지는 자기-윤활성 탄소 섬유 충전된 열가소성 폴리이미드이다. 이 실시예는 배합된 열가소성 폴리이미드 및 둘 중 하나는 탄소 섬유인 2종의 윤활 충전제 물질을 함유한 LCP 매트릭스 물질을 보여 준다. 3.5 MPa-m/s의 PV에서 마모 시험을 행하고 결과를 표 6에 기록하였다.

[0044] LCP 및 배합될 수지의 선택은 목적하는 내마모성을 수득하는데 중요하다. 이는 표 6의 결과에서 나타난다. 표 6에 열거된 LCP 물질에 대해 3.5 MPa-m/s (100,000 psi-fpm)에서 마모 시험을 수행하였다. 샘플 7 및 8은 상기 PV에서 "우수"한 내마모성을 보여주는데 반해서, 표 6의 나머지 샘플은 불합격이다. 샘플 7 및 8에서 Aurum(등록상표)과 배합된 LCP 각각은 320 ℃ 초과의 용융 개시 온도를 가졌다. 샘플 5 및 6은 불합격이고 Aurum(등록상표) 수지 (Mitsui)와 배합된 물질 각각은 본 발명의 개시 온도보다 낮은 용융 개시 온도 (< 320 ℃)를 갖는다. 샘플 9는 320 ℃ 이상의 용융 개시 온도를 갖는 비-LCP와 배합하는 것은 양호 내지 우수한 내마모성을 달성하는데 적합하지 않음을 보여준다. 샘플 9의 PEKK 물질은 334 ℃의 용융 개시 온도를 갖는다.

[0045] 결과는 불합격한 샘플은 Aurum(등록상표) 수지 (Mitsui)와 같은 고온 매트릭스 (~388 ℃ Tm)에서 조차 높은 PV의 열적 및 치수 요구를 다룰 수 없음을 보여 주었다. 윤활 충전제와 함께 고온 LCP를 사용하여 목적하는 내마모성을 달성시켰다.

표 6

[0046]

샘플 번호	액정 폴리에스테르	마모 인자 (cc-s/m-kg-hr) x 10^{-6}	마찰 계수
5	Zenite(등록상표) 7000	용융됨	용융됨
6	Zenite(등록상표) 9100	용융됨	용융됨
7	Zenite(등록상표) 9900HT	48.5	0.21
8	Sumitomo(등록상표) E5000	38.6	0.13
9	Cypek(등록상표) HT-M	용융됨	용융됨

[0047] <실시예 6>

[0048] 실시예 6에서 실시예 1에 사용된 것과 동일한 샘플 제조 방법을 이용하였다. 70 중량%의 액정 폴리에스테르

(Sumitomo E5000)를 10 중량%의 4767 합성 흑연 (Asbury), 5 중량%의 Panex(등록상표) 33MF 밀링된 탄소 섬유 (Zoltek(등록상표)에서 제조) 및 10 중량%의 운모 (Alsibronz 10 (Engelhard))와 배합하였다. 표 7에 기재된 PV (압력 x 속도)에서 마모 시험을 행하였다. 상기 샘플은 3종의 충전제를 갖는 매트릭스 물질이 1.75 MPa-m/s (50,000 psi-fpm)의 PV에서 "우수"한 내마모성을 가짐을 보여준다.

표 7

[0049]

샘플 번호	PV (MPa-m/s)	마모 인자 (cc-s/m-kg-hr) x 10^{-6}	마찰 계수
10	1.75	30	0.14

[0050] 따라서, 본 발명에 따라, 상기 열거된 목표와 이점을 완전히 만족시키는 1.75 MPa s-m/s (50,000 psi-fpm) 이상의 PV에서 높은 내마모성을 제공하는 고온 액정 폴리에스테르 조성물이 제공되었음이 명백하다. 본 발명이 그의 특정 실시양태와 연관되어 기재되었을지라도, 많은 별법, 개질, 및 변형이 당업자들에게 명백할 것이 분명하다. 따라서, 첨부된 청구항의 사상 및 범주 내 상기 별법, 개질 및 변형이 포함된다.