(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H02N 2/00 (2006.01)
H02N 2/02 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년02월27일
(11) 등록번호 10-0688012
(24) 등록일자 2007년02월21일

(21) 출원번호 10-2005-0072432
(22) 출원일자 2005년08월08일
심사청구일자 2005년08월08일

(65) 공개번호 10-2007-0017825
(43) 공개일자 2007년02월13일

(73) 특허권자 주식회사 스페이스솔루션
서울 강남구 역삼동 679-5 아주빌딩 1809

(72) 발명자 주은덕
서울특별시 관악구 신림동 486-21

정성원
경기도 용인시 기흥읍 구갈리 세종리젠시빌 204-104

석정호
서울특별시 강남구 개포동 12번지 대청아파트 304-804

유동식
서울특별시 관악구 신림5동 1409-26

(74) 대리인 유종정

(56) 선행기술조사문헌
JP11341844 A
JP2000166263 A
KR1020050113328 A
US5438229 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 정소연

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터

(57) 요약

본 발명은 초음파모터와 자이로센서가 각각 별도로 구비됨에 따라 발생되는 늦은 응답성의 문제를 해소하고 이로써, 로봇의 관절운동 작용이나 카메라의 줌잉작용 등의 구동 자체가 신속하고 정확하게 제어될 수 있도록 하는 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터를 제공하기 위한 것이다.

본 발명은 압전소자를 진동시켜 회전력을 얻는 초음파모터에 있어서, 상기 압전소자(4)로부터의 진동력을 전기적인 값으로 변환하여 출력시키는 다른 압전소자(5)를 고정자(6)의 외측면에 구비하고, 상기 다른 압전소자(5)로부터의 출력값과 발진회로(22)로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 압전소자(4)에 인가시키는 연산제어장치부(C)를 더 구비하였다.

이와 같은 본 발명의 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터는 소형화 및 대량생산, 기계적 수명의 연장, 정확한 위치제어, 설치부 구조의 간단화 등을 실현시킬 수 있게 되며, 빠른 응답성 확보에 따라 로봇의 관절운동 작용이나 카메라의 줌잉작용 등의 구동 자체가 신속하고 정확하게 제어되게 하는 효과를 제공한다.

대표도

도 6

특허청구의 범위

청구항 1.

발진회로로부터 출력되는 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 압전소자에 가함으로써, 압전소자를 진동시키고 이러한 진동력에 따라 회전자로 하여금 고정자로부터 구동되게 하여 회전력을 얻는 초음파모터에 있어서,

상기 압전소자(4)의 작용에 따른 물리적인 진동력을 전기적인 값으로 변환 생성시키는 다른 압전소자(5)를 상기한 고정자(6)의 외측면에 구비하고,

상기 다른 압전소자(5)로부터의 출력값과 상기 발진회로(22)로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 압전소자(4)에 인가시키는 연산제어장치부(C)를 더 구비하여 됨을 특징으로 하는 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기한 고정자(6)는 상기 회전자(12)를 시계 방향으로 정회전시킬 수 있는 진동력을 발하게 된 정회전력발생용 고정자(7a)와, 상기 회전자(12)를 반시계 방향으로 역회전시킬 수 있는 진동력을 발하게 된 역회전력발생용 고정자(7b)로 구성되고,

상기 압전소자(4)는 상기한 정회전력발생용 고정자(7a) 하면부에 구비되는 제1군의 압전소자(4a)와, 상기한 역회전력발생용 고정자(7b) 하면부에 구비되는 제2군의 압전소자(4b)로 이루어지고,

상기 다른 압전소자(5)는 상기한 정회전력발생용 고정자(7a) 외측면부에 구비되는 제3군의 압전소자(5a)와, 상기한 역회전력발생용 고정자(7b) 외측면부에 구비되는 제4군의 압전소자(5b)로 이루어짐을 특징으로 하는 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 압전효과에 따라 생기는 진동력을 구동력으로 변환시켜 고정자로부터 회전자를 회전시킬 수 있게 함과 아울러, 상기한 바와 같은 회전 작용시의 물리적인 진동력을 전기적인 값으로 다시 변환시켜 위치제어에 필요한 정보로 활용하게 된 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터에 관한 것이다.

초음파모터는 고주파 전압을 가함으로써 발생되는 압전소자의 초음파 진동력에서 구동력(driving force:회전력)을 얻는 원리로 작동되는 것으로 20kHz이상 초음파(대부분 회전력으로 변환) 영역의 구동주파수(driving frequency)를 사용하는 전기력 모터이다.

특히, 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 압전체에 가하여 압전체의 진동파에서 구동력을 얻도록 된 정지파 방식의 초음파모터는 높은 효율과 제어회로의 구조를 간단하게 구성할 수 있게 하는 특성을 갖고 있어 널리 사용되고 있다.

즉, 수십 kHz(공진주파수)의 고주파 전압을 세라믹 등의 압전소자에 가하여 극성에 따라 압전소자를 변형, 진동시킬 수 있는데, 정지파를 이용한 초음파모터는 이러한 진동력을 회전력으로 변환시켜 고정자와 회전자 사이에서의 힘의 전달(transfer of power)이 이루어지도록 구성된 것이다.

도 1을 참조하여 종래 정지파를 이용한 초음파모터의 구성에 대하여 설명하면 다음과 같다.

금속의 탄성체(2)에 압전소자(4)(압전 세라믹)를 맞붙여 고정자(6)를 구성하고, 마찰재(8)를 회전편(10)과 결합시켜 회전자(12)를 구성한 것이며, 회전력의 출력이 이루어지도록 상기한 회전편(10)의 중심에는 이 회전편(10)의 면에 직교하는 샤프트(14)를 결합시켜 구성하였다.

뿐만 아니라, 압전소자(4)에 여러개의 금속도선(16)을 심어 전압을 가할 수 있게 되어 있으며, 상기한 바와 같이 샤프트(14)를 갖게 된 상태하에서의 고정자(6)와 회전자(12)를 몸체(20)에 내장하였다.

한편, 상기 압전소자(4)는 금속도선(16)에 의해 발진회로(22)와 전기적으로 연결되는데, 이러한 발진회로(22)는 초기부(Initial Stage)(24)와, 과도부(Buffer Stage)(26)와, Push-pull 전력 증폭기부(Control amp. Stage)(28)와, 공진회로부(Output Stage)(30)로 구성될 수 있고, 전원공급장치(P)가 더 구비될 수도 있다.

상기한 바와 같은 초음파모터는 기존의 전자기식 모터와는 달리 철심과 코일을 필요로 하지 않는 새로운 형의 구동원으로서, 압전 세라믹소자(piezo-ceramics)의 진동에 의해 발생되는 초음파 영역의 기계적 진동을 이용하여 고정자와 회전자 사이의 마찰을 일으키고 이에 의해 회전력을 얻게 된 것이다.

따라서 초음파모터는 기존의 전자기식 모터와 비교할 때 저속-고 토크 특성, 자계(EMI/RFI)의 영향에 무관한 특성, 스파크가 발생하지 않는 특성 등을 갖고 있다.

또 초음파모터는 기어를 사용하지 않는 단순 구조로 구성될 수 있고, 형태의 다양성을 확보할 수 있으며, 초음파 영역의 진동을 이용하기 때문에 소음을 발생시키지 않음은 물론, 특히 모터가 구동하지 않는 경우에도 매우 큰 정지토크(holding torque)를 갖고 있다.

초음파모터는 또 기동시나 정지시에 빠른 응답특성을 나타낼 뿐 아니라, 나노미터 수준까지의 정밀한 위치제어에 적합하다는 장점을 갖고 있다.

따라서 최근, 저속 회전에서 큰 힘을 필요로 하는 다이렉트 드라이브용으로, 또는 자기 에너지를 싫어하는 장치의 구동원, 또는 초소형 사이즈의 구동원, 버니어구동(미크론 단위의 미소 구동원) 등의 용도로 널리 사용되고 있다.

즉, 상기한 바와 같은 초음파모터는 로봇의 관절구동원, 카메라폰용 광학 줌 카메라의 렌즈구동원, 광학 및 정열 위치제어 구동원, 프린터 및 복사기에 종이를 공급하기 위한 장치의 구동원, 의료장비의 구동원, 반도체 장비의 구동원, 기타 군사무기 추진 체계의 구동원 등으로 쓰일 수 있다.

한편, 상기한 바와 같은 초음파모터는 그 용도 특성상, 회전각위치에 따른 구동 제어가 필요하며, 대개의 경우 인코더에 의해 검출된 모터축의 회전수, 회전방향, 회전각, 모터축의 회전 초기점 등의 값을 검출하여 정밀 제어를 위한 정보로 제공받게 되어 있다.

즉, 초음파모터에는 인코더나 위치감지 센서가 붙어 있어서, 그 자체의 회전축 각위치를 센싱하게 되어 있는 것이며, 그 센싱값에 따라 구동 개시 및 구동정지 등의 작용이 이루어지게 된 것이다.

또, 정확한 각위치로의 모터 구동제어를 위해서는 검출위치 전후 부위에 다른 센서를 부착하고 이 센서위치에서 회전 각속도를 줄인 다음, 정확한 위치에서 완전히 구동 정지시킬 수 있게 구성될 수도 있다.

또한, 초음파모터의 제어를 위한 주요 매개변수(parameter)는 대개 동작주파수, 위상차 및 제어전압 등이다.

그러나 동작주파수에 의한 모터의 제어에 있어서는 제어주파수 범위가 한정적이며 기동시 낮은 주파수영역에서는 모터가 회전하지 않는 특성이 있다.

또, 위상차제어의 경우에 있어서는 최대 위상차인 π/2로 운전을 해도 동작 주파수가 높으면 회전속도가 낮을 뿐 아니라 위상차 '0'의 부근에서 급격히 소모전류가 증가하며, 또한 인가전압제어의 경우는 부하의 증가나 전압의 감소시 갑자기 모터가 정지되는 구간이 존재하는 등 효율의 문제점이 있었다.

이와 같은 문제점들은 대한민국특허청 등록특허공보 등록번호 10-0376229의 “초음파 모터 구동 제어장치”에 의해 해소될 수 있었다.

상기한 바와 같은 “초음파 모터 구동 제어장치”는 도 2에 도시된 바와 같이 주파수 정보와 소정 크기의 위상차 정보를 입력받아 이에 대한 구형파 신호를 발생시켜 출력하는 주파수/위상 제어기(100)를 구비하여 구성된 것이다.

또, 입력되는 상기 구형파 신호를 두 상에 대한 교류전압으로 변환하여 초음파모터(300)로 출력하는 고속 인버터(200)와, 초음파모터(300)에 걸리는 주파수 크기와 위상차에 대한 정보를 억세스하고 이를 인코딩하여 출력하는 펄스 인코더(400)를 구비하여 구성된 것이다.

또, 상기 초음파모터(300)에 공급되는 전압과 전류의 위상차를 검출하여 임피던스 위상각 형태로 출력하는 전류-전압 위상차 검출부(500)와, 상기 전류-전압 위상차 검출부(500)로부터 출력되는 임피던스 위상각을 입력받아 초음파모터(300)의 공진주파수를 추종토록 하기 위한 주파수 정보와 소정 크기의 위상차 정보를 출력하는 마이크로콘트롤러(600)를 포함하여 구성된 것이다.

상기한 바와 같이 구성됨으로써, 종래 “초음파 모터 구동 제어장치”는 초음파모터의 임피던스(impedance) 위상각을 입력전압과 전류로부터 검출하여 모터의 공진주파수를 자동 추종토록 함으로써, 구동에 대한 효율의 저하를 방지할 수 있게 되었다.

한편, 상기한 바와 같은 초음파모터의 구동력에 따라 이루어지는 로봇의 관절운동, 광학 줌 카메라의 줌잉운동, 의료장비/ 반도체장비/ 기타 군사무기 추진 체계장치의 구동 등에 있어서, 그 운동자세 및 구동자세를 감지하여 자세 오차를 보정하면서 초음파모터를 구동시켜야만 장비 자체의 자세제어(姿勢制御)가 이루어질 수 있다.

상기한 바와 같은 장비의 자세제어(attitude control)를 위하여는 대개 자이로센서(gyrocensor)를 초음파모터와 함께 장비에 복합적으로 구성하여야만 한다.

자이로센서는 자이로스코프(gyroscope), 관성센서, 각속도센서, 네비게이션센서 등 다양한 이름으로 불리어지는 미세 움직임 감응 제어를 위한 3축자세제어장치(3ACS;three axes attitude control system)이다.

즉, 상기한 바와 같은 자이로센서는, 고속으로 회전하는 회전축 위치를 바꾸려할 때, 회전축이 원래의 위치를 유지하려는 저항력을 발생시키는 자이로 효과(gyroscopic effect)에 따라 작용하도록 구성된 것으로, 항공기/ 잠수함/ 인공위성이나 미사일/ 자동차의 항법장치/ 고배율 비디오카메라의 손떨림보상장치 등에 적용된다.

특히, 정전용량식의 자이로센서는 도 3에 도시된 바와 같이 가진방향으로 진동이 있으면 외부 프레임(112)이 가진방향으로 진동하고, 감지방향으로의 회전각속도가 입력되면 감지방향으로의 힘이 발생되어 자이로센서 자체의 내부프레임(111)을 감지방향으로 진동시키게 된다.

또, 상기 외부프레임(112)이 가진방향으로 진동하면 외부프레임(112)과 가진검출용 전극고정부(127a)(127b) 사이에 설치된 가진검출용 전극(128)(129)의 마주보는 빔의 길이가 변하게 되어 가진 검출용 전극(128)(129)에 의해 결정되는 콘덴서 용량이 변하게 되며, 도 4에서와 같은 자기발진회로부(130)의 C/V증폭기(131)에서 전압으로 변환된 후 증폭된 전압을 출력하게 되어 있다.

또, 이와 같이 출력되는 전압을 다시 증폭기(132)에서 미리 설정된 이득으로 증폭시킨 후 이상기(移相器:phase shifter)(133)에서 위상이 지연되도록 하며, 이와 같이 지연된 전압을 전압리미터(134)에서 사전에 설정된 레벨 이상이 제한되어 펄스파형의 전압으로 출력시킬 수 있도록 되어 있다.

상기 펄스파형 전압은 상기 마이크로 자이로센서의 가진구동용 전극 고정부(125a)로 제공되며, 인버터(135)에 의해 반전된 펄스파형 전압은 가진구동용 전극고정부(125b)로 제공된다.

또한, 도 5에 도시된 바와 같은 진동형 자이로센서는 기부(101) 위에 폭이 좁은 유리 베이스(102)를 길이방향으로 접합하고, 상기 유리 베이스(102) 위에 길이방향으로 긴 홈(groove)(103)을 에칭하며, 이러한 긴 홈(103)을 따라 발진바(104)를 접합시키고, 상기 발진바(104)의 양측에 소정간격을 두고 길이방향으로 제 1 및 제 2 양극(105)(105a)을 접합시키며, 다른쪽 끝부분에 음극(106)을 형성한 구조로 되어 있다.

이러한 진동형 자이로센서는 베어링이 필요없는 소형화와 대량생산이 가능한 것이기는 하지만, 진동 구조체이기 때문에 기계적 수명이 짧고, 지지부로의 진동 에너지 흡수에 의한 손실 때문에 정확한 측정이 곤란하다는 단점이 있었다.

뿐만 아니라, 종래에는 초음파모터와 자이로센서가 각각 별도로 구비되어 해당 장비에 복합적으로 설치되는 것이므로, 그 설치부의 구조를 복잡하게 만들고, 따라서 제조의 어려움이나, 제조비용의 상승 그리고, 생산성 저하 등과 같은 다른 단점을 발생시켰다.

또한, 자이로센서가 기구적인 구조로 된 것으로 초음파모터와 별도 구성되었기 때문에 센서부와 모터부 사이의 응답성이 늦을 수 밖에 없고 따라서 신속하고 정확한 위치제어에 한계가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 종래 기술상의 단점을 일시에 해소하고 위치제어에 대한 한계를 극복할 수 있게 하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 소형화 및 대량생산이 가능하고, 기계적 수명이 짧은 문제와, 지지부로의 진동 에너지 흡수 손실로 인한 측정상의 비정확성 문제는 물론, 설치부 구조의 복잡성, 제조의 어려움, 제조비용의 상승, 생산성 저하 등과 같은 단점들을 일시에 해소시킬 수 있게 된 자이로센싱 기능 부가의 초음파모터를 제공하려는데 있다.

본 발명의 목적은 또, 초음파모터와 자이로센서가 각각 별도 구비됨에 따라 발생되는 상호간의 늦은 응답성의 문제도 함께 해소할 수 있고, 로봇의 관절운동 작용이나 카메라의 줌잉작용 등의 구동 자체가 신속하고 정확하게 제어될 수 있도록 하는, 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터를 제공하려는데 있다.

발명의 구성

상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 발진회로로부터 출력되는 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 압전소자에 가함으로써, 압전소자를 진동시키고 이러한 진동력에 따라 회전자로 하여금 고정자로부터 구동되게 하여 회전력을 얻는 초음파모터에 있어서, 상기 압전소자의 작용에 따른 물리적인 진동력을 전기적인 값으로 변환 생성시키는 다른 압전소자를 상기한 고정자의 외측면에 구비하고, 상기 다른 압전소자로부터의 출력값과 상기 발진회로로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 압전소자에 인가시키는 연산제어장치부를 더 구비하여 됨을 특징으로 하는 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터를 제공한다.

상기한 고정자는 상기 회전자를 시계 방향으로 정회전시킬 수 있는 진동력을 발하게 된 정회전력발생용 고정자와 상기 회전자를 반시계 방향으로 역회전시킬 수 있는 진동력을 발하게 된 역회전력발생용 고정자로 구성되고, 상기 압전소자는 상

기한 정회전력발생용 고정자 하면부에 구비되는 제1군의 압전소자와 상기한 역회전력발생용 고정자 하면부에 구비되는 제2군의 압전소자로 이루어지고, 상기 다른 압전소자는 상기한 정회전력발생용 고정자 외측면에 구비되는 제3군의 압전소자와 상기한 역회전력발생용 고정자 외측면에 구비되는 제4군의 압전소자로 이루어짐을 특징으로 한다.

상기 본 발명에 의한 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터는, 발진회로로부터 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 정회전력발생용 고정자의 제1군의 압전소자에 가하여 진동시키고, 이러한 진동력에 따라 회전자로 하여금 고정자로부터 구동되게 하여 정회전력을 얻게 된다.

또, 발진회로로부터 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 역회전력발생용 고정자의 제1군의 압전소자에 가하여 진동시키고, 이러한 진동력에 따라 회전자로 하여금 고정자로부터 구동되게 하여 역회전력을 얻게 된다.

한편, 상기 정,역회전력 발생시의 진동력이 다른 압전소자를 통하여 전기적인 값으로 변환되어 연산제어장치부로 입력되며, 이러한 연산제어장치부로 하여금 상기 다른 압전소자로부터의 출력값과 상기 발진회로로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 제1군의 압전소자 또는 제2군의 압전소자에 인가시킨다.

따라서, 연산제어장치부에 의해 정,역회전에 대한 구동작용이 지령치대로 이루어졌는지를 검출하게 되고, 지령치와 실행치의 차이 만큼을 보상하여 다시 새로운 지령을 내리는 폐쇄제어(closed loop controll)가 행해지게 되는 것이다.

이하에서 종래 기술을 설명하기 위한 도면에서와 동일한 부분으로 동일한 부호를 부여한 첨부도면 도 6 내지 도 10b를 참조하여 본 발명의 구성을 상세히 설명한다.

도 6과 도 7은 본 발명의 초음파모터 전체에 대한 개략 구성도 및 분해 사시도이고, 도 8 및 도 9는 본 발명의 초음파모터에 적용된 고정자의 구조를 나타내기 위한 부분 사시도 및 평면도이며, 도 10a 및 도 10b는 압전소자들의 압전작용에 대한 개념도이다.

도시된 바와 같이 본 발명은 발진회로(22)로부터 출력되는 고정자(6)의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 압전소자(4)에 가함으로써 압전소자(4)를 진동시키고, 이러한 진동력에 따라 회전자(12)로 하여금 고정자(6)로부터 구동되게 하여 회전력을 얻는 초음파모터에 관련된다.

또, 본 발명은 상기 압전소자(4)의 작용에 따른 물리적인 진동력을 전기적인 값으로 변환 생성시키는 다른 압전소자(5)를 상기한 고정자(6)의 외측면에 구비하여 된 것이다.

또, 상기 다른 압전소자(5)로부터의 출력값과 상기 발진회로(22)로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 압전소자(4)에 인가시키는 연산제어장치부(C)를 더 구비하여 된 것이다.

한편, 상기한 바와 같은 고정자(6)는 상기 회전자(12)를 시계 방향으로 정회전시킬 수 있는 진동력을 발하게 된 정회전력발생용 고정자(7a)와, 상기 회전자(12)를 반시계 방향으로 역회전시킬 수 있는 진동력을 발하게 된 역회전력발생용 고정자(7b)로 구성되어 선택적인 정,역회전 구동이 가능하게 된 것이다.

또한, 상기 압전소자(4)는 상기한 정회전력발생용 고정자(7a) 상면부에 구비되는 제1군의 압전소자(4a)와, 상기한 역회전력발생용 고정자(7b) 상면부에 구비되는 제2군의 압전소자(4b)로 이루어진다.

또한, 상기 다른 압전소자(5)는 상기한 정회전력발생용 고정자(7a) 측면부에 구비되는 제3군의 압전소자(5a)와, 상기한 역회전력발생용 고정자(7b) 측면부에 구비되는 제4군의 압전소자(5b)로 이루어진다.

상기한 바와 같은 정회전력발생용 고정자(7a)는 다수의 금속 탄성편(2a)을 다수의 압전세라믹편으로 된 상기 제1군의 압전소자(4a) 각각과 부착하여 구성하고, 상기 다수의 금속 탄성편(2a)에는 하나의 허브부재(11a)를 갖는 다수의 방사형 로드부재(9a)를 연결하여 구성된다.

상기 다수의 금속 탄성편(2a) 각각은 상기한 회전자(12)의 외곽 하측면에 접촉될 수 있는 원주상 위치에서 서로 등간격으로 이격되도록 배치된 것이며, 평판부(3a')와 이의 상면에 이격 상태로 배치되는 다수 빗살면 절편(3a)으로 형성된다.

즉, 상기한 바와 같은 다수 빗살면 절편(3a)은 도 10a에서와 같이 상기 평판부(3a')의 상측단면변을 x축선으로 하는 가상의 xy좌표 상에서 그 하단 중심이 상기 x축선의 "0점"에 위치되고 그 상단 중심은 음의 x축선과 양의 y축선이 이루는 영역에 위치된 형태의 것으로 구비된 것이다.

이로써 다수 빗살면 절편(3a) 상단이 가상의 xy좌표 상에서 x축선의 음의 방향으로 움직이는 진동 작용에 의해 회전자(12)를 시계방향인 정방향으로 회전시키게 되는 것이다.

이때 상기한 바와 같은 다수의 금속 탄성편(2a)에 의한 진동력이 제3군의 압전소자(5a)인 압전세라믹편을 통하여 전기적인 값으로 변환되어 연산제어장치부(C)로 입력되며, 이러한 연산제어장치부(C)로 하여금 상기 제3군의 압전소자(5a)인 압전세라믹편으로부터의 출력값과 상기 발진회로(22)로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 제1군의 압전소자(4a)인 압전세라믹편에 인가시킨다.

이로써, 연산제어장치부(C)에 의해 정회전에 대한 구동작용이 지령치대로 이루어졌는지를 검출하여 지령치와 실행치의 차이 만큼을 보상하여 다시 새로운 지령을 내리는 폐쇄제어(closed loop controll)가 행해지게 되는 것이다.

또한, 상기 다수의 압전세라믹편들은 해당의 금속도선(16a)을 통해 발진회로(22)와 전기적으로 연결되어 발진회로(22)로부터 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 공급받게 된다.

상기 다수의 로드부재(9a)는 방사형태로 배치되어져서 그 각각의 외측단부에 해당하는 상기 다수의 금속 탄성편(2a)의 평판부(3a')와 각각 연장 결합되는 것이며, 이러한 다수의 로드부재(9a) 각각의 내측단부가 상기 허브부재(11a) 외주면에 연장 결합되어지게 된 것이고, 상기 허브부재(11a)는 그 상단부가 사각산과 사각골이 교번으로 연속되는 형상으로 형성된 것이다.

또 상기한 바와 같은 역회전력발생용 고정자(7b)는 다수의 금속 탄성편(2b)을 다수의 압전세라믹편으로 된 상기 제2군의 압전소자(4b) 각각과 부착하여 구성하고, 상기 다수의 금속 탄성편(2b)에는 하나의 허브부재(11b)를 갖는 다수의 방사형 로드부재(9b)를 연결하여 구성된다.

상기 다수의 금속 탄성편(2b) 각각은 상기한 회전자(12)의 외곽 하측면에 접촉될 수 있는 위치에서 서로 등간격으로 이격되도록 배치된 것이며, 평판부(3b')와 이의 상면에 이격 상태로 배치되는 다수 빗살면 절편(3b)으로 형성된 것이다.

즉, 상기한 바와 같은 다수 빗살면 절편(3b)은 도 10b에서와 같이 상기 평판부(3b')의 상측단면변을 x축선으로 하는 가상의 xy좌표 상에서 그 하단 중심이 상기 x축선의 "0점"에 위치되고 그 상단 중심은 양의 x축선과 양의 y축선이 이루는 영역에 위치된 형태의 것으로 구비된다.

이로써 다수 빗살면 절편(3b) 상단이 가상의 xy좌표 상에서 x축선의 양의 방향으로 움직이는 진동 작용에 의해 회전자(12)를 반시계 방향인 역방향으로 회전시키게 되는 것이다.

이때 상기한 바와 같은 다수의 금속 탄성편(2a)에 의한 진동력이 제4군의 압전소자(5b)인 압전세라믹편을 통하여 전기적인 값으로 변환되어 연산제어장치부(C)로 입력되며, 이러한 연산제어장치부(C)로 하여금 상기 제4군의 압전소자(5b)인 압전세라믹편으로부터의 출력값과 상기 발진회로(22)로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 제2군의 압전소자(4b)인 압전세라믹편에 인가시킨다.

이로써, 연산제어장치부(C)에 의해 역회전에 대한 구동작용이 지령치대로 이루어졌는지를 검출하여 지령치와 실행치의 차이 만큼을 보상하여 다시 새로운 지령을 내리는 폐쇄제어(closed loop controll)가 행해지게 되는 것이다.

또한, 상기 다수의 압전세라믹편들은 해당의 금속도선(16b)을 통해 발진회로(22)와 전기적으로 연결되어 발진회로(22)로부터 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 공급받게 된다.

상기 다수의 로드부재(9b)는 방사형태로 배치되어져서 그 각각의 외측단부에 해당하는 상기 다수의 금속 탄성편(2b)의 평판부(3b')와 각각 연장 결합되는 것이며, 이러한 다수의 로드부재(9b) 각각의 내측단부가 상기 허브부재(11b) 외주면에 연장 결합되어지게 된 것이고, 상기 허브부재(11b)는 그 상단부가 상기 정회전력발생용 고정자(7a)의 허브부재(11a) 사각골에 상응하는 사각산과 상기 정회전력발생용 고정자(7a)의 허브부재(11a) 사각산에 상응하는 사각골이 교번으로 연속되는 형상으로 형성된 것이다.

이로써, 허브부재(11a)(11b)들은 동축으로 결합되어지는 것이며, 이와 같은 허브부재(11a)(11b)들에서 샤프트(14)가 별도 구동되도록 관통 결합되는 것이고, 상기 샤프트(14)는 회전자(12)와 축결합됨으로써, 회전자(12)자로부터의 회전력이 샤프트(14)를 통해 출력되는 것이다.

뿐만 아니라 종래기술에서와 동일하게 제1군 및 제2군의 압전소자(4a)(4b)를 이루는 다수 압전세라믹편에 금속도선(16a)(16b)을 통하여 제어된 전압을 가할 수 있게 된 발진회로(22)와, 이 발진회로(22)와 압전세라믹편 사이에서 전기적으로 연결되는 정역회전 선택수단(Sw) 및 발진회로(22)와 전원 사이에 전기적으로 연결되는 전원공급장치(P)가 더 구비될 수도 있다.

상기 발진회로(22)는 종래에서와 같이 초기부(Initial Stage)(24)와, 과도부(Buffer Stage)(26)와, Push-pull 전력 증폭기부(Control amp. Stage)(28)와, 공진회로부(Output Stage)(30)로 구성될 수 있다.

상기 초기부(Initial Stage)(24)를 통하여는 원하는 주파수를 결정할 수 있으며, 과도부(Buffer Stage)(26)에서는 결정된 구동비(duty ratio)에 따라 입력 신호의 왜곡을 감소시키는 작용이 이루어지고, Push-pull 전력 증폭기부(Control amp. Stage)(28)에서는 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 발진이 이루어지도록 한다.

그리고 공진회로부(Output Stage)(30)에서는 원하는 전압 조절이 이루어지게 함과 아울러 해당 사인 곡선(sine curve)에 대한 신호(sinusoidal signal)를 형성하여 출력하게 된다.

상기 발진회로(22)와 압전세라믹편 사이에 구비되는 상기 정역회전 선택수단(Sw)은 일종의 스위칭수단으로서 발진회로(22)로부터 출력되는 신호를 정회전력발생용 고정자(7a)의 압전세라믹편 또는 역회전력발생용 고정자(7b)의 압전세라믹편에 선택적으로 인가시킬 수 있게 함으로써 정,역회전력을 선택적으로 얻을 수 있게 한다.

또, 상기 샤프트(14)가 관통되어지는 상태하에서 고정자(6)와 회전자(12)가 내장되며 특히 상기한 고정자(6)를 그 벽체 내면에 위치 고정시킨 몸체(20)가 구비됨은 물론이다.

또한, 상기 회전자(12)는 마찰재(8)를 회전편(10)과 결합시킨 구조로 되어 있으며, 상기한 회전편(10)의 중심에는 이 회전편(10)의 면에 직교하는 샤프트(14)를 결합시켜서 일체화시킨 구조로 되어 있고, 미설명부호 “B”는 고정자(6) 전체가 안착 결합되어지는 베이스플레이트를 지칭한다.

상기한 바와 같은 본 발명에 의한 초음파모터의 작용예를 설명하면 다음과 같다.

고정자(6)와 회전자(12) 간의 힘의 전달(transfer of power)이 이루어지도록 구성된 본 발명은 수십 kHz(공진주파수)의 고주파 전압을 압전소자(4)에 가하면 극성에 따라 압전소자가 변형된다.

이와 같이 고정자(6)의 고유진동수에 해당하는 공진주파수의 전압이 가하여짐으로써, 압전소자(4)들을 진동시키게 되고 이러한 진동력에 따라 회전자(12)가 구동되게 하므로 이러한 원리에 의해 회전력이 발생되도록 하는 것이다.

한편, 정역회전 선택수단(Sw)을 조작하여 발진회로(22)로부터 출력되는 고정자(6)의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 금속도선(16a)을 통하여 정회전력발생용 고정자(7a) 제1군의 압전소자(4a)에 인가시키면 이로써, 제1군의 압전소자(4a)를 이루는 다수 압전세라믹편들을 진동시키게 되고, 이러한 진동력에 따라 회전자(12)로 하여금 고정자(7a)로부터 시계방향으로 구동되게 하여 정회전력을 얻게 된다.

즉, 상기 고정자(7a) 제1군의 압전소자(4a)를 이루는 다수 압전세라믹편에 발진회로(22)로부터 출력되는 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 인가함으로써 발생되는 상기 다수 압전세라믹편의 변형에 따라 다수의 금속 탄성편(2a) 전체가 상승됨과 아울러 도 10a에서 보았을 때 왼쪽으로 위치 이동되는 작용이 반복적으로 이루어지므로 결국 금속 탄성편(2a)의 다수 빗살면 절편(3a)에 의해 회전자(12)를 시계방향으로 정회전시키게 되는 것이다.

또, 상기 고정자(7a)의 다수 압전세라믹편에 발진회로(22)로부터 출력되는 각 고정자의 고유진동수에 해당하는 주파수의 전압을 인가함으로써 발생되는 상기 다수 압전세라믹편의 변형에 따라 다수의 금속 탄성편(2b) 전체가 상승됨과 아울러 도 10b에서 보았을 때 오른쪽으로 위치 이동되는 작용이 반복적으로 이루어지므로 결국 금속 탄성편(2b)의 다수 빗살면 절편(3b)에 의해 회전자(12)를 반시계방향으로 역회전시키게 되는 것이다.

한편, 상기 정,역회전 작동시에 진동력이 다른 압전소자(5)를 통하여 전기적인 값으로 변환되어 연산제어장치부(C)로 입력되며, 이러한 연산제어장치부(C)로 하여금 상기 다른 압전소자(5)로부터의 출력값과 상기 발진회로(22)로부터의 출력값을 동시에 입력받아 연산하고, 연산된 그 값을 상기 압전소자(4)에 인가시킨다.

따라서, 연산제어장치부(C)에 의해 정,역회전에 대한 구동작용이 지령치대로 이루어졌는지를 검출하게 되고, 지령치와 실행치의 차이 만큼을 보상하여 다시 새로운 지령을 내리는 폐쇄제어(closed loop controll)가 행해지게 되는 것이다.

상기한 바와 같이 설명된 본 발명은 바람직한 실시 일 예에 불과한 것으로, 본 발명의 적용범위는 이와 같은 것에 한정되는 것은 아니며 동일사상의 범주 내에서 적절하게 변경 가능한 것이다.

발명의 효과

상기한 바와 같은 본 발명의 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터는 선택적인 제어회로를 간단한 구조로 구성하게 함과 아울러 고 효율이면서도 정,역회전으로의 구동이 가능하여 그 자체 적용범위에 대한 제한을 없앨 수 있도록 하는 효과를 제공하고, 이에 따라 기기의 소형화와 저코스트를 실현시킬 수 있게 되며, 아울러 기기의 고장 수리작업을 용이하게 하는 효과도 제공한다.

본 발명은 특히 소형화 및 대량생산이 가능하고, 기계적 수명이 짧은 문제와, 지지부로의 진동 에너지 흡수 손실로 인한 측정상의 비정확성 문제는 물론, 설치부 구조의 복잡성, 제조의 어려움, 제조비용의 상승, 생산성 저하 등과 같은 단점들을 일시에 해소시킬 수 있는 효과도 제공한다.

본 발명은 또, 초음파모터와 자이로센서가 각각 별도 구비됨에 따라 발생되는 늦은 응답성의 문제도 함께 해소할 수 있고, 따라서 로봇의 관절운동 작용이나 카메라의 줌잉작용 등의 구동 자체가 신속하고 정확하게 제어될 수 있도록 하는 유용한 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 초음파모터 구성을 개략적으로 나타내기 위한 단면도,

도 2는 종래의 초음파모터구동제어장치에 대한 개략적인 구성도,

도 3은 종래 정전용량식 자이로센서의 개략적인 구성도,

도 4는 종래 정전용량식 자이로센서의 자기발진회로부 구성을 나타내기 위한 개략적인 회로도,

도 5는 종래 진동형 자이로센서를 나타내는 외관사시도,

도 6은 본 발명의 자이로센싱 기능이 부가된 초음파모터에 대한 개략구성도,

도 7은 본 발명의 내부 구성을 상세하게 나타내기 위한 분해 사시도,

도 8은 본 발명에 적용된 고정자의 구조를 나타내기 위한 부분 사시도,

도 9는 본 발명에 적용된 고정자의 구조를 나타내기 위한 도 8의 평면도,

도 10a 및 도 10b는 본 발명에 적용된 압전소자들의 압전작용 상태를 나타내기 위한 개념도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

6 : 고정자

7a : 정회전력발생용 고정자

2a : 금속 탄성편 3a : 빗살면 절편

3a' : 평판부 4a : 제1군의 압전소자

5a: 제3군의 압전소자 9a : 로드부재

11a : 허브부재 C : 연산제어장치부

7b : 역회전력발생용 고정자

2b : 금속 탄성편 3b : 빗살면 절편

3b' : 평판부 4b : 제2군의 압전소자

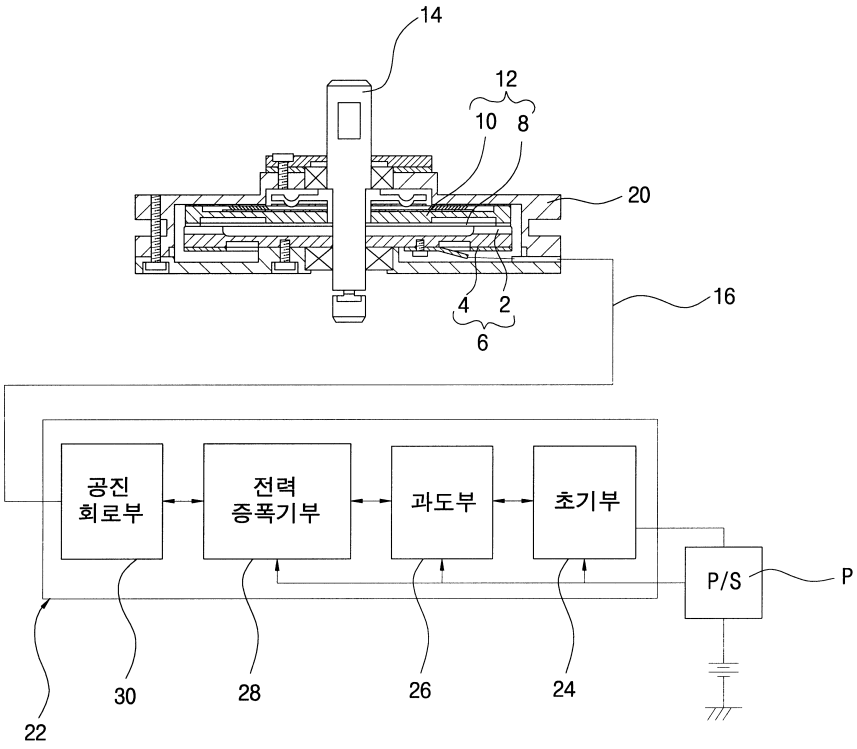
5b : 제4군의 압전소자 9b : 로드부재

11b : 허브부재 12 : 회전자

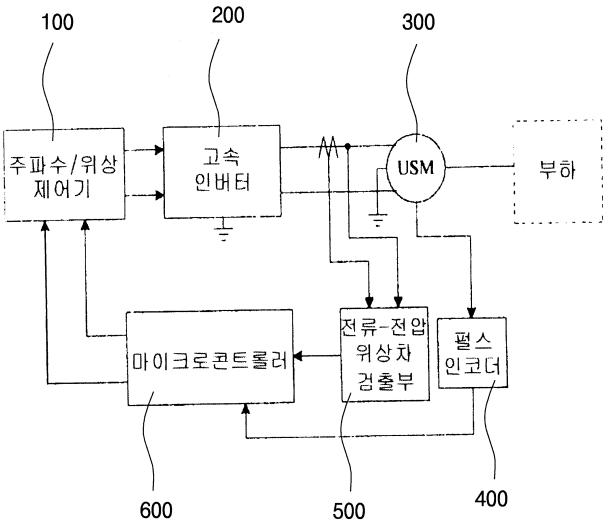
14 : 샤프트

도면

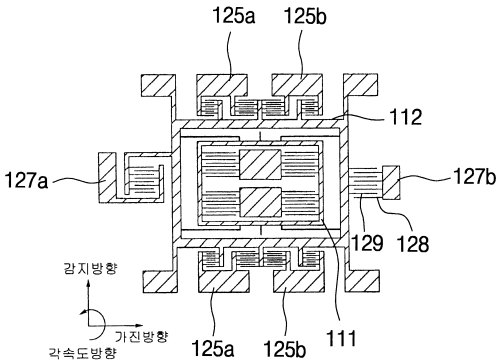
도면1



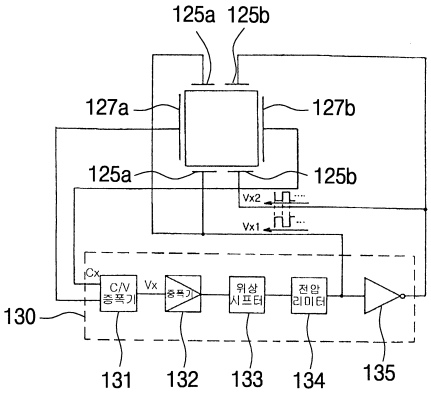
도면2


100
200
300
주파수/위상
제어기
고속
인버터
USM
부하
마이크로콘트롤러
전류-전압
위상차
검출부
펄스
인코더
600
500
400

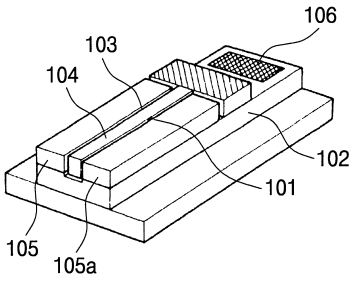
도면3


125a
125b
112
127a
127b
129
128
감지방향
가진방향
각속도방향
125a
125b
111

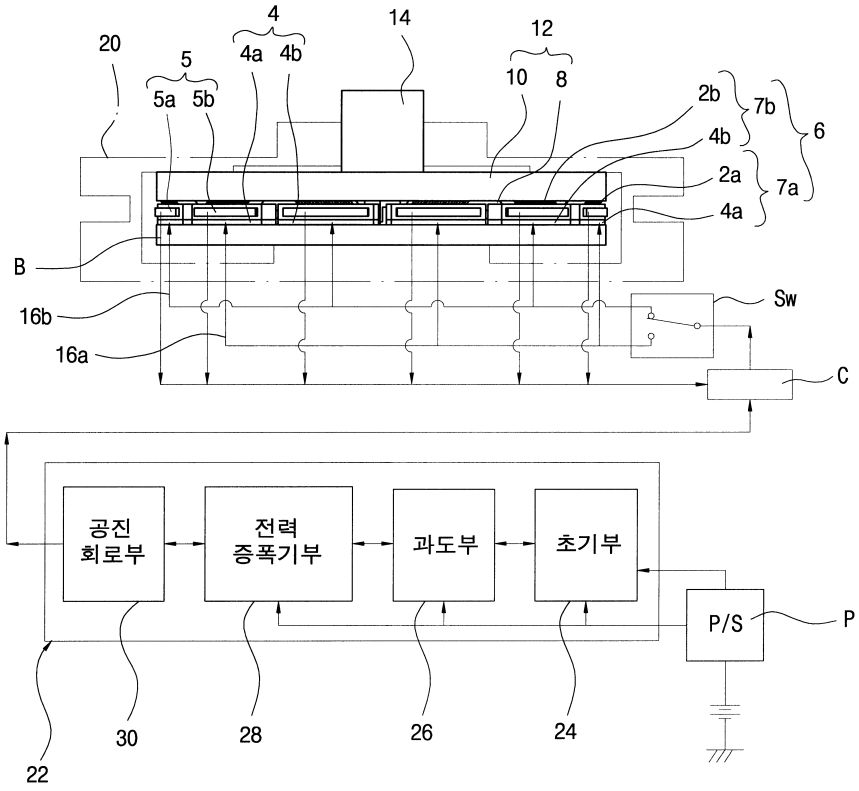
도면4


125a
125b
127a
127b
125a
125b
Vx2
Vx1
Cx
C/V
증폭기
Vx
증폭기
위상
시프터
전압
리미터
130
131
132
133
134
135

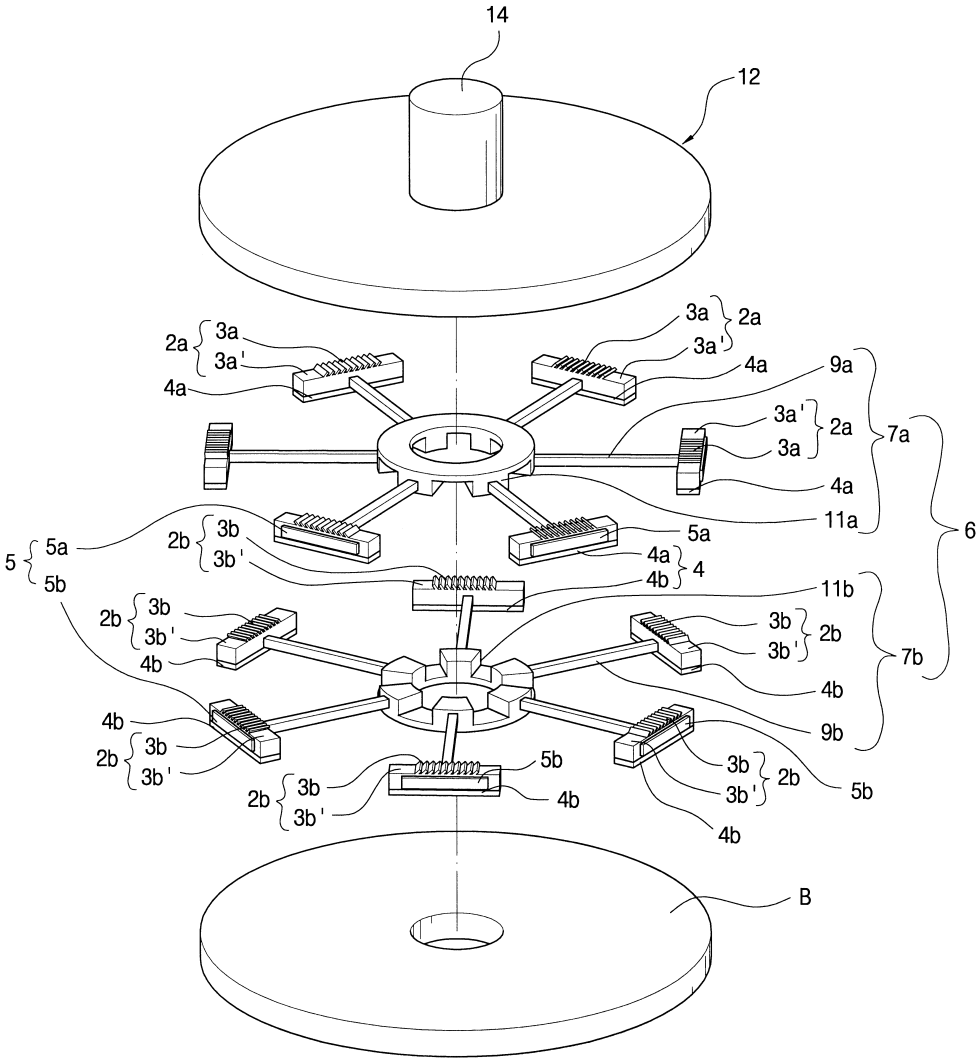
도면5


106
103
104
102
101
105
105a

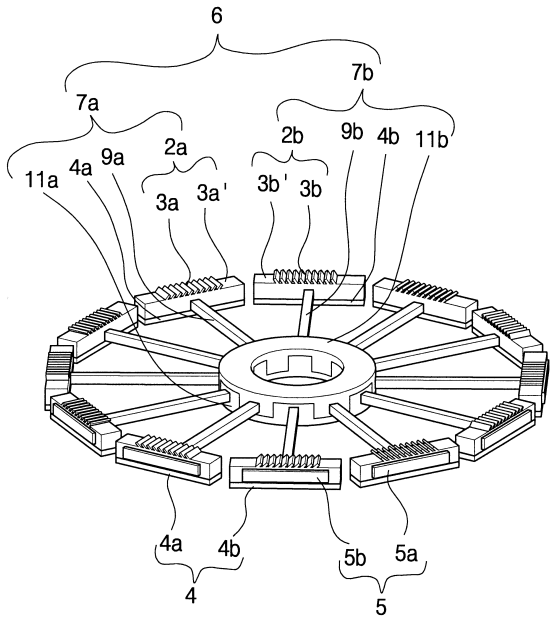
도면6


20
5
5a
5b
4
4a
4b
14
12
10
8
2b
7b
6
4b
2a
7a
4a
B
16b
16a
Sw
C
공진
회로부
전력
증폭기부
과도부
초기부
P/S
P
22
30
28
26
24

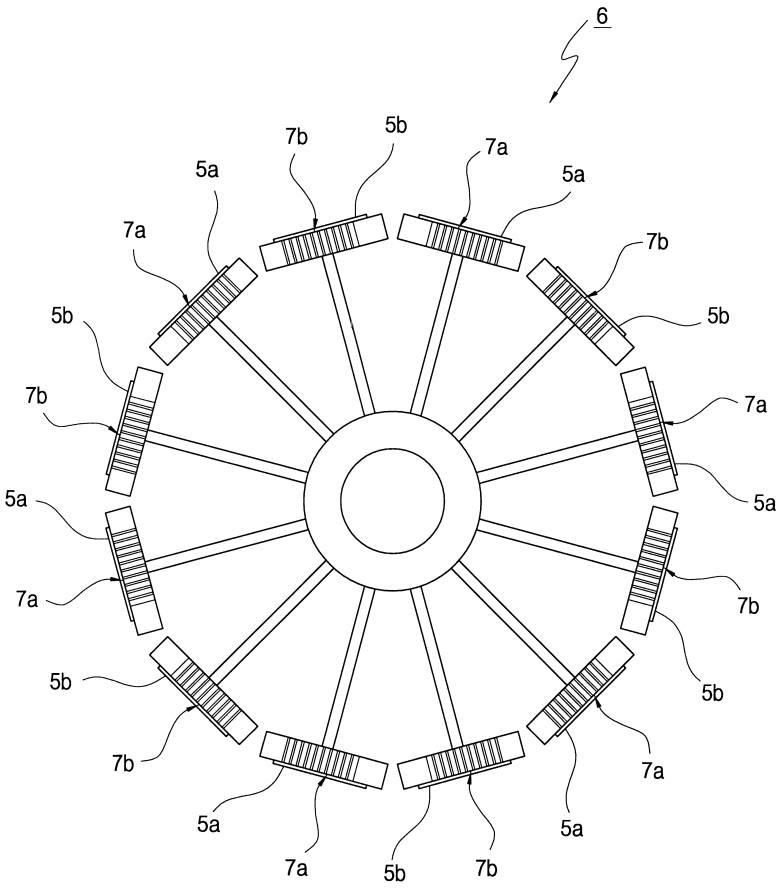
도면7


14
12
2a
3a
3a'
4a
9a
7a
6
11a
5a
5
5b
2b
3b
3b'
4
4b
11b
7b
9b
B

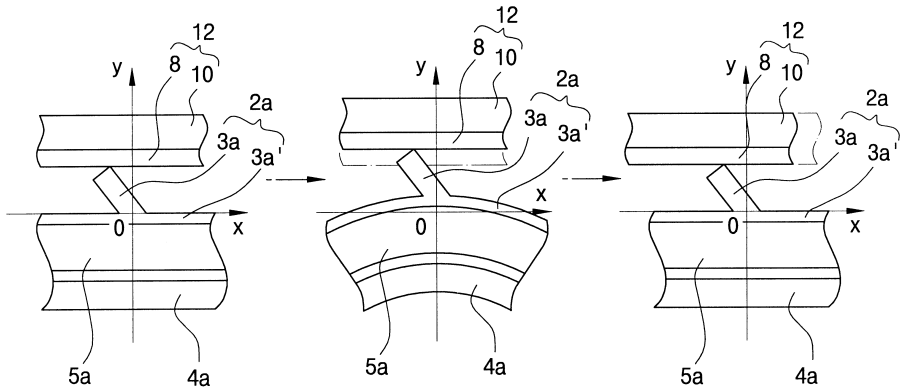
도면8


6
7b
7a
2b
9b
4b
11b
2a
11a
4a
9a
3a
3a'
3b'
3b
4
5
5b
5a

도면9


6
7b
5b
7a
5a
7a
5a
7b
5b
7b
5b
7a
5a
5a
7a
7b
5b
5b
7b
7a
5a
5a
7a
5b
7b

도면10a


12
8
10
y
2a
3a
3a'
0
x
5a
4a
12
8
10
y
2a
3a
3a'
x
0
5a
4a
12
8
10
y
2a
3a
3a'
0
x
5a
4a

도면10b

