



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0053370  
(43) 공개일자 2011년05월20일

(51) Int. Cl.

*C08J 5/04* (2006.01) *C08K 7/06* (2006.01)  
*F01D 11/12* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7006883

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년08월28일  
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2011년03월25일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/055360

(87) 국제공개번호 WO 2010/025363  
국제공개일자 2010년03월04일

(30) 우선권주장  
61/092,920 2008년08월29일 미국(US)

(71) 출원인

이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니  
미합중국 데라웨어주 (우편번호 19898) 월밍톤시  
마아캣트 스트리트 1007

(72) 발명자

암스, 그레고리, 알.  
미국 34748 플로리다주 리스버그 뷰 친 코트  
25506  
프렐위츠, 마틴, 더블유.  
미국 44133 오하이오주 노스 로얄톤 앤도버 레인  
7574

(74) 대리인

양영준, 양영환, 김영

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 항공기 엔진용 복합재 부품

(57) 요약

본 발명은, 항공기 엔진의 슈라우드로서의 용도를 가지며, 약 20 내지 약 70 중량%의 열가소성 중합체와 약 30 내지 약 80 중량%의 탄소 섬유를 포함하고, ASTM D648에 따라 측정 시 1.8 MPa에서 230 ℃이상의 열 변형 온도를 가지는 복합재 링 또는 링의 세그먼트에 관한 것으로, 열 안정성과 내마모성을 제공한다.

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

항공기 엔진용 복합재 링 또는 링의 세그먼트로서, 상기 복합재는 폴리아미드, 폴리아릴케톤, 폴리에테르 이미드, 폴리아미드 이미드 및 이들의 블렌드로 구성된 그룹으로부터 선택된 약 20 내지 약 70 중량%의 열가소성 중합체와 약 30 내지 약 80 중량%의 탄소 섬유를 포함하고, 상기 복합재는 ASTM D648에 따라 측정 시 1.8 MPa에서 230 °C 이상의 열 변형 온도를 가지며, 상기 탄소 섬유는 약 100  $\mu$ m 내지 약 5 cm의 길이이며, 상기 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 금속 링 또는 금속 링의 세그먼트에 대한 적합한 대체물인 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 탄소 섬유 (b)는 약 0.2 cm 내지 약 5 cm의 길이인 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 복합재는 흑연, 폴리테트라플루오로에틸렌, 및 광물 충전제로 구성된 그룹으로부터 선택된 약 50 중량% 이하의 미립자를 추가로 포함하는 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 복합재는 약 30 내지 약 60 중량%의 상기 열가소성 중합체와 약 40 내지 약 70 중량%의 상기 탄소 섬유를 포함하는 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 열가소성 중합체는 폴리아미드인 것인 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 열가소성 중합체는 폴리아미드인 것인 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서, 가변 베인(variable vane)과 함께 사용되는 내측 슈라우드(inner shroud) 또는 내측 슈라우드의 세그먼트인 것인 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 8

제 2 항에 있어서, 가변 베인과 함께 사용되는 내측 슈라우드 또는 내측 슈라우드의 세그먼트인 것인 복합재 링 또는 링의 세그먼트.

### 청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 슈라우드는 항공기 엔진 내에서 사용되기에 적합할 수 있거나, 또는 항공기 엔진 내에서 사용되는 슈라우드 또는 내측 슈라우드의 세그먼트.

### 청구항 10

제 7 항에 있어서, 상기 복합재는 흑연, 폴리테트라플루오로에틸렌, 및 광물 충전제로 구성된 그룹으로부터 선택된 약 50 중량% 이하의 미립자를 추가로 포함하는 슈라우드.

## 명세서

## 기술분야

관련-출원과의 상호 참조

본 출원은 본원에 그 전체가 참고로 인용된 U.S. 가출원 번호 제 61/092,920호 (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 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, 열을 이루며 고정되어 있고 회전하지 않는 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 슈را워드는 엔진의 회전 샤프트 주위에서 제 위치에 고정된다. 스핀들(spindle) 또는 트러니언(trunnion)으로 언급되는, 베인 단부는 내측 슈라우드 내부로 기계가공된 리세스 내에 끼워맞춤된다. 슈라우드와 베인 모두가 금속으로 구성될 때, 베인 스핀들과 내측 슈라우드 사이에 마모가 발생할 수 있다.

[0005] 항공기 엔진 부품들은 금속보다 경량이고, 열 안정성이며 내마모성일 필요가 있다. 듀폰 캄파니(DuPont Co., 델라웨어주 월밍톤 소재)로부터 입수가 가능한 폴리이미드 및 그 외의 다른 중합체와 같은, 높은 내열성과 내마모성을 가진 중합체 물질들이 금속과 금속간의 마모를 감소시키기 위해 사용될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0006] <도 1>

도 1은 내측 슈라우드의 세그먼트를 나타낸다.

[발명의 내용]

[과제의 해결 수단]

본 발명은 항공기 엔진용 복합재 링 또는 링의 세그먼트를 제공하며, 상기 복합재는 약 20 중량% 내지 약 70 중량%의 열가소성 중합체와 약 30 중량% 내지 약 80 중량%의 탄소 섬유를 포함하되, 상기 복합재는 ASTM D648에 따라 측정 시 1.8 MPa에서 230 °C 이상의 열 변형 온도를 가지며, 상기 탄소 섬유는 약 100  $\mu$ m 내지 약 5 cm의 길이이고, 상기 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 금속 링 또는 금속 링의 세그먼트에 대한 적합한 대체물이다.

일 실시예에서, 본 발명은 항공기 엔진의 슈라우드용 복합재 링 또는 링의 세그먼트를 제공하며, 복합재는 약 50 중량% 이하의 미립자를 추가로 포함한다.

일 실시예에서, 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 가변 베인들과 함께 이용되는 슈라우드 또는 슈라우드의 세그먼트이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

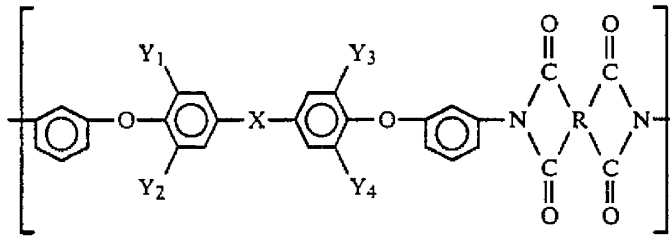
[0007] 본원에서는 열가소성 중합체와 탄소 섬유를 포함하는 복합재로 제조된 복합재 링 또는 링의 세그먼트가 공개된다. 추가로, 본원의 하기에서 기술된 바와 같이, 복합재는 추가적인 특성들을 제공하기 위한 미립자를 함유할 수 있다. 본원에 기술된 링 부품은 링을 제조하기 위해 단일편으로 구성될 수 있거나, 또는 링을 제조하기 위해 하나를 초과하는 링 세그먼트로 구성될 수 있다. 항공기 엔진 내에서의 이러한 링의 한 가지 용도는 슈라우드 또는 내측 슈라우드로서 이용되는 것이다.

[0008] 복합재는 약 20 중량% 내지 약 70 중량%의 열가소성 중합체와 약 30 중량% 내지 약 80 중량%의 탄소 섬유를 포함하되, 복합재의 모든 성분들의 총 양은 100 중량%이다. 바람직하게는, 복합재는 약 30 중량% 내지 약 60 중량%의 중합체와 약 40 중량% 내지 약 70 중량%의 탄소 섬유를 포함한다. 복합재는 50 중량% 이하의 미립자를 추가로 포함할 수 있다.

[0009] 열가소성 중합체는 폴리이미드, 폴리아릴케톤(폴리에테르에테르케톤, PEEK, 및 폴리에테르케톤케톤, PEKK와 같은), 폴리에테르이미드, 폴리아미드 이미드, 및 이들의 블렌드로 구성된 그룹으로부터 선택된다.

바람직하게는, 중합체는 폴리아미드이다. 폴리아미드는 고온과 저온, 습식과 건식 기계적 특성 유지 및 치수 안정성 모두와 고온 내산화성의 바람직한 조합을 제공한다.

[0010] 본 발명에서 유용한 폴리아미드는 주로 하기 화학식의 반복 단위로 구성되며:

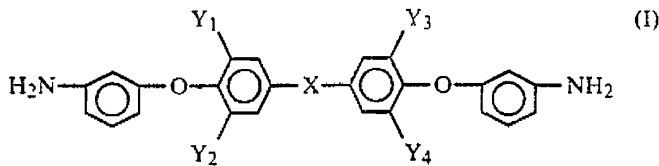


[0011]

[0012] 상기 식에서, X는 공유결합 또는 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 2가 탄화수소 라디칼, 헥사플루오르화 이소프로필리덴 라디칼, 카르보닐 라디칼, 티오 라디칼 및 설포닐 라디칼로 구성된 그룹으로부터 선택된 라디칼을 나타내며; Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub> 및 Y<sub>4</sub>는 동일하거나 또는 상이할 수 있고, 수소 원자, 저급 알킬 라디칼, 저급 알콕시 라디칼, 염소 원자 및 브롬 원자로 구성된 그룹으로부터 선택된 라디칼을 나타내며; R은 2개 또는 이보다 많은 개수의 탄소 원자를 가진 지방족 라디칼, 사이클릭 지방족 라디칼, 모노사이클릭 방향족 라디칼, 융합된 폴리사이클릭 방향족 라디칼, 및 폴리사이클릭 방향족 라디칼로 구성된 그룹으로부터 선택된 4가 라디칼을 나타내고 여기서 방향족 고리들은 서로 직접적으로 결합되거나 또는 가교된 멤버에 의해 결합된다.

[0013] 본원에 참고로 인용된 미국 특허 제 5,013,817호에 상세히 기술된 바와 같이, 상기 언급된 폴리아미드를 제조하기 위한 공정은:

[0014] (a) 하기 화학식(I)으로 나타내진 방향족 디아민:



[0015]

[0016] 여기서 X, Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub> 및 Y<sub>4</sub>는 상기에서 기술된 바와 동일한 의미를 가지며,

[0017] (b) 하기 화학식(II)으로 나타내진 테트라카르복실산 이무수물:



[0018]

[0019] 여기서, R은 상기 정의된 바와 동일하며,

[0020] (c) 하기 화학식(III)으로 나타내진 모노아민을 반응시키는 단계(reacting):



[0021]

[0022] 상기 식에서, Z는 지방족 라디칼, 사이클릭 지방족 라디칼, 모노사이클릭 방향족 라디칼, 융합된 폴리사이클릭 방향족 라디칼, 및 폴리사이클릭 방향족 라디칼로 구성된 그룹으로부터 선택된 1가 라디칼을 나타내며 여기서 방향족 고리들은 서로 직접적으로 결합되거나 또는 가교된 멤버에 의해 결합되어 폴리아미드를 형성하고, 폴리아미드를 탈수시키거나 또는 이미드화하여 폴리아미드를 형성하는 단계를 포함한다.

[0023] 바람직하게는, 방향족 디아민의 몰비는 테트라카르복실산 이무수물 1 몰당 약 0.9 내지 약 1.0몰이다. 바람직

하계는, 모노아민의 몰비는 테트라카르복실산 이무수물 1 몰당 약 0.001 내지 약 1.0몰이다.

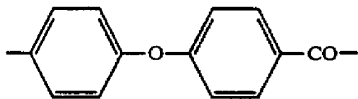
[0024] 폴리아미드를 제조하기 위한 공정에서 이용되는 선호되는 방향족 디아민은 4, 4'-비스(3-아미노페녹시)바이페닐, 2,2-비스[4-(3-아미노페녹시)페닐]프로판, 비스[4-(3-아미노페녹시)페닐] 케톤, 비스[4-(3-아미노페녹시)페닐] 설파이드 및 비스[4-(3-아미노페녹시)페닐] 설펜으로 구성된 그룹으로부터 선택되어 사용된다. 사용되는 디아민 화합물들은 단독으로 또는 조합하여 이용될 수 있다.

[0025] 폴리아미드를 제조하기 위한 공정에서 이용되는 선호되는 테트라카르복실산 이무수물은 파이로멜리트산 이무수물, 3,3',4,4'-벤조페논테트라카르복실산 이무수물, 3,3',4,4'-바이페닐테트라카르복실산 이무수물, 비스(3,4-디카르복실페닐) 에테르 이무수물 및 4,4'-(p-페닐렌디옥시)디프탈산 이무수물을 포함한다. 이용되는 테트라카르복실산 이무수물 화합물들은 단독으로 또는 조합하여 이용될 수 있다.

[0026] 폴리아미드를 제조하기 위한 공정에서 이용되는 선호되는 모노아민은 n-프로필아민, n-부틸아민, n-헥실아민, n-옥틸아민, 사이클로헥실아민, 아닐린, 4-아미노바이페닐, 4-아미노페닐 페닐 에테르, 4-아미노벤조페논, 4-아미노페닐 페닐 설파이드 및 4-아미노페닐 페닐 설펜을 포함한다. 이용된 모노아민 화합물들은 단독으로 또는 조합하여 이용될 수 있다.

[0027] 또한 열가소성 중합체로서 반복 단위(IV)를 함유한 폴리에테르케톤의 클래스가 유용하며:

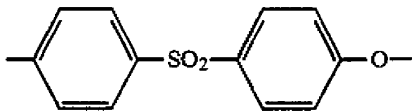
[0028] (IV)



[0029]

[0030] 이러한 중합체는 단독의 반복 단위로서 단위(IV)를 함유할 수 있거나 또는 반복 단위(V)와 결합된 단위(IV)를 함유할 수 있고:

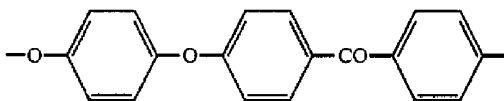
[0031] (V)



[0032]

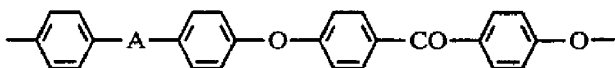
[0033] 선호되는 폴리에테르에테르케톤은

[0034] (VI)



[0035]

[0036] 단독으로 또는 그 외의 다른 반복 단위와 결합하여 반복 단위(VI)를 갖는다. 중합체 내에 존재하는 그 외의 다른 반복 단위는 반복 단위(VII)가 될 수 있으며:

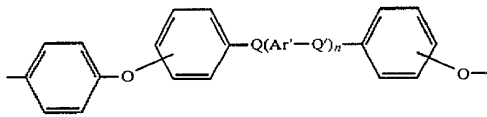


[0037]

[0038] (VII)

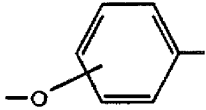
[0039] 여기서, A는 직접 결합, 산소, 황,  $-\text{SO}_2-$ ,  $-\text{CO}-$  또는 2가 탄화수소 라디칼이다. 또한 반복 단위는 화학식 (VIII)이 될 수 있고:

[0040] (VIII)



[0041]

[0042] 여기서 아단위 내의 산소 원자들은:

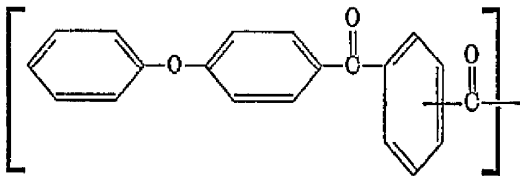


[0043]

[0044] 그룹 Q 및 Q'에 대해 오르토 또는 파라이다. 동일하거나 또는 상이할 수 있는 그룹(Q 및 Q')은 --CO-- 또는 --SO<sub>2</sub>--이다. Ar'는 2가 방향족 라디칼이며, n은 0, 1, 2 또는 3이다. 반복 단위체(VI)의 중합체는 특히 선호되는 PEEK이다.

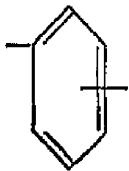
[0045] 열가소성 중합체로 유용한 또 다른 폴리아릴케톤은 반복 단위(IX)를 가지는 PEKK이며:

[0046] (IX)



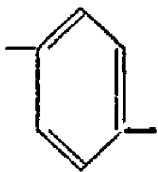
[0047]

[0048] 여기서,



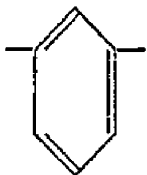
[0049]

[0050] 부분의 70 내지 95%



[0051]

[0052] 이고, 5 내지 30 %는



[0053]

[0054] 이다.

[0055] 본원에 참고로 인용된, W02007/078737호에 공개된 폴리설폰 에테르이미드를 포함하는 폴리에테르이미드도 또한 본 발명의 열가소성 중합체로서 유용하다.

- [0056] 탄소 섬유 및 존재하는 임의의 미립자는 중합체 제조 공정 동안 또는 복합재 링 또는 링 세그먼트를 제조하기 위해 중합체를 가공하는 동안에 중합체와 혼합된다. 후자의 공정은 예를 들어 압축 성형, 분말 압축, 사출 성형, 압출 성형, 반응 사출 성형, TPF Thermoplastic Flowforming™(Envirokare Tech Inc., 뉴욕주 뉴욕 소재) 또는 이러한 물품들을 제조하기 위한 임의의 그 외의 다른 종래의 공정일 수 있다.
- [0057] 탄소 섬유는 길이가 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 5 cm, 바람직하게는 길이가 약 0.2 cm 내지 약 5 cm이다. 탄소 섬유는 피치 또는 폴리아크릴로니트릴(PAN) 또는 고성능 탄소 섬유가 제조될 수 있는 임의의 그 외의 다른 섬유일 수 있다. 탄소 섬유는 사이즈제(sizing)를 함유할 수 있다.
- [0058] 또한 복합재 부품은 50 중량% 이하의 미립자를 함유할 수 있다. 미립자는, 복합재의 열 변형 온도 요건이 충족되는 한, 예를 들면 흑연, 폴리(테트라플루오로에틸렌) 단일중합체 및 공중합체, 또는 광물 충전제와 같은 다양한 유형으로 구성될 수 있다. 활석, 운모, 월라스토나이트, 카올리나이트 및 세피올라이트가 선호되는 광물 충전제이다.
- [0059] 복합재는 또한 윤활제, 산화방지제, 색상 또는 UV 안정화제 및 가공조제를 포함하는 그 외의 다른 충전제 중 1종 이상을 포함할 수 있다. 이러한 충전제는 본 발명의 조성물에서 선택적으로 사용하기에 적합한 첨가제를 포함할 수 있으며, 이러한 첨가제는, 제한 없이, 하기 중 1종 이상을 포함할 수 있다. 안료; 산화방지제; 낮은 열 팽창 계수를 제공하기 위한 물질; 예를 들어 유리 섬유, 세라믹 섬유, 붕소 섬유, 유리 비드, 위스커, 흑연 위스커 또는 다이아몬드 분말과 같이 고강도 특성을 제공하기 위한 물질; 예를 들어 아라미드 섬유, 금속 섬유, 세라믹 섬유, 위스커, 실리카, 실리콘 카바이드, 산화구소, 알루미늄, 마그네슘 분말 또는 티타늄 분말과 같이 방열 또는 내열 특성을 제공하기 위한 물질; 예를 들어 천연 운모, 합성 운모 또는 알루미늄과 같이 코로나 내성을 제공하기 위한 물질; 예를 들어 카본 블랙, 은 분말, 구리분말, 알루미늄 분말 또는 니켈 분말과 같이 전기 전도성을 제공하기 위한 물질; 예를 들어 질화 붕소와 같이 마모 또는 마찰 계수를 추가로 감소시키기 위한 물질. 충전제는 부품들의 제조에 앞서 건조한 분말로서 최종 수지에 첨가될 수 있다.
- [0060] 본 발명의 복합재는 고온에서 우수한 기계적 특성을 갖는다. 이러한 복합재의 측정치는 ASTM D648에 따라 측정시 1.8 MPa에서 열 변형 온도(HDT)가 230 °C 이상이다. 열 변형 온도(또는 열 비틀림 온도)는 고온에서 주어진 하중, 즉, 1.8 MPa 하에서 비틀림에 대한 중합체의 저항의 측정치이다(. 시험편이 1.8 MPa의 응력을 제공하는 3-점 하중 장치(3-point loading apparatus)에 장착된다. 온도는 증가되고, 열 변형 온도는 시험편이 0.25 mm 편향되는 온도이다. 예를 들어, 열가소성 폴리에미드 DuPont™ Vespel™ TP-8549(델라웨어주 윌밍톤에 소재한 DuPont Co.로부터 입수가가능함)는 1.8 MPa에서 236 °C의 HDT를 갖는다.
- [0061] 본 발명의 복합재는 다소 감소된 동적 마찰 계수를 갖는다. 이에 따라, 복합재 슈라우드와 베인이 직접적인 접촉을 하는 경우 베인을 이동시키는데 비교적 적은 힘이 필요하다.
- [0062] 본원에 기술된 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 금속으로 제조된 종래의 부품과 비교할 때 내마모성, 열 안정성 및 비교적 경량으로 인해 항공기 엔진 부품으로서 유용하다. 따라서, 본 발명의 복합재 부품은 동일하거나 또는 유사한 분야 또는 용도를 가진 금속 부품과 대체되기에 유용하다. 복합재 링 또는 링의 세그먼트는 유사한 금속 링 또는 링의 세그먼트에 비해 40-75%의 중량 감소가 야기되고, 즉, 복합재 부품의 중량은 유사한 금속 부품의 중량의 25-60%이다. 복합재 링 또는 링의 세그먼트가 각각 금속 가변 베인과 함께 사용되는 슈라우드 또는 슈라우드의 세그먼트일 때, 복합재는 베인 스템상의 마모를 감소시키거나 또는 배제시킨다. 복합재에 따라 복합재 부품들 사이의 부싱뿐만 아니라 복합재 부품과 금속 부품 사이, 예를 들어 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. 복합재는 부싱 마모의 배제와 금속 대 금속의 마모의 배제로 인해 수명을 연장시킨다. 복합재에 따라 베인 스템 주위에서의 공기 누출을 감소시키는 비교적 타이트한 부품 피트가 허용될 수 있다.
- [0063] 도 1은 내측 슈라우드(10)의 전형적인 세그먼트를 도시한다. 세그먼트는 각(11)에 마주 대하는 호의 형태이다. 완전한 슈را워드는 360 °의 각을 마주 대한다. 슈라워드의 세그먼트는 360 °의 일부 각을 마주 대한다. 슈라워드의 세그먼트는 내측 내측 반경(12)과 외측 반경(13)을 갖는다. 세그먼트는 폭(14)을 가지며, 베인을 수용하기 위한 구멍(15)을 포함한다.

도면

도면1

