



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년12월16일  
 (11) 등록번호 10-1473518  
 (24) 등록일자 2014년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H02K 15/03 (2006.01) B23P 19/02 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-7029780  
 (22) 출원일자(국제) 2009년06월09일  
 심사청구일자 2011년09월26일  
 (85) 번역문제출일자 2010년12월30일  
 (65) 공개번호 10-2011-0031929  
 (43) 공개일자 2011년03월29일  
 (86) 국제출원번호 PCT/BE2009/000030  
 (87) 국제공개번호 WO 2009/149524  
 국제공개일자 2009년12월17일  
 (30) 우선권주장  
 2008/0329 2008년06월13일 벨기에(BE)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 DE102007014192 A1\*  
 JP2003300119 A\*  
 US06963151 B2\*  
 US06309156 B1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 아틀라스 캡코 에어파워, 남로체 벤누트삼  
 벨기에 비-2610 빌리에크 붐세스텐베그 957  
 (72) 발명자  
 폴니코브 알렉산드르  
 벨기에 비-2610 앤드워펜 윌리크 헤이스트라아트  
 48  
 (74) 대리인  
 김태홍

전체 청구항 수 : 총 18 항

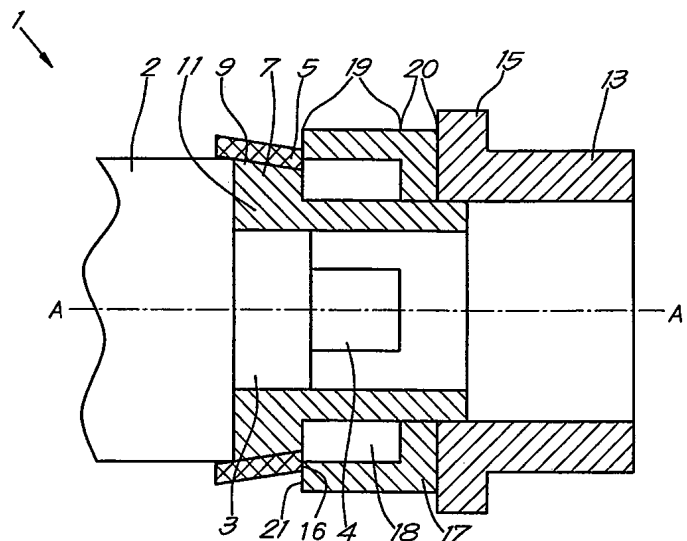
심사관 : 오규환

(54) 발명의 명칭 **역지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분의 둘레에 부시를 장착하는 부시 장착 방법**

**(57) 요약**

본 발명은, 역지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분(2)의 둘레에 부시를 장착하는 부시 장착 방법으로서, 적어도 부분적으로 원추형인 외면(8)을 갖는 안내 요소(7, 23)를 마련하는 단계와, 상기 샤프트(1)의 부분(2)의 연장부에 안내 요소(7, 23)를 마련하는 단계, 및 부시(5)를 샤프트(1)의 부분(2) 상에서 안내 요소(7, 23) 위에서 밀어넣는 단계를 포함하는 부시 장착 방법을 제공한다.

**대표도** - 도8



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

역지 끼워맞춤에 의해 샤프트(1)의 부분(2)의 둘레에 부시(bush)(5)를 장착하는 부시 장착 방법에 있어서, 상기 부시(5)는 섬유 강화되거나 섬유 강화되지 않은 복합재로 이루어진 상이한 층으로 형성되고, 부시(5)의 외측 둘레에 근접하게 놓이는 층은 부시(5)의 내벽에 근접하게 놓이는 층보다 큰 탄성을 가지며, 상기 부시 장착 방법은

- 상기 샤프트(1)의 부분(2)의 연장부에 안내 요소(7, 23)를 마련하는 단계로서, 상기 안내 요소(7, 23)는, 적어도 부분적으로, 최대 직경(D5)이 상기 샤프트(1)의 부분(2)의 외경(D1)으로부터 최대 5 % 벗어난 원추형상인 외면(8)을 갖고, 안내 요소(7, 23)는 원추부(9)의 최대 직경(D5)이 상기 샤프트(1)의 부분(2)을 향하도록 배치되는 것인 단계와,
- 최소 직경(D6)을 갖는 안내 요소(7, 23)의 측부(10) 상에서 안내 요소(7, 23) 위에, 그리고 상기 샤프트(1)의 부분(2) 상에 부시(5)를 밀어넣는 단계와,
- 부시(5)를 안내 요소(7, 23) 위에서 슬라이딩시키는 제1 단계 동안에 압박부(press)(13)를 원추부(9)를 향해 축방향으로 이동시키는 단계로서, 상기 압박부(13)에는, 압박 중에 부시(5)의 전체 단부면(16)이 지지될 수 있는 지지면이 마련되는 것인 단계, 그리고
- 부시(5)를 안내 요소(7, 23) 위에서 슬라이딩시키는 다른 단계 동안에 샤프트(1)의 부분(2)의 외경(D1)보다 크거나 같은 내경(D10)을 갖는 압박 요소(17)를 사용하는 단계

를 포함하며, 상기 부시(5)는

- 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $\pm 70^\circ$  내지  $90^\circ$  로 연장되는 방향으로 권취되는 내부층,
- 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $\pm 70^\circ$  내지  $90^\circ$  의 방향을 따라 연장되는 방향으로 권취되는 중간층,
- 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $0^\circ$  내지  $\pm 70^\circ$  의 방향을 따라 연장되는 방향으로 권취되는 축방향 층, 및
- 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $\pm 70^\circ$  내지  $90^\circ$  로 연장되는 방향으로 권취되는 외부층 중 적어도 하나 또는 이들의 조합에 의한 섬유 강화 복합재로 형성되며;

상기 내부층은 탄소 섬유로 형성되고;

추가 단계에서, 상기 외부층, 축방향 층 또는 중간층은, 부시(5)가 샤프트(1)의 부분(2) 위에 적용된 후에 부분적으로 또는 전체적으로 제거되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 부시(5)를 안내 요소(7, 23) 위에서 축방향으로 슬라이딩시키는 상기 제1 단계 동안, 압박부(13)는 안내 요소(7)의 원추부(9)까지 축방향으로 이동되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 원추부(9)의 최소 직경(D6)은 상기 부시(5)의 내경보다 작거나 이 내경만큼 크고, 적어도 부시(5)의 안내 요소(7)는 부시와 안내 요소 간의 접촉면의 예지 상에 라운딩을 갖는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 라운딩의 반경은 원추부(9)의 최소 직경(D6)의  $10^{-10}$  배 내지 원추부(9)의 최소 직경(D6)의  $10^{-1}$  배의 범위 내인 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 부시(5)는 플라스틱으로 형성되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제1항에 있어서, 안내 요소(7, 23)의 원추부(9)의 정점각( $\alpha$ )은 다음 식,

$$\alpha = k \cdot |\varepsilon| \cdot D4 / [h \cdot (D1 - D4)]$$

에 의한  $\alpha$ 보다 작거나 이  $\alpha$ 만큼 크도록 선택되며, 상기 식에서

- $\alpha$  = 원추부(9)의 최대 정점각(단위:  $^\circ$ ),
- $k$  = 부시(5)를 구성하는 방식과 부시(5)를 형성하는 재료에 기초하여 선택되고,  $10^{-6}$  내지  $10^{-2}$ 의 범위에 있는 인수,
- $|\varepsilon|$  = 부시가 금속으로 형성된 경우, 부시(5)의 최소 탄성 재료 구성 요소에 대한 최대 가능한 신장률 또는 금속의 가소성 한계,
- $h$  = 부시(5)의 벽의 두께(단위: m),
- $D4$  = 부시(5)의 내경(단위: m), 및
- $D1$  = 샤프트(1)의 부분(2)의 외경(단위: m)인 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 안내 요소(7, 23)는 그 길이 방향에 걸쳐 다수의 연속적인 원추부를 포함하고, 모든 원추부는 청구항 9의 식을 충족하며, 상기  $D1$ 은 매번 해당 원추부의 최대 외경에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 샤프트(1)는 단차형(段差形)이고, 안내 요소(7)는 적어도 부분적으로 증공형이며, 안내 요소(7)는, 이 안내 요소에, 부시(5)가 마련되는 상기 샤프트(1)의 부분(2)보다 작은 직경을 갖는 샤프트의 부분(13)에 걸쳐 증공형 부분(12)을 마련함으로써 샤프트에 대해 센터링되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 샤프트(1)에는 그 원위 단부(24)에 리세스(25)가 마련되고, 안내 요소(23)에는 샤프트(1)에 있는 리세스(25)에 대해 상보적인 축방향 돌출부(26)가 마련되며, 안내 요소(23)는, 이 안내 요소의 축방향 돌출부(26)를 샤프트(1)의 리세스(25)에 적어도 부분적으로 도입함으로써 샤프트(1) 상에 센터링되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 안내 요소(7, 23)의 외면(8)에는, 최소 직경( $D6$ )을 갖는 원추부(9)의 측부 상에서 원추부(9)에 연결되는 원통부(11)가 마련되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 안내 요소(7, 23)의 원통부(11)의 외경( $D7$ )은 원추부(9)의 최소 직경( $D6$ )보다 작거나 같은 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 부시(5)를 안내 요소(7, 23) 위에서, 그리고 샤프트(1)의 부분(2) 상에 밀어넣기 위해, 적어도 부분적으로 중공형인 원통형 압박부(13)를 사용하는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 중공형 압박부(13)에는 안내 요소(7, 23)의 원통부(11)의 직경(D7)에 상응하는 내경(D9)을 갖는 리세스(14)가 마련되고, 중공형 압박부(13)는 축방향 이동 중에 안내 요소(7, 23)의 원통부(11) 위에서 이동되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 중공형 압박부(13)에는, 부시(5)를 안내 요소(7, 23) 위에서 축방향으로 변위시키는 제1 단계 중에 부시(5)의 단부면(16)에 대하여 지지되는 오버행(overhang)(15)이 마련되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 다음 단계에서, 우선 부속품(17, 22)이 압박부(13)와 안내 요소(7, 23) 사이에 마련되고, 상기 부속품(17, 22)은 부시(5)의 내경(D4)보다 큰 내경(D10)을 지닌 리세스를 갖는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 19**

제17항에 있어서, 부시(5)를 안내 요소(7, 23) 위에서 축방향으로 슬라이딩시킬 때 다수의 연속적인 단계가 적용되며, 이에 의해 내경(D10)이 증가된 부속품(17, 22)이 모든 후속 단계에서 사용되는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 20**

제1항에 있어서, 상기 안내 요소(7, 23)는 샤프트(1)의 일체형 부분인 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 21**

제1항에 있어서, 억지 끼워맞춤에 의해 부시(5)가 장착되는 상기 샤프트(1)의 부분(2)은 원통형 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 부시 장착 방법.

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분 상에 부시(bush)를 장착하는 부시 장착 방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명의 응용 분야는 예컨대 전기 장치의 영구 자석을 이용하여 로터 샤프트 둘레에 부시를 장착하는 것일 수

도 있고 또는 부시가 비회전식으로 샤프트의 부분 상에 고정되어야만 하고, 부시가, 예컨대 통상적으로 회전 속도가 높은 용례의 경우와 같이 회전력을 받는 어떠한 임의의 용례일 수도 있으며, 이것으로 제한되지 않는다.

**배경 기술**

- [0003] 샤프트의 원통부 상에 소정 요소를 고정하는 방법은 이미 공지되어 있다.
- [0004] 많은 경우에, 예컨대 US 4,549,341에 설명되어 있는 바와 같이, 내경이 상기 샤프트의 부분의 외경보다 작은 내측 통로를 지닌 요소를 구비한다.
- [0005] 샤프트의 원통부 위에 상기 유형의 요소를 적용 가능하도록 하기 위해서, 이러한 공지의 방법은 물체가 가열될 때는 팽창하고 냉각될 때는 수축한다는 원리를 이용한다.
- [0006] 요소를 가열하고, 상기 샤프트의 부분을 냉각함으로써, 이에 의해 요소의 내경과 샤프트의 외경의 차이가 제거되며, 이에 따라 요소를 샤프트의 원통부에 대해 밀어넣을 수 있으며, 그 후 다시 요소가 냉각되고 샤프트가 가열될 때, 수축 조립(shrink fit)이 달성될 수 있다.
- [0007] 이러한 기지의 방법의 첫번째 단점은 이 방법은 단지 열팽창 계수가 충분히 높은 재료와 함께 적용될 수 있다는 것이다.
- [0008] 이러한 기지의 방법의 다른 단점은, 충분한 팽창을 얻기 위해 요소가 강력하게 가열되고, 이로 인해 요소가 손상될 수 있거나, 또는 심지어는 샤프트가 손상될 수 있다는 것이다.
- [0009] 영구 자석 형태의 요소에 있어서, 상기 가열은 자석의 자력을 변하게 할 수 있다.
- [0010] 또한 폴리머 또는 플라스틱으로 형성된 요소에 있어서, 상기 가열은 치명적일 수 있으며, 그 결과 이러한 기지의 방법의 응용 분야가 제한된다.
- [0011] 또한, 일관된 방식으로 대형 요소, 예컨대 금속 링 등을 가열하는 것은 비용이 매우 많이 들고 간단하지 않다.
- [0012] 게다가, 상기 기지의 방법은, 샤프트 상에 가열된 요소를 적용할 때, 모두 연속되는 결과로서 요소가 너무 빨리 냉각되고, 요소가 올바른 위치에 놓이기 전에 샤프트에 고정된다는 점에서 위험하다.
- [0013] 샤프트 상에 요소를 적용하는 다른 기지의 방법에 있어서, 예컨대 US 5,188,478 및 US 6,104,115로부터 공지되어 있는 바와 같이, 샤프트의 부분에는 원추형 외면이 마련되며, 이 원추형 외면 상에는 상보적인 원추형 통로를 지닌 요소가 마련된다.
- [0014] 상기 원추형 실시예의 단점은 이러한 실시예는 비용이 많이 든다는 것이다.
- [0015] 요소가 섬유 강화 복합재로 형성되더라도, 예컨대 요소의 원추형 형상으로 인해 다수의 요소를 제작하는 것이 어렵다.
- [0016] 예컨대 원추형 복합재 링을 제조할 때, 상기 링의 코니시티(conicity)는, 요구되는 코니시티로 인해 하나의 링의 길이로 제한되는 원추형 맨드릴(mandrel) 둘레에 복합재로 이루어진 스트립을 권취함으로써 얻어진다.
- [0017] 이와 대조적으로, 훨씬 긴 원통형 관으로부터 원통형 복합재 링을 절단하는 것이 용이하며, 그러한 원통형 관은, 그 길이를 무작위적으로 선택할 수 있는 원통형 맨드릴 둘레에 복합재로 이루어진 스트립을 권취함으로써 얻을 수 있다.
- [0018] 그 결과, 기본적으로 원추형 링보다 원통형 링을 제작하는 것이 훨씬 용이하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0019] 따라서, 본 발명의 목적은 상기 단점들 및/또는 다른 단점들 중 하나 또는 다수를 해결하는 것이다.
- [0020] 특히, 본 발명은 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분 상에 부시를 장착하는 비용 효율적인 방법을 얻는 것이다.
- [0021] 이에 의해, 본 발명의 목적은 부시와 샤프트 간의 억지 끼워맞춤을 위해 부시에 대해, 예컨대 원추형 표면, 원추형 통로와 같은 복잡한 형상을 요구하는 일 없이, 부시와 샤프트 간의 억지 끼워맞춤을 달성하는 것이다.

[0022] 본 발명의 다른 목적은 실온에서 적용될 수 있고, 예컨대 섬유 강화 복합재와 같은 합성 재료 또는 금속 등으로 형성된 부시가 사용되는 방법을 얻는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0023] 이를 위해, 본 발명은 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분에 부시를 장착하는 부시 장착 방법으로서,
- [0024] - 상기 샤프트의 부분의 연장부에 안내 요소를 마련하는 단계로서, 상기 안내 요소는, 적어도 부분적으로 원추형상이고 최대 직경이 상기 샤프트의 부분의 외경으로부터 최대 5 % 벗어난 외면을 가지며, 안내 요소는 원추부의 최대 직경이 상기 샤프트의 부분을 향하도록 배치되는 것인 단계와,
- [0025] 최소 직경을 갖는 안내 요소측 상에서 안내 요소 위에서, 그리고 상기 샤프트의 부분 상에 부시를 밀어넣는 단계와,
- [0026] 부시를 안내 요소 위에서 변위시키는 제1 단계 동안에 압박부(press)를 원추부를 향해 축방향으로 이동시키는 단계로서, 상기 압박부에는, 압박 중에 부시의 전체 단부면이 지지될 수 있는 지지면이 마련되는 것인 단계, 그리고
- [0027] 부시를 안내 요소 위에서 변위시키는 다른 단계 동안에 샤프트의 부분의 외경보다 크거나 같은 내경을 갖는 압박 요소를 사용하는 단계를 포함하는 부시 장착 방법에 관한 것이다.
- [0028] 본 발명에 따른 상기 부시 장착 방법의 장점은, 샤프트와 부시의 확실한 연결을 얻기 위해, 예컨대 원추형 표면과 같은 구현하기 어려운 복잡한 형태로 부시를 마련할 필요가 없다는 것이다.
- [0029] 본 발명에 따른 상기 부시 장착 방법의 다른 장점은, 이 방법이 실온에서 적용될 수 있다는 것이다.
- [0030] 이러한 방식에서는, 일부 기지의 방법을 이용하는 경우에서와 같이 샤프트에 부시를 수축 조립하기 위해 가열하는 것에 기인하는 표면 산화 등에 의해 샤프트 또는 부시가 손상될 위험이 없다.
- [0031] 더욱이 본 발명에 따른 상기 부시 장착 방법에 있어서, 가열이 요구되지 않기 때문에, 부시를 복합재, 예컨대 유리 섬유 강화 복합재로 형성할 수 있고, 상기 섬유는 바람직하게는 서로에 대해 모든 방향으로 연장된다.
- [0032] 본 발명에 따른 상기 부시 장착 방법의 다른 장점은, 기지의 방법에 의해 가능했던 것보다 길이가 긴 부시가 샤프트 상에 클램핑될 수 있다는 것이다.
- [0033] 사실상, 부시를 안내 요소 위에서 밀어넣는 제1 단계에서의 압박 동안에 지지면 상에서 부시의 전체 단부면을 압박 지지함으로써, 부시가 압박력을 받아 굴곡되는 위험이 상당량 줄어든다.
- [0034] 더욱이, 부시의 축방향 강도가 최대로 사용된다.
- [0035] 그 결과, 밀어넣는 동안 기지의 방법의 경우보다 부시와 안내 요소 또는 샤프트 간의 큰 마찰력을 극복할 수 있다.
- [0036] 이러한 마찰력은 상기 부분들 간의 접촉면에 비례하고, 이에 따라 마찰력은 부시의 길이가 증가할 때 증가하기 때문에, 그 결과 본 발명의 부시 장착 방법을 이용하여 길이가 긴 부시를 샤프트 또는 안내 요소에 대해 밀어넣을 수 있다.
- [0037] 이는 조립 중에 많은 시간을 절약할 수 있다는 추가의 장점을 갖는다.
- [0038] 사실상, 본 발명에 따른 부시 장착 방법은, 기지의 방법을 적용하여 길이가 동일한 샤프트 상에 부시를 마련해야 하는 경우보다 샤프트 상에 상대적으로 길이가 긴 부시를 클램핑하기 위해 보다 적은 조작을 필요로 하며, 이 경우에 다수의 부시는 반드시 차례차례로 샤프트 상에 클램핑되어야만 한다.
- [0039] 또한, 본 발명에 따른 부시 장착 방법에 있어서, 특히 부시가 복합재로 형성된 경우에 압박 중에 부시의 다른 파손 모드가 일어날 위험이 적다.
- [0040] 부적절한 압박 방법을 적용함으로써, 복합재 부시의 구성 부품이 얇은 조각으로 갈라질 수 있으며, 즉 예컨대 외측 복합재층(들) 등에 균열이 발생할 수 있다.
- [0041] 상기 위험은 본 발명에 따른 부시 장착 방법에 있어서 최소로 제한된다.
- [0042] 본 발명의 바람직한 부시 장착 방법에 따르면, 부시를 안내 요소 위에서 축방향으로 변위시키는 상기 제1 단계

동안, 압박부는 안내 요소의 원추부까지 축방향으로 이동된다.

- [0043] 이에 따라, 압박부는 제1 변위 단계 동안 가능한 한 부시의 전체 단부면 상에서 지지되며, 이는 압박하는 동안에 부시의 안정성에 대해 유익함은 물론이다.
- [0044] 본 발명의 바람직한 부시 장착 방법에 따르면, 샤프트는 단차형(段差形)이며, 안내 요소는 적어도 부분적으로 중공형이고, 이때 안내 요소는, 안내 요소에, 부시가 마련되는 상기 샤프트의 부분보다 작은 직경을 갖는 샤프트의 부분에 걸쳐 중공형 부분을 마련함으로써 샤프트에 대해 센터링된다.
- [0045] 상기 샤프트에 대한 안내 요소의 센터링은 매우 간단하고 실용적이다.
- [0046] 본 발명의 다른 부시 장착 방법에 따르면, 샤프트에는 그 원위 단부에 리세스가 마련되며, 안내 요소에는 샤프트에 있는 리세스와 상보적인 축방향 돌출부가 마련되며, 안내 요소의 돌출부를 이용하여 안내 요소를 샤프트의 리세스에 적어도 부분적으로 배치함으로써 안내 요소가 샤프트에 대해 센터링된다.
- [0047] 상기 부시 장착 방법은 예컨대 부시가 샤프트의 원위 단부에 마련되어야만 하거나, 또는 샤프트의 원위 단부에 근접하게 마련되어야만 하는 경우에 실용적일 수 있다.
- [0048] 본 발명의 특징을 보다 양호하게 설명하기 위해, 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분에 부시를 장착하는 본 발명에 따른 부시 장착 방법에 관한 아래의 바람직한 실시예가 도면들을 참고하여, 어떠한 방식으로든 제한하는 일 없이 단지 예로서 설명되며, 첨부되는 도 1 내지 도 10은 제시된 방법의 연속적인 단계를 단면도로서 예시한다.

**발명의 효과**

- [0049] 본 발명에 따르면, 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분 상에 부시를 장착하는 비용 효율적인 방법을 얻을 수 있으며, 이에 의해 부시와 샤프트 간의 억지 끼워맞춤을 위해 부시에 대해, 예컨대 원추형 표면, 원추형 통로와 같은 복잡한 형상을 요구하는 일 없이, 부시와 샤프트 간의 억지 끼워맞춤을 달성할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0050] 도 1은 단차형 샤프트의 부분의 측면도이고,
- 도 2는 도 1에 따른 단차형 샤프트 위에 안내 요소를 마련하는 방법을 보여주는 도면이며,
- 도 3은 안내 요소 위에 부시를 마련하는 방법을 예시하는 도면이고,
- 도 4는 부시에 대하여 압박부를 배치할 수 있는 방법을 보여주는 도면이며,
- 도 5는 안내 요소의 원추부에 대하여 압박부를 축방향으로 이동시킨 후의 상태를 보여주는 도면이고,
- 도 6은 압박부를 제거하고 난 후의 상태를 보여주는 도면이며,
- 도 7은 부시에 대하여 추가의 부속품을 배치하는 방법을 예시하는 도면이고,
- 도 8은 다시 추가의 부속품에 대해 압박부를 적용할 수 있는 방법을 보여주는 도면이며,
- 도 9는 추가의 부속품과 압박부에 의해 샤프트의 부분로 부시를 축방향으로 이동시킨 후의 상태를 보여주는 도면이고,
- 도 10은 부시와 샤프트의 부분 사이에서 궁극적으로 얻어지는 클램핑 조인트를 보여주는 도면이며,
- 도 11은 또 다른 추가의 부속품이 중간 단계로서 사용되는, 도 9와 유사한 변형예를 보여주는 도면이고,
- 도 12는 샤프트의 원위 단부에 공동이 마련되고, 이 공동에 안내 요소가 끼워넣어지는 방식으로 도입되는 것인 변형예를 보여주는 도면이며,
- 첨부된 도 13 내지 도 17은 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분 상에 복합재 부시를 장착하는 기지의 방법을 적용할 때 빈번히 발생하는 파손 모드 - 본 발명에 따른 방법에 의해 회피되거나 적어도 덜 빈번하게 발생됨 - 를 예시하는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0051] 본 발명은 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분에 부시를 장착하는 부시 장착 방법에 관한 것이다.
- [0052] 도 1은 이 경우에 여기에서는 요컨대 감소하는 샤프트 두께에 따른 샤프트(1)의 적어도 3개의 원통부(2, 3, 4)를 지닌 단차형 원통형 샤프트(1)의 원위 일단부의 단면을 제시하며, 샤프트(1)의 각각의 부분(2, 3, 4)은 크기가 큰 것에서 작은 것 순서로 각각의 직경 **D1**, **D2** 및 **D3**인 고유 직경을 갖는다.
- [0053] 그러한 샤프트(1)는 단지 본 발명에 따른 부시 장착 방법과 관련된 샤프트의 예일뿐이며, 샤프트는 예컨대 발전기의 로터 샤프트일 수 있으며, 이때 로터 샤프트에는 영구 자석이 마련되며, 예컨대 자석을 보호하기 위해 샤프트(1) 위에 부시가 마련되어야만 한다.
- [0054] 다른 용례에서, 샤프트(1)는 예컨대, 모터 샤프트가 보다 정상적으로 작동하도록 하기 위해 플라이휠(fly wheel)이 둘레에 마련되는 연소 기관의 샤프트일 수 있다.
- [0055] 물론, 다수의 다른 용례도 또한 포함된다.
- [0056] 그러나, 후속하여 간소화를 위해 첨부된 도 3 내지 도 12에 도시된 부시(5)는 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트(1)의 원통부(2)에 마련되어야만 하는 것으로 가정된다.
- [0057] 부시(5)는 부시(5)가 고정되어야만 하는 샤프트(1)의 부분(2)의 외경(D1)보다 작은 내경(D4)을 지닌 원통형 통로(6)를 갖는다.
- [0058] 본 발명의 부시 장착 방법은 안내 요소(7)에 적어도 부분적으로 원추형인 외면(8)을 마련하는 단계를 포함한다.
- [0059] 이에 의해 한편으로는, 안내 요소(7)의 원추부(9)의 최대 외경(D5)은 부시(5)가 고정되어야만 하는 샤프트(1)의 부분의 외경(D1)으로부터 최대 5%의 편차를 갖는다.
- [0060] 다른 한편으로, 원추부(9)의 최소 외경(D6)은 이 경우에 또는 가능하다면 다른 경우에, 부시(5)의 내경보다 작거나, 최대인 경우에는 부시의 내경과 같다.
- [0061] 바람직하게는, 적어도 부시(5)의 안내 요소(7)에는 부시와 안내 요소의 접촉면의 에지에 라운딩이 마련되며, 상기 라운딩의 반경은 바람직하게는, 원추부(9)의 최소 직경(D6)의  $10^{-10}$ 배 내지 원추부(9)의 최소 직경(D6)의  $10^{-1}$ 배의 범위 내에 있다. 상기 에지는 도 3에서 각각 도면 부호 **R** 및 **R'**으로 표시된다.
- [0062] 본 명세서에서 설명되는 예에서, 안내 요소(7)의 외면(8)에는 또한 최소 직경(D6)을 갖는 원추부(9)의 측부(10) 상에, 칼라 전이부(collar transition)를 통해 원추부(9)에 연결되는 원통부(11)가 마련된다.
- [0063] 상기 원통부(11)의 외경(D7)은 이 경우에 원추부(9)의 최소 직경(D6)보다 작다.
- [0064] 본 발명에 따르면, 상기 외경(D7)은 다른 경우에 최대로 직경(D6)과 같으며, 후자의 경우에 원통부(11)는 임의의 칼라 전이부 없이 원추부(9)에 직접 연결된다.
- [0065] 또한, 본 명세서에서 설명되는 것과 같은 첨부된 도 1 내지 도 11의 예에서, 안내 요소(7)는 적어도 부분적으로 중공형이다.
- [0066] 보다 구체적으로, 이 경우에 안내 요소(7)에는, 부시(5)가 고정되어야만 하는 샤프트(1)의 부분(2)에 인접한 샤프트의 부분(3)의 직경(D2)과 대응하는 내경(D8)을 지닌 중앙 통로(12)가 마련된다.
- [0067] 그 결과, 안내 요소에, 그 위에 부시(5)가 고정되어야만 하는 샤프트(1)의 부분(2)보다 작은 직경(D2)을 갖는 샤프트(1)의 부분(3)에 걸쳐 중공부 또는 통로(12)를 마련함으로써, 안내 요소(7)는 도 2의 예에 대해서 설명되는 바와 같이 샤프트(1)에 대해 센터링될 수 있다.
- [0068] 본 발명의 부시 장착 방법에 따르면, 이에 의해 안내 요소(7), 보다 구체적으로는 안내 요소(7)의 원추부(9)를 샤프트(1)의 부분(2)의 연장부에 배치하는 것을 목적으로 하며, 보다 구체적으로는 최대 외경(D5)을 지닌 안내 요소(7)의 원추부(9)가 샤프트(1)의 부분(2)을 향한다.
- [0069] 도 3에 예시된 바와 같이, 이어서 통로(6)를 지닌 부시(5)가 상기 안내 요소(7)의 외측부 상에서, 마련된 안내 요소(7) 위에 배치될 수 있다.
- [0070] 다음에, 부시(5)가 샤프트(2)의 부분(2) 상의 안내 요소(7) 위에서 슬라이딩하도록, 부시(5)에 축방향(AA')으로 샤프트(1)의 부분(2)을 향하는 힘(F)이 인가된다. 마지막으로, 이 경우에 안내 요소(7)가 다시 제거된다.
- [0071] 축방향 힘(F)은 다수의 방식으로 인가될 수 있지만, 본 발명의 부시 장착 방법은, 예컨대 부시(5)의 벽의 두께

(h)에 따라 또는 축방향 힘(F)을 인가할 때 사용되는 보조 수단에 따라 2개 또는 다수의 단계로 이루어진다.

- [0072] 부시(5)에 축방향 힘(F)을 인가하는 바람직한 방법은, 부분적으로 중공형이거나 도 4에 주어진 예에 제시된 바와 같이 전체적으로 중공형인 원통형 압박부(13)를 이용하는 것으로 이루어진다.
- [0073] 이 경우에 보다 구체적으로, 압박부(13)에는 중앙 리세스(14)가 마련되며, 이 중앙 리세스는 안내 요소(7)의 원통부(11)의 외경(D7)에 실질적으로 상응하는 내경(D9)을 지닌다.
- [0074] 이에 의해, 본 발명에 따른 부시 장착 방법의 목적은 압박부(13)를 이용하여 부시(5)에 축방향 힘(F)을 인가하고, 이에 따라 부시(5)가 안내 요소(7)의 원추부(9) 위에서 슬라이딩하도록 하며, 상기 축방향 이동 중에 압박부(13) 자체는 안내 요소(7)의 원통부(11) 위에서 이동하도록 하는 것이다.
- [0075] 중공형 압박부(13)에는, 압박 중에 제1 단계에서 부시(5)의 전체 단부면(16)이 지지될 수 있는 지지면으로서의 역할을 하는 오버행(overhang)(15)이 마련된다.
- [0076] 이것은 압박 중에 링(5)이 틀어지거나 내측 방향으로 휘는 위험을 줄인다.
- [0077] 더욱이, 본 발명의 방법에 따르면, 안내 요소(7) 위에서 부시(5)를 슬라이딩시키는 제1 단계 동안, 원통형 압박부(13)가 안내 요소(7)의 원추부(9)까지 축방향으로 이동되는 것이 바람직하다.
- [0078] 이것은 도 5에 예시되어 있다.
- [0079] 주어진 예에서, 압박부(13)는 샤프트(1)의 부분(2)까지 멀리 이동될 수 없는데, 그 이유는 압박부에 있는 리세스(14)의 직경(D9)이 압박부(13)의 전체 길이에 걸쳐 안내 요소(7)의 원통부(11)의 외경(D7)에 상응하고, 이에 의해 직경(D6)과 직경(D7)의 차가 일종의 정지부를 형성하기 때문이다.
- [0080] 이것은, 예컨대 압박부(13)에 있는 리세스(14)의 일부가 다소 큰 직경을 갖도록 함으로써 방지될 수 있다.
- [0081] 그러나, 그 결과 압박부(13)와 부시(5)의 단부면(16) 간의 접촉면도 또한 줄어들고, 이는 부시(5)가 뒤틀리거나 내측 방향으로 휘는 데 기여할 수 있다.
- [0082] 이것을 방지하기 위해, 부시(5)가 원추부(9) 위에서 압박되는 동안, 예컨대 동일하거나 실질적으로 동일한 직경(D4, D6, D7)을 선택함으로써 가능하다면 추가의 지지부가 마련될 수 있다.
- [0083] 압박부(13)의 제거 후, 도 6에 제시한 바와 같은 상황이 달성된다.
- [0084] 본 발명의 특정 양태에 따르면, 안내 요소의 원추부(9) 위에서 부시(5)를 축방향으로 샤프트(1)의 부분(2)을 향해 더 멀리 슬라이딩시키는 것이 가능하도록 하기 위해, 본 발명의 부시 장착 방법의 다음 단계에서 추가의 부속품(17)이 사용된다.
- [0085] 도 7에 제시된 바와 같이, 상기 부속품(17)은 예컨대 단차형 리세스(18)를 구비하는 원통형 압박 요소(17)로 구성된다.
- [0086] 주어진 예에서, 부분(19)에 있어서 부시(5)의 내경(D4) 또는 안내 요소(7)의 원추부(9)의 최소 직경(D6)보다 큰 내경(D10)을 지닌 리세스(18)가 구현된다.
- [0087] 보다 구체적으로, 상기 부분의 상기 직경(D10)은 이 경우에는 샤프트(1)의 부분(2)의 외경(D1)과 동일하거나 또는 상기 외경(D1)보다 다소 크다.
- [0088] 또한, 부속품(17)의 인접부(20)의 리세스(18)는, 안내 요소의 원통부(11)의 직경에 상응하는 내경(D11)을 갖는다.
- [0089] 그 결과, 인접부(20)의 리세스(18)를 이용하여 안내 요소(7)에 대해 부속품(17)을 센터링하는 것이 가능한 한편, 부속품(17)이 부분(19)에서 원위 단부(21)에 의해 부시(5)에 대해 지지될 수 있고, 축방향 힘(F)이 부속품(17)에 인가될 때, 부시(5)는 축방향(AA')으로 안내 요소의 원추부(9) 위에서 전체적으로 또는 부분적으로 슬라이딩할 수 있다.
- [0090] 도 8에 도시된 바와 같이, 압박부가 그 오버행(15)에 의해 부속품(17)에 대해 다시 지지될 때까지 압박부(13)를 상기 안내 요소(7)의 원통부(11) 위에서 밀어넣음으로써, 압박부(13)에 의해 부속품(17)에 축방향 힘(F)이 인가될 수 있다.
- [0091] 도 9에 도시된 바와 같이, 부속품(17)에 축방향 힘(F)을 인가할 때, 부시(5)는 안내 요소(7)의 원추부(9)를 지

나 변위될 수 있으며, 이에 의해 주어진 예에서는 이 단계에서 축방향으로의 슬라이딩이 가능한 최대 거리가 확장 통로(D10)를 구비하는 부속품(17)의 부분(19)의 길이에 의해 결정된다.

- [0092] 이 경우, 직경(D10)은 또한 부시(5)를 샤프트(1)의 부분(2)까지 압박할 만큼 충분히 크다는 점에 유념해야만 한다.
- [0093] 압박부(13), 부속품(17) 및 안내 요소(7)의 제거 후, 도 10에 제시한 바와 같은 상황이 달성되며, 이때 부시(5)는, 이러한 목적으로 장착 중에 사용된 사용 재료의 열팽창 특성을 이용하지 않고도 역시 끼워맞춤에 의해 샤프트(1)의 부분(2) 상에 장착된다.
- [0094] 때때로, 다수의 유사한 중간 단계를 적용하는 것이 유용할 수 있으며, 이에 의해 안내 요소(7) 위에서 부시(5)를 축방향으로 이동시킬 때 다수의 연속적인 다른 부속품(22)이 적용되며, 모든 후속하는 단계에서 증가하는 내경(D10)을 지닌 다른 부속품(22)이 사용된다.
- [0095] 상기 부속품(22)의 사용은 도 11에 예시되어 있다.
- [0096] 부시(5)의 벽의 두께(h)가 감소하고 부시(5)의 내경(D4)과 부시(5)가 고정되는 샤프트(1)의 부분(2)의 외경(D1)이 증가할 때, 다수의 상기 중간 단계를 사용해야만 하는 것이 바람직하다.
- [0097] 사실상, 상기 방법에 따라 적용되는 마지막 부속품(17)은 항상, 적어도 샤프트(1)의 부분(2)의 직경(D1)만큼 큰 내경(D10)을 가져야만 한다.
- [0098] 부시(5)가 얇은 벽을 갖고, 연장되는 직경(D1 내지 D4)의 차이가 크면, 압박 중에 상기 부속품(17, 22)은 부시(5)의 단부면(16)의 매우 제한된 부분 상에서 지지되며, 이로 인해 휨 문제 등이 유발될 수 있다.
- [0099] 궁극적으로, 연장되는 직경(D1 내지 D4)의 차보다 작은 두께(h)를 갖는 부시(5)가 사용되면, 단일 부속품(17)에 의해 부시(5)의 임의의 변형을 얻는 것이 불가능하다.
- [0100] 상기 경우는 사실상 반경 방향으로 매우 탄성이 있기는 하지만, 축방향으로는 비교적 강성인 재료가 사용되는 경우에 발생한다.
- [0101] 사실상, 부시(5)의 필요한 대형 반경 방향 연장부는 부시(5)의 큰 탄성을 필요로 하는 반면, 본 발명의 방법에 따라 압박할 때에는, 상당한 축방향 힘(F)이 부시(5)에 인가되어야만 한다.
- [0102] 상기 재료는, 예컨대 섬유 강화 복합재일 수 있으며, 섬유 강화 복합재의 섬유는 양호한 반경 방향 탄성과 큰 축방향 강도가 얻어지도록 방향이 정해진다. 큰 반경 방향 탄성은 실제적으로 최신 복합재의 특성이다.
- [0103] 그 점에 대해서, 본 발명의 장점들 중 하나는 외경(D1)을 지닌 샤프트(1) 위에서 두께(h)와 본래 내경(D4)을 갖는 벽이 얇은 부시(5)를 변위시키는 것이 가능하며, 직경(D1 내지 D4)에 있어서의 차이는 부시(5)의 두께(h)보다 크다는 것이다.
- [0104] 이것은 기지의 기술에 있어서는 불가능하다.
- [0105] 이제, 다음 설명은 이것이 제공할 수 있는 장점이 무엇인지 예시한다.
- [0106] 본 발명의 목적은 로터 힘에 저항할 수 있도록, 부시가 샤프트 상에 크램핑된 후에 샤프트(1)에 소정 반경 방향 압력(P)을 인가하도록 하는 것이다.
- [0107] 이러한 반경 방향 압력(P)은 다음 공식으로 표현된다.
- [0108] 
$$P = (h \cdot \sigma) / D4 = (h \cdot \epsilon \cdot E) / D4 \quad \text{[식 1]}$$
- [0109] 상기 식에서,
- [0110] - P는 부시(5)에 의해 샤프트(1)에 인가되는 압력이고,
- [0111] - h는 부시(5)의 두께이며,
- [0112] - D4는 부시(5)의 내경이고,
- [0113] - E는 부시(5)를 형성하는 재료의 영률이며,
- [0114] -  $\sigma$ 는 부시(5)에서의 반경 방향 인장력이고,

- [0115] -  $\varepsilon$  은 부시(5)의 반경 방향 변형이다.
- [0116] 샤프트(1) 상에서 동일한 반경 방향 압력(P)을 얻기 위해, 단지 작은 변형( $\varepsilon$ )만을 겪고 두께(h)가 비교적 두꺼운 부시(5)뿐만 아니라 큰 변형( $\varepsilon$ )을 겪고 두께(h)가 비교적 얇은 부시(5)를 선택할 수 있다는 것이 명백하다.
- [0117] 후자의 선택은 여러 경우에 보다 경제적인데, 그 이유는 부시(5) 자체의 재료를 절감할 수 있기 때문이다.
- [0118] 그러나, 압박 중에 단지 하나의 단계만이 이용되는 기지의 방법에 있어서는, 단지 제한된 부시(5)의 변형만을 얻을 수 있다.
- [0119] 압박 중에, 2개 또는 다수의 단계를 이용하는 본 발명에 따른 방법을 적용함으로써, 부시(5)의 훨씬 큰 변형을 얻을 수 있으며, 이에 따라 보다 얇은 두께(h)의 부시(5)를 선택할 수 있다.
- [0120] 더욱이, 예컨대 영구 자석을 구비하는 모터의 경우에서와 같은 자기장이 공기 갭을 통과하는 자기 회로에서는, 자기 저항을 제한하도록 또는 로터와 스테이터 간의 공기 갭이 가능한 한 많이 제한되는 것이 바람직하다.
- [0121] 본 발명에 따른 방법을 적용함으로써, 예컨대 로터에 상기 영구 자석을 매설하는 것이 가능하고, 본 발명에 따른 방법에 의해 보다 큰 반경 방향 연장부를 얻을 수 있기 때문에 기지의 방법에서보다 훨씬 더 얇게 선택될 수 있는 두께(h)를 갖는 부시(5)를 이용하여 상기 영구 자석을 보호하는 것이 가능하다.
- [0122] 그 결과, 또한 훨씬 적은 양의 자성 재료가 요구되며, 이것도 역시 상당한 비용 절감을 뜻한다.
- [0123] 또한, 본 발명에 따른 안내 요소(7)의 원추부(9)의 정점각(apical angle)( $\alpha$ )은 너무 크지 않은 것이 바람직하며,  $0.01^\circ$  내지  $15^\circ$  인 것이 바람직한데, 그 이유는 정점각( $\alpha$ )이 작은 경우에 정점각( $\alpha$ )이 큰 경우보다, 축방향 힘(F)을 인가함으로써 부시(5)가 상대적으로 보다 용이하게 변형될 수 있기 때문이다.
- [0124] 더욱 바람직하게는, 이러한 정점각( $\alpha$ )은 다음 공식에 따라 얻어진 값보다 작거나 같게 선택된다.
- [0125] 
$$\alpha = k \cdot |\varepsilon| \cdot D4 / [h \cdot (D1 - D4)] \quad \text{[식 2]}$$
- [0126] 상기 식에서,
- [0127] -  $\alpha$  = 최대 정점각(단위:  $^\circ$ ),
- [0128] -  $k$  = 부시(5)를 구성하는 방식과 부시(5)를 형성하는 재료에 기초하여 선택되고,  $10^{-6}$  내지  $10^{-2}$ 의 범위 내에 있는 인수,
- [0129] -  $|\varepsilon|$  = 부시가 금속으로 형성된 경우, 부시(5)의 최소 탄성 재료 구성 요소에 대한 최대로 가능한 신장률 또는 금속의 가소성 한계,
- [0130] -  $h$  = 부시(5)의 벽의 두께(단위: m),
- [0131] -  $D4$  = 부시(5)의 내경(단위: m), 및
- [0132] -  $D1$  = 샤프트(1)의 부분(2)의 외경(단위: m)이다.
- [0133] 이러한 계산 방법을 고려함으로써, 축방향 힘(F)이 소정 범위 내에서 유지되고, 그 결과 더 설명하는 바와 같이 압박 중에 부시(5)의 소정 방식의 파손을 방지할 수 있다.
- [0134] 예시하지 않은 변형예에 따르면, 그 길이 방향에 걸쳐 다수의 연속적인 원추부를 포함하는 안내 요소를 이용할 수 있으며, 이때 모든 원추부는 상기 공식을 만족하며,  $D1$ 은 매번 해당 원추부의 최대 외경에 의해 결정된다.
- [0135] 충분히 작은 정점각( $\alpha$ )을 선택함으로써, 예컨대 부시(5)를 형성하는 층들의 박리(도 15) 또는 도 16에 의해 예시되는 바와 같은 부시(5)의 외측부 상의 복합재의 균열과 같은 문제를 방지할 수 있다.
- [0136] 더욱이, 보다 작은 정점각( $\alpha$ )을 선택하면, 안내 요소(7)의 원추부(9) 위에서의 부시(5)의 변형을 얻을 수 있다.
- [0137] 실질적으로  $10^{-4}$ 와 동일한  $k$ 값은 예컨대 상기 작용을 방지하기 위해 본 발명에 따라 적절한 것으로 생각되고, 이러한  $k$ 값에 있어서 넓은 범위의 부시(5)를 위해 사용되는 재료와 부시(5)를 구성하는 방법이 커버된다.
- [0138] 바람직하게는, 부시(5)는 플라스틱으로 형성되고, 가장 바람직하게는, 예컨대 섬유 강화 복합재로 형성된다.
- [0139] 본 발명의 고유한 특징에 따르면, 부시(5)는 섬유 강화되거나 섬유 강화되지 않은 상이한 복합재층들로 형성되

며, 이때 부시(5)의 외측 둘레에 근접 배치되는 층은 상기 부시(5)의 내벽에 근접 배치되는 층보다 큰 탄성을 갖는다.

- [0140] 그러한 복합재 부시는 아래의 층들 중 적어도 하나 또는 이들 층의 조합을 포함하는 섬유 강화 복합재로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0141] - 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $\pm 70^\circ$  내지  $90^\circ$  로 연장되는 방향으로 권취되는 내부층,
- [0142] - 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $\pm 70^\circ$  내지  $90^\circ$  의 방향을 따라 연장되는 방향으로 권취되는 중간층,
- [0143] - 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $0^\circ$  내지  $\pm 70^\circ$  의 방향을 따라 연장되는 방향으로 권취되는 축방향 층, 및
- [0144] - 섬유가 부시(5)의 축선에 대해  $\pm 70^\circ$  내지  $90^\circ$  로 연장되는 방향을 따라 권취되는 외부층.
- [0145] 이때, 섬유 방향에 대한 상이한 각도는 부시(5)에 대해 요구되는 강도에 따라 조정할 수 있다.
- [0146] 본 발명의 다른 바람직한 방법에 따르면, 상기 복합재 부시(5)의 상기 내부층은 탄소 섬유로 형성된다.
- [0147] 본 발명에 따른 방법은, 샤프트(1)에 부시(5)를 클램핑하는 데, 구체적으로는 샤프트(1)에 대해 복합재 부시(5)를 압박하는 데 매우 적절하다.
- [0148] 사실상, 본 발명에 따른 방법의 경우, 원추부(9) 위에서 부시(5)를 가압할 때 발생할 수 있는 다수의 파손 모드, 첨부된 도 13 내지 도 17에 의해 이하에서 설명되는 다수의 파손 방식이 방지된다.
- [0149] 우선, 본 발명에 따른 방법에 의해, 부시(5)의 전체 단부면(16) 상에 지지되는 압박부(13) 또는 부시(5)의 전체 단부면(16) 상에 지지되는 부속품(17)을 사용함으로써, 부시(5)가 휠 위험이 매우 많이 줄어들거나 완전히 제거된다.
- [0150] 이런 경우가 아니면, 도 13에 도시된 바와 같이 부시는 쉽게 내측 방향으로 휘는데, 그 이유는 이러한 제1 압박 단계 중에, 압박부(13) 또는 부속품(17)에 있는 부시(5)의 원위 단부가 내측에서 지지되지 않기 때문이다.
- [0151] 더욱이, 부시(5)에 작용하는 압박부(13) 또는 부속품(17)의 비대칭 힘뿐만 아니라 원추부(9)의 배향은 힘을 더욱 증대시킨다.
- [0152] 예컨대 복합재로 형성되는 것과 같은 다수의 층으로 형성된 부시(5)에 있어서 발생할 수 있는 다른 파손 모드는 압박 중에 층들이 박리된다는 것이다.
- [0153] 그러한 파손 모드는 도 14 및 도 15의 예에 의해 예시되며, 이때 압박부(13) 또는 부속품(17)에 근접한 부시(5)의 원위 단부 또는 이미 샤프트의 부분(2) 위에서 이미 밀어넣어진 부시(5)의 원위 단부 상에서 각각 층들이 박리된다.
- [0154] 부시(5)의 층들이 떨어져 나오는 이유는 주로, 안내 요소(7)의 원추부(9)에 대해서 너무 큰 정점각( $\alpha$ )을 취하기 때문이다.
- [0155] 도 16은 원추부(9)에 대한 정점각( $\alpha$ )의 부적절한 선택으로 인해 발생할 수 있는 부시(5)의 또 다른 파손 모드를 보여준다.
- [0156] 구체적으로, 너무 큰 정점각( $\alpha$ )과 원추부(9)와 샤프트의 부분(2) 사이의 너무 작은 라운딩은 너무 갑작스러운, 부시(5)에 있어서의 방향의 변화를 유발하며, 그 결과, 부시(5)의 표면에서 균열이 발생할 수 있다.
- [0157] 그러나, 전술한 바와 같이 행하거나, 적절한 정점각(abrupt)뿐만 아니라 안내 요소(7)의 원추부(9)와 샤프트의 부분(2) 사이의 양호한 라운딩을 선택함으로써, 상기 부시(5)가 박리되거나 부시(5)의 표면에 형성되는 크랙의 위험이 제거되지 않는다면 최소로 줄어들고, 이는 또한 본 발명에 따른 방법의 장점을 보여준다.
- [0158] 더욱이, 아직 설명되지 않은 본 발명의 다른 방법에 따르면, 샤프트(1)에 부시(5)를 장착하는 동안에 단지 보강 부로서의 역할을 하는, 보다 정확히 말하자면, 샤프트에 부시를 장착하는 동안에 부시(5)에 형성되는 상기 박리 또는 균열 또는 부시(5)의 표면에 형성되는 균열을 방지하는 다수의 추가의 섬유 강화층을 부시에 마련하는 것이 포함된다.
- [0159] 이미 앞서 상정한 바와 같이, 부시(5)는 예컨대 내부층, 중간층, 축방향 층 및 외부층으로 구성될 수 있으며, 부시(5)가 샤프트(1)에 장착된 후에, 이들 층 중 하나 또는 다수가 부시(5)으로부터 다시 제거될 수 있다.
- [0160] 이 방법의 주된 장점은, 임시 보강층이 적용되지 않는 경우에 부시가 장착된 후에 보존되는 부시(5)의 층들은

보다 큰 섬유 밀도를 갖도록 형성될 수 있다는 데 있다.

- [0161] 이러한 방식으로, 하나 또는 다수의 기능층으로 형성된 최종 장착 부시(5)는 얇은 두께(h)를 가질 수 있지만, 그럼에도 불구하고 샤프트(1)에 큰 반경 방향 압력(P)을 가한다.
- [0162] 본 발명에 따른 방법의 다른 장점은, 안내 요소(7), 샤프트(1) 및 압박부(13)를 매우 간단한 방식으로 매우 양호하게 정렬할 수 있기 때문에, 도 17에 도시된 바와 같은 파손 모드를 방지할 수 있다는 것이다.
- [0163] 샤프트의 부분(2)에 대한 안내 요소(7)의 불량한 위치 설정으로 인해, 원추부(9)와 샤프트의 부분(2) 사이의 불량하게 정렬된 전이부에서 부시(5)의 층들의 소정 박리 및/또는 휨이 발생한다.
- [0164] 본 발명의 방법에서와 같이 샤프트(1)의 부분(2)에 인접한 샤프트의 부분(3)의 직경(D2)에 상응하는 내경(D8)을 갖는 중앙 통로(12)를 지닌 안내 요소(7)를 마련함으로써, 자동으로 양호한 정렬이 얻어지며, 그 결과 양호한 정렬은 자명하고 상기 문제들이 방지된다.
- [0165] 복합재 부시(5)에 대한 양호한 대안은 바람직하게는 얇은 금속으로 이루어진 부시(5)를 제조하는 것이다. 이때, 금속은 항복점이 부시(5)가 장착되는 동안에 발생하는 최대 인장력보다 높도록 선택되는 것이 바람직하다.
- [0166] 본 발명은 지금까지 설명된 방법으로 제한되는 것이 아니라, 이와 달리 다른 유사한 방법도 또한 포함된다.
- [0167] 도 12에 의해 예시된 바와 같이, 예컨대 다른 유형의 안내 요소(23)가 다른 방식으로 샤프트에 대해 센터링될 수 있다.
- [0168] 도 12의 주어진 예에서, 샤프트(1)에는 그 원위 단부(24)에 내측 개구(25)가 마련되는 반면, 안내 요소(23)에는, 샤프트(1)의 내측 개구(25)에 대해 상보적인 축방향 돌출부(26)가 마련된다.
- [0169] 이러한 방식으로, 샤프트(1)의 내측 개구(25)에 그 축방향 돌출부(26)에 의해 안내 요소를 도입함으로써 샤프트(1)에 대해 안내 요소(23)를 센터링하는 것이 가능해진다.
- [0170] 이는, 예컨대 부시(5)가, 샤프트(1)의 원위 단부(24)에 배치되거나 이 원위 단부에 근접하게 배치되는, 샤프트(1)의 부분(2)에 고정되어야만 하는 경우에 유리할 수 있다.
- [0171] 본 발명의 또 다른 대안의 방법에 따르면, 예컨대 샤프트(1)의 부분(2)에 인접한 샤프트(1)에, 부시(5)의 반경 방향 연장부를 얻도록 부시(5)를 그 위에서 밀어넣을 수 있는 원추부를 마련함으로써 안내 요소가 샤프트와 일체부가 되도록 샤프트(1)를 형성하는 것이 포함된다.
- [0172] 예컨대 압박부(13)가 사용되고 하나 이상의 텔레스코프식 부속품(12, 22)이 일체화되는 다른 방법도 또한 포함된다.
- [0173] 안내 요소(7), 샤프트(1), 부속품(17, 22) 및 압박부(13)와 같은 상이한 부품들을 서로에 대해 센터링하는 것도 또한 상이한 방식으로 행할 수 있다.
- [0174] 도면에서는, 부시가 억지 끼워맞춤에 의해 장착되어야만 하는 샤프트(1)의 부분(2)이 원형/원통형이지만, 본 발명이 기본적인 방식 등으로 타원형/원통형 형상이나 원통형 형상을 갖는 샤프트(1)의 부분, 또는 심지어는 원추형 형상을 갖는 샤프트(1)의 부분(2)에 적용되는 것도 포함된다.
- [0175] 본 발명은 예로서 설명되고 첨부 도면에 제시된 본 발명에 따른 방법 및 용례로 제한되지 않으며, 그 반대로 여전히 본 발명의 범위 내에 속하는, 억지 끼워맞춤에 의해 샤프트의 부분에 부시를 장착하는 방법이 많은 다양한 방식이나 또는 다른 용례에서 구현될 수 있다.

**부호의 설명**

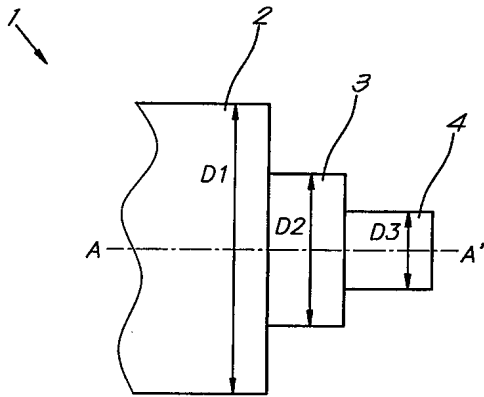
- [0176] 1 : 샤프트
- 5 : 부시
- 7, 23 : 안내 요소
- 9 : 안내 요소의 원추부
- 11 : 안내 요소의 원통부

13 : 압박부

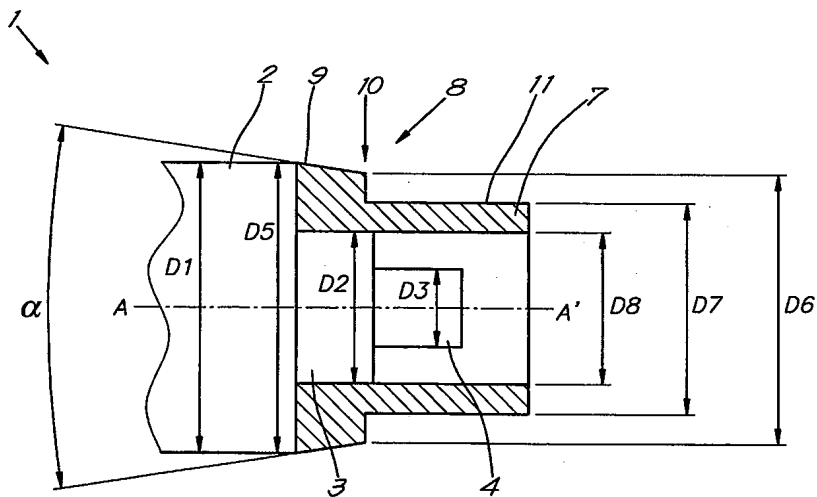
17, 22 : 부속품

도면

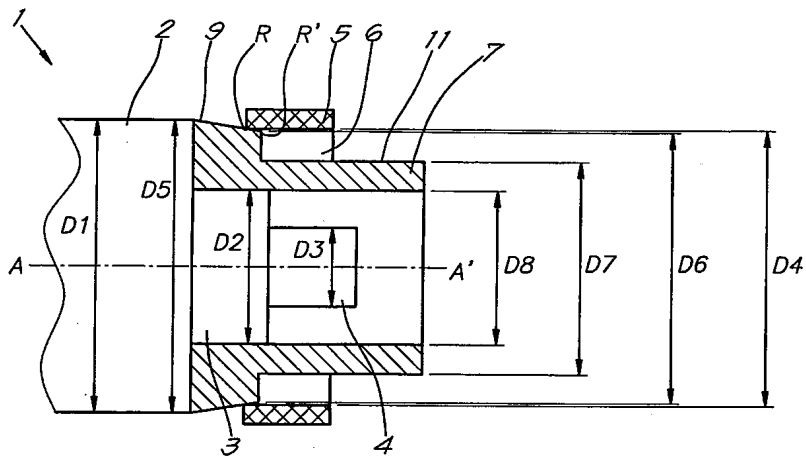
도면1



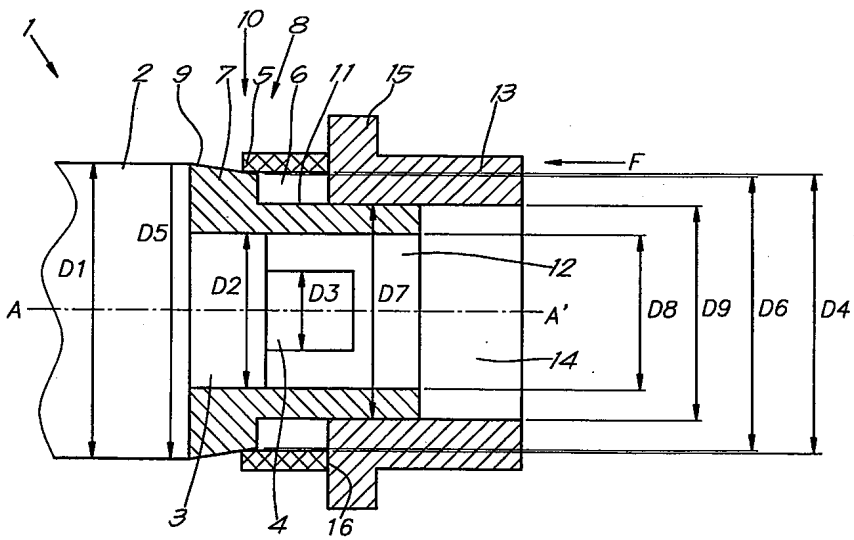
도면2



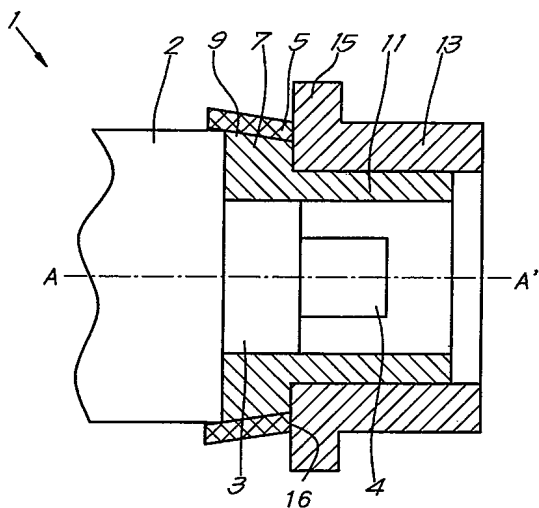
도면3



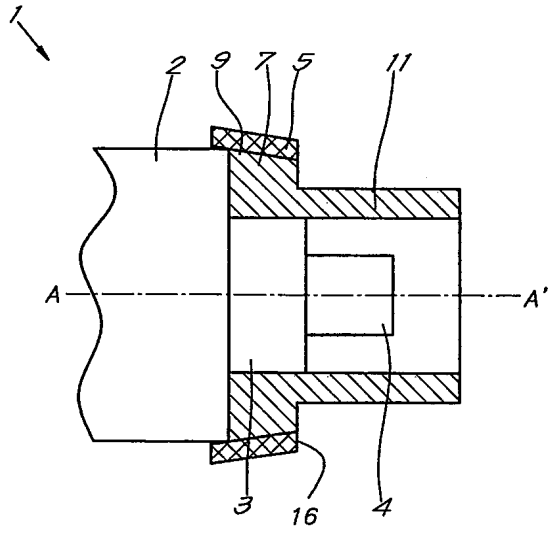
도면4



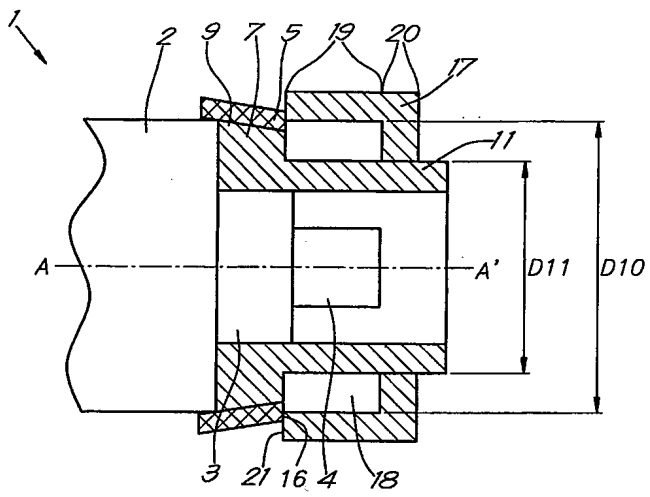
도면5



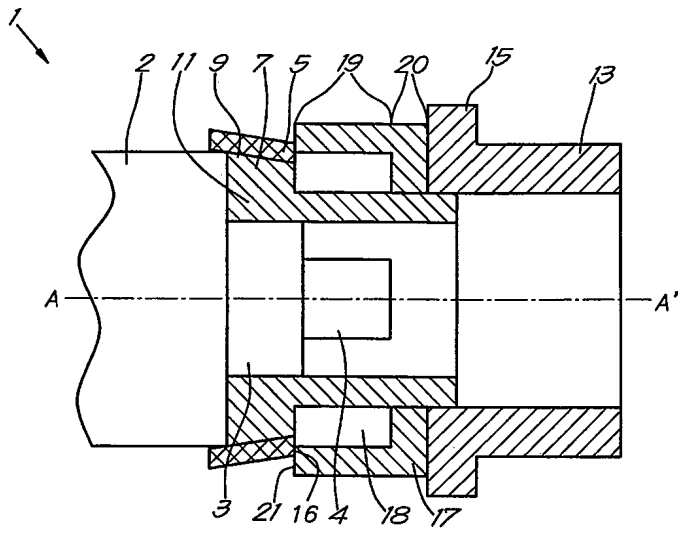
도면6



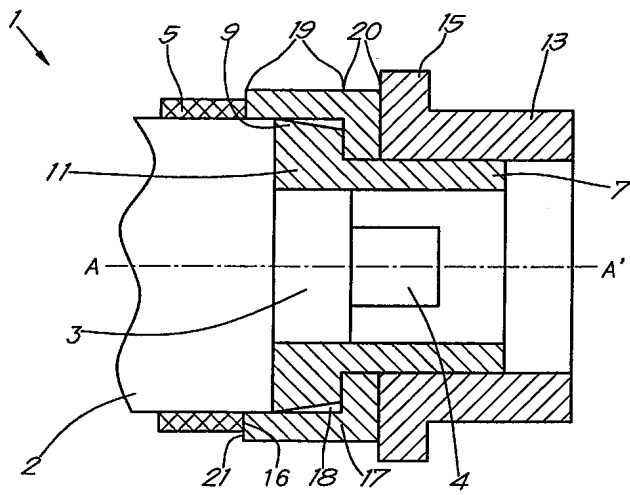
도면7



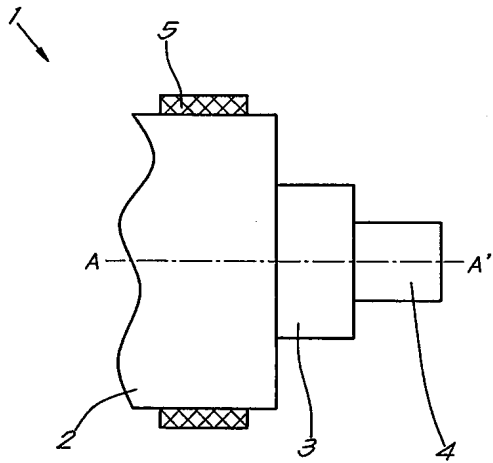
도면8



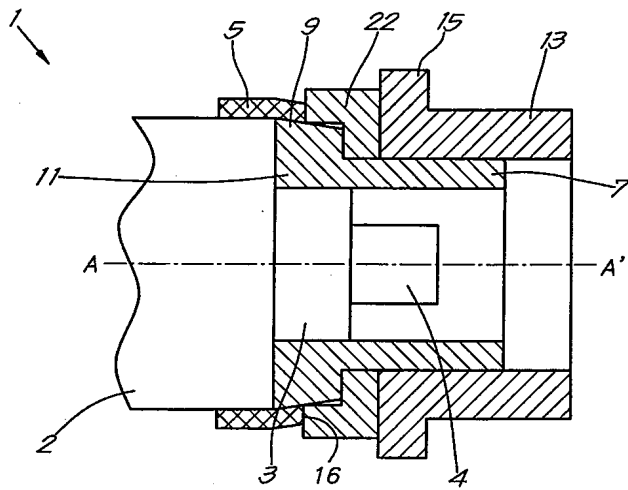
도면9



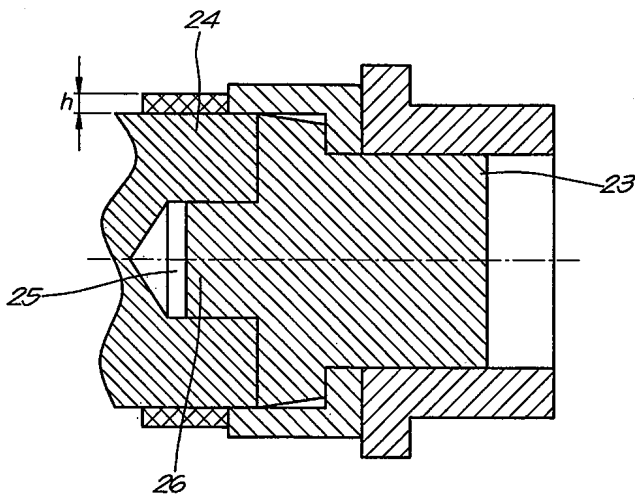
도면10



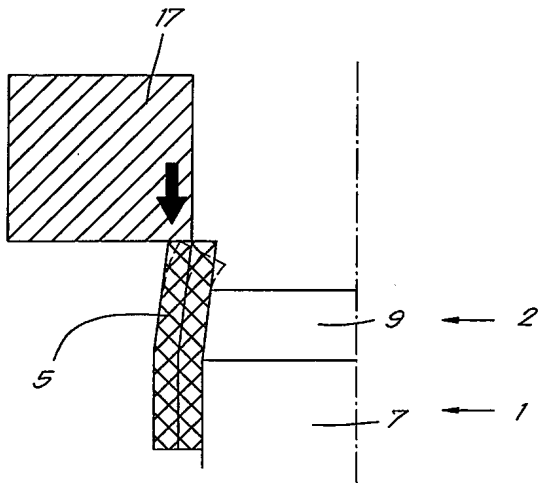
도면11



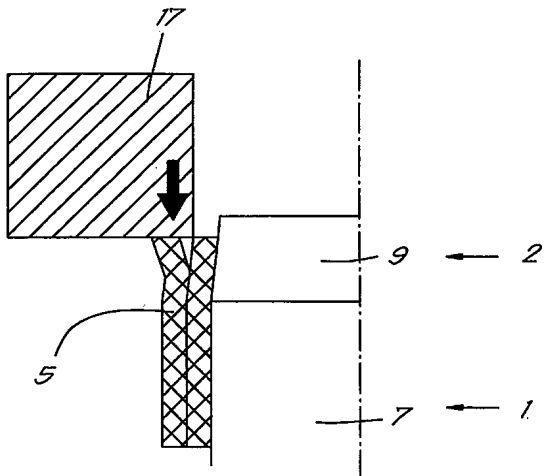
도면12



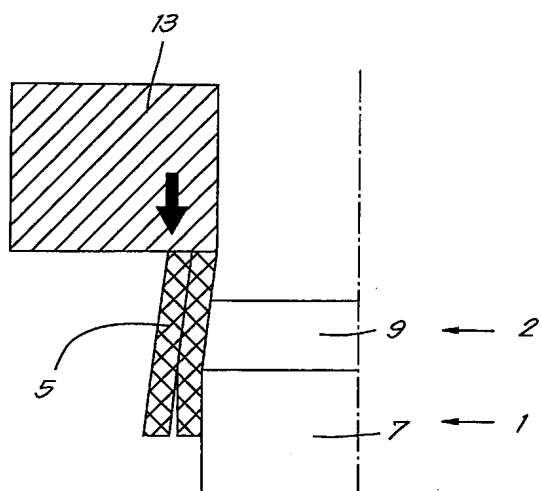
도면13



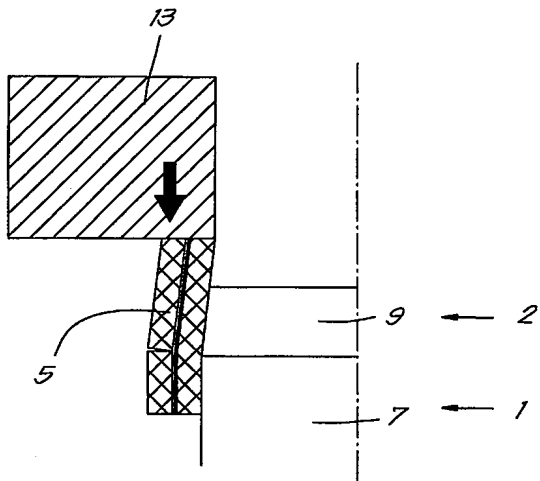
도면14



도면15



도면16



도면17

