



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

(45) 공고일자 2014년06월18일  
 (11) 등록번호 10-1408060  
 (24) 등록일자 2014년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F16C 32/00* (2006.01) *F16C 32/04* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0065578  
 (22) 출원일자 2012년06월19일  
 심사청구일자 2012년06월19일  
 (65) 공개번호 10-2013-0142392  
 (43) 공개일자 2013년12월30일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2001074050 A\*  
 US06353273 B1\*  
 JP2002139037 A  
 JP08326751 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국기계연구원  
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
 (72) 발명자  
 박철훈  
 대전광역시 유성구 배울2로 24 중앙하이츠빌 310  
 동 1001호  
 최상규  
 대전광역시 유성구 상대남로 26 (상대동, 도안신  
 도시9블록 트리플시티아파트) 904동 2202호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 김종관, 박창희, 권오식

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 신동혁

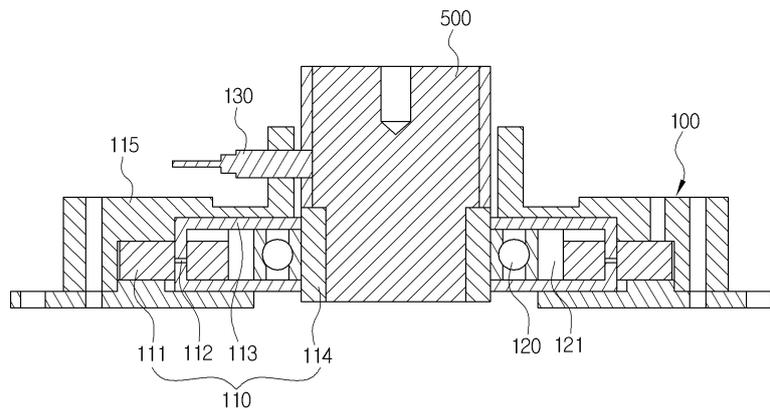
(54) 발명의 명칭 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링

**(57) 요약**

본 발명의 목적은 그 구조를 개선함으로써 로터의 길이 및 시스템 부피를 최소화할 수 있도록 하는, 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링을 제공함에 있다.

본 발명의 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링은, 로터(500) 둘레에 구비되어 마찰을 저감하는 래디얼(radial) 형의 복합 자기 베어링(100)으로서, 자기 베어링(110); 및 상기 코일(111) 및 상기 영구자석(112) 구비 위치 내측의 상기 고정자측 코어(113) 내부 빈 공간에 고정 구비되는 보조 베어링(120); 을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

**대표도** - 도3



(72) 발명자

**함상용**

대전광역시 유성구 학하남로 10 (계산동, 오투그란  
데 미학) 213동1803호

**홍두익**

대전광역시 유성구 계룡로 27-6 202호

**윤태광**

대전광역시 유성구 신성남로 127-1 202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	SC0850
부처명	지식경제부
연구사업명	주요사업-일반
연구과제명	그린에너지 기기 양산화 기술지원센터 구축사업 (3/5)
기여율	1/1
주관기관	한국기계연구원
연구기간	2012.01.01 ~ 2012.12.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

로터(500) 둘레에 구비되어 마찰을 저감하는 래디얼(radial) 형의 복합 자기 베어링(100)으로서,

상기 로터(500) 둘레에 부착 구비되는 로터측 코어(114)와, 수직면 및 수직면에 연결된 상하면으로 이루어져  $\pi$  자 형태를 형성하여 그 내부에 빈 공간이 형성되며 상기 로터측 코어(114) 둘레에 복수 개가 방사상으로 배치 구비되는 고정자측 코어(113)와, 각각의 상기 고정자측 코어(113)의 최외측부의 수직면 상에 각각 구비되는 복수 개의 영구자석(112)과, 상기 고정자측 코어(113)의 수직면 상에 구비되며 상기 영구자석(112)을 중심으로 상기 영구자석(112)을 둘러싸서 감기는 형태로 배치되는 복수 개의 코일(111)을 포함하여 이루어지는 자기 베어링(110);

상기 자기 베어링(110) 미동작 시 상기 로터(500)에 접촉되어 지지하도록, 볼 베어링, 롤러 베어링을 포함하는 구름 베어링 형의 베어링으로 형성되어, 상기 코일(111) 및 상기 영구자석(112) 구비 위치 내측의 상기 고정자측 코어(113) 내부 빈 공간에 고정 구비되는 보조 베어링(120);

을 포함하여 이루어지며,

상기 보조 베어링(120)은, 상기 고정자측 코어(113)에 고정 결합되는 보조 베어링 하우징(121)에 의해 고정 지지되며,

상기 보조 베어링 하우징(121)은 원통형으로 형성되어, 상기 보조 베어링 하우징(121)의 상하면이 상기 고정자측 코어(113)의 상하면 내측과 각각 결합되며, 상기 보조 베어링 하우징(121)의 원통형 내측에 구름 베어링 형으로 된 상기 보조 베어링(120)의 외륜이 끼워져 고정되도록 결합되는 것을 특징으로 하는 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 상기 자기 베어링(110)은

호모폴라(homopolar, 동극) 형 자기 베어링인 것을 특징으로 하는 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제 1항에 있어서, 상기 복합 자기 베어링(100)은

상기 고정자측 코어(113) 내부의 빈 공간에 구비되는 상기 보조 베어링 하우징(121) 및 상기 보조 베어링(120)을 지지하도록, 상기 고정자측 코어(113) 상하면과 면접되는 상하면을 포함하여 이루어져 상기 자기 베어링(110)의 외측을 둘러싸는 형태로 형성되는 자기 베어링 하우징(115)이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링.

**청구항 6**

제 5항에 있어서, 상기 복합 자기 베어링(100)은

상기 자기 베어링 하우징(115) 상의 일측에 구비되어 상기 복합 자기 베어링(100) 및 상기 로터(500) 간의 갭(gap)을 측정하는 갭 센서(130);

를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링.

## 명세서

### 기술분야

- [0001] 본 발명은 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링에 관한 것으로, 보다 상세하게는 로터의 길이 및 시스템 부피를 최소화할 수 있도록 개선된 구조를 가지는, 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링에 관한 것이다.
- [0002] 회전 또는 왕복 운동과 같은 움직임이 있는 부품(회전축, 이동축 등)에 있어서, 부품의 운동 과정에서 일어나는 마찰 때문에 발생될 수 있는 부품 마모나 손상 문제, 소음 문제, 에너지 낭비 문제 등과 같은 문제들을 해소하기 위하여 다양한 종류의 베어링이 구비되고 있다. 일반적으로 널리 사용되는 베어링에는 미끄럼 베어링(sliding bearing)과 구름 베어링(rolling bearing)이 있는데, 미끄럼 베어링은 축을 둘러싼 형태로 되어 베어링과 접촉하는 부분에 윤활유가 개재되어 있도록 한 형태로 되고, 구름 베어링은 베어링과 접촉하는 부분에 볼, 롤러 등과 같이 회전 가능한 부품들이 들어가 있어서 마찰을 최소화하도록 형성된다.
- [0003] 고전적으로 널리 사용되는 이러한 베어링들은 어떤 부분이든 간에 축과의 접촉이 반드시 발생하게 되는데, 축과의 접촉이 없도록 하여 마찰을 그야말로 최소화한 자기 베어링(magnetic bearing)이 최근 다양한 분야에서 그 사용이 확대되어 가고 있다. 자기 베어링은 한국특허공개 제2009-0070178호("정전용량을 이용하는 자기베어링의 원통형 반경방향 변위측정 시스템 및 이의 고장 유무 판단 방법", 2009.07.01) 등에 나타나 있는 바와 같이, 축 둘레에 강한 자성을 띠는 자석 또는 전자석을 배치하여 자기 부상에 의해 축을 띄워 줌으로써 베어링 역할을 하도록 되어 있다. 자기 베어링은 축과의 접촉이 전혀 없어 마찰이 0이 되므로, 부품의 마모나 손상 등이 발생하지 않아 내구성이 높고 소음이 매우 적은 등의 많은 장점이 있다. 그러나 실질적으로 자기 베어링만으로 축을 지지하도록 설계되기도는, 보다 안정적인 축의 지지를 위하여 직접 접촉이 있는 형태로 된 보조 베어링이 더 구비되어 있는 것이 일반적이다.

### 배경기술

- [0004] 도 1은 종래의 자기 베어링 시스템이 구비되는 로터를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이 모터(2)에 의하여 회전하는 로터(1)에는 일반적으로 여러 베어링들(3)(4)(6)(7)(9) 및 갭 센서들(5)(8)(10)이 구비된다. 상기 로터(1)는 한 방향으로 길게 연장된 기둥 형태로 형성되므로 일반적으로 상하에 하나씩 적어도 2개의 래디얼(radial) 베어링이 구비되며, 일측에는 스러스트(thrust) 베어링이 구비된다. 도 1에서 상기 래디얼 베어링들 및 상기 스러스트 베어링은 자기 베어링들(3)(6)(9)로서, 자기 부상에 의하여 상기 로터(1)를 지지하므로 상기 로터(1)와의 직접 접촉이 없다.
- [0005] 상기 로터 및 자기 베어링 시스템 전체가 정상적인 작동 중일 때에는 상기 래디얼 자기 베어링들(3)(6)이 작동하여 상기 로터(1)를 자기 부상에 의하여 지지하고 있게 된다. 그러나 시스템이 정지해 있을 때에는 상기 래디얼 자기 베어링(3)(6)에 전력이 공급되지 않아 자력이 발생되지 않으므로 상기 로터(1)를 지지할 수 없으며, 따라서 이런 경우를 위해 상기 로터(1)에는 볼 베어링 등과 같은 일반적인 접촉식 베어링 형태로 된 래디얼 보조 베어링(4)(7)이 구비된다. 상기 래디얼 보조 베어링(4)(7)은 시스템 정지 시 상기 로터(1)를 지지할 뿐 아니라, 비정상 동작(fault) 시에도 상기 로터(1)가 최대한 손상되지 않고 안전하게 회전이 멈출 수 있도록 상기 로터(1)를 지지하여 주는 역할을 한다. 따라서 이러한 상기 래디얼 보조 베어링(4)(7)은 이러한 로터에 필수적으로 구비되는 부품이다. 도 1과 형태는 다르나 유사한 구조로서, 회전체에 자기 베어링과 더불어 보조적으로 볼 베어링이 더 구비되는 형태의 장치가 한국특허공개 제2010-0054253호("스프링 - 댐퍼 시스템을 구비한 터치다운 볼베어링", 2010.05.25)에 개시되어 있다.
- [0006] 상기 래디얼 보조 베어링(4)(7)을 구비하기 위한 공간 확보를 위하여, 상기 로터(1)는 상기 래디얼 보조 베어링(4)(7)이 차지하는 부피만큼 그 길이를 늘리도록 설계된다. 그런데, 이처럼 상기 로터(1)의 길이가 길어질수록 시스템 자체의 부피가 커지게 되는 문제점이 있다. 뿐만 아니라 상기 로터(1)의 길이가 길어질수록 굽힘 모드에 의한 위험 속도가 낮아지게 되는 문제가 있어, 상기 로터(1)의 동작 속도를 높이는데 제한이 생기게 된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0007] (특허문헌 0001) 1. 한국특허공개 제2009-0070178호("정전용량을 이용하는 자기베어링의 원통형 반경방향 변위 측정 시스템 및 이의 고장 유무 판단 방법", 2009.07.01)
- (특허문헌 0002) 2. 한국특허공개 제2010-0054253호("스프링 - 댐퍼 시스템을 구비한 터치다운 볼베어링", 2010.05.25)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 그 구조를 개선함으로써 로터의 길이 및 시스템 부피를 최소화할 수 있도록 하는, 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링을 제공함에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링은, 로터(500) 둘레에 구비되어 마찰을 저감하는 래디얼(radial) 형의 복합 자기 베어링(100)으로서, 상기 로터(500) 둘레에 부착 구비되는 로터측 코어(114)와, 수직면 및 수직면에 연결된 상하면으로 이루어져 C자 형태를 형성하여 그 내부에 빈 공간이 형성되며 상기 로터측 코어(114) 둘레에 복수 개가 방사상으로 배치 구비되는 고정자측 코어(113)와, 각각의 상기 고정자측 코어(113)의 최외측부의 수직면 상에 각각 구비되는 복수 개의 영구자석(112)과, 상기 고정자측 코어(113)의 수직면 상에 구비되며 상기 영구자석(112)을 중심으로 상기 영구자석(112)을 둘러싸서 감기는 형태로 배치되는 복수 개의 코일(111)을 포함하여 이루어지는 자기 베어링(110); 상기 자기 베어링(110) 미동작 시 상기 로터(500)에 접촉되어 지지하도록, 볼 베어링, 롤러 베어링을 포함하는 구름 베어링 형의 베어링으로 형성되어, 상기 코일(111) 및 상기 영구자석(112) 구비 위치 내측의 상기 고정자측 코어(113) 내부 빈 공간에 고정 구비되는 보조 베어링(120); 을 포함하여 이루어질 수 있다. 이 때, 상기 보조 베어링(120)은, 상기 고정자측 코어(113)에 고정 결합되는 보조 베어링 하우징(121)에 의해 고정 지지되며, 상기 보조 베어링 하우징(121)은 원통형으로 형성되어, 상기 보조 베어링 하우징(121)의 상하면이 상기 고정자측 코어(113)의 상하면 내측과 각각 결합되며, 상기 보조 베어링 하우징(121)의 원통형 내측에 구름 베어링 형으로 된 상기 보조 베어링(120)의 외륜이 끼워져 고정되도록 결합되도록 이루어질 수 있다.

[0010] 이 때, 상기 자기 베어링(110)은 호모폴라(homopolar, 동극) 형 자기 베어링인 것을 특징으로 한다.

[0011] 삭제

[0012] 삭제

[0013] 또한, 또한 상기 복합 자기 베어링(100)은, 상기 고정자측 코어(113) 내부의 빈 공간에 구비되는 상기 보조 베어링 하우징(121) 및 상기 보조 베어링(120)을 지지하도록, 상기 고정자측 코어(113) 상하면과 면접되는 상하면을 포함하여 이루어져 상기 자기 베어링(110)의 외측을 둘러싸는 형태로 형성되는 자기 베어링 하우징(115)이 더 구비되도록 이루어질 수 있다. 이 때 상기 복합 자기 베어링(100)은, 상기 자기 베어링 하우징(115) 상의 일측에 구비되어 상기 복합 자기 베어링(100) 및 상기 로터(500) 간의 갭(gap)을 측정하는 갭 센서(130); 를 더 포함하여 이루어지는 것이 바람직하다.

**발명의 효과**

[0014] 본 발명에 의하면, 비접촉식의 자기 베어링 및 접촉식의 보조 베어링이 모두 구비되는 로터에 대하여, 그 내부에 보조 베어링이 구비되는 형태로 된 자기 베어링이 구비되도록 함으로써, 종래에 보조 베어링을 구비할 공간을 확보하기 위한 만큼의 로터 길이를 축소할 수 있도록 하는 효과가 있다. 이처럼 로터 길이를 최소화함으로써, 시스템 전체의 부피를 줄일 수 있는 효과가 있다. 더불어 본 발명에 의하면, 이처럼 로터 길이가 종래보다 줄어들어서 로터의 급힘 모드에 의한 위험 속도가 종래에 비하여 높아지게 되므로, 로터가 안정적으로 동작할 수 있는 동작 속도 범위를 보다 넓힐 수 있는 효과 또한 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0015] 도 1은 종래의 자기 베어링 시스템이 구비되는 로터.  
 도 2는 본 발명의 베어링의 사시도.  
 도 3은 본 발명의 베어링의 단면도.  
 도 4는 본 발명의 복합 자기 베어링이 구비되는 로터.  
 도 5는 종래의 자기 베어링 시스템 및 본 발명의 복합 자기 베어링이 구비되는 로터들의 비교도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0016] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 보조 베어링이 결합된 복합 자기 베어링을 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[0017] 도 2는 본 발명의 베어링의 사시도이며, 도 3은 본 발명의 베어링의 단면도이다. 먼저 도 2 및 도 3을 통해 본 발명의 베어링의 구조에 대하여 상세히 설명한다.

[0018] 본 발명의 복합 자기 베어링(100)은 기본적으로 로터(500) 둘레에 구비되어 마찰을 저감하는 래디얼(radial) 형태로 되어 있다. 이 때, 상기 복합 자기 베어링(100)은 자기 베어링(110)과 보조 베어링(120)이 서로 결합되어 있는 구조로 이루어진다.

[0019] 상기 자기 베어링(110)은, 상기 로터(500) 둘레에 부착 구비되는 로터측 코어(114)와, 그 내부에 빈 공간이 형성되며 상기 로터측 코어(114) 둘레에 복수 개가 방사상으로 배치 구비되는 고정자측 코어(113)와, 각각의 상기 고정자측 코어(113)의 최외측부에 각각 구비되는 복수 개의 영구자석(112)과, 상기 고정자측 코어(113)에 구비되며 상기 영구자석(112)을 중심으로 상기 영구자석(112)을 둘러싸는 형태로 배치되는 복수 개의 코일(111)을 포함하여 이루어진다. 즉 하나의 상기 고정자측 코어(113)에는, 상기 로터(500)에서 제일 먼 쪽 부분에 상기 영구자석(112)이 구비되며, 상기 영구자석(112)을 둘러싸는 형태로 상기 코일(111)이 구비된다. 또한 도시된 바와 같이 상기 코일(111)은, 상기 로터(500)의 축 방향과 동일한 방향의 축에 감기는 방향으로 형성된다. 이와 같이 상기 코일(111) 및 상기 영구자석(112)이 구비된 상기 고정자측 코어(113)가, 상기 로터측 코어(114)의 둘레에 방사상으로 복수 개 배치된다.

[0020] 전력이 공급되면 복수 개의 상기 고정자측 코어(113) 각각의 상기 코일(111) 및 상기 영구자석(112)에서 자기력이 발생된다. 상기 로터(500)는 각각의 상기 고정자측 코어(113)가 구비된 각 방향에서 힘을 받게 되며, 따라서 상기 로터(500)는 각각의 상기 고정자측 코어(113)와의 반발력에 의하여 복수 개의 상기 고정자측 코어(113)들 사이의 공간에 부상된다. 이러한 현상이 바로 자기 부상 원리에 의한 것으로서, 이처럼 상기 자기 베어링(110)은 상기 로터(500)를 자기 부상 원리를 이용하여 지지하는 것이다. 상기 코일(111)에 공급되는 전력의 세기, 방향, 위상, 주기 등을 조절함으로써 상기 자기 베어링(110)에서 발생하는 자기력을 조절할 수 있다.

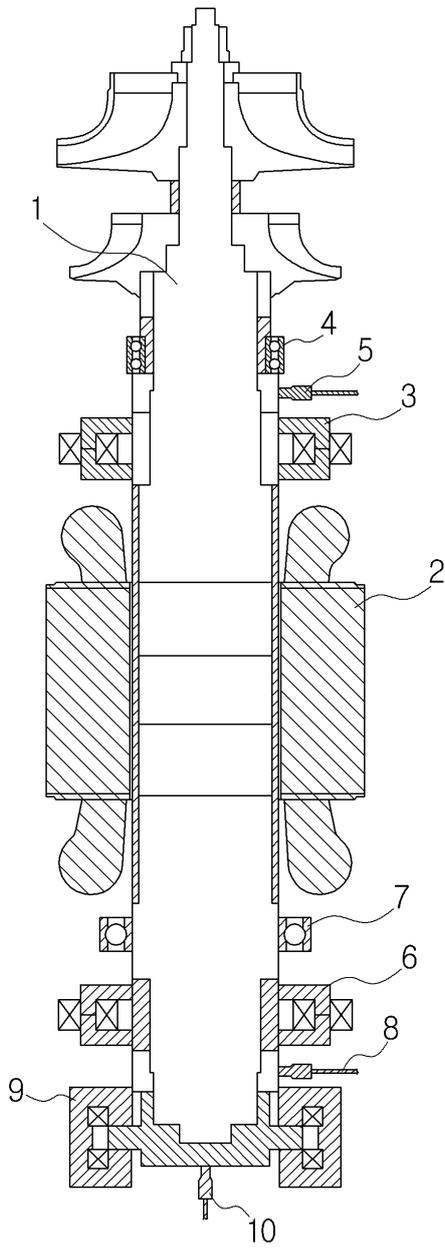
[0021] 이 때, 상기 자기 베어링(110)은 상기 구조에서 알 수 있는 바와 같이 호모폴라(homopolar, 동극) 형 자기 베어링인 것이 바람직하다. 호모폴라 형 자기 베어링은 헤테로폴라 형에 비하여 와전류(eddy currunt)에 의한 발열 문제가 없고, 샤프트 코어를 제작하기가 용이하며, 영구자석 및 전자석(코일)을 함께 사용하는 형태이므로 에너지 사용이 최소화될 수 있다는 장점이 있다. 또한 전자석 코어가 축방향으로 배치되므로 축의 둘레 방향으로의 여유 공간을 좀더 확보할 수 있다는 장점 또한 있다.

- [0022] 이 때, 앞서 설명한 바와 같이 일반적으로 로터(500)를 자기 베어링(110)만으로 지지하게 될 경우 다음과 같은 문제가 생긴다. 상기 자기 베어링(110)은 전력이 공급되면 작동을 하기 때문에, 시스템 전체가 정상적으로 작동할 때(즉 상기 자기 베어링(110) 및 상기 로터(500) 모두에 정상적으로 전력이 공급될 때)에는 정상적으로 자기력이 발생되므로, 상기 자기 베어링(110)이 상기 로터(500)와 접촉하지 않은 상태로 상기 로터(500)를 지지하는데 아무런 문제가 없다. 그러나 시스템 정지 상태에서는 상기 자기 베어링(110) 및 상기 로터(500)에 전력이 공급되지 않으며, 이 경우 상기 자기 베어링(110)에서 자기력이 발생되지 않으므로 상기 로터(500)는 상기 자기 베어링(110)에 접촉한 상태가 된다.
- [0023] 물론 상기 로터(500)가 회전하고 있지 않은 상태라면 상기 자기 베어링(110)에 상기 로터(500)가 접촉한다 해도 큰 문제가 되지 않을 수 있겠으나, 문제는 시스템 이상이 발생했을 때이다. 상기 로터(500)는 계속 회전 동작을 하고 있는데, 상기 자기 베어링(110)으로의 전력 공급에 이상이 발생하여 상기 자기 베어링(110)이 정상적으로 동작하지 않게 될 경우, 상기 자기 베어링(110)과 상기 로터(500)가 접촉할 수밖에 없게 되며, 이 경우 상기 로터(500)의 회전에 의하여 상기 자기 베어링(110)이 파손되거나 손상되는 등의 문제가 생길 수 있고 또한 상기 로터(500)가 매우 불안정한 회전을 하게 되어 시스템 전체의 손상 등 사고 발생의 위험성이 커진다.
- [0024] 이러한 문제를 피하기 위하여, 종래에는 도 1에 도시되어 있는 바와 같이, (상기 자기 베어링(110)에 해당하는) 자기 베어링과는 별도로 로터 상에 보조 베어링을 더 구비하도록 하고 있었다. 그런데 이와 같이 보조 베어링이 별도 구비될 경우 다음과 같은 문제가 더 발생한다. 먼저, 보조 베어링이 로터 상에 구비될 수 있는 공간을 확보하기 위해서는, 최소한 보조 베어링의 길이만큼 로터의 길이가 늘어나야 하기 때문에 시스템 전체의 부피가 커지는 문제가 생긴다. 뿐만 아니라, 로터의 길이가 늘어남에 따라 로터에서의 굽힘 발생 경향이 커지게 되어, 굽힘 모드에서 안정적으로 회전할 수 있는 한계치 속도인 위험 속도 값이 낮아지게 된다. 따라서 결과적으로는 로터가 안정적으로 회전할 수 있는 동작 속도 범위가 줄어들게 되는 문제가 생기는 것이다.
- [0025] 본 발명에서는 이와 같이 로터 길이가 늘어남에 따라 발생하는 문제들을 피함과 동시에, 시스템 정지 또는 이상 동작 시에도 안정적으로 동작할 수 있도록 하기 위하여, 상기 자기 베어링(110)의 내부에 상기 보조 베어링(120)이 결합 구비되는 구조를 가지는 복합 자기 베어링(100)을 제시한다.
- [0026] 상기 보조 베어링(120)은, 상기 코일(111) 및 상기 영구자석(112) 구비 위치 내측의 상기 고정자측 코어(113) 내부 빈 공간에 고정 구비된다. 보다 안정적인 결합을 위해서, 상기 보조 베어링(120)은 도시된 바와 같이 상기 고정자측 코어(113)에 고정 결합되는 보조 베어링 하우징(121)에 의해 고정 지지되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0027] 또한 상기 보조 베어링(120)은 볼 베어링, 롤러 베어링을 포함하는 구름 베어링 형인 것이 바람직하다. 앞서 설명한 바와 같이 상기 보조 베어링(120)은 시스템 정지 또는 특히 시스템 이상 동작 시에 상기 로터(500)를 안정적으로 지지할 수 있도록 구비되는 것이다. 따라서 상기 보조 베어링(120)은 상기 로터(500)와 접촉하였을 때는 물론이거니와 외부 충격이나 진동 등을 어느 정도 견딜 수 있을 정도의 강성을 가져야 한다. 더불어, 앞서 설명한 바와 같이 본 발명에서 상기 보조 베어링(120)이 상기 자기 베어링(110)의 내부에 구비되도록 하는 구조를 채용한 가장 근본적인 이유는 바로 상기 로터(500)의 길이를 줄이기 위함인 바, 상기 보조 베어링(120)으로 사용되는 베어링도 그 자체의 길이가 길게 형성되는 것이어서는 안 된다.
- [0028] 이러한 조건들을 고려할 때, 그 자체의 강성이 충분하여 로터와의 접촉 및 충격 등에도 손상의 우려 없이 로터를 지지할 수 있고, 길이를 매우 짧게 형성할 수 있는 볼 베어링 등과 같은 형태의 베어링이, 상기 보조 베어링(120)으로서 사용되기에 매우 적합하다. 따라서 상기 보조 베어링(120)은 볼 베어링 등과 같은 형태의 베어링인 것이 바람직한 것이다.
- [0029] 부가적으로, 상기 복합 자기 베어링(100)에는 도 3에 도시된 바와 같이 상기 자기 베어링(110)의 외측을 둘러싸는 형태로 형성되는 자기 베어링 하우징(115)이 더 구비되는 것이 바람직하다. 상기 자기 베어링 하우징(115)에 의하여 상기 자기 베어링(110) 등의 각 부품이 외부로부터 보호된다.
- [0030] 더불어 이 때, 상기 복합 자기 베어링(100)은 상기 자기 베어링 하우징(115) 상의 일측에 구비되어 상기 복합 자기 베어링(100) 및 상기 로터(500) 간의 갭(gap)을 측정하는 갭 센서(130)를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 도 1의 종래 베어링 시스템을 보면, 로터와 베어링 간 갭을 측정하는 갭 센서가 별도로 구비되어 있는 것을 알

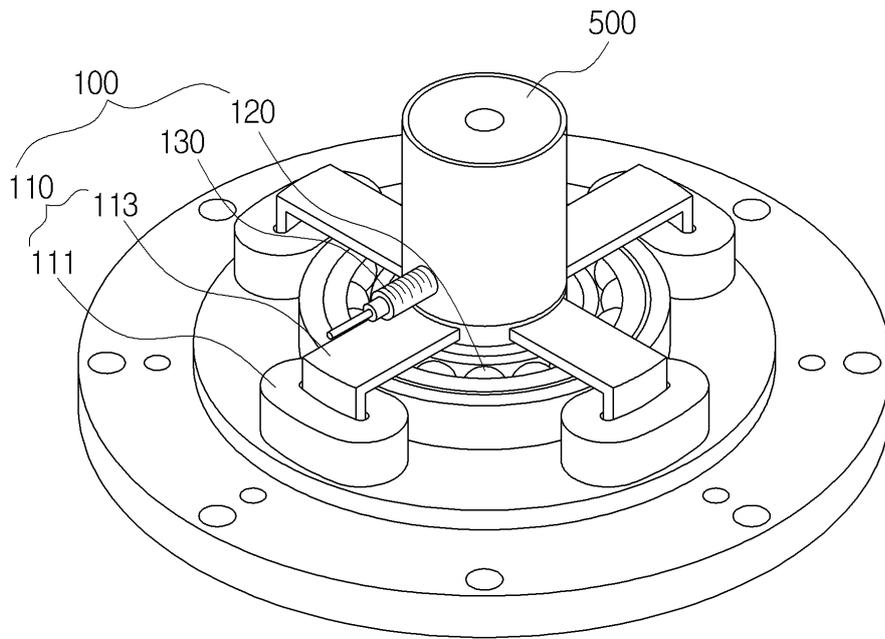


도면

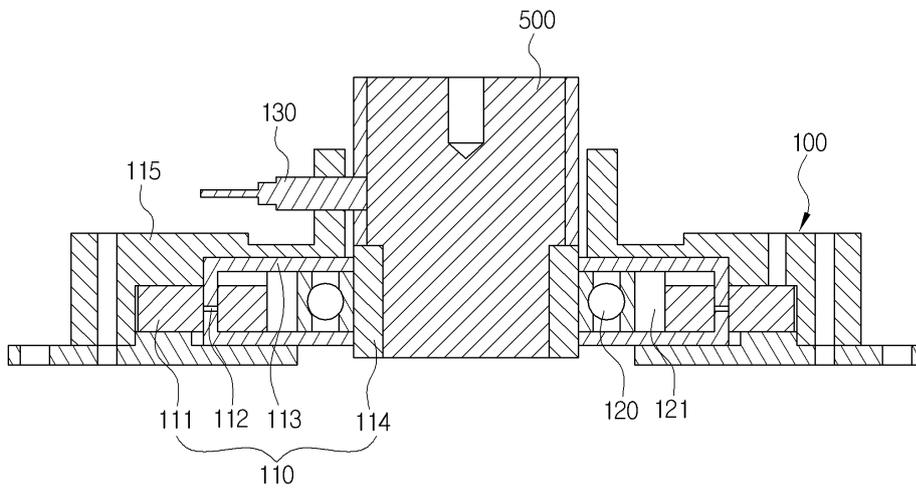
도면1



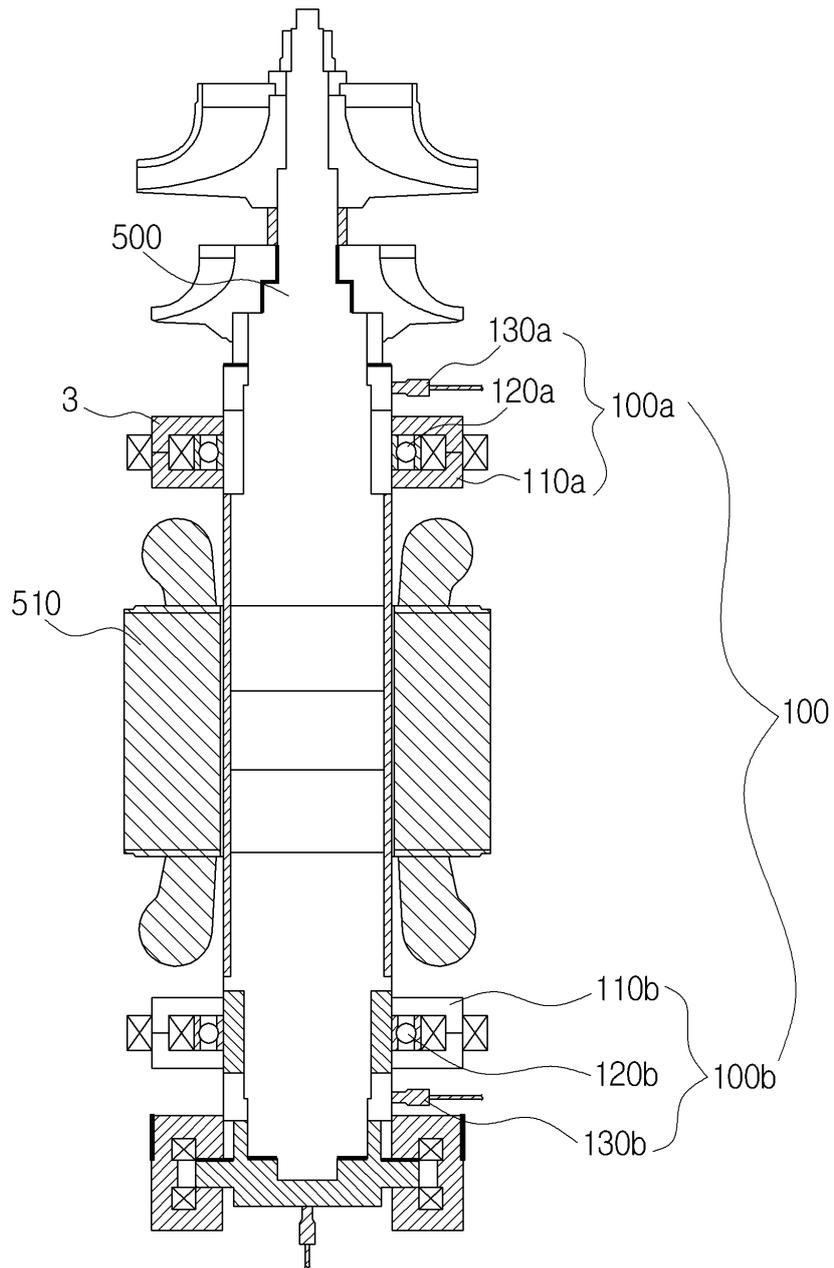
도면2



도면3



도면4



도면5

