

(72) 발명자

모리 나쓰히코

일본 미에켄 쿠와나시 오아자 히가시카타 아자 오
유미다 3066, 엔티엔 가부시끼가이샤 나이

나가사키 케이지

일본 후쿠이켄 아와라시 유비나카 59-115, 후꾸이
료라가부시끼가이샤 나이

마키노 마사히로

일본 후쿠이켄 아와라시 유비나카 59-115, 후꾸이
료라가부시끼가이샤 나이

코데라 쇼이찌

일본 후쿠이켄 아와라시 유비나카 59-115, 후꾸이
료라가부시끼가이샤 나이

우치우미 마사토

일본 후쿠이켄 아와라시 유비나카 59-115, 후꾸이
료라가부시끼가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

단조로 일체로 성형한 축부 및 플랜지부를 구비하고, 축부의 외주에 레이디얼 베어링 간극에 면하는 레이디얼 베어링면이 축방향으로 이격하여 2개소에 형성되며, 그 레이디얼 베어링면의 사이에, 상기 레이디얼 베어링면보다도 소경의 오목부가 형성된 동압베어링장치용 축부재로서,

상기 레이디얼 베어링면 및 상기 오목부의 외주면이 모두 연삭면이고,

상기 레이디얼 베어링면의 원통도가 $3\mu\text{m}$ 이하인 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 레이디얼 베어링면을 기준으로 한, 플랜지부의 양단면의 직각도 및 축부의 끝면의 직각도가 각각 $5\mu\text{m}$ 이하인 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 축부재의 양단면이 연삭면인 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 축부와 플랜지부의 코너부에, 경사진 형상의 오목부가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 동압베어링장치용 축부재와, 그 축부재가 내주에 삽입되는 베어링 슬리브와, 축부의 외주와 베어링 슬리브의 내주 사이의 레이디얼 베어링 간극에 생기는 유체의 동압작용으로 압력을 발생시켜 축부를 레이디얼 방향으로 비접촉 지지하는 레이디얼 베어링부와, 플랜지부 일단측의 스톱베어링 간극에 생기는 유체의 동압작용으로 압력을 발생시켜 플랜지부를 스톱베어링 방향으로 비접촉 지지하는 제1스�톱베어링부와, 플랜지부 타단측의 스톱베어링 간극에 생기는 유체의 동압작용으로 압력을 발생시켜 플랜지부를 스톱베어링 방향으로 비접촉 지지하는 제2스�톱베어링부를 구비한 것을 특징으로 하는 동압베어링장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 레이디얼 베어링 간극에 면하는 축부의 외주면과, 이 외주면에 대향하는 베어링 슬리브의 내주면 중 어느 한면에, 유체의 동압작용을 발생시키기 위한 동압홈이 축방향으로 비대칭으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치.

청구항 8

제6항에 기재된 동압베어링장치와, 회전자 마그넷과, 고정자 코일을 구비한 것을 특징으로 하는 모터.

청구항 9

축부와 플랜지부를 일체로 갖는 축소재를 단조가공에 의해 성형하는 공정과, 상기 단조가공에서 얻은 상기 축소재의 외주에, 레이디얼 베어링면을 연삭에 의해 축방향으로 이격하여 2개소에 형성함과 아울러, 상기 쌍방의 레이디얼 베어링면의 사이에 상기 어느 레이디얼 베어링면보다도 소경의 오목부를 연삭에 의해 형성하는 공정을 포함하고,

상기 축부 외주의 연삭가공에 있어서, 상기 오목부의 연삭을 상기 쌍방의 레이디얼 베어링면의 연삭과 동시에 행하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 축부의 외주면을 기준으로 하여 축소재의 양단면에 제1연삭가공을 실시하고, 그 양단면을 기준으로 하여 적어도 축소재의 외주면에 제2연삭가공을 실시하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 제1연삭가공을, 플랜지부의 한쪽의 끝면과 축부의 끝면에 실시하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 제2연삭가공을, 축소재 중, 적어도 축부 외주의 레이디얼 베어링 간극에 면하는 레이디얼 베어링면으로 되는 부분에 실시하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 제2연삭가공에서, 플랜지부의 다른쪽의 끝면을 추가로 연삭하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

청구항 15

축부와 플랜지부를 일체로 구비하고, 상기 축부의 외주에, 복수의 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 동압홈 영역이 축방향으로 이격하여 2개소에 형성됨과 아울러, 그 레이디얼 동압홈 영역의 사이에, 상기 구획부의 외주면보다도 소경의 오목부가 형성된 금속제의 동압베어링장치용 축부재에 있어서, 상기 동압홈이 소성가공에 의해 형성되고, 상기 구획부의 외주면과 상기 오목부의 외주면이 모두 연삭면인 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 플랜지부의 양단면에, 복수의 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 슬러스트 동압홈 영역이 소성가공에 의해 형성되고, 상기 슬러스트 동압홈 영역에 있어서의 구획부의 축방향 끝면이 연삭면인 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 레이디얼 동압홈 영역이 전조가공 혹은 단조가공에 의해 형성된 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 슬러스트 동압홈 영역이 단조가공에 의해 형성된 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 19

제15항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 축부와 상기 플랜지부를 단조에 의해 일체로 성형한 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재.

청구항 20

제15항 내지 제18항 중 어느 한 항에 기재된 동압베어링장치용 축부재와, 그 축부재가 내주에 삽입되고, 상기 축부재와의 사이에서 레이디얼 베어링 간극을 형성하는 슬리브 부재를 구비하고, 상기 레이디얼 베어링 간극에 생긴 유체의 동압작용으로 상기 축부재와 상기 슬리브 부재를 비접촉으로 유지하는 것을 특징으로 하는 동

압베어링장치.

청구항 21

제20항에 있어서, 슬리브 부재가 오일함유 소결금속으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치.

청구항 22

제20항에 있어서, 레이디얼 베어링 간극에 면하는 축부의 외주면에, 유체의 동압작용을 발생시키기 위한 동압 홈이 축방향으로 비대칭으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치.

청구항 23

제20항에 기재된 동압베어링장치와, 회전자 마그넷과, 고정자 코일을 구비하는 것을 특징으로 하는 모터.

청구항 24

축부와 플랜지부를 일체로 구비하고, 상기 축부의 외주에, 복수의 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 레이디얼 동압홈 영역을 축방향으로 이격하여 2개소에 형성함과 아울러, 그 레이디얼 동압홈 영역의 사이에, 상기 구획부의 외주면보다도 소경의 오목부를 형성한 동압베어링장치용 축부재의 제조방법에 있어서,

축소재의 축부 외주에 상기 레이디얼 동압홈 영역을 소성가공으로 형성한 후, 상기 구획부의 외주면에 연삭가공을 실시함과 아울러, 상기 레이디얼 베어링면의 사이에 연삭가공을 실시하는 것으로 상기 오목부를 형성하고, 그후 상기 오목부를 제외하고 상기 구획부의 외주면에 마무리 연삭을 실시하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 축소재 및 상기 레이디얼 동압홈 영역을 모두 단조로 성형하고, 또한 양자의 단조가공을 동시에 행하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

청구항 26

삭제

청구항 27

제24항 또는 제25항에 있어서, 상기 축소재의 성형과, 플랜지부의 양단면으로의, 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 슬러스트 동압홈 영역의 형성을 모두 단조로 행하고, 또한 양자의 단조가공을 동시에 행하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 레이디얼 베어링 간극에 생기는 유체의 동압작용으로 축부재를 레이디얼 방향으로 상대 회전가능하게 비접촉 지지하는 동압베어링장치용 축부재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 동압베어링은, 베어링 간극에 생기는 윤활유의 동압작용으로 축부재를 회전가능하게 비접촉 지지하는 것이고, 예컨대, HDD 등의 디스크형상 기록매체 구동장치의 스피들 모터에 조립되어 사용된다. 이러한 종류의 동압베어링장치에는, 축부재를 레이디얼 방향으로 회전가능하게 비접촉 지지하는 레이디얼 베어링부와, 축부재를 슬러스트 방향으로 회전가능하게 비접촉 지지하는 슬러스트 베어링부가 설치되고, 레이디얼 베어링부를 구성하는 베어링 슬리브의 내주면 또는 축부재의 외주면에, 동압발생용 홈(동압홈)이 형성된다. 또한, 슬러스트 베어링부를 구성하는 축부재의 플랜지부의 양단면, 또는, 이것에 대향하는 면(베어링 슬리브의 끝면이나, 하우징에 고정되는 슬러스트 부재의 끝면, 혹은 하우징의 저부의 내측 저면 등)에, 동압홈이 형성된다(예컨대, 특허문헌1 참조).

[0003] 또한, 상기 동압흡은, 예컨대 축부재의 외주면에 헤링본 형상이나 스파이럴 형상으로 배열한 상태로 형성된다. 이러한 종류의 동압흡을 형성하기 위한 방법으로서, 예컨대 절삭가공(예컨대, 특허문헌2를 참조)이나, 에칭(예컨대, 특허문헌3을 참조) 등이 알려져 있다.

[0004] 특허문헌1: 일본 특허공개 2002-61641호 공보

[0005] 특허문헌2: 일본 특허공개 평08-196056호 공보

[0006] 특허문헌3: 일본 특허공개 평06-158357호 공보

발명의 상세한 설명

[0007] 최근에는, 정보기기에 있어서의 정보기록밀도의 증대나 고속회전화에 대응하기 위해서, 상기 정보기기용 스피들 모터에 대한 한층의 고속 회전 정밀도화가 요구되고 있고, 이 요청에 따르기 위해, 상기 스피들 모터에 조립되는 유체동압베어링장치에 대해서도 더 나은 고속 회전 정밀도가 요구되고 있다.

[0008] 그런데, 동압베어링장치의 회전 정밀도를 높이기 위해서는, 동압이 생기는 레이디얼 베어링 간극이나 스러스트 베어링 간극을 고정밀도로 관리하는 것이 중요하게 된다. 이 간극을 적절하게 관리하기 위해서, 상기 각 베어링 간극의 형성에 관여하는 동압베어링장치의 축부재에는, 높은 치수 정밀도가 요구된다. 한편, 기존의 가공방법에서는, 가공 비용이 현저하게 고등하기 때문에 그 이상의 고정밀도화는 곤란하고, 따라서, 축부재에 대해서, 가공 정밀도와 가공 비용을 양립시킨 새로운 가공방법의 제공이 요망된다.

[0009] 또한, 축부재의 측(예컨대 축부의 외주면이나, 플랜지부의 양단면)에 동압흡을 형성할 경우에는, 동압흡의 가공 정밀도가 각 베어링 간극의 정밀도를 좌우하기 때문에, 동압흡의 고정밀도의 가공이 필요하게 된다. 그러나, 기존의 가공방법(예컨대 에칭이나 절삭가공 등)을 이용하여, 동압흡 가공의 고정밀도화를 도모할 경우, 가공 비용이 현저하게 고등한다.

[0010] 본 발명의 제1과제는, 저비용으로 치수 정밀도를 향상시킨 동압베어링장치용 축부재 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 제2과제는, 가공 비용의 고등을 피해서 고정밀도로 동압흡을 가공한 동압베어링장치용 축부재 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

[0012] 제1과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 각각 단조로 성형한 축부 및 플랜지부를 구비하고, 축부의 외주에 레이디얼 베어링 간극에 면하는 레이디얼 베어링면을 형성한 것으로서, 레이디얼 베어링면의 원통도가 $3\mu\text{m}$ 이하인 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재를 제공한다. 여기서, 원통도는, 원통형체(원통도의 대상으로 되는 면. 여기서는 축부의 레이디얼 베어링면을 가리킨다)를 2개의 동축의 기하학적으로 올바른 원통으로 끼웠을 때, 동축 2원통(내접 원통과 외접 원통)의 간격이 최소로 될 경우의, 동축 2원통의 반경의 차로 표시된다. 레이디얼 베어링면은, 동압작용이 생기는 레이디얼 베어링 간극에 면한 것이면 되고, 동압작용을 발생시키기 위한 동압흡의 유무는 상관없다.

[0013] 축부 외주에 형성된 레이디얼 베어링면의 원통도는, 특히 축부의 외주와, 축부 외주에 대향하는 베어링부재(베어링 슬리브나 하우징 등) 사이에 형성되는 레이디얼 베어링 간극의 정밀도를 크게 좌우한다. 즉, 원통도가 커지면, 상기 레이디얼 베어링 간극이, 원주방향 혹은 축방향으로 일정하지 않고, 간극이 큰 개소와 간극이 작은 개소가 현저하게 나타난다. 그 때문에, 상기 베어링 간극이 작은 개소에서는, 타 개소에 비해서 축부재의 회전 토크가 커지게 되는 등 베어링 손실이 증가하고, 상기 베어링 간극이 큰 개소에서는, 타 개소에 비해서 베어링 강성이 저하하고, 축의 진동이 커진다. 또한, 축방향으로 간극이 일정하지 않으면, 축방향으로의 바람직하지 못한 윤활유체의 흐름이 생겨, 적절한 윤활유체의 순환에 악영향을 끼칠 가능성이 있다. 이들 관점으로부터, 본 발명에서는, 레이디얼 베어링면의 원통도를 $3\mu\text{m}$ 이하로 규정했다. 이것에 의하면, 레이디얼 베어링 간극의 치수의 편차가 억제되므로, 상기 베어링 손실을 억제할 수 있고, 또한 상기 베어링 강성을 확보할 수 있다. 따라서, 이 축부재와, 축부재에 대향하는 베어링부재 사이의 레이디얼 베어링 간극을 고정밀도로 관리할 수 있고, 이들 축부재와 베어링부재를 구비한 베어링장치의 고속 회전 정밀도가 실현 가능하게 된다.

[0014] 이 축부재에 있어서는, 축부의 외주에 형성된 레이디얼 베어링면을 기준으로 한, 플랜지부의 양단면의 직각도 및 축부의 끝면의 직각도는, 각각 $5\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. 여기서, 직각도란, 직각이어야 할 소정 평면과 기준면의 조합에 있어서, 기준면(여기서는 레이디얼 베어링면)에 대하여 기하학적으로 직각인 기하학 평면으로부터의 상기 소정 평면(여기서는 플랜지부의 끝면 혹은 축부의 끝면)의 어긋남의 크기를 말한다. 플랜지

부의 끝면의 직각도가 $5\mu\text{m}$ 보다 크면, 상기 끝면과 대향하는 면 사이에 형성되는 스러스트 베어링 간극에 편차가 생기므로써, 베어링 손실이 증가하는 등 베어링 성능에 악영향을 줄 가능성이 있기 때문이다. 또한, 축부의 끝면의 직각도가 $5\mu\text{m}$ 보다 크면, 스러스트 베어링 간극을 정밀도 좋게 설정하는 것이 어렵게 되거나, 혹은 축부 끝면이 축부 외주면이나 플랜지부의 끝면을 연삭가공할 때의 기준면이 될 경우에는, 이들 연삭면의 가공 정밀도가 저하할 가능성이 있기 때문이다.

- [0015] 상기 축부재는, 축부와 플랜지부를 각각 단조로 형성한 것이고, 또한, 축부재의 양단면(축부재의 양단부에 위치하는 축부의 끝면과 플랜지부의 한쪽의 끝면)을 연삭면으로 하면, 이들 면을 기준면으로 하여 축부재 외주면의 정밀 연삭을 행할 수 있게 된다. 이것에 의해, 원통도나 직각도의 값을 작게 억제한 레이디얼 베어링면을 갖는 축부재를 저비용으로 얻을 수 있다. 상기 축부재는, 축부와 플랜지부를 모두 단조로 일체로 성형할 수도 있고, 이것에 의하면, 더 나은 저비용화가 도모된다.
- [0016] 축부와 플랜지부의 코너부에 경사진 형상의 오목부를 형성하면, 축부의 외주면 및 플랜지부의 끝면 양쪽의 연삭시에 있어서의 슷돌의 여유부를 확보할 수 있다. 이 오목부의 형성방법으로서는, 여러가지의 방법이 고려되지만, 가공 후의 버나 불순물 등의 발생을 억제하는 관점에서, 소성가공으로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 제1의 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 축부와 플랜지부를 일체로 갖는 축소재를 단조가공에 의해 성형하는 공정과, 축부의 외주면의 일부 또는 전부의 원통도를 교정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법을 제공한다. 또한, 더욱 바람직하게는, 상기 교정가공을 실시한 면을 기준으로 하여 축소재의 양단면에 제1연삭가공을 실시하고, 다음으로 상기 양단면을 기준으로 하여 적어도 축소재의 외주면에 제2연삭가공을 실시하는 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법을 제공한다.
- [0018] 이와 같이 본 발명에서는, 단조 성형으로 축부와 플랜지부를 일체로 갖는 축부재(축소재)를 대충 성형한 후, 축부 외주면의 원통도를 교정하므로, 후술의 제1연삭공정에 있어서, 교정한 면을 기준으로 함으로써, 고정밀도의 연삭가공(폭 연삭)을 행할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 원통도의 교정가공에는, 예컨대 등근 다이어나 평 다이아몬드 등에 의한 전조가공을 들 수 있지만, 그 외에도 드로잉이나 아이어닝, 혹은 분할형의 프레스(클리핑)에 의한 사이징 가공 등등, 여러가지의 소성가공을 이용할 수 있다.
- [0020] 제1연삭공정에서는, 축소재의 축방향 양단부에 위치하는 양단면, 구체적으로는 축부의 끝면과 플랜지부의 한쪽의 끝면에 연삭가공이 실시된다. 이 때, 상술한 바와 같이 교정가공을 실시한 축부 외주면을 기준으로 하여 각 끝면이 연삭되므로, 이들 축소재의 양단면의 직각도나 평면도를 고정밀도로 마무리할 수 있게 된다.
- [0021] 다음으로, 이들 연삭가공을 실시한 축소재의 양단면을 기준으로 하여 축소재의 외주면에 제2연삭가공이 실시된다. 기준면인 축소재의 양단면은, 제1연삭공정에서 고정밀도로 마무리되므로, 가공 대상인 축소재의 외주면도 고정밀도로 마무리할 수 있다. 제2연삭가공은, 축소재의 외주면 중, 적어도 레이디얼 베어링면으로 되는 부분에 실시되지만, 그 외에 플랜지부의 외주면에 실시할 수도 있다. 또한, 미연삭인 플랜지부의 다른쪽의(축부측의) 끝면에 실시할 수도 있다. 이 제2연삭공정에서는, 이들 축소재의 연삭해야 할 면에 대응한 형상의 윤곽을 갖는 슷돌(총형 슷돌)을 사용함으로써, 이들 연삭해야 할 면을 한번에 마무리할 수 있다.
- [0022] 이상의 순서를 거침으로써, 레이디얼 베어링면의 원통도가 $3\mu\text{m}$ 이하, 또한 플랜지부의 양단면의 직각도 및 축부의 끝면의 직각도가 각각 $5\mu\text{m}$ 이하의 축부재를 저비용으로 제조할 수 있게 된다.
- [0023] 상기 동압베어링장치용 축부재는, 축부재가 내주에 삽입되는 베어링 슬리브와, 축부의 외주와 베어링 슬리브의 내주 사이의 레이디얼 베어링 간극에 생기는 유체의 동압작용으로 압력을 발생시켜 축부를 레이디얼 방향으로 비접촉 지지하는 레이디얼 베어링부와, 플랜지부 일단측의 스러스트 베어링 간극에 생기는 유체의 동압작용으로 압력을 발생시켜 플랜지부를 스러스트 방향으로 비접촉 지지하는 제1스러스트 베어링부와, 플랜지부 타단측의 스러스트 베어링 간극에 생기는 유체의 동압작용으로 압력을 발생시켜 플랜지부를 스러스트 방향으로 비접촉 지지하는 제2스러스트 베어링부를 구비한 동압베어링장치로서 제공하는 것이 가능하다.
- [0024] 이 경우에는, 예컨대 레이디얼 베어링 간극에 면하는 축부의 외주면과, 이 외주면에 대향하는 베어링 슬리브의 내주면 중 어느 하나의 일면에, 유체의 동압작용을 발생시키기 위한 동압홈을 축방향으로 비대칭으로 형성할 수 있다.
- [0025] 상기 동압베어링장치는, 동압베어링장치와, 회전자 마그넷과, 고정자 코일을 구비한 모터로서 제공하는 것도 가능하다.

- [0026] 제2과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 축부와 플랜지부를 일체로 구비한 금속제의 동압베어링장치용 축부재로서, 축부의 외주에, 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 레이디얼 동압홈 영역이 소성가공에 의해 형성되고, 또한 레이디얼 동압홈 영역에 있어서의 구획부의 외주면이 연삭면인 동압베어링장치용 축부재를 제공한다. 여기서 말하는 구획부는, 각 동압홈을 구획하는 부분을 가리키고, 소위 동압홈 간의 용기(ridges)의 부분을 포함한다. 또한, 동압홈이 축방향에 대하여 경사지게 형성되어 있는 경우에, 그들 경사진 형상의 동압홈을 축방향으로 분할하는, 소위 평활부의 부분도 구획부에 포함된다.
- [0027] 이와 같이, 본 발명에서는, 축부재의 축부 외주에, 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 레이디얼 동압홈 영역을 소성가공에 의해 형성했으므로, 예컨대 절삭가공과 같이, 절삭가공시에 절삭가루가 생기는 일 없이, 재료를 절삭할 수 있다. 또한, 예칭에 의한 가공방법과 비교해도, 부식 때문에 미리 마스킹을 행하는 수고를 생략할 수 있으므로, 대개 가공 비용의 대폭적인 저감이 도모된다. 또한, 본 발명은, 레이디얼 동압홈 영역에 있어서의 구획부의 외주면이 연삭면인 것을 특징으로 하는 것이다. 이 연삭면은, 소성가공에 의해 형성한 레이디얼 동압홈 영역 중, 동압홈을 구획하는 구획부(동압홈에 인접하는 산이 되는 부분)의 외경부를 연삭함으로써 얻어지는 것이므로, 이것에 의하면, 소성가공만으로 될 수 없는 동압홈 영역의 정밀가공이 가능하게 되고, 외경치수 정밀도나 표면 거칠기를 정밀도 좋게 얻을 수 있다. 이 때문에, 본 발명에 의하면, 가공 정밀도의 향상과, 가공 비용의 저감을 양립시킬 수 있고, 이러한 동압베어링장치에 있어서의 레이디얼 베어링 간극을 고정밀도로 관리할 수 있다.
- [0028] 이러한 동압홈 영역은, 예컨대 소성가공에 의해 축부와 일체로 형성한 플랜지부의 양단면에도 형성할 수 있다. 이 경우, 플랜지부는, 그 양단면에, 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 스리스트 동압홈 영역을 형성함과 아울러, 이 스리스트 동압홈 영역에 있어서의 구획부의 축방향 끝면이 연삭면으로 되는 구성을 이룬다.
- [0029] 레이디얼 동압홈 영역은, 예컨대 전조가공으로 형성할 수 있고, 단조가공으로 형성할 수도 있다. 또한, 레이디얼 동압홈 영역과 스리스트 동압홈 영역을 모두 단조가공으로 형성할 수도 있다. 또는, 이들 동압홈 영역이 각각 형성되는 축부 및 플랜지부를, 예컨대 단조로 일체로 성형하는 것도 가능하다.
- [0030] 또한, 제2과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 축부와 플랜지부를 일체로 구비하고, 축부의 외주에, 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 레이디얼 동압홈 영역을 형성한 동압베어링장치용 축부재의 제조방법에 있어서, 축소재의 축부 외주에 레이디얼 동압홈 영역을 소성가공으로 형성한 후, 레이디얼 동압홈 영역에 있어서의 구획부의 외경부를 포함하는 부분을 연삭가공한 것을 특징으로 하는 동압베어링장치용 축부재의 제조방법을 제공한다.
- [0031] 이러한 제조방법에 의하면, 레이디얼 동압홈 영역의 가공 정밀도의 향상 및 가공 비용의 저감을 양립시킬 수 있다. 또한, 축부와 플랜지부를 일체로 갖는 축소재를 단조 성형하면, 더 나은 가공 비용의 저감, 혹은 가공품 1개당의 사이클타임의 단축이 도모된다.
- [0032] 레이디얼 동압홈 영역의 소성가공으로서는, 예컨대 단조가공을 채택할 수 있지만, 이 경우에는, 축소재 및 레이디얼 동압홈 영역을 모두 단조로 성형하고, 또한 양자의 단조가공을 동시에 행하는 것도 가능하다. 이것에 의하면, 이러한 가공 공정을 간략화할 수 있음과 아울러, 가공에 요하는 사이클타임을 더욱 단축할 수 있다.
- [0033] 축소재의 축부에는, 축부의 레이디얼 동압홈 영역을 포함하는 부분의 원통도를 교정하기 위한 전조가공을 실시할 수 있다. 이 경우, 예컨대 레이디얼 동압홈 영역의 형성과, 축부의 레이디얼 동압홈 영역을 포함하는 부분의 원통도의 교정을 모두 전조로 행하고, 또한 양자의 전조가공을 동시에 행함으로써, 이러한 가공 공정의 간략화가 도모됨과 아울러, 사이클타임의 단축화가 도모된다. 이것에 의해, 가공품의 양산성을 비약적으로 향상시킬 수 있게 된다.
- [0034] 또는, 축소재의 성형과, 플랜지부의 양단면으로의, 동압홈과 각 동압홈을 구획하는 구획부로 이루어지는 스리스트 동압홈 영역의 형성을 모두 단조로 행하고, 또한 양자의 단조가공을 동시에 행할 수도 있다. 이것에 의하면, 축소재와 스리스트 동압홈 영역의 형성에 따른 가공 공정을 간략화하여, 가공시간의 단축을 도모할 수 있다.
- [0035] 상기 동압베어링장치용 축부재는, 예컨대 동압베어링장치용 축부재와, 이 축부재가 내주에 삽입되고, 축부재와의 사이에서 레이디얼 베어링 간극을 형성하는 슬리브 부재를 구비하고, 레이디얼 베어링 간극에 생긴 유체의 동압작용으로 축부재와 슬리브 부재를 비접촉으로 유지하는 동압베어링장치로서 제공가능하다. 또한, 베어링 슬리브는, 예컨대 오일함유 소결금속으로 형성할 수 있고, 이 축방향 끝면에는, 플랜지부의 끝면 대신에,

스러스트 동압흡 영역을 형성할 수도 있다.

[0036] 또한, 상기 동압베어링장치는, 이 동압베어링장치와, 회전자 마그넷과, 고정자 코일을 구비한 모터로서 제공 하는 것도 가능하다.

[0037] <발명의 효과>

[0038] 본 발명에 의하면, 레이디얼 베어링 간극이나 스러스트 베어링 간극의 형성에 관여하는 축부재의 축부 외주면 이나 플랜지부의 끝면을 고정밀도로 또한 저비용으로 가공할 수 있으므로, 이들 축부재를 조립한 동압베어링 장치의 각 베어링 간극을 고정밀도로 관리할 수 있다. 그 결과, 상기 동압베어링장치에 고속 회전 정밀도를 부여할 수 있게 된다.

[0039] 또한, 본 발명에 의하면, 축부재에 형성되는 동압흡을, 이러한 가공 비용의 고등을 피해서 정밀도 좋게 가공 할 수 있다. 또한, 이 축부재를 조립한 동압베어링장치에 있어서의 베어링 간극을 고정밀도로 관리함으로써, 동압베어링장치의 베어링 성능을 장기에 걸쳐 안정적으로 발휘할 수 있다.

실시예

[0092] 이하, 본 발명의 제1실시형태를 도 1~도 12에 기초하여 설명한다.

[0093] 도 2는, 본 발명의 제1실시형태에 따른 동압베어링장치(1)를 조립한 정보기기용 스핀들 모터의 일구성예를 개 념적으로 나타내고 있다. 이 정보기기용 스핀들 모터는, HDD 등의 디스크 구동장치에 이용되는 것이므로, 축 부재(2)를 회전가능하게 비접촉 지지하는 동압베어링장치(1)와, 축부재(2)에 설치된 디스크 허브(3)와, 예컨 대 반경방향의 겹을 통해서 대향시킨 고정자 코일(4) 및 회전자 마그넷(5)과, 브래킷(6)을 구비하고 있다. 고 정자 코일(4)은 브래킷(6)의 외주에 설치되고, 회전자 마그넷(5)은, 디스크 허브(3)의 내주에 설치된다. 브래 키트(6)은, 그 내주에 동압베어링장치(1)를 장착하고 있다. 또한, 디스크 허브(3)는, 그 외주에 자기디스크 등 의 디스크(D)를 1장 또는 복수장 유지하고 있다. 이 정보기기용 스핀들 모터는, 고정자 코일(4)에 통전하면, 고정자 코일(4)과 회전자 마그넷(5) 사이의 여자력에 의해 회전자 마그넷(5)이 회전하고, 그것에 따라, 디스 크 허브(3) 및 디스크 허브(3)에 유지되는 디스크(D)가 축부재(2)와 일체로 회전한다.

[0094] 도 3은, 동압베어링장치(1)를 나타내고 있다. 이 동압베어링장치(1)는, 일단에 저부(7b)를 갖는 하우징(7)과, 하우징(7)에 고정된 베어링 슬리브(8)와, 베어링 슬리브(8)의 내주에 삽입되는 축부재(2)를 주된 구성부품으 로 하여 구성된다. 또한, 설명의 편의상, 하우징(7)의 저부(7b)의 측을 하측, 저부(7b)와 반대인 측을 상측으 로 하여 이하 설명을 행한다.

[0095] 하우징(7)은, 도 3에 나타내는 바와 같이, 예컨대 LCP나 PPS, PEEK 등의 수지재료로 원통형상으로 형성된 축 부(7a)와, 측부(7a)의 일단측에 위치하고, 예컨대 금속재료로 형성된 저부(7b)로 구성되어 있다. 저부(7b)는, 이 실시형태에서는 측부(7a)와는 별체로서 성형되고, 측부(7a)의 하부 내주에 부설되어 있다. 저부(7b)의 상 측 끝면(7b1)의 일부 환상 영역에는, 동압 발생부로서, 도시 생략하지만, 예컨대 스파이럴 형상의 동압흡이 형성되어 있다. 또한, 저부(7b)는, 이 실시형태에서는 측부(7a)와는 별체로 형성되고, 측부(7a)의 하부 내주 에 고정되지만, 측부(7a)와 예컨대 수지재료로 일체로 틀성형할 수도 있다. 그 때, 상측 끝면(7b1)에 형성되 는 동압흡은, 측부(7a) 및 저부(7b)로 이루어지는 하우징(7)의 사출성형과 동시에 틀성형할 수 있고, 이것에 의해 별도 저부(7b)에 동압흡을 성형하는 수고를 생략할 수 있다.

[0096] 베어링 슬리브(8)는, 예컨대, 소결금속으로 이루어지는 다공질체, 특히 구리를 주성분으로 하는 소결금속의 다공질체로 원통형상으로 형성되고, 하우징(7)의 내주면(7c)의 소정 위치에 고정된다.

[0097] 베어링 슬리브(8)의 내주면(8a)의 전면 또는 일부 원통면 영역에는 레이디얼 동압 발생부가 형성된다. 이 실 시형태에서는, 예컨대 도 4에 나타내는 바와 같이, 복수의 동압흡(8a1, 8a2)을 각각에 헤링본 형상으로 배열한 영역이 축방향으로 이격해서 2개소 형성된다. 상측의 동압흡(8a1)은, 축방향 중심(m)(상하의 경사흡 간 영역 의 축방향 중앙)에 대해서 축방향 비대칭으로 형성되어 있고, 축방향 중심(m)보다 상측영역의 축방향 치수 (X1)가 하측영역의 축방향 치수(X2)보다 크게 되어 있다.

[0098] 베어링 슬리브(8)의 하측 끝면(8b)의 전면 혹은 일부 환상 영역에는, 스러스트 동압 발생부로서, 도시는 생략 하지만, 예컨대 복수의 동압흡을 스파이럴 형상으로 배열한 영역이 형성된다.

[0099] 시일 수단으로서의 시일부재(9)는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 예컨대 닛쇠 등의 연질금속재료나 그 밖의 금 속재료, 혹은 수지재료로 환상으로 형성되고, 하우징(7)의 측부(7a)의 상부 내주에 압입, 접촉 등의 수단으로

고정된다. 이 실시형태에 있어서, 시일부재(9)의 내주면(9a)은 원통형상으로 형성되고, 시일부재(9)의 하측 끝면(9b)은 베어링 슬리브(8)의 상측 끝면(8c)과 접촉하고 있다.

[0100] 축부재(2)는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 스테인레스강 등의 금속재료로 형성되고, 축부(21)와 축부(21)의 하단에 설치된 플랜지부(22)를 일체로 구비하는 단면 T자형을 이룬다. 축부(21)의 외주에는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 베어링 슬리브(8)의 내주면(8a)에 형성된 2개의 동압홈(8a1,8a2)의 형성 영역에 대항하는 레이디얼 베어링면(23a,23b)이 축방향으로 이격해서 2개소 형성되어 있다. 한쪽의 레이디얼 베어링면(23a)의 상방에는, 축선단을 향해 점차 축경되는 테이퍼면(24)이 인접해서 형성되고, 또한 그 상방에 디스크 허브(3)의 부착부로 되는 원통면(25)이 형성되어 있다. 2개의 레이디얼 베어링면(23a,23b)의 사이, 다른쪽의 레이디얼 베어링면(23b)과 플랜지부(22) 사이, 및 테이퍼면(24)과 원통면(25) 사이에는, 각각 환상의 오목부(26,27,28)가 형성되어 있다.

[0101] 플랜지부(22)의 양단면에는, 베어링 슬리브의 하측 끝면(8b) 및 저부(7b)의 상측 끝면(7b1)에 각각 형성된 동압홈 영역과 대항하는 슬러스트 베어링면(22a,22b)이 형성된다.

[0102] 축부(21)의 테이퍼면(24)과, 테이퍼면(24)에 대항하는 시일부재(9)의 내주면(9a) 사이에는, 하우징(7)의 저부(7b)측으로부터 상방을 향해 반경방향 치수가 점차 확대되는 환상의 시일 공간(S)이 형성된다. 조립 완료 후의 동압베어링장치(1)(도 3 참조)에 있어서는, 시일 공간(S)의 범위 내에 오일면이 있다.

[0103] 상술한 바와 같이 구성된 동압베어링장치(1)에 있어서, 축부재(2)를 회전시키면, 베어링 슬리브(8) 내주의 동압홈(8a1,8a2)의 형성 영역(상하 2개소)과, 이들 영역에 각각 대항하는 축부(21)의 레이디얼 베어링면(23a,23b) 사이의 레이디얼 베어링 간극에 형성되는 윤활유막의 압력이, 동압홈(8a1,8a2)의 동압작용에 의해 높아진다. 그리고, 이들 오일막의 압력에 의해, 축부재(2)를 레이디얼 방향으로 회전가능하게 비접촉 지지하는 제1레이디얼 베어링부(R1)와 제2레이디얼 베어링부(R2)가 형성된다. 또한, 베어링 슬리브(8)의 하측 끝면(8b)에 형성되는 동압홈 영역과, 이 동압홈 영역에 대항하는 플랜지부(22)의 상측(축부측)의 슬러스트 베어링면(22a) 사이의 제1슬러스트 베어링 간극, 및 저부(7b)의 상측 끝면(7b1)에 형성되는 동압홈 영역과, 이 면과 대항하는 플랜지부(22)의 하측(축부 반대측)의 슬러스트 베어링면(22b) 사이의 제2슬러스트 베어링 간극에 형성되는 윤활유막의 압력이, 동압홈의 동압작용에 의해 높아진다. 그리고, 이들 오일막의 압력에 의해, 축부재(2)를 슬러스트 방향으로 회전가능하게 비접촉 지지하는 제1슬러스트 베어링부(T1)와 제2슬러스트 베어링부(T2)가 형성된다.

[0104] 이하, 상기 동압베어링장치(1)를 구성하는 축부재(2)의 제조방법에 대해서 설명한다.

[0105] 축부재(2)는, 주로 (A)성형공정과 (B)연삭공정의 2공정을 거쳐 제조된다. 이 실시형태에서는, 이 중의 (A)의 성형공정에 단조가공(A-1)과 교정가공(A-2)이 포함되고, (B)의 연삭공정에 폭 연삭가공(B-1)과, 전체면 연삭가공(B-2)과, 마무리 연삭가공(B-3)이 포함된다.

[0106] (A) 성형공정

[0107] (A-1) 단조가공

[0108] 우선, 성형해야 할 축부재(2)의 소재로 되는 스테인레스강 등의 봉형상의 금속재를 냉간 단조하고, 도 5에 나타내는 바와 같이, 축부(11) 및 플랜지부(12)를 일체로 갖는 단면 T자형의 축소재(10)를 성형한다. 냉간 단조 방법으로서, 압입, 업셋, 헤딩 등의 어느 하나, 또는 이들의 조합을 사용할 수 있다. 도시예에서는, 단조가공 후의 축부(11)의 외주면(11a)을, 테이퍼면(14)을 개재시킨 지름이 다른 형상으로 하고 있지만, 테이퍼면(14)을 생략하여 전체 길이에 걸쳐 균일 지름으로 성형할 수도 있다.

[0109] 이와 같이, 축소재(10)를 단조로 형성하면, 예컨대 절삭가공 등에 의해 마찬가지로 축소재(10)를 형성할 경우와 비교해서, 절단 평면이 생기는 일 없어, 소재의 낭비를 생략할 수 있다. 또한, 프레스 작업이기 때문에, 축소재(10) 1개당의 사이클타임을 단축할 수 있어, 생산성의 향상이 도모된다.

[0110] (A-2) 교정가공

[0111] 다음으로, 단조가공 후의 축소재(10)의 축부 외주면(11a)에, 원통도 교정을 위한 소성가공이 실시된다. 이것에 의해, 축소재(10)의 축부 외주면(11a) 중, 교정가공을 실시한 면(13)의 원통도가 소정의 범위 내(예컨대 10 μ m 이하)로 개선된다. 이 때, 원통도의 교정가공으로서, 예컨대 도 6 또는 도 7에 나타내는 바와 같이, 둥근 다이(34)나 평 다이(35) 등에 의한 전조가공을 채택할 수 있지만, 그 외에도, 드로잉이나 아이어닝, 혹은 분할형의 프레스(클리핑)에 의한 사이징 가공 등등, 여러가지의 가공방법을 채택할 수 있다. 교정가공은

축부(11)의 외주면 전체 길이에 걸쳐 행하는 것 외에, 그 일부에만 행할 수도 있다. 일부만을 교정할 경우, 그 가공영역에는, 적어도 축부재(2)의 레이디얼 베어링면(23a,23b)으로 되는 영역을 포함시킨다.

[0112] (B) 연삭공정

[0113] (B-1) 폭 연삭가공

[0114] 교정가공을 거친 축소재(10)의 양단면으로 되는, 축부 끝면(11b) 및 플랜지부(12)의 축부 반대측 끝면(12b)(도 5 참조)을, 축부 외주면(11a) 중 상기 교정가공을 실시한 면(13)을 기준으로 하여 연삭가공한다(제1연삭공정). 이 연삭공정에 이용되는 연삭장치(40)는, 예컨대 도 8에 나타내는 바와 같이, 공작물로서의 축소재(10)를 복수 유지하는 캐리어(41)와, 캐리어(41)에 의해 유지된 축소재(10)의 축부 끝면(11b), 및 플랜지부(12)의 축부 반대측 끝면(12b)을 연삭하는 1쌍의 스톨(42,42)을 구비하고 있다.

[0115] 도면에 나타내는 바와 같이, 캐리어(41)의 외주 가장자리의 원주방향 일부 영역에는, 복수의 노치부(43)가 원주방향 동일 피치로 형성된다. 축소재(10)는, 그 교정 가공면(13)을 노치부(43)의 내면(43a)에 앵글라 접촉시킨 상태에서 노치부(43)에 수용된다. 축소재(10)의 교정 가공면(13)은 캐리어(41)의 외주면보다 약간 돌출되어 있고, 캐리어의 외경측에는, 축소재(10)의 돌출부분을 외경측으로부터 구속하는 형태로 벨트(44)가 팽팽하게 설치되어 있다. 노치부(43)에 수용된 축소재(10)의 캐리어(41)의 축방향 양단측에는, 1쌍의 스톨(42,42)이 그 끝면(연삭면)끼리를 대향시켜 소정의 간격으로 동축 배치되어 있다.

[0116] 캐리어(41)의 회전에 따라, 축소재(10)가 정해진 위치로부터 노치부(43)에 순차적으로 투입된다. 투입된 축소재(10)는, 노치부(43)로부터의 탈락이 벨트(44)에 의해 구속된 상태에서, 회전하는 스톨(42,42)의 끝면 상을 그 외경 끝으로부터 내경 끝에 걸쳐서 횡단한다. 이것에 따라, 축소재(10)의 양단면, 바꾸어 말하면 축부 끝면(11b)과 플랜지부(12)의 축부 반대측 끝면(12b)이 스톨(42,42)의 끝면에 의해 연삭된다. 이 때, 축소재(10)의 교정 가공된 면(13)이 캐리어(41)에 지지되고, 또한 이 교정 가공된 면(13)이 높은 원통도를 가지므로, 미리 스톨(42)의 회전 축심과 스톨(42)의 연삭면의 직각도, 및 스톨(42)의 회전 축심과 캐리어(41)의 회전 축심의 평행도 등을 고정밀도로 관리해 두면, 이 교정 가공면(13)을 기준으로 하여, 축소재(10)의 상기 양단면(11b,12b)을 고정밀도로 마무리할 수 있고, 교정 가공면(13)에 대한 직각도의 값을 작게 억제할 수 있다. 또한, 축소재(10)의 축방향 폭(플랜지부(12)를 포함시킨 전체 길이)이 소정 치수로 마무리된다.

[0117] (B-2) 전체면 연삭가공

[0118] 다음으로, 연삭한 축소재의 양단면(11b,12b)을 기준으로 하여 축소재(10)의 외주면(10b) 및 플랜지부(12)의 축부측 끝면(12a)의 연삭가공을 행하다(제2연삭공정). 이 연삭공정에서 이용되는 연삭장치는, 예컨대 도 10에 나타내는 바와 같이, 배킹 플레이트(54) 및 압력 플레이트(55)를 축소재(10)의 양단면에 압착하면서 스톨(53)로 플랜지 연삭하는 것이다. 축소재(10)의 교정 가공된 면(13)은 슈(52)에 의해 회전가능하게 지지된다.

[0119] 스톨(53)은, 완성품으로서의 축부재(2)의 외주면 형상에 대응한 연삭면(56)을 구비하는 총형 스톨이다. 연삭면(56)은, 축부(11)의 축방향 전체 길이에 걸친 외주면(11a) 및 플랜지부(12)의 외주면(12c)을 연삭하는 원통 연삭부(56a)와, 플랜지부(12)의 축부측 끝면(12a)을 연삭하는 평면 연삭부(56b)를 구비하고 있다. 도시예의 스톨(53)에서는, 원통 연삭부(56a)로서, 축부재(2)의 레이디얼 베어링면(23a,23b)에 대응하는 영역을 연삭하는 부분(56a1,56a2), 및 테이퍼면(24)에 대응하는 영역을 연삭하는 부분(56a3), 원통면(25)에 대응하는 영역을 연삭하는 부분(56a4), 각 오목부(26-28)를 연삭 가공하는 부분(56a5-56a7), 플랜지부(12)의 외주면(12c)을 연삭하는 부분(56a8)을 구비하고 있다.

[0120] 상기 구성의 연삭장치(50)에 있어서의 연삭가공은 이하의 순서로 행해진다. 우선, 축소재(10) 및 스톨(53)을 회전시킨 상태에서 스톨(53)을 경사 방향(도 10 중 화살표1방향)으로 보내고, 축소재(10)의 플랜지부 축부측 끝면(12a)에 스톨(53)의 평면 연삭부(56b)를 압착하여, 주로 축부측 끝면(12a)을 연삭한다. 이것에 의해, 축부재(2)의 플랜지부(22)에 있어서의 축부측 끝면(12a)이 연삭된다. 다음으로, 스톨(53)을 축소재(10)의 회전 축심과 직교하는 방향(도 10 중 화살표2방향)으로 보내고, 축소재(10)의 축부(11)의 외주면(11a) 및 플랜지부(12)의 외주면(12c)에 스톨(53)의 원통 연삭부(56a)를 압착하여, 각 면(11a,12c)을 연삭한다. 이것에 의해, 축부재(2)의 축부(21) 외주면 중, 축소재(10)의 레이디얼 베어링면(23a,23b)에 대응하는 영역(13a,13b)과, 테이퍼면(24) 및 원통면(25)에 대응하는 영역(15), 및 플랜지부(22)의 외주면(22c)이 연삭되고, 또한 각 오목부(26-28)가 형성된다. 또한, 상기 연삭시에는, 예컨대 도 10에 나타내는 바와 같이, 계측 게이지(57)에 의해 나머지의 연삭 여유를 계측하면서 연삭을 행하는 것이 바람직하다.

[0121] 이 제2연삭공정에 있어서, 사전에 폭 연삭가공으로 축소재(10)의 양단면(11b,12b)의 직각도의 정밀도 세팅

이 행해지고 있기 때문에, 각 피연삭면을 고정밀도로 연삭할 수 있다.

- [0122] (B-3) 마무리 연삭가공
- [0123] (B-2) 전체면 연삭가공으로 연삭을 실시한 면 중, 축부재(2)의 레이디얼 베어링면(23a,23b)과, 원통면(25)에 대응하는 영역(13a,13b,15)에 최종적인 마무리 연삭을 실시한다. 이 연삭가공에 이용하는 연삭장치는, 예컨대 도 11에 나타내는 원통 연삭반이며, 베킹 플레이트(64)와 압력 플레이트(65)로 끼움지정한 축소재(10)를 회전시키면서, 슷돌(63)로 플런지 연삭하는 것이다. 축소재(10)는, 슈(62)에 의해 회전가능하게 지지된다. 슷돌(63)의 연삭면(63a)은, 레이디얼 베어링면(23a,23b)에 대응하는 영역(13a,13b)을 연삭하는 제1원통 연삭부(63a1)와, 원통면(25)에 대응하는 영역(15)을 연삭하는 제2원통 연삭부(63a2)로 이루어진다.
- [0124] 상기 구성의 연삭장치(60)에 있어서, 회전하는 슷돌(63)에 반경방향의 이송을 제공함으로써, 레이디얼 베어링면(23a,23b) 및 원통면(25)에 대응하는 영역(13a,13b,15)이 각각 연삭되고, 이들 영역이 최종적인 표면 정밀도로 마무리된다. 이 실시형태에서는, 레이디얼 베어링면(23a,23b)에 대응하는 영역과 원통면(25)에 대응하는 영역 양쪽을 마무리 연삭하고 있지만, 원통면(25)에 대응하는 영역의 연삭은 생략할 수도 있다.
- [0125] 상기 (A)성형공정 및 (B)연삭공정을 거친 후, 필요에 따라 열처리나 세정처리를 실시함으로써, 도 1에 나타내는 축부재(2)가 완성된다.
- [0126] 상술의 제조방법에 의해 제조된 축부재(2)이면, 축부(21) 외주에 형성된 레이디얼 베어링면(23a,23b)의 원통도를, 예컨대 3 μ m 이하(바람직하게는 1.5 μ m 이하)로 마무리할 수 있다. 이것에 의해, 예컨대 동압베어링장치(1)에 있어서의 베어링 슬리브(8) 내주와의 사이에 형성되는 레이디얼 베어링 간극의, 원주방향 혹은 축방향으로의 편차가 소정의 범위 내로 억제되고, 상기 레이디얼 베어링 간극의 편차에 의한 베어링 성능에의 악영향을 회피할 수 있다. 따라서, 관련되는 레이디얼 베어링 간극을 고정밀도로 관리할 수 있고, 이러한 종류의 동압베어링장치의 회전 정밀도를 고레벨로 유지할 수 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 레이디얼 베어링면(23a,23b)뿐만 아니라, 원통면(25)에 대응하는 영역에도 마무리 연삭가공(도 11을 참조)을 행하고 있으므로, 원통면(25)도 상기 원통도로 마무리된다. 따라서, 디스크 허브(3) 등의 부재를 축부재(2)에 설치할 때의 설치 정밀도(직각도 등)가 높아져, 모터 성능의 향상에도 기여할 수 있다.
- [0127] 또한, 상기 제조방법에 의하면, 축부(21) 외주에 형성된 레이디얼 베어링면(23a,23b)을 기준으로 한, 플랜지부(22)의 양단면(스러스트 베어링면)(22a,22b)의 직각도 및 축부 끝면(21b)의 직각도가, 모두 5 μ m 이하로 되는 축부재(2)를 성형할 수도 있다. 이 중, 플랜지부(22)의 양단면에 형성한 스러스트 베어링면(22a,22b)은, 대향하는 면(베어링 슬리브(8)의 하측 끝면(8b)이나 하우징(7)의 저부(7b)의 상측 끝면(7b1) 등)과의 사이의 스러스트 베어링 간극을 형성하는 것이므로, 이러한 직각도의 수치를 작게 억제함으로써, 상기 스러스트 베어링 간극의 편차를 억제할 수 있다. 또한, 축부의 끝면(21b)은, 축부(21) 외주면이나 플랜지부(22)의 상측 끝면(스러스트 베어링면(22a)측)을 연삭가공할 때의 기준면으로 될 뿐만 아니라, 상기 스러스트 베어링 간극을 설정할 때의 기준면으로도 된다. 그 때문에, 축부 끝면(21b)의 직각도의 수치를 작게 억제함으로써, 이러한 연삭가공면뿐만 아니라 스러스트 베어링 간극을 정밀도 좋게 관리할 수도 있다.
- [0128] 또한, 이상의 설명에서는, 도 10에 나타내는 전체면 연삭가공에 있어서, 축소재(10)의 외주면(10b)의 원통 연삭과 플랜지부(12)의 축부측 끝면(12a)의 평면 연삭을 공통의 슷돌(53)로 행하는 것으로 하고 있지만, 양 연삭을 따로 따로의 슷돌로 행할 수도 있다.
- [0129] 또한, 이상의 설명에서는, 축부재(2)의 오목부(26~28)를, 도 10에 나타내는 전체면 연삭가공(B-2)으로 형성하는 경우를 예시했지만, 이들 오목부(26~28)는, 도 6 및 도 7에 나타내는 교정가공시와 동시에 소성가공(예컨대 전조 성형)할 수도 있다. 이 경우, 특히 축부(21)와 플랜지부(22) 사이의 코너부의 오목부(27)를 도 12에 나타내는 바와 같이 경사진 형상으로 형성함으로써, 전체면 연삭가공(도 10을 참조)에 있어서, 플랜지부(12)의 축부측 끝면(12a)과 축부 외주면(11a)을 동시 연삭할 때의 슷돌(53)의 여유부로서 기능시킬 수 있다.
- [0130] 또한, 이상의 실시형태에서는, 축부재(2)의 레이디얼 베어링면(23a,23b) 및 스러스트 베어링면(22a,22b)을, 모두 동압흡이 없는 평활면으로 한 경우를 예시했지만, 이들 베어링면에 동압흡을 형성할 수도 있다. 이 경우, 레이디얼 동압흡은, 도 10에 나타내는 전체면 연삭가공 전의 단계에서, 전조 혹은 단조에 의해 형성할 수 있고, 스러스트 동압흡은, 프레스 혹은 단조에 의해 형성할 수 있다.
- [0131] 이하, 본 발명의 제2실시형태를 도 13~도 21에 기초하여 설명한다. 또한, 도 1~도 12에 나타내는 구성(제1실시형태)과 구성·작용을 동일하게 하는 부위, 부재에 대해서는, 동일한 참조번호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

- [0132] 도 16은, 본 발명의 제2실시형태에 따른 동압베어링장치(101)를 나타내고 있다. 이 동압베어링장치(101)도, 도 2에 나타내는 디스크 구동장치용 스핀들 모터에 조립되어 사용되고, 예컨대 동 도면에 나타내는 디스크 허브(3), 고정자 코일(4), 회전자 마그넷(5), 브래킷(6)과 함께 모터를 구성하고 있다. 동압베어링장치(101)는, 일단에 저부(7b)를 갖는 하우징(7)과, 하우징(7)에 고정된 베어링 슬리브(8)와, 베어링 슬리브(8)의 내주에 삽입되는 축부재(102)와, 시일부재(9)를 주된 구성부품으로 하여 구성된다. 또한, 이 실시형태에 있어서도, 설명의 편의상, 하우징(7)의 저부(7b)의 측을 하측, 저부(7b)와 반대인 측을 상측으로 하여 이하 설명을 행한다.
- [0133] 축부재(102)는, 예컨대 도 13에 나타내는 바와 같이, 스테인레스강 등의 금속재료로 형성되고, 축부(121)와, 축부(121)의 하단에 설치된 플랜지부(122)를 일체로 구비하는 단면 T자형을 이룬다. 축부(121) 외주의 일부 원통영역에는, 레이디얼 동압홈 영역(123a, 123b)이 축방향으로 격리해서 2개소 형성되어 있다. 그 때문에, 이 실시형태에서는, 레이디얼 동압홈 영역(123a, 123b)에 대항하는 베어링 슬리브(8)의 내주면(8a)은, 동압홈을 갖지 않은, 단면 진원형상의 원통면으로 되어 있다.
- [0134] 이 상하 2개의 동압홈 영역(123a, 123b)은, 각각 복수의 동압홈(123a1, 123b1)과, 각 동압홈(123a1, 123b1)을 구획하는 구획부(123a2, 123b2)로 이루어져 있고, 이 실시형태에서는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 모두 헤링본 형상을 이룬다. 이 중, 상측의 레이디얼 동압홈 영역(123a)은, 축방향 중심(m)(상하의 경사홈 간 영역의 축방향 중앙)에 대하여 축방향 비대칭으로 형성되어 있고, 축방향 중심(m)보다 상측영역의 축방향 치수(X1)가 하측영역의 축방향 치수(X2)보다 크게 되어 있다.
- [0135] 플랜지부(122)의 상단면의 전체면 또는 일부 환상 영역에는, 예컨대 도 14에 나타내는 바와 같이, 스러스트 동압홈 영역(122a)이 형성된다. 또한, 플랜지부(122)의 하단면의 일부 환상 영역에는, 예컨대 도 15에 나타내는 바와 같이, 스러스트 동압홈 영역(122b)이 형성된다. 이들 스러스트 동압홈 영역(122a, 122b)은, 각각 복수의 동압홈(122a1, 122b1)과, 각 동압홈(122a1, 122b1)을 구획하는 구획부(122a2, 122b2)로 이루어지고, 이 실시형태에서는, 도 14, 도 15에 나타내는 바와 같이, 각각 스파이럴 형상을 이룬다. 또한, 각 스러스트 동압홈 영역(122a, 122b)은, 특별히 도시한 형상에 한정되는 일 없이, 예컨대 헤링본 형상 등의 형상을 채택할 수 있다. 또한, 상하면에서 각각 다른 동압홈 형상을 형성할 수도 있다.
- [0136] 한쪽의 레이디얼 동압홈 영역(123a)의 상방에는, 축선단을 향해 점차 축경되는 테이퍼면(124)이 인접해서 형성되고, 또한 그 상방에 디스크 허브(3)의 부착부로 되는 원통면(125)이 형성되어 있다. 2개의 레이디얼 동압홈 영역(123a, 123b)의 사이, 다른쪽의 레이디얼 동압홈 영역(123b)과 플랜지부(122) 사이, 및 테이퍼면(124)과 원통면(125) 사이에는, 각각 환상의 오목부(126, 127, 128)가 형성되어 있다.
- [0137] 축부(121)의 테이퍼면(124)과, 테이퍼면(124)에 대항하는 시일부재(9)의 내주면(9a) 사이에는, 하우징(7)의 저부(7b)측으로부터 상방을 향해 반경방향 치수가 점차 확대되는 환상의 시일 공간(S)이 형성된다. 조립 완료 후의 동압베어링장치(1)(도 16 참조)에 있어서는, 시일 공간(S)의 범위 내로 오일면이 유지된다.
- [0138] 상술한 바와 같이 구성된 동압베어링장치(101)에 있어서, 축부재(102)를 회전시키면, 베어링 슬리브(8)의 내주에 형성된 원통면(8a)과, 원통면(8a)에 대항하는 축부(121)의 레이디얼 동압홈 영역(123a, 123b) 사이의 레이디얼 베어링 간극에 형성되는 윤활유막의 압력이, 동압홈(123a1, 123b1)의 동압작용에 의해 높여진다. 그리고, 이들 오일막의 압력에 의해, 축부재(102)를 레이디얼 방향으로 회전가능하게 비접촉 지지하는 제1레이디얼 베어링부(R11)와 제2레이디얼 베어링부(R12)가 형성된다. 또한, 베어링 슬리브(8)의 하측 끝면(8b)과, 하측 끝면(8b)에 대항하는 플랜지부(122) 상측(축부측)의 스러스트 동압홈 영역(122a) 사이의 스러스트 베어링 간극, 및 저부(7b)의 상측 끝면(7b1)과, 상측 끝면(7b1)에 대항하는 플랜지부(122)하측(축부 반대측)의 스러스트 동압홈 영역(122b) 사이의 스러스트 베어링 간극에 형성되는 윤활유막의 압력이, 동압홈(122a1, 122b1)의 동압작용에 의해 높여진다. 그리고, 이들 오일막의 압력에 의해, 축부재(102)를 스러스트 방향으로 회전가능하게 비접촉 지지하는 제1스러스트 베어링부(T11)와 제2스러스트 베어링부(T12)가 형성된다.
- [0139] 이하, 상기 동압베어링장치(101)를 구성하는 축부재(102)의 제조방법에 대해서 설명한다.
- [0140] 축부재(102)는, 주로 (C)성형공정, (D)연삭공정의 2공정을 거쳐 제조된다. 이 중 (C)의 성형공정에는, 축소재 성형가공(C-1)과, 스러스트 동압홈 영역 성형가공(C-2)과, 레이디얼 동압홈 영역 성형가공(C-3)과, 축부 고정가공(C-4)이 포함된다. 또한, (D)의 연삭공정에는, 폭 연삭가공(D-1)과, 전체면 연삭가공(D-2)과, 마무리 연삭가공(D-3)이 포함된다.
- [0141] (C) 성형공정

- [0142] (C-1) 축소재 성형가공, 및 (C-2)스러스트 동압흡 영역 성형가공
- [0143] 우선, 성형해야 할 축부재(102)의 소재로 되는 스테인레스강 등의 금속재를, 금형을 이용하여 예컨대 냉간에서 드로잉 성형함으로써(단조가공), 예컨대 도 17에 나타내는 바와 같이, 축부 대응영역(이하, 단지 축부라고 한다.)(111) 및 플랜지부 대응영역(이하, 단지 플랜지부라고 한다.)(112)을 일체로 갖는 축소재(110)가 형성된다(축소재 성형가공(C?1)). 또한, 이 축소재(110)의 단조 성형에 사용하는 금형은, 이 실시형태에서는, 플랜지부(112)에 스러스트 동압흡 영역(112a,112b)을 성형하기 위한 금형을 겸하고 있다. 그 때문에, 축소재(110)의 단조 성형과 동시에, 플랜지부(112)의 양단면에 대응하는 개소에 소성가공이 실시되고, 예컨대 도 18 및 도 19에 나타내는 바와 같이, 복수의 동압흡(112a1,112b1)과, 이들 동압흡(112a1,112b1)을 구획하는 구획부(112a2,112b2)로 이루어지는 스러스트 동압흡 영역(112a(축부측),112b(축부 반대측))이 형성된다(스러스트 동압흡 영역 형성가공(C-2)).
- [0144] 상기 성형공정에 있어서의 냉간 단조의 방식으로서, 압출가공, 엽셋 가공, 헤딩 가공 등의 어느 하나, 또는 이들의 조합을 채택할 수도 있다. 도시예에서는, 단조가공 후의 축부(111)의 외주면(111a)을, 테이퍼면(114) 및 테이퍼면(114)과 상방을 향해 연속해서 타 개소보다 작은 지름의 원통면(115)을 개재시킨 지름이 다른 형상으로 하고 있지만, 테이퍼면(114)을 생략하여 전체 길이에 걸쳐 균일 지름으로 성형할 수도 있다. 또한, 이 실시형태에서는, 축소재(110)의 성형과, 스러스트 동압흡 영역(112a,112b)의 성형을 단조가공으로 동시에 행한 경우를 설명했지만, 양 공정을 반드시 동시에 행할 필요는 없고, 축소재(110)를 단조 성형한 후에, 스러스트 동압흡 영역(112a,112b)을 소성가공, 예컨대 단조가공이나 프레스가공 등으로 성형해도 상관없다.
- [0145] (C-3) 레이디얼 동압흡 영역 성형가공, 및 (C-4) 축부 교정가공
- [0146] 앞의 공정에 있어서 단조 성형된 축소재(110)의 축부(111)를, 예컨대 도 6이나 도 7에 나타내는 형상의, 1쌍의 전조 다이스(예컨대 등근 다이스나 평 다이스 등)로 가압해서 끼워지지하고, 상기 1쌍의 전조 다이스를 서로 역방향으로 왕복운동시킴으로써, 상기 1쌍의 전조 다이스 중, 어느 한쪽의 파지면에 미리 형성한 동압흡 전사면을, 축부(111)의 외주면(111a)에 전사한다(레이디얼 동압흡 영역 성형가공(C-3)). 또한, 상기 1쌍의 전조 다이스는, 이 실시형태에서는, 축소재(110)의 축부(111)를 교정가공하기 위한 교정 공구를 겸하고 있기 때문에, 축부(111)의 외주면(111a)에는, 상기 동압흡의 전사와 동시에, 원통도 교정을 위한 전조가공이 실시된다(축부 교정가공(C-4)).
- [0147] 이 결과, 축부(111)의 외주면(111a)에, 예컨대 도 17에 나타내는 바와 같은 형상을 이루는 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)이 축방향으로 이격해서 2개소 형성됨과 아울러, 축부 외주면(111a) 중, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)(예컨대, 동압흡(113a1,113b1)의 저면이나, 동압흡(113a1,113b1)을 구획하는 구획부(113a2,113b2)의 외주면)를 포함하는 면(113)이 교정되고, 교정가공을 실시한 면(113)의 원통도가 원하는 범위 내(예컨대 10 μ m 이하)로 개선된다. 이것과 동시에, 축부(111) 상단의 원통면(115)에도 교정가공이 실시되고, 원통면(115)의 원통도가 마찬가지로 개선된다.
- [0148] 이와 같이, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)의 성형과, 축부 외주면(111a)의 교정은, 모두 전조로 또한 동시에 행할 수 있지만, 이외에도, 예컨대, 축부(111)의 외주면(111a)에 교정가공을 실시한 후, 교정가공을 실시한 면에 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)을 전조가공하는 순서를 채택할 수도 있다. 그 경우, 원통도의 교정가공에는, 전조가공을 비롯해서, 드로잉이나 아이어닝, 혹은 분할형의 프레스(클리핑)에 의한 사이징 가공 등, 여러가지의 가공방법을 채택할 수 있다. 또한, 교정가공은 축부(111)의 외주면(111a) 전체 길이에 걸쳐 행하는 것 외에, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)을 포함하는 한, 외주면(111a)의 일부에만 행할 수도 있다.
- [0149] 이와 같이, 축부(111)와 플랜지부(112)를 일체로 구비한 축소재(110)의 성형과, 플랜지부(112) 양단면으로의 스러스트 동압흡 영역(112a,112b)의 성형을, 모두 단조로 또한 동시에 행함으로써, 또한, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)의 성형과, 축부 외주면(111a)의 교정가공을 모두 전조로 또한 동시에 행함으로써, 이러한 가공공정을 간략화하여, 가공시간의 대폭적인 단축화를 도모할 수 있다. 또한, 절삭가공이나 에칭가공 등에 비해서, 가공품 1개당의 사이클타임이 짧은 단조가공이나 전조가공을 채택함으로써, 새로운 가공시간의 단축화도 도모되고, 보다 한층의 비용 절감과 양산성의 향상이 가능하게 된다.
- [0150] 상기 성형공정(C)을 완료한 단계에서는, 예컨대 도 20에 나타내는 바와 같이, 스러스트 동압흡 영역(112b)에 있어서의, 동압흡(112b1)의 저면(112b3)으로부터 구획부(112b2)의 축방향 끝면(112b4)까지의 높이(h1)는, 상기 단조가공시의 성형 정밀도, 및 후술하는 축소재(110)의 폭 연삭가공(D-1)시의 연삭 여유를 고려하여, 적절한 값으로 설정된다. 또한, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)에 있어서의, 각 동압흡(113a1,113b1)의 저면으로부터 각 구획부(113a2,113b2)의 외주면까지의 높이(도시 생략)이나, 축부(111)측의 스러스트 동압흡 영역

(112a)에 있어서의, 동압홈(112a1)의 저면으로부터 구획부(112a2)의 축방향 끝면까지의 높이(도시 생략)는, 각각 상기 단조가공시의 성형 정밀도, 및 후술하는 축소재(110)의 전체면 연삭가공(D-2)이나 마무리 연삭가공(D-3)시의 연삭 여유를 고려하여, 적절한 값으로 설정된다.

[0151] (D) 연삭공정

[0152] (D-1) 폭 연삭가공

[0153] 성형공정을 거친 축소재(110)의 양단면으로 되는, 축부 끝면(111b) 및 플랜지부(112)의 슬러스트 동압홈 영역(112b)이 형성된 축의 축부 반대측 끝면(도 19를 참조)을, 상기 교정가공을 실시한 면(113)을 기준으로 하여 연삭가공한다. 이 연삭공정에 이용되는 연삭장치는, 제1실시형태와 동일하게, 도 8 및 도 9에 나타내는 바와 같이, 공작물로서의 축소재(110)를 복수 유지하는 캐리어(41)와, 캐리어(41)에 의해 유지된 축소재(110)의 축부 끝면(111b) 및 플랜지부(112)의 슬러스트 동압홈 영역(112b)을 포함하는 축부 반대측 끝면을 연삭하는 1쌍의 스톨(42,42)을 구비하고 있다. 또한, 그 이외의 연삭장치(40)의 구성은, 제1실시형태에 준하므로 관련되는 설명을 생략한다.

[0154] 캐리어(41)의 회전에 따라, 축소재(110)가 정위치로부터 노치부(43)에 순차적으로 투입된다. 투입된 축소재(110)는, 노치부(43)로부터의 탈락이 벨트(44)에 의해 구속된 상태에서, 회전하는 스톨(42,42)의 끝면 상을 그 외경 끝으로부터 내경 끝에 걸쳐서 횡단한다. 이것에 따라, 축소재(110)의 양단면, 바꾸어 말하면 축부 끝면(111b)과 플랜지부(112)의 슬러스트 동압홈 영역(112b)을 포함하는 축부 반대측 끝면이 스톨(42,42)의 끝면에 의해 연삭된다(도 9를 참조). 또한, 축소재(110)의 축방향 폭(플랜지부(112)를 포함한 전체 길이)이 소정 치수로 마무리된다.

[0155] 이 연삭공정에서는, 상술한 바와 같이, 플랜지부(112)의 슬러스트 동압홈 영역(112b)이 연삭되고, 예컨대 도 21에 나타내는 바와 같이, 구획부(112b2)가, 단조 성형시의 높이(h1)로부터 소정의 연삭 여유(동 도면에서는 h1-h2)만큼 연삭된다. 이것에 의해, 구획부(112b2)의 높이(동압홈(112b1)의 깊이)가 소정의 값(h2)(예컨대 3 μm~15μm)으로 되고, 대향하는 부재(이 실시형태에서는, 하우징(7)의 저부(7b))와의 사이의 슬러스트 베어링 간극을 수 μm~수십 μm 간격으로 고정밀도로 관리할 수 있다.

[0156] (D-2) 전체면 연삭가공

[0157] 다음으로, 연삭한 축소재(110)의 양단면(축부 끝면(111b), 플랜지부(112)의 슬러스트 동압홈 영역(112b)을 포함하는 축부 반대측 끝면)을 기준으로 하여 축소재(110)의 외주면(110a) 및 플랜지부(112)의 슬러스트 동압홈 영역(112a)을 포함하는 축부측 끝면의 연삭가공을 행한다. 이 연삭공정에서 이용되는 연삭장치는, 제1실시형태와 동일하게, 도 10에 나타내는 바와 같이, 배킹 플레이트(54) 및 압력 플레이트(55)를 축소재(110)의 양단면에 압착하면서 스톨(53)로 플랜지 연삭하는 것이다. 축소재(110)의 교정 가공면(13)은 슈(52)에 의해 회전 가능하게 지지된다. 또한, 그 이외의 연삭장치(50)의 구성은, 제1실시형태에 준하므로 관련되는 설명을 생략한다.

[0158] 상기 구성의 연삭장치(50)에 있어서의 연삭가공은 이하의 순서로 행해진다. 우선, 축소재(110) 및 스톨(53)을 회전시킨 상태에서 스톨(53)을 경사 방향(도 10 중 화살표1방향)으로 보내고, 축소재(110)의 플랜지부(112) 축부측 끝면(슬러스트 동압홈 영역(112a)의 축)에 스톨(53)의 평면 연삭부(56b)를 압착하여, 플랜지부(112)의 슬러스트 동압홈 영역(112a)을 포함하는 축부측 끝면을 연삭한다. 이것에 의해, 축부재(102)의 플랜지부(122) 축부측 끝면이 형성됨과 아울러, 슬러스트 동압홈 영역(112a)의 연삭이 완료되고, 축부재(102)의 슬러스트 동압홈 영역(122a)이 형성된다. 다음으로, 스톨(53)을 축소재(110)의 회전 축심과 직교하는 방향(도 10 중 화살표2방향)으로 보내고, 축소재(110)의 축부(111)의 외주면(111a) 및 플랜지부(112)의 외주면(112c)에 스톨(53)의 원통 연삭부(56a)를 압착하여, 각 면(111a,112c)을 연삭한다. 이것에 의해, 축부재(102)의 축부(121) 외주면 중, 레이디얼 동압홈 영역(123a,123b) 및 원통면(125)에 대응하는 영역이 각각 연삭됨과 아울러, 테이퍼면(124), 플랜지부(122)의 외주면(122c), 또한 각 오목부(126-128)가 형성된다.

[0159] 이 연삭공정(전체면 연삭가공)에 있어서는, 플랜지부(112)의 축부측 끝면에 형성된 슬러스트 동압홈 영역(112a)의 구획부(112a2)가, 예컨대 도시는 생략하지만, 슬러스트 동압홈 영역(112b)의 경우와 마찬가지로, 단조 성형시의 높이로부터 소정의 연삭 여유만큼 연삭된다. 이것에 의해, 구획부(112a2)의 높이(동압홈(112a1)의 깊이)가 소정의 값으로 되고, 대향하는 부재(이 실시형태에서는, 베어링 슬리브(8)의 하측 끝면(8b))와의 사이의 슬러스트 베어링 간극이 고정밀도로 관리된다. 이 실시형태에서는, 사전에 폭 연삭가공으로 축소재(110)의 양단면(축부 끝면(111b), 플랜지부(112) 축부 반대측 끝면)의 직각도의 정밀도 세팅이 행해지고 있기

때문에, 스러스트 동압흡 영역(112a)의 연삭을 보다 정밀하게 행할 수 있다.

- [0160] (D-3) 마무리 연삭가공
- [0161] (D-2) 전체면 연삭가공으로 연삭을 실시한 면 중, 축부재(102)의 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b), 및 원통면(125)에 대응하는 영역에 최종적인 마무리 연삭을 실시한다. 이 연삭가공에 이용하는 연삭장치는, 제1 실시 형태와 동일하게, 도 11에 나타내는 원통 연삭반이며, 배킹 플레이트(64)와 압력 플레이트(65)로 파지한 축소재(110)를 회전시키면서, 슷돌(63)로 플런지 연삭하는 것이다. 또한, 그 이외의 연삭장치(60)의 구성은, 제1 실시형태에 준하므로 관련되는 설명을 생략한다.
- [0162] 상기 구성의 연삭장치(60)에 있어서, 회전하는 슷돌(63)에 반경방향의 이송을 제공함으로써, 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b) 및 원통면(125)에 대응하는 영역(113a,113b, 및 115)이 각각 연삭되고, 이들 영역이 최종적인 표면 정밀도로 마무리된다. 연삭공정에 있어서는, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)의 구획부(113a2,113b2)가, 예컨대 도시는 생략하지만, 스러스트 동압흡 영역(112a,112b)의 경우와 마찬가지로, 전조 성형시의 높이로부터 소정의 연삭 여유만큼 연삭된다. 이것에 의해, 구획부(113a2,113b2)의 높이(동압흡(113a1,113b1)의 깊이)가 소정의 값으로 되고, 대향하는 부재(이 실시형태에서는, 베어링 슬리브(8)의 원통면(8a))와의 사이의 레이디얼 베어링 간극이 고정밀도로 관리된다.
- [0163] 상기 (C)성형공정 및 (D)연삭공정을 거친 후, 필요에 따라 열처리나 세정처리를 실시함으로써, 도 13에 나타내는 축부재(102)가 완성된다.
- [0164] 상술의 제조방법에 의해 제조한 축부재(102)는, 축부(121)의 외주에 전조가공으로 상하 2개소로 이격해서 형성한 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b)을 갖고, 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b)의 구획부(123a2,123b2)의 외주면이 연삭면으로 되는 구조를 이룬다. 또한, 플랜지부(122)의 양단면에 단조가공으로 형성한 스러스트 동압흡 영역(122a,122b)을 갖고, 스러스트 동압흡 영역(122a,122b)의 축방향 끝면이 연삭면으로 되는 구조를 이룬다. 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b)에 있어서의 구획부(123a2,123b2)의 연삭면은, (D-2)전체면 연삭가공 및 (D-3)마무리 연삭가공시에 형성된다. 또한, 스러스트 동압흡 영역(122a)에 있어서의 구획부(122a2)의 연삭면은 (D-2)전체면 연삭가공시에, 스러스트 동압흡 영역(122b)에 있어서의 구획부(122b2)의 연삭면은 (D-1)폭 연삭가공시에 각각 형성된다.
- [0165] 이와 같이, 축소재(110)의 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)을 전조가공으로 형성하고, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b) 중, 각 구획부(113a2,113b2)의 외경부를 연삭함으로써, 각 동압흡 영역(123a,123b)을 저비용으로서 성형하면서도, 그 외경치수 정밀도나 표면 거칠기를 고정밀도로 마무리할 수 있다. 스러스트 동압흡 영역(122a,122b)에 대해서도, 마찬가지로의 이유로, 저비용 성형과 고정밀도 처리를 양립시킬 수 있다. 이것에 의해, 동압베어링장치(101)에 있어서의 레이디얼 베어링 간극 및 스러스트 베어링 간극을 고정밀도로 관리할 수 있고, 베어링 성능을 안정되게 발휘할 수 있게 된다.
- [0166] 또한, 상기 제조방법에 의하면, 축부(121) 외주에 형성된 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b)의 원통도를 고정밀도로 마무리할 수도 있다. 이것에 의해, 예컨대 동압베어링장치(101)에 있어서의 베어링 슬리브(8) 내주의 원통면(8a)과의 사이에 형성되는 레이디얼 베어링 간극의, 원주방향 혹은 축방향으로의 편차가 소정의 범위 내로 억제되고, 상기 레이디얼 베어링 간극의 편차에 의한 베어링 성능에의 악영향을 회피할 수 있다. 또한, 연삭시에 있어서의 구획부의 연삭 여유(도 21에서 말하면, h1-h2)는, 단조 성형 혹은 전조 성형시의 성형 정밀도에 의해 변동하지만, 이 실시형태에 나타내는 바와 같이, 축부(121)의 원통도를 교정함으로써, 특히 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b)에 있어서의 구획부(123a2,123b2)의 성형 정밀도를 개선할 수 있고, 연삭시에 있어서의 연삭 여유를 줄일 수 있다. 이것에 의해, 새로운 가공시간의 단축이나, 가공 비용의 저감이 가능하게 된다. 또는, 단조 혹은 전조 성형시로 있어서의 동압흡 영역의 성형 정밀도를 높여 줌으로써, 연삭시의 연삭 여유를 줄일 수도 있다.
- [0167] 또한, 상술한 바와 같이, 축부재(102)의 외주에 레이디얼 동압흡 영역(123a,123b)을 형성하면, 베어링 슬리브(8) 내주에의 동압흡 가공이 불필요하게 되므로, 베어링 슬리브(8)의 내주를 원통면(8a)으로 할 수 있고, 관련되는 가공 비용을 저감할 수 있다. 또한, 베어링 슬리브(8)의 내주에 동압흡을 가공하지 않는 것이라면, 베어링 슬리브(8)와 하우징(7)을 별도의 부재로 하는 필요가 없기 때문에, 도시는 생략하지만, 이들을 일체화(수지 등으로)할 수 있다. 이것에 의해, 부품점수를 줄여, 관련되는 제조비용을 저감할 수 있다.
- [0168] 이상의 제2 실시형태에서는, 레이디얼 동압흡 영역(113a,113b)을 전조가공으로 성형할 경우를 설명했지만, 그 이외에도, 예컨대, 축소재(110)나 스러스트 동압흡 영역(112a,112b)의 단조 성형과 동시에 레이디얼 동압흡

영역(113a,113b)을 단조 성형하는 것도 가능하다. 이 경우, 단조 성형에 의한 동압홈 형상의 제한은 특별히 없고, 예컨대 헤링본 형상이나 스파이럴 형상 등, 여러가지의 동압홈 형상을 채택할 수 있다.

[0169] 또한, 제2실시형태에서는, 스러스트 동압홈 영역(122a,122b)을 플랜지부(122)의 양단면에 형성한 경우를 설명했지만, 특별히 이러한 형태에 한정되는 일 없이, 예컨대 플랜지부(122)의 양단면과 각각 대향하는 베어링 슬리브(8)의 하측 끝면(8b)이나 저부(7b)의 상측 끝면(7b1)의 측에, 스러스트 동압홈 영역을 설치할 수도 있다.

[0170] 또한, 이상의 실시형태(제1실시형태 및 제2실시형태)에서는, 레이디얼 베어링부(R1,R2,R11,R12) 및 스러스트 베어링부(T1,T2,T11,T12)를 구성하는 동압베어링으로서, 예컨대 헤링본 형상이나 스파이럴 형상의 동압홈으로 이루어지는 동압 발생부를 이용한 베어링을 예시하고 있지만, 동압 발생부의 구성은 이것에 한정되는 것은 아니다. 레이디얼 베어링부(R1,R2,R11,R12)로서, 예컨대 많이 원호 베어링, 스텝 베어링, 테이퍼 베어링, 테이퍼·플랫 베어링 등을 사용할 수도 있고, 스러스트 베어링부(T1,T2,T11,T12)로서, 스텝·포켓 베어링, 테이퍼·포켓 베어링, 테이퍼·플랫 베어링 등을 이용할 수도 있다.

[0171] 또한, 이상의 실시형태에서는, 동압베어링장치(1,101)의 내부에 충만하고, 베어링 슬리브(8)와 축부재(2,102) 사이의 레이디얼 베어링 간극이나, 베어링 슬리브(8) 및 하우징(7)과 축부재(2,102) 사이의 스러스트 베어링 간극에 동압작용이 생기는 유체로서, 윤활유를 예시했지만, 특별히 이 유체에 한정되는 것은 아니다. 동압홈 영역을 갖는 각 베어링 간극에 동압작용이 생길 수 있는 유체, 예컨대 공기 등의 기체나, 자성유체 등의 유동성을 갖는 윤활제를 사용할 수도 있다.

산업상 이용 가능성

[0172] 본 발명에 따른 동압베어링장치는, 정보기기, 예컨대 HDD 등의 자기디스크 장치, CD-ROM, CD-R/RW, DVD-ROM/RAM 등의 광디스크장치, MD, MO 등의 광자기디스크 장치 등의 스핀들 모터, 레이저빔 프린터(LBP)의 폴리곤 스캐너 모터, 그 밖의 소형 모터용으로서 바람직하다.

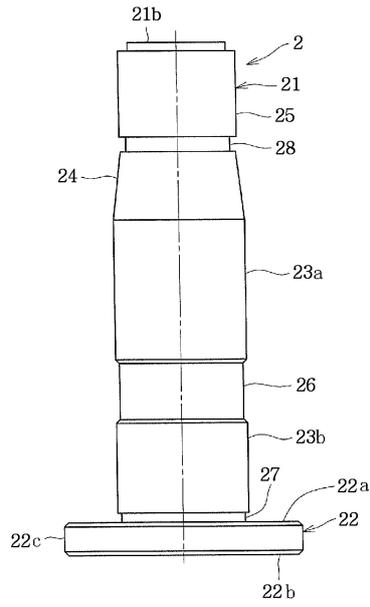
도면의 간단한 설명

- [0040] 도 1은 본 발명의 제1실시형태에 따른 동압베어링장치용 축부재의 측면도이다.
- [0041] 도 2는 축부재를 구비한 동압베어링장치를 조립한 정보기기용 스핀들 모터의 단면도이다.
- [0042] 도 3은 동압베어링장치의 종단면도이다.
- [0043] 도 4는 베어링 슬리브의 종단면도이다.
- [0044] 도 5는 단조가공에 의해 성형된 축소재의 측면도이다.
- [0045] 도 6은 둥근 다이스에 의한 교정가공(전조가공)의 개략도이다.
- [0046] 도 7은 평 다이스에 의한 교정가공(전조가공)의 개략도이다.
- [0047] 도 8은 축소재의 폭 연삭공정에 따른 연삭장치의 일례를 나타내는 개략도이다.
- [0048] 도 9는 폭 연삭공정에 따른 연삭장치의 일례를 나타내는 일부 단면도이다.
- [0049] 도 10은 축소재의 전체면 연삭공정에 따른 연삭장치의 일례를 나타내는 개략도이다.
- [0050] 도 11은 축소재의 연삭 마무리공정에 따른 연삭장치의 일례를 나타내는 개략도이다.
- [0051] 도 12는 축부재의 축부와 플랜지부의 코너부 주변을 확대한 단면도이다.
- [0052] 도 13은 본 발명의 제2실시형태에 따른 동압베어링장치용 축부재의 측면도이다.
- [0053] 도 14는 축부재의 플랜지부를 화살표a로 바라본 평면도이다.
- [0054] 도 15는 축부재의 플랜지부를 화살표b로 바라본 저면도이다.
- [0055] 도 16은 축부재를 구비한 동압베어링장치의 종단면도이다.
- [0056] 도 17은 단조가공에 의해 성형된 축소재의 측면도이다.
- [0057] 도 18은 축소재의 플랜지부를 화살표a로 바라본 평면도이다.
- [0058] 도 19는 축소재의 플랜지부를 화살표b로 바라본 저면도이다.

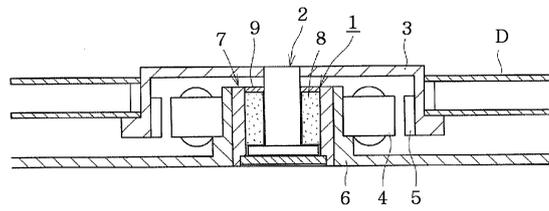
[0059]	도 20은 연삭가공 전에 있어서의, 플랜지부의 축부 반대측 끝면에 형성된 슬러스트 동압흡 영역의 확대 단면도이다.	
[0060]	도 21은 연삭가공 후에 있어서의, 슬러스트 동압흡 영역의 확대 단면도이다.	
[0061]	(도면의 주요부분에 대한 부호의 설명)	
[0062]	1: 동압베어링장치	2: 축부재
[0063]	3: 디스크 허브	4: 고정자 코일
[0064]	5: 회전자 마그넷	7: 하우징
[0065]	8: 베어링 슬리브	8a1,8a2: 동압흡
[0066]	9: 시일부재	10: 축소재
[0067]	11: 축부	11a: 외주면
[0068]	11b: 축부 끝면	12: 플랜지부
[0069]	12a,12b: 끝면	13: 교정 가공면
[0070]	21: 축부	22: 플랜지부
[0071]	22a,22b: 슬러스트 베어링면	23a,23b: 레이디얼 베어링면
[0072]	34,35: 다이스	40: 연삭장치
[0073]	41: 캐리어	42: 슷돌
[0074]	43: 노치부	50: 연삭장치
[0075]	52: 슈	53: 슷돌
[0076]	56: 연삭면	56a: 원통 연삭부
[0077]	56b: 평면 연삭부	57: 계측 게이지
[0078]	60: 연삭장치	62: 슈
[0079]	63: 슷돌	63a: 연삭면
[0080]	101: 동압베어링장치	102: 축부재
[0081]	110: 축소재	111: 축부
[0082]	112: 플랜지부	112a,112b: 슬러스트 동압흡 영역
[0083]	112a1,112b1: 동압흡	112a2,112b2: 구획부
[0084]	113: 교정 가공면	113a,113b: 레이디얼 동압흡 영역
[0085]	113a1,113b1: 동압흡	113a2,113b2: 구획부
[0086]	121: 축부	122: 플랜지부
[0087]	122a,122b: 슬러스트 동압흡 영역	122a1,122b1: 동압흡
[0088]	122a2,122b2: 구획부	123a,123b: 레이디얼 동압흡 영역
[0089]	123a1,123b1: 동압흡	123a2,123b2: 구획부
[0090]	S: 시일 공간	R1,R2,R11,R12: 레이디얼 베어링부
[0091]	T1,T2,T11,T12: 슬러스트 베어링부	

도면

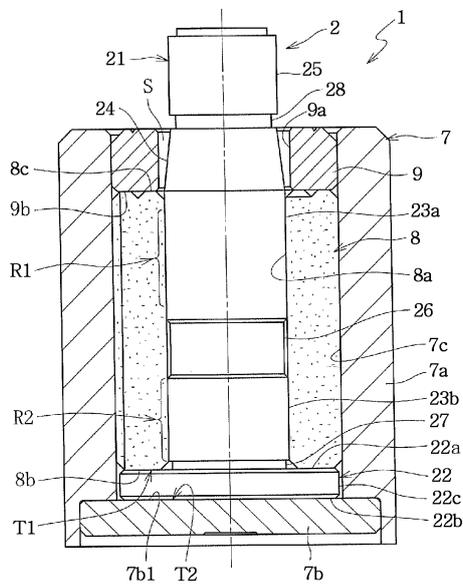
도면1



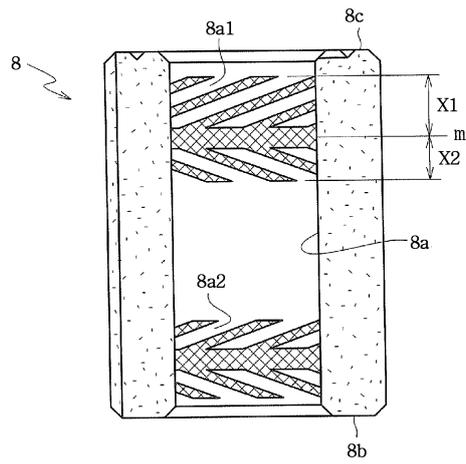
도면2



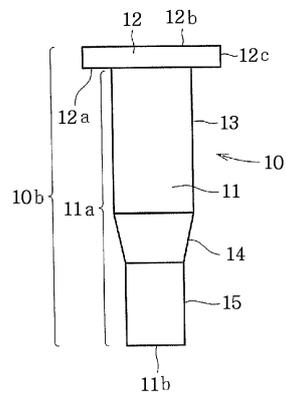
도면3



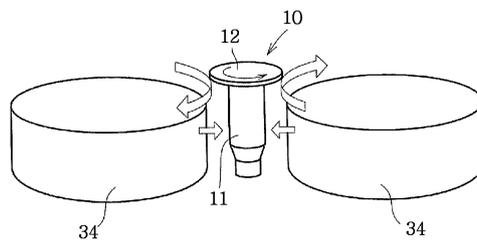
도면4



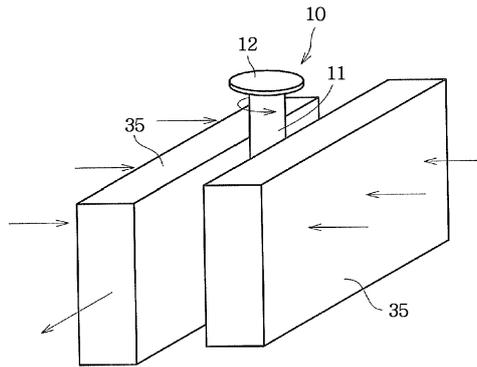
도면5



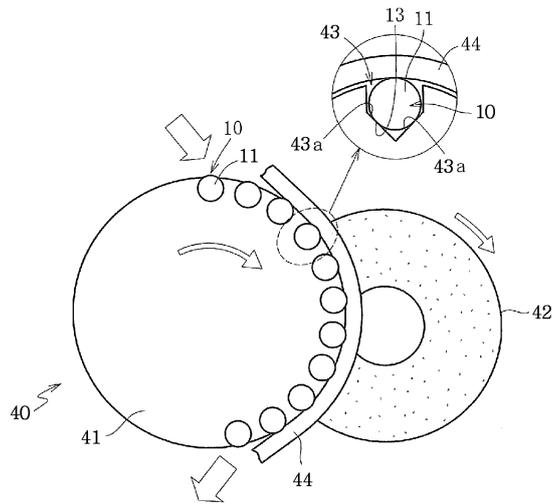
도면6



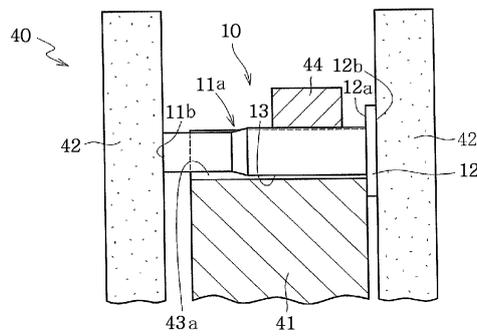
도면7



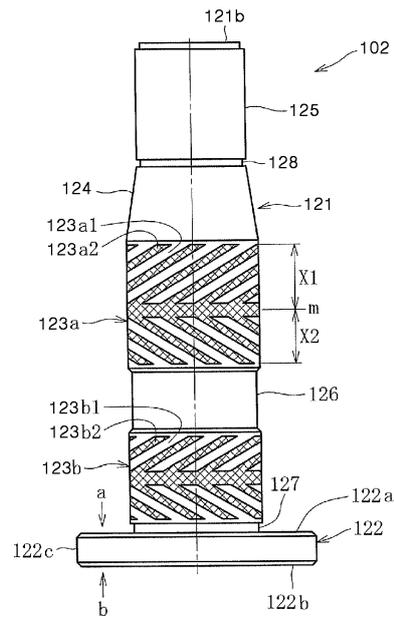
도면8



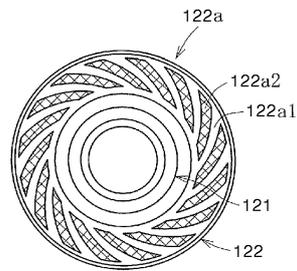
도면9



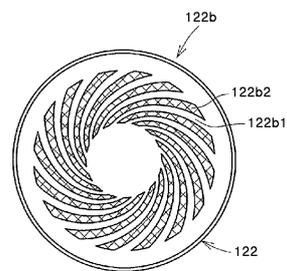
도면13



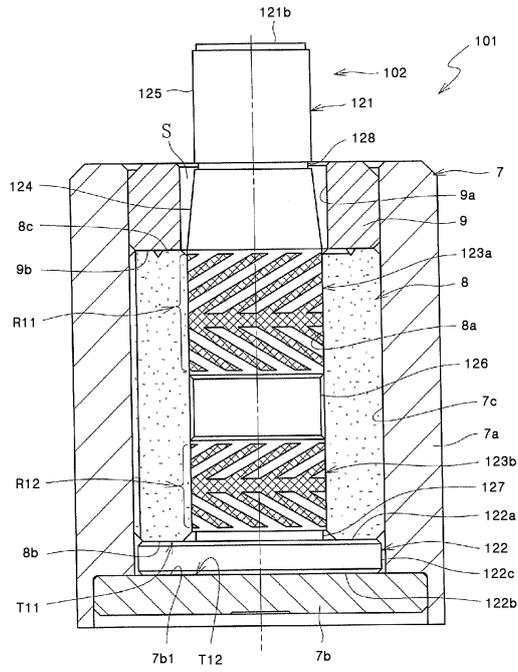
도면14



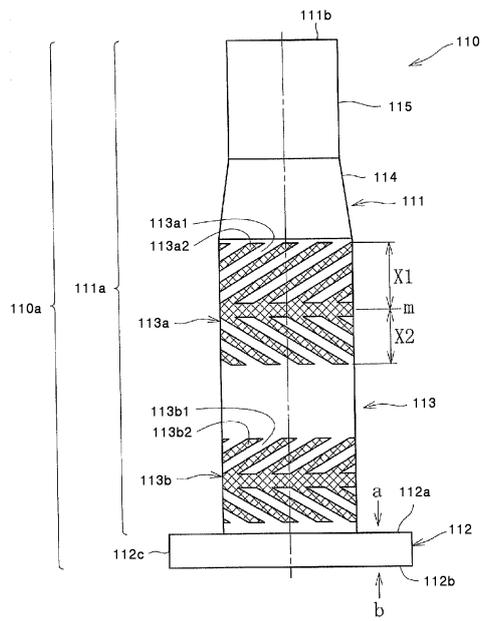
도면15



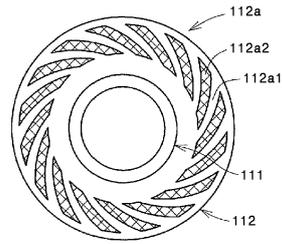
도면16



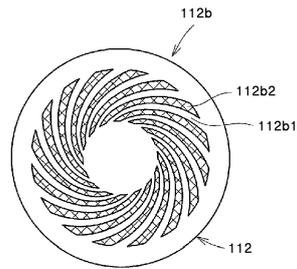
도면17



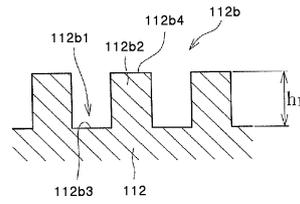
도면18



도면19



도면20



도면21

