



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년10월07일

(11) 등록번호 10-1663845

(24) 등록일자 2016년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C08L 79/08* (2006.01) *C08J 5/00* (2006.01)  
*C08K 3/04* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-7006866  
(22) 출원일자(국제) 2009년08월28일  
심사청구일자 2014년08월28일  
(85) 번역문제출일자 2011년03월25일  
(65) 공개번호 10-2011-0057180  
(43) 공개일자 2011년05월31일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/055322  
(87) 국제공개번호 WO 2010/025339  
국제공개일자 2010년03월04일  
(30) 우선권주장  
61/092,904 2008년08월29일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020080078039 A  
W01995020005 A1  
GB2127423 A

(73) 특허권자  
이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니  
미국 19805 델라웨어주 윌밍톤 피.오. 박스 2915  
센터 로드 974 체스트넛 런 플라자  
(72) 발명자  
다우어, 존, 씨.  
미국 45040 오하이오주 메이슨 탄 서클 6100  
크리잔, 디모시, 디.  
미국 19810 델라웨어주 윌밍턴 페닝턴 드라이브  
2613  
프렐위츠, 마틴, 더블유.  
미국 44133 오하이오주 노쓰 로얄턴 앤도버 레인  
7574  
(74) 대리인  
양영준, 양영환, 김영

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 하승규

(54) 발명의 명칭 **항공기 엔진용 복합재 부품**

### (57) 요약

조합하여 열 안정성과 내마모성을 제공하는, 폴리아미드, 폴리아미드-이미드, 폴리에테르 이미드, 폴리벤즈이미다졸, 또는 이의 블렌드로부터 선택된 중합체, 및 탄소질 충전제를 포함하는 항공기 엔진용 복합재 부품이 본원에 공개된다. 임의로, 상기 복합재는 미립자를 포함할 수 있다.

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

항공기 엔진 복합재 부품으로서, 상기 부품은 링 또는 링의 세그먼트이고,

폴리아미드-이미드, 폴리에테르 이미드, 폴리벤즈이미다졸, 2,3,3',4'-바이페닐테트라카르복실산, 3,3',4,4'-바이페닐테트라카르복실산, 상기 산의 무수물 또는 에스테르 또는 상기 산, 상기 무수물 또는 상기 에스테르의 혼합물 및 1종 이상의 방향족 다이아민으로부터 유도되는 폴리이미드 또는 폴리이미드 블렌드로부터 선택된 40 중량% 내지 90 중량%의 중합체 성분;

적어도 9 중량%의 탄소질 충전제 성분;

임의로, 51 중량% 이하의 미립자를 포함하되;

여기서 복합재 부품의 모든 성분들의 총 양은 100 중량%이고;

상기 복합재 부품은 항공기 엔진 내의 금속 링 또는 금속 링의 세그먼트에 대한 적합한 대체물이며 항공기 엔진에서 적합한 열적 성질과 내마모성을 제공하는, 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 탄소질 충전제는 흑연 분말인 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 50 중량%의 중합체와 50 중량%의 탄소질 충전제를 포함하는 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 90 중량%의 중합체; 9 중량%의 탄소질 충전제 및 1 중량%의 미립자를 포함하는 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 탄소질 충전제는 흑연 분말이고, 상기 분말의 입자는 50  $\mu\text{m}$  미만의 평균 입도를 갖는 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 탄소질 충전제는 흑연 분말이고, 상기 분말의 입자는 10  $\mu\text{m}$  미만의 평균 입도를 갖는 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 부품은 내측 슈라우드(shroud) 또는 내측 슈라우드의 세그먼트인 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 부품은 가변 베인(vane)과 함께 이용되는 항공기 엔진 복합재 부품.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 부품은 가변 베인과 직접 접촉하는 항공기 엔진 복합재 부품.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련-출원과의 상호 참조

[0002] 본 출원은 본원에 그 전체가 참고로 인용된 U.S. 가출원 번호 제 61/092,904호 (2008년 8월 29일 출원)에 대한 우선권을 청구한다.

[0003] 본 발명은 복합재 항공기 엔진 부품에 관한 것으로, 특히 슈라우드 또는 슈라우드의 세그먼트와 같은 링 또는 링의 세그먼트인 부품에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0004] 항공기 엔진은 내마모성이고, 열 안정성이며 및 경량인 부품이 필요하다. 많은 항공기 엔진은, 유입되는 공기가 엔진의 연소 섹션을 통과하기 전, 상기 공기를 압축시키기 위한 축류 압축기(axial compressor)를 이용한다. 축류 압축기는, 교대열을 이루는, 빠르게 회전하는 블레이드, 즉, 로터와, 고정되어 있고 회전하지 못하는 스테이터 베인을 이용한다. 로터 블레이드와 스테이터 베인의 조합된 동작은 공기 압력을 증가시킨다. 스테이터 베인은 가변될 수 있으며, 즉, 이러한 스테이터 베인은 이의 종방향 축에서 회전하거나 또는 피벗회전할 수 있어서 기류와 압력의 우수한 제어가 허용된다. 열을 이루는 로터와 스테이터는 스테이지(stage)로서 언급된다. 통상적으로 축류 압축기는 몇몇의 스테이지를 갖는다. 스테이터 베인은 외측 엔진 케이싱과 내측 슈라우드 사이에 방사상으로 수용된다. 내측 슈라우드는 엔진의 회전 샤프트 주위에서 제 위치에 고정된다. 스핀들(spindle) 또는 트러니언(trunnion)으로 언급되는, 베인 단부는 내측 슈라우드 내부로 기계가공된 리세스 내에 끼워맞춘다. 슈라우드와 베인 모두가 금속으로 제조될 때, 베인 스핀들과 내측 슈라우드 사이에 마모가 발생할 수 있다. 상표명 Vespel®의 폴리이미드(델라웨어주 윌밍톤에 소재한 DuPont Co.로부터 입수가능함)와 같은 높은 내열성과 내마모성 중합체의 중합체 부싱이 금속과 금속간의 마모를 감소시키기 위해 사용될 수 있다.

[0005] 항공기 엔진 부품들은 금속보다 경량이고, 열 안정성이며 및 내마모성일 필요가 있다.

### 발명의 내용

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 항공기 엔진용 복합재 링 또는 링의 세그먼트를 제공하고, 상기 복합재는 폴리이미드, 폴리아미드-이미드, 폴리에테르 이미드, 폴리벤즈이미다졸, 및 이의 블렌드로 구성된 그룹으로부터 선택된 약 40 중량% 내지 약 90 중량%의 중합체 성분;

[0007] 적어도 약 9 중량%의 탄소질 충전제 성분;

[0008] 임의로, 약 51 중량% 이하의 미립자 성분을 포함하되;

[0009] 여기서 모든 성분들의 총 양은 100 중량%이고;

[0010] 여기서 복합재는 공기 중 0.48 MPa (70 psi)에서 100 시간 동안 371°C (700°F)에서 가열 후 측정 시 5% 미만의 열적 산화 중량 손실(TOWL)을 갖고, 상기 공기는 5 회/시간의 속도로 교환되고, 상기 복합재는 0.5 미만의 동적 마찰 계수를 가지며, 상기 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 금속 링 또는 금속 링의 세그먼트에 대한 적합한 대체물이다.

[0011] 일 실시양태에서, 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 가변 베인과 함께 이용되는 내측 슈라우드 또는 내측 슈라우드의 세그먼트이다.

### 도면의 간단한 설명

[0012] <도 1>

도 1은 내측 슈라우드의 세그먼트를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

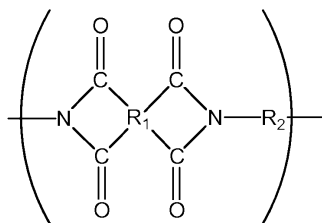
[0013] 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 흑연 분말(또는 박편)과 같은 탄소질 충전제 및 중합체를 포함하는 복합재로

제조된다. 완전한 링 부품은 단일의 부분으로 구성될 수 있거나 또는 하나를 초과하는 부분, 즉 2개 이상의 세그먼트로 구성될 수 있다. 항공기 엔진 내에서의 이러한 링의 한 가지 용도는 슈라우드로서, 특히 내측 슈라우드로서 이용되는 것이다.

[0014] 복합재는 적어도 약 40 중량% 내지 약 90 중량%의 중합체 성분; 적어도 약 9 중량%의 탄소질 충전제 성분; 및 임의로, 약 51 중량% 이하의 미립자로 구성되고; 여기서 복합재의 모든 성분들의 총 양은 100 중량%이다. 상기 중합체는 폴리아미드, 폴리아미드-이미드, 폴리에테르 이미드, 폴리벤즈이미다졸, 및 이의 블렌드로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 바람직하게는, 중합체는 폴리아미드이고, 포함된 탄소질 충전제는 흑연 분말 또는 흑연 박편이다.

[0015] 폴리아미드는 중합체 골격의 주쇄를 따라 선형 또는 분지형 단위로서 특징적인  $-CO-NR-CO-$ 기를 함유한다. 예를 들어, 폴리아미드는 단량체, 예를 들면 유기 테트라카르복실산, 또는 상응하는 무수물 또는 이의 에스테르 유도체와 방향족 다이아민의 반응으로부터 획득될 수 있다.

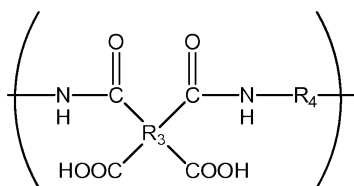
[0016] 폴리아미드의 제조를 위해 본 발명에서 사용되는 폴리아미드 전구체는 가열되거나 또는 화학적으로 처리되는 경우 상응하는 폴리아미드가 되는 유기 중합체이다. 이에 따라 획득된 폴리아미드의 특정 실시양태에서, 중합체쇄의 반복 단위 중 약 60 몰% 내지 100 몰%, 바람직하게는 약 70 몰% 이상, 보다 바람직하게는 80 몰% 이상 이 예를 들면 하기 화학식으로 나타낸 폴리아미드 구조를 가질 수 있다:



[0017]

[0018] 상기 식에서,  $R_1$ 은 탄소 원자수 6의 벤제노이드-불포화 고리를 1 내지 5개 갖는 4가 방향족 라디칼이고, 4개의 카르보닐기는  $R_1$  라디칼의 벤젠 고리에 있는 상이한 탄소 원자에 직접 결합되고, 각 카르보닐기의 쌍은  $R_1$  라디칼의 벤젠 고리에 있는 인접한 탄소 원자에 결합되고; 및  $R_2$ 는 탄소 원자의 벤제노이드-불포화 고리를 1 내지 5개 갖는 2가 방향족 라디칼이고, 2개의 아미노기는  $R_2$  라디칼의 벤젠 고리에 있는 상이한 탄소 원자에 직접 결합된다.

[0019] 선호되는 폴리아미드 전구체는 방향족이고, 이미드화되는 경우, 방향족 화합물의 벤젠 고리가 이미드기에 직접 결합된 폴리아미드를 제공한다. 특히 선호되는 폴리아미드 전구체는, 예를 들면, 하기 화학식으로 나타내진 반복 단위를 갖는 폴리아믹산을 포함하며,



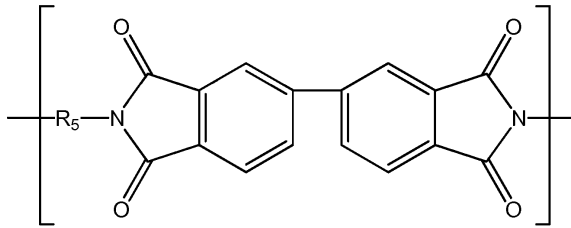
[0020]

[0021] 상기 식에서, 폴리아믹산은 단일중합체 또는 2종 이상의 반복 단위의 공중합체일 수 있고,  $R_3$ 은 탄소 원자수 6의 벤제노이드-불포화 고리를 1 내지 5개 갖는 4가 방향족 라디칼이고, 4개의 카르보닐기는  $R_3$  라디칼의 벤젠 고리에 있는 상이한 탄소 원자에 직접 결합되고, 각 카르보닐기의 쌍은  $R_3$  라디칼의 벤젠 고리에 있는 인접한 탄소 원자에 결합되고; 및  $R_4$ 는 탄소 원자의 벤제노이드-불포화 고리를 1 내지 5개 갖는 2가 방향족 라디칼이고, 2개의 아미노기는  $R_4$  라디칼의 벤젠 고리에 있는 상이한 탄소 원자에 직접 결합된다.

[0022] 상기 일반적인 화학식으로 나타내진 반복 단위를 갖는 폴리아믹산의 일반적인 예는 파이프릴리트산 이무수물 ("PMDA")과 다이아미노다이페닐 에테르 ("ODA") 및 3,3'-4,4'-바이페닐테트라카르복실산 이무수물 ("BPDA")과 ODA로부터 획득되는 것이다. 고리 닫힘(ring closure)이 수행 시, 전자는 폴리(4,4'-옥시다이페닐렌파이프릴리

트라이미드)가 되고, 후자는 폴리(4,4'-옥시다이페닐렌-3,3'-4,4'-바이페닐테트라카르복시 다이이미드)가 된다.

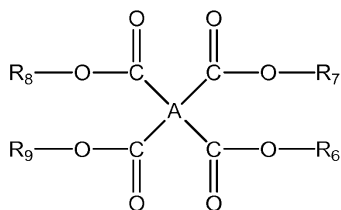
[0023] 용액 이미드화 방법에 의해 제조되는 폴리이미드의 전형적인 예는 하기의 반복 단위를 갖는 강성 방향족 폴리이미드 조성물이다:



[0024]

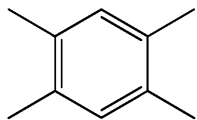
[0025] 여기서, R<sub>5</sub> 는 60 몰% 초과 내지 약 85 몰%의 파라페닐렌 다이아민("PPD") 단위 및 약 15 몰% 내지 40 몰% 미만의 메타페닐렌 다이아민("MPD") 단위이다.

[0026] 본 발명의 실시예 바람직하게 이용되는 테트라카르복실산, 또는 본 발명의 실시예 유용한 유도체가 제조될 수 있게 하는 것들은 하기 일반 화학식을 갖는 것들이다:



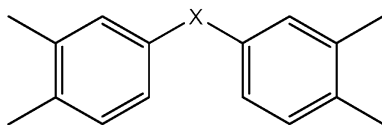
[0027]

[0028] 여기서, A는 4가 유기 기이고, R<sub>6</sub>부터 R<sub>9</sub>까지는 수소 또는 저급 알킬, 바람직하게는 메틸, 에틸 또는 프로필을 포함한다. 4가 유기 기 A는 바람직하게는 하기 구조식 중 하나를 갖는다:



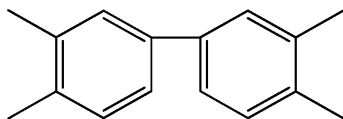
[0029]

[0030] 또는



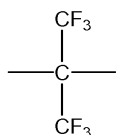
[0031]

[0032] 또는



[0033]

[0034] 상기 구조식에서, X는 다음 중 하나 이상을 포함한다.  $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$ ,  $\text{—O—}$ ,  $\text{—S—}$ ,  $\text{—SO}_2\text{—}$ ,  $\text{—CH}_2\text{—}$ ,  $\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{—}$ , 및



- [0035] 방향족 테트라카르복실산 성분으로서, 언급된 방향족 테트라카르복실산, 이의 산 무수물, 이의 염 및 이의 에스테르가 있을 수 있다. 방향족 테트라카르복실산의 예에는 3,3',4,4'-바이페닐테트라카르복실산, 2,3,3',4'-바이페닐테트라카르복실산, 파이로멜리트산, 3,3',4,4'-벤조페논테트라카르복실산, 2,2'-비스(3,4-다이카르복시페닐)프로판, 비스(3,4-다이카르복시페닐)메탄, 비스(3,4-다이카르복시페닐)에테르, 비스(3,4-다이카르복시페닐)티오에테르, 비스(3,4-다이카르복시페닐)포스핀, 2,2'-비스(3',4'-다이카르복시페닐)헥사플루오로프로판, 2,2'-비스[4-(3,4-다이카르복시페닐)페닐]프로판 이무수물 및 비스(3,4-다이카르복시페닐)설폰이 포함된다.
- [0036] 유기 방향족 다이아민으로서, 바람직하게는 그 자체가 당업계에 공지된, 하나 이상의 방향족 및/또는 복소환식 다이아민이 사용된다. 이러한 방향족 다이아민은 하기 구조로 나타내어질 수 있다:  $H_2N-R_{10}-NH_2$ , 여기서  $R_{10}$ 은 16개 이하의 탄소 원자를 함유하고, 임의로 고리에 1개 이하의 헤테로 원자를 함유하는 방향족기이고, 헤테로 원자는 -N-, -O-, 또는 -S-를 포함한다. 또한,  $R_{10}$ 이 다이페닐렌기 또는 다이페닐메탄기인  $R_{10}$  기가 본원에 포함된다. 이러한 대표적인 다이아민은 2,6-다이아미노피리딘, 3,5-다이아미노피리딘, 메타-페닐렌 다이아민, 파라-페닐렌 다이아민, p,p'-메틸렌 다이아닐린, 2,6-다이아미노 톨루엔, 및 2,4-다이아미노 톨루엔이다.
- [0037] 방향족 다이아민 성분의 다른 예에는 벤젠 다이아민, 예를 들면 1,4-다이아미노벤젠, 1,3-다이아미노벤젠, 및 1,2-다이아미노벤젠; 다이페닐(티오)에테르 다이아민, 예를 들면 4,4'-다이아미노다이페닐에테르, 3,4'-다이아미노다이페닐에테르, 3,3'-다이아미노다이페닐에테르, 및 4,4'-다이아미노다이페닐티오에테르; 벤조페논 다이아민, 예를 들면 3,3'-다이아미노벤조페논 및 4,4'-다이아미노벤조페논; 다이페닐포스핀 다이아민, 예를 들면 3,3'-다이아미노다이페닐포스핀 및 4,4'-다이아미노다이페닐포스핀; 다이페닐알킬렌 다이아민, 예를 들면 3,3'-다이아미노다이페닐메탄, 4,4'-다이아미노다이페닐메탄, 3,3'-다이아미노다이페닐프로판, 및 4,4'-다이아미노다이페닐프로판; 다이페닐설파이드 다이아민, 예를 들면 3,3'-다이아미노다이페닐설파이드 및 4,4'-다이아미노다이페닐설파이드; 다이페닐설폰 다이아민, 예를 들면 3,3'-다이아미노다이페닐설폰 및 4,4'-다이아미노다이페닐설폰; 및 벤지딘, 예를 들면 벤지딘 및 3,3'-다이메틸벤지딘이 포함되되, 단지 예시적인 것이다.
- [0038] 기타 유용한 다이아민은 적어도 하나의 비-헤테로원자 포함 방향족 고리 또는 작용기에 의해서 다리 결합된(bridged) 적어도 2개의 방향족 고리를 갖는다.
- [0039] 이러한 방향족 다이아민은 단독으로 또는 조합하여 이용될 수 있다. 바람직하게는 방향족 다이아민 성분으로서 1,4-다이아미노벤젠, 1,3-다이아미노벤젠, 4,4'-다이아미노다이페닐에테르, 및 그 혼합물이 이용된다.
- [0040] 폴리이미드는 바람직하게는 유기 극성 용매 내에서 실질적으로 동일한 몰량으로 방향족 다이아민 성분과 방향족 테트라카르복실산 성분을 중합시킴으로써 수득될 수 있다. 용매 내의 모든 단량체의 양은 약 5 중량% 내지 약 40 중량%, 보다 바람직하게는 약 6 중량% 내지 약 35 중량%, 및 가장 바람직하게는 약 8 중량% 내지 약 30 중량%의 범위일 수 있다. 반응 온도는 일반적으로 약 100°C 이하이고, 바람직하게는 약 10°C 내지 80°C의 범위이다. 중합 반응 시간은 일반적으로 약 0.2 내지 60 시간의 범위이다.
- [0041] 바람직하게는, 복합재 내에서 사용되는 폴리이미드는 2,3,3',4'-바이페닐테트라카르복실산, 3,3',4,4'-바이페닐테트라카르복실산, 3,3',4,4'-벤조페논 테트라카르복실산, 2,2'-비스(3,4-다이카르복시페놀)-헥사플루오로프로판 테트라카르복실산, 또는 파이로멜리트산, 산의 무수물 또는 에스테르 또는 산, 무수물 또는 에스테르의 혼합물 및 1 종 이상의 방향족 다이아민으로부터 유도된다.
- [0042] 탄소질 충전제는 중합체 제조 공정 동안 또는 중합체를 가공하는 동안 중합체와 혼합되어 복합재 링 또는 링 세그먼트가 제조된다. 즉, 탄소질 충전제는 중합체의 제조 또는 형성 동안에, 또는 복합재 부품이 형성될 경우 성형 공정 동안에 첨가될 수 있다. 이러한 공정은 예를 들면 압축 성형, 분말 압축, 수지 이송 성형 또는 이러한 물품들을 제조하기 위한 임의의 그 외의 다른 통상적인 공정일 수 있다.
- [0043] 본 발명의 모든 실시양태에서, 탄소질 충전제는 적어도 약 9 중량%의 흑연 분말(또는 흑연 박편)이고, 복합재의 모든 성분들의 총 양은 100 중량%이다. 비-제한예에서, 본 발명의 일 실시양태에서 탄소질 충전제는 9 중량%로 존재하며; 중합체 성분은 약 90 중량%로 존재하고, 미립자는 약 1 중량%로 존재한다. 보다 구체적으로는, 흑연 박편 탄소질 충전제는 9 중량%로 존재하고; 및 광물 미립자, 바람직하게 카올리나이트는 약 1 중량%로 존재하고; 및 중합체 성분, 바람직하게는 폴리이미드는 90 중량%로 존재한다.
- [0044] 본 발명의 또 다른 실시양태에서, 탄소질 충전제가 약 50 중량%로 존재할 때, 중합체 성분은 약 50 중량%로 존재하고 미립자는 존재하지 않는다. 보다 구체적으로는, 흑연 분말은 50 중량%로 존재하고, 중합체 성분, 바람직하게는 폴리이미드는 50 중량%로 존재한다.



- [0045] 흑연 분말(또는 박편)은 약 50  $\mu\text{m}$  미만, 바람직하게는 약 10  $\mu\text{m}$  미만의 평균 입도의 입자를 갖는다. 본 발명에 사용될 수 있는 흑연 분말에는 반응성 불순물, 특히 금속성 불순물이 실질적으로 존재하지 않는다. 전체 금속성 불순물은, 금속 황화물과 금속 산화물, 특히 황화제2철, 황화바륨, 황화칼슘, 황화구리, 산화바륨, 산화칼슘, 및 산화구리의, 약 1500 ppm 미만, 바람직하게는 약 10 ppm 미만의 양이어야 한다. 흑연 분말은 화학 처리에 의해 정제된 자연적으로 발생하는 흑연 또는 반응성 불순물의 수준이 낮은 상태로 제조되는 상용으로 입수가 가능한 합성 흑연일 수 있다.
- [0046] 흑연 분말(또는 박편)에 추가하여, 또한 탄소질 충전제는 탄소 섬유, 탄소 직물 또는 탄소 부직 매트를 포함할 수 있다.
- [0047] 또한 복합재 부품은 51 중량% 이하의 미립자를 함유할 수 있다. 미립자는, 본 발명의 5% 미만의 열적 산화 중량 손실이 충족되는 한, 폴리(테트라플루오로에틸렌)(PTFE) 단일중합체 및 공중합체, 또는 광물 충전제를 포함하는 다양한 유형으로 구성될 수 있다. 활석, 운모, 윌라스토나이트, 카올리나이트 및 세피올라이트가 선호되는 광물 충전제이다.
- [0048] 본 발명의 복합재는 높은 열적 산화 안정성을 갖는다. 이의 측정치는 공기 중 70 psi (0.48 MPa)에서 100 시간 동안 371°C (700°F)에서 측정 시 복합재의 열적 산화 중량 손실이 5% 미만이고, 상기 공기는 5 회/시간의 속도로 교환되었다. 복합재는 690 MPa (100,000 psi) 성형 압력과 실온에서 ASTM-E8에 따라서 직접 성형에 의해 인장 바로 제조되었다. 바는 405 °C에서 3 시간 동안 질소 퍼지하며 소결되었다. 산화 안정성은 인장 바를 먼저 계량하여 측정되었다. 그 뒤, 바는 공기 중 0.48 MPa (70 psi)의 압력에서 100 시간 동안 371°C (700°F)의 온도에 노출되었다. 공기는 5 회/시간의 속도로 교환되었다. 그 뒤, 최종 중량 측정치가 취득되었고, 중량 손실은 중량%, 즉 초기 중량에서 최종 중량을 제하고 이를 초기 중량으로 나누고 100을 곱하여 계산되었다. 열적 산화 중량 손실은 다양한 복합재에 대해 측정되었다. 예를 들면, 방향족 테트라카르복실산 성분이 3,3' 4,4' 바이페닐테트라카르복실산이고 다이아민 성분이 70 몰%의 p-페닐렌 다이아민과 30 몰%의 m-페닐렌 다이아민의 혼합물인 50 중량%의 중합체 성분 및 50 중량%의 흑연 분말로 구성된 복합재의 열적 산화 중량 손실은 약 2% 미만이다.
- [0049] 본 발명의 복합재는 작은 동적 마찰 계수를 갖는다. 동적 마찰 계수는 0.5 미만, 바람직하게는 0.4 미만, 가장 바람직하게는 0.3 미만이다. 이에 따라, 복합재 슈라우드와 베인이 직접적인 접촉을 하는 경우, 베인을 이동시키기 위해 힘이 덜 필요하다.
- [0050] 본 발명의 복합재 항공기 엔진 부품들은 링 또는 링의 세그먼트, 슈라우드 또는 슈라우드의 세그먼트로서 유용하다. 이러한 복합재 부품들은 내마모성과 열 안정성을 제공하며, 금속으로 제조된 종래의 부품보다 경량이다. 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 유사한 금속 링 또는 링의 세그먼트에 비해 40% 내지 75%의 중량 감소가 야기되고, 즉, 복합재 부품의 중량은 유사한 금속 부품의 중량의 25% 내지 60%이다. 복합재 링 또는 링의 세그먼트가 금속 가변 베인과 함께 사용되는 슈라우드, 또는 내측 슈라우드, 또는 슈라우드의 세그먼트, 또는 내측 슈라우드의 세그먼트일 때, 복합재 부품들은 베인 스템상의 마모를 감소시키거나 또는 배제시킨다. 게다가, 복합재 부품들은 가변 베인과 직접 접촉할 수 있고, 유사한 금속 부품에 비해 이점을 갖는다. 복합재 부품들에 따라 복합재 부품들 사이의 부싱 뿐만 아니라 복합재 부품과 금속 부품 사이, 예를 들면 복합재 내측 슈라우드와 금속 베인 사이의 부싱이 제거될 수 있으며, 이에 따라 복합재 내측 슈라우드와 금속 베인 사이에 직접적인 접촉이 이루어진다. 이는 비교적 적은 개수의 부품들을 가짐으로써 조립을 단순화시킨다. 복합재 부품들은 부싱 마모의 배제와 금속과 금속 간의 마모의 배제로 인해 수명을 연장시킨다. 복합재 부품들에 따라 베인 스템 주위에서의 공기 누출을 감소시키는 비교적 타이트한 부품 피트가 허용될 수 있다.
- [0051] 도 1은 내측 슈라우드(10)의 전형적인 세그먼트를 도시한다. 세그먼트는 각(11)에 마주 대하는 호의 형태이다. 완전한 슈ra우드는 360°의 각을 마주 대한다. 슈ra우드의 세그먼트는 360°의 일부 각을 마주 대한다. 슈ra우드의 세그먼트는 내측 반경(12)과 외측 반경(13)을 갖는다. 세그먼트는 폭(14)을 가지며, 베인을 수용하기 위한 구멍(15)을 포함한다.
- [0052] [실시예]
- [0053] 실시예 1
- [0054] 방향족 테트라카르복실산 성분이 3,3' 4,4' 바이페닐테트라카르복실산이고 다이아민 성분이 70 몰%의 p-페닐렌 다이아민과 30 몰%의 m-페닐렌 다이아민의 혼합물인 50 중량%의 중합체 성분 및 50 중량%의 흑연 분말로 구성된 복합재가 ASTM E8에 따라 직접 성형에 의해 인장 바로 제조되었다. 인장 바는 소결되어 1.730 g/cm<sup>3</sup>의 비중을

가진 테스트 바가 제조되었다. ASTM D638에 따라 인장 강도와 연신율이 측정되었다. 인장 강도는 86.9 MPa (12.66 Kpsi)인 것으로 밝혀졌으며, 연신율은 1.6%이었다.

[0055] 산화 안정성은 인장 바를 먼저 계량하여 측정되었다. 그 뒤, 인장 바는 공기 중 0.48 MPa (70 psi)의 압력에서 100 시간 동안 371°C (700°F)의 온도에 노출되었다. 공기는 5 회/시간의 속도로 교환되었다. 이러한 시간이 끝날 때, 바는 재차 계량되었고, (열적 산화 중량 손실) TOWL은 0.67%이었다.

[0056] 실시예 2

[0057] 도 1에 도시된 것과 유사한 슈라우드의 세그먼트가 슈라우드의 세그먼트의 TOWL을 직접 측정하기 위해 제조되었다. 슈라우드의 세그먼트는 30초의 각(11)을 마주 대하였다. 외측 반경(13)은 21.9 cm (8.64 인치)이었고, 내측 반경(12)은 20.8 cm (8.18 인치)이었고, 폭(14)은 2.5 cm (1.0 인치)이었다. 도 1에 도시된 바와 같이 8개의 베인 홀(15)이 상기 세그먼트에 포함되었다. 세그먼트는 방향족 테트라카르복실산 성분이 3,3' 4,4' 바이페닐테트라카르복실산이고 다이아민 성분이 70 몰%의 p-페닐렌 다이아민과 30 몰%의 m-페닐렌 다이아민의 혼합물인 50 중량%의 중합체 성분 및 50 중량%의 흑연 분말로 구성된 복합재를 이용하여 제조되었다. 복합재는 몰드 내에서 소결되어 1.746 g/cm<sup>3</sup>의 비중을 가진 세그먼트가 제조되었다. 세그먼트는 계량되었고, 그 뒤 금속 메쉬 바스켓(metal mesh basket) 내에 위치되었다. 바스켓은 오븐 내에 위치되었고, 세그먼트는 공기 중 0.48 MPa (70 psi)에서 371°C (700°F)로 가열되었고, 이러한 조건 하에서 한 시간 동안 유지되었다. 공기는 공기가 한 시간 동안 5회 교환되도록 유동되었다. 이러한 시간이 끝날 때 세그먼트는 산화로 인해 얼마나 많은 중량 손실이 발생하였는지를 측정하기 위해, 즉, TOWL을 측정하기 위해 재차 계량되었다. TOWL은 0.58%이었다.

[0058] 실시예 3

[0059] 방향족 테트라카르복실산 성분이 3,3' 4,4' 바이페닐테트라카르복실산이고 다이아민 성분이 70 몰%의 p-페닐렌 다이아민과 30 몰%의 m-페닐렌 다이아민의 혼합물인 90 중량%의 중합체 성분 및 9 중량%의 흑연 분말 및 1 중량%의 카울리나이트 미립자로 구성된 복합재가 ASTM E8에 따라서 직접 성형에 의해 인장 바로 제조되었다.

[0060] 인장 바는 소결되어 1.439 g/cm<sup>3</sup>의 비중을 가진 테스트 바가 제조되었다. ASTM D638에 따라 인장 강도와 연신율이 측정되었다. 인장 강도는 79.5 MPa (11.53 Kpsi)인 것으로 밝혀졌으며, 연신율은 2.6%이었다.

[0061] 산화 안정성은 인장 바를 먼저 계량하여 측정되었다. 그 뒤, 바는 공기 중 0.48 MPa (70 psi)의 압력에서 100 시간 동안 700°F (371°C)의 온도에 노출되었다. 상기 공기는 5 회/시간의 속도로 교환되었다. 이러한 시간이 끝날 때 바는 재차 계량되었고, TOWL은 2.9%이었다.



도면

도면1

