



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0040612  
(43) 공개일자 2009년04월27일

(51) Int. Cl.

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

(21) 출원번호 10-2007-0106047

(22) 출원일자 2007년10월22일

심사청구일자 2007년10월22일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경남 창원시 사림동 9 창원대학교내

(72) 발명자

은인웅

경기 수원시 장안구 정자동 870-1번지 백설마을  
현대아파트 598동102호

이춘만

경남 창원시 성주동 101번지 일신대동프리빌리지  
아파트 108동1901호

황영국

경남 김해시 장유면 부곡리 대우푸르지오1차 130  
2동 1102호

(74) 대리인

조주영

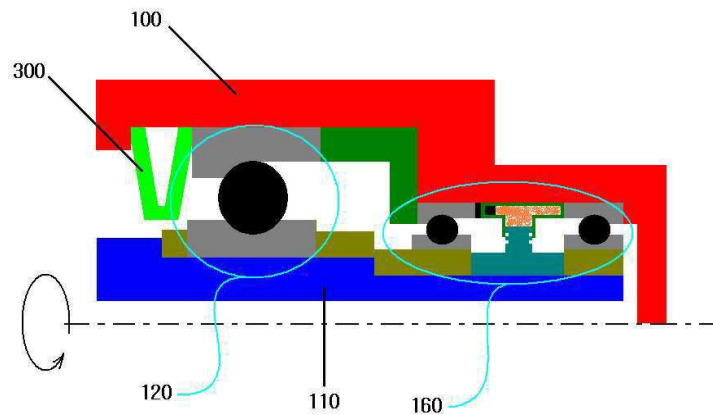
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 유체에 작용하는 원심력의 변화에 의한 공작기계 주축의자동 예압 조절장치

### (57) 요약

본 발명은 공작기계의 주축용 베어링에 자동으로 예압을 조절할 수 있는 장치에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 하우징의 일측에 스프링과 주베어링 및 보조베어링을 구비하여 주축의 회전속도에 의존하는 유체에 작용하는 원심력 변화에 따라 주베어링에 가해지는 예압을 자동으로 조절할 수 있고, 복잡한 기계구성이나 전기장치가 필요 없이 간단한 구성으로 제조비용이 절감되며, 구동 중 오동작을 줄여주는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

하우징상에 축을 지지하고 있는 베어링에 자동으로 예압을 조절해주는 장치에 있어서,

회전하는 주축(110)에 주내륜(140)이 억지끼움 되어 구비되고, 회전하지 않는 하우징(100)의 끝단에는 텐션을 가지는 스프링(300)의 일측이 구비되며, 스프링(300)의 또 다른 끝단에는 주외륜(130)이 하우징(100)과 헴글게 끼워져서 구비되고, 주외륜(130)과 주내륜(140)의 사이에는 주전동체(150)가 삽입되어 회전하는 주베어링(120)과;

회전하는 주축(110)에 보조내륜(180) 한 쌍이 구비되고, 한 쌍의 보조내륜(180) 사이에는 주축(110)의 회전에 따른 원심력을 이용하여 축방향 힘을 발생시키기 위한 회전자(400)가 구비되며, 보조내륜(180)에는 보조전동체(190, 191)가 삽입되어 회전하게 되고, 회전하지 않는 하우징(100)에는 보조내륜(180)과 마주보는 위치에 제1보조외륜(170)과 제2보조외륜(171) 한 쌍이 헴글게 끼워져서 구비되며, 제1보조외륜(171)과 제2보조외륜(171) 사이에는 이동자(430)가 구비된 제2피더(210)가 구비되며, 보조외륜(170, 171)과 보조내륜(180)의 사이에는 보조전동체(190, 191)가 삽입되어 회전하는 보조베어링(160)과;

하우징(100)에 구비된 주외륜(130)과 제1보조외륜(170)은 제1피더(200)에 의하여 연결 고정되어 구비된 것을 특징으로 하는 유체에 작용하는 원심력의 변화에 의한 공작기계 주축의 자동 예압 조절장치.

### 청구항 2

1항에 있어서, 주축(110)에 고정되는 회전자(400)의 연결부(410)는 실링(410)에 의하여 제2피더(210)의 하부에 연결되며, 제2피더(210)에는 주축의 회전수에 따라 변하는 원심력을 축방향 힘으로 전달하기 위한 유체(420)를 내재하고, 제2피더(210)의 측면에는 제1보조외륜(170)에 고정된 이동자(430)가 삽입되어 유체를 통해 전달되는 힘에 의해 좌우로 이동하는 것을 특징으로 하는 유체에 작용하는 원심력의 변화에 의한 공작기계 주축의 자동 예압 조절장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

- <1> 본 발명은 공작기계의 주축용 베어링의 예압을 자동적으로 조절할 수 있는 장치에 관한 것으로, 주축의 회전수의 변환에 따라 간단한 원심력응용기구와 유체를 이용하여 저속에서는 예압을 크게 하고, 고속에서는 예압을 줄여 하나의 공작기계에서 황삭 및 정삭가공을 가능하게 하고, 또한 고속에서 주축의 발열을 억제하며 속도범위와 수명을 높여 생산성을 향상시키기 위한 것이다.

#### 배경기술

- <2> 먼저 종래의 자동 예압 조절장치에 대하여 살펴보기로 한다.
- <3> 고성능 공작기계의 개발을 위해 현대의 공작기계용 주축은 점차 고속화가 되어, 절삭속도는 1,000m/min을 상회하고, 베어링 회전계수  $dn=2 \times 10^6$  mm/min(d -베어링의 평균지름, n-회전수)를 넘는 경우가 일반적이다.
- <4> 또한 주축의 사용 회전수 범위가 넓고 하나의 공작기계에서 저속에서 이루어지는 황삭가공과 고속에서 이루어지는 정삭가공이 일련의 작업으로 가능해야한다.
- <5> 이를 위해 저속의 황삭가공에서는 주축의 강성을 높이기 위해 큰 예압이 필요하고, 고속가공에서는 큰 강성 대신에 발열을 저하시키고 넓은 회전수 범위가 더 중요해 적은 예압이 필요하다. 따라서 저속에서의 큰 예압과 고속에서의 적은 예압을 자동적으로 조절하는 예압 조절기구가 필요하다.
- <6> 현재는 이를 위해 변환 예압방법, 다단 정위치예압방법, 다단 정압예압방법, 가변 예압방법 등이 연구되고 사용되어지고 있다.
- <7> 변환 예압방법은 축의 회전수가 일정 회전수 이상으로 변할 때에 정위치에서 정압으로 예압을 변환시키는 방법

으로 정압예압으로 변환 후의 중간속도에서 주축의 강성이 저하되어 절삭능력이 저하되는 단점이 있고, 다만 정 위치 예압은 예압의 정확한 설정을 위해 베어링 간의 간좌의 변형 및 예압기구부의 변형을 충분히 고려해야 하므로 설계상의 어려움이 있다.

<8> 자동 가변 예압방법은 주축 회전수 및 가공조건에 따라 적절한 예압으로 가변시키는 방법으로 광범위한 회전이 요구되는 주축에 가장 적합한 예압방법으로 알려져 있다.

<9> 상기의 문제점을 해결하기 위해서는 스핀들의 회전수에 따라 적절한 예압을 신속하게 부여할 수 있는 베어링 자동예압 장치를 도 1에서 도시하였는데, 그 구성은 하우징(10)의 내측면에 스핀들(20)을 회전 가능하게 지지하는 복수개의 볼 베어링(30,30')과; 상기 복수개의 볼 베어링(30,30')들 사이의 하우징(10) 내측면에 볼 베어링(30,30')의 외륜과 소정간격 이격되도록 연장 형성되는 걸림 플랜지(11)와; 상기 복수개의 볼 베어링(30,30') 외륜과 상기 하우징(10)의 걸림 플랜지(11) 측면 사이의 개재되며 전압이 인가되는 것에 의해 그 원주방향에 대해 수직되는 방향으로 변위를 발생시키는 환형의 피에조 액츄에이터(60,60')와; 상기 스핀들(20)의 회전수를 감지하는 엔코더(70)와; 상기 엔코더(70)에 의해 감지되는 스핀들(20)의 회전수에 따라 상기 피에조 액츄에이터(60,60') 각각에 가변적인 전압을 공급하는 콘트롤러(80);를 포함하여 상기 스핀들의 축방향으로의 이동을 가능하게 하는 베어링의 자동 예압 장치가 있었다.

<10> 그러나 상기 종래기술은 자동으로 예압을 조절하기 위하여 원주방향에 대해 수직되는 방향으로 변위를 발생시키는 환형의 피에조 액츄에이터와, 스핀들의 회전수를 감지하는 엔코더와, 상기 엔코더(70)에 의해 감지되는 스핀들(20)의 회전수에 따라 상기 피에조 액츄에이터(60,60') 각각에 가변적인 전압을 공급하는 콘트롤러(80) 등이 구비되어야 하므로 그 구성이 복잡하며, 구성의 복잡함으로 인하여 제조단가의 상승과 가동 중 오동작의 발생빈도가 높다는 문제점이 있었다.

<11> 또 다른 종래기술로는 도 2에서 도시한 바와 같이 하우징상에 스핀들을 축 지지하고 있는 볼 베어링에 자동으로 예압을 가해주는 베어링 자동예압장치에 있어서, 상기 하우징(100)의 내부에는 볼부시(140, 141)에 의하여 좌우로 유동하는 제1컬러(150)와 경사면을 가지는 제1미끄럼슬라이더(170)가 구비되고, 상기 제1컬러(150)는 제2스프링(161)에 의하여 제1미끄럼슬라이더(170)와 연결되며 제1미끄럼슬라이더(170)의 반대편에는 제1스프링(160)이 구비되어 좌우 연동되고, 상기 제1미끄럼슬라이더(170)의 경사면에는 대칭되는 제2미끄럼슬라이더(171)가 구비되어 경사면을 따라 슬라이딩 되며, 상기 제2미끄럼슬라이더(171)의 끝단에는 제1자석(180)이 일체로 구비되고 일정한 공극을 유지하는 제2자석(181)은 주축(110)에 구비되고, 상기 주축(110)의 회전속도에 따라 팽창하는 원심력에 의하여 제2자석(181)이 상승하는 만큼 제1스프링(160)은 압축되고 제2스프링(161)은 늘어나서 제1컬러(150)에 가해지는 압력이 감소되어 베어링(120)에 적절한 예압을 자동으로 가할 수 있는 구성을 특징으로 하는 공작기계 주축용 베어링의 자동 예압 조절장치가 있었다.

<12> 그러나 상기의 종래기술은 자석을 이용하여 원심력을 회전축과 수평한 방향의 힘으로 바꾸는 것으로 힘을 변환하기 위한 두 자석간의 공극을 일정하게 유지하기가 힘들어 회전수와 예압간의 상관관계가 부정확할 수 있고 비용이 많이 발생하는 문제점이 있었다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

<13> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 스프링과 주베어링 그리고 보조베어링을 구비하여 주축의 회전 시 발생하는 원심력의 변환에 따라 베어링에 가해지는 예압을 자동으로 조절하는 장치를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

### 과제 해결수단

<14> 본 발명은 상기의 목적을 달성하기 위한 것으로, 하우징 내에서 축을 지지하고 있는 베어링에 자동으로 예압을 조절해주는 장치에서 회전하는 주축에 주내륜이 구비되고, 회전하지 않는 하우징의 끝단에는 텐션을 가지는 스프링의 일측이 구비되며, 스프링의 또 다른 끝단에는 주외륜이 구비되고, 주외륜과 주내륜의 사이에는 주전동체가 삽입되어 회전하는 주베어링과; 회전하는 주축에 보조내륜 한 쌍이 구비되고, 한 쌍의 보조내륜 사이에는 주축이 회전하면서 발생하는 원심력을 축방향 힘으로 변환시키기 위한 회전자가 구비되며, 회전하지 않는 하우징에 제1보조외륜과 제2보조외륜 한 쌍이 혈겁게 끼워져서 구비되며, 제1보조외륜과 제2보조외륜은 제2피더에 의해 분리되어 구비되며, 보조외륜과 보조내륜의 사이에는 보조전동체가 삽입되어 회전하는 보조베어링과; 하우징에 구비된 주외륜과 제1보조외륜은 제1피더에 의하여 연결된 구성을 제공하는데 그 특징

이 있다.

## 효 과

- <15> 본 발명은 상기의 구성에서 살펴본 바와 같이 하우징의 일측에 스프링과 주베어링 및 보조베어링을 구비하여 주축의 회전속도에 따른 원심력의 변환에 따라 보조베어링을 통해 주베어링에 가해지는 예압을 조절하는 것으로 회전수와 예압의 정확한 상관관계를 통해 회전수에 따른 적절한 예압을 자동으로 가할 수 있으며, 복잡한 기계구성이나 전기장치가 필요 없이 간단한 구성으로 제조비용이 절감되고, 구동중 오동작을 일어날 확률이 줄어들어 유지보수비용이 절감되는 효과가 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <16> 본 발명은 상기의 목적을 달성하기 위한 것으로, 상세한 설명은 첨부되는 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- <17> 도 3은 본 발명 유체에 작용하는 원심력의 변화에 의한 공작기계 주축의 자동 예압 조절장치의 구조도이고, 도 4는 도 3의 상세구성도이며, 도 5는 본 발명의 동작구성도로서, a)는 저속회전 시 동작구성도이고 b)는 고속회전 시 동작구성도이며, 도 6은 본 발명의 회전자와 이동자의 상세도이다.
- <18> 도 3에서 도시한 바와 같이 본 발명은 회전하는 주축(110)에 주베어링(120)과 보조베어링(160)이 구비되고, 외측에 하우징(100)이 구비되며, 하우징(100)의 일측에 스프링(300)이 구비되어 있는데, 하기에서 본 발명의 각 구성을 좀 더 상세하게 설명하기로 한다.
- <19> 도 4에서 도시한 바와 같이 먼저 주베어링(120)의 구성을 살펴보면, 회전하는 주축(110)에 주내륜(140)이 억지끼움 되어 구비되고, 주내륜(140)에 구비된 삽입홈(도면 미도시)에 주전동체(150)가 삽입되어 회전하게 되며, 외측의 회전하지 않는 하우징(100)의 끝단에는 텐션을 가지는 스프링(300)의 일측이 구비되며, 스프링(300)의 또 다른 끝단에는 주외륜(130)이 하우징(100)과 헐겁게 끼워져서 구비되고, 주외륜(130)과 주내륜(140)의 사이에는 주전동체(150)가 삽입되어 회전하는 것으로 주베어링(120)이 구성된다.
- <20> 다음으로 보조베어링(160)의 구성을 살펴보면, 회전하는 주축(110)에 보조내륜(180) 한 쌍이 이격하여 구비되고, 한 쌍의 보조내륜(180) 사이에는 주축(110)의 회전에 따른 원심력을 이용하여 축방향 힘을 발생시키기 위한 회전자(400)가 구비되며, 외측의 회전하지 않는 하우징(100)에는 보조내륜(180)과 마주보는 위치에 제1보조외륜(170)과 제2보조외륜(171) 한 쌍이 헐겁게 끼워져서 구비되며, 제1보조외륜(170)에는 이동자(430)가 연결되어 있으며, 이동자(430)의 끝단은 제2보조외륜(171)과 연결된 제2피더(210)의 내부에 삽입되어 좌우로 이동하고, 제2피더(210) 및 제2보조외륜(171)은 제1보조외륜(170) 및 이동자(430)와 분리되어 구비되며, 보조외륜(170, 171)과 보조내륜(180)의 사이에는 보조전동체(190, 191)가 삽입되어 회전하는 것으로 보조베어링(160)이 구성된다.
- <21> 여기서 하우징(100)에 구비된 주외륜(130)과 제1보조외륜(170)은 제1피더(200)에 의하여 연결되어 서로간의 힘의 전달이 이루어질 수 있도록 구비된다.
- <22> 도 6에서 도시한 바와 같이 회전자와 이동자(430)의 구성을 살펴보면, 회전자(400)는 주축(110)에 고정되어 있으며, 상부로 돌출된 연결부(410)는 유체(420)를 내재한 제2피더(210)의 하측에 삽입되어 연결되고, 연결부(410)의 일측에는 실링(411)이 구비되어 유체(420)가 후부로 흘러내리지 않게 해주며, 제2피더(210)의 측면에는 제1보조외륜(170)과 연결된 이동자(430)의 끝단이 삽입되어 주축(110)의 회전속도에 따라 좌우('가' 또는 '나' 방향)로 이동하는 구성이다.
- <23> 도 4와 5를 참조하여 본 발명의 동작을 설명하자면, 주축(110)이 회전하면 억지끼움 되어 고정된 주 내륜(140)과 보조내륜(180)이 회전하게 되며, 또한 한 쌍의 보조외륜(180) 사이에 구비된 회전자(400)가 회전하게 된다.
- <24> 초기 주베어링(120)과 보조베어링(160)에 걸리는 예압은 하우징(100)의 끝단에 구비된 스프링(300)과 각 부품간의 치수에 의하여 결정된다.
- <25> 즉 스프링력에 의해 주베어링(120)의 주외륜(130)이 A1만큼 '가'방향으로 이동하며, 주외륜(130)이 이동하면 연결된 제1피더(200)도 A2만큼 '가'방향으로 이동하여 하우징(100)의 일측과 접촉하게 되고, 제1피더(200)가 이동하면 보조베어링(160)의 제1보조외륜(170)이 A3만큼 '가'방향으로 이동하여 제1보조외륜(170)에 연결된 이동자(430)가 제2피더(210)의 내부에서 '가'방향으로 이동하는 구조로 주베어링(120)과 보조베어링(160)의 초기 예압이 정해진다.

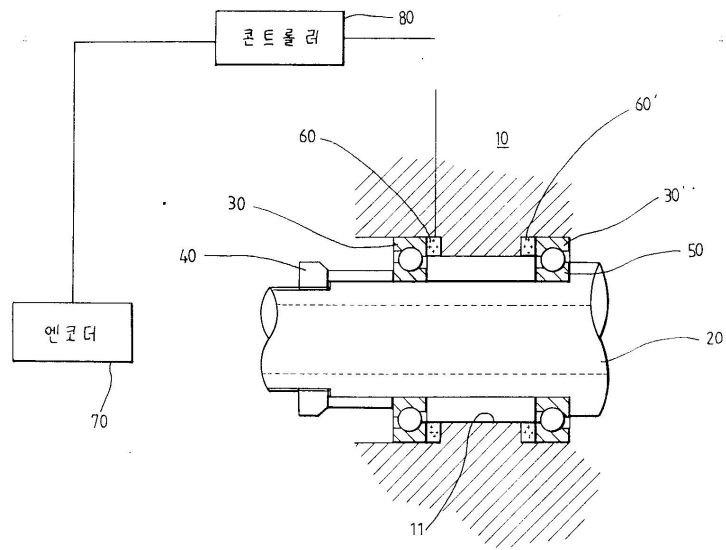
- <26> 여기서 주축(110)은 저속에서는 황삭가공 등을 위해 높은 강성이 중요하여 큰 예압이 필요하고, 고속에서는 큰 강성 대신 발열을 저하시키고 넓은 회전수 범위가 더 중요해 적은 예압이 필요하다. 따라서 고속주축에서는 초기에 가해지는 예압을 주축 회전수에 따라 변화시킬 필요가 있기 때문에 스프링에 의해 가해지는 초기 예압을 주축회전수에 따라 적절하게 조절하기 위한 구성을 하기에서 제안하기로 한다.
- <27> 본 발명은 회전속도에 따라 가해지는 예압을 적절하게 조절하기 위한 구성으로서, 회전하는 주축(110)에 한 쌍의 보조내륜(180) 사이에 주축에 고정된 회전자(400)를 구비하고, 주축(110)이 고속으로 회전할 경우 원심력에 의하여 회전자(400)와 연결부(410)는 반경방향으로 팽창하고, 회전자(400)와 연결부(410)의 반경방향 팽창량 만큼 제2피더(210) 내의 체적이 변화하고, 제2피더(210)내의 압력이 증가하여 유체(420)는 압력과 체적의 관계에 의해 이동자(430)를 '나'방향으로 이동시킨다.
- <28> 즉 주축의 회전에 의한 원심력은 회전자(400)와 연결부(410)를 통해 제2피더(210)내의 유체를 포함한 체적과 압력간의 상호관계에 의해 축방향 힘으로 변환되어 전달되는데 제2피더(210)가 연결 고정된 제2보조외륜(171)은 하우징(100)에 고정되지만, 제1보조외륜(170)은 제2피더(210)와 분리(이격) 되면서 원심력이 변환된 힘을 '나'방향으로 전달하면 제1보조외륜(170)이 A3만큼 '나'방향으로 이동하여 고정된 제2피더(210)와 떨어지게 되며, 제1보조외륜(170)이 '나'방향으로 이동하면 연결고정된 제1피더(200)가 A2만큼 '나'방향으로 이동하여 하우징(100)과 떨어지고, 제1피더(200)가 '나'방향으로 이동하면 연결고정된 주외륜(130)도 A1만큼 '나'방향으로 이동하여 스프링(300)에 의하여 가해진 예압을 감소시키는 구조이다.
- <29> 즉 주축 회전에 따른 원심력을 회전자(400)와 제2피더(210), 유체(420), 이동자(430)를 이용하여 축 방향 힘으로 변환하여 회전수에 따른 예압을 자동으로 조절할 수 있는 구성이다.
- <30> 상기의 설명과 같이 본 발명은 주축이 저속으로 회전할 시에는 큰 예압이 필요하므로 스프링을 이용한 예압을 가해주며, 고속으로 회전 시에는 발열을 억제하기 위하여 주베어링과 보조베어링을 구비하여 스프링에서 가해지는 예압을 회전속도에 맞춰서 자동으로 감소시킬 수 있도록 한 구성이다.
- <31> 그리고 속도에 따라 이동하는 A1, A2, A3의 이동거리는 마이크로단위만큼 이동하는 것으로, 아주 짧은 거리를 이동한다.

### 도면의 간단한 설명

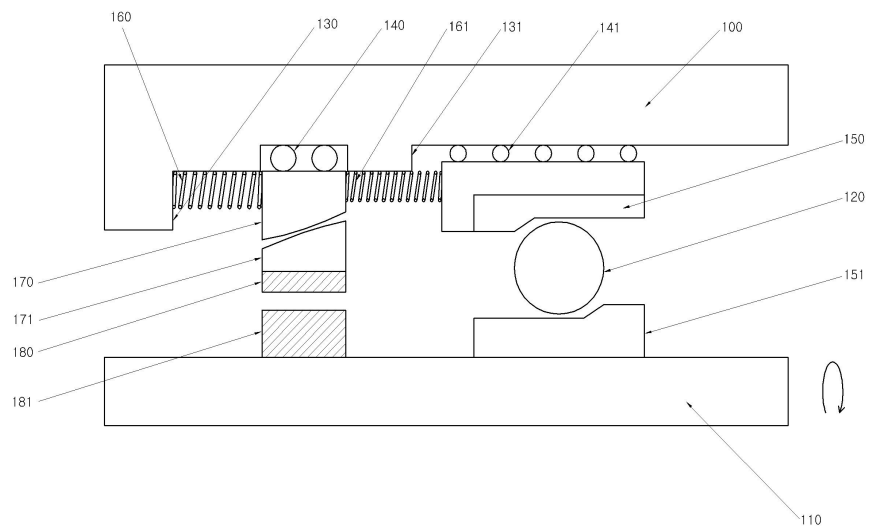
- <32> 도 1은 종래 정압예압방식의 베어링 예압 구조도
- <33> 도 2는 또 다른 종래기술인 주축용 베어링의 자동 예압 조절장치의 구조도
- <34> 도 3은 본 발명 유체에 작용하는 원심력의 변화에 의한 공작기계 주축의 자동 예압 조절장치의 구조도
- <35> 도 4는 도 3의 상세구성도
- <36> 도 5는 본 발명의 동작구성도
- <37> 도 6은 본 발명의 회전자와 이동자의 상세도
- <38> ※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명
- <39> 100. 하우징                      110. 주축                      120. 주베어링
- <40> 130. 주외륜                      140. 주내륜                      150. 주전동체
- <41> 160. 보조베어링                  170. 제1보조외륜                  171. 제2보조외륜
- <42> 180. 보조내륜                      190. 제1보조전동체                  191. 제2보조전동체
- <43> 200. 제1피더                      210. 제2피더                      300. 스프링
- <44> 400. 회전자                      410. 연결부                      411. 실링
- <45> 420. 유체                          430. 이동자
- <46> A1, A2, A3. 이동거리

도면

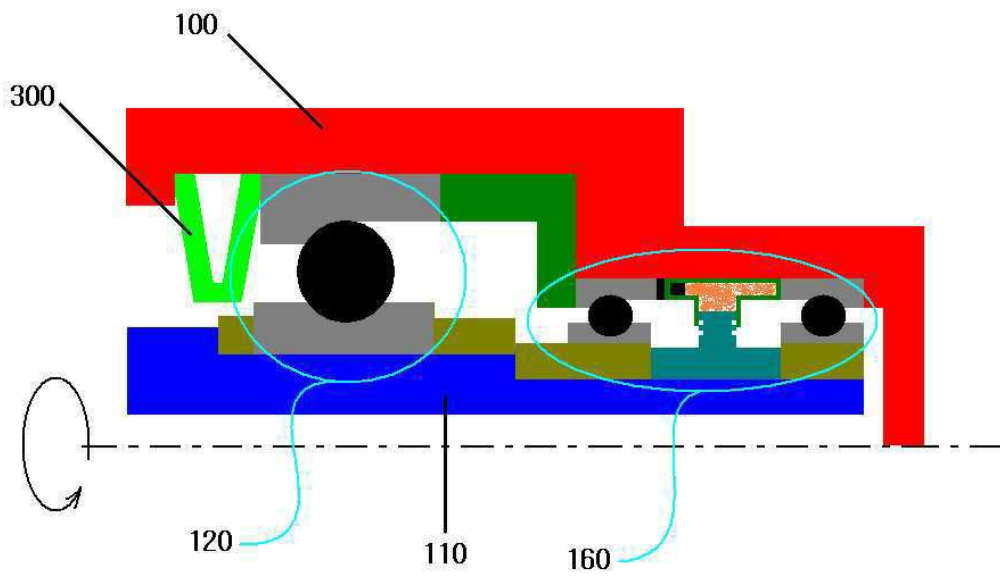
도면1



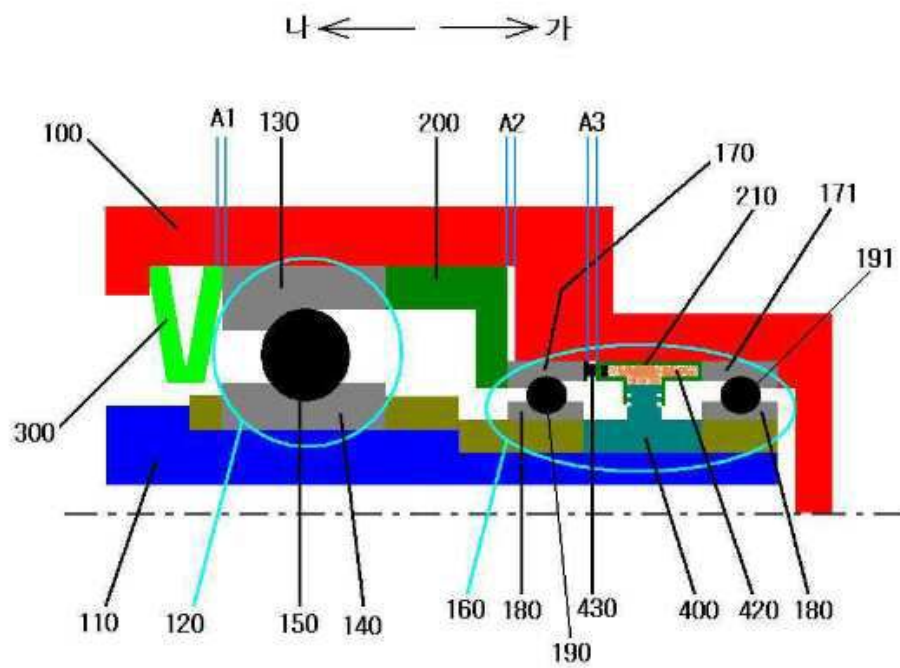
도면2



도면3

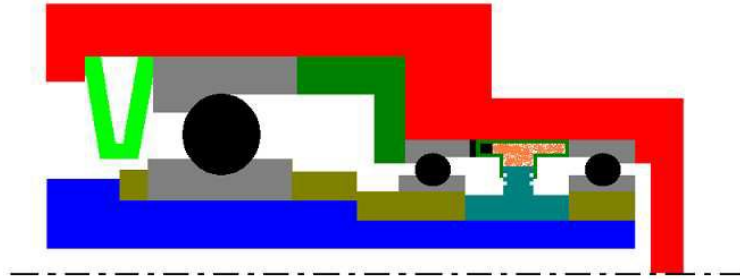


도면4

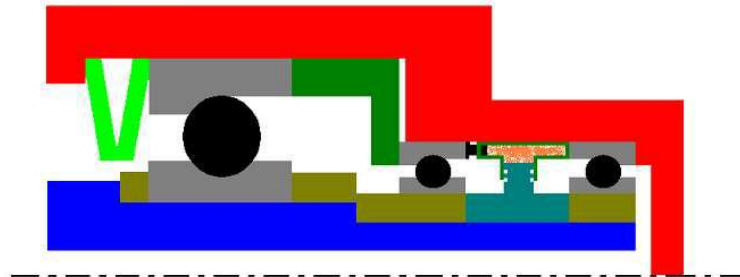


도면5

a) 저속 : 예압 大



b) 고속 : 예압 小



도면6

