



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0064324
(43) 공개일자 2012년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B23Q 11/00 (2006.01) B23Q 5/04 (2006.01)

F16C 33/00 (2006.01) F16C 25/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0125503

(22) 출원일자 2010년12월09일

심사청구일자 2010년12월09일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 사림동 9 창원대학교

(72) 발명자

이춘만

경상남도 창원시 성주동 101번지 일신대동프리빌
리지아파트 108동 1901호

김동현

경상남도 창원시 의창구 창원대로 538, 대동2차
아파트 203동 104호 (대원동)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

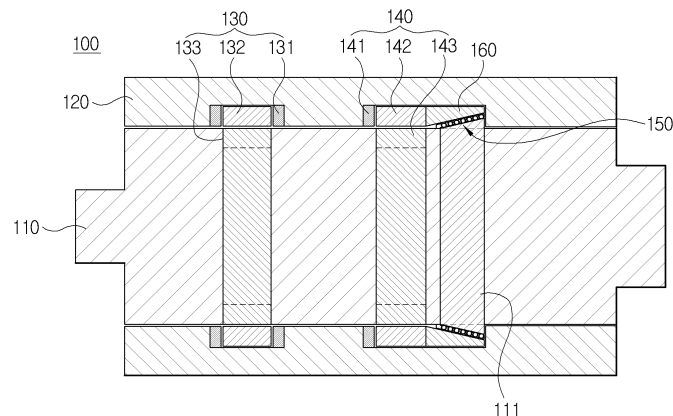
(54) 발명의 명칭 자기베어링 예압 조절장치

(57) 요약

본 발명은 봉 형상으로 길이방향으로 길게 형성되어 회전 가능하도록 구비되고, 외주면 상에 원주방향을 따라서 경사부가 결합되는 주축과, 외부에 고정되어 상기 주축을 감싸도록 배치되는 하우징과, 상기 하우징과 주축 사이에 개재되며, 상기 주축이 상기 하우징 내부에서 이격되어 회전 가능하도록 제1자성체가 구비되는 제1자기베어링부와, 상기 제1자기베어링부로부터 상기 주축의 축 방향으로 이격 배치되어 상기 하우징과 주축 사이에 개재되고, 상기 주축이 상기 하우징 내부에서 이격되어 회전 가능하도록 일 측에 제2자성체가 구비되며, 상기 제2자성체로부터 발생하는 척력에 의해 상기 경사부 방향으로 슬라이딩되어 초기 예압을 제공하는 제2자기베어링부와, 상기 제2자기베어링부와 상기 경사부 사이에 배치되고, 상기 경사부 외주면에 결합되어 상기 주축의 회전력에 따른 원심력에 대응하여 상기 주축의 원주 방향으로 가압되도록 마련되는 가압부 및 상기 가압부와 상기 제2자기베어링부 사이에 배치되어, 상기 가압부로부터 발생하는 압력에 의해 상기 제2자기베어링을 상기 제1자기베어링 방향으로 슬라이딩 시키는 슬라이드부를 포함하는 자기베어링 예압 조절장치를 제공한다.

본 발명에 의한 자기베어링 예압 조절장치는 주축의 회전속도에 상응하는 가압부의 원심력에 의해서 가변적인 예압을 자동적으로 베어링에 가할 수 있어 간단한 구성과 저렴한 비용으로 공작기계의 주축 회전속도의 광범위한 변화에 대응할 수 있고, 또한 정밀한 응답을 가능하게 하는 효과가 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 RTI04-01-03

부처명 지식경제부

연구사업명 지방기술혁신사업

연구과제명 DmN 270만급 고속 스핀들 개발

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2010.07.01 ~ 2011.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

봉 형상으로 길이방향으로 길게 형성되어 회전 가능하도록 구비되고, 외주면 상에 원주방향을 따라서 경사부가 결합되는 주축;

외부에 고정되어 상기 주축을 감싸도록 배치되는 하우징;

상기 하우징과 주축 사이에 개재되며, 상기 주축이 상기 하우징 내부에서 이격되어 회전 가능하도록 제1자성체가 구비되는 제1자기베어링부;

상기 제1자기베어링부로부터 상기 주축의 축 방향으로 이격 배치되어 상기 하우징과 주축 사이에 개재되고, 상기 주축이 상기 하우징 내부에서 이격되어 회전 가능하도록 일 측에 제2자성체가 구비되며, 상기 제2자성체로부터 발생하는 척력에 의해 상기 경사부 방향으로 슬라이딩되어 초기 예압을 제공하는 제2자기베어링부;

상기 제2자기베어링부와 상기 경사부 사이에 배치되고, 상기 경사부 외주면에 결합되어 상기 주축의 회전력에 따른 원심력에 대응하여 상기 주축의 원주 방향으로 가압되도록 마련되는 가압부; 및

상기 가압부와 상기 제2자기베어링부 사이에 배치되어, 상기 가압부로부터 발생하는 압력에 의해 상기 제2자기베어링부를 상기 제1자기베어링부 방향으로 슬라이딩 시키는 슬라이드부를 포함하는 자기베어링 예압 조절장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 가압부는,

상기 경사부 및 상기 슬라이드부와 접촉하는 볼과, 상기 볼을 상기 경사부로부터 이탈되지 않도록 지지하는 케이지를 포함하고, 상기 볼이 원심력에 의해 상기 케이지 내부로부터 유동할 수 있는 유격이 형성되는 자기베어링 예압 조절장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 슬라이드부에는,

상기 볼의 원심력에 의해 상기 제2자기베어링부가 상기 제1자기베어링부 방향으로 슬라이딩되도록 상기 경사부에 대응하는 경사면이 형성되는 자기베어링 예압 조절장치.

청구항 4

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,

상기 볼은,

상기 주축의 회전력이 감소함에 따라 상기 볼의 원심력이 감소하면, 상기 제1자기베어링부와 상기 제2자기베어링부의 척력에 의해 원위치로 복귀되는 자기베어링 예압 조절장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1자기베어링부는 상기 하우징 내주면에 한 쌍의 상기 제1자성체가 이격 배치되어 고정되고, 한 쌍의 상기 제1자성체 사이에 자기부상되도록 배치되는 제1트러스트 자석과, 상기 제1트러스트 자석의 위치에 대응하여 상기 주축에 내삽되도록 결합되는 제1레이디얼 자석을 포함하고,

상기 제2자기베어링부는 상기 하우징 내주면에서 상기 제1자기베어링부 방향으로 상기 제2자성체가 고정되고, 상기 제2자성체로부터 상기 경사부 방향으로 자기부상되도록 배치되는 제2트러스트 자석과, 상기 제2트러스트

자석의 위치에 대응하여 상기 주축에 내삽되도록 결합되는 제2레이디얼 자석을 포함하는 자기베어링 예압 조절장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제1 및 제2레이디얼 자석은 상기 제1 및 제2트러스트 자석으로부터 각각 자기부상되도록 배치되는 자기베어링 예압 조절장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기베어링 예압 조절장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 주축이 회전 시, 가압부가 원심력에 의해 원주방향으로 슬라이드부를 가압하여 가변적인 예압을 자동적으로 베어링에 가할 수 있는 자기베어링 예압 조절장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 공작기계의 하우징 내부에 주축을 회전가능하게 지지하고 있는 볼 베어링에는 적절한 예압을 가해주는 것이 필요하다. 이는 하나의 공작기계에서 저속의 황삭가공과 고속의 정삭가공이 이루어지고, 저속의 황삭 가공에서는 스피들의 강성을 높이고 진동을 억제하기 위하여 큰 예압이 필요하고, 고속가공에서는 큰 강성 대신 마찰에 의한 과도한 발열을 피하기 위하여 낮은 예압이 필요하기 때문이다.

[0003] 일반적으로 베어링의 예압 조절방법에는 변환 예압방법, 다단 정위치 예압방법, 자동 가변 예압방법 등이 알려져 있다. 변환 예압방법은 주축의 회전수가 일정 회전수 이상으로 변할 때 정위치에서 정압으로 예압을 변화시키는 방법으로 정압 예압으로 변환 후의 중간속도에서 주축의 강성이 저하된다는 단점이 있으며, 다단 정위치 예압은 예압의 정확한 설정을 위한 베어링 간의 변형 및 예압기구부의 변형을 충분히 고려하여야 하므로 설계상의 어려움이 있다. 따라서 자동 가변 예압방법을 사용하여 주축의 회전에 따른 원심력과 스프링의 압력으로 예압을 조절할 수 있게 하여 복잡한 기계구성이나 전기적인 장치가 필요 없이 예압을 조절할 수 있게 하였다.

[0004] 그러나, 스프링의 탄성에 의존하는 예압조절로 스프링의 탄성을 초과하는 원심력에 대하여 예압 조절능력이 떨어지기 때문에 광범위한 주축의 회전속도 변화에 대응할 수 없는 문제점이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 자기베어링 예압 조절장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 주축이 회전 시, 가압부가 원심력에 의해 원주방향으로 슬라이드부를 가압하여 가변적인 예압을 자동적으로 베어링에 가할 수 있는 자기베어링 예압 조절장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 봉 형상으로 길이방향으로 길게 형성되어 회전 가능하도록 구비되고, 외주면 상에 원주방향을 따라서 경사부가 결합되는 주축과, 외부에 고정되어 상기 주축을 감싸도록 배치되는 하우징과, 상기 하우징과 주축 사이에 개재되며, 상기 주축이 상기 하우징 내부에서 이격되어 회전 가능하도록 제1자성체가 구비되는 제1 자기베어링부와, 상기 제1자기베어링부로부터 상기 주축의 축 방향으로 이격 배치되어 상기 하우징과 주축 사이에 개재되고, 상기 주축이 상기 하우징 내부에서 이격되어 회전 가능하도록 일 측에 제2자성체가 구비되며, 상기 제2자성체로부터 발생되는 척력에 의해 상기 경사부 방향으로 슬라이딩되어 초기 예압을 제공하는 제2 자기베어링부와, 상기 제2자기베어링부와 상기 경사부 사이에 배치되고, 상기 경사부 외주면에 결합되어 상기

주축의 회전력에 따른 원심력에 대응하여 상기 주축의 원주 방향으로 가압되도록 마련되는 가압부 및 상기 가압부와 상기 제2자기베어링부 사이에 배치되어, 상기 가압부로부터 발생하는 압력에 의해 상기 제2자기베어링을 상기 제1자기베어링 방향으로 슬라이딩 시키는 슬라이드부를 포함하는 자기베어링 예압 조절장치를 제공한다.

- [0007] 상기 가압부는, 상기 경사부 및 상기 슬라이드부와 접촉하는 볼과, 상기 볼을 상기 경사부로부터 이탈되지 않도록 지지하는 케이지를 포함하고, 상기 볼이 원심력에 의해 상기 케이지 내부로부터 유동할 수 있는 유격이 형성될 수 있다.
- [0008] 상기 슬라이드부에는, 상기 볼의 원심력에 의해 상기 제2자기베어링부가 상기 제1자기베어링부 방향으로 슬라이딩되도록 상기 경사부에 대응하는 경사면이 형성될 수 있다.
- [0009] 상기 볼은, 상기 주축의 회전력이 감소함에 따라 상기 볼의 원심력이 감소하면, 상기 제1자기베어링과 상기 제2자기베어링의 척력에 의해 원위치로 복귀될 수 있다.
- [0010] 상기 제1자기베어링부는 상기 하우징 내주면에 한 쌍의 상기 제1자성체가 이격 배치되어 고정되고, 한 쌍의 상기 제1자성체 사이에 자기부상되도록 배치되는 제1트러스트 자석과, 상기 제1트러스트 자석의 위치에 대응하여 상기 주축에 내삽되도록 결합되는 제1레이디얼 자석을 포함하고, 상기 제2자기베어링부는 상기 하우징 내주면에서 상기 제1자기베어링부 방향으로 상기 제2자성체가 고정되고, 상기 제2자성체로부터 상기 경사부 방향으로 자기부상되도록 배치되는 제2트러스트 자석과, 상기 제2트러스트 자석의 위치에 대응하여 상기 주축에 내삽되도록 결합되는 제2레이디얼 자석을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제1 및 제2레이디얼 자석은 상기 제1 및 제2트러스트 자석으로부터 각각 자기부상되도록 배치될 수 있다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 의한 자기베어링 예압 조절장치는 주축의 회전속도에 상응하는 가압부의 원심력에 의해서 가변적인 예압을 자동적으로 베어링에 가할 수 있어 간단한 구성과 저렴한 비용으로 공작기계의 주축 회전속도의 광범위한 변화에 대응할 수 있고, 또한 정밀한 응답을 가능하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명에 따른 자기베어링 예압 조절장치를 나타내는 단면도,
 도 2는 도 1에 나타낸 자기베어링 예압 조절장치의 부분확대도,
 도 3 및 도 4는 도 1에 나타낸 자기베어링 예압 조절장치가 작동된 상태를 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0015] 도 1은 본 발명에 따른 자기베어링 예압 조절장치(100)를 나타내는 단면도이고, 도 2는 도 1에 나타낸 자기베어링 예압 조절장치(100)의 부분확대도이다.
- [0016] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 자기베어링 예압 조절장치(100)는 회전하는 주축(110)과, 상기 주축(110)을 감싸고 외부에 고정되는 하우징(120)과, 상기 주축(110)의 회전을 지지하는 제1자기베어링부(130)와, 상기 제1자기베어링부(130)와 상기 주축(110)의 축 방향으로 이격되어 배치되는 제2자기베어링부(140)와, 상기 제2자기베어링부(140)에 슬라이딩 압력을 가하는 가압부(150) 및 상기 가압부(150)에서 발생하는 원심력을 상기 제2자기베어링부(140)에 전달하는 슬라이드부(160)를 포함한다.
- [0017] 상기 주축(110)은 봉 형상으로 길이방향으로 길게 형성되며, 외주면에는 원주방향을 따라서 경사부(111)가 결합된다. 상기 경사부(111)는 상기 제2자기베어링부(140) 방향으로 그 지름이 점점 작아지도록 형성된다. 따라

서 상기 경사부(111)는 상기 제2자기베어링부(140) 방향의 일 측으로부터 상기 경사부(111)의 타 측 방향으로 그 지름이 증가하여 상기 주축(110)의 외주면으로부터 돌출되도록 형성된다.

- [0018] 상기 제1자기베어링부(130)는 상기 하우징(120)의 내주면에 한 쌍이 이격되어 배치되는 제1자성체(131)와, 한 쌍의 상기 제1자성체(131) 사이에 자기부상되도록 배치되는 제1트러스트 자석(132)과, 상기 제1트러스트 자석(132)의 위치에 대응하여 상기 주축에 내삽되는 제1레이디얼 자석(133)을 포함한다.
- [0019] 상기 제1자기베어링부(130)는 상기 제1자성체(131) 사이에서 상기 제1트러스트 자석(132)이 이격되어 배치되고, 상기 제1레이디얼 자석(133)은 상기 제1트러스트 자석(132)과 척력에 의해 이격되도록 배치되어 상기 주축(110)이 회전할 수 있도록 지지하는 기능을 갖는다.
- [0020] 여기서 상기 제1자기베어링부(130)는 영구자석 또는 전자석 등의 자성체가 될 수 있다. 따라서 마찰저항이 전혀 발생하지 않아 마찰계수와 소음을 절대적으로 감소시킬 수 있다.
- [0021] 상기 제2자기베어링부(140)는 상기 하우징(120)의 내주면에서 상기 제1자기베어링부(130)방향으로 배치되는 제2자성체(141)와, 상기 제2자성체(141)로부터 상기 경사부(111) 방향으로 자기부상되는 제2트러스트 자석(142)과, 상기 제2트러스트 자석(142)의 위치에 대응하여 상기 주축(110)에 내삽되는 제2레이디얼 자석(143)을 포함한다. 이때 상기 제2트러스트 자석(142)은 상기 제2레이디얼 자석(143)의 외주면으로부터 'Δd' 길이만큼 슬라이딩 가능하도록 배치된다.
- [0022] 상기 제2자성체(141)와 상기 제2트러스트 자석(142) 사이에는 척력이 형성되고, 상기 제2레이디얼 자석(143)은 상기 제2트러스트 자석(142)과 척력에 의해 이격되도록 배치되어 상기 주축(110)이 회전할 수 있도록 지지하는 기능을 갖는다. 여기서 상기 제2자기베어링부(140)는 영구자석 또는 전자석 등의 자성체가 될 수 있다. 따라서 마찰저항이 전혀 발생하지 않아 마찰계수와 소음을 절대적으로 감소시킬 수 있다.
- [0023] 상기 제2트러스트 자석(142)의 일 측에는 상기 제2자성체(141)가 배치되고, 타 측에는 상기 슬라이드부(160)가 배치된다. 상기 슬라이드부(160)는 상기 제2자기베어링부(140)와 함께 슬라이딩 작동된다. 상기 슬라이드부(160)는 상기 제2자성체(141)와 상기 제2트러스트 자석(142) 사이에서 발생하는 척력을 전달받아 상기 가압부(150)에 초기예압을 제공하며, 또한 상기 슬라이드부(160)는 상기 주축(110)의 회전력에 대응하여 상기 가압부(150)에서 발생하는 원심력을 전달받아 상기 제2트러스트 자석(142)과 함께 상기 주축(110)에 가해지는 초기예압을 감소시키는 방향으로 슬라이딩된다.
- [0024] 이때 상기 슬라이드부(160)에는 상기 경사부(111)의 각도에 대응하는 경사를 갖는 경사면(161)이 형성되고, 상기 경사면(161)과 상기 경사부(111) 사이에는 상기 가압부(150)가 개재된다.
- [0025] 상기 가압부(150)는 상기 경사부(111) 및 상기 슬라이드부(160)와 접촉하는 볼(151)과, 상기 경사부(111) 상에서 상기 볼(151)을 지지하는 케이지(155)를 포함한다.
- [0026] 상기 볼(151)은 금속 구슬 형상으로, 비교적 비중이 큰 금속으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0027] 상기 케이지(155)는 상기 경사부(111)의 외주면을 따라서 복수개 구비되어 상기 주축(110)이 회전 시, 상기 주축(110)과 함께 회전한다. 상기 케이지(155)가 상기 경사부(111)의 경사방향을 따라서 형성될 수 있음은 물론이다.
- [0028] 이때 상기 케이지(155)는 상기 볼(151)이 상기 케이지(155)의 상하측의 단부로부터 돌출될 수 있도록 형성되지만, 상기 볼(151)이 이탈되는 것을 방지하도록 형성된다. 따라서 상기 케이지(155) 내부는 관통되어 상기 볼(151)이 유동할 수 있는 홀(156)이 형성된다.
- [0029] 상기 홀(156)은 상기 케이지(155)의 상하단 지름이 상기 볼(151)의 지름보다 작게 형성되고, 상기 홀(156) 중앙의 최대 지름은 상기 볼(151)의 지름보다 크게 형성되어 상기 볼(151)은 상기 홀(156) 내부에서 상기 주축(110)의 원주방향 또는 중심방향으로 유동할 수 있는 유격이 형성된다.
- [0030] 또한 상기 케이지(155)에 형성되는 상기 홀(156)은 상기 경사부(111)의 경사 각도에 대응하여, 상기 케이지(155) 내부를 관통하는 상기 홀(156)의 형성된 방향이 상기 볼(151)에 발생하는 원심력의 방향, 즉 상기 주축(110)의 원주방향으로 형성될 수도 있다.
- [0031] 따라서 상기 가압부(150)가 회전하면서 상기 볼(151)에 원심력이 발생되어 상기 경사면(161)에 압력이 전달되고, 상기 슬라이드부(160)와 상기 제2트러스트 자석(142)은 상기 제1자기베어링부(130) 방향으로 슬라이딩된다.

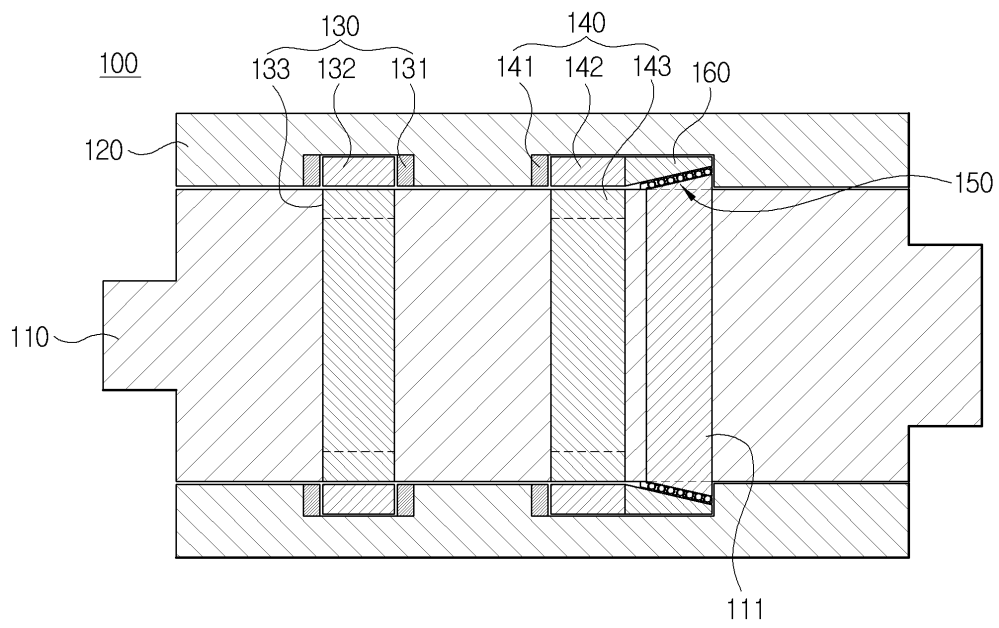
- [0032] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 자기베어링 예압 조절장치(100)의 작동방법에 관해 설명한다.
- [0033] 도 3 및 도 4는 도 1에 나타난 자기베어링 예압 조절장치(100)가 작동된 상태를 나타내는 단면도이다.
- [0034] 도 3 및 도 4를 참조하면, 상기 주축(110)이 정지한 상태에서, 상기 제1트러스트 자석(131)과 상기 제1레이디얼 자석(132) 및 상기 제2트러스트 자석(141)과 상기 제2레이디얼 자석(142) 사이에 발생하는 척력에 의해 간격이 발생된다. 이때 상기 제2자성체(141)와 상기 제2트러스트 자석(142) 사이에 발생된 척력은 상기 슬라이드부(160)을 가압하여 상기 가압부(150)에 초기예압을 제공한다.
- [0035] 이때 상기 주축(110)이 저속으로 회전하는 경우, 상기 주축(110)의 회전력에 대응하여 상기 볼(151)에 원심력이 발생하면서, 상기 홀(156)의 내부에서 상기 볼(151)은 상기 경사면(161) 방향으로 이동하게 되고, 상기 주축(110)의 회전력이 점차 증가함에 따라서 상기 볼(151)이 상기 경사면(161)을 밀어내는 힘은 증가하게 된다.
- [0036] 따라서 상기 주축(110)이 저속으로 회전하는 상태에서는 상기 제2자성체(141)와 상기 제2트러스트 자석(142) 사이에 발생하는 척력에 의한 초기 예압을 통해 상기 주축(110)의 회전이 안정적으로 이루어지도록 할 수 있다.
- [0037] 상기 주축(110)이 고속으로 회전하여 일정 RPM을 초과하는 경우, 상기 볼(151)에 제공되는 원심력에 의해 상기 슬라이드부(160)의 경사면(161)을 밀어 상기 슬라이드부(160)와 상기 제2트러스트 자석(142)이 ' Δd ' 길이만큼 상기 제1자성체(131) 방향으로 슬라이딩되면서 상기 가압부(150)에 가해지던 예압은 감소하게 된다.
- [0038] 따라서 상기 주축(110)이 고속으로 회전하는 상태에서는 상기 볼(151)의 원심력에 의해 상기 제2자기베어링부(140)에 예압을 감소시켜 상기 가압부(150)에 마찰력을 감소시킬 수 있고, 이에 따르는 유지보수 비용 및 시간을 절감할 수 있는 효과가 있다.
- [0039] 상기 주축(110)의 회전력이 감소함에 따라 상기 볼(151)의 원심력이 감소하면, 상기 제2자성체(141)와 상기 제2트러스트 자석(142)의 척력에 의해 상기 제2트러스트 자석(142)와 상기 슬라이드부(160)는 원위치로 복귀된다.
- [0040] 따라서 본 발명에 의한 자기베어링 예압 조절장치(100)는 상기 가압부(150)에 발생하는 원심력에 의해 상기 제2자기베어링부(140)의 예압을 자동적으로 조절할 수 있다.
- [0041] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

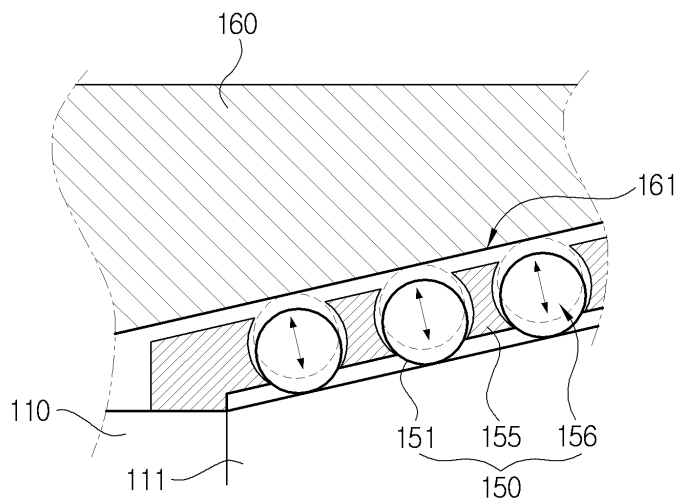
- [0042] 100 : 자기베어링 예압 조절장치 110 : 주축
- 111 : 경사부 120 : 하우징
- 130 : 제1자기베어링부 131 : 제1자성체
- 132 : 제1트러스트 자석 133 : 제1레이디얼 자석
- 140 : 제2자기베어링부 141 : 제2자성체
- 142 : 제2트러스트 자석 143 : 제2레이디얼 자석
- 150 : 가압부 151 : 볼
- 155 : 케이지 156 : 홀
- 160 : 슬라이드부 161 : 경사면

도면

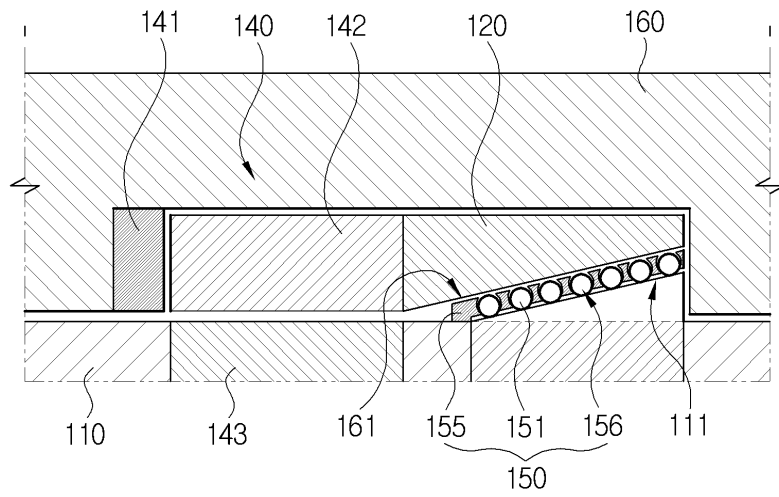
도면1



도면2



도면3



도면4

