

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2011-0053433 (43) 공개일자 2011년05월23일
(51) Int. Cl. C10M 169/00 (2006.01) C10M 117/00 (2006.01) C10M 107/34 (2006.01) C10N 20/00 (2006.01)	(21) 출원번호 10-2011-7004183 (22) 출원일자(국제출원일자) 2009년07월15일 심사청구일자 없음 (85) 번역문제출일자 2011년02월23일 (86) 국제출원번호 PCT/EP2009/059110 (87) 국제공개번호 WO 2010/012602 국제공개일자 2010년02월04일 (30) 우선권주장 08161677.3 2008년08월01일 유럽특허청(EPO)(EP)	(71) 출원인 헬 인터내셔널 리써취 마트샤피지 비.브이. 네델란드왕국 엔엘-2596 에이치알 더 헤이그 카렐 반 바일란드틀란 30 (72) 발명자 데글링 슈테판 독일 21107 함부르크 호헤-샤르-슈트라쎈 34/36 (74) 대리인 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 윤활 그리스 조성물

(57) 요약

본 발명은 하기를 포함하는 윤활 그리스 조성물에 관한 것이다:

- (i) 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일;
- (ii) 리튬 착물 증점제; 및
- (iii) 18 개 이상의 탄소 원자를 포함하는 카르복실산.

본 발명에 따른 윤활 그리스 조성물은 듀얼 매스 플라이휠 적용물에서 마찰을 감소시키는데 특히 유용하다.

특허청구의 범위

청구항 1

하기를 포함하는 윤활 그리스 조성물:

- (i) 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일;
- (ii) 리튬 착물 증점제; 및
- (iii) 18 개 이상의 탄소 원자를 포함하는 카르복실산.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 카르복실산이 18 내지 54 개의 탄소 원자를 포함하는 윤활 그리스 조성물.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 카르복실산이 화학식 $R(COOH)_n$ (식 중, n 은 2 또는 3 이고, R 은 36 내지 54 개의 탄소 원자를 갖는 탄화수소 라디칼임) 을 갖는 이량체 및 삼량체 산으로부터 선택되는 윤활 그리스 조성물.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 리놀레산의 이량체 및 삼량체로부터 선택되는 윤활 그리스 조성물.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 리튬 착물 증점제가 C_{12} 내지 C_{24} 히드록시카르복실산의 리튬 비누 및 C_2 내지 C_{12} 디카르복실산의 리튬 비누를 포함하는 윤활 조성물.

청구항 6

제 5 항에 있어서, C_{12} 내지 C_{24} 히드록시카르복실산의 리튬 비누가 리튬 12-히드록시 스테아레이트인 윤활 조성물.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서, C_2 내지 C_{12} 디카르복실산이 아젤라인산, 세바신산 및 이의 혼합물로부터 선택되는 윤활 조성물.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일이 폴리프로필렌 글리콜의 단일 중합체인 윤활 조성물.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서, 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일이 900 내지 1400 kg/m³ 의 밀도를 갖는 윤활 그리스 조성물.

청구항 10

듀얼 매스 플라이휠 적용물에서의 제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 따른 윤활 그리스 조성물의 용도.

청구항 11

마찰을 줄이기 위한 제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 윤활 그리스 조성물의 용도.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 윤활 그리스 조성물, 특히 플라이휠 (flywheel) 적용물, 특히 듀얼 매스 플라이휠 (dual mass flywheel) 적용물에서 사용하기 위한 윤활 그리스 조성물에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 윤활화의 1 차 목적은 서로 상대 구동하는 고체 표면을 분리하여 마찰 및 마멸을 최소화하는 것이다. 이러한 목적에 가장 자주 사용되는 물질은 오일 및 그리스이다. 윤활제의 선택은 주로 특정 적용에 의하여 결정된다.

[0003] 윤활 그리스는 듀얼 매스 플라이휠 적용물에서 선택되는 윤활제이다. 듀얼 매스 플라이휠은 과도한 변속 기어 래틀 (rattle) 을 제거하고, 기어 변환/전환 작용력을 감소시키고, 연비를 증가시킨다. 듀얼 매스 플라이휠은 전형적으로 표준 수동 변속기를 갖춘 경량 디젤 트럭 및 고성능 고급 차량에 장착되어, 구동렬에서의 진동을 완충시킨다. 이는 차량이 장기적인 손상 없이 더 긴 기간 동안 작동될 수 있게 한다.

[0004] 리튬 비누 착물 기재의 그리스는 플라이휠 적용물에서의 사용에 대하여 공지되어 있다. 상기 그리스가 만족스러운 윤활 특성을 제공한다는 것이 밝혀졌다. 그러나 더 높은 성능에 대한 수요가 계속 증가하기 때문에, 개선된 윤활 특성, 특히 개선된 마찰 감소 특성을 나타내는 매스 플라이휠 적용물에서 사용하기 위한 그리스를 제공하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0005] 본 발명에 따르면, 하기를 포함하는 윤활 그리스 조성물이 제공된다:

[0006] (i) 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일;

[0007] (ii) 리튬 착물 증점제; 및

[0008] (iii) 18 개 이상의 탄소 원자를 포함하는 카르복실산.

[0009] 본 발명에 따르면, 듀얼 매스 플라이휠 적용물에서의 하기 기재된 바와 같은 윤활 그리스 조성물의 용도가 또한 제공된다.

[0010] 본 발명에 따르면, 마찰을 줄이기 위한 하기 기재된 바와 같은 윤활 조성물의 용도가 또한 제공된다.

[0011] 놀랍게도 본 발명의 그리스 조성물이 우수한 마찰 감소 특성뿐만 아니라, 양호한 안정성, 양호한 마멸 특성, 높은 원심력 저항성 및 증가된 그리스 수명을 나타낸다는 것이 밝혀졌다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명의 윤활 그리스는 필수적 성분으로서 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일을 포함한다.

[0013] 본 발명에 따른 윤활 조성물에 사용되는 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일과 관련하여 특별한 제한은 없으며, 다양한 통상적인 폴리알킬렌 글리콜이 적절히 사용될 수 있다.

[0014] 본 발명에 따라 사용되는 폴리알킬렌 글리콜 (PAG) 은 단량체 단위로서 1 내지 6 개의 탄소 원자를 갖는 산화알킬렌 단위 (-R-O-) 를 나타낼 수 있다.

[0015] 폴리알킬렌 글리콜은 수소 말단기, 알킬, 아릴, 알킬아릴, 아릴옥시, 알콕시, 알킬아릴옥시 및/또는 히드록시 말단기를 나타낼 수 있다. 알킬아릴옥시기는 아릴알킬(렌)옥시기를 의미하는 것으로 또한 이해되어야 하고, 알킬아릴기는 아릴알킬(렌)기 (예를 들어, 아릴 CH_2CH_2-) 를 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 알콕시 유형을 포함하는 알킬 유형, 또는 알킬아릴 유형, 아릴옥시 유형 및 알킬 아릴옥시 유형을 포함하는 아릴 유형의 말단기는, 아릴 유형을 기준으로 바람직하게는 6 내지 24 개의 탄소 원자, 특히 바람직하게는 6 내지 18 개의 탄소 원자를 나타내고, 알킬 유형을 기준으로 바람직하게는 1 내지 12 개의 탄소 원자를 나타낸다.

[0016] 본원에서 사용되는 폴리알킬렌 글리콜은 조성물에 사용된 리튬 착물 비누 (예를 들어 리튬 세바케이트, 리튬 아젤레이트) 와 유사한 밀도를 갖는 것이 바람직하다. 바람직하게는, 본원에서 사용되는 폴리알킬렌 글리콜은

900 내지 1400 kg/m³, 더 바람직하게는 950 내지 1100 kg/m³, 보다 더 바람직하게는 1000 내지 1100 kg/m³ 의 밀도를 갖는다.

- [0017] 본 발명에 따른 폴리알킬렌 글리콜은 단일중합체, 즉 폴리프로필렌 글리콜 (및/또는 산화폴리프로필렌) 또는 공중합체, 삼원중합체 동일 수 있다. 후자의 경우에 대해서, 단량체 단위는 임의 분포 또는 블록 구조를 나타낼 수 있다. 폴리알킬렌 글리콜이 단일중합체가 아닌 경우, 바람직하게는 모든 단량체 단위의 20% 이상, 바람직하게는 40% 이상을 산화폴리프로필렌 (PO) 으로부터 생성시킬 수 있고, 또한 바람직하게는 이러한 폴리알킬렌 글리콜의 모든 단량체 단위의 20% 이상을 산화에틸렌 (EO) 을 사용함으로써 생성시킬 수 있다 (PO/EP 공중합체). 또다른 구현예에 따르면, 바람직하게는 모든 단량체 단위의 20% 이상, 바람직하게는 40% 이상을 산화부틸렌 (BO) 으로부터 수득할 수 있고, 또한 바람직하게는 이러한 폴리알킬렌 글리콜의 모든 단량체 단위의 20% 이상을 산화에틸렌을 사용함으로써 수득할 수 있다 (BO/EO 공중합체).
- [0018] 본원에서의 바람직한 구현예의 경우, 모든 단량체 단위의 바람직하게는 50% 이상, 더 바람직하게는 80% 이상을 산화프로필렌으로부터 생성시킬 수 있으며, 나머지는 산화에틸렌으로부터 생성시킬 수 있다.
- [0019] 본원에서의 특히 바람직한 구현예의 경우, 폴리알킬렌 글리콜은 산화프로필렌의 단일중합체이다. 폴리프로필렌 단일중합체의 적합한 예는 상품명 Synalox (RTM), 예를 들어 Synalox (RTM) 100-150B 로 Dow Chemicals로부터 시판된다.
- [0020] (폴리)알코올이 사용되는 경우, 출발 화합물은 중합체에 도입되고, 본 발명의 의미에 따라 중합체 사슬의 말단기로서 또한 나타내어진다. 적합한 출발 기는 예를 들어 물, n-부탄올, 프로필렌 글리콜, 에틸렌 글리콜, 네오펜틸 글리콜, 예컨대 펜타에리트리톨, 에틸렌 디아민, 페놀, 크레졸 또는 기타 (C₁ 내지 C₁₆ (모노, 디 또는 트리)알킬) 방향족, (히드록시알킬) 방향족, 히드로퀴논, 아미노에탄올아민, 트리에틸렌테트라민, 폴리아민, 소르비톨 또는 기타 당과 같이 활성 수소를 포함하는 화합물로 이루어진다. 카르복실산 또는 카르복실산 무수물과 같은 기타 C-H 산성 화합물이 출발 화합물로서 또한 사용될 수 있다. 기타 적합한 출발 화합물은 C₁₀ 내지 C₁₈ 알코올과 같은 장쇄 알코올을 포함한다.
- [0021] 바람직하게는, 폴리알킬렌 글리콜은 예를 들어 측기 (side group) 또는 말단기로서 중합체 사슬에 삽입되는 상응하는 헤테로방향족기 또는 아릴기를 포함하는데; 필요한 경우 상기 기는 선형 또는 분지형 알킬기 또는 알킬렌기, 바람직하게는 1 내지 18 개의 탄소 원자를 전체에 걸쳐 나타내는 알킬기 또는 알킬렌기로 치환될 수 있다.
- [0022] 히드록시푸르푸릴 또는 히드록시테트라히드로푸란과 같은 시클릭 에테르 알코올, 질소 헤테로시클릭 또는 황 헤테로시클릭이 출발기로서 또한 사용될 수 있다. 상기 폴리알킬렌 글리콜은 WO 01/57164 에 개시되어 있으며, 이의 교시는 본원에서 참조 인용된다.
- [0023] 바람직하게는, 본 발명에 따른 폴리알킬렌 글리콜은 200 내지 6000 g/mol, 더 바람직하게는 400 내지 4000 g/mol, 보다 더 바람직하게는 1000 내지 3000 g/mol, 특히 2000 내지 3000 g/mol 의 평균 분자량 (수평균) 을 갖는다.
- [0024] 본 발명에 따라 사용되는 폴리알킬렌 글리콜은 출발 화합물로서 폴리알코올을 포함하는 알코올을, 산화에틸렌, 산화프로필렌 및/또는 산화부틸렌과 같은 옥시레인과 반응시킴으로써 생성될 수 있다. 반응 이후, 이는 말단기로서 하나의 자유 히드록시기만을 갖는다. 하나의 히드록시기만을 갖는 폴리알킬렌 글리콜은 2 개의 자유 히드록시기를 갖는 것보다 더 바람직하다. 예를 들어 추가적인 에테르화 단계 후에 더이상 자유 히드록시기를 포함하지 않는 폴리알킬렌 글리콜은 안정성, 흡습성 및 용화성과 관련해 특히 바람직하다. 말단 히드록실기의 알킬화는 열안정성의 증가를 야기한다. 따라서, 본 발명에 따른 특히 바람직한 구현예의 경우, PAG 베이스 오일이 말단-캡핑된 (end-capped), 즉 자유 히드록실기가 존재하지 않는 PAG 를 포함한다.
- [0025] 바람직하게는, 윤활 조성물은 상기 윤활 조성물의 총 중량을 기준으로 30 중량% 이상, 바람직하게는 50 중량% 이상, 더 바람직하게는 70 중량% 이상의 PAG 베이스 오일을 포함한다. 베이스 오일로서 (하나 이상의) PAG 베이스 오일(들)만 사용되는 것이 보다 더 바람직하다.
- [0026] 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, PAG 베이스 오일은 32 내지 690, 바람직하게는 100 내지 300, 더 바람직하게는 150 내지 250 mm²/s 의 40 °C 에서의 운동학적 점도 (ASTM D445 에 따름) 를 갖는다.
- [0027] 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일에 추가로, 미네랄 또는 합성 기원의 통상적으로 사용되는 임의의 윤활유일 수

있는 추가적인 베이스 오일을 포함할 수 있다. 하지만, 본 발명의 바람직한 구현예의 경우 베이스 오일은 하나 이상의 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일만으로 이루어진다.

[0028] 미네랄 기원의 베이스 오일은 예를 들어 용매 정제 또는 수소화처리 (hydro-processing) 함으로써 생성되는 미네랄 오일일 수 있다. 합성 기원의 베이스 오일은 전형적으로 예를 들어 알파-올레핀의 액체 중합체인 C_{10-50} 탄화수소 중합체의 혼합물일 수 있다. 이는 통상적인 에스테르, 예를 들어 폴리올 에스테르일 수 있다. 베이스 오일은 또한 이러한 오일의 혼합물일 수 있다. 바람직하게는 베이스 오일은 "HVI" 또는 "MVIN"의 명칭으로 Royal Dutch/Shell Group of Companies에 의해 판매되는 미네랄 기원의 것, 폴리알파올레핀, 또는 이들의 혼합물이다. 합성 탄화수소 베이스 오일, 예를 들어 "XHVI" (상품명)의 명칭으로 Royal Dutch/Shell Group of Companies에 의해 판매되는 것이 또한 사용될 수 있다. 존재하는 경우, 그리스를 제조하는데 사용되는 미네랄 윤활 오일 베이스 스톡 (oil base stock)은 파라핀계, 나프텐계 및 혼합 기원유 (mixed base crude)로부터 유래된 임의의 통상적인 정제 베이스 스톡일 수 있다.

[0029] 폴리알킬렌 글리콜 베이스 오일에 추가로, 본 발명의 윤활 그리스 조성물은 리튬 비누 착물 증점제를 포함한다.

[0030] 그리스에 존재하는 리튬 비누 착물의 양은 바람직하게는 조성물의 2 중량% 내지 30 중량%, 바람직하게는 5 중량% 내지 20 중량%이다.

[0031] 바람직한 구현예에서, 리튬 비누 착물은 C_{12} 내지 C_{24} 히드록시 지방산의 리튬 비누 및 C_2 내지 C_{12} 지방족 디카르복실산의 리튬 비누를 포함한다.

[0032] 더 바람직하게는 히드록시 지방산의 리튬 비누는 C_{16} 내지 C_{20} 히드록시 지방산이다. 특히 바람직한 히드록시 지방산은 히드록시스테아르산, 예를 들어 9-히드록시, 10-히드록시 또는 12-히드록시스테아르산이고, 더 바람직하게는 12-히드록시스테아르산이다. 9-10 위치에 이중 결합을 갖는 12-히드록시스테아르산의 불포화 형태인 리시놀레산이 또한 사용될 수 있다. 기타 적합한 히드록시 지방산은 12-히드록시베헨산 및 10-히드록시팔미트산을 포함한다.

[0033] 디카르복실산은 바람직하게는 C_4 내지 C_{12} , 더 바람직하게는 C_6 내지 C_{10} 의 지방족 디카르복실산이다. 적합한 산의 예는 옥살산, 말론산, 숙신산, 글루타르산, 아디프산, 수베르산, 피멜린산, 아젤라인산, 도데칸이산 및 세바신산을 포함한다. 아젤라인산 및 세바신산이 특히 바람직하다.

[0034] 바람직하게는, C_{12} 내지 C_{24} 히드록시 지방산 및 C_2 내지 C_{12} 지방족 디카르복실산은 20:1 내지 1:1, 바람직하게는 10:1 내지 1:1, 더 바람직하게는 8:1 내지 3:1의 중량비로 존재한다.

[0035] 본 발명의 윤활 그리스 조성물의 또다른 필수적 성분은 18 개 이상의 탄소 원자를 갖는 장쇄 카르복실산이다. 바람직하게는, 18 개 이상의 탄소 원자를 갖는 장쇄 카르복실산은 조성물의 0.1 중량% 내지 10 중량%, 바람직하게는 약 1 중량% 내지 약 10 중량%, 더 바람직하게는 약 1 중량% 내지 약 5 중량%로 존재한다.

[0036] 바람직하게는 장쇄 카르복실산은 18 내지 90 개의 탄소 원자를 갖는 카르복실산으로부터 선택된다. 특히 바람직한 구현예에서, 장쇄 카르복실산은 포화 또는 불포화될 수 있는, 화학식 $R(COOH)_n$ (식 중, n 은 2 또는 3이고, R 은 24 내지 90 개의 탄소 원자, 바람직하게는 36 내지 54 개의 탄소 원자의 범위 내의 탄화수소 라디칼임)을 갖는 폴리카르복실산인 이량체 및 삼량체 산으로부터 선택된다. 리놀레산 이량체 산은 전형적인 디엘스-알더 반응 (Diels-Alder reaction)으로 2 개의 분자의 리놀레산을 반응시킴으로써 형성된다. 리놀레산 삼량체 산은 불포화기에 의해 함께 연결되는 3 개의 분자의 리놀레산을 중합시킴으로써 형성되는 C_{54} 트리카르복실산이다. 리놀레산의 이량체 및 삼량체는 Oleon Chemicals로부터의 상품명 Radiacid 및 Arizona Chemicals로부터의 상품명 Unidyme으로 시판된다. 리놀레산의 이량체 및 삼량체의 특히 바람직한 예는 Oleon Chemicals, Belgium으로부터 시판되는 Radiacid 0975 및 Radiacid 0980, 및 Arizona Chemical, USA로부터 시판되는 Unidyme 12 (C_{18} 이량체)이다.

[0037] 다양한 통상적인 그리스 첨가제가 산화 안정성, 점착성, 극압 특성 및 부식 방지와 같이 특정한 원하는 특성을 그리스에 부여하기 위해, 이러한 적용 분야에서 보통 사용되는 양으로 본 발명의 윤활 그리스에 도입될 수 있다. 적합한 첨가제는 하나 이상의 극압/나마멸제, 예를 들어 아연 염 예컨대 아연 디알킬 또는 디아릴 디티오포스페이트, 보레이트, 치환 티아디아졸, 중합성 질소/인 화합물 (예를 들어, 디알콕시 아민과 치환 유기 포스페이트를 반응시킴으로써 생성됨), 아민 포스페이트, 천연 또는 합성 기원의 황화 경유, 황화 라드, 황화

에스테르, 황화 지방산 에스테르 및 유사한 황화 물질, 예를 들어 화학식 $(OR)_3P=O$ (식 중, R 은 알킬, 아릴 또는 아르알킬기임) 에 따르는 유기 포스페이트, 및 트리페닐 포스포로티오네이트; 하나 이상의 과염기화 (overbased) 금속-함유 세정제, 예컨대 칼슘 또는 마그네슘 알킬살리실레이트 또는 알킬아릴살포네이트; 하나 이상의 무회 분산 첨가제, 예컨대 폴리이소부테닐 숙신산 무수물과 아민 또는 에스테르의 반응 생성물; 하나 이상의 산화 방지제, 예컨대 부자유 페놀 또는 아민, 예를 들어 페닐 알과 나프틸아민; 하나 이상의 녹 방지 첨가제; 하나 이상의 마찰-변형 첨가제; 하나 이상의 점도-지수 개선제; 하나 이상의 유동점 강하 첨가제; 및 하나 이상의 증점제를 포함한다. 흑연, 미분된 이황화 폴리브데늄, 탈크, 금속 분말과 같은 고체 물질, 및 폴리 에틸렌 왁스와 같은 다양한 중합체가 특별한 특성을 부여하기 위해 또한 첨가될 수 있다.

[0038] 마찰 수준을 줄이기 위해, 기술 분야의 당업자가 유기 몰리브데늄계의 제형을 사용할 것이 주로 기대되며, 상기 윤활 조성물의 특허 문헌에 수많은 제안이 나와 있다.

[0039] 본 발명을 이제 하기의 실시예를 참조로 설명할 것이다:

[0040] 실시예 1 내지 3 및 비교예 A

[0041] 실시예 1 내지 3 및 비교예 A 의 윤활 그리스를 하기 방법에 따라 제조하였다.

[0042] 오토클레이브에 50% 의 베이스 오일을 12-히드록시스테아르산, 세바신산 및 수산화리튬 일수화물 및 100 ml 의 물과 함께 충전하였다. 오토클레이브를 폐쇄하고, 145 °C 까지 가열하였다. 배출 온도에 도달한 후, 배출 밸브를 열고, 증기를 30 분 동안 방출시켰다. 증기압이 0 bar 일 때, 배출 밸브를 여전히 연 상태로, 215 °C 의 온도까지 가열을 시작하였다. 215 °C 의 온도에 도달한 후, 오토클레이브를 1 °C/분의 재킷 냉각으로 165 °C 까지 냉각시켰다. 165 °C 에 도달한 후, 잔류하는 50% 의 베이스 오일을 용기에 충전하였다. 이후 생성물을 80 °C 로 냉각시키고, 임의의 첨가제를 용기에 충전하였다. 이후 생성물을 삼중 롤 분쇄기 (triple roll mill) 로 균질화시켰다.

[0043] 제조된 그리스의 조성을 아래 표 1 에 나타냈다. 실시예 1 은 불포화 C_{18} 지방산의 특이적 이량체 4% 를 함유한다. 실시예 2 는 불포화 C_{18} 지방산의 특이적 삼량체 4% 를 함유한다. 실시예 3 은 C_{18} 포화 지방산을 함유한다. 비교예 A 는 C_{18} 지방산의 이량체 또는 삼량체를 함유하지 않는다.

표 1

[0044]

	비교예 A	실시예 1	실시예 2	실시예 3
Synalox 100-150B ¹	83.82	79.82	79.82	79.82
LiOH-H ₂ O	2.3	2.3	2.3	2.3
세바신산	1.88	1.88	1.88	1.88
12-히드록시스테아르산	10	10	10	10
Radiacid 0975 ²	0	4	0	0
Radiacid 0980 ³	0	0	4	0
Radiacid 0152 ⁴	0	0	0	4
Naugalube AMS ⁵	0.5	0.5	0.5	0.5
Ralox LC ⁶	0.5	0.5	0.5	0.5
Irganox L57 ⁷	0.5	0.5	0.5	0.5
Valirex Zn 8.0 ⁸	0.5	0.5	0.5	0.5

1. Dow Chemicals 로부터 시판되는 폴리프로필렌 글리콜 단일중합체
2. Oleon Chemicals 로부터 시판되는 C₁₈ 지방산의 이량체
3. Oleon Chemicals 로부터 시판되는 C₁₈ 지방산의 삼량체
4. Oleon Chemicals 로부터 시판되는 C₁₈ 포화 지방산
5. Chemtura, USA 로부터 시판됨
6. Raschig, Ludwigshafen, Germany 로부터 시판됨
7. CIBA Geigy Specialties, Switzerland 로부터 시판됨
8. Corm Van Loocke, Belgium 으로부터 시판됨

[0045] 실시예 4

[0046] 마찰 계수의 측정

[0047] 실시예 1 내지 3 및 비교예 A 의 마찰 계수를 하기 기재된 시험 방법을 사용하여 측정하였다.

[0048] 동적 비틀림 시험 기계 (dynamic torsion test rig.) 로 매스 플라이휠의 마찰 시험을 실행할 수 있다. 재료 사양과 긴밀히 연결되어야 하는 매스 플라이휠의 모든 내부에 대해서 완전히 새로운 부품을 사용할 필요가 있다. 매스 플라이휠을 먼저 4 시간 이상 동안 다양한 속도 및 각도로 비틀림 시험 기계에서 조정하여, 일정한 표면 조건을 얻었다. 매스 플라이휠을 시험부의 충전 지침에 따라 (실시예 또는 비교예의) 그리스로 충전한 후, 120 °C 의 온도, 2000 rpm 및 +/- 30° 의 각진동에서 0.25 Hz 로 시험하였다. 매스 플라이휠의 마찰 값은 하나의 완전한 진동 주기에 대해 필요한 토크에 상응한다. 제로 크로싱 (zero crossing) 에서 각 방향으로부터의 변위 후의 최대 토크에서, 제로 크로싱에서 각 방향의 최소 토크 재변위를 뺀 것을 2 로 나눔에 따라 마찰 계수를 계산하였다.

[0049] 실시예 1 내지 3 및 비교예 A 의 마찰 계수를 아래 표 2 에 나타냈다.

표 2

실시예	마찰 계수
A*	0.106
1	0.059
2	0.059
3	0.082
* 비교예	

[0051] PAG + 리튬 비누 착물에 대한 이량체 (C₃₆) 또는 삼량체 (C₅₄) 산의 첨가가 마찰 계수의 실질적인 감소를 야기한다는 것을 표 2 의 결과로부터 볼 수 있다.