

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
C09K 3/14

(11) 공개번호 특2001-0042576
(43) 공개일자 2001년05월25일

(21) 출원번호	10-2000-7011243	(87) 국제공개번호	WO 2000/47689
(22) 출원일자	2000년10월09일	(87) 국제공개일자	2000년08월17일
번역문제출일자	2000년10월09일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2000/00688		
(86) 국제출원출원일자	2000년02월08일		
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 시에라리온 가나 감비아 짐바브웨 탄자니아 EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스 OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비소 국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지아 헝가리 이스라엘 아이슬란드 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 아랍에미리트 코스타리카 도미니카연방 모로코 탄자니아 남아프리카 가나 감비아 크로아티아 인도네시아 인도 시에라리온 유고슬라비아 짐바브웨 그레나다		
(30) 우선권주장	11-31657 1999년02월09일 일본(JP)		
(71) 출원인	오츠카 가가쿠 가부시키 가이샤 오츠카 유지로		
(72) 발명자	일본 오사카 540-0021 오사카시 추오구 오테도리 3초메 2-27 오가와히로시 일본국도쿠시마현도쿠시마시가와우치초가가스노463오츠카가가쿠가부시키가이샤도쿠시마고쥬 다케나카미노루 일본국오사카후오사카시추오구오테도리3초메2방27고오츠카가가쿠가부시키가이샤		
(74) 대리인	윤동열, 이선희		

심사청구 : 있음

(54) 마찰재

요약

본 발명의 마찰재는 마찰 조정제로서, 일반식 (1) $A_xM_yTi_{2-y}O_4$ (식중, A는 리튬을 제외한 알칼리 금속을 나타내며, M은 리튬, 마그네슘, 아연, 니켈, 구리, 철, 알루미늄, 갈륨, 망간으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 나타내며, x는 0.5~1.0, y는 0.25~1.0의 수를 나타낸다)로 표현되는 평평한 총형상 티탄산염, 및 일반식 (2) $H_x(M'_y)_zTi_{2-y}O_4 \cdot nH_2O$ (단, M'는 리튬, 마그네슘, 아연, 니켈, 구리, 철, 알루미늄, 갈륨, 망간으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 나타내며, x는 0.5~1.0, y는 0.25~1.0, z는 0 또는 1을, n은 $0 \leq n \leq 2$ 의 수를 각각 나타낸다)로 표현되는 평평한 총형상 티탄산으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 3~50중량% 함유한다.

대표도

도1

색인어

마찰재, 마찰 조정제

영세서

기술분야

본 발명은 자동차, 항공기, 철도 차량 및 산업용 기기 등의 제동 장치에 사용되는 제동 부재용 재료, 예를 들면 클러치 페이싱(clutch facings)용 재료 및 브레이크용 재료 등으로 적합한 마찰재에 관한 것이다.

배경기술

제동 부재에 있어서의 마찰재로서는, 지금까지 아스베스토(asbestos)를 유기계 또는 무기계의 결합제에 분산시켜서 결합성형하여 이루어지는 마찰재가 사용되어 왔다. 그러나, 이것은 내열성 등의 마찰 마모 특성이 불충분함과 아울러, 아스베스토는 발암성 등의 환경 위생상의 문제를 갖기 때문에 대체품의 개발이 강력히 요구되고 있다.

이러한 요구에 대하여, 티탄산 칼륨 함유를 기재 함유 또는 마찰 조정제로서 사용한 마찰재가 제안되어 있다. 티탄산 칼륨 함유는 아스베스토와 같은 발암성을 지니지 않으며, 내열성이 우수하고, 페이드 현상(fading phenomenon)의 방지 및 마찰 특성의 열안정성 향상에 유효하다는 우수한 특성을 가지고 있다.

그러나 티탄산 칼륨 함유를 배합한 마찰재에 있어서도, 제동 장치의 "브레이크 노이즈"의 문제의 해결에는 충분히 대응할 수 없다는 것이 현실적이다.

또한, 티탄산 칼륨 함유는 함유 형상을 갖고 있기 때문에 부피가 크고, 유동성이 떨어지며, 제조 시점에 있어서 공급로의 벽에 부착하여, 공급로를 폐색시킨다고 하는 문제점을 가지고 있다.

본 발명의 목적은 상기 종래의 문제점을 해결하는데 있으며, 마찰 마모 특성이 우수하며, 또한 생산성이 우수한 마찰재를 제공하는데 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 마찰재는 마찰 조정제로서, 일반식 (1) $A_xM_yTi_{2-y}O_4$ (식중, A는 리튬을 제외한 알칼리 금속을 나타내며, M은 리튬, 마그네슘, 아연, 니켈, 구리, 철, 알루미늄, 갈륨, 망간으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 나타내며, x는 0.5~1.0, y는 0.25~1.0의 수를 나타낸다)로 표현되는 평평한 층형상(flat layered) 티탄산염, 및 일반식 (2) $H_x(M'_y)_zTi_{2-y}O_4 \cdot nH_2O$ (단, M'는 리튬, 마그네슘, 아연, 니켈, 구리, 철, 알루미늄, 갈륨, 망간으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 나타내며, x는 0.5~1.0, y는 0.25~1.0, z는 0 또는 1을, n은 $0 \leq n \leq 2$ 의 수를 각각 나타낸다)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 3~50중량% 함유하는 것을 특징으로 하고 있다. 여기서 A로서 구체적으로는, 나트륨, 칼륨, 루비듐 및 세슘을 열거할 수 있다.

본 발명에서 마찰 조정제로서 사용하는 상기 일반식 (1)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염 및 상기 일반식 (2)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산은 모두 온도 변화가 안정된 마찰 마모 특성을 갖는 것이며, 마찰재용 마찰 조정제로서 바람직한 것이다. 게다가, 티탄산칼륨 함유와 같은 함유 형상을 갖고 있지 않기 때문에, 제조 공정에 있어서 공급로를 폐색할 우려가 적고, 또한 흡입성 함유에 의한 노동 환경의 악화를 초래하지 않는다.

본 발명의 마찰재는 마찰 조정제로서 평평한 층형상 티탄산염 또는 평평한 층형상 티탄산을 함유함으로써, 이하와 같은 작용효과를 갖는다.

- (1)마찰 조정제가 평평한 층형상 구조를 갖고 있으므로 안정된 마찰 마모 특성이 얻어진다.
- (2)마찰 조정제의 아스펙트비가 크기 때문에, 마찰재 자체의 강도의 향상에 이바지한다.
- (3)마찰 조정제의 유동성이 높고, 원료 혼합물의 조정이 용이하다.
- (4)흡입성 분진의 발생이 극히 적고, 작업 환경을 청정하게 유지할 수 있다.
- (5)내열성이 높고, 저온~고온의 넓은 온도 영역에서 안정된 마찰 계수가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

도 1은 각 공시(供試) 디스크 패드의 디스크 패드 온도와 마모율간의 관계를 나타낸 도이다.

도 2는 각 공시 디스크 패드의 디스크 패드 온도와 마찰 계수간의 관계를 나타낸 도이다.

실시예

상기 일반식 (1)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염의 구체적인 예로서는, $K_{0.8}Zn_{0.4}Ti_{1.6}O_4$, $K_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4$ 및 $K_{0.8}Li_{0.27}Ti_{1.73}O_4$ 를 예시할 수 있다. 또한, 일반식 (2)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산의 구체적인 예로서는, $H_{0.8}Zn_{0.4}Ti_{1.6}O_4 \cdot nH_2O$ (n은 $0 \leq n \leq 2$ 의 수를 나타낸다), $H_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4 \cdot nH_2O$ (n은 $0 \leq n \leq 2$ 의 수를 나타낸다), $H_{0.8}Li_{0.27}Ti_{1.73}O_4 \cdot nH_2O$ (n은 $0 \leq n \leq 2$ 의 수를 나타낸다.)를 예시할 수 있다.

일반식 (2)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산은 일반식 (1)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염을 산처리하여, A의 사이트의 알칼리 금속 이온을 수소 이온과 치환함으로써 얻을 수 있다. 산처리에 사용하는 산으로서는, 가장 일반적으로는 염산이 사용되는데, 염산에 한정되는 것은 아니며, 그 외의 광산(鑛酸) 및 유기산 등을 사용할 수 있다. 예를 들면, $K_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4$ 로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염을 산처리함으로써, $H_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4 \cdot nH_2O$ (n은 $0 \leq n \leq 2$ 의 수를 나타낸다)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산을 얻을 수 있다.

본 발명에서 사용하는 평평한 층형상 티탄산염 및 평평한 층형상 티탄산의 형상으로서, 마찰 마모 특성 향상의 관점에서 긴 직경 10~500 μ m, 짧은 직경(두께)50~1000nm의 것이 특히 바람직하게 사용된다.

또한, 이들 평평한 층형상 티탄산염 및 평평한 층형상 티탄산은 본 발명의 마찰재중에 3~50중량% 배합된다. 이것은 3중량% 이상 배합하지 않으면, 마찰 마모 특성의 개선 효과를 발현시킬 수 없기 때문이며, 또한 50중량%를 넘어 배합하더라도, 마찰 마모 특성의 개선 효과는 그 이상 기대할 수 없어서 경제적으로 불리해지기 때문이다.

본 발명에서 마찰 조정제로서 사용하는 일반식 (1)의 평평한 층형상 티탄산염 및 일반식 (2)의 평평한 층형상 티탄산의 합성 방법으로서, 특히 제한되는 것은 아니지만, 예를 들면 이하의 방법에 의해 제조할 수 있다.

예를 들면, $K_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4$ (A가 칼륨이며, M이 마그네슘이며, x가 0.8, y가 0.4인 일반식 (1)의 평평한 층형상 티탄산염)의 합성을 예로 들면, $(K_2O)_{0.5}(MgO)_{0.5}(TiO_2)_{1.5}$ 의 몰비의 비율이 되도록 혼합한 결정 원료 분말에 $(K_2O)_{1.0}(MoO_3)_{1.0}$ 의 몰비의 비율이 되도록 혼합한 플럭스 원료 분말을 30:70의 몰백분율의 비율로 혼합한다. 이 혼합물을 1100~1200 $^{\circ}$ C의 온도에서 가열하고, 그 후 서냉하여 결정을 육성한다. 얻어진 생성물을 따뜻한 물로 적시고, 플럭스를 제거하여 본 발명의 평평한 층형상 티탄산염의 하나인 $K_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4$ 를 얻을 수 있다.

당업자라면 원료 및 혼합 몰비를 적절히 조정함으로써, 임의의 A, M, x, y의 값을 갖는 일반식 (1)의 평평한 층형상 티탄산염을 얻을 수 있다는 것은 자명할 것이다. 또한, 일반식 (1)의 평평한 층형상 티탄산염을 산처리하여 알칼리 금속을 수소와 치환함으로써 일반식 (2)의 평평한 층형상 티탄산을 얻을 수 있다.

본 발명의 마찰재의 구체적인 예로서, 예를 들면 기재 섬유, 마찰 조정제 및 결합제로 이루어지는 마찰재를 예시할 수 있다. 상기 마찰재중의 각 성분의 배합 비율로서는, 기재 섬유 1~60중량부, 마찰 조정제는 일반식 (1)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염 및 일반식 (2)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산을 포함하여 20~80중량부, 결합제 10~40중량부, 그 외의 성분을 0~60중량부를 예시할 수 있다.

기재 섬유로서는, 예를 들면 아라미드 섬유 등의 수지 섬유, 스틸 섬유, 황동 섬유 등의 금속 섬유, 탄소 섬유, 유리 섬유, 세라믹 섬유, 록 울(rock wool), 목질 펄프 등을 열거할 수 있다. 이들 기재 섬유는 분산성 및 결합제와의 밀착성 향상을 위하여 아미노실란계, 에폭시실란계 또는 비닐실란계 등의 실란계 커플링제, 티타네이트계 커플링제 또는 인산 에스테르 등의 표면 처리를 실시하여 사용해도 된다.

본 발명의 마찰재에 있어서의 마찰 조정제로서는, 일반식 (1)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염 및 일반식 (2)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산 중의 어느 1종 이상뿐만 아니라, 본 발명의 효과를 손상하지 않는 범위에서, 다른 마찰 조정제를 병용해도 된다. 예를 들면, 가황 또는 미가황의 천연 및 합성 고무 분말, 캐슈(cashew) 수지 분말, 레진 더스트, 고무 더스트 등의 유기물 분말, 카본 블랙, 흑연 분말, 이황화몰리브덴, 황산바륨, 탄산칼슘, 클레이, 마이카, 탈크, 규소토, 안티고라이트(antigorite), 세피올라이트, 몬모리로나이트, 제올라이트, 삼티탄산나트륨, 오티탄산나트륨, 6티탄산칼륨, 8티탄산칼륨 등의 무기질 분말, 구리, 알루미늄, 아연, 철 등의 금속 분말, 알루미늄, 실리카, 산화크롬, 산화티탄, 산화철 등의 산화물 분말 등을 열거할 수 있다.

결합제로서는, 페놀 수지, 포름알데히드 수지, 멜라민 수지, 에폭시 수지, 아크릴 수지, 방향족 폴리에스테르 수지, 유레아 수지 등의 열경화성 수지, 천연 고무, 니트릴 고무, 부타디엔 고무, 스티렌부타디엔 고무, 클로로프렌 고무, 폴리이소프렌 고무, 아크릴 고무, 하이스티렌 고무, 스티렌프로필렌디엔 공중합체 등의 엘라스토머, 폴리아미드 수지, 폴리페닐렌설파이드 수지, 폴리에테르 수지, 폴리이미드 수지, 폴리에테르에테르케톤 수지, 열가소성 액정 폴리에스테르 수지 등의 열가소성 수지 등의 유기질 결합제 및 알루미늄아졸, 실리카 졸, 실리콘 수지 등의 무기질 결합제를 예시할 수 있다.

본 발명의 마찰재에는, 상기 각 성분뿐만 아니라, 필요에 따라서 녹방지제, 윤활제, 연삭제 등의 성분을 배합할 수 있다.

본 발명의 마찰재의 제조시에는, 특히 제한은 없으며, 종래 공지의 마찰재의 제조 방법에 준하여 적절히 제조할 수 있다.

본 발명의 마찰재의 제조 방법의 한 예를 들면, 기재 섬유를 결합제중에 분산시키고, 마찰 조정제 및 필요에 따라서 배합되는 그 외의 성분을 조합하여 배합하여 마찰재 조성물을 조제하고, 이어서 금형 중에 상기 조성물을 주입하고 가압가열하여 결합성형하는 방법을 예시할 수 있다.

또한, 다른 한 예를 들면, 결합제를 이축 압출기에 의해 용융 혼합하고, 사이드 호퍼로부터 기재 섬유, 마찰 조정제 및 필요에 따라서 배합되는 그 외의 성분을 조합하여 배합하고, 압출 성형후, 소망의 형상으로 기계 가공하는 방법을 예시할 수 있다.

또한, 다른 한 예를 들면, 마찰재 조성물을 물 등에 분산시키고 망 위에 건조시키고, 탈수하여 시트 형상으로 제조한 후, 프레스기에 의해 가열가압하여 결합성형하고, 얻어진 마찰재를 적절히 절삭 및 연삭 가공하여 소망의 형상으로 하는 방법을 예시할 수 있다.

이하에, 실시예, 비교예 및 시험예를 예로 들어, 본 발명을 더욱 상세하게 설명하겠다.

실시예

식 $K_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4$ 로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염(긴 직경 50~60 μm , 짧은 직경(두께)0.3 μm , 아스펙트 비 약 180~200)20중량부, 아라미드 섬유(상품명"켈브라 펄프(Kevlar Pulp)", 평균 길이 3mm, 도레이 가부시키가이샤 제품) 10중량부, 결합제(페놀 수지) 20중량부, 황산 바륨 50중량부를 혼합한 원료 혼합물을, 가압력 300kgf/cm²로 상온에서 1분간 예비 성형한 후, 금형에 의한 결착 성형(가압력 150kgf/cm², 온도 170 $^{\circ}C$, 시간 5분)을 행하고, 성형후, 열처리(180 $^{\circ}C$ 에서 3시간 유지)하였다. 금형으로부터 꺼낸 후, 연마 가공을 실시하여 공시 디스크 패드 A(JIS D 4411 시험편)을 얻었다.

비교예

비교예로서, 평평한 층형상 티탄산염과 아라미드 섬유의 혼합물 30중량부 대신에, 이하의 공시재(供試材) B~E 각각 30중량부를 사용한 이외에는, 상기 실시예와 동일한 조건으로 공시 디스크 패드 B~E를 제조하였다.

공시재 B:6티탄산칼륨 섬유(단면 직경: 5~10 μm , 아스펙트비 5)

공시재 C: 아스베스트 섬유(6클래스)

공시재 D: 조대(粗大) 사이즈의 6티탄산 칼륨 섬유(단면 직경: 20~50 μm , 길이 100~300 μm)

공시재 E: 미세 니들 형상 8티탄산 칼륨 섬유(단면 직경: 0.2~0.5 μm , 길이 5~15 μm)

마찰 시험

각 공시 디스크 패드 A~E에 대하여, JIS D 4411"자동차용 브레이크 라이닝"의 규정에 준하여 정속식(定速式) 마찰 마모 시험(디스크 마찰면: FC 25 그레이 캐스트 아이언), 압력:10kgf/cm², 마찰 속도 7m/초)를 행하여, 마모율(cm³/Kgm) 및 마찰 계수(μ)를 측정하였다. 도 1 및 도 2에 그 측정 결과를 나타낸다.

이 결과로부터 확실한 바와 같이, 본 발명의 마찰재(공시 디스크 패드 A)는 저온에서 고온 영역에 걸쳐서, 아스베스트 섬유를 이용한 비교예의 공시 디스크 패드 C에 비하여 내마모성이 우수하다는 것을 알 수 있다. 또한, 마찰 계수에 있어서도, 온도 변화에 대하여 비교적 안정되어 있다는 것을 알 수 있다.

미세 니들 형상 티탄산칼륨 섬유를 사용한 공시 디스크 패드 E(비교예)는 높은 마찰 계수를 가지며, 또한 온도에 의한 변화도 적고 안정성이 우수하지만, 온도 상승에 따라서 마모율의 급격한 상승이 발생한다.

조대 사이즈의 6티탄산칼륨 섬유를 사용한 공시 디스크 패드 D(비교예)는 본 발명의 마찰재와 마찬가지로 안정된 마모 특성을 갖고 있으나, 마찰 계수의 열적 안정성에 있어서 본 발명의 마찰재에 뒤떨어져 있다.

상기 실시예에서 사용한 $K_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4$ 로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염을 산처리하여 얻어지는, 식 $H_{0.8}Mg_{0.4}Ti_{1.6}O_4 \cdot nH_2O$ 로 표현되는 평평한 층형상 티탄산 20중량부를 마찰 조정제로서 사용하는 이외에는, 상기 실시예와 마찬가지로 하여 공시 디스크 패드를 제조하고, 상기 시험예와 마찬가지로 마찰 시험을 행한 바, 공시 디스크 패드 A와 마찬가지로, 저온에서 고온 영역에 걸쳐서 마모성이 우수하며, 또한 마찰 계수의 열적 안정성에 있어서 우수하다는 것이 확인되었다.

산업상이용가능성

본 발명의 마찰재는 저온에서 고온 영역까지의 넓은 온도 범위에 걸쳐서, 우수한 안정된 마찰 계수와 내마모성을 갖고 있다. 따라서, 자동차, 철도 차량, 항공기, 각종 산업용 기기류 등에 사용되는 제동 부재용 재료, 예를 들면 클러치 페이싱용 재료 및 브레이크 라이닝이나 디스크 패드 등의 브레이크용 재료 등으로 사용함으로써, 제동 기능의 향상 및 안정화, 내용수명(耐用壽命)의 개선 효과가 얻어진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

마찰 조정제로서, 일반식 (1) $A_xM_yTi_{2-y}O_4$ (식중, A는 리튬을 제외한 알칼리 금속을 나타내며, M은 리튬, 마그네슘, 아연, 니켈, 구리, 철, 알루미늄, 갈륨, 망간으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 나타내며, x는 0.5~1.0, y는 0.25~1.0의 수를 나타낸다)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산염, 및 일반식 (2) $H_x(M'_y)_zTi_{2-y}O_4 \cdot nH_2O$ (단, M'는 리튬, 마그네슘, 아연, 니켈, 구리, 철, 알루미늄, 갈륨, 망간으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 나타내며, x는 0.5~1.0, y는 0.25~1.0, z는 0 또는 1을, n은 $0 \leq n \leq 2$ 의 수를 각각 나타낸다)로 표현되는 평평한 층형상 티탄산으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 3~50중량 % 함유하는 것을 특징으로 하는 마찰재.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 일반식 (1)에 있어서의 A가 칼륨이며 M이 아연 또는 마그네슘인 평평한 층형상 티탄산염을 마찰 조정제로서 함유하는 것을 특징으로 하는 마찰재.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 일반식 (2)에 있어서의 M'가 아연 또는 마그네슘인 평평한 층형상 티탄산을 마찰 조정제로서 함유하는 것을 특징으로 하는 마찰재.

청구항 4

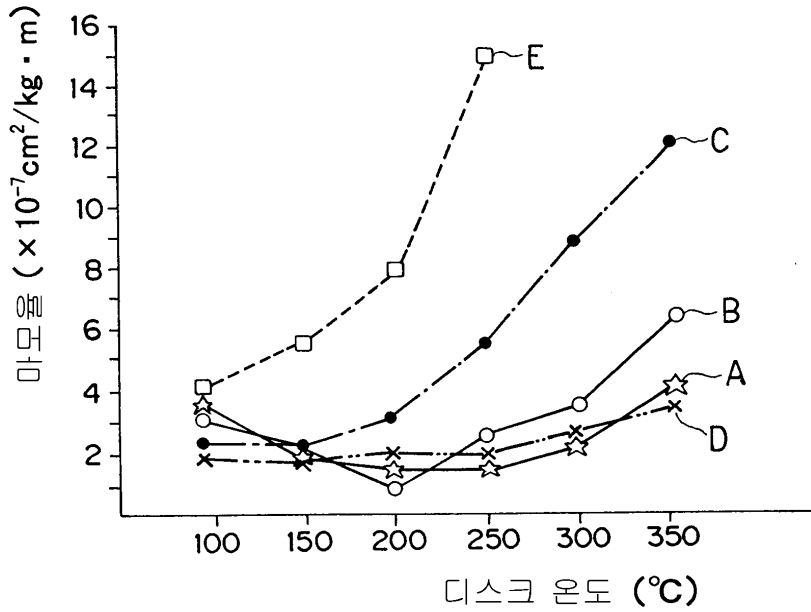
제 1 항에 있어서, 일반식 (1)에 있어서의 A가 칼륨이며 M이 리튬인 평평한 층형상 티탄산염을 마찰 조정제로서 함유하는 것을 특징으로 하는 마찰재.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 평평한 층형상 티탄산염 또는 평평한 층형상 티탄산은 긴 직경이 10~500 μm , 짧은 직경(두께)이 50~1000nm인 것을 특징으로 하는 마찰재.

도면

도면1



도면2

