

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H05H 9/04

(11) 공개번호 특2001-0040273  
(43) 공개일자 2001년05월 15일

(21) 출원번호	10-2000-7005407	(87) 국제공개번호	W0 1999/40759
(22) 출원일자	2000년05월 18일	(87) 국제공개일자	1999년08월 12일
번역문제출일자	2000년05월 18일		
(86) 국제출원번호	PCT/GB1999/00187		
(86) 국제출원출원일자	1999년02월05일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴		
	국내특허 : 캐나다 중국 일본 대한민국 미국		

(30) 우선권주장	9802332.8 1998년02월05일 영국(GB)
(71) 출원인	엘렉타 에이비
	스웨덴, 스톡홀름 에스-103 93, 우편사서함 7593
(72) 발명자	알렌, 존
	영국, 웨스트서섹스알에이치164큐엘, 헤이워즈히스, 에드워드로드65 브런들, 레오나르드노울즈
	영국, 웨스트서섹스알에이치161엘와이, 헤이워즈히스, 패스처힐로드63 라지, 테리아더
	영국, 웨스트서섹스알에이치162이에이치, 린드필드, 백워스레인5, 알리 베이츠, 테렌스
	영국, 웨스트서섹스알에이치136디티, 호삼, 스미스반75
(74) 대리인	강명구

심사청구 : 없음

(54) 선행 가속기

요약

본 장치는 매우 간단한 방법으로 RF 회로의 두 점 사이에 대한 연결의 변화가 이루어지도록 하고, RF 위상 관계를 유지하며, RF 장의 상대 크기를 변화시킨다. 장치는 연결치의 간단한 기계적 제어로 특징을 이루고, 장치의 위상 이동에 거의 영향을 미치지 않는다. 상기는 실린더형 캐비티 내부에 구성된 TE<sub>111</sub> 모드의 편광에 대한 단순 회전으로 이루어진다. 상기 장치는 저항 요소를 포함하지 않고, 기계적 미끄럼 표면은 높은 RF 전류로부터 자유롭다. 상기 장치는 정재파 선행 가속기로 사용되고, 가속기가 에너지의 넓은 범위에 걸쳐 양호하게 작동될 수 있도록, 다른 세트에 대해 캐비티의 한 세트에서 상대 RF 장을 변화시키는 것이 바람직하다.

대표도

도 10

명세서

기술분야

본 발명은 선행 가속기에 관한 것이다.

배경기술

특히 정재파(standing wave) 설계의 선행 가속기는 예를 들어 X선 발생에 사용되는 전자빔(electron beam)의 공급원으로서 공지되어 있다. 상기 빔은 X선 타겟(target)으로 지향될 수 있고, 다음에 적합한 방사선을 발생시킨다. 상기 X선 또는 전자빔의 공통 용도는 암의 의학 치료이다.

X선 타겟에 대한 전자빔의 입사 에너지를 변화시키는 것이 필요하다. 상기는 치료 프로파일(profile)에 의해 특정 에너지가 요구될 수 있는 의학 적용에서 특히 사실이다. 선행 정재파 가속기는 일련의 가속

캐비티(accelerating cavity)로 구성되고, 상기 가속 캐비티는 연결 캐비티(coupling cavity)에 의해 연결되며, 상기 연결 캐비티는 가속 캐비티의 인접 쌍과 소통된다. US-A-4382208에 따라, 전자빔의 에너지는 인접 가속 캐비티 사이의 RF 연결 정도를 조절함으로써 변화될 수 있다. 상기는 연결 캐비티의 기하학적 형상을 변화시킴으로써 이루어진다.

기하학적 형상의 상기 변화는 미끄럼 요소를 사용하여 이루어지고, 상기 미끄럼 요소는 하나 이상의 위치에서 연결 캐비티내로 삽입될 수 있으며, 따라서 캐비티의 내부 형상을 변화시킨다. 상기 접근방법으로 여러 다른 공진 파라미터(parameter)로부터 발생하는 여러 어려움이 있고, 상기 공진 파라미터는 캐비티 크기에 의해 규정된다. 캐비티 사이의 위상 이동을 정확하게 정의된 값으로 유지하기 위하여, 하나 이상의 상기 요소는 이동되어야 한다. 요소의 이동은 동일하지 않고, 상기 요소는 독립적으로 이동되어야 하며, 원하는 위상 관계가 유지되기 위하여, 캐비티 및 서로에 대해 매우 정확하게 구성되어야 한다.  $\pm 0.2\text{mm}$ 의 정밀도가 요구된다. 상기는 복잡하고 고정밀도의 위치설정 시스템을 요구하고, 상기 위치설정 시스템은 엔지니어(engineer)가 구성하기에 어렵다. 두 이동 부품 이하를 가진 구성에서(미국 특허 4,286,192에 제시된 것과 같이), 장치는 입력 및 출력 사이의 일정 위상을 유지하지 못하고, 상기 장치가 RF 장을 연속적으로 변화시킬 수 없도록 하며, 따라서 단순 스위치(switch)의 기능으로 감소된다. 상기는 에너지 스위치로서 명명된다.

많은 상기 구성은 미끄럼 접촉부를 제시하고, 상기 미끄럼 접촉부는 큰 진폭의 RF 전류를 전달하여야 한다. 상기 접촉부는 용접 고정에 의해 파손되기 쉽고, 미끄럼 표면은 초고진공 시스템의 품질에 불리하다. 상기 특성의 문제점이 긴 유효수명 동안 신뢰성있게 작동할 수 있는 장치 제작에 대한 해결의 열쇠이다.

상기에 제시된 해법의 특징은 하나의 입력 및 하나의 출력을 가진 캐비티 연결 장치로서 요약될 수 있고, 전 조립체는 변압기와 같이 전기적으로 작동한다. 가변 연결치를 이루기 위해, 캐비티의 형상은 벨로우즈(bellows), 초크(choke) 및 플런저(plunger)와 같은 장치에 의해 임의의 방법으로 변화되어야 한다. 그러나, 공진 기술은, 단축 제어에 의해 넓은 범위에 걸쳐 연속적으로 연결 크기를 변화시킬 수 있고 동시에 위상을 일정값으로 유지하는 장치들, 제공하지 않는다.

따라서, 당해 기술의 현 상태에서, 상기 설계는 결정된 두 에너지 사이의 개폐에 대한 유용한 방법을 제공하는 것으로서 인정된다. 그러나, 가변 에너지 출력을 제공하는 상기 설계를 사용하여 신뢰성있는 가속기를 구성하는 것은 매우 어렵다.

공진 기술의 요약은 미국 특허 4,746,839에 기술되어 있다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 정재파 선형 가속기를 제공하고, 상기 선형 가속기는 입자 빔 축을 따라 구성된 다수의 공진 캐비티로 구성되며, 한 쌍 이상의 공진 캐비티는 연결캐비티를 통하여 전자기적으로 연결되고, 연결 캐비티는 상기 연결 캐비티의 축에 대해 회전대칭이며, 상기 대칭을 파괴하기 위해 적용된 비회전대칭 요소를 포함하고, 요소는 연결 캐비티내에서 회전가능하며, 상기 회전은 연결 캐비티의 대칭축에 대해 평행이다.

상기 장치에서, 공진이 연결 캐비티에 구성될 수 있고, 상기 공진은 가속 캐비티내의 공진에 대해 횡으로 구성된다. 가속 캐비티에 대해 공진의 TM 모드(mode)를 사용하고,  $TE_{111}$ 과 같은 TE 모드가 연결 캐비티에 구성될 수 있음을 의미한다. 캐비티는 회전대칭이기 때문에, 장(field)의 방향은 캐비티에 의해 결정되지 않는다. 대신 상기 장의 방향은 회전 요소에 의해 고정된다. 연결 캐비티 및 두 가속 캐비티 사이의 소통부(communication)는 연결 캐비티의 표면내에 구성된 두 점에서 구성될 수 있고, TE 정재파의 방향에 따라 다른 자기장을 나타낸다. 따라서, 연결 정도는 회전 요소의 단순 회전에 의해 변화된다.

진공 캐비티내에서 요소를 회전시키는 것은 공지된 기술이고, 많은 방법이 존재한다. 따라서 상기에 대해서는 기술적 어려움이 없다. 또한, 와전류(eddy current)가 회전 요소에 구속되고, 요소 및 상기 요소의 주위 구조를 브리지(bridge)할 필요가 없다. 따라서 용접은 어렵지 않다.

또한 설계는 공차에 대해 탄성적이다. 예비 시험에서  $40^\circ$ 의 연결 범위에 걸쳐 2%의 위상 안정도를 얻기 위해 단지 2dB의 정밀도가 필요함을 나타낸다. 상기의 회전 정밀도는 얻기에 어렵지 않다.

만약 회전 요소가 무한 회전 대칭의 연결 캐비티 내에서 자유롭게 회전가능하다면 유리하다. 상기 배열로부터 가장 큰 가요성(flexibility)을 제공하는 장치가 구성된다.

적합한 회전 요소는 대칭축을 따라 구성된 패들(paddle)이다. 상기 패들이 캐비티 폭의  $1/2$  내지  $3/4$  사이에 구성되는 것이 선호되고, 캐비티 폭의 약  $2/3$ 로 적합하게 구성된다. 상기 제한범위내에서, 패들 및 캐비티 표면 사이의 상호작용은 최소화된다.

공진 캐비티의 축이 입자 빔 축에 대해 횡으로 구성되는 것이 선호된다. 상기는 RF 상호작용을 현저히 단순화시킨다.

가속 캐비티가 연결 캐비티의 표면에 구성된 포트(port)를 통하여 소통되는 것이 선호된다. 만약 포트가  $40^\circ$  내지  $140^\circ$ 로 분리된 반경에 구성된다면 특히 유리하다. 더 선호되는 범위는  $60^\circ$  내지  $120^\circ$ 이다. 특히 선호되는 범위는  $80^\circ$  내지  $100^\circ$ , 즉 약  $90^\circ$ 이다.

포트는 캐비티의 단부면(즉, 대칭축에 대해 횡으로 구성된 단부면) 또는 캐비티의 실린더형 면에 구성될 수 있다. 포트가 캐비티의 실린더형 면에 구성되는 것이 더 간단한 배열을 제공하고, 더 큰 연결을 제공한다.

따라서, 본 발명은 TE 모드, 특히 TE<sub>111</sub> 모드로 작동하는 특정 캐비티를 통하여 인접 셀(cell)을 연결시키는 새로운 방법을 제시한다. 캐비티의 한 단부벽을 형성하는 원의 코드(chord)를 따라 입력 및 출력 홀(hole)의 연결 위치가 구성되도록 선택함으로써, 단일 장점을 가진 연결 장치를 구성하기 위하여 TE<sub>111</sub> 모드의 특징이 사용될 수 있다. 캐비티의 형상을 변화시키는 대신에, 본 발명은 단순 패들에 의해 캐비티 내부에 구성된 TE<sub>111</sub> 모드의 편광을 회전시키도록 제시한다. TE<sub>111</sub> 모드의 주파수는 캐비티에 대해 장 패턴(pattern)이 발생시키는 각도(편광각)에 따르지 않기 때문에, 두 점으로 연결된 RF의 상대 위상은 적어도 180° 에 걸쳐 상기 회전에 대해 불변이다. 동시에, 코드를 따라 구성된 두 연결 홀에서 RF 자기장의 상대 크기는 두 단위의 크기까지 변화된다. RF 자기장의 상기 특성은 본 발명의 가변 RF 연결기에 대한 기본이 된다.

제시된 장치의 핵심은, 공지 기술에 기술된 바와 같이 이동 패들이 캐비티의 형상을 변화시키는 장치가 아니라, 단지 실린더형 캐비티의 원형 대칭을 파괴하는 장치라는 점이다. 상기 패들은 캐비티의 벽과 접촉되지 않기 때문에, 어떤 순 RF 전류도 패들 및 캐비티 벽 사이에 흐르지 않는다. 상기는 장치를 진공으로 구성하기에 간단하게 하고, 단지 회전 관통이 요구되며, 상기는 공지된 기술이다. 선택적으로, 패들은 외부 자기장에 의해 회전되고, 따라서 진공 관통 요구를 제거한다.

## 도면의 간단한 설명

본 발명의 실시예는 첨부 도면을 참고로 예로써 기술될 것이다.

도 1 은 TE<sub>111</sub> 실린더형 캐비티 모드(cavity mode)의 전기장 라인(line)에 대한 도면.

도 2 는 본 발명의 제 1 실시예를 따른 정재파 선형 가속기에 대한 종단면도.

도 3 은 도 2 의 III-III을 따른 단면도.

도 4 는 본 발명의 제 2 실시예를 따른 정재파 선형 가속기에 대한 종단면도.

도 5 는 도 4 의 V-V를 따른 단면도.

도 6 은 본 발명의 제 3 실시예에 대한 가속기 요소의 사시도.

도 7 은 도 6 의 실시예에 대한 측방향도.

도 8 은 도 6 의 실시예에 대한 분해도.

도 9 는 도 7 의 IX-IX를 따른 단면도.

도 10 은 도 7 의 X-X를 따른 단면도.

도 11 은 본 발명의 제 4 실시예에 대한 사시도.

도 12 는 가속기 축을 따른 도 11 의 실시예에 대한 도면.

도 13 은 도 12 의 XIII-XIII를 따른 단면도.

도 14 는 도 12 의 XIV-XIV를 따른 단면도.

## \*부호 설명

100...축(axis)	102, 106, 110, 122, 124, 126...개구부
104, 108...가속 캐비티	112, 114, 120...연결 캐비티
116, 118...직립 포스트	128...축(shaft)
130...패들	132, 134, 136, 138...냉각 채널
140...꺼임부	150...중앙 베이스 유닛
152, 154...캡	156, 158...말단 부품

## 실시예

정재파 가속기에서 장치는 도 2 및 도 3 의 제 1 실시예에 도시된 바와 같이 구성될 수 있다. 상기는 일련의 캐비티에 대한 부분으로서 세 개의 축상 가속 셀(on-axis accelerating cell)(10, 12, 14)을 나타낸다. 제 1 가속 캐비티(10) 및 제 2 가속 캐비티(12)는 고정 기하학적 형상의 연결 셀(16)과 함께 연결되고, 상기는 공지 기술이다. 제 2 축상 캐비티(12) 및 제 3 축상 캐비티(14) 사이에서, 본 발명에 따라, 고정된 기하학적 형상의 셀은 셀(18)에 의해 교체된다. 상기 셀(18)은 실린더(cylinder) 및 아치(arch)의 상부와의 교차점에 의해 형성되고, 상기 아치는 가속 셀을 형성하여, 두 연결 홀(hole)(26, 28)을 형성한다. 상기 홀은 축이탈(off axis) 실린더의 (비직경 방향)코드(chord)를 따라 구성되고, 상기는 도 3 에 도시된 바와 같이 실린더의 중심선이 가속기의 중심선으로부터 이탈되어 있음을 의미한다. 상기 연결 홀은 자기장이 형성된 캐비티 영역에 구성되고, 따라서 셀 사이의 연결은 자석이다. 그러나, 고정된 기하학적 형상의 셀과 달리, 셀 사이의 연결을 변화시키고 결과적으로 제 2 축상 셀 및 제 3 축상 셀의 RF 전기장의 비를 변화시키는 간단한 수단이 구성된다. 연결 강도(k)는 홀의 형

상 및 홀의 위치에서 RF 자기장의 국소값에 따른다. 축상 전기장은 k 값의 비에 역으로 변화한다. 즉,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{k_2}{k_1}$$

이다.

단부벽에 근접한 자기장 패턴(pattern)은, 만약 연결 홀이 코드를 따라 구성된다면,  $k_2$ 가 감소함에 따라 증가한다.

회전가능한 패들(paddle)(20)이 축(axle)(22)에 의해 캐비티(18)내에 구성되고, 상기 축(22)은 실린더형 캐비티(18) 외부로 연장구성된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 패들(20)을 회전시키도록 축은 핸들(handle)(24)을 가지고, 핸들은 적합한 작동기로 교체될 수 있다.

패들은 캐비티(18)의 대칭을 파괴하여, 장(field)의 전기선이 패들 표면에 직각으로 구성되도록 한다.

하나의 단순 가동 부분을 가지는 장치가 구성되고, 상기 가동 부분은 회전시 셀 사이의 연결을 직접 제어하며, 동시에 공칭  $\pi$ 라디안(radian)에서 고정된 입력 및 출력 사이의 상대적 위상 이동을 유지한다. 시스템의 자유도는 패들의 회전 각도이다. 정재파 가속기에서 상기는 몇몇 자유도의 정확성에 대해 구성되어야 한다. 상기 제어는 넓은 에너지 범위에 걸쳐 선형 가속기가 연속적으로 조절되도록 한다.

도 4 및 도 5에 도시된 제 2 실시예에서, 연결 캐비티(30)는 가속 캐비티의 종축(longitudinal axis)에 대해 횡으로 구성되고, 실린더형 면을 따라 가속 캐비티(12,14)와 교차된다. 따라서, 가속기 및 연결 캐비티의 축은 교차되지 않고, 서로 횡인 방향으로 연장구성된다. 패들(20) 등은 변화되지 않는다. 그렇지 않다면, 상기 실시예의 작동은 제 1 실시예와 동일하다.

도 6-10은 본 발명의 제 3 실시예를 나타낸다. 도면에 선형 가속기의 짧은 부요소가 도시되고, 상기 부요소는 양 측면에 구성된 두 연결 캐비티의 반 및 두 가속 캐비티로 구성된다. 또한, 요소는 단일 연결 캐비티를 포함하고, 상기 단일 연결 캐비티는 두 가속 캐비티를 결합시킨다. 가속기는 축방향으로 결합된 상기 부요소로 제작된다.

도 6에서, 가속 캐비티의 축(axis)(100)은 작은 개구부(102)를 통과하고 제 1 가속 캐비티(104)(도 6에 도시되지 않음)를 통과한다. 다른 가속 캐비티(108)는 개구부(106)를 통하여 제 1 가속 캐비티(104)와 소통된다. 상기 실시예의 부요소가 축(100)을 따라 반복구성될 때 형성된 다음 가속 캐비티와 소통되도록, 제 2 가속 캐비티(108)는 상기 제 2 가속 캐비티(108)의 대향면에 다른 개구부(110)를 가진다. 따라서, 가속된 빔은 개구부(102,106,110)를 통하여 순서대로 통과한다.

한 쌍의 연결 반캐비티(half cavity)는 도시된 부요소에 형성된다. 제 1 반캐비티(112)는 인접 부요소로 형성된 인접 가속 캐비티 및 제 1 가속 캐비티(104) 사이에 고정된 크기의 연결을 제공한다. 상기 인접 부요소는 연결 캐비티(112)의 나머지 반을 제공한다. 유사하게, 제 2 연결 캐비티(114)는 제 2 가속 캐비티(108)를 인접 요소에 의해 구비된 인접 캐비티에 연결시킨다. 각 연결 캐비티는 직립 포스트(post)(116,118)를 포함하고, 상기 직립 포스트(116,118)는 상기 캐비티가 적합한 연결 레벨(level)을 제공하도록 조절한다. 연결 캐비티(112,114)는 종래 구성을 따른다.

제 1 가속 캐비티(104)는 조절가능한 연결 캐비티(120)를 통하여 제 2 가속 캐비티(108)에 연결된다. 상기 요소는 실린더형 공간, 실린더 축으로 구성되고, 상기 실린더 축은 가속기 축(100)에 대해 횡으로 구성되며, 상기 가속기 축(100)으로부터 이격되어 구성된다. 두 축의 가장 근접한 위치에서 상기 두 축 사이의 간격 및 실린더의 반경은 실린더가 가속 캐비티(104,108)를 교차하도록 조절되고, 개구부(122,124) 구성의 결과를 나타낸다. 상기 실시예에 나타난 바와 같이, 연결 캐비티(120)는 제 2 가속 캐비티(108)에 다소 더 근접하여 구성되고, 개구부(124)를 개구부(122)보다 더 크게 한다. 가속기의 잔여부분에 대한 설계에 따라 상기 특정 환경에서 유리할 수 있다. 그러나, 다른 설계에서는 바람직하지 않을 수 있다.

조절가능한 연결 캐비티(120)의 한 단부에서, 축(shaft)(128)이 캐비티의 내부로 이동될 수 있도록 개구부(126)가 형성된다. 축(128)은 공지된 방법으로 개구부(126)에 회전가능하게 밀봉된다. 조절가능한 연결 캐비티(120)내에서, 축(128)은 패들(130)을 지지하고, 상기 패들(130)은 조절가능한 연결 캐비티(120)내의  $TE_{111}$  장(field)의 방향을 형성하기 위하여 회전가능하게 구성될 수 있으며, 따라서 제 1 가속 캐비티(104) 및 제 2 가속 캐비티(108) 사이의 연결량을 규정한다.

전 구조물을 통하여 물이 전달되도록 냉각 채널(channel)이 요소내에 형성된다. 상기 실시예에서, 총 4개의 냉각 채널이 구비되고, 상기 냉각 채널은 가속 캐비티 주위로 동일하게 이격되어 구성된다. 두 냉각 채널(132,134)은 고정된 연결 캐비티(112,114)의 상하로 연장구성되고, 유니트(unit)를 관통한다. 다른 두 냉각 채널(136,138)은 가변 연결 캐비티(120)와 동일한 면을 따라 연장구성된다. 냉각 채널이 가속 캐비티(104,108) 또는 조절가능한 연결 캐비티(120)와 충돌하지 않도록, 도 7 및 도 8에 명확히 도시된 바와 같이 한 쌍의 꺾임부(dog leg)(140)가 형성된다.

도 8은 조립될 수 있는 방법으로 도시된 상기 실시예에 대한 분해도를 나타낸다. 중앙 베이스(base) 유니트(150)는 제 1 가속 캐비티(104) 및 제 2 가속 캐비티(108)의 두 반부분과 연결 캐비티를 포함한다. 두 가속 캐비티는 동(copper) 기재(substrate)의 적합한 선화 작업에 의해 냉각 채널(132,134,136,138) 및 채널(136,138)의 꺾임부(140)를 따라 형성될 수 있고, 두 캐비티 사이의 중앙 소통 개구부(106)가 구성될 수 있다. 다음에 조절가능한 연결 캐비티(120)가 구성될 수 있고, 따라서 상기 연결 캐비티(120) 및 두 가속 캐비티(104,108) 사이의 개구부(122,124)가 형성된다. 다음에 캡(cap)(152,154)이 조절가능한 연결 캐비티(120)의 상부 단부 및 하부 단부에 납땜으로 구성되고, 상기 조절가능한 연결 캐비티(120)의 상부 단부 및 하부 단부를 밀봉한다.

다음에 말단 부품(156, 158)이 납땜 단계에 의해 중앙 유니트(150)의 양 측면에 부착 형성된다. 다시 가속 캐비티(104, 108)의 나머지 반이 상기 유니트내에서 선회될 수 있고, 반캐비티(112, 114)가 선회될 수 있다. 냉각 채널(132, 134, 136, 138)이 구성될 수 있고, 축방향 소통 개구부(102, 110)가 구성될 수 있다. 다음에 말단 부품이 중앙 유니트의 양 측면의 적소에 납땜으로 구성될 수 있고, 가속 캐비티를 밀봉하며, 단일 유니트를 형성한다.

다음에 일련의 가속 캐비티를 형성하기 위해 다수의 유사 유니트가 단부대단부(end to end)로 납땜구성될 수 있다. 가속 캐비티의 인접쌍은 고정된 연결 캐비티를 통하여 연결되고, 상기 쌍의 각 부재는 조절가능한 연결 캐비티(120)를 통하여 인접쌍의 부재에 연결된다.

상기 유니트의 납땜은 공지되어 있고, 적합한 납땜 공정 합금의 포일(foil)과 함께 각 부품을 고정하고, 적합한 상승 온도로 조립체를 가열한다. 냉각 후, 인접한 캐비티는 단단하게 결합된다.

도 11-14 는 본 발명의 네 번째 실시예를 나타낸다. 세 번째 실시예와 마찬가지로, 상기 네 번째 실시예에는 두 가속 캐비티를 포함하는 선형 가속기의 부요소를 나타낸다. 도시된 다수의 부요소가 작동 가속기를 제작하기 위해 단부대단부로 결합될 수 있다.

한 쌍의 가속 셀(204, 208)은 가속기 축(axis)(200)을 따라 정렬된다. 개구부(202)는 가속 빔이 인접 요소로부터 가속 캐비티(204)로 유입되도록 하고, 개구부(206)는 빔이 가속 캐비티(208)내로 계속되도록 하며, 개구부(210)는 빔이 축(200)을 따라 가속 캐비티(208)로부터 다른 캐비티내로 계속되도록 한다.

조절가능한 연결 캐비티(220)는 두 캐비티(204, 208)를 서로 연결하며 형성된다. 상기 조절가능한 연결 캐비티(220)는 실린더로 구성되고, 상기 실린더의 축은 가속기 축(200)에 대해 횡으로 구성되며, 상기 가속기 축(200)으로부터 이격된다. 상기 실린더가 가속 캐비티(204, 208)와 교차하여, 소통(communication) 개구부(222, 224)를 형성하도록, 실린더의 반경 및 축의 위치가 구성된다. 도시된 바와 같이, 조절가능한 연결 캐비티(220)는 가속 캐비티(204)에 더 근접하게 구성되고, 따라서 개구부(222)는 개구부(224)보다 다소 더 크다. 그러나, 상기는 가속기 잔여부분의 구조에 따른다.

조절가능한 연결 캐비티(220)를 형성하는 실린더는 단부면(260, 262)을 가지고, 상기 단부면(260, 262)은 연결 캐비티(220)의 축을 따라 선형방향으로 조절가능하다. 따라서, 연결 캐비티의 길이는 가속기의 외부 설계와 부합되도록 변화될 수 있다. 상기 길이는 가속기의 공진 주파수에 따라 설정될 필요가 있다. 그러나, 실험을 통하여 세팅(setting)은 특별히 정밀할 필요가 없다고 판명되었다.

단부벽(262)은 축방향 개구부(226)를 포함하고, 상기 개구부(226)를 통하여 축(axle)(228)이 통과한다. 핸들(264)이 벽(262)의 외부에 형성되고, 패들(230)이 내부면에 형성된다. 상기 패들은 조절가능한 연결 캐비티(220)의 회전 대칭성을 파괴하는 역할을 하고, 따라서  $TE_{111}$  장의 방향을 고정시킨다. 따라서, 장의 방향 및 연결의 크기는 핸들(264)을 조절함으로써 변화될 수 있다. 적합한 기계 작동기가 수동으로 조절가능한 핸들 대신에 사용될 수 있다.

세 번째 및 네 번째 실시예에 기술된 조절가능한 연결 캐비티는 두 가속 캐비티의 연결 계수를 0 내지 6% 사이에서 제공할 수 있다. 대부분의 가속기 설계에 연결 계수가 4%까지 요구되고, 따라서 상기 설계는 모든 상황에 대해 소요 연결 레벨을 제공할 수 있다.

### 산업상이용가능성

본 발명을 통하여, 가속 캐비티 사이의 위상 이동을 파괴하지 않고 연결 상수의 연속 범위가 구성될 수 있다. 또한, 세 번째 실시예는 가속기가 용이하게 제작된 요소로부터 구성되도록 한다.

당해 기술분야의 숙련자에게 상기 실시예는 단지 본 발명의 예로서 기술되고, 많은 변형이 이루어질 수 있음을 밝혀둔다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

정재파 선형 가속기에 있어서,

입자 빔 축을 따라 구성된 다수의 공진 캐비티로 구성되고, 한 쌍 이상의 공진 캐비티는 연결 캐비티를 통하여 전자기적으로 연결되며, 연결 캐비티는 상기 연결 캐비티의 축에 대해 회전대칭이고, 상기 대칭을 파괴하기 위해 적용된 비회전대칭 요소를 포함하며, 요소는 연결 캐비티내에서 회전가능하고, 상기 회전은 연결 캐비티의 대칭축에 대해 평행인 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 연결 캐비티 및 두 가속 캐비티 사이의 소통부는 연결 캐비티 표면내의 각각 두 점에서 구성되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 회전 요소는 무한 회전 대칭의 연결 캐비티 내에서 자유롭게 회전가능한 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 4

상기 항들 중 어느 한 항에 있어서, 회전 요소는 대칭축을 따라 구성된 패들인 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서, 패들은 캐비티 폭의 1/2 내지 3/4을 차지하는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 6

상기 항들 중 어느 한 항에 있어서, 공진 캐비티의 축은 입자 빔 축에 대해 횡으로 구성되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 7

상기 항들 중 어느 한 항에 있어서, 가속 캐비티는 연결 캐비티의 표면에 구성된 포트를 통하여 소통되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 8

상기 항들 중 어느 한 항에 있어서, 포트는 40° 내지 140° 로 분리된 연결 캐비티의 반경에 구성되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 9

상기 항들 중 어느 한 항에 있어서, 포트는 60° 내지 120° 로 분리된 연결 캐비티의 반경에 구성되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 10

상기 항들 중 어느 한 항에 있어서, 포트는 80° 내지 100° 로 분리된 연결 캐비티의 반경에 구성되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 11

상기 항들 중 어느 한 항에 있어서, 포트는 캐비티의 단부면에 구성되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 12

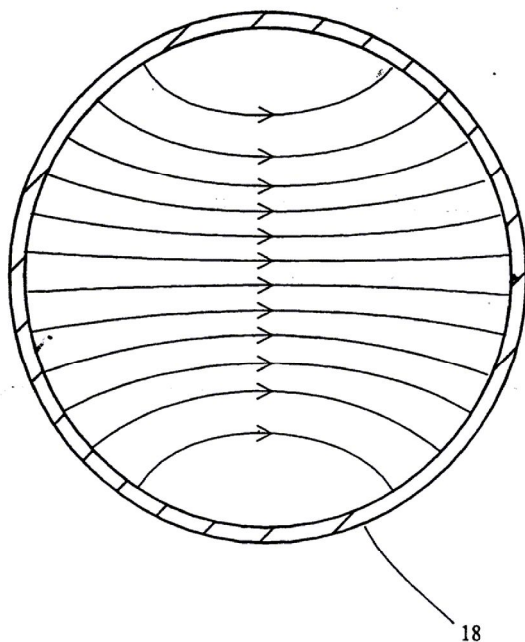
제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서, 포트는 캐비티의 실린더형 면에 구성되는 것을 특징으로 하는 가속기.

#### 청구항 13

첨부 도면 2 내지 14 를 참고로 기술된 바와 같은 그리고/또는 첨부 도면 2 내지 14 에 도시된 바와 같은 가속기.

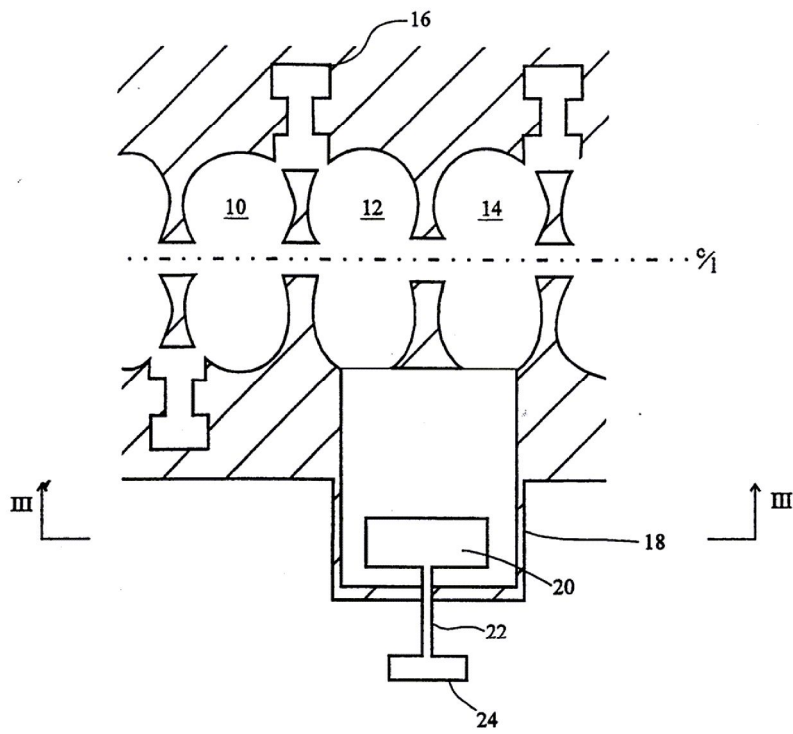
#### 도면

##### 도면1

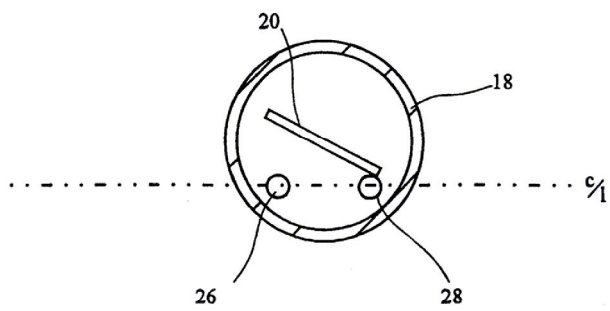




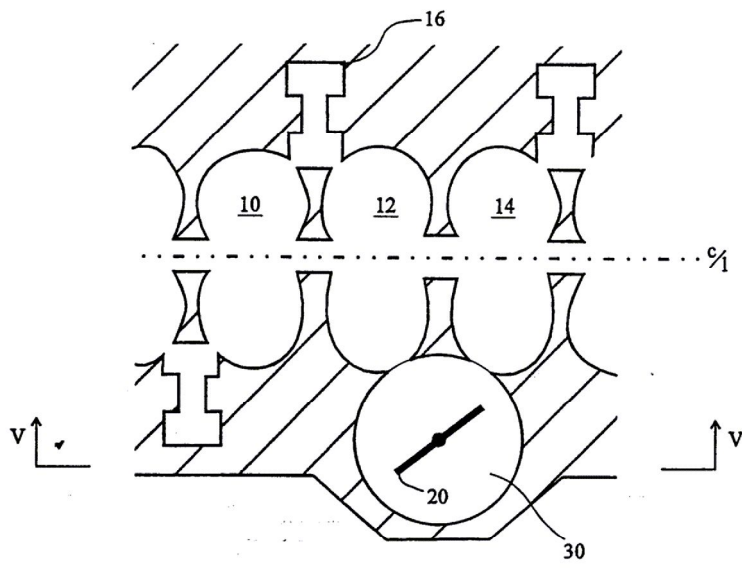
도면2



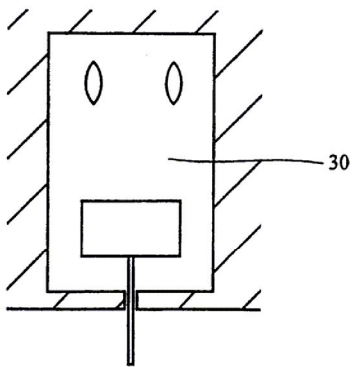
도면3



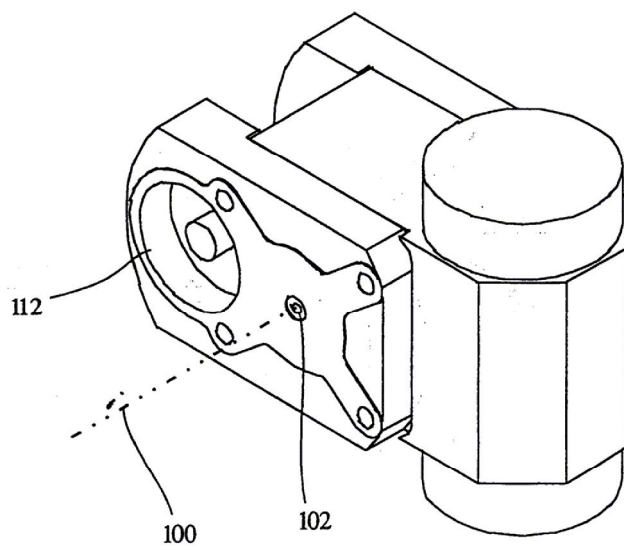
도면4



도면5

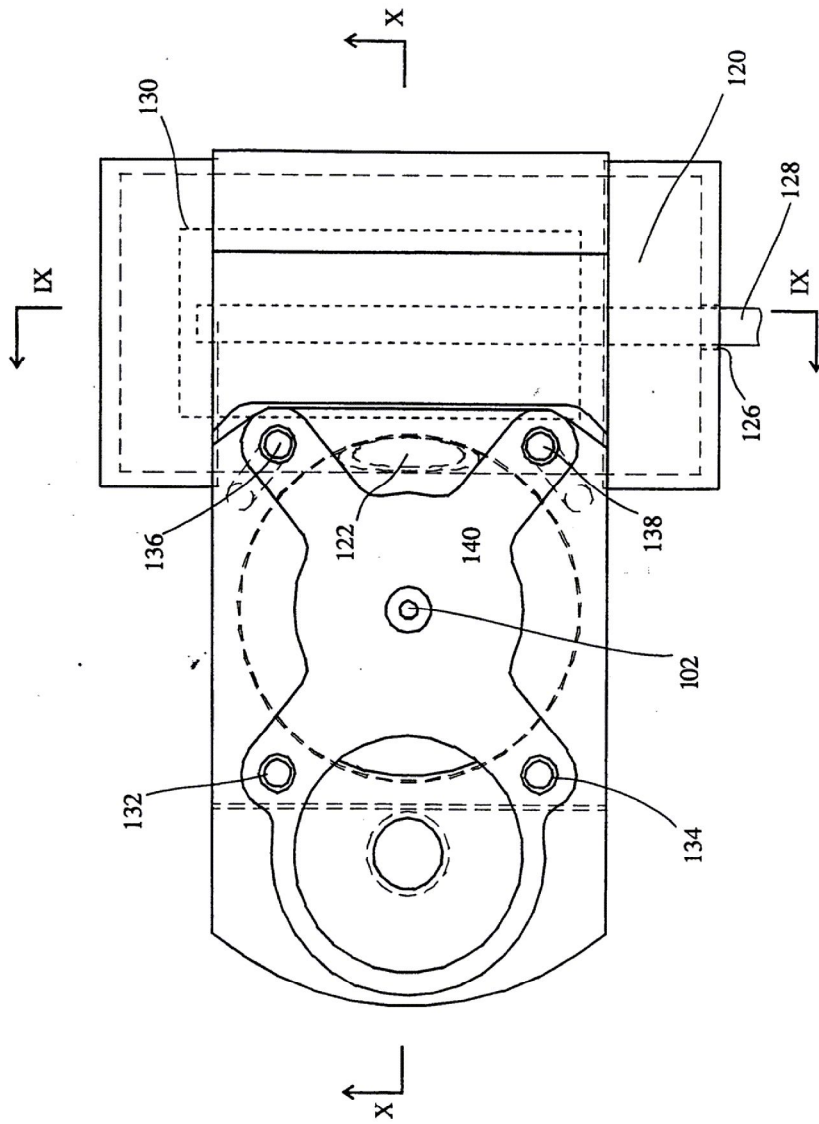


도면6

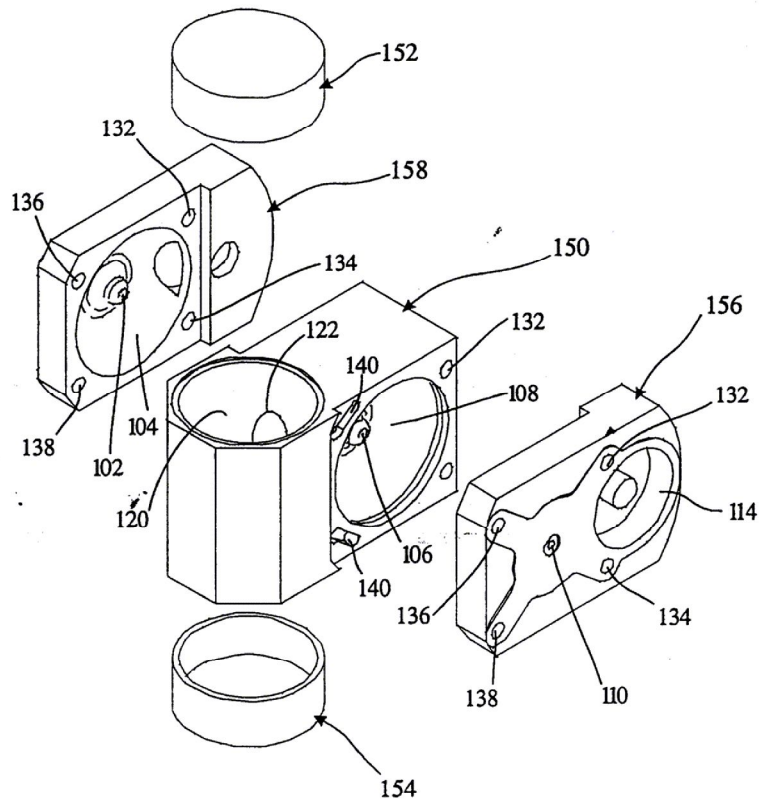




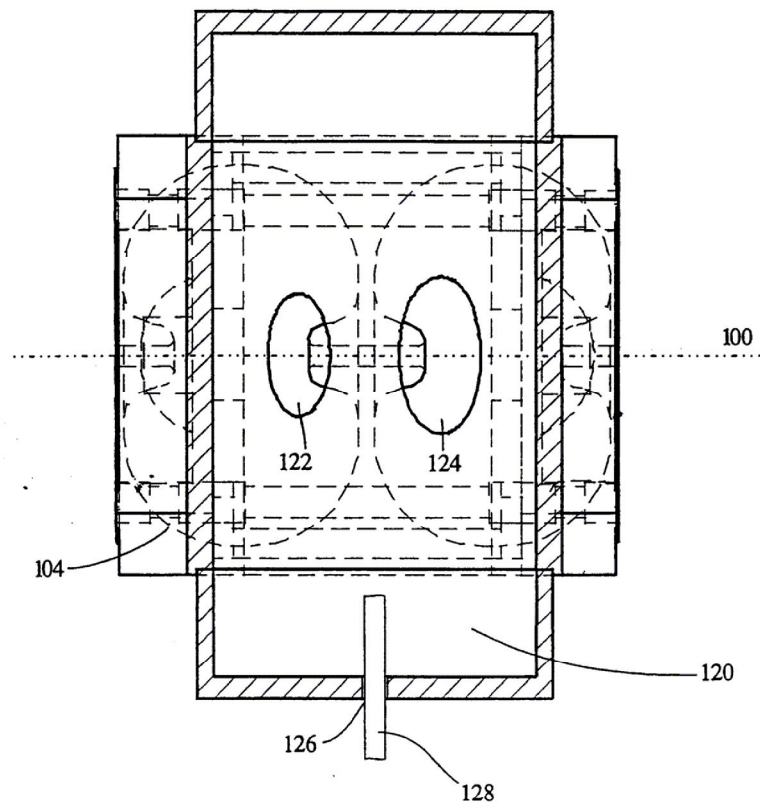
도면7



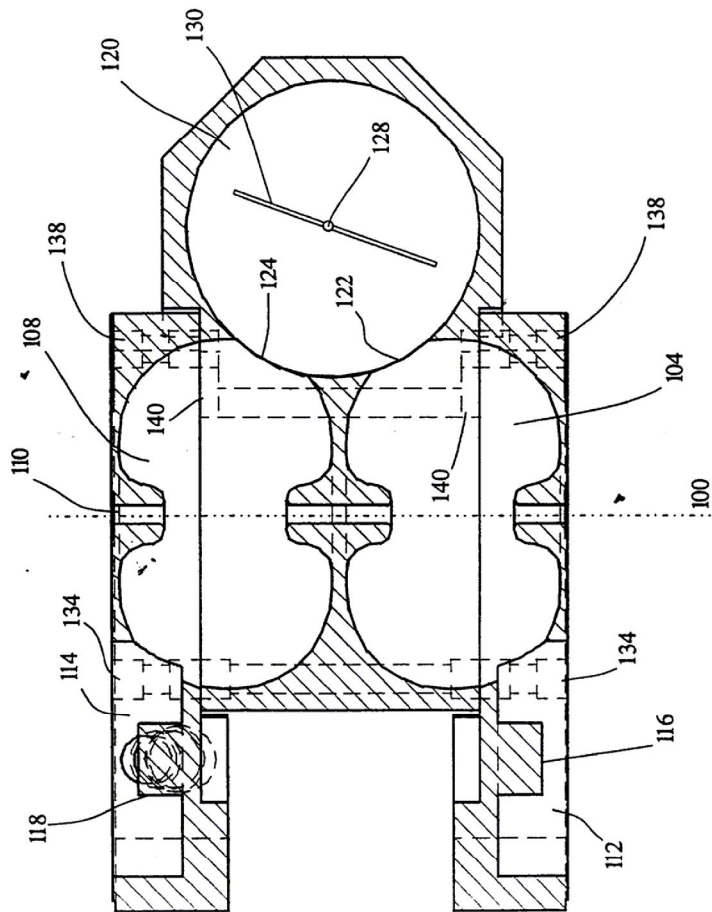
도면8



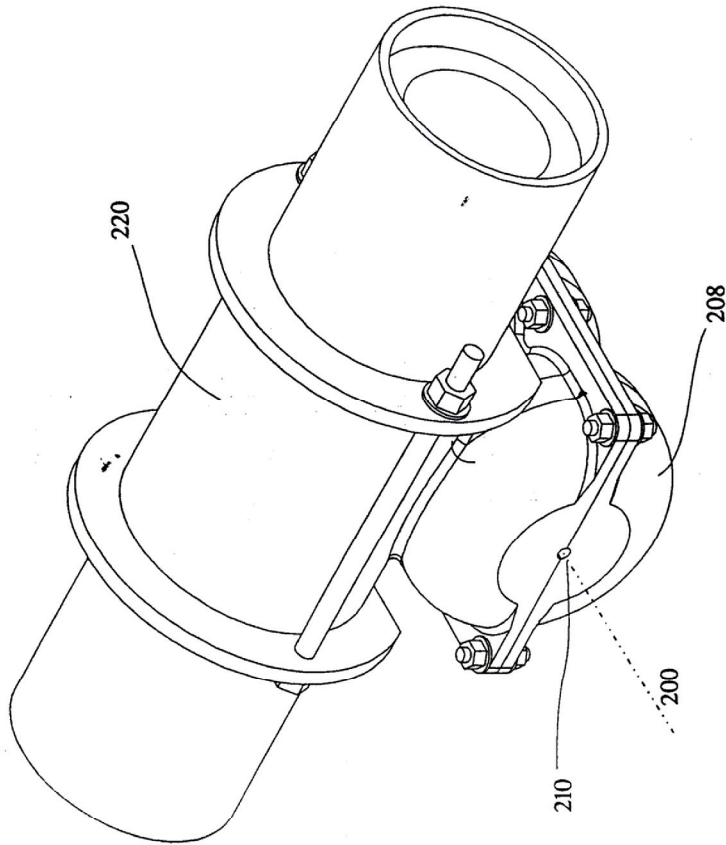
도면9



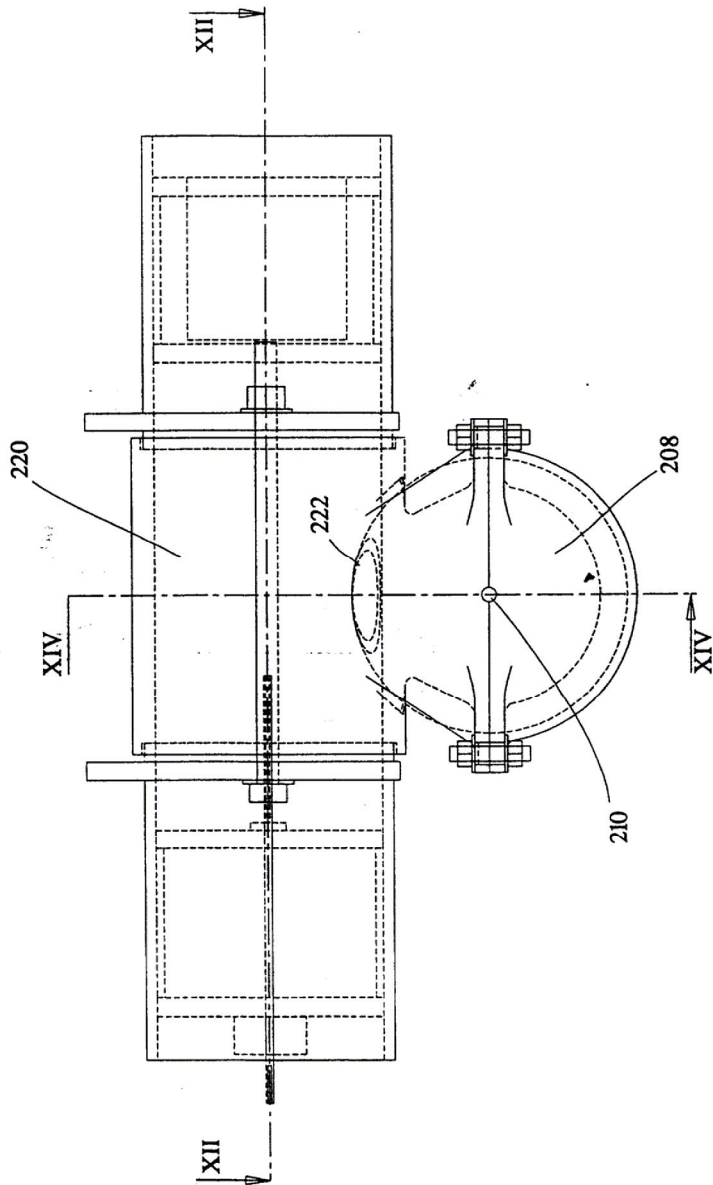
도면10



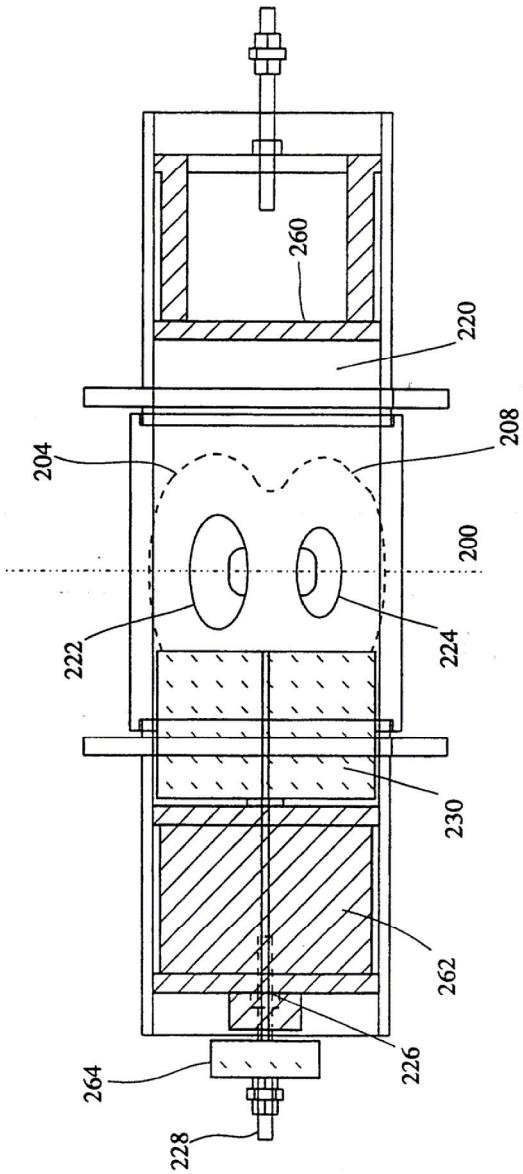
도면11



도면 12



도면13





도면 14

