

# (19)대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.<sup>6</sup>  
F16D 69/02

(45) 공고일자 2005년03월17일  
(11) 등록번호 10-0476575  
(24) 등록일자 2005년03월04일

(21) 출원번호	10-1999-7001462	(65) 공개번호	10-2000-0035815
(22) 출원일자	1999년02월24일	(43) 공개일자	2000년06월26일
번역문 제출일자	1999년02월24일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/015260	(87) 국제공개번호	WO 1998/09093
국제출원일자	1997년08월29일	국제공개일자	1998년03월05일

(81) 지정국

국내특허 : 캐나다, 일본, 북한, 대한민국,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드,

(30) 우선권주장	08/704,899	1996년08월30일	미국(US)
	08/893,251	1997년07월16일	미국(US)

(73) 특허권자      보그-위너 인코포레이티드  
미국 48326-1782 미시간주 오번 힐즈 스위트 100 오토메이션 애비뉴 3800

(72) 발명자      램,로버트시.  
미국,일리노이즈60106,벤슨빌,이스트쥬지스트리트#419,120

첸,이-광  
미국,일리노이즈60532,라이슬,인스브룩코트,6701

(74) 대리인      문경진  
                  조현석

심사관 : 백경동

## (54) 탄소가 증착된 마찰 라이닝재

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 결속 보조제(retention aid material)에 의해 탄소 입자가 표면에 붙어 있는 섬유 기초재를 포함하는 마찰재에 관한 것이다. 섬유 기초재는 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유(less fibrillated aramid fiber)와, 제조 또는 합성된 흑연과, 규조토와 같은 적어도 하나의 충전재(filler material)를 구비한 제 1층과, 탄소 입자가 있는 제 2층을 포함한다. 또한, 본 발명은 페놀 수지나 변형된 페놀 수지 혼합물로 침적된 상술되어 있는 섬유 기초재를 포함하는 복합 마찰재에 관한 것이다. 특정 실시예에서, 섬유성 기초재를 침적하는데 사용하기 위해 적어도 하나의 실리콘 수지와 적어도 하나의 페놀 수지를 혼합한다.

#### 관련 기술의 상호 참조

본 발명은 1996년 8월 30일 출원된 현재 계류중인 출원번호 08/704,899, 1995년 9월 28일 출원된 현재 계류중인 출원번호 08/534,978, 1994년 6월 3일 출원된 현재 계류중인 출원번호 08/253,727, 1993년 8월 4일자로 출원되어 포기된 출원번호 08/101,951의 부분 계속 출원으로, 특히 이 모든 것은 참조로 병합되었다.

#### 배경기술

본 발명의 상기 마찰재는 종래의 마찰재들 보다 초기 단계에서 나온 브레이크 인(길들이기)(Break-in) 거동과 더욱 더 안정된 마찰 계수를 갖는다. 또한, 상기 결과의 마찰재는 특별히 높은 에너지의 적용에 유용하다.

새롭게 진보된 변속기 시스템과 제동 시스템이 자동차 산업에 의해 발달되고 있다. 이 새로운 시스템들은 보통 높은 에너지를 요구한다. 그러므로, 상기 마찰재 기술은 이들 진보된 시스템들에 대해 상기 증가된 에너지 요구에 부합되도록 발달되어야 한다.

상기 마찰재는 표면 속도가 약 65m/sec까지 올라가는 높은 속도에 견딜 수 있어야 한다. 또한, 상기 마찰재는 최대 약 10.3MPa(1500psi)의 높은 접촉 라이닝 압력을 견딜 수 있어야 한다. 상기 마찰재를 제한된 윤활 조건에서 사용하는 것 또한 중요하다.

상기 마찰재는 진보된 변속기 및 제동 시스템에서 사용할 수 있도록 내구성이 있고 높은 내열성이 있어야 한다. 마찰재는 높은 온도에서 안정해야 할 뿐만 아니라, 작동 조건 중 발생하는 높은 열을 신속히 발산할 수 있어야 한다.

상기 새로운 변속기 및 제동 시스템이 맞물리고 맞물림이 풀리는 동안 발생하는 높은 속력은, 맞물림이 일어나는 동안 계속해서 마찰재가 상대적으로 일정한 마찰을 유지해야함을 의미한다. 하나의 기어에서 다른 기어로 동력이 이동하는 동안 제동 또는 변속기 시스템 내 마찰재들의 "떨림"을 최소화하도록, 이러한 마찰 맞물림은 넓은 범위의 속력과 온도에 대해 상대적으로 일정한 것이 중요하다. 특히, 마찰재는 초기 사이클 또는 "브레이크 인" 작동 기간 중 떨리지 말아야 한다.

앞서, 석면 섬유들은 온도 안정성을 위해 마찰재에 포함된다. 예를 들면, 미국 특허 3,270,846에서 알레드터(Arledter)는 석면이 사용된 페놀과 페놀 변형 수지를 설명한다. 그러나, 현재 건강과 환경 문제로 인해 석면은 더 이상 사용되지 않는다. 보다 최근의 마찰재는 페놀 또는 페놀 변형 수지로 종이 또는 섬유재를 침적하는 것을 변형함으로써 마찰재 중 석면의 공백을 극복하고자 한다. 그러나, 이들 마찰재는 발생된 높은 열을 신속히 확산시키지 못하고, 필요한 내열성을 갖지 못하며, 현재 개발 중인 고속 시스템에서 사용하는데 필요한 만족스러운 높은 마찰 성능 계수를 갖지 못한다.

페놀 수지는 습식 클러치에 사용하기 위한 마찰재로 사용할 수 있지만, 상기 페놀 수지는 많은 제한이 있다. 페놀 수지 마찰재는 새로운 고 에너지 변속기 시스템에 사용하기 위해 필요한 높은 내열성을 갖지 못한다. 특히, 페놀 수지는 약 450°C 내지 500°C의 온도에서 탄화되는데, 이러한 온도는 고 에너지 적용분야에 사용하기에는 너무 낮은 온도이다. 또한, 페놀 수지는 강성 재료이고, 페놀 수지를 마찰재로 사용할 때 고르지 않은 라이닝 마모 및 분리 판(separator plate)의 "핫 플레이트(hot plate)"가 생긴다.

페놀 수지 마찰재의 한계와 단점을 극복하기 위한 시도는 다른 열 경화성 수지로 페놀 수지를 치환하는 것을 포함한다. 마찰재를 생산하는 한 가지 시도에는 여러 합성 수지를 이용해서 페놀 수지를 변형하는 방법이 있다. 다카라다(Takarada) 등의 미국특허 4,657,951에 기술된 하나의 실시예는 마찰재를 형성시키도록 압축 성형된 유기폴리 실록산(organopolysiloxane)으로 변형된 페놀 수지이다. 페놀 수지와 유기폴리 실록산이 반응하여 축합 반응을 일으키고, 이후 증류, 냉각을 통한 응고, 분말화를 통해 페놀 변형 수지 분말을 얻을 수 있다. 분말화된 페놀 변형 수지는 압축 성형된 마찰재를 성형하는데 사용한다.

알려진 범위 내에서는, 페놀 재료가 혼합되어 있고 마찰 종이를 침적하는데 사용하는 실리콘 물질을 포함하는 변속기 시스템용 마찰재가 공개되지 않았다.

하트만 등의 미국특허 3,911,045 참조문헌에는 압축 성형 혼합물로서 사용하도록 페놀 수지와 혼합된 실리콘 재료가 실려 있지만, 실리콘 재료가 수지 재료와 잘 혼합되고 마찰 라이닝재를 침적하는데 사용할 수 있다는 점이 개시되어 있거나, 이러한 내용을 제안하지는 않았다. 이와 반대로, 마찰재에 실리콘 수지를 사용하기 위한 이전 시도는 받아들여질 수 없었다. 과거에는, 실리콘 수지로 침적되거나 포화된 마찰 라이닝은 약한 전단 강도와 박리(Delamination) 저항을 보여 주었다. 더욱이, 실리콘 수지로 포화된 마찰재는 보통 탄성이 너무 커서 바람직하지 못한 마찰과 마모 특성을 나타낸다. 페놀 포름 알데히드 수지-폴리실록산 수지로만 몰딩 형성된 마찰 라이닝 조성물이 알려져 있지만 이것을 사용하지 않은 것은 놀라운 일이 아니다. 왜냐 하면 이러한 몰딩 조성물은 요구되는 일정한 마찰 특성 계수를 갖지 못하고, 이러한 마찰재는 높은 에너지와 높은 열 조건에서는 작동하지 않기 때문이다. 본 발명은 시츠(seitz)의 미국특허 5,083,650에 대한 개량 발명으로, 이 발명에는 다단계 침적 및 경화 방법이 포함되어 있다. 즉, 종이를 코팅 조성물로 침적하는 단계, 탄소 입자를 종이 위에 놓는 단계, 종이의 코팅 조성물을 부분적으로 경화하는 단계, 제 2 코팅 조성물을 부분적으로 경화된 종이에 도포하는 단계, 최종적으로 양쪽 코팅 조성물을 경화하는 단계가 포함되어 있다.

유럽 특허 EPO 637 698 A1에는 파이프릴화가 덜 일어난 다수의 아라미드 섬유와, 합성 흑연, 및 하나 이상의 충전재를 포함하는 비석면 마찰재에 사용하는 섬유 기초재가 개시되어 있지만, 섬유 기초재가 약 0.2 중량% 내지 약 30 중량%의 탄소 입자로 되어있는 제 2 층으로 코팅될 수 있다는 것이 개시되거나 제안되어 있지는 않다. 이와 반대로, 이전의 마찰재는 섬유 기초재의 성분에 따라 마찰재에 마찰 특성을 제공한다.

마찰재는 "습식" 적용분야에 사용할 수 있도록, 허용 가능한 다양한 특징을 가져야 한다. 마찰재는 압축 작용, 마모 및 응력을 견디지만 복원력 또는 탄력이 있어야 하고, 높은 내열성이 있어야 하며, 열을 신속히 확산시켜야 하고, 오래 지속되고 안정하며 일정한 마찰 성능을 가져야 한다. 이러한 임의의 특성이 충족되지 않으면, 마찰재의 최적 성능도 이루어지지 않는다.

따라서, 고 에너지 적용분야의 마찰재를 형성하기 위해, 적절한 마찰 라이닝 또는 섬유 기초재를 이용해서 수지를 침적하는 것이 또한 중요하다. 마찰재는 침적 중 습식 수지로 포화되고, 사용 중 제동 유체 또는 변속기 오일로 포화되는 모든 경우에, 우수한 전단 강도를 가져야 한다.

상기 마찰재가 사용중 높은 유체 투과 용량을 갖도록 높은 다공성을 갖는 것은 어떤 적용 하에서든지 중요하다. 이와 같이, 상기 마찰재가 구멍을 가질 뿐만 아니라 압축될 수 있어야 하는 것은 중요하다.

상기 마찰재에 투과되는 상기 유체는 제동 또는 변속기의 작동 동안 가해지는 압력 하에 신속히 상기 마찰재로부터 압착되거나 복원될 수 있어야 한다. 그리하여 상기 라이닝재가 파괴되지 않아야 한다. 상기 마찰재는 브레이크 또는 변속기의 작동 동안 발생하는 고열이 신속히 발산되게 도울 수 있도록 높은 열전도성을 갖는 것이 중요하다.

### 발명의 상세한 설명

따라서, 본 발명의 목적은 상기 종래 기술들과 비교하여 신뢰할만 하고도 개선된 특성들을 갖는 개선된 마찰재를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 좋은 떨림 방지 성능, 높은 속력 및 에너지 내구성, 높은 다공성 및 강도를 갖는 마찰재를 제공하는 것이다.

보다 나은 마찰재의 필요성으로 인한 광범위한 연구에 의해서, 개선된 특성들을 갖는 마찰재가 발명자에 의해 개발되어 왔다. 본 마찰재는 사용 중 가혹한 "브레이크 인" 조건을 거치는 적용분야에서 특히 유용하다.

### 도면의 간단한 설명

도 1A는 실리콘 페놀 혼합물로 침적된 섬유 기초재(예 C)를 스캐닝한 전자 현미경 사진.

도 1B는 페놀 수지로 침적된 종래의 섬유재(종래 1)를 스캐닝한 전자 현미경 사진.

도 2는 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재(예 A) 또는 실리콘 페놀 수지 혼합물로 침적된 섬유 기초재(예 B)에 대해 중량 변화율과 증가 온도 사이의 관계를 나타내는 열 중량 분석(TGA) 그래프.

도 3은 온도 증가시 중량 손실의 백분율, 유도 중량의 변화(%/°C), 및 도 2에 나타난 예 A에 대한 잔류물의 양과 백분율을 나타내는 TGA 그래프.

도 4는 온도 증가시 중량 손실의 백분율, 유도 중량의 변화(%/°C), 및 도 2에 나타난 예 B에 대한 잔류물의 양과 백분율을 나타내는 TGA 그래프.

도 5는 실리콘 페놀 수지 혼합물로 침적된 섬유 기초재(예 C) 및 다른 에폭시 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재와 비교하여 부타디엔 페놀 수지로 침적된 종래의 재료(종래 1)에 대해 사이클 수가 증가될 때 초 단위 정지 시간을 나타내는 그래프 {예 D의 0.04cm(0.016인치)로 얇은 라이닝과 예 F의 0.05cm(0.020인치)로 두꺼운 라이닝}.

도 6은 상기 예 C, D 및 F 재료와 비교해서 종래 1 재료에 대해 사이클 수가 증가할 때 마찰 성능의 동적 계수에 대한 정지율을 나타내는 그래프.

도 7은 상기 예 C, D 및 F 재료와 비교해서 종래 1 재료에 대해 사이클 수가 증가할 때 마찰 성능의 동적 계수를 나타내는 그래프.

도 8은 예들 B, D 및 서로 다른 에폭시 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재(예 E)와 비교해서 종래 1 재료에 대해 사이클 수가 증가할 때 동적인 중간 계수의 마찰 성능을 나타내는 그래프.

도 9는 상기 예들 B, D 및 E 재료들과 비교할 때 상기 종래 1 재료에 대해 사이클 수가 증가할 때 정지 타임 성능을 나타내는 그래프.

도 10은 에폭시 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재(예 D)와 비교할 때 페놀 수지로 침적된 종래 재료(종래 1)에 대해 고 에너지 마찰 테스트 사이클들을 나타내는 그래프.

도 11은 에폭시 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재(예 D)와, 종래 1 재료와, 페놀 수지로 침적된 종래 마찰재(종래 2)에 대해 사이클 수가 증가될 때 마찰의 동적 계수를 나타내는 7,000 rpm, 0.3 LPM 오일 흐름의 1.5 kg-cm-sec<sup>2</sup> 관성에서 고속 내구성 테스트를 나타내는 그래프.

도 12는 예 D 및 두 가지 종래 재료인 종래 1 및 종래 2의 재료에 대해 사이클 수가 증가될 때 마찰의 동적 계수를 나타내는 3,600 rpm, 8.0 kg/cm<sup>2</sup> 라이닝 압력, 5.0 kg-cm-sec<sup>2</sup> 관성에서 고속 내구성 테스트를 나타내는 그래프.

도 13은 예 D 및 두 가지 종래 재료인 종래 1 및 종래 2의 재료에 대한 4 내지 3의 하강 전이 결합에 대해 초 단위의 전이 시간을 나타내는 엔진 동력계 4-3 하강 전이 내구성 테스트(2,000cc IG/FE 엔진, 5,800rpm)를 나타내는 그래프.

도 14는 에폭시 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재(예 E) 및 종래 재료로 침적된 섬유 기초재(종래 2)에 대한 전단 강도(psi)를 비교하는 그래프.

도 15는 에폭시 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재(예 E) 및 종래 재료로 침적된 섬유 기초재(종래 2)에 대한 구멍 크기(micron 단위)를 나타내는 그래프.

도 16은 에폭시 페놀 수지로 침적된 섬유 기초재(예 E) 및 종래 재료로 침적된 섬유 기초재(종래 2)에 대한 액체 투과율( $\text{cm}^2 \times 10^{-3} \text{ psi}$ )을 비교하는 그래프.

도 17은 500 사이클에 대해 약 695°F(368.6°C)의 접촉면 온도에서 예 E에 대한 속력, 토크, 온도, 가해진 압력을 나타내는 그래프.

도 18은 10,500 사이클에 대해 약 896°F(480.4°C)의 접촉면 온도에서 예 E에 대한 속력, 토크, 온도, 가해진 압력을 나타내는 그래프.

도 19는 사이클의 수가 증가할 때 예 E에 대한 마찰의 중간점 동적 계수를 나타내는 그래프.

도 20은 상기 종래 1 재료와 비교해서 예 C 및 E에 대해 사이클 수가 증가할 때 마찰의 중간점 계수를 나타내는 고속 내구성을 나타내는 그래프.

도 21은 상기 종래 1 재료와 비교해서 예 C 및 E에 대해 사이클 수가 증가할 때 마찰율의 동적 계수에 대한 정지를 나타내는 엑손(Exxon) 1975 유체를 사용한 6,000 rpm에서 고속 내구성을 나타내는 그래프.

도 22는 상기 종래 1 재료와 비교해서 예 C, D 및 F에 대해 사이클 수가 증가할 때 마찰 계수를 나타내는 자동 전송 유체 JWS2318K를 사용해서 6,000 rpm에서 고속 내구성 테스트를 나타내는 그래프.

도 23은 파이버릴화가 덜된 약 45%의 아라미드 섬유(CSF는 약 450-500), 약 23%의 합성 흑연, 약 27%의 규조토, 및 약 5%의 아라미드 섬유 필프를 포함하는 섬유 기초재(예 L)를 스캐닝한 전자 현미경 사진.

도 24는 파이버릴화가 덜된 약 45%의 아라미드 섬유(CSF는 약 580-640), 약 23%의 합성 흑연, 약 27%의 규조토, 및 약 5%의 아라미드 섬유 필프를 포함하는 섬유 기초재(예 K)를 스캐닝한 전자 현미경 사진.

도 25는 제 2층으로서 탄소를 함유하지 않은 새로운 분리기 판재의 프로파일(profile).

도 26은 제 2층으로서 탄소를 함유하지 않은 예 S에 대한 분리기 판재 표면의 프로파일.

도 27은 약 5%의 탄소를 포함하는 제 2층을 갖는 예 T에 대한 분리기 판재 표면의 프로파일.

도 28은 약 10%의 탄소 물질을 포함하는 제 2층을 갖는 예 U에 대한 분리기 판재 표면의 프로파일.

도 29는 약 15%의 탄소 물질을 포함하는 제 2층을 갖는 예 V에 대한 분리기 판재 표면의 프로파일.

도 30은 약 20%의 탄소 물질을 포함하는 제 2층을 갖는 예 W에 대한 분리기 판재 표면의 프로파일.

도 31은 예 S,T,U,V 및 W 각각에 대한 표면 탄소 범위(백분율 영역) 대 정지 시간 변화의 백분율을 나타내는 그래프.

도 32는 예 S,T,U,V 및 W에 대한 표면 탄소 적용 범위(백분율 영역) 대  $\mu\text{d}$  변화의 백분율을 나타내는 그래프.

도 33은 예들 X,T 및 Y에 대해 사이클 수가 증가할 때 마찰 변화의 초기 계수를 나타내는 그래프.

도 34는 예들 X,T 및 Y에 대한 사이클 대 초 단위의 초기 정지 시간을 나타내는 그래프.

도 35는 예들 Z,T 및 AA에 대해 수천 사이클에 대한 정지 시간 면을 나타내는 고 에너지 내구성 테스트를 나타내는 그래프.

도 36은 70 사이클의 레벨 B에서 35% 내지 40%로 픽업된 페놀 수지가 침적한 예 X에 대해 곡선 형태를 나타내는 그래프.

도 37은 95 사이클의 레벨 C에서 35% 내지 40%로 픽업된 페놀 수지가 침적한 예 X에 대해 곡선 형태를 나타내는 그래프.

도 38은 초기, 중간점 및 최종 마찰 계수를 나타내는 예 X에 대한 A,B,C 및 D 레벨에 대해 동적 마찰 계수를 나타내는 그래프.

도 39는 70 사이클의 레벨 B에서 35% 내지 40%로 픽업된 페놀 수지가 침적한 예 T에 대한 곡선 형태를 나타내는 그래프.

도 40은 95 사이클의 레벨 C에서 35% 내지 40%로 픽업된 페놀 수지가 침착한 예 T에 대한 곡선 형태를 나타내는 그래프.

도 41은 초기, 중간점 및 마지막 마찰 계수를 나타내는 예 T에 대한 A,B,C 및 D 레벨에 대한 동적 마찰 계수를 나타내는 그래프.

도 42는 본 발명에 따른 마찰재를 만드는 하나의 방법을 나타내는 개략도.

도 43은 박피(Peel) 테스트를 기준으로 섬유 기초재의 제 2층에 있는 결속 보조제 농도(retention aid concentration)와 비교해서 탄소 입자 손실의 백분율을 나타내는 그래프.

## 실시예

위에 언급된 요구들을 달성하기 위하여, 많은 마찰재가 작동중 우연히 부딪치게 되는 것들과 유사한 조건 하에서 마찰과 열 저항 특성에 대해 평가된다. 두가지의 상업적으로 구입 가능한 제동 라이닝들과 변속기 재료들이 고 에너지 적용들에 있어서 사용되는데 적합하지 않다는 것이 조사되고 증명되었다.

본 발명은 특별히 브레이크와 클러치에 적용하는 것이 유용하다. 본 발명의 한 가지 측면은 파이버릴화가 덜된 아라미드 섬유, 합성 흑연, 적어도 하나의 충전재 및 선택적으로 이와 다른 성분을 포함하는 섬유 기초재의 제 1층과, 최적량의 탄소 입자와 적어도 하나의 결속 보조제(retention aid)를 포함한 제 2층을 포함하는 마찰재에 관한 것이다. 탄소 입자는 섬유 기초재를 만드는 공정 중 제 1층에 증착된다.

상기 탄소 입자는 적어도 하나의 결속 보조제를 통해 섬유 기초재의 표면에 달라붙는다. 바람직한 실시예로, 본 발명의 탄소 증착 섬유 기초재의 표면에는 실질적으로 자유로운 탄소 입자가 없다. 탄소 증착 섬유 기초재는 수지 시스템으로 침적될 때 높은 내열성과 높은 마찰 내구성을 갖는 마찰재를 제공한다.

탄소 증착 섬유 기초재의 바람직한 제조 방법으로, 탄소 입자와 결속 보조제가 함께 결합된 후 제 2층으로 섬유 기초재 위에 증착된다. 바람직한 실시예로, 탄소 입자/결속 보조제 제 2층은 약 10 내지 50 마이크론의 두께나 깊이로 증착된다. 바람직한 실시예로, 결속 보조제는 탄소 입자의 약 2 내지 25 중량%로 존재한다. 바람직한 특정 실시예로, 결속 보조제는 아크릴 질화물 라텍스(Acrylic nitride latex), 네오프렌 라텍스(Neoprene latex) 등을 포함하는 라텍스 타입 결합제를 포함한다. 다른 바람직한 실시예로, 결속 보조제는 페놀 수지, 에폭시 수지 등을 포함하는 수지 물질을 적어도 하나 포함한다. 또 다른 바람직한 실시예로, 결속 보조제는 에폭사이드(Epoxy), 실란(silanes) 등을 포함하는 사이징 작용제를 적어도 하나 포함한다.

바람직한 실시예로, 제 2층은 섬유 기초재의 중량 기준으로, 탄소 입자의 약 0.2 내지 약 20 중량%, 더욱 바람직하게는 약 5 내지 약 15 중량%, 가장 바람직하게는 약 3 내지 약 5 중량%를 포함한다. 탄소 입자의 직경은 약 0.5 내지 약 120 마이크론, 바람직하게는 약 6 내지 약 50 마이크론으로 알려져 있다.

탄소 입자와 결속 보조제를 포함하는 제 2층은 섬유 기초재 중량 기준으로 약 0.2 내지 약 20 중량%, 더욱 바람직하게는 약 5 내지 약 15 중량%, 가장 바람직하게는 약 3 내지 5 중량%로 존재한다.

제 2층의 탄소 입자에 의해 덮이는 제 1층의 영역은 제 1층 표면적의 약 3 내지 약 80%인 것이 바람직하다. 섬유 기초재의 제 1층은 다공성인 것이 바람직하고, 평균 구멍 직경은 약 2 내지 약 15 마이크론이고, 특정 실시예에서는 약 2 내지 약 12 마이크론이다. 특정 실시예에서 섬유 기초재는 적어도 약 50%의 손쉽게 이용할 수 있는 공극(void)을 갖는 것으로 알려져 있다.

섬유성 기초재의 특히 바람직한 제 1층은 캐나다인 스탠더드 프리네스 지수(Canadian Standard Freeness index)가 약 300 내지 700 보다 큰 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유, 합성 흑연 및 선택적으로 충전재를 포함하는 것으로 알려져 있다. 특정 실시예에서, 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유는 캐나다인 스탠더드 프리네스 지수가 약 580 내지 약 640이다. 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유의 길이는 약 3mm 내지 약 6mm인 것이 바람직하다. 바람직한 합성 흑연은 약 2800 내지 3000 °C의 온도에서 흑연물질의 흑연화를 통해 제조된다. 흑연의 직경은 약 20 내지 약 50 마이크론인 것이 바람직하다. 충전재를 포함하는 실시예에서, 구조도가 특히 유용한 것으로 알려져 있다.

특히 바람직한 실시예로, 섬유성 기초재의 제 1층은 약 10 내지 약 50 중량%, 가장 바람직하게는 약 20 내지 약 30 중량%의 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와, 약 10 내지 약 35 중량%, 가장 바람직하게는 약 15 내지 약 35 중량%의 합성 흑연과, 약 20 내지 약 45 중량%, 가장 바람직하게는 약 20 내지 약 30 중량%의 충전재를 포함한다. 특히 바람직한 실시예로, 제 2층은 약 0.2 내지 약 20 중량%, 가장 바람직하게는 약 3 내지 약 5 중량%의 탄소 입자와 결속 보조제를 포함한다.

특정 실시예에서, 섬유성 기초재의 제 1층은 약 0 내지 약 40 중량%, 가장 바람직하게 약 20 내지 약 40 중량%의 면 섬유를 포함할 수 있는 것도 알려졌다.

섬유 기초재는 서로 다른 수지 시스템으로 침적되어 마찰재를 형성할 수 있다. 특정 실시예에서, 페놀 수지 또는 변형된 페놀을 원료로 한 수지를 이용해서 섬유성 기초재를 침적하는 것이 유용하다. 바람직한 실시예로, 마찰재는 마찰재 중량 기준으로 약 25 내지 60 중량%의 수지를 포함한다. 한 가지 유용한 변형 페놀 수지는 에폭시 페놀 수지를 포함하는 것으로 알려져 있고, 에폭시 페놀 수지에 존재하는 에폭시 수지는 에폭시 페놀 수지의 중량을 기준으로 약 5 내지 약 25 중량%, 바람직하게는 약 10 내지 약 15 중량%이다. 특정 실시예로, 서로 섞일 수 있는 솔벤트에서 실리콘 수지가 페놀 수지와 혼합되거나 섞이고, 실리콘 페놀 수지 혼합물을 사용해서 본 발명의 섬유성 기초재를 침적

할 때, 고 에너지 마찰재가 형성된다는 사실이 또한 발견되었다. 이러한 고 에너지 마찰재는 높은 마찰 안정성과 높은 내열성을 갖는다.

특정 실시예에서, 페놀 실리콘 혼합물에서 실리콘 수지의 양은 혼합물의 중량을 기준으로, 약 5 내지 약 80 중량%, 바람직하게는 약 15 내지 약 25 중량% 또는 약 20 내지 약 25 중량% 이다.

페놀 수지와 실리콘 수지의 혼합물은 제 1 솔벤트 물질에 페놀 수지가 존재하도록 하고, 제 1 솔벤트 물질과 섞일 수 있는 제 2 솔벤트 물질에는 실리콘 수지가 존재하도록 함으로써 제조하는 것이 바람직하다.

본 발명의 다른 측면은 탄소 증착 마찰재 제조 방법에 관한 것이다. 파이브릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와, 합성 흑연과 선택적 충전제 및/또는 면 섬유가 함께 혼합되어, 섬유성 기초재의 제 1층을 형성하도록, 바람직하게는 제 1 헤더 박스(primary header box)로부터 제 1층으로 분배된다. 탄소 입자는 결속 보조제와 함께 혼합되어, 바람직하게 제 2 헤더 박스로부터 제 1층의 적어도 한 표면에 제 2층으로 분배된다. 제 2층은 바람직한 깊이와 표면적을 덮는 양만큼 제 1층을 코팅한다. 탄소 증착 섬유성 기초재는 적어도 하나의 페놀 수지 또는 변형된 페놀 수지로 침적된다. 침적된 탄소 증착 섬유 기초재는 바람직한 시간 동안 바람직한 온도에서 경화된다.

탄소 증착 마찰재는 다른 마찰재 보다 더 큰 내열성과 더 큰 마찰 내구성을 갖는다. 본 발명의 마찰재는 고르지 않은 라이닝 마모를 방지함으로써, 마찰재의 유효 수명 동안 분리기 판재의 "핫 스팟(hot spot)"가 형성되는 것을 방지한다. 마찰재에 고르지 않은 마모가 거의 없을 때는 클러치 또는 브레이크 요소의 "일정한 상태"를 유지할 수 있으므로, 클러치 및 브레이크의 보다 안정된 성능을 유지할 수 있다. 더욱이, 본 발명의 마찰재는 우수한 전단 강도를 나타내므로, 마찰재는 사용 중 박리 현상(delamination)을 견딜 수 있다.

본 발명에 유용한 여러 수지에는 페놀 수지와 페놀을 원료로 한 수지가 포함되어 있다. 예로서, 부타디엔, 실리콘, 텅 오일(Tung oil), 벤젠, 캐슈넛 오일(Cashew nut oil) 등과 같은 다른 변형 성분을 수지 혼합물에 포함하는, 페놀을 원료로 한 여러 수지가 본 발명에 유용한 것으로 생각된다. 페놀 변형 수지에서, 페놀 수지는 일반적으로 수지 혼합물의 약 50 중량% 이상(존재하는 임의의 솔벤트 제외) 존재한다. 그러나, 특정 실시예에서 침적 수지 혼합물(impregnant resin blend)이 실리콘 페놀 혼합물(솔벤트와 기타 가공 산 제외)의 중량 기준으로 약 5 내지 약 80 중량%의 실리콘 수지를 포함하고, 특정 목적을 위해 약 15 내지 약 55 중량%, 특정 실시예에서 약 15 내지 약 25 중량%의 실리콘 수지를 포함할 때, 마찰재가 개선될 수 있다는 사실이 알려졌다.

본 발명에 유용한 실리콘 수지에는, 예를 들어 열 경화 실리콘 실런트(sealant)와 실리콘 고무가 포함되어 있다. 여러 실리콘 수지가 본 발명에 유용하다. 특히, 한 가지 수지는 자일렌(xylene)과 아세틸 아세톤(2,4-펜탄디온)을 포함한다. 실리콘 수지는 약 362°F(183°C)의 끓는점, 68°F(20°C)에서 21 mm Hg의 증기 압력, 4.8의 증기 밀도(공기=1), 물에서 거의 용해되지 않고, 약 1.09의 비중, 5 중량%의 휘발율, 0.1 미만의 휘발 속도(ether=1), Pensky-Martens 방법을 이용한 약 149°F(65°C)의 발화점(flash point)을 갖는다. 다른 실리콘 수지를 본 발명에 사용할 수 있다는 점을 이해해야 한다. 유용한 다른 수지 혼합물에는 약 55 내지 약 60 중량%의 페놀 수지와, 약 20 내지 약 25 중량%의 에틸 알콜과, 약 10 내지 약 14 중량%의 페놀과, 약 3 내지 약 4 중량%의 메틸 알콜과, 약 0.3 내지 약 0.8 중량%의 포르름 알데히드와, 약 10 내지 약 20 중량%의 물을 포함하는 적절한 페놀 수지가 포함되어 있다. 페놀을 원료로 한 적절한 다른 수지는 약 50 내지 약 55 중량%의 페놀/포르름 알데히드 수지와, 약 0.5 중량%의 포르름 알데히드와, 약 11 중량%의 페놀과, 약 30 내지 약 35 중량%의 이소프로판올과, 약 1 내지 약 5 중량%의 물을 포함한다.

다른 유용한 수지는 에폭시 변형 페놀 수지로 또한 알려졌다. 이 수지는 약 5 내지 약 25 중량%, 바람직하게는 약 10 내지 약 15 중량%의 에폭시 화합물을 포함하고, 나머지(솔벤트와 기타 가공산은 제외)는 페놀 수지이다. 에폭시-페놀 수지 화합물은 특정 실시예에서, 페놀 수지만 있는 것 보다는 마찰재에 더 큰 내열성을 제공한다.

수지 혼합물을 제조하고 섬유성 기재 물질을 침적하는데 모두 유용한 것으로 알려져 있는 다른 성분과 가공산을 마찰재에 포함할 수 있는 것으로 또한 생각된다.

페놀 수지와 실리콘 수지를 사용하는 실시예에서, 실리콘 수지와 페놀 수지를 혼합할 때 새로운 화합물이 형성되지 않는다. 표 1에는 경화된 실리콘 수지, 경화된 페놀 수지, 및 실리콘 수지와 페놀 수지의 경화된 약 50/50 혼합물에 대한 파수 단위의 뚜렷한 FT-IR 피크가 나타나 있다. 나타나 있는 바와 같이, 50/50 실리콘 페놀 혼합물에서는 새로운 피크가 나타나지 않고, 존재하는 피크는 실리콘 수지와 페놀 수지 모두가 존재한다는 사실을 반영한다. 따라서, 수지는 각각 경화하고 새로운 화합물이 형성되지 않는 사실이 나타나 있다.

**표 1.**  
뚜렷한 FT-IR 피크(파수 단위)

실리콘 수지	페놀 수지	50/50 혼합물
	3364	3366
2966		2964
	1510	1510
	1479	1481
1412		1410
1271		1261
798		800
767		769

실리콘 수지와 페놀 수지 모두는 서로 섞일 수 있는 솔벤트에 존재한다. 이들 수지는 함께 혼합되어(바람직한 실시예에서) 균질한 혼합물을 형성하고, 섬유 기초재를 침적하는데 사용한다. 만일 섬유 기초재가 페놀 수지로 침적된 후 실리콘 수지가 첨가되거나, 또는 실리콘 수지가 첨가된 후 섬유 기초재가 페놀 수지로 침적된다면, 동일한 효과가 일어나지 않는다. 실리콘-페놀 수지 용액 혼합물과 실리콘 수지 분말 및/또는 페놀 수지 분말의 유상액(emulsion)은 차이가 있다. 실리콘 수지와 페놀 수지가 용액 상태로 있으면 전혀 경화되지 않는다. 이와 반대로, 실리콘 수지와 페놀 수지의 분말 입자는 부분적으로 경화된다. 실리콘 수지와 페놀 수지의 부분 경화는 섬유 기초재의 우수한 침적을 억제한다.

그러므로, 본 발명의 한 측면에 따라, 섬유 기초재는 페놀 수지와 섞일 수 있는 솔벤트의 실리콘 수지와 이것의 솔벤트 혼합물로 침적된다. 하나의 실시예로, 이소프로판올은 특히 적당한 솔벤트로 알려져 있다. 에탄올, 메틸-에틸 케톤, 부탄올, 이소프로판올, 톨루엔 등과 같은 적합한 기타 여러 솔벤트를 본 발명을 실행하는데 사용할 수 있는 것으로 이해해야 한다.

본 발명에 따라서, 페놀 수지와 혼합해서 섬유 기초재를 침적하고자 할 때 실리콘 수지에 의해 이와 같이 얻은 마찰재는 페놀 수지만으로 침적된 섬유성 기초재 보다 더욱 탄성을 갖게 된다. 본 발명의 실리콘-페놀 수지가 혼합되어 침적된 마찰재에 압력을 가할 때, 보다 고른 압력 분포로 인해서 고르지 않게 라이닝 마모가 일어날 수 있는 경향을 감소시킨다. 실리콘 수지와 페놀 수지가 혼합된 후, 섬유성 기초재를 침적하는데 이 혼합물을 사용한다.

재료를 침적하는 여러 방법을 본 발명에서 실행할 수 있다. 섬유 기초재는 페놀 또는 변형 페놀 수지로 침적되어, 바람직하게는 침적 수지 재료는 마찰재의 약 45 내지 약 65 중량부를 포함한다. 섬유 기초재를 수지로 침적한 후, 침적 섬유 기초재는 마찰재를 형성하도록 소정의 시간 동안 원하는 온도로 가열된다. 약 300°F(149°C)의 온도에서 가열하여 페놀 수지가 경화된다. 실리콘 수지 같은 다른 수지가 존재하면, 약 400°F(205°C)의 온도에서 가열하여 실리콘 수지가 경화된다. 이 후, 침적 및 경화된 마찰재를 적절한 수단을 이용해서 원하는 기재(substrate)에 붙인다.

본 발명의 다른 측면은, 종이와 같은 섬유 기초재를 형성하도록 결합된 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와, 합성 흑연 및 적어도 하나의 충전재를 포함한 섬유 기초재에 관한 것이다. 섬유 기초재를 형성하는 다양한 방법은 본 발명의 섬유 기초재를 제조하는데 유용한 것으로 생각한다는 사실을 이해해야 한다. 섬유성 기초재에서 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와 합성 흑연을 사용하면 고온을 견딜 수 있는 마찰재의 성능이 향상된다는 사실이 발명자에 의해 밝혀졌다.

다양한 마찰 라이닝 재료에서 아라미드 섬유를 사용하고 있지만, 일반적으로 코어 섬유에 부착된 파이버릴(fibril)이 거의 없는, 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유를 포함한 마찰재를 제공하는 것이 본 발명 이전에는 알려지지 않았다. 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유를 사용하면 보다 다공성인 구조, 즉 일반적인 파이버릴화 아라미드 섬유를 사용할 때 보다 구멍이 더 많고 더 큰 마찰재를 제공할 수 있다. 일반적으로 다공성 구조는 구멍 크기와 액체 투과율로 정의된다. 바람직한 실시예로, 섬유성 기초재는 직경의 평균 크기가 약 2.0 내지 약 15 마이크론인 구멍(pore)을 한정한다. 파이버릴화가 덜 일어난 섬유의 길이는 약 0.5 내지 약 6mm이고, 캐나다인 스탠더드 프리네스(CSF)는 특정 실시예에서 약 450를 초과하고, 기타 다른 특정 실시예에서는 약 500 내지 약 550, 약 580 내지 약 640이며, 가장 바람직하게는 약 620 내지 약 640이다. 대조적으로, 아라미드 펄프와 같이 보다 더 파이버릴화된 섬유는 약 285 내지 290의 프리네스를 갖는다.

"캐나다인 스탠더드 프리네스"(T227om-85)는 섬유의 파이버릴화 정도를 섬유의 프리네스 척도로 나타낼 수 있다는 사실을 의미한다. CSF 테스트는 현탁액(3g의 섬유/1리터의 물)을 배출하는 속도를 임의로 측정하는 실험 방법이다. 그러므로, 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유는 다른 아라미드 섬유나 펄프보다 프리네스가 크거나 마찰 재료로부터 유체를 배출하는 속도가 더 빠르다. 놀랍게도 현재 CSF가 약 530 내지 약 650, 바람직하게는 약 580 내지 약 640, 가장 바람직하게는 약 620 내지 약 640인 아라미드 섬유를 포함한 마찰재는 보다 더 파이버릴화된 종래의 아라미드 섬유보다 우수한 마찰 성능을 나타내고 더 나은 물질 특성을 나타낸다는 사실을 발견했다. 놀랍게도, 캐나다인 프리네스가 더 크고 섬유 길이가 더 길면, 마찰재에 높은 강도와 높은 다공성 및 우수한 내마모성을 제공한다는 사실을 발견했다. 아래의 예에 나와 있는 바와 같이, 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유(CSF는 약 580 내지 약 640, 가장 바람직하게는 약 620 내지 약 640임)를 재료로 행한 높은 에너지 테스트는 장기간의 우수한 내구성과 안정된 마찰 계수를 나타낸다.

상기 마찰재의 구조가 다공성일수록 상기 열 확산은 더욱 효과적이다. 사용중 마찰재가 접촉되는 동안 상기 마찰재로 흘러 들어가거나 나가는 오일은 상기 마찰재가 다공성일 때 더욱 빠르게 발생한다.

파이버릴화가 덜 일어난 섬유, 합성 흑연 및 충전재는 섬유성 기초재의 다공 구조를 개선함으로써 섬유성 기초재 전체에 더욱 많은 다공성 개구부가 존재함이 추가로 알려졌다. 다공성이 커지면, 마찰재의 탄성도가 증가한다. 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유의 파이버릴화가 더 작으면, 다공성이 더 큰 구조의 마찰재가 생성된다.

본 발명 이전에는 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유를 포함한 섬유성 기초재에 합성 흑연을 포함하는 것이 알려지지 않았다. 섬유성 기초재에 합성 흑연을 사용하면, 다른 형태의 흑연 재료보다 섬유성 기초재에 3 차원 구조가 더 제공된다. 석유 코크스와 석탄 타르 피치 결합체와 같은 원료를 흑연화함으로써 합성 흑연을 제조한다. 베이킹된 탄소 몸체를 다결정 흑연 물질(polycrystalline graphite article)으로 변환하는 특별한 흑연화 로(graphitizing furnace)에서 원료가 서로 혼합되고 약 2,800 내지 약 3,000°C의 온도로 가열된다. 합성 흑연(높은 열 전도성의)은 마찰재에 다른 형태의 흑연보다 더 신속히 열을 확산하는 특성을 제공한다. 특정 실시예에서, 합성 흑연의 크기와 기하 구조는 약 20 내지 약 50 마이크론 크기인 것이 바람직하다. 이러한 특정 실시예에서, 흑연의 입자 크기가 너무 크거나 작으면, 최적의 3차원 구조가 존재하지 않고, 이에 따라 내열성도 최적이 되지 않는다는 사실을 발견했다.

본 발명의 섬유성 기초재에는 다양한 충전재가 또한 사용된다. 특히, 규조토와 같은 실리카 충전재가 사용된다. 그러나, 다른 형태들의 충전재가 본 발명에 사용하는데 적합하고, 충전재의 선택은 마찰재의 특별한 요구조건에 따라 다른 것으로 생각된다. 본 발명의 섬유성 기초재에는 첨가했을 때 섬유 재료에 보다 큰 마찰 계수를 제공할 수 있는

면사 섬유를 포함한 다른 성분들이 첨가될 수 있다. 특정 실시예에서 약 0 내지 약 20%이고, 특정 실시예에서는 약 5 내지 약 15%인 아라미드 펄프 및/또는 아라미드 플렉(Flock)과 같은 다른 충전재가 섬유성 기초재에 첨가될 수 있다.

섬유성 기초재에 대한 제형(formulation)의 한 가지 예는, 약 10 내지 약 50 중량%의 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와, 약 10 내지 약 35 중량%의 합성 흑연과, 약 20 내지 약 45 중량%의 충전재를 포함한다. 특정 실시예에서, 약 45 내지 약 50 중량%의 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와, 약 15 내지 약 25 중량%의 합성 흑연과, 약 20 내지 약 30 중량%의 충전재를 포함하는 한 가지 특별한 제형이 유용한 것으로 밝혀졌다. 다른 유용한 제형은 약 20 내지 약 30 중량%의 파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와, 약 15 내지 약 25 중량%의 합성 흑연과, 약 20 내지 약 30 중량%의 충전재, 및 선택적으로 약 0 내지 약 40 중량%의 면 섬유를 포함한다. 추가 실시예에서, 면 섬유는 약 20 내지 약 40 중량%, 또는 약 25 내지 약 35 중량%로 존재할 수 있다.

다음의 실시예는 본 발명의 상기 섬유성 기초재 및 마찰재가 종래의 마찰재를 개선시킨 다른 증거를 제공한다. 본 발명의 다양한 바람직한 실시예들이 다음의 예들에 기술되고, 그러나 본 발명의 범위는 제한하려 하지 않는다.

예 A와 B 모두는 약 45 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유와, 약 23 중량%의 합성 흑연과, 약 27 중량%의 규조토와, 아라미드 펄프를 포함한 약 5 중량%의 선택적 충전재를 포함하는 섬유성 기초재이다. 예 A는 페놀재로 침적되고, 예 B는 약 20%의 실리콘과 약 80%의 페놀 수지를 포함하는 실리콘-페놀 수지 혼합물로 침적된다.

예 C는 약 35 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유와, 약 25 중량%의 합성 흑연과, 약 25 중량%의 규조토 충전재와, 약 5 중량%의 아라미드 펄프와 약 10 중량%의 아라미드 플렉의 기타 선택적 충전재를 포함하고, 실리콘-페놀 수지 혼합물로 침적된 섬유성 기초재이다.

예 D는 약 25 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유와, 약 20 중량%의 합성 흑연과, 약 25 중량%의 규조토와, 약 30 중량%의 면 섬유를 포함하고, 약 10%의 에폭시 수지와 약 90%의 페놀 수지를 포함하는 제 1 에폭시-페놀 수지 혼합물로 침적된 섬유성 기초재이다.

예 E는 약 25 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유와, 약 20 중량%의 합성 흑연과, 약 25 중량%의 규조토와, 약 30 중량%의 면 섬유를 포함하고, 제 2 에폭시-페놀 수지로 침적된 섬유성 기초재이다.

예 F는 약 25 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유와, 약 20 중량%의 합성 흑연과, 약 25 중량%의 규조토와, 약 30 중량%의 면 섬유를 포함하고, 제 2 에폭시-페놀 수지 혼합물로 침적된 섬유성 기초재이다.

#### (실시예 1)

도 1A는 침적 중 섬유 사이에 실리콘 수지 박막이 형성되는 것을 나타내는 예 C의 스캐닝 전자 현미경(SEM) 사진을 나타낸다. 예 C는 실리콘 수지 또는 페놀 수지 중 하나만으로 침적된 마찰재에 대해 구멍 크기가 커진다. 실리콘 수지와 페놀 수지는 서로 다른 온도에서 경화하기 때문에, 페놀 수지가 먼저 경화되고 실리콘 수지가 나중에 경화된다. 실리콘 수지 박막은 경화 중 섬유 사이에 형성된다. 섬유 사이의 실리콘 수지 박막에 의해 마찰재의 마찰 안정성이 커지는 것으로 생각된다. 실리콘 수지 박막은 마찰재의 분해되는 것을 지연시키고, 마찰재가 고온에서 높은 내열성을 가질 수 있도록 한다.

도 1A에 도시되어 있는 SEM 사진은 페놀 수지로 침적된 마찰재에 대해, 도 1B에 도시되어 있는 종래의 재료(종래 1)(파이버릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유와 합성 흑연은 포함하지 않음)보다 훨씬 더 큰 구멍 구조를 나타낸다.

도 1A에 도시된 바와 같이, 실리콘 수지와 페놀 수지의 혼합물은 유연하고도 개방된 섬유 망구조를 생성하는 섬유-수지 상호 작용을 일으킨다. 페놀 수지만 침적된 마찰재보다 페놀-실리콘 혼합물이 침적된 마찰재의 경우에 최대 약 50% 더 큰 구멍 크기를 볼 수 있었다. 특정 실시예에서, 평균 구멍 크기는 직경이 약 2.5 내지 약 4 미크론이고, 마찰재는 적어도 약 50%, 특정 실시예에서는 약 60% 이상의 공극을 쉽게 이용할 수 있다.

#### (실시예 2)

모세관 흐름 및 투과율 테스트가 예 B, D, E 및 비교 재료(합성 흑연을 제외한 천연 흑연 함유)에 대해 아래 표 2에 나타나 있다. 평균 흐름의 구멍 직경과 다시 투과율(darcy's permeability)이 커진다는 것은, 마찰재의 다공성 구조 전반에 걸친 재료의 보다 우수한 변속기 유체 흐름으로 인해서, 마찰재가 냉각되기 쉽거나 변속기에서 발생한 열을 줄인다는 것을 의미한다. 변속기가 작동하는 동안, 특히 높은 온도에서 자동 변속기 유체가 손실되기 때문에 시간이 지나면서 마찰재 표면의 오일 증착물이 발생하기 쉽다. 섬유의 오일 증착물은 구멍 개구부를 줄인다. 따라서, 처음에 마찰재의 구멍이 더 크면 마찰재의 유효 수명 동안 남아있는 개방된 구멍이 더 많아진다. 또한, 실리콘 수지의 탄성으로 인해서 마찰 라이닝의 섬유는 보다 더 개방된 구조를 갖게된다.

**표 2.**  
모세관 흐름 및 투과율

	다시의 투과율	평균흐름 구멍 직경	샘플 두께 (인치)	샘플 두께 (cm)
예 B	$2.0 \times 10$	2.77 미크론	0.021	0.05334
예 D	$1.0 \times 10^{-2}$	2.85 미크론	0.016	0.04191
예 E	$1.0 \times 10^{-2}$	2.34 미크론	0.017	0.04318

비교재	$5.1 \times 10^{-3}$	1.77 미크론	0.019	0.04826
-----	----------------------	----------	-------	---------

(실시예 3)

스캐닝 전자 현미경 사진의 글레이즈 분석(Glaze analysis)을 통해 실리콘 페놀 수지 혼합물은 표면에 약간의 섬유 압축이 있지만, 페놀 수지는 사용하지 않는 판재용 표면에 두드러진 섬유 압축이 있다는 사실이 나타난다. 또한, 표 3에 도시된 바와 같이, 사용 판재에서, 페놀 수지 재료에는 개방된 구멍이 거의 없지만, 실리콘 페놀 수지 혼합물에는 남아있는 개방 구멍이 있다.

**표 3.**  
글레이즈 분석, 스캐닝 전자 현미경법

사용되지 않은 판재	
예 C	종래 재료 1
표면상에 약간의 섬유 압축	표면상 뚜렷한 섬유 압축
내부적인 섬유 압축 없음	내부적인 섬유 압축 없음
수지는 섬유 사이에 막 형성	수지는 섬유를 코팅만 함
사용 판재	
예 C	종래 재료 1
표면 글레이즈	표면 글레이즈
개방된 구멍	개방된 구멍이 거의 없음

(실시예 4)

앞서와 같이, 반응하지 않은 실리콘 수지들은 상기 실리콘 수지의 강도가 낮기 때문에 마찰재에 사용되기는 않았다. 그러나, 실리콘-페놀 수지 혼합물의 전단 강도는 페놀 수지만 있는 것보다 훨씬 높은 것으로 현재 알려져 있다. 인장 전단 테스트는 인스트론 인장 테스트(Instron tensile tester)로 측정했다. 변형 랩 전단 구성(lap shear configuration)을 강철 판재에 양 측면이 결합된 2 inch<sup>2</sup> (12.9 cm<sup>2</sup>)의 마찰재와 사용했다. 이러한 조립체는 종이가 절단될 때까지 당겨진다. 아래 표 4의 값은 B, E 및 D 예에 대해 실온의 건조한 조건에서 측정한 종이의 내부 전단 강도를 나타낸다.

전단 강도가 높을수록, 마찰재의 기계 강도는 더 커지고, 이것은 마찰 라이닝을 전단하는데 압력이 더 필요한 것을 의미한다.

**표 4.**

	전단강도PSI (kg/cm <sup>2</sup> )
예 B	382.5(26.9)
	382.5(26.9)
예 E	325.0(22.8)
	290.0(20.4)
예 D	352.5(24.8)
	385.0(27.1)

(실시예 5)

상기 실리콘 페놀 수지의 혼합물은 마찰재의 "연소(burn off)" 온도를 적어도 약 50% 증가시킨다. 이러한 높은 마찰 안정성은 현재 사용되는 마찰재의 이점이다. 도 2에 나타난 열 중량 분석(TGA)(TGA 곡선이 더 높은 온도로 이동함)은 페놀재에 대해 실리콘 페놀 수지 혼합물의 내열성이 증가하는 것을 나타낸다.

예 A와 B 모두는 종래 재료에 비해 내열성을 증가시키고, 예 B는 내열성이 임계 기준인 최종 용도 마찰재에 특히 적합하다.

도 3 및 도 4는 도 2에 나타난 TGA그래프, 페놀 수지에 대한 유도 중량(%/°C)의 변화, 도 2(도 3)의 예 A 및 실리콘 페놀의 혼합물, 도 2(도 4)의 예 B를 비교한다. 페놀 수지에 대한 중량% 변화는 69.41%인 반면, 실리콘 페놀 혼합물에 대한 중량% 변화는 61.87% 이었다. 도 3 및 도 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 중량 손실이 더 빠를수록, 마찰재가 갖는 내열성은 줄어든다.

(실시예 6)

도 5는 부타디엔-페놀 수지로 침적된 종래 1 재료와 비교해서 예 C, D 및 F와 같은 여러 재료에 대해 사이클 수가 증가할 때 정지 시간을 나타낸다. 섬유성 재료(예 C, D 및 F)는 상대적으로 균일한 정지 시간을 유지하지만, 종래 재료에 대한 정지 시간은 허용할 수 없을 정도로 신속히 증가한다.

사이클 수가 증가할 때 정지 마찰 계수와 동적 마찰 계수간의 비율을 예 C, D 및 F와 종래 1 재료에 대해 비교했다. 도 6에서 알 수 있는 바와 같이, 실리콘 페놀 혼합물 재료로 침적된 섬유 기초재(예 C)는 종래 재료보다 더 지속적으로 실행하는 반면, 예폭시 페놀 수지로 침적된 섬유성 기초재(예들 D 및 F)는 비교적 잘 실행한다.

사이클 수가 증가될 때 동적 마찰 계수는 예들 C, D 및 F와 종래 재료(종래-1)에 대해 비교되었다. 도 7은 사이클 수가 증가될 때 상대적으로 안정한 상기 마찰 재료(예들 C, D 및 F)에 대한 동적 마찰 계수를 나타낸다. 이와 같이, 상기 섬유 기초재들은 종래 재료 보다 높은 속력으로 훨씬 낮게 수행된다. 사이클 수가 상기 섬유 기초재들에 대해 증가될 때 상기 마찰 계수의 "저하"가 없는 것을 유지하는 것이 중요하다.

예 B, D 및 E와 종래 1 재료에 대해, 6,600rpm(65m/sec)과 0.2gpm(gallons per minute)의 제한된 급유시 클러치 작동에 대한 재료 측정을 수행했다. 도 8의 동적 중간점 계수 그래프는 종래 재료는 전혀 수용할 수 없지만, 마찰 예 B, D 및 E 재료는 시스템이 매우 안정함을 나타내는 상대적으로 일정한 마찰 계수를 갖는다는 사실을 나타낸다. 도 9에서 알 수 있는 바와 같이, 종래 재료에 대한 정지 시간은 수용할 수 없는 정도로 신속히 증가하는 반면 마찰 재료(예 B, D 및 E)은 테스트 동안 내내 약 0.52 내지 약 0.58초의 수용 가능한 짧은 정지 시간을 유지했다.

#### (실시예 7)

어떤 실시예에 있어서, 마찰재를 이용한 수지의 타겟 픽업(target pick up)은 약 40 내지 약 65 중량%, 특정 실시예에서는 약 60 내지 적어도 65 중량%의 총 실리콘 페놀 수지인 것이 바람직하다. 섬유성 기초재가 수지로 침적된 후, 마찰재에 수지 결합제를 경화시키기 위해 300 내지 400°C의 온도에서 일정 시간(특정 실시예에서 약 1/2시간) 동안 경화된다. 마찰재의 최종 두께는 섬유성 기초재의 초기 두께에 따라 다르고, 특정 실시예에서 약 0.014"(0.0356cm) 내지 약 0.040"(0.102cm)인 것이 바람직하다.

아래 표 5에서, 실리콘 페놀 수지의 약 60% 수지 픽업(P.U.)으로 침적된 섬유성 기초재(예 C)를 포함하는 마찰재를, 예 C와 동일하지만 약 60% 수지 픽업(P.U.)의 페놀 수지로 침적된 섬유성 기초재(예 C-1)와 비교하고, 약 49% P.U.의 페놀 수지로 침적된 종래 1의 재료(종래 1)와 비교했다. 조립체 또는 코어 판재(core plate)를 테스트용 팩을 형성하기 위해 테스트 수지로 침적된 마찰재와 정렬했다. 실리콘-페놀 수지 마찰 재료에 대해 사이클 수가 증가할 때 동적 마찰 계수는 안정된다(단지 5%의 손실). 실리콘-페놀 수지 마찰재를 사용할 때 판재의 라이닝 마모가 일어나지 않았다. 실리콘-페놀 수지 혼합물 마찰재의 라이닝 조건은 고장, 마모, 또는 클레이징이 일어나지 않으면서 우수하게 유지된다. 더욱이, 분리기 판재의 강철 상태는 실리콘-페놀 혼합물 마찰재에 대해 핫 스파트를 나타내지 않는다.

**표 5.**  
수지 변화 효과

	종래-1	예 C-1	예 C
테스트 수지 %	49% 픽업	60% 픽업	60% 픽업
라이닝 두께	0.016" (0.041cm)	0.016" (0.041cm)	0.016" (0.041cm)
사이클			
동적 중간 계수			
75 rpm	0.135	0.134	0.134
3,000	0.121	0.123	0.130
6,000	0.118	0.113	0.127
정지 시간(초)			
75	0.804	0.799	0.796
3,000	0.880	0.858	0.817
6,000	0.904	0.910	0.835
토크 곡선 모양 감소 감소 감소			
판재 당 라이닝 손실	0.0027" (0.0686cm)	0.0009" (0.02229cm)	손실 없음
라이닝 조건	고장 심한 클레이즈	마모 클레이즈	우수함
강철 조건	뚜렷한 핫 스파트	작은 핫 스파트 거의 없음	저온 얼룩

#### (실시예 8)

아래 표 6은 MTS 기계에서 행한 압축/이완 연구들을 나타낸다. 이 테스트는 일련의 서로 다른 압력으로 샘플에 압력을 가하고 샘플을 이완하는 것을 반복함으로써 발생하는 종이 캘리퍼에 대한 효과를 나타낸다. 이러한 수치는 압력을 가함으로써 발생하는 압축에 대한 내부 저항을 나타낸다. 예 B 재료의 탄성은 표 2에 기술된 비교예보다 훨씬 더 크다. 변속기나 브레이크의 유체는 다공성 구조를 통해 신속하게 움직일 수 있기 때문에, 마찰재를 사용하는 동안 탄성도가 클수록 열 확산은 더 균일하게 된다. 더욱이, 탄성도가 증가하면 마찰재에 대한 압력이 보다 균일해지고, 압력 분포가 보다 균일해져서, 균일하지 않은 라이닝 마모나 분리기 판재의 "핫 스파트"가 제거된다.

**표 6.**  
하중 대비 변형량

압축/압축 세트		
압력 psi(kg/cm <sup>2</sup> )	예 B in/1 in(cm/1cm)	비교 예 in/1 in(cm/1cm)
15 psi (1.055)	0.0000"/1 in (0cm/1cm) 0.0000" (0.00cm)	0.0000"/1 in (0/1cm) 0.0000" (0.00cm)
50psi (3.52)	0.0180"/1 in (0.0457cm/1cm) 0.0066"(0.01676cm)	0.0104"/1 in (0.0264/1cm) 0.0034" (0.00086cm)
100psi (7.03)	0.0348"/1 in (0.8839/1cm) 0.0083" (0.0211cm)	0.0233"/1 in (0.0592/1cm) 0.0049" (0.0124cm)
200psi (14.06)	0.0600"/1 in (0.1524/1cm) 0.0115" (0.0292cm)	0.0419"/1 in (0.1064/1cm) 0.0070" (0.0178cm)
300psi (21.09)	0.0805"/1 in (0.2045/1cm) 0.0123"(0.0312cm)	0.0565"/1 in (0.1435/1cm) 0.0076"(0.0193cm)
400psi (28.12)	0.0963"/1 in (0.2446/1cm) 0.0159"(0.0404cm)	0.0658"/1 in (0.1671/1cm) 0.0070"(0.0178cm)
500psi (35.15)	0.1112"/1 in (0.2824/1cm) 0.0188"(0.0478cm)	0.0742"/1 in (0.1884/1cm) 0.0079"(0.0201cm)
700psi (49.21)	0.1369"/1 in (0.3477/1cm) 0.0232"(0.0589cm)	0.0939"/1 in (0.2385/1cm) 0.0111"(0.0282cm)
900psi (54.27)	0.1533"/1 in (0.3893/1cm) 0.0242"(0.0614cm)	0.1090"/1 in (0.2769/1cm) 0.0134"(0.0340cm)
1100psi (77.33)	0.1703"/1 in (0.4326/1cm) 0.0267"(0.0678cm)	0.1248"/1 in (0.3170/1cm) 0.0152"(0.0386cm)
1300psi (91.39)	0.1922"/1 in (0.4882/1cm) 0.0324"(0.0823cm)	0.1419"/1 in (0.3604/1cm) 0.0190"(0.0483cm)
1500psi (105.45)	0.2179"/1 in (0.5535/1cm) 0.0404"(0.1026cm)	0.1630"/1 in (0.4140/1cm) 0.0248"(0.0630cm)

(실시예 9)

파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유와 합성 흑연을 포함하는 마찰재는 에폭시 변형 페놀 수지(예 D)로 침적되고, 종래의 재료(종래 1)와 비교했다. 스트로킹 테스트 수명과 높은 에너지 마찰 테스트 사이클을 비교하는 고속 마찰 사이클 테스트가 도 10에 나타나 있다. 본 발명의 마찰재는 종래 마찰재보다 모든 면에서 낮게 수행된다.

도 11은 7,000rpm, 오일 흐름이 0.3 LPM 이고, 관성이 1.5 kg-cm-sec<sup>2</sup>일 때, 고속 내구성 테스트의 결과를 나타낸다. 사이클 수가 증가할 때, 동적 마찰 계수는 마찰재(예 D)에 대해 상대적으로 균일하게 유지되는 반면, 한 가지 종래 재료(종래 2)는 테스트 초기에 약해지고, 페놀을 원료로 한 수지로 침적된 종래의 다른 재료 (종래 1)의 성능은 약 3,000 사이클 후반부에 급속히 감소했다.

도 12는 3,600 rpm, 라이닝 압력이 8.0 kg/cm<sup>2</sup> 이고, 관성이 5.0 kg-cm-sec<sup>2</sup>일 때, 고 에너지 내구성의 결과를 나타낸다. 마찰재(예 D)에 대한 동적 마찰 계수는 전체적인 내구성 테스트를 통해 현저히 안정되었다. 이를 비교하면, 종래 재료는 사용 수명 중 극히 짧은 사이클에서 약해졌다.

도 13은 5,800 rpm인 2,000cc IG/FE 엔진에 대한 엔진 동력계의 4-3 하강 전이(down shift) 내구성 테스트의 결과를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 마찰재(예 D)용 4-3 하강 전이 결합에 대한 전이 시간(초 단위)은 적어도 40,000의 하강 전이 결합이 일어나는 동안 상대적으로 일정하게 유지된다. 종래 재료는 낮은 전이 결합 사이클에서 전이 시간이 신속하게 증가한다.

(실시예 10)

본 발명의 상기 마찰재는 높은 내구성과 높은 박리 저항을 갖는다. 본 발명의 상기 마찰재를 위한 전단 강도(psi)는 도 14에서 알다시피, 상기 종래 재료들에 대해서 보다 더 크다. 가는 섬유가 적은 섬유들과 상기 마찰재의 결과적 기공성 구조의 사용은 상기 마찰재에 대해 열 저항을 증가시킨다. 상기 섬유 기하학은 열 저항을 증가시킬 뿐만 아니라, 박리 저항과 소음 저항을 제공한다. 상기 합성 흑연 입자들과 열 저항을 증가시키는 하나 이상의 충전재 보조제의 존재는 마찰 계수를 안정하게 유지시키며, 상기 소음 저항을 증가시킨다.

(실시예 11)

도 15에는 본 발명의 마찰재에 대한 평균 구멍 크기와 종래의 수지로 침적된 마찰재의 구멍 크기가 비교되어 있다. 본 발명의 마찰 라이닝의 평균 구멍 크기는 약 2.0 내지 약 15 마이크론이고, 종래의 마찰재보다 약 20 내지 약 100% 더 크다.

(실시예 12)

본 발명의 상기 마찰재에 대한 액체 투과율은 페놀 수지(종래-2)로 침적된 종래 재료와 비교된다. 도 16에서 알다시피, 본 발명의 마찰재는 상기 종래 재료들에 비해 액체 투과율에 있어 약 20%의 증가를 갖는다.

(실시예 13)

도 17은 약 695°F(368°C)의 접촉 온도에서 1/2 시간 경화한 후 약 380°F(193°C)에서 페놀-에폭시 수지의 약 44% 팽창으로 약 0.02"(0.508mm) 라이닝을 포함하는 마찰재(예 D)를 나타낸다. 도 17은 본 발명의 마찰재의 높은 마찰 안정성을 나타내는 500 사이클에서 작동되는 재료의 속력, 토크, 온도, 가해진 압력을 비교한다.

도 18은 895°F(479°C)의 접촉 온도에서, 1/2시간 동안 380°F(193°C)에서 경화된 다른 페놀 원료 수지의 약 44% 수지 팽창으로 0.02"(0.508mm) 라이닝을 포함한 마찰재(예 D)의 높은 마찰 안정성을 나타낸다. 도 18은 10,500 사이클로 작동되는 재료의 속력, 토크, 온도, 가해진 압력을 나타낸다.

아래 표 7은 도 17 및 도 18에 나타난 마찰재(예 D)를 위한 중간점 마찰 계수를 나타낸다. 상기 마찰 계수는 사이클이 증가될 때 상대적으로 안정하게 유지되며, 이와 같이 상기 마찰재에 대해 높은 마찰 안정성을 나타낸다. 또한 도 19에 나타난 바와 같이, 도 17 및 도 18의 상기 위에 기술한 마찰재들을 위한 상기 중간점 동적 마찰 계수는 사이클 수가 증가될 때 상기 중간점 마찰 계수가 상대적으로 안정하게 유지된다는 것을 나타낸다. 상기 토크 곡선 형태는 본 발명의 마찰재가 높은 속도, 높은 에너지 및 높은 온도 적용에서 특별히 유용하다는 것을 나타낸다. 상기 마찰재의 전체 손실은 단지 약 0.0077 인치(0.01956cm)이고 판재 당 손실은 약 0.0039 인치(0.0099cm)이다. 상기 마찰재는 중간 휘도를 나타내고 상기 분리기는 단지 경미한 열 얼룩이 졌으며, 이와 같이 오랜 시간 주기에 걸쳐 안정한 높은 품질의 마찰재임을 지적하고 있다.

표 7.  
(예 D)

사이클	중간 계수
50	0.132
100	0.136
300	0.135
500	0.131
550	0.131
600	0.129
900	0.124
1200	0.122
1500	0.121
2500	0.121
4500	0.122
6500	0.121
8500	0.123
10500	0.126

(실시예 14)

도 20은 종래의 페놀 원료 재료가 침적한 종래의 마찰 라이닝을, 실리콘-페놀 수지 혼합물 재료로 침적된 재료 마찰재(예 C)의 일 실시예와, 페놀-에폭시 수지 재료로 침적된 본 발명 마찰재(예 D)의 다른 실시예와 비교한 고속 내구성 테스트를 나타낸다. 본 발명의 양 마찰재는 종래 마찰재보다 더욱 안정한 중간점 마찰 계수를 갖는다.

6,000rpm에서 실행하는 고속 내구성 테스트는 증가하는 많은 사이클에 대해 정적 대 동적(S/D) 마찰 계수를 비교하도록 실행된다. 도 21에 도시된 바와 같이, 페놀이 침적된 종래의 마찰재를 본 발명의 실리콘 페놀이 침적된 마찰재(예 C) 및 본 발명의 에폭시 페놀이 침적된 마찰재(예 E)와 비교했다. 본 발명의 재료는 종래 재료에 비해 정적 대 동적 마찰 계수 비가 크다.

6,000rpm에서 사이클이 증가할 때, 본 발명의 3개의 섬유성 기초재 샘플에 대해 마찰 계수를 시험했다. 각각의 샘플은 다음과 같은 수치, 즉 0.016 인치(0.0406cm)와 같이 얇은 섬유 기초재(예 D)에 침적된 페놀-에폭시 수지와, 0.020 인치(0.0508cm) 두께의 섬유 기초재(예 F)에 침적된 페놀 원료 수지, 및 실리콘-페놀 수지(예 C)로 침적되었다. 도 22에 도시된 바와 같이, 상기 다양한 수치로 침적된 이들 섬유 기초재는 본 발명의 각각의 마찰재보다 불충분하게 실행되는 종래의 마찰재와 적절히 비교된다.

다음의 추가예에서 약 530 보다 크고 바람직하게는 약 580 내지 약 640이며 가장 바람직하게는 약 620 내지 약 640인 CSF를 갖는 적어도 한 종류의 아라미드 섬유를 포함하는 섬유 기초재가 마찰재에 특히 유용하다는 추가 증거를 알 수 있다. 이러한 섬유 기초재들은 다른 타입의 섬유 기초재들에 비해 개선되었다. 다양한 비교예와 바람직한 여러 실시예들이 다음의 예에 기술되어 있지만, 본 발명의 범위를 제한하지는 않는다. 다음 각각의 예인 비교예 3, 비교예 4 및 예 G, H, I 및 J는 약 20 중량%의 합성 흑연, 약 25 중량%의 규조토, 약 30 중량%의 먼 섬유, 및 다양한 종류의 다음 섬유를 포함하는 섬유성 기초재인 형태이다.

비교예 3. 약 25% 에폭시 코팅된 아라미드 섬유(길이는 1mm).

비교예 4. 약 25% 에폭시 코팅된 아라미드 섬유(길이는 3mm).

예 G. 약 25% 아라미드 섬유, CSF는 약 540.

예 H. 약 25% 아라미드 섬유, CSF는 약 585.

예 I. 약 25% 아라미드 섬유, CSF는 약 620 내지 약 640.

예 J. 약 25% 아라미드 섬유, CSF는 약 450 내지 약 500.

#### (실시예 15)

비교 3, 비교 4 및 예들 G, H 및 I에 대한 상기 평균 구멍 직경 및 다시의 투과율이 양측 수지 포화 섬유 기초재들 및 원료 종이들(불포화)에 대해 아래 표 8에 나타나 있다.

상기 높은 평균 흐름 구멍 직경은 상기 마찰 재료가 상기 마찰 재료의 상기 다공성 구조를 통해 재료에 대해 더 나은 자동 변속기 유체 흐름으로 인해서 변속기에서 더욱 효율적인 열 확산으로 낮은 경계점 온도를 가질 가능성이 있다는 것을 나타낸다. 변속기 시스템의 작동 동안, 오일은 특별히, 높은 온도에서, 자동 변속기 유체의 막힘으로 인해 시간 초과되는 경향이 있는 상기 마찰재의 표면에 침적된다. 상기 오일은 상기 구멍의 개구도를 감소시키는 상기 섬유들에 침적된다. 그러므로, 마찰재가 더 큰 구멍들로 초기에 시작됐을 때, 상기 마찰재의 사용 수명 동안 더 개방된 구멍들이 남아 있게 된다. 예 I(가는 섬유가 적은 아라미드 섬유들(약 620 내지 640의 CSF))는 특별히 바람직한 평균 구멍 직경들을 갖는다는 것을 주의시키고 있다.

표 8.

종이 ID	BOND COND. 시간/분 온도 °F FLT/인치 (FLT/cm)	구멍 평균구멍 직경 ( $\mu$ m)	L-Prem DARCY 상수
비교예 3	0.017(0.0432)	15.1	0.23
비교예 4	0.017(0.0432)	23.9	0.26
예 G	0.017(0.0432)	4.3	0.04
예 H	0.017(0.0432)	5.4	0.04
예 I	0.017(0.0432)	7.0	0.12
원료 종이			
비교예 3		25.9	0.50
비교예 4		26.3	0.64
예 G		5.5	0.06
예 H		6.0	0.11
예 I		7.8	0.12

#### (실시예 16)

아래 표 9는 상기 비교 3, 비교 4 및 예들 G, H 및 I에 대한 압축, 압축 설정 및 전단 강도 값들을 나타낸다. 예들 G, H 및 I는 받아들이 수 있는 압축 및 압축 설정 값들과 더욱이 상기 전단 강도가 비교 3 및 4 보다 많이 큰 것들을 특별히 주의시키는 것이다.

표 9.

마찰재 ID	비교예 인치/인치 (cm/cm)	비교예 세트 인치/인치(cm/cm)	전단 강도 psi(kg/cm <sup>2</sup> )
-----------	----------------------	------------------------	-----------------------------------

	100psi(kg/cm <sup>2</sup> ) (7.03)	100psi(kg/cm <sup>2</sup> ) (7.03)	A
	300 psi(21.09)	300 psi(21.09)	B
	700 psi(49.20)	700 psi(49.21)	C
	<u>1500 psi (105.45)</u>	<u>1500 psi (105.45)</u>	평균
비교예3	0.0608(0.1544)	0.0141(0.0358)	128(8.99)
	0.1222(0.3103)	0.0232(0.0589)	126(8.86)
	0.1847(0.4691)	0.0426(0.1082)	126(8.86)
	0.2999(0.7617)	0.1049(0.2664)	127(8.93)
비교예4	0.0771(0.1958)	0.0188(0.0478)	83(5.83)
	0.1448(0.3678)	0.0309(0.0785)	89(6.26)
	0.2078(0.5278)	0.0488(0.1240)	90(6.33)
	0.2955(0.7506)	0.0821(0.2085)	87(6.12)
예 G	0.0157(0.0399)	-0.0005(-0.00013)	364(25.60)
	0.0475(0.1206)	0.0002(0.0005)	357(25.10)
	0.0943(0.2395)	0.0108(0.0274)	341(23.97)
	0.1946(0.4943)	0.0510(0.1295)	354(24.87)
예 H	0.0206(0.0523)	0.0017(0.0043)	313(22.00`)
	0.0528(0.1341)	0.0030(0.0076)	325(22.85)
	0.0978(0.2484)	0.0118(0.0299)	317(22.29)
	0.1721(0.4371)	0.0414(0.1052)	318(22.36)
예 I	0.0196(0.4978)	0.0000(0.0)	332(23.40)
	0.0546(0.1387)	0.0015(0.0038)	349(24.53)
	0.1119(0.2842)	0.0110(0.0279)	336(23.62)
	0.2321(0.5895)	0.0482(0.1224)	339(23.83)

(실시예 17)

표 10은 비교 예들에 대한 개선된 열 저항을 나타내며, 상기 비교들 3 및 4와 예들 G, H 및 I에 대한 상기 TMA를 나타내는 데이터, 다른 스캐닝 열량계(DSC) 및 열 중량 분석(TGA)데이터를 포함한다.

표 10.

페이지 ID	TMA Alpa Onset °C % Expansion	DSC Onset °C 피크 J/G	TGA- Total %/온도 °C 제 1 피크 제 2 피크 제 3 피크	TGA- Total %/온도 °C 제 1 피크 제 2 피크 제 3 피크	TGA- Total %/온도 °C 제 1 피크 제 2 피크 제 3 피크	TGA- Total %/온도 °C 제 1 피크 제 2 피크 제 3 피크				
			비교예 3	650	190	18.81	19.40	20.67	20.64	
90	218	52.65		51.56	50.04	56.70				
4.9%	5.00	13.05		10.42	11.47	6.61				
		16.28		19.23	18.63	16.88				
비교예 4	1300	186	18.87	19.62	18.20	18.63				
	108	236	56.26	62.25	56.63	58.85				
	8.9%	5.04	13.10	5.74	11.80	9.53				
			12.79	13.65	14.43	15.61				
예 G	525	190	17.99	18.38	18.42	17.79				
	73	205	55.88	55.27	54.37	57.41				
	4.6%	1.51	11.65	10.89	11.44	8.16				
			15.07	15.91	16.34	16.47				
예 H	558	190	19.48	19.28	20.33	19.79				
	84	205	52.17	51.30	51.04	53.28				
	4.2%	2.51	12.34	13.06	11.88	9.49				
			16.76	17.03	17.40	18.03				
예 I	672	205	19.62	19.09	19.64	18.57				
	86	225	53.66	56.25	52.21	52.19				
	5.2%	0.11	11.65	8.41	11.81	13.80				
			16.02	16.36	16.80	15.08				

표 11은 아래 예들 18 내지 23에 나타난 재료들에 대해 고 속력 내구성 테스트 5004C 및 5004A, 파괴 특성 테스트 5004D, 고 에너지 내구성 테스트 5003A 및 5030C, 및  $\mu$ -v-p-t 특성 테스트 5010A를 위한 테스트 절차 조건들의 요약서를 제공한다.

표 11.

테스트 절차	고 속력 내구성 테스트		길들이기 특성
	5004C	5004A	5004D
레벨	레벨 A&C	레벨 A&C	레벨 A
사이클	50 사이클	←	200 사이클
속력	3700 rpm	←	←
관성	2.17 kgcm.sec <sup>2</sup>	←	←
압력	137.8KPa	←	←
온도	100-100. C	←	←
오일 흐름	0.757 lpm	←	←
운동 에너지	15122 주울	←	←
레벨	레벨 B	레벨 B	.
사이클	5000 사이클	2000 사이클	.
속력	6200 rpm	←	.
관성	1.70 kgcm.sec <sup>2</sup>	←	.
압력	.	.	.
정지 시간	*0.8 초	←	.
온도	115-120. C	110-110. C	.
오일 흐름	0.787 lpm	←	.
운동 에너지	35720 주울	←	.
파워 밀도	1.98 W/mm <sup>2</sup>	←	.

테스트 절차	고 속력 내구성 테스트		길들이기 특성
	5003C	5030C	5010A
레벨	레벨 A&C	레벨 A&C	레벨 A
사이클	50 사이클	←	200 사이클
속력	3600 rpm	←	800 rpm
관성	1.70 kgcm.sec <sup>2</sup>	←	3.553 kgcm.sec <sup>2</sup>
압력	137.8KPa	←	59.27KPa
온도	97-103℃	←	←
오일 흐름	0.757 lpm	←	←
운동 에너지	15127 주울	←	1223 주울
레벨	레벨 B	레벨 B	레벨 B
사이클	2000 사이클	5000 사이클	200 사이클
속력	3600 rpm	4000 rpm	3600rpm
관성	7.48 kgcm.sec <sup>2</sup>	5.00 kgcm.sec <sup>2</sup>	3.553 kgcm.sec <sup>2</sup>
압력	.	.	355.6 KPa
정지 시간	**0.8 초	***0.95 초	.
온도	97-103℃	115-120℃	97-103℃
오일 흐름	0.787 lpm	←	←
운동 에너지	52124 주울	43016 주울	24761 주울
파워 밀도	2.89 W/mm <sup>2</sup>	2.01 W/mm <sup>2</sup>	.

주의: \*레벨 B에서, 제 1차 10 사이클 내에서 0.8 초 정지 시간을 유지시키도록 압력 조절을 하라.

\*\*레벨 B에서, 제 1차 10 사이클 내에서 0.8 초 정지 시간을 유지시키도록 압력 조절을 하라.

\*\*\*레벨 B에서, 140KPa로 누르고, 제 90차 사이클로 0.95 초 정지 시간을 유지시키도록 압력을 조정하라.

(실시예 18)

아래 표 12에서, 비교예 3과 4 및 예 G, H, I, J에 대한 고속 내구성이 나타나 있다. 마찰재는 픽업이 약 37%인 에폭시 변형 페놀 수지로 침적되어 있다. 예 G, H, I의 전단강도를 예 J와 비교했다. 변형(strain)을 나타내는 압축과 압축 세트는 허용 가능한 강도와 탄성을 나타내는데, 이러한 강도와 탄성은 변속기나 브레이크의 유체는 다공성 구조를 신속하게 이동할 수 있기 때문에 마찰재를 사용하는 동안 보다 균일하게 열 확산이 이루어질 수 있도록 한다. 탄성이 증가하면 마찰재에 가해지는 압력이 보다 균일해지고 고른 압력 분포가 이루어져서, 고르지 않은 라이닝 마모나 분리된 판재의 "핫 스팟"은 제거되거나 최소화된다.

아래 표 13에는 마찰판 상태, 분리기 판재 상태, 각 샘플의 전반적인 상태를 나타내는 고속의 내구성 테스트가 나타나 있다. 예 I에서만 열은 글레이징과 피팅(pitting)이 있고 전반적인 상태는 재료 손실없이 우수하다는 사실을 특히 유의해야 한다.

아래 표 14에는 에너지 레벨 A, B, C에서의 마찰 계수와, 정지 시간과 페이드율(percent of fade)을 나타내는 고속 내구성이 나타나 있다. 비교예 4, 예 G와 J는 문제가 생겨 테스트는 중지되었다. 예 H, I의 섬유 기초재는 고속에서 문제없이 수행되었다. 예 H의 섬유성 기초재에 대해 사이클 수가 증가할 때, 마찰 계수의 "저하"가 일어나지 않는다는 사실을 주목하는 것이 중요하다.

**표 12.**  
고속 내구성 테스트, (공정 5004A)

물 질	비교 3	비교 4	예 G	예 H	예 I	예 J
원료 중 이구멍 크기 (μm)	25.86	26.29	5.46	6.00	7.84	-
투과성 (cm <sup>2</sup> )	0.516	0.653	0.077	0.115	0.127	-
수지 (37%) p/u구멍 크기 (μm)	15.09	23.90	4.32	5.35	7.04	9.88
투과성 (cm <sup>2</sup> )	0.225	0.295	0.030	0.054	0.115	-
전단 강도 (psi)(kg/sq.cm)	127.2(8.93)	87.9(6.18)	354.6(24.93)	318.8(22.41)	339.5(23.87)	359.8(25.29)
300 psi 압력/설정 (kg/sq.cm)	0.1222/(0.00859)	0.1448/(0.01018)	0.0475/(0.00334)	0.0528/(0.0037)	0.0546/(0.00383)	0.0698/(0.00491)
(변형)	0.0232(0.00163)	0.0309(0.00217)	0.0002(0.00001)	0.0030(0.00021)	0.0015(0.00011)	0.0106(0.00075)
1500 psi 압력/설정 (kg/sq.cm)	0.2999/(0.02108)	0.2955/(0.02077)	0.1946/(0.01368)	0.1721/(0.02110)	0.2321/(0.01632)	0.1988/(0.01396)
(변형)	0.1049(0.00737)	0.0821(0.00577)	0.0510(0.00358)	0.0414(0.00291)	0.0482(0.00339)	0.0362(0.00254)

**표 13.**  
고속 내구성 테스트, (공정 5004A)

마찰 테스트	비교예 3	비교예 4	예 G	예 H	예 I	예 J
총 마모 (inch)(cm)	0.0168 (0.0427)	발생하지 않음	발생하지 않음	0.0269 (0.0683)	0.0081 (0.0206)	발생하지 않음
마찰 판재 조건	열은 글레이징 및 피팅	무거운 재료 손실	무거운 재료 손실	글레이징 피팅 파손	글레이징 작은 피팅	무거운 재료 손실
분리기 판재 조건	심한 열 얼룩	열 얼룩 핫 스팟	열 얼룩	열 얼룩 핫 스팟	열 얼룩 핫 스팟	열 얼룩
전반적인 조건	나쁨	약간 미흡	약간 미흡	우수함	우수함	나쁨

**표 14.**  
고속 내구성 테스트 (공정 5004A)

마찰 계수	비교예 3	비교예 4	예 G	예 H	예 I	예 J
레벨 A (50 사이클) μs	0.092	0.099	0.099	0.101	0.095	0.103
레벨 A (50 사이클) μi	0.153	0.173	0.141	0.152	0.129	0.161
레벨 A (50 사이클) μd	0.130	0.132	0.136	0.136	0.128	0.141
레벨 A (50 사이클) μO	0.141	0.134	0.149	0.147	0.133	0.145
레벨 A (50 사이클) μO/μd	1.085	1.015	1.095	1.081	1.039	1.028
레벨 B (2050 사이클) μs	0.071	787	592	0.086	0.081	101

		사이클	사이클			사이클
레벨 B (2050 사이클) $\mu$ i	0.127	과손	과손	0.133	0.136	과손
레벨 B (2050 사이클) $\mu$ d	0.127	정지	정지	0.124	0.126	정지
레벨 B (2050 사이클) $\mu$ O	0.122			0.128	0.124	
레벨 B (2050 사이클) $\mu$ O/ $\mu$ d	0.961			1.032	0.984	
레벨 C (2100 사이클) $\mu$ s	0.106	-	-	0.102	0.101	-
레벨 C (2100 사이클) $\mu$ i	0.163	-	-	0.161	0.160	-
레벨 C (2100 사이클) $\mu$ d	0.148	-	-	0.146	0.148	-
레벨 C (2100 사이클) $\mu$ O	0.149	-	-	0.141	0.149	-
레벨 C (2100 사이클) $\mu$ O/ $\mu$ d	1.007	-	-	0.966	1.007	-
정지 시간(sec) A	0.916	0.917	0.917	0.891	0.958	0.855
정지 시간(sec) B	0.803	-	-	0.814	0.792	-
정지 시간(sec) C	0.805	-	-	0.856	0.835	-
페이드아웃(%) $\mu$ d	-0.8	-	-	-5.3	-3.8	-
정지 시간	+ 0.1	-	-	-0.2	+ 0.6	-

(실시예 19)

고 에너지 내구성 테스트가 비교 3 및 4와 페놀 수지가 변형된 에폭시로 침적된 예 G, H, I, J에 대하여 표 15, 16, 17 이하에서 보여진다. 수지 픽업의 양이 다른 실시예에 대하여 변하는 것이 주목된다. 표 15에서, 압축 및 압축 설정 데이터는 예 G, H, I, J에 대한 값을 받아들이는 것을 보인다.

표 16은 마찰판 상태와, 분리기 판재 상태와, 전체 상태를 보인다. 가벼운 마찰과, 반짝거림과, 구멍을 보이며, 분리기 판재는 소수의 국부 열 반점 또는 열변형을 갖는다.

표 17 이하는 레벨 A, B, C에 대한 마찰계수와, 정지 시간과 퍼센트 비율을 보인다. 보여질 수 있는 바와 같이, 본 발명의 예는 비교 물질 보다 지속적으로 낮게 수행된다. 그러므로, 본 발명의 섬유 기초 물질은 비교 물질 보다 고속에서 더욱 좋게 수행된다. 또한, 사이클 수가 예 I의 섬유 기초재에 대해 증가하는 동안에 마찰 계수의 감소가 없는 것을 주목하는 것이 중요하다. 또한, 마찰 물질을 나타내는 상대적으로 안정된 마찰 계수는 매우 안정적이다.

**표 15.**  
고 에너지 내구성 테스트, (공정 5003A)

물 질	비교 3	비교 4	예 G	예 H	예 I	예 J
원료 중 이구멍 크기 ( $\mu$ m)	25.86	26.29	5.46	6.00	7.84	-
투과성 ( $\text{cm}^2$ )	0.516	0.653	0.077	0.115	0.127	-
수지 (37%) p/u	20.03	22.44	4.32	5.35	7.04	9.33
구멍 크기 ( $\mu$ m)	(53.2% p/u)	(54.9% p/u)	(37% p/u)	(35%p/u)	(37% p/u)	
투과성 ( $\text{cm}^2$ )	-	-	0.030	0.054	0.115	-
전단 강도 (psi)(kg/sq.cm)	224.2(15.76)	177.9(12.51)	354.6(24.93)	318.8(22.41)	339.5(23.87)	359.8(25.29)
300 psi 압력/설정 (kg/sq.cm)	0.1016/(0.00714)	0.1563/(0.01099)	0.0475/(0.00334)	0.0528/(0.0037)	0.0546/(0.00383)	0.0698/(0.00491)
(변형)	0.0122(0.00086)	0.0323(0.00227)	0.0002(0.00001)	0.0030(0.00021)	0.0015(0.00011)	0.0106(0.00075)
1500 psi 압력/설정 (kg/sq.cm)	0.2886/(0.02029)	0.3746/(0.02633)	0.1946/(0.01368)	0.1721/(0.02110)	0.2321/(0.01632)	0.1988/(0.01396)
(변형)	0.0627(0.00441)	0.0934(0.00657)	0.0510(0.00358)	0.0414(0.00291)	0.0482(0.00339)	0.0362(0.00254)

**표 16.**  
고속 내구성 테스트, (공정 5003A)

마찰 테스트	비교예 3	비교예 4	예 G	예 H	예 I	예 J
전체마모 (인치)(cm)	0.0205 (0.0521)	0.0245 (0.0622)	발생하지 않음	0.0242 (0.00170)	0.0256 (0.0650)	0.0192 (0.0488)
마찰판 조건	열은 클레이징과 피팅	클레이징 얇은 피팅	무거운 물질 손실	진한클레이즈 마모 파손	클레이징 마모 작은 피팅	클레이징 마찰
분리기 판재 조건	열 얼룩 약간의 핫 스파트	열 얼룩 약간의 핫 스파트	열 얼룩 핫 스파트	중간 마모 표시와 열 얼룩 심한 마모	중간마모표시 약간의 핫 스파트 열 얼룩	열에 의해 얼룩진 핫 스파트
전반적 조건	우수함 1	우수함 2	약간 미흡	나쁨	우수함 2	우수함

**표 17.**  
고 에너지 내구성 테스트, (공정 5003A)

마찰 계수	비교 3	비교 4	예 G	예 H	예 I	예 J
레벨 A (50 사이클) $\mu s$	0.102	0.103	0.111	0.101	0.104	0.121
레벨 A (50 사이클) $\mu i$	(0.141)	(0.240)	0.145	0.148	(0.137)	0.146
레벨 A (50 사이클) $\mu d$	0.131	0.124	0.141	0.131	0.130	0.136
레벨 A (50 사이클) $\mu O$	0.142	0.136	0.145	0.143	0.140	0.149
레벨 A (50 사이클) $\mu O/\mu d$	1.084	1.097	1.028	1.091	1.077	1.096
레벨 B (2050 사이클) $\mu s$	0.101	0.101	124사이클	0.093	0.103	0.097
레벨 B (2050 사이클) $\mu i$	0.137	0.129	깨짐	0.127	0.128	0.141
레벨 B (2050 사이클) $\mu d$	0.137	0.129	정지	0.128	0.130	0.132
레벨 B (2050 사이클) $\mu O$	0.142	0.123		0.131	0.128	0.146
레벨 B (2050사이클) $\mu O/\mu d$	1.036	0.953		1.023	0.985	0.106
레벨 C (2100 사이클) $\mu s$	0.115	0.114	-	0.100	0.108	0.103
레벨 C (2100 사이클) $\mu i$	0.174	0.160	-	0.152	0.154	0.173
레벨 C (2100 사이클) $\mu d$	0.152	0.151	-	0.145	0.150	0.149
레벨 C (2100 사이클) $\mu O$	0.152	0.155	-	0.142	0.150	0.144
레벨 C (2100사이클) $\mu O/\mu d$	1.000	1.026	-	0.979	1.000	0.966
정지 시간(sec) A	0.867	0.913	0.863	0.878	0.888	0.840
정지 시간(sec) B	0.756	0.778	-	0.816	0.807	0.773
정지 시간(sec) C	0.800	0.812	-	0.841	0.843	0.830
낙차 % $\mu d$	+ 3.0	-0.8	-	-4.5	-3.0	-2.2
정지 시간	-5.7	-2.5	-	+ 1.7	+ 1.4	-4.0

(실시예 20)

또한, 서로 다른 수지와 서로 다른 수지 함유율을 사용하는 예 I, J에 대해 고 에너지 내구성 테스트를 실행한다. 전단 강도는 수지의 종류에 따라 약간 변하긴 하지만 계속 허용될 수 있다는 점을 주목해야 된다. 압축 및 압축 세트 데이터를 통해 예 I의 성능이 예 J의 성능보다 뛰어남을 알 수 있다. 예를 들어, 마찰 레벨의 계수인 I는 페놀 수지로 침적 되고, 이것은 다른 테스트 예보다 우수한 결과를 나타낸다. 한편, 표 18의 예 I에는 "감소현상"이 일어나지 않는다.

**표 18.**  
고 에너지 내구성 테스트, (공정5030A)

	예 I	예 J	예 I	예 J
수 지	페놀	페놀	페놀 변형된 에폭시	페놀 변형된 에폭시
픽업	35%	36%	39.7%	40.7%
전단 psi(kg/sq.cm)	340(23.90)	356(25.03)	254(17.86)	301(21.16)
압축/압축 설정 in/in(cm/cm)	0.050/ 0.006(0.127/ 0.0152)	0.053/0.008(0.135/ 0.0203)	0.066/ 0.015(0.168/ 0.0381)	0.059/ 0.008(0.150/ 0.0203)
300psi/ 1500psiin/ in(cm/cm)	0.147/ 0.016(0.373/ 0.0406)	0.192/0.036(0.488/ 0.0914)	0.217/ 0.047(0.551/ 0.1194)	0.220/ 0.049(0.559/ 0.1245)
전체 마모 (inch)(cm)	0.0106(0.0269)	0.0142(0.0361)	-	-
레벨A(50사이클) $\mu s$	0.094	0.097	0.095	0.109/0.092

레벨 A(50 사이클) $\mu i$	0.132	0.130	0.131	0.157/0.146
레벨 A(50 사이클) $\mu d$	0.132	0.132	0.121	0.129/0.120
레벨 A(50 사이클) $\mu O$	0.140	0.136	0.133	0.144/0.136
레벨 B(5050사이클) $\mu s$	0.077	3378 사이클에서 테스트 중단했음, 중단 시간 1.244 sec	110 사이클에서 실패했음	100 및 125 사이클에서 실패했음
레벨 B(5050사이클) $\mu i$	0.102			
레벨 B(5050사이클) $\mu d$	0.101			
레벨 B(5050사이클) $\mu O$	0.113			
레벨 C(5100사이클) $\mu s$	0.103	-	-	-
레벨 C(5100사이클) $\mu i$	0.147	-	-	-
레벨 C(5100사이클) $\mu d$	0.120	-	-	-
레벨 C(5100사이클) $\mu O$	0.139	-	-	-
정지 시간(sec) A	0.825	0.861	0.916	0.854/0.927
정지 시간(sec) B	1.109	-	-	-
정지 시간(sec) C	0.923	-	-	-
정지시간낙차 15%사이클	4000 사이클	2100 사이클	-	-

다음 예 21-23에서 다음 각각의 섬유 기초재는,

약 23 중량%의 합성 흑연과, 약 27 중량%의 규조토와, 약 5 중량%의 아라미드 섬유펠프와, 다음 여러 종류의 섬유를 포함하는 제형(formulation)이다.

약 45 중량%의 아라미드 섬유를 포함하는 예 K (CSF는 580-640)

약 45 중량%의 아라미드 섬유를 포함하는 예 L (CSF는 450-500)

약 45 중량%의 아라미드 섬유를 포함하는 예 M (CSF는 580-640)

약 45 중량%의 아라미드 섬유를 포함하는 예 N (CSF는 450-500)

약 45 중량%의 아라미드 섬유를 포함하는 예 O (CSF는 580-640)

(실시예 21)

아래 표 19의 예 K와 L은 각각 약 48%와 46%의 픽업(pick-up) 및, 50%의 실리콘과 약 50%의 페놀 수지의 수지 혼합물로 포화되었다. 전단 강도와 압축 및 압축 세트 데이터에 의해, 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유(CSF는 580-640)를 포함하는 예 K는 예 L과 유사한 점을 알 수 있다. 예 K에 대한 TGA, DSC, TMA 데이터는 높은 마찰 안정성과 우수한 내열성을 나타낸다.

도 23은 예 L의 구멍 크기를 보이는 반면 도 24는 예 K에 대한 구멍 크기를 보인다.

**표 19.**

	예 K	예 L
수지 % PU	48% PU	46% PU
원료 종이 구멍 크기( $\mu m$ )	6.00	6.28
흑연 농도 펠트/와이어(%)	1.3/2.8	2.4/5.1
침적된 종이 구멍 크기( $\mu m$ )	5.99	5.20
전단 강도(psi)	313	422
압축/압축 설정in/in(cm/cm)	0.074/0.016(0.188/0.0406)	0.059/0.008(0.1499/0.0203)

(변형)	0.210/0.042	0.172/0.027
300/1500 psi		
TGA	21.78%	22.08%
잔여 피크 온도 °C	581.7°C	597.8°C
DSC	247.44	243.02
피크 온도 °C	27.68	26.38
J/g		
TMA	561	439
α	292	276
피크 온도 °C		

(실시예 22)

아래표 20과 표 21에는, 공정방법 5004C를 통해 예 K, L, M, N에 대해 실행된 고속 내구성 테스트가 나타나 있다. 마찰판의 조건은 중간 내지 열은 글레이즈만을 나타냈고, 분리판 조건은 파이프릴화가 덜 일어난 아라미드 섬유(CSF는 약 580 내지 640)를 포함하는 섬유성 기초재에 대해 중간의 열 얼룩을 나타냈다. 레벨 A, B, C에 대한 마찰 계수를 통해 섬유성 기초재는 안정적으로 실행됨을 알 수 있다. 정지 시간과 페이드율은 예 L보다는 예 K에서 약 3 내지 4배가 더 컸다. 예 M의 정지 시간은 예 N보다 적어도 약 4배가 컸고, 예 M의 페이드율은 예 N보다 2배 이상이 컸다.

**표 20.**  
고속 내구성 테스트, (공정 5004C)

	예 K	예 L
수 지	48% PU	46% PU
전체 마모(인치)(cm)	0.0056(0.14224)	0.0068(0.01727)
마찰판 조건	중간 글레이즈	열은 내지 중간 글레이즈
분리기 판재 조건	중간 열 얼룩	중간 내지 심한 열 얼룩
레벨 A (50 사이클) μS	0.095	0.104
레벨 A (50 사이클) μi	0.135	(0.146)
레벨 A (50 사이클) μd	0.119	0.129
레벨 A (50 사이클) μO	0.123	0.132
레벨 B (5050 사이클) μS	0.095	0.094
레벨 B (5050 사이클) μi	0.116	0.110
레벨 B (5050 사이클) μd	0.115	0.112
레벨 B (5050 사이클) μO	0.122	0.121
레벨 C (5100 사이클) μS	0.115	0.113
레벨 C (5100 사이클) μi	0.137	0.134
레벨 C (5100 사이클) μd	0.122	0.116
레벨 C (5100 사이클) μO	0.129	0.123
정지 시간(sec) A	0.946	0.885
정지 시간(sec) B	0.827	0.914
정지 시간(sec) C	0.932	0.957
정지 시간 페이드	3.5%	12.8%
μd 페이드(%)	5.7%	14.5%

**표 21.**  
고속 내구성 테스트, (공정 5004C)

	예 M	예 N
수 지	41% PU	42% PU
전체 마모(인치)(cm)	0.0077(0.01956)	0.0069(0.017526)
마찰판 조건	중간 글레이즈	중간 글레이징과 마모
분리기 판재 조건	중간 열 얼룩 핫 스파트 미미한 마모	중간 열 얼룩 핫 스파트
레벨 A (50 사이클) μS	0.095	0.095
레벨 A (50 사이클) μi	0.148	0.153
레벨 A (50 사이클) μd	0.118	0.119
레벨 A (50 사이클) μO	0.121	0.123
레벨 B (5050 사이클) μS	0.086	0.084
레벨 B (5050 사이클) μi	0.112	0.113
레벨 B (5050 사이클) μd	0.110	0.112
레벨 B (5050 사이클) μO	0.119	0.118

레벨 C (5100 사이클) $\mu$ S	0.109	0.105
레벨 C (5100 사이클) $\mu$ i	0.145	0.143
레벨 C (5100 사이클) $\mu$ d	0.119	0.122
레벨 C (5100 사이클) $\mu$ O	0.126	0.126
정지 시간(sec) A	0.965	0.922
정지 시간(sec) B	0.829	0.881
정지 시간(sec) C	0.938	0.924
정지 시간 페이드	1.6%	7.6%
$\mu$ d 페이드(%)	5.2%	11.8%

(실시예 23)

예 K, L, O에 대한 브레이크 인 특성은 표 22 이하에 보여진다. 브레이크 인 특성은 좋은 행동의 특성과 낮은 마모를 나타낸다.

**표 22.**  
브레이크 인 테스트, (공정 5004D), 48% PU 46% PU

섬유 종류	예 K	예 O	예 L
1 사이클 $\mu$ S	0.092	0.104	0.117
1 사이클 $\mu$ i	0.106	0.117	0.127
1 사이클 $\mu$ d	0.092	0.108	0.114
1 사이클 $\mu$ O	0.096	0.103	0.111
50 사이클 $\mu$ S	0.102	0.098	0.099
50 사이클 $\mu$ i	0.143	0.142	0.161
50 사이클 $\mu$ d	0.116	0.115	0.133
50 사이클 $\mu$ O	0.121	0.118	0.131
200 사이클 $\mu$ S	0.097	0.097	0.105
200 사이클 $\mu$ i	0.146	0.145	0.160
200 사이클 $\mu$ d	0.123	0.123	0.142
200 사이클 $\mu$ O	0.128	0.122	0.139
정지 시간(sec) 1	1.104	1.093	1.015
정지 시간(sec) 50	0.962	0.988	0.868
정지 시간(sec) 200	0.919	0.946	0.828
전체 마모 (inch) (cm)	0.0011(0.000279)	0.001(0.00254)	0.0012(0.003048)

예 15-23에는 아라미드 종류 섬유의 캐나다인 스탠더드 프리네스가 증가하면, 내구성이 향상된 섬유성 기초재가 생산되는 것으로 나타나 있다. 게다가, CSF가 적어도 약 580-640, 바람직하게 약 600-640, 가장 바람직하게는 약 620-640인 아라미드 섬유를 함유한 섬유성 기초재는 이와 다른 종류의 아라미드 섬유보다 크기가 더 큰 구멍을 갖는다. 이와 같이 파이프빌화가 덜 일어난 아라미드 섬유를 구비한 섬유성 기초재의 높은 관성 내구성이 개선되고 페이드 저항성이 더 좋아진다.

본 발명의 다른 실시예에서는, 두 층의 섬유 기초재로 구성되고 적당한 페놀 수지, 에폭시 변형된 페놀 수지, 또는 페놀/실리콘 혼합 수지로 침적된 마찰재는 종래의 물질을 포함하는 마찰재보다 마찰능이 뛰어나고 우수한 브레이크 인 특성을 나타낸다. 섬유 기초재는 파이프빌화가 덜 된 아라미드 섬유, 합성 흑연, 구조토와 같은 충전재, 특정 실시예에서 면 및/또는 아라미드 펄프 및 이와 다른 선택 성분의 제 1층을 포함한다. 제 2 층은 섬유 기초재의 제조 공정 중 섬유 기초재의 표면에 탄소 입자 증착물을 포함한다. 제 1 층 또는 그 아래층의 있는 적당량의 라텍스 종류 재료와 같은 결속 보조제 및/또는 결합제를 사용해서, 섬유 기초재 표면 위에 탄소 입자의 접착을 개선할 수 있다. 특정 실시예에서, 제 1층에는 약 1 내지 약 5 중량%, 바람직하게는 약 2 중량%의 라텍스 결합제가 존재하도록 하는 것이 유용한 것으로 밝혀졌다. 약 0.5 내지 약 80 $\mu$ m가 바람직한 탄소 입자의 범위와 크기를 이용해서, 섬유 기초재의 표면의 탄소 입자층의 균일성이 개선될 수 있다. 그러나, 이와 다른 크기의 탄소 입자도 본 발명의 섬유 기초재의 제 2 층으로 사용할 수 있는 것으로 생각된다. 본 발명의 탄소 코팅 섬유성 기초재(12)를 이용해서 마찰재를 제조하는 바람직한 일 실시예가 도 42에 나타나 있다. 섬유 기초재(12)는 상부 또는 윗면(16)과 하부 또는 바닥면(18)을 구비한 하부층(14)을 포함한다. 바람직한 실시예에서, 하부층(14)은 파이프빌화가 덜 된 아라미드 섬유와, 합성 흑연과, 충전재와, 선택적으로 면 및/또는 아라미드 펄프를 포함한다. 하부층(14)은 젖어 있지만, 탄소 입자(20)는 젖어 있는 하부층(14)의 위 표면(16)에 증착된다. 특정 실시예에서, 하부층(14)은 적당량인 적어도 한 종류의 결합 물질을 더 포함하므로, 젖은 하부층(14)에 존재하는 결합 물질을 이용해서 이러한 층(14)에 탄소 입자가 접착된다. 적절한 결합제는, 예를 들어 라텍스 타입의 결합제 및/또는 pH가 약 4.5 미만인 명반(alum) 원료 물질을 포함한다.

또 다른 바람직한 실시예에서 탄소 입자(20)와 결속 보조제(22)는 혼합되고 하부층(14)의 상부 표면(16)에 분산되거나 증착된다.

다른 실시예에서는 층(14)의 반대 바닥면(18)에 탄소 입자(20)와 결속 보조제(22)를 증착하기 전, 젖은 층(14)의 하부 측면에 낮은 진공 압력 수단(30)을 또한 사용할 수 있다.

바람직한 실시예에서 마찰 종이 중 탄소 입자의 양은 약 0.2 중량% 내지 약 20 중량%이고, 특정 실시예에서는 약 5 중량% 내지 약 15 중량%이며, 다른 실시예에서는 약 2 중량% 내지 약 20 중량%이다. 바람직한 실시예에서 제 1 층 표면 중 탄소 입자가 덮는 범위의 면적은 표면적 중 약 3 내지 약 90% 이다.

비석면 마찰재를 제조하는 바람직한 방법은 섬유성 기초재를 제조하기 위해, 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유를 합석 혹은 적어도 하나의 충전재와 혼합하는 단계를 포함한다. 섬유 기초재 중 적어도 한 표면은 탄소 입자 및 결속 보조제로 코팅된다. 탄소 입자와 결속 보조제로 코팅된 섬유 기초재를 적어도 하나의 페놀 수지 또는 변형된 페놀 수지로 침적한다. 침적 및 코팅된 섬유 기초재는 소정 시간 동안 소정 온도에서 경화된다.

다른 실시예에서, 페놀 수지는 1993년 9월 23일 출원된 동시 계류 중인 특허출원 번호 08/126,000호에 기재된 바와 같이, 섬유성 기초재를 침적하도록 실리콘 수지와 혼합될 수 있다. 상기 특허의 모든 내용을 분명히 참조문헌으로 한다.

캐나디언 프리네스가 크고, 섬유 길이가 길어지면, 탄소 입자층은 높은 내구성, 우수한 내마모성 및 향상된 브레이크 인 특성을 제공하는 마찰재를 제공하는 것이 알려졌다. 아래의 실시예에서 보는 바와 같이, 초기 단계 중 탄소 증착층 마찰재의 마찰 계수 변화는 탄소가 증착되지 않은 마찰재보다 훨씬 작다.

표 23은 실시예 24-28이하에서 보인 브레이크 인 특성 테스트 5004DN, 고속 내구성 테스트, 고 에너지 내구성 테스트 5030CN 그리고  $\mu$ -v-p-t 특성 테스트 491N-494N 의 테스트 공정 조건의 요약을 제공한다.

**표 23.**  
**테스트 공정 조건(침적되지 않은 변형물)(크기가 3인 판재)**

테스트 공정	브레이크 인 특성 5004DN	고 에너지 내구성 테스트 5004CN	고 에너지 내구성 테스트 5030CN
레벨	레벨 A	레벨 A & C	레벨 A & C
사이클	200 사이클	50 사이클	←
속도	3700 rpm	←	3600 rpm
관성	2.17 kgcmsec <sup>2</sup>	←	←
압력	137.8 KPa	←	←
온도	100-110°C	←	←
오일 유입	0.757 lpm	←	←
활동 에너지	15974 Joule	←	15122 Joule
레벨	-	레벨 B	레벨 B
사이클	-	5000 사이클	5000 사이클
속도	-	6200 rpm	4000 rpm
관성	-	1.98 kgcmsec <sup>2</sup>	5.30 kgcmsec <sup>2</sup>
압력	-	-	-
정지 시간	-	*0.8 sec	**0.95 sec
온도	-	110-110°C	100-110°C
오일 유입	-	0.787 lmp	←
활동 에너지	-	40865 Joule	45558 Joule
출력 밀도	-	2.27 W/mm <sup>2</sup>	2.13 W/mm <sup>2</sup>

(계속)

테스트 공정	$\mu$ -v-p-t 특성 (491N-494N)	
레벨	레벨 A	레벨 B
사이클	50 사이클	25 사이클
속도	800 rpm	1400 rpm
관성	3.55 kgcmsec <sup>2</sup>	←
압력	48.7 KPa	97.4 KPa
온도	491N=30°C, 492N=80°C 493N=100°C, 494N=120°C	←
오일 유입	0.757 lpm	←
활동 에너지	1223 Joule	3745 Joule
레벨	레벨 C	레벨 D
사이클	25 사이클	25 사이클
속도	2600 rpm	3600 rpm
관성	3.55 kgcmsec <sup>2</sup>	3.55 kgcmsec <sup>2</sup>
압력	194.8 KPa	292.2 KPa
정지 시간	-	-
온도	491N=30°C, 492N=80°C	491N=30°C, 492N=80°C

	493N=100℃, 494N=120℃	493N=100℃, 494N=120℃
오일 유입	0.787 lpm	←
활동 에너지	12916 Joule	24761 Joule
출력 밀도	-	-

참조 : \*은 레벨 B에서 175 사이클 내에서 0.8 초 정지 시간을 유지하기 위해 적용 압력을 조정하는 것이고, \*\*는 레벨 B에서 140 KPa에서 시작할 때 175 사이클에 의한 0.95 초 정지 시간을 유지하기 위해 압력을 조정하는 것이다.

(실시예 24)

중량% 단위인 다음의 섬유 기초재를 아래 예에서 사용한다.

예 P는 약 45 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유(CSF는 약 450-500)와, 약 10 중량%의 합성 흑연과, 약 40 중량%의 규조토와, 선택적으로 아라미드 펄프와 같은 약 5 중량%의 충전제의 제 1 층 및, 약 3-5 중량%인 탄소 입자의 제 2층을 포함하는 두 층의 섬유성 기초재이다. 특정 실시예에서, 섬유성 기초재 표면에 탄소 입자를 볼도록 결속 보조제를 사용하는 것이 바람직하다.

예 Q는 약 45 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유(CSF는 약 450-500)와, 약 23 중량%의 합성 흑연과, 약 27 중량%의 규조토와, 선택적으로 아라미드 펄프와 같은 약 5 중량%의 충전제의 제 1 층 및, 약 3-5 중량%인 탄소 입자의 제 2층을 포함하는 두 층의 섬유성 기초재이다.

예 R은 약 25 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유(CSF는 약 450-500)와, 약 45 중량%의 탄소 입자와, 약 30 중량%의 면사 섬유의 제 1 층 및, 약 20 중량%인 탄소 입자의 제 2 층을 포함하는 두 층의 섬유 기초재이다. 특정 실시예에서, 섬유성 기초재 표면에 탄소 입자가 볼도록 최대 약 20 중량%의 명반을 사용해서 pH 4.5로 하는 것이 바람직하다.

아래의 표 24는 예 P, Q, R,에 보여진 섬유 기초재의 각각에 대한 페놀 수지를 사용하는 브레이크 인 테스트의 결과를 보이며, 각 섬유 기초재에 대한 백분율 수지 픽업을 보여진 바와 같다.

아래의 표 25는 보여진 바와 같이 각 섬유 기초재가 백분율 수지 픽업을 갖는 상태에서 실리콘 수지 B로 침적된 예 P, Q, R에 대한 섬유 기초재의 브레이크 인 특성을 보인다.

표 24.  
브레이크 인 테스트

픽업	39% 예 P	40% 예 Q	41% 예 R
$\mu(\text{mid})$			
사이클 1	0.107	0.101	0.132
사이클 50	0.12	0.12	0.122
사이클 100	0.121	0.12	0.116
사이클 200	0.126	0.128	0.119
% 변화	17.76	26.73	-9.85

표 25.  
브레이크 인 테스트

원료 종이	예 P	예 Q	예 R
픽업	61%	60%	65%
경화 조건	실리콘 수지 B	실리콘 수지 B	실리콘 수지 B
$\mu(\text{mid})$			
사이클 1	0.156	0.146	0.144
사이클 50	0.162	0.154	0.137
사이클 100	0.157	0.157	0.145
사이클 200	0.162	0.153	0.142
% 변화	3.85	4.79	-1.39
정지 시간			
사이클 1	0.79	0.821	0.808
사이클 50	0.738	0.752	0.826
사이클 100	0.745	0.748	0.816
사이클 200	0.749	0.748	0.807
% 변화	-5.19	-8.89	-0.12

페놀 수지와 페놀이 아닌 수지로 포화되고, 탄소 입자가 많이 증착된 섬유성 기초재(예 R)에 대해, 마찰 값의 동적 계수와 정지 시간은 200 사이클 후에도 변하지 않는다. 섬유 기초재(예 P, Q)에 탄소 입자 함유량이 낮은 종이에 대해, 실리콘 수지는 마찰 값의 동적 계수를 20 사이클 내에서 안정화하도록 한다. 기재되지 않은 데이터에서, 페놀/실

리콘 수지가 안정화하는데 60 사이클이 필요하고, 페놀 수지가 안정화하는데는 약 80 사이클이 필요하며, 페놀 수지 시스템을 안정화하는데는 약 80 사이클이 필요하다.

순수한 실리콘 수지에 대해서는 20 사이클 후에 정지 시간이 일정해지는 반면, 실리콘 혼합물에 대해서는 일정한 정지 시간에 도달하는데 80 사이클이 필요하다(자료 미기재). 표 24에 나타난 페놀 수지 예에서는 정지 시간 레벨까지 약 100 사이클이 필요했다.

어떤 실시예에서, 브레이크 인 작용이 섬유 기초재의 표면과 주요 층 제형의 조성물 상에 탄소 적용 범위의 두께에 따른다(가변하는 실시예에서는 종종 수지 타입이 또한 브레이크 인 작용을 조절하는데 고려되어진다.).

(실시예 25)

중량% 단위인 다음의 섬유 기초재를 아래 예에서 사용한다. 각각의 예는 약 20 중량%의 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유(CSF는 약 580-640)와, 약 20 중량%의 합성 흑연과, 약 20 중량%의 구조토와, 약 35 중량%의 면사 섬유와 선택적으로 약 2 중량%의 라텍스를 포함한다. 다음 각각의 예에 대한 제 2 층은 여러 중량%의 탄소 입자로 구성되어 있다.

예 S - 0% 탄소 입자;

예 T - 5% 탄소 입자;

예 U - 10% 탄소 입자;

예 V - 15% 입자; 그리고

예 W - 20% 탄소 입자

표 26은 페놀 수지로 침적되고 350°F(176.8. C)에서 30분 동안 경화된 예 S, T, U, V, W에 대한 브레이크 인 테스트 데이터이다. 마찰의 중간, 초기, 말기에 대한 마찰 계수가 보여진다. 또한, 정지 시간이 보여진다. 표 27은 또한 영역 백분율로서 표면 탄소 영역 범위와, 침적된 종이 구멍 크기와, 액체의 투과성을 보인다. 고도의 평균 흐름 구멍 직경은 마찰재가 더 나은 자동 변속기 유동체가 마찰재의 다공 구조를 흘러 나가는 것으로 인해 그 자체의 변속기에서의 더욱 효과적인 방출 때문에 낮은 경계면 온도를 더욱 가질 것 같다. 그러므로, 마찰재가 초기에 큰 기공(구멍)으로 시작할 때 마찰재의 사용 기간 동안에 더욱 개방된 기공이 남는다.

**표 26.**  
브레이크 인 테스트, (공정 5004D)

중량% 예 의 한 적 용 범 위 수 지경화 조건	예 S0% 페놀 350. F/ 30min(176.8. C)	예 T5% 페놀 350. F/ 30min(176.8. C)	예 U10% 페놀 350. F/ 30min(176.8. C)	예 V15% 페놀 350. F/ 30min(176.8. C)	예 W20% 페놀 350. F/ 30min(176.8. C)
$\mu$ (중간)					
사이 클 1	0.108	0.122	0.125	0.130	0.129
사이 클 50	0.121	0.124	0.118	0.119	0.109
사이 클 200	0.127	0.127	0.125	0.125	0.110
% 변 화	17.6	4.1	0.0	-3.8	-14.7
$\mu$ (초기)					
사이 클 1	0.130	0.140	0.143	0.137	0.144
사이 클 50	0.153	0.140	0.133	0.131	0.128
사이 클 200	0.154	0.145	0.149	0.138	0.122
% 변 화	18.5	3.6	4.2	0.7	-15.3
$\mu$ (말기)					
사이 클 1	0.109	0.124	0.130	0.130	0.133

사이클 50	0.122	0.127	0.123	0.122	0.118
사이클 200	0.133	0.130	0.123	0.129	0.114
% 변화	22.0	4.8	-5.4	-0.8	-14.3
정지 시간					
사이클 1	1.078	0.963	0.954	0.939	0.925
사이클 50	0.903	0.889	0.911	0.917	0.956
사이클 200	0.861	0.863	0.899	0.898	0.962
% 변화	-20.1	-10.4	-5.8	-4.4	4.0
침적. 종이 기공	8.31	6.13	7.10	7.16	7.72
크기( $\mu\text{m}$ )					
유동체 투명성 ( $\text{cm}^2$ )	0.127	0.111		0.085	0.080
표면 탄소 적용 범위 (영역%)	2.0%	25.0%	35.0%	49.0%	90.0%

표 27에는 예 T, U, V, W에 대한 전단 강도가 기재되어 있다. 전단 강도가 클수록, 마찰재의 기계 강도가 더 커지는데, 이것은 마찰 라이닝을 절단하는데 압력이 더 필요하다는 사실을 의미한다. 본 발명에 따른 마찰재의 전단 강도는 종래 물질의 전단 강도보다 크다. 파이프릴화가 덜 된 아라미드 섬유를 사용하고, 마찰재의 최종 다공성 구조를 통해 마찰재의 내열성이 증가한다. 섬유의 기하구조는 내열성을 증가시킬 뿐만 아니라, 박리 저항성 및 소음(squeal) 저항성도 증가한다. 게다가, 흑연 입자가 있고 적어도 하나의 충전재가 있으면, 열 저항성이 증가하고 마찰 계수를 일정하게 유지하며, 소음에 대한 저항성을 증가한다. 게다가, 본 발명의 마찰재에 대한 평균 구멍 크기의 직경은 약  $0.5\mu\text{m}$  내지 약  $120\mu\text{m}$ 이고, 특정 예에서는 바람직한 실시예로 약  $6\mu\text{m}$  내지 약  $50\mu\text{m}$ 이다.

표 27에는 또한 압축 및 이완에 관한 조사가 나타나 있다. 이러한 테스트는 일련의 서로 다른 압력을 반복적으로 샘플에 가하고 샘플을 이완함으로써 발생하는 종이 캘리버에 대한 효과를 알 수 있도록 한다. 이러한 수치는 공정 중 세트 또는 압축에 대한 내부 저항을 나타낸다. 변속기 또는 브레이크 내 유체는 다공성 구조를 신속하게 이동할 수 있기 때문에, 상기 예는 우수한 탄성을 나타내고, 이로 인해 마찰재를 사용하는 동안 보다 균일한 열 확산이 일어날 수 있다. 더욱이, 탄성도가 증가하면 마찰재에 대한 압력이 보다 균일해지고, 압력 분포가 보다 균일해져서, 균일하지 않은 라이닝 마모나 분리기 판재의 "핫 스팟"가 제거된다.

**표 27.**  
두겹 탄소 재료

시도	예 S	예 T	예 U	예 V	예 W
전단 psi ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	357 (25.10)	351 (24.68)	292 (20.53)	337 (23.69)	199 (13.99)
압축 세트 인치/인치( $\text{cm}/\text{cm}$ )	0.067/0.013 (0.1701/ 0.0330)	0.068/0.014 (0.1727/ 0.0356)	0.078/0.011 (0.1981/ 0.0279)	0.067/0.014 (0.1701/ 0.0356)	0.061/0.014 (0.1549/ 0.0356)
300/1500 psi 인치/인치( $\text{cm}/\text{cm}$ )	0.201/0.041 (0.5105/ 0.1041)	0.197/0.038 (0.500/ 0.0965)	0.212/0.040 (0.5385/ 0.1016)	0.210/0.049 (0.5334/ 0.1245)	0.237/0.068 (0.6020/ 0.1727)

이제 도 25-30을 참조하면, 분리기 판재에 대한 표면의 프로파일이 도시되어 있다. 도 25는 약  $6.0\mu\text{m}$ 인치( $15.24\mu\text{cm}$ )의 표면 조도(surface roughness)(Ra)를 갖는 새로운 분리기 판재를 도시한다.

도 26은 0%의 테스트된 탄소 재료를 함유하고 약  $7.6\mu\text{m}$ 인치( $19.30\mu\text{cm}$ )의 Ra를 갖는 예 S를 도시한다.

도 27은 약 5%의 테스트된 탄소 재료를 함유하고 약  $6.0\mu\text{m}$ 인치( $15.24\mu\text{cm}$ )의 Ra를 갖는 예 T를 도시한다.

도 28은 약 10%의 탄소 재료를 함유하고, 약  $5.6\mu\text{m}$ 인치( $14.22\mu\text{cm}$ )의 Ra를 갖는 예 U를 도시한다.

도 29는 약 15%의 탄소 재료를 함유하고, 약 11.5 $\mu$ 인치(29.21 $\mu$ cm)의 Ra를 가지며, 위에 하나의 흠(scar)이 있는 예 V를 도시한다.

도 30은 약 20%의 탄소 재료를 함유하고, 약 11.7 $\mu$ 인치(29.72 $\mu$ cm)의 Ra를 가지며, 위에 두 개의 흠이 있는 예 W를 도시한다.

표 28에는 테스트 전후 예 S, T, U, V, W에 대한 탄소의 면적율이 도시되어 있다.

표 28.

탄소의 면적율	예 S	예 T	예 U	예 V	예 W
테스트 전	5%	35%	52%	61%	73%
테스트 후	3%	52%	65%	67%	80%

표 26, 27과 도 25-30의 데이터는 표면에 서로 다른 탄소 도포율을 갖고 브레이크 인 작용을 테스트 받는 일련의 섬유성 기초재를 도시한다. 약 5 중량%와 10 중량%로 탄소가 도포된 예 T, U는 0%의 탄소가 도포된 예 S보다 브레이크 인 작용이 더 뛰어난 점을 주목해야 한다. 예 T, U 모두는 200 사이클에서 예 S와 유사한 중간점의 동적 마찰 계수를 갖는다.

약 20%의 탄소가 도포된 예 W는 200 사이클에서 탄소를 함유하지 않은 예 S보다 동적 계수가 크게 감소하고 또한 동적 마찰 계수가 더 낮았다.

동적 마찰 계수의 변화율과 표면 탄소 영역 범위(면적율) 사이에 관계식이 성립하는 점을 주목해야 한다. 정지 시간의 변화율과 표면 탄소 영역 범위(면적율) 사이에도 관계식이 성립한다. 이러한 관계는 도 31 및 32에서 보여진다.

#### (실시예 26)

실시예 26은 장기간의 내구성 테스트에서 섬유 기초재 위의 탄소 도포 효과를 나타낸다. 예 X는 약 25%의 아라미드 섬유(CSF는 450-500)와, 약 30%의 면사 섬유와, 약 20%의 합성 흑연과, 약 25%의 규조토를 포함한다.

예 Y는 약 25%의 아라미드 섬유(CSF는 580-640)와, 약 20-30%의 면사 섬유와, 약 20-25%의 합성 흑연과, 약 20-25%의 규조토를 포함한다. 예 T는 위와 같고, 예 Z는 약 40-50%의 아라미드 섬유(CSF는 450-500)와, 약 20-25%의 합성 흑연과, 약 25-30%의 규조토와, 선택적으로 약 0-7%의 아라미드 펄프를 포함한다.

예 T 수지는 브레이크 인 작용이 매우 우수하고 고속 내구성도 매우 우수하다. 예 Y와 예 X는 탄소 입자를 포함하지 않지만, 예 Y는 예 X보다 내구성이 뛰어난 점을 주목해야 한다.

도 33은 예 X, T, Y에 대한 초기 마찰 계수 변화를 나타낸다. 도 34는 예 X, T, Y에 대한 초기 정지 시간 변화를 나타낸다.

#### (실시예 27)

공정방법 5030CN에 따른 고 에너지 내구성 테스트가 도 35에 도시되어 있다. 도 35는 예 T, Z, AA에 대한 정지 시간 페이드를 보인다. 예 T는 대략 4000 사이클에서 정지 시간 페이드를 갖지만, 예 AA는 2500 사이클보다 매우 큰 정지 시간 페이드를 갖고, 이러한 정지 시간은 약 1.05초 미만이라는 사실을 주목해야 한다. 예 T에서는 높은 관성 내구성을 보이는 5030CN 공정으로 시험된 모든 물질 중 가장 우수한 내구성을 갖는다는 사실을 볼 수 있다. 예 T는 탄소 증착 물질(5% 탄소 증착)이다. 예 AA 및 Z는 탄소가 아닌 증착 물질(0% 탄소 증착)이다.

#### (실시예 28)

아래 표 29에 도시된 바와 같이 약 5% 탄소 입자의 제 2 층을 포함하는 예 T는 예 X와 예 Y에 비해 우수한 곡선 모양 정격(rating)과 우수한 마찰 계수를 포함하는 우수한 마찰 작용을 나타낸다.

도 36, 37, 38은 레벨 A, B, C 및 D에 대해 탄소 증착물을 함유하지 않은 예 X에 대한 마찰 계수의 곡선 모양을 나타내는데, 이러한 곡선 모양은 처음, 중간 및 최종 마찰 계수를 나타낸다. 도 36-37은 탄소 증착물이 없는 마찰재의 특징을 나타내는 결합 토크(도 36에서 상대 회전 속도는 1400 RPM이고, 도 37에서 상대 회전 속도는 2400 RPM임). 도 38은 가변 회전 속도에서 탄소 증착물이 없는 마찰재에 대한 동적 마찰계수( $\mu$ )를 나타낸다.

도 39, 40, 41은 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유(CSF는 약 580-640)와 약 5%의 제 2 층을 구비하는 섬유성 기초재를 포함하는 예 T에 대한 곡선 모양을 나타낸다. 예 T는 약 35% 내지 40%의 픽업으로 페놀 수지를 이용해 침적된다. 도 39, 40, 41에는 레벨 A, B, C, D에 대한 초기, 중간점과 마찰계수가 도시되어 있다.

도 39, 40에는 5%의 탄소 증착물을 구비한 마찰재의 특징인 결합 토크(도 39에서 상대 회전 속도는 1400 RPM이고, 도 40에서 상대 회전 속도가 2400 RPM임)가 나타나 있다. 도 41에는 가변 회전속도에서 5% 탄소 증착물을 구비한 마찰재에 대한 동적 마찰계수가 나타나 있다.

도 36-41은 예 T가 우수한 곡선 모양 정격과 우수한 마찰 계수를 갖는다는 사실을 나타낸다. 탄소 증착물의 제 2 층을 구비한 섬유성 기초재는 제 1층의 열 전도성이 크고, 구멍이 더 크며, 액체 투과성이 더 크기 때문에 더 큰 마찰 내구성을 갖는다.

**표 29.**  
토크 커브 모양 평가

	예 T 5% 탄소	예 X	예 Y
비율 B	4/5	1	1
비율 C	4	1	1
계수 A	0.143	0.132	0.134
계수 B	0.137	0.127	0.132
계수 C	0.129	0.121	0.120
계수 D	0.131	0.125	0.119
브레이크 인 %	*2.0	*2.1%	*2.1
정지 시간 /μ	0.7	6.40	1.5

(실시예 29)

아래 표 30에는 단단하지 않은 탄소 마찰재(loose carbon friction material)인 예 BB와 탄소 증착물 마찰재인 예 CC에 대한 고속 내구성 테스트 5004CN의 테스트 공정 조건이 요약되어 있다. 예 BB는 파이버릴화가 덜 된 아라미드 섬유와 합성 흑연과 충전재와 약 2%의 라텍스 결속 보조제와 선택적으로 면사 섬유를 갖고, 172 lbs(78.02kg)의 기본 중량을 갖는 제 1층과, 결속 보조제가 없는 약 5 lbs(2.27kg)의 탄소 입자(섬유성 기초재의 중량을 기준으로 약 5 중량%)인 제 2층을 포함한 마찰재인 반면,

예 CC 마찰재는 위와 동일한 제 1 층을 포함하고, 약 5 lbs(2.27kg)의 탄소 입자(섬유 기초재의 중량 기준으로 약 5 중량%)와 5% 라텍스 물질을 포함하는 제 2 층을 구비한다. 조립체 또는 코어 판은 테스트용 팩(pack)을 형성하기 위해 약 35% 수지 픽업인 페놀 수지로 침적된 상술한 바와 같은 마찰재와 정렬되었다. 단단하지 않은 탄소 마찰재(예 BB)는 1050 사이클에서 작동되지 않은 반면, 예 CC 물질의 탄소 증착물은 3100 사이클을 통과했다. 레벨 A, B, C에 대한 마찰 계수는 탄소 증착 섬유성 기초재가 지속적으로 수행되고, 정지 시간은 지속적으로 허용된다는 점을 나타낸다.

**표 30.**  
5004CN 테스트 공정 (중간-고속 내구성 테스트)

기본 중량(lb/kg)	172(78.02)	172(78.02)
탄소 농도	5 lb(2.27)	5 lb(2.27)
상부층 결속 보조제	0	5%
제 1층 라텍스	2%	2%
수지 픽업 %	35%	35%
전체 마모(인치)(cm)		0.0089(0.022606)
마찰판 조건		글레이징 마모
철판 조건		열 얼룩 희색빛 얼룩
정지 시간 (sec) A	0.893	0.866
정지 시간 (sec) B	0.84	0.877
정지 시간 (sec) C		0.957
레벨 A (50 사이클에서)		
고정 μ	0.088	0.099
초기 μ	0.15	0.154
중간점 μ	0.134	0.133
최종 μ	0.133	0.134
레벨 B(3050 사이클에서) 1050 사이클에서 멈춤 3100 사이클 통과		
고정 μ	0.095	0.076
초기 μ	0.109	0.106
중간점 μ	0.112	0.104
최종 μ	0.108	0.1
레벨 C(3100 사이클) N/A		
고정 μ		0.1
초기 μ		0.14
중간점 μ		0.122
최종 μ		0.125

(실시예 30)

탄소 입자 손실율을 제 2 층의 결속 보조제의 비율과 비교했다. 도 43은 결속 보조제가 첨가되거나 첨가되지 않은 마찰재에 대한 박리시험(peel test) 결과를 나타낸다. 라텍스 결속 보조제가 있는 탄소 증착 마찰재는 2 내지 3%의 탄소 입자가 손실되는 반면, 결속 보조제가 없는 마찰재는 약 6-18%의 탄소 입자가 손실된다.

산업상 이용 가능성

본 발명은 클러치 판, 변속기 밴드, 브레이크 슈즈, 동기 링, 마찰 디스크 또는 시스템 판과 함께 사용되기 위한 고 에너지 마찰재로서 유용하다. 본 발명의 바람직하고 선택적인 실시예의 상기 설명은 예증되어지도록 의도되어지고 다음의 청구항의 범위와 내용상에 제한되어지는 것을 의도하지 않는다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

비석면 마찰재로서,

캐나디언 스탠더드 프리네스(CSF; Canadian Standard Freeness) 지수로 300 내지 700의 프리네스(freeness)를 갖는 파이버릴화된 다수의 아라미드 섬유(a plurality of fibrillated aramid fiber)와,

합성 흑연과,

적어도 하나의 충전재(filler material)를 포함하고, 적어도 하나의 경화성 수지로 침적된 섬유성 기초재 제 1층과,

상기 제 1 층 중 적어도 한 표면에 탄소 입자와 적어도 하나의 결속 보조제(retention aid)를 포함하고, 상기 섬유성 기초재의 중량을 기준으로 약 0.2 중량% 내지 약 30 중량%의 탄소 입자를 포함하는 제 2층을

포함하는 상기 섬유성 기초재를 포함한, 비석면 마찰재.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 결속 보조제는 라텍스(latex) 물질을 포함하는, 비석면 마찰재.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 결속 보조제는 수지 물질을 포함하는, 비석면 마찰재.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 결속 보조제는 사이징 작용제(sizing agent)를 포함하는, 비석면 마찰재.

청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 결속 보조제는 상기 탄소 입자 중 약 2 중량% 내지 약 28 중량%가 존재하는, 비석면 마찰재.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 상기 탄소 입자의 제 2 층은 약 10 내지 약 50 마이크론의 두께로 존재함으로써 상기 마찰재에 높은 내열성과 실질적으로 균일한 마찰 계수를 제공하는, 비석면 마찰재.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

제 1항에 있어서, 상기 제 2 층은 상기 섬유성 기초재의 중량을 기준으로 약 5 중량% 내지 약 15 중량%의 탄소 입자를 포함하는, 비석면 마찰재.

청구항 9.

제 1항에 있어서, 상기 제 2 층은 상기 섬유성 기초재의 중량을 기준으로 약 3 중량% 내지 약 5 중량%의 탄소 입자를 포함하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 10.

제 1항에 있어서, 상기 탄소 입자는 상기 제 1 층의 표면적 중 약 3% 내지 약 90%를 차지하는, 비석면 마찰재

#### 청구항 11.

제 1항에 있어서, 상기 탄소 입자 크기는 약 6 내지 약 50 마이크론인, 비석면 마찰재.

#### 청구항 12.

제 1항에 있어서, 상기 파이버릴화된 아라미드 섬유는 상기 캐나다인 스탠더드 프리네스 지수로 적어도 450인 프리네스를 갖는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 13.

제 1항에 있어서, 상기 파이버릴화된 아라미드 섬유는 약 3 mm 내지 약 6 mm의 평균 섬유 길이를 갖는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 14.

제 1항에 있어서, 상기 합성 흑연은 약 2800 - 3000℃의 온도에서 흑연화를 통해 제조되고, 직경의 크기는 약 20 내지 약 50 마이크론인, 비석면 마찰재.

#### 청구항 15.

제 1항에 있어서, 상기 충전재는 규조토를 포함하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 16.

제 1항에 있어서, 상기 섬유성 기초재는 직경이 약 2.5 내지 약 12 마이크론 인 중간 평균 크기의 구멍을 한정하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 17.

제 1항에 있어서, 상기 마찰재는 쉽게 이용할 수 있는 적어도 약 50%의 공극을 갖는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 18.

제 1항에 있어서, 약 10 중량% 내지 약 50 중량%의 파이버릴화된 아라미드 섬유와, 약 10 중량% 내지 약 35 중량%의 합성 흑연과, 약 20 중량% 내지 약 45 중량%의 충전재와, 약 0.2 중량% 내지 약 20 중량%의 탄소 입자를 포함하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 19.

제 1항에 있어서, 약 20 중량% 내지 약 30 중량%의 파이버릴화된 아라미드 섬유와, 약 15 중량% 내지 약 35 중량%의 합성 흑연과, 약 20 중량% 내지 약 30 중량%의 충전재와, 약 20 중량% 내지 약 40 중량%의 면 섬유와, 약 2 중량% 내지 약 20 중량%의 탄소 입자를 포함하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 20.

삭제

#### 청구항 21.

제 1항에 있어서, 상기 제 1 층은 상기 제 1 층의 중량을 기준으로 약 1 중량% 내지 약 5 중량%의 라텍스 결합제를 포함하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 22.

제 14항에 있어서, 상기 마찰재는 약 25 중량% 내지 약 60 중량%의 수지를 포함하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 23.

제 1항에 있어서, 페놀 수지 또는 변형된 페놀 수지로 침적되는 비석면 마찰재.

#### 청구항 24.

제 1항에 있어서, 페놀 수지와 실리콘 수지의 혼합물로 침적되고, 상기 혼합물 중 실리콘 수지의 양은 상기 혼합물의 중량을 기준으로 약 5 중량% 내지 약 80 중량%이고, 상기 마찰재는 높은 내열성과 실질적으로 균일한 마찰계수를 나타내는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 25.

제 24항에 있어서, 상기 페놀 수지는 용매 물질에 존재하고 상기 실리콘 수지는 상기 페놀 수지의 상기 용매 물질과 섞일 수 있는 용매 물질에 존재하는, 비석면 마찰재.

#### 청구항 26.

제 24항에 있어서, 상기 실리콘-페놀 수지의 혼합물에 존재하는 실리콘 수지의 양은 상기 혼합물의 중량을 기준으로 약 20 중량% 내지 약 25 중량%인, 비석면 마찰재.

#### 청구항 27.

제 24항에 있어서, 상기 실리콘 페놀 수지의 혼합물에 존재하는 실리콘 수지의 양은 상기 혼합물의 중량을 기준으로 약 15 중량% 내지 약 25 중량%인, 비석면 마찰재.

#### 청구항 28.

제 23항에 있어서, 상기 변형된 페놀 수지는 에폭시 페놀 수지를 포함하는 비석면 마찰재.

#### 청구항 29.

제 28항에 있어서, 상기 에폭시 페놀 수지에 존재하는 에폭시 수지의 양은 상기 에폭시 페놀 수지의 중량을 기준으로 약 5 중량% 내지 약 25 중량%인, 비석면 마찰재.

#### 청구항 30.

제 28항에 있어서, 상기 에폭시 페놀 수지에 존재하는 에폭시 수지의 양은 상기 에폭시 페놀 수지의 중량을 기준으로 약 10 중량% 내지 약 15 중량%인, 비석면 마찰재.

#### 청구항 31.

비석면 마찰재의 제조 방법으로서,

탄소 입자와 적어도 하나의 결속 보조제의 혼합물을 이용해서 섬유성 기초재 중 적어도 한 표면을 코팅하는 단계와,

적어도 하나의 페놀 수지나 변형된 페놀 수지를 이용해서 탄소 입자가 코팅되어 있는 섬유성 기초재를 침적하는 단계와,

상기 침적된 섬유성 기초재를 경화하는 단계를 포함하는, 비석면 마찰재의 제조 방법.

#### 청구항 32.

제 31항에 있어서,

상기 페놀 수지와 실리콘 수지를 혼합하는 단계와,

상기 실리콘 페놀 수지의 혼합물로 상기 섬유성 기초재를 침적하는 단계와,

상기 페놀 수지와 상기 실리콘 수지를 경화하기 위해서 상기 침적된 섬유성 기초재를 가열하는 단계인, 비석면 마찰재의 제조 방법.

#### 청구항 33.

제 31항에 있어서,

상기 섬유성 기초재는 합성 흑연 및 적어도 하나의 충전제와 파이버릴화된 아라미드 섬유를 혼합함으로써 형성되는, 비석면 마찰재의 제조 방법.

## 요약

본 발명은 가는 섬유가 적은 아라미드 섬유의 섬유 기초재 주 층과, 합성 흑연과, 하나 이상의 충전물과, 탄소 입자와 상기 주 층의 하나 이상의 표면에 코팅된 하나 이상의 겔속 보조제의 보조 층을 포함하는 마찰재에 관한 것이다. 어떤 실시예에서, 상기 섬유 기초재는 높은 열 저항성과 높은 마찰 내구 특성을 갖는 마찰재를 형성하기 위하여 페놀 또는 에를 들면 페놀 수지와 실리콘 수지의 혼합물을 포함하는 페놀계 수지물로 침적된다.

## 대표도

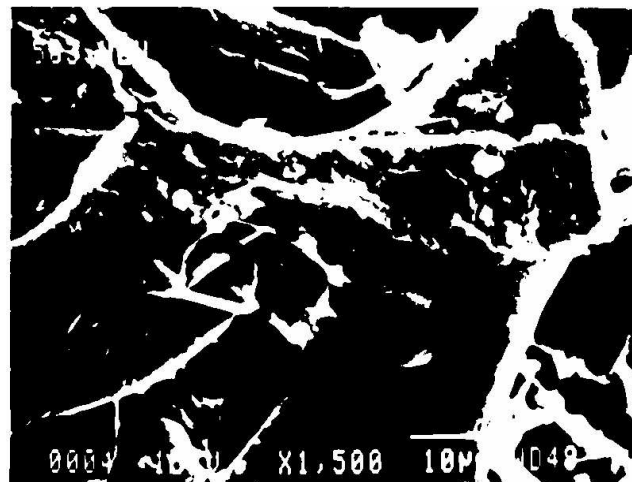
도 42

## 도면

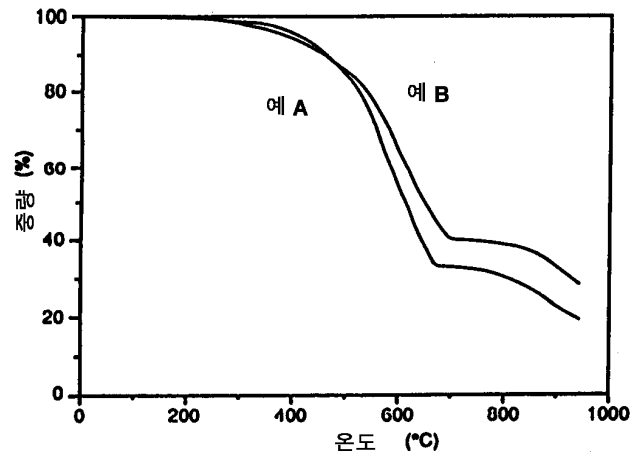
도면1A



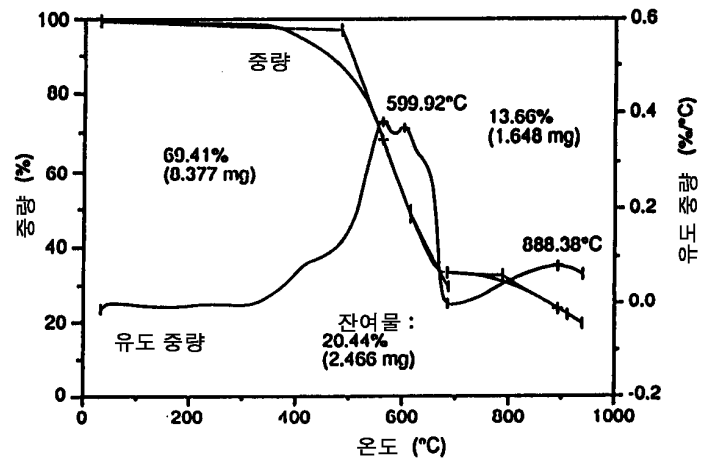
도면1B



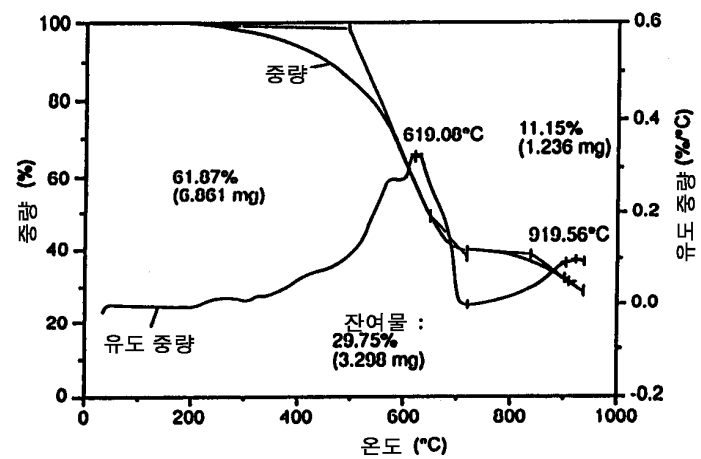
도면2



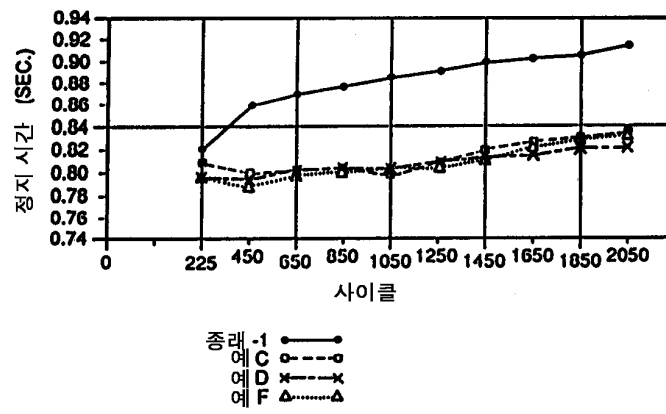
도면3



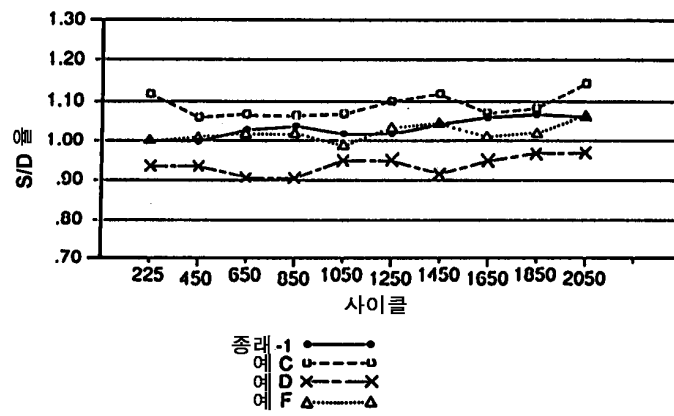
도면4



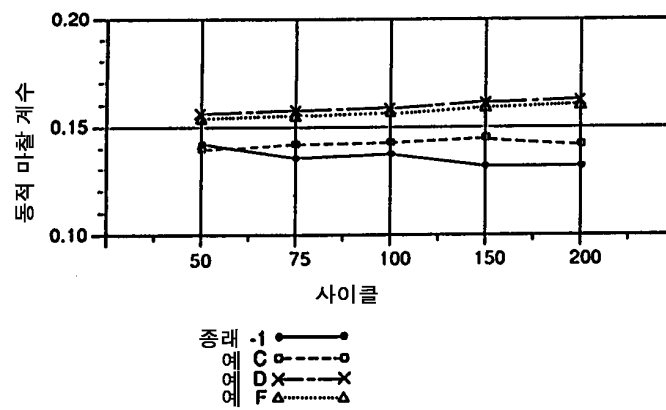
도면5



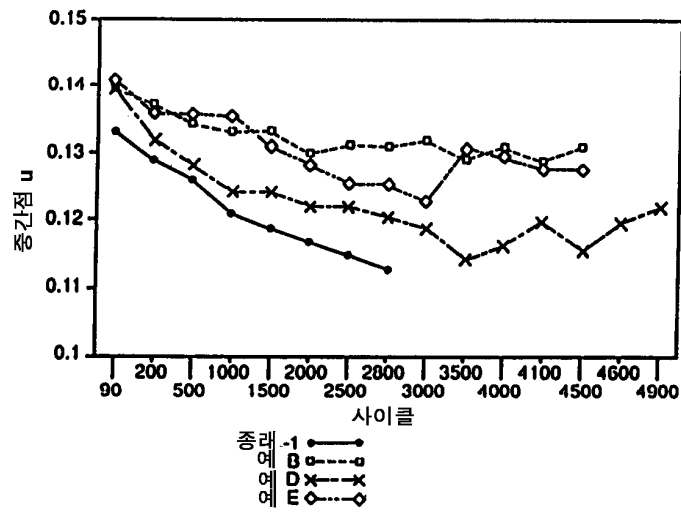
도면6



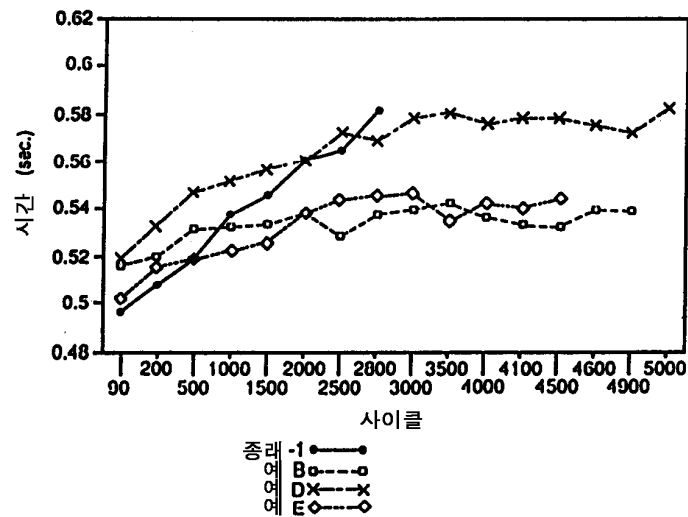
도면7



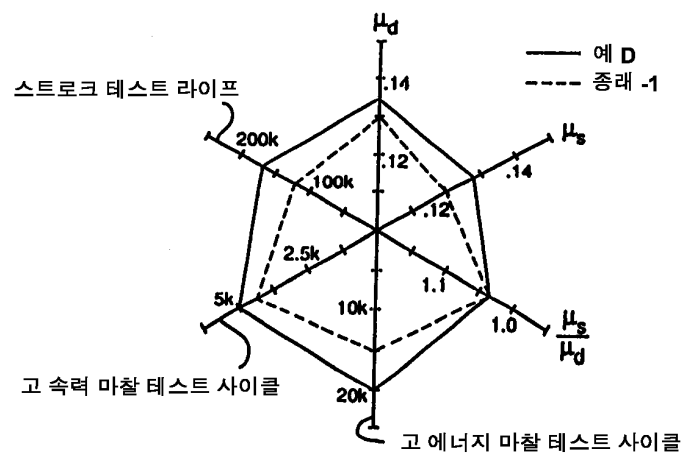
도면8



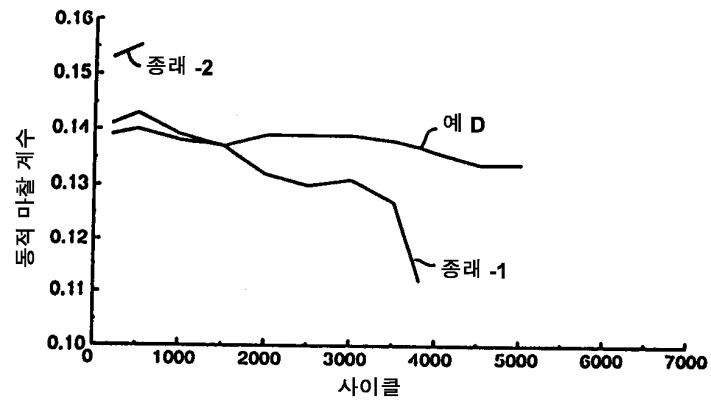
도면9



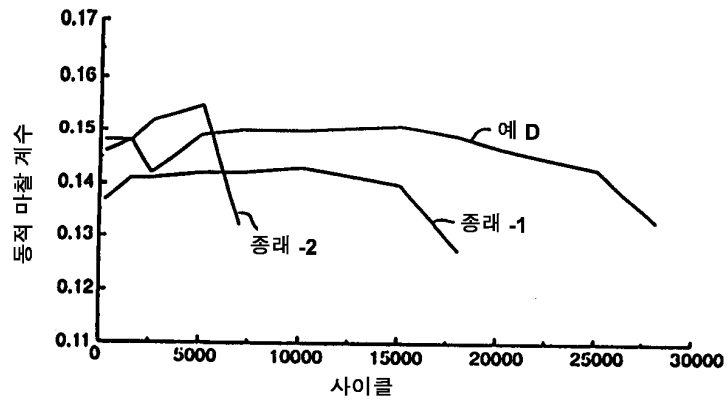
도면10



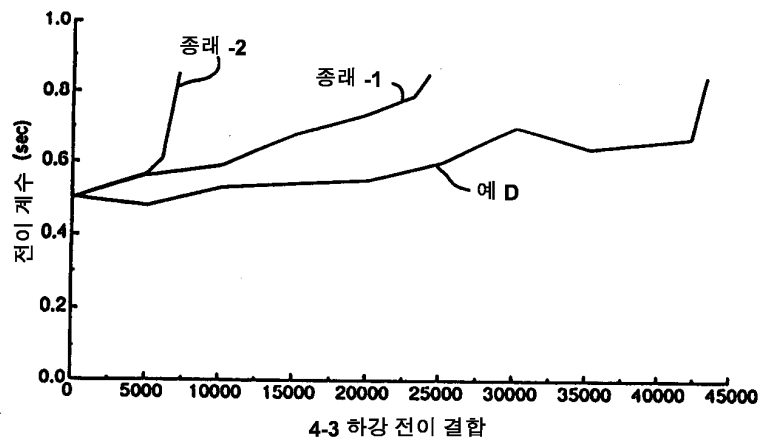
도면11



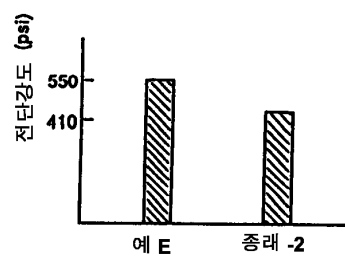
도면12



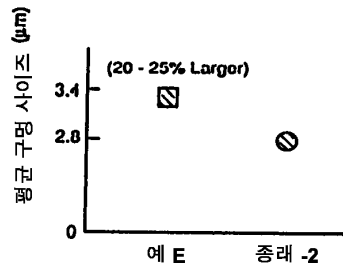
도면13



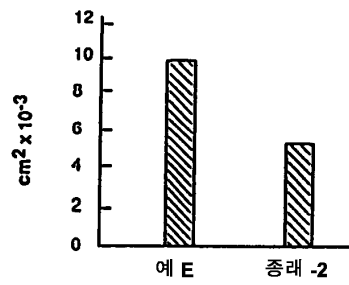
도면14



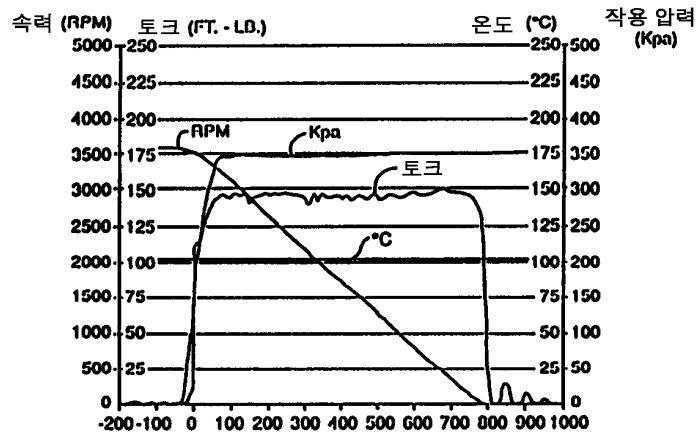
도면15



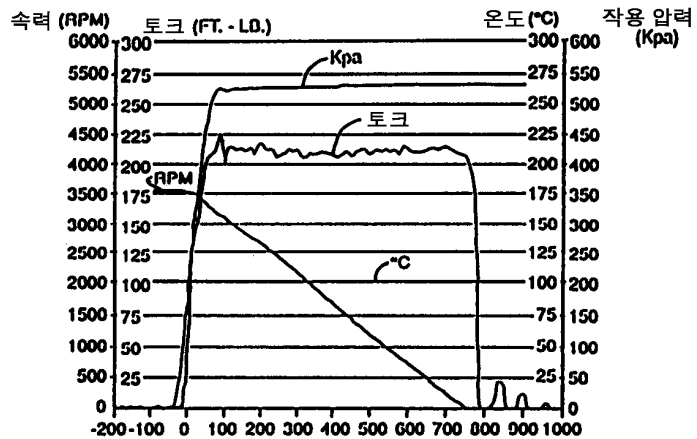
도면16



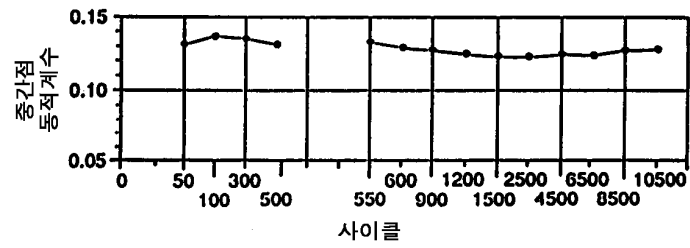
도면17



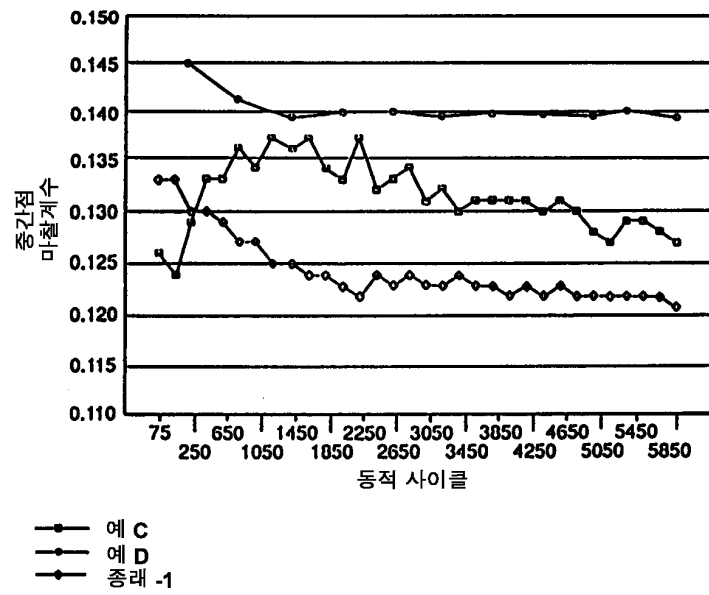
도면18



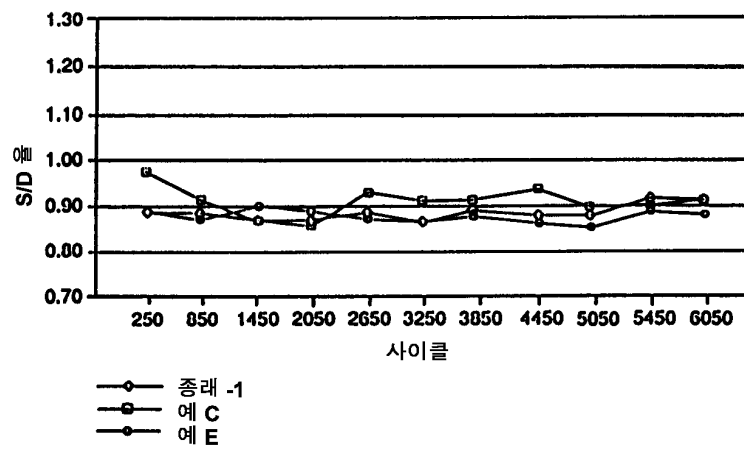
도면19



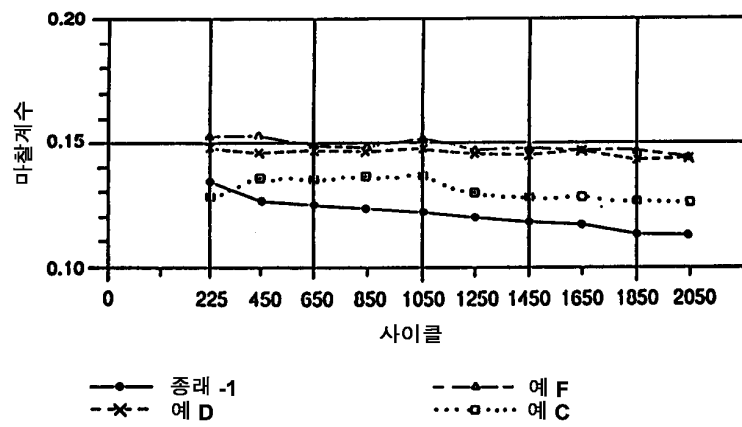
도면20



도면21

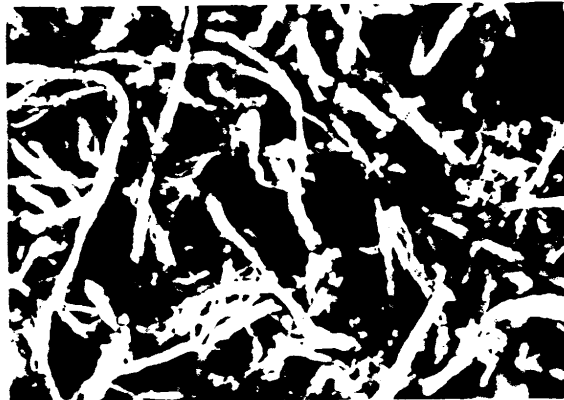


도면22



도면23

예 L



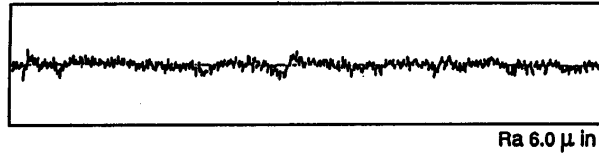
도면24

예 K



도면25

새로운 분리기 판



도면26

10% 테스트된 탄소재



도면27

5% 테스트된 탄소재



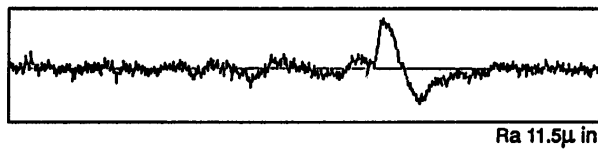
도면28

10% 테스트된 탄소재



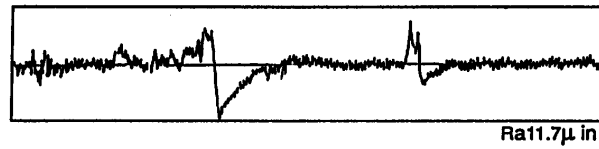
도면29

15% 테스트된 탄소재

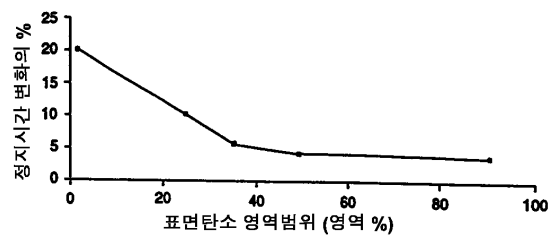


도면30

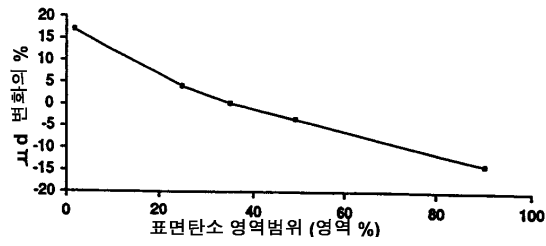
20% 테스트된 탄소재



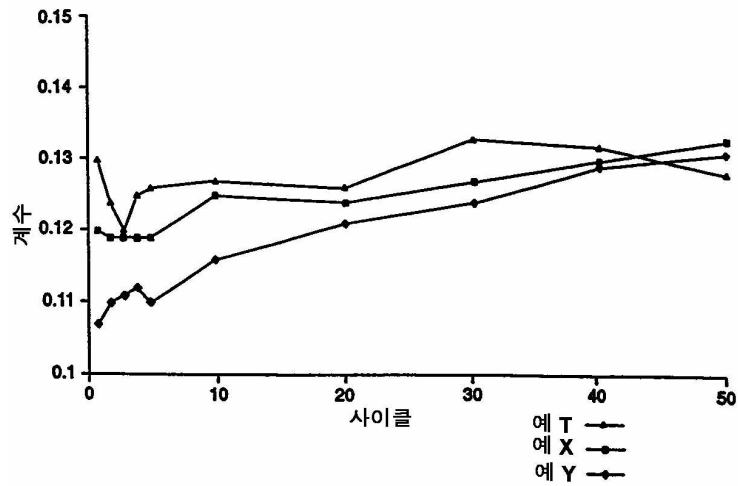
도면31



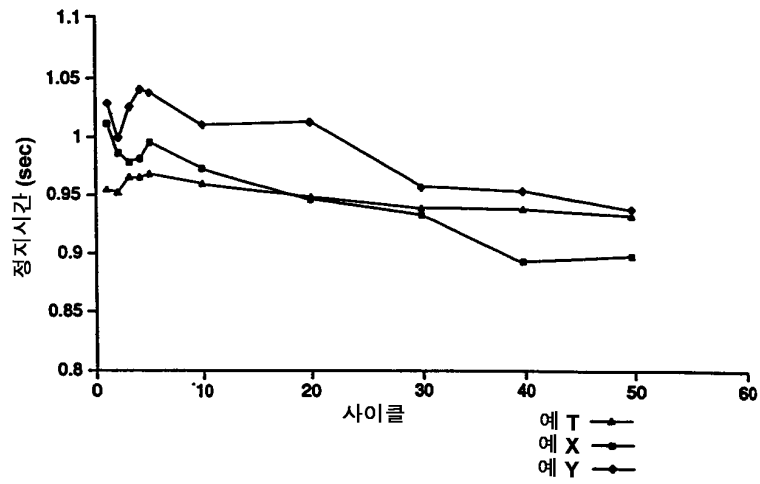
도면32



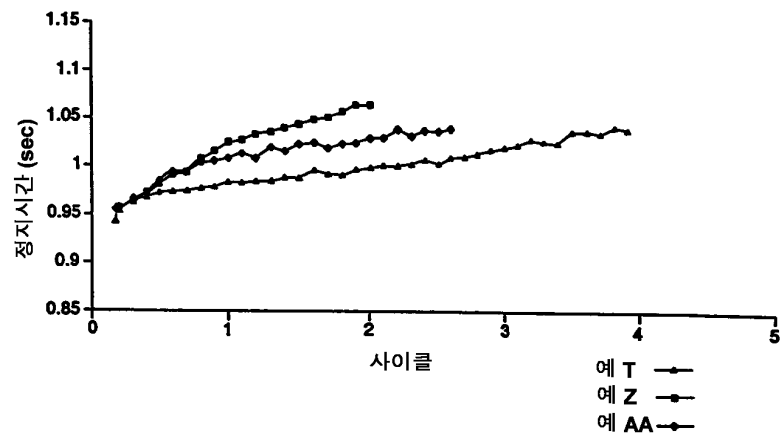
도면33



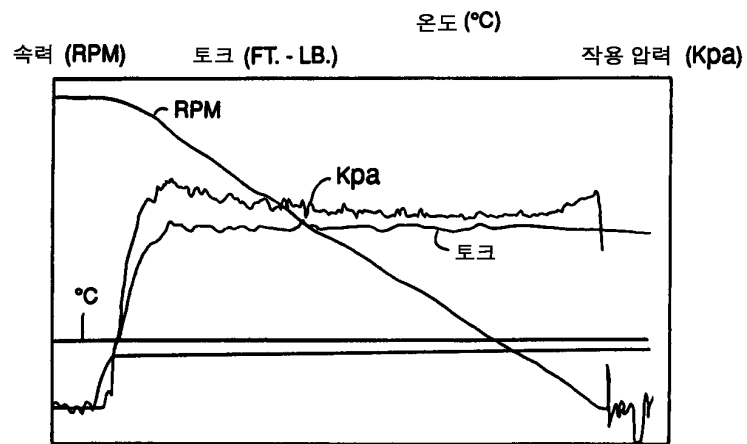
도면34



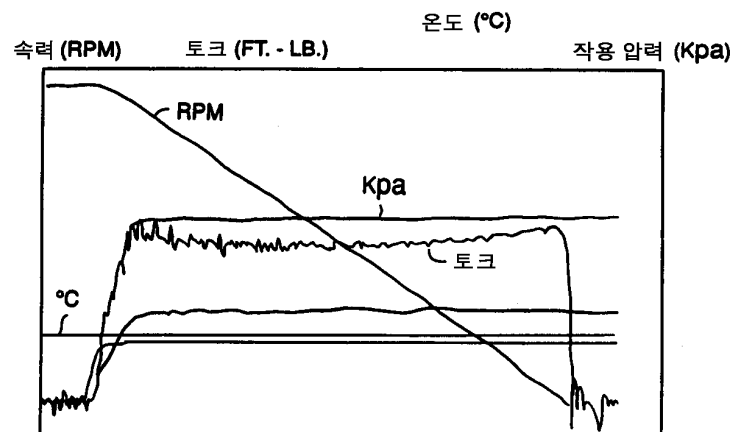
도면35



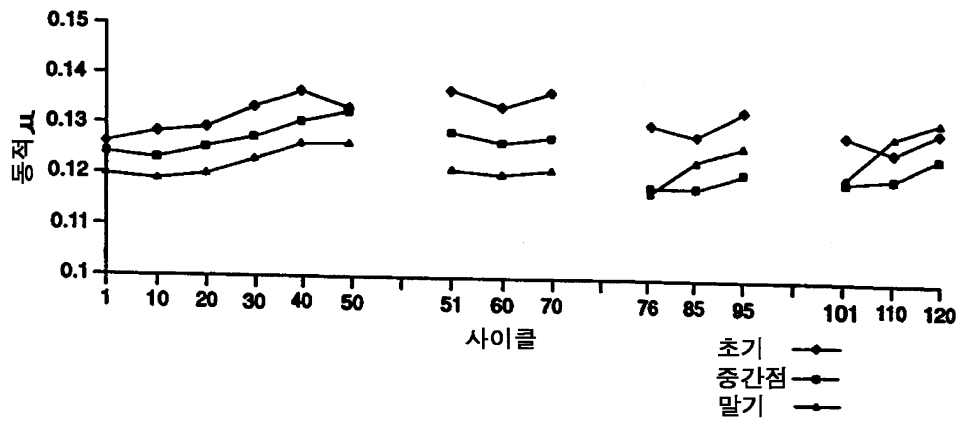
도면36



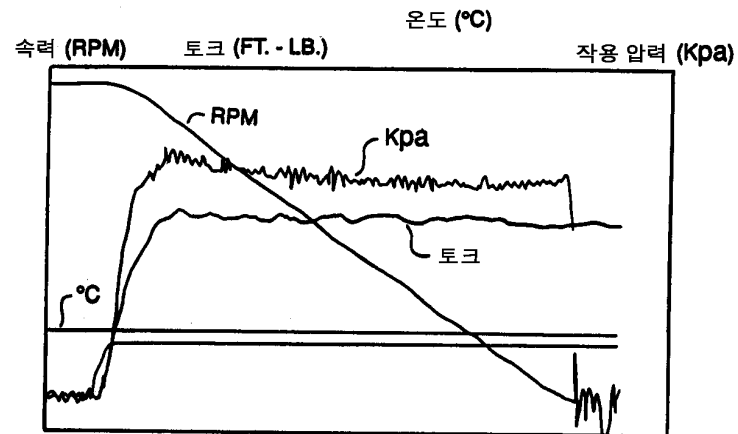
도면37



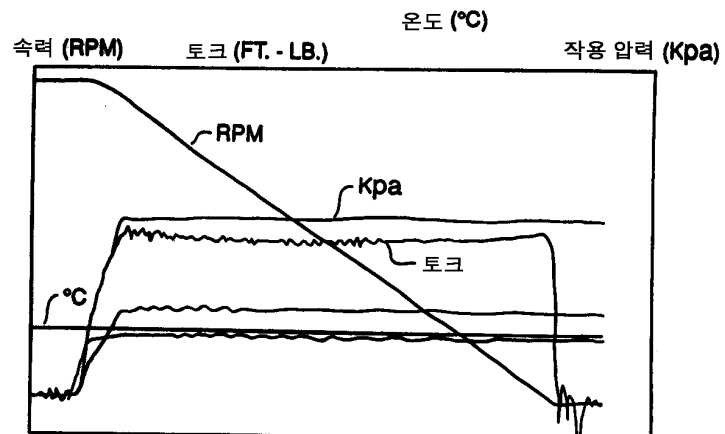
도면38



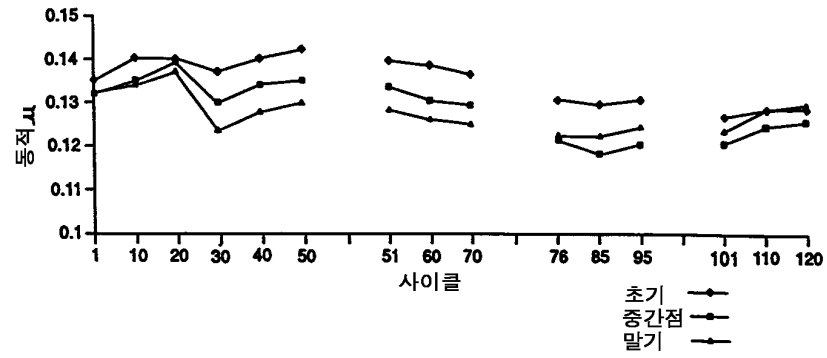
도면39



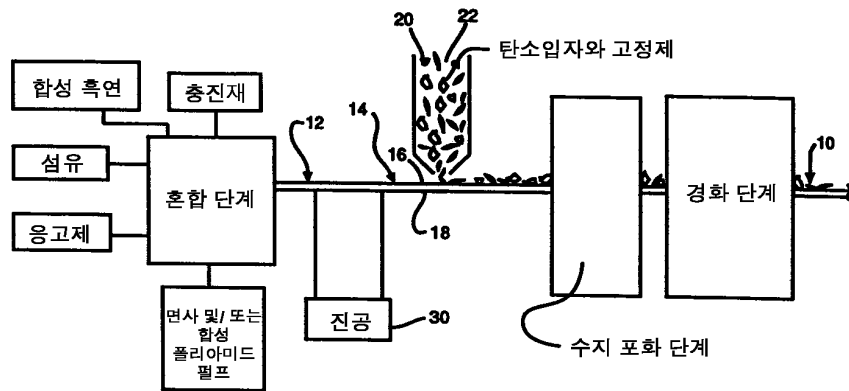
도면40



도면41



도면42



도면43

