



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

F01C 1/10 (2006.01)

F01C 21/00 (2006.01)

F01C 17/04 (2006.01)

F01C 17/06 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0122931

(43) 공개일자 2006년11월30일

(21) 출원번호 10-2006-7016803

(22) 출원일자 2006년08월22일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2006년08월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/001941

(87) 국제공개번호 WO 2005/073513

국제출원일자 2005년01월21일

국제공개일자 2005년08월11일

(30) 우선권주장 60/538,747 2004년01월23일 미국(US)

(71) 출원인 스타로터 코포레이션
미국 77840 텍사스주 칼리지 스테이션 사우스우드 드라이브 1805
더 텍사스 에이 & 엠 유니버시티 시스템
미국 77843-3369 텍사스주 칼리지 스테이션 티에이엠유 3369

(72) 발명자 홀츠애플 마크 티.
미국 77840 텍사스주 칼리지 스테이션 사우스우드 드라이브 1805
라브로커 조지 에이.
미국 77845 텍사스주 칼리지 스테이션 샌드스톤 8713
로스 마이클 케이.
미국 77808 텍사스주 브라이언 그린리프 레인 322

(74) 대리인 주성민
안국찬

전체 청구항 수 : 총 250 항

(54) 준등온 브레이튼 사이클 엔진용 지로터 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 지로터 장치는 제1 지로터, 제2 지로터, 및 제1 지로터의 회전을 제2 지로터의 회전과 동기화하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 포함한다. 동기화 시스템은 제1 지로터에 결합된 캠 플레이트, 및 제2 지로터에 결합된 정렬 플레이트를 포함하고, 캠 플레이트는 복수의 캠을 포함한다. 정렬 플레이트는 적어도 하나의 정렬 부재를 포함하고, 복수의 캠 및 적어도 하나의 정렬 부재는 제1 지로터의 회전을 제2 지로터의 회전과 동기화하도록 상호 작용한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

제1 지로터와,

제2 지로터와,

제1 지로터의 회전을 제2 지로터의 회전과 동기화하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 포함하고,

동기화 시스템은 제1 지로터에 결합되고 복수의 캠을 포함하는 캠 플레이트와, 제2 지로터에 결합되고 적어도 하나의 정렬 부재를 포함하는 정렬 플레이트를 포함하고,

복수의 캠과 적어도 하나의 정렬 플레이트는 제1 지로터의 회전을 제2 지로터의 회전과 동기화하도록 상호 작용하는 지로터 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

제1 지로터는 외측 지로터이고,

제2 지로터는 제1 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터인 지로터 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

제2 지로터는 외측 지로터이고,

제1 지로터는 제2 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터인 지로터 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 장치는 압축기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서, 장치는 팽창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서,

제1 지로터는 제1 축에 대해 회전 가능하고,

제2 지로터는 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축에 대해 회전 가능하고,

동기화 시스템은 제1 또는 제2 축에 대해 회전하지 않는 동기화 시스템 하우징 내에 실질적으로 수용되는 지로터 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서, 동기화 시스템을 수용하고 동기화 시스템 하우징 내의 윤활제가 동기화 시스템 하우징을 빠져나가는 것을 제한하도록 작동 가능한 동기화 시스템 하우징을 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 정렬 플레이트는 캠 플레이트의 복수의 캠과 상호 작용하도록 작동 가능한 복수의 페그를 포함하는 지로터 장치.

청구항 9.

제1항에 있어서,

캠 플레이트는 제1 개수의 캠을 포함하고,

정렬 플레이트는 캠의 제1 개수와 다른 제2 개수의 정렬 부재를 포함하는 지로터 장치.

청구항 10.

제1항에 있어서, 복수의 캠 각각은 "개뼈" 형상을 갖는 지로터 장치.

청구항 11.

제1항에 있어서, 복수의 캠 각각은 정렬 플레이트의 회전을 통해 적어도 하나의 정렬 부재가 따르는 경로의 형상과 대응하는 형상을 갖는 적어도 하나의 표면을 포함하는 지로터 장치.

청구항 12.

제1항에 있어서,

제1 지로터와 제2 지로터 사이에 위치된 하나 이상의 유체 유동 통로와,

제1 지로터가 고정식으로 결합된 샤프트와,

동기화 시스템이 하나 이상의 유체 유동 경로로부터 실질적으로 격리되도록 제2 지로터와 샤프트 사이에 실질적인 시일을 제공하는 플러그를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 13.

제12항에 있어서, 플러그는 동기화 시스템과 관련된 윤활제가 하나 이상의 유체 유동 통로로 진입하는 것을 제한하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 14.

제1항에 있어서,

제1 지로터와 제2 지로터 사이에 위치된 하나 이상의 유체 유동 통로와,

제2 지로터의 제1 단부에 결합된 댐 부분을 더 포함하고,

댐 부분은 동기화 시스템과 관련된 윤활제가 하나 이상의 유체 유동 통로로 진입하는 것을 제한하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 15.

제1항에 있어서,

제1 축을 갖는 제1 샤프트와,

제1 샤프트에 고정식으로 결합되어, 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축을 갖는 제2 샤프트를 더 포함하고,

제1 지로터는 제1 샤프트에 회전 가능하게 결합되고, 제2 지로터는 제2 샤프트에 회전 가능하게 결합되는 지로터 장치.

청구항 16.

제15항에 있어서,

제1 지로터와 제2 지로터 사이에 위치된 하나 이상의 유체 유동 통로와,

정렬 플레이트를 제1 지로터에 결합시키는 중공 샤프트와,

동기화 시스템이 하나 이상의 유체 유동 통로로부터 실질적으로 격리되도록, 제2 지로터가 제2 축에 대해 회전할 때, 제2 지로터와 중공 샤프트 사이에 실질적인 시일을 제공하는 플러그를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 17.

외측 지로터 챔버를 한정하며 제1 축에 대해 회전 가능한 외측 지로터와,

외측 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치되어, 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축에 대해 회전 가능한 내측 지로터와,

내측 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치되어, 제1 또는 제2 축에 대해 회전하지 않는 동기화 시스템 하우징과,

동기화 시스템 하우징 내에 실질적으로 배치되어, 외측 지로터의 회전을 내측 지로터의 회전과 동기화하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 포함하는 지로터 장치.

청구항 18.

제17항에 있어서, 동기화 시스템은,

외측 지로터에 결합되어, 복수의 캠을 포함하는 캠 플레이트와,

내측 지로터에 결합되어, 적어도 하나의 정렬 부재를 포함하는 정렬 플레이트를 포함하고,

복수의 캠과 적어도 하나의 정렬 부재는 외측 지로터의 회전을 내측 지로터의 회전과 동기화하도록 상호 작용하는 지로터 장치.

청구항 19.

제17항에 있어서, 동기화 시스템 하우징은 동기화 시스템 하우징 내의 윤활제가 동기화 시스템 하우징을 빠져나가는 것을 제한하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 20.

지로터 장치이며,

제1 축에 대해 회전 가능한 외측 지로터와,

외측 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치되어, 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축에 대해 회전 가능한 내측 지로터를 포함하고,

내측 지로터는 윤활제 채널 및 내측 지로터의 외측 표면 내에 형성된 윤활제 채널 개구를 포함하고,

윤활제 채널은 외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전 중에 내측 지로터의 외측 표면과 외측 지로터의 내측 표면 사이에 윤활을 제공하기 위해, 유체 윤활제를 윤활제 채널 개구를 통해 이송하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 21.

제20항에 있어서, 내측 지로터는 샤프트에 회전 가능하게 결합되는 지로터 장치.

청구항 22.

제20항에 있어서,

내측 지로터는 복수의 선단을 포함하고,

윤활제 채널 개구는 하나의 선단 내에 위치한 지로터 장치.

청구항 23.

제22항에 있어서, 내측 지로터의 선단은 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 24.

제23항에 있어서, 저마찰 재료는 중합체, 그래파이트, 및 오일-함침된 소결 청동 중 하나를 포함하는 장치.

청구항 25.

제23항에 있어서, 저마찰 재료는 베스코나이트를 포함하는 지로터 장치.

청구항 26.

제23항에 있어서, 윤활제는 물을 포함하는 지로터 장치.

청구항 27.

제23항에 있어서,

윤활제는 물을 포함하고,

저마찰 재료는 베스코나이트를 포함하는 지로터 장치.

청구항 28.

제20항에 있어서,

내측 지로터는 저마찰 재료로부터 형성된 복수의 선단을 포함하고,

윤활제 채널 개구는 하나의 선단에 위치되고,

외측 지로터는 내측 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

외측 지로터의 내측 표면을 포함한, 외측 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 29.

제22항에 있어서,

내측 지로터의 선단은 외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전 중에 외측 지로터의 내측 표면에 인접한 경로를 따르고,

외측 지로터는 제1 마찰 계수를 갖는 제1 재료로부터 형성된 외부와, 제2 마찰 계수를 갖는 제2 재료로부터 형성된 내부를 포함하고, 외측 지로터의 내부는 외측 지로터의 내측 표면의 적어도 일부를 형성하는 지로터 장치.

청구항 30.

제22항에 있어서, 내측 지로터는 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 31.

제22항에 있어서, 외측 지로터는 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 32.

제1 면과,

제1 면에 대체로 대향한 제2 면과,

외측 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 외측 지로터와,

외측 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터와,

지로터 장치의 제1 면 내에 형성되어, 유체가 외측 지로터 챔버로 진입하도록 허용하는 유체 입구 포트와,

지로터 장치의 제2 면 내에 형성되어, 유체가 외측 지로터 챔버를 빠져나가도록 허용하는 유체 출구 포트를 포함하는 지로터 장치.

청구항 33.

제32항에 있어서, 내측 지로터 내에 형성되어, 내측 지로터와 외측 지로터 사이에 윤활을 제공하기 위해 윤활제를 이송하도록 작동 가능한 윤활제 채널을 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 34.

제32항에 있어서, 유체 입구 포트 및 유체 출구 포트는 유체가 유체 입구 포트를 통해 외측 지로터 챔버로 진입하고 동일한 공통되는 방향으로 유체 출구 포트를 통해 외측 지로터 챔버를 빠져나가도록, 배향되는 지로터 장치.

청구항 35.

제32항에 있어서,

하우징은 유체 출구 플레이트를 포함하고,

유체 출구 포트는 유체 출구 플레이트 내에 형성되고,

하나 이상의 체크 밸브가 유체 출구 플레이트 내에 형성되고,

각각의 체크 밸브는 체크 밸브가 개방 상태에 있을 때, 유체가 외측 지로터 챔버를 빠져나가도록 허용하는 지로터 장치.

청구항 36.

제32항에 있어서, 외측 지로터의 제1 부분은 스포크형 허브 단면을 갖는 지로터 장치.

청구항 37.

제32항에 있어서, 입구 포트는 출구 포트보다 큰 면적을 갖는 지로터 장치.

청구항 38.

제1 부분 및 제2 부분을 포함하는 진공 챔버와,

진공 챔버의 제1 부분과 제2 부분 사이에 배치된 지로터를 포함하고,

지로터는, 진공 챔버의 제1 부분과 접속하는 제1 면과, 제1 면에 대체로 대향하여 진공 챔버의 제2 부분과 접속하는 제2 면과, 지로터 장치의 제1 면 내에 형성되어 유체가 외측 지로터 챔버로 진입하도록 허용하는 유체 입구 포트와, 지로터 장치의 제2 면 내에 형성되어 유체가 외측 지로터 챔버를 빠져나가도록 허용하는 유체 출구 포트를 포함하는 지로터 장치.

청구항 39.

제38항에 있어서,

진공 챔버의 제1 부분으로부터 제1 압력으로 유체 입구 포트를 통해 외측 지로터 챔버로 진입하는 유체와,

제1 압력보다 높은 제2 압력으로 유체 출구 포트를 통해 진공 챔버의 제2 부분으로 외측 지로터 챔버를 빠져나가는 유체를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 40.

제1 면과,

제1 면에 대체로 대향한 제2 면과,

제1 외측 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 제1 외측 지로터와,

제1 외측 지로터에 고정식으로 결합되어 제2 외측 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 제2 외측 지로터와,

제1 외측 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 제1 내측 지로터와,

제2 외측 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 제2 내측 지로터와,

제1 면에 근접한 제1 유체 입구 포트 및 제1 유체 출구 포트와,

제2 면에 근접한 제2 유체 입구 포트 및 제2 유체 출구 포트를 포함하고,

제1 유체 입구 포트는 유체가 제1 외측 지로터 챔버로 진입하도록 허용하고, 제1 유체 출구 포트는 유체가 제1 외측 지로터 챔버를 빠져나가도록 허용하고,

제2 유체 입구 포트는 유체가 제2 외측 지로터 챔버로 진입하도록 허용하고, 제2 유체 출구 포트는 유체가 제2 외측 지로터 챔버를 빠져나가도록 허용하는 지로터 장치.

청구항 41.

제40항에 있어서,

제1 유체 입구 포트 및 제1 유체 출구 포트는 제1 면 내에 형성되고,
제2 유체 입구 포트 및 제2 유체 출구 포트는 제2 면 내에 형성되는 지로터 장치.

청구항 42.

제40항에 있어서,

제1 내측 지로터 내에 형성되어, 제1 내측 지로터와 제1 외측 지로터 사이에 윤활을 제공하기 위해 윤활제를 이송하도록 작동 가능한 제1 윤활제 채널과,

제2 내측 지로터 내에 형성되어, 제2 내측 지로터와 제2 외측 지로터 사이에 윤활을 제공하기 위해 윤활제를 이송하도록 작동 가능한 제2 윤활제 채널을 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 43.

제40항에 있어서,

제1 내측 지로터 및 제1 외측 지로터는 제1 압축기를 포함하고,

제2 내측 지로터 및 제2 외측 지로터는 제2 압축기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 44.

제43항에 있어서, 고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터를 회전시키도록 작동 가능한 전기 모터를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 45.

제44항에 있어서, 전기 모터는 자석 모터, 절환식 자기저항 모터, 또는 유도 모터 중 하나를 포함하는 지로터 장치.

청구항 46.

제40항에 있어서,

제1 내측 지로터 및 제1 외측 지로터는 제1 펌창기를 포함하고,

제2 내측 지로터 및 제2 외측 지로터는 제2 펌창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 47.

제46항에 있어서, 고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터의 회전에 의해 동력을 공급받도록 작동 가능한 전기 발전기를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 48.

제47항에 있어서, 전기 발전기는 자석 발전기, 절환식 자기저항 발전기, 또는 유도 발전기 중 하나를 포함하는 지로터 장치.

청구항 49.

제40항에 있어서,

제1 내측 지로터 및 제1 외측 지로터는 팽창기를 포함하고,

제2 내측 지로터 및 제2 외측 지로터는 압축기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 50.

제49항에 있어서,

제2 내측 지로터는 제2 외측 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 외측 표면 및 외측 압축기 지로터의 내측 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 51.

제40항에 있어서,

고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터를 회전시키도록 작동 가능한 전기 모터와,

고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터의 회전이 샤프트의 회전을 일으키도록, 하나 이상의 베어링에 의해 고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터에 결합된 회전 가능한 샤프트를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 52.

제40항에 있어서,

고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터의 회전에 의해 동력을 공급받도록 작동 가능한 전기 발전기와,

고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터의 회전이 샤프트의 회전을 일으키도록, 하나 이상의 기어에 의해 고정식으로 결합된 제1 및 제2 외측 지로터에 결합된 회전 가능한 샤프트를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 53.

내측 팽창기 지로터 및 외측 팽창기 지로터를 포함하는 팽창기와,

내측 압축기 지로터 및 외측 압축기 지로터를 포함하는 압축기를 포함하고,

내측 압축기 지로터는 외측 압축기 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 외측 표면 및 외측 압축기 지로터의 내측 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 엔진 시스템.

청구항 54.

제53항에 있어서, 저마찰 재료는 중합체, 그래파이트, 및 오일-함침된 소결 청동 중 하나를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 55.

제53항에 있어서, 저마찰 재료는 베스코나이트를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 56.

제53항에 있어서, 내측 지로터 내에 형성되어, 내측 압축기 지로터와 외측 압축기 지로터 사이에 윤활을 제공하기 위해 윤활제를 이송하도록 작동 가능한 윤활제 채널을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 57.

제53항에 있어서,

내측 팽창기 지로터는 내측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되고,

외측 팽창기 지로터는 외측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되는 엔진 시스템.

청구항 58.

제53항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 복수의 선단을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 선단은 저마찰 재료로부터 형성되는 엔진 시스템.

청구항 59.

제53항에 있어서,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 갖고,

외측 압축기 지로터의 내측 표면을 포함한 외측 압축기 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 엔진 시스템.

청구항 60.

제53항에 있어서,

외측 지로터는 외측 지로터 챔버 및 외측 주연부를 포함하고, 외측 주연부는 외측 지로터 챔버에 결합된 제1 개구를 포함하고,

외측 지로터의 제1 위치에서, 유체의 체적이 외측 주연부 내의 제1 개구를 통해 외측 지로터 챔버로 진입할 수 있고,

외측 지로터의 제2 위치에서, 유체의 체적의 적어도 일부가 외측 주연부 내의 제1 개구를 통해 외측 지로터 챔버를 빠져나갈 수 있는 엔진 시스템.

청구항 61.

제53항에 있어서,

내측 압축기 지로터의 외측 표면의 적어도 일부를 포함하는 내측 압축기 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되고,

외측 압축기 지로터의 내측 표면의 적어도 일부를 포함하는 외측 압축기 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 엔진 시스템.

청구항 62.

제53항에 있어서,

내측 팽창기 지로터 및 내측 압축기 지로터는 회전 가능한 샤프트에 고정식으로 결합되고,

장치는 하우징을 더 포함하고,

외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터는 서로 고정식으로 결합되어, 하우징에 회전 가능하게 결합되는 엔진 시스템.

청구항 63.

제62항에 있어서,

내측 팽창기 지로터 및 내측 압축기 지로터의 회전은 외측 압축기 지로터 및 외측 팽창기 지로터의 회전과 동기화되고,

외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터의 회전과 관련된 내측 팽창기 지로터 및 내측 압축기 지로터의 회전은 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터로부터 샤프트로의 토크 전달을 일으키는 엔진 시스템.

청구항 64.

제53항에 있어서, 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터의 회전이 샤프트의 회전을 일으키도록, 커플링 장치에 의해 회전 가능한 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터에 결합된 회전 가능한 샤프트를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 65.

제64항에 있어서, 커플링 장치는 하나 이상의 기어를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 66.

제64항에 있어서, 커플링 장치는 벨트 및 체인 중 하나를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 67.

제64항에 있어서,

외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터는 제1 축 둘레에서 회전하고,

샤프트는 제1 축에 대해 대체로 직교하는 제2 축 둘레에서 회전하는 엔진 시스템.

청구항 68.

제53항에 있어서, (a) 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터와 (b) 내측 팽창기 지로터 및 내측 압축기 지로터 중 적어도 하나를 회전시키도록 작동 가능한 전기 모터를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 69.

제68항에 있어서, 전기 모터는 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터에 결합되어 그를 회전시키도록 작동 가능한 엔진 시스템.

청구항 70.

제69항에 있어서, 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터에 결합된 샤프트를 더 포함하고,

전기 모터는 샤프트를 회전시키도록 작동 가능한 엔진 시스템.

청구항 71.

제68항에 있어서, 전기 모터는 영구 자석 모터, 절환식 자기저항 모터, 및 유도 모터 중 하나인 엔진 시스템.

청구항 72.

제68항에 있어서, 전기 모터는 외측 압축기 지로터의 외측 주연 표면 둘레에 결합된 하나 이상의 자석 요소를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 73.

제53항에 있어서, (a) 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터와 (b) 내측 팽창기 지로터 및 내측 압축기 지로터 중 적어도 하나의 회전에 의해 동력을 공급받도록 작동 가능한 전기 발전기를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 74.

제73항에 있어서, 전기 발전기는 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터에 결합되어 그의 회전에 의해 동력을 공급받도록 작동 가능한 엔진 시스템.

청구항 75.

제73항에 있어서, 전기 발전기는 영구 자석 발전기, 절환식 자기저항 발전기, 및 유도 발전기 중 하나인 엔진 시스템.

청구항 76.

제73항에 있어서,

외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터의 회전이 샤프트의 회전을 일으키도록, 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터에 결합된 샤프트를 더 포함하고,

외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터의 회전은 전기 발전기에 동력을 공급하도록 작동 가능한 동력의 제1 부분과, 샤프트를 회전시키도록 작동 가능한 동력의 제2 부분을 발생시키는 엔진 시스템.

청구항 77.

하우징과,

내측 팽창기 지로터 및 직경을 갖는 외측 팽창기 지로터를 포함하는 팽창기와,

내측 압축기 지로터 및 직경을 갖는 외측 압축기 지로터를 포함하는 압축기와,

외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되고 하우징에 회전 가능하게 결합된 외측 지로터 지지부를 포함하고,

외측 지로터 지지부는 외측 팽창기 지로터의 직경 및 외측 압축기 지로터의 직경보다 작은 직경을 갖는 엔진 시스템.

청구항 78.

제77항에 있어서, 외측 지로터 지지부는 외측 팽창기 지로터의 직경 및 외측 압축기 지로터의 직경보다 작은 직경을 갖는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징에 회전 가능하게 결합되는 장치.

청구항 79.

제77항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 외측 압축기 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 외측 표면 및 외측 압축기 지로터의 내측 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 장치.

청구항 80.

하우징과,

외측 팽창기 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 외측 팽창기 지로터와, 외측 팽창기 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 팽창기 지로터를 포함하는 팽창기와,

외측 압축기 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 외측 압축기 지로터와, 외측 압축기 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 압축기 지로터를 포함하는 압축기를 포함하고,

시스템은 외측 압축기 지로터 챔버를 빠져나가는 압축 기체의 형태로 에너지를 생성하도록 작동 가능한 발전기를 포함하는 시스템.

청구항 81.

제80항에 있어서,

외측 팽창기 지로터 챔버는 체적을 갖고,

외측 압축기 지로터 챔버는 외측 팽창기 지로터 챔버의 체적보다 큰 체적을 갖는 시스템.

청구항 82.

제80항에 있어서, 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되고 하우징에 회전 가능하게 결합된 외측 지로터 지지부를 더 포함하고, 외측 지로터 지지부는 외측 팽창기 지로터의 직경 및 외측 압축기 지로터의 직경보다 작은 직경을 갖는 시스템.

청구항 83.

제80항에 있어서, 외측 지로터 지지부는 외측 팽창기 지로터의 직경 및 외측 압축기 지로터의 직경보다 작은 직경을 갖는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징에 회전 가능하게 결합되는 시스템.

청구항 84.

제80항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 외측 압축기 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 외측 표면 및 외측 압축기 지로터의 내측 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 시스템 장치.

청구항 85.

하우징과,

하우징 내에 적어도 부분적으로 배치되어, 외측 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 회전 가능한 외측 지로터와,

외측 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 회전 가능한 내측 지로터와,

하우징과 외측 지로터 사이에 형성된 시일을 포함하고,

시일은 외측 지로터 챔버와 외측 지로터 챔버 외부의 영역 사이에서의 유체 통과를 제한하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 86.

제85항에 있어서, 시일은,

하우징의 밀봉부 내에 형성된 하나 이상의 밀봉 트랙과,

외측 지로터에 결합되어, 하나 이상의 밀봉 트랙 내에 적어도 부분적으로 배치된 하나 이상의 밀봉 돌출부를 포함하는 지로터 장치.

청구항 87.

제86항에 있어서,

하우징의 밀봉부는 대체로 연질 재료로부터 형성되고,

하나 이상의 밀봉 돌출부는 대체로 경질 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 88.

제85항에 있어서, 시일은 미로형 시일을 포함하는 지로터 장치.

청구항 89.

제86항에 있어서,

하우징의 밀봉부는 연마 가능 재료로부터 형성되고,

하나 이상의 밀봉 트랙은 하우징의 밀봉부 내로 연마하여 들어가는 하나 이상의 밀봉 돌출부에 의해 형성되는 지로터 장치.

청구항 90.

제86항에 있어서, 하우징의 밀봉부는 스프링 하중을 받는 지로터 장치.

청구항 91.

제86항에 있어서, 하우징의 밀봉부는 하나 이상의 스프링에 의해 하나 이상의 밀봉 돌출부에 대해 편위되는 지로터 장치.

청구항 92.

하우징과,

하우징 내에 적어도 부분적으로 배치되어, 외측 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 회전 가능한 외측 지로터와,
외측 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 회전 가능한 내측 지로터를 포함하고,

내측 지로터는 외측 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

외측 지로터는 내측 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

내측 지로터의 외측 표면 및 외측 지로터의 내측 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되고,
외측 지로터 및 내측 지로터는 외측 지로터 챔버를 통해 액체를 펌핑하기 위해 협동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 93.

제92항에 있어서, 저마찰 재료는 중합체, 그래파이트, 및 오일-침지된 소결 청동 중 하나를 포함하는 지로터 장치.

청구항 94.

제92항에 있어서, 저마찰 재료는 베스코나이트를 포함하는 지로터 장치.

청구항 95.

제92항에 있어서, 외측 지로터 및 내측 지로터는 외측 지로터 챔버를 통해 비교적 낮은 윤활성을 갖는 액체를 펌핑하기 위해 협동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 96.

제95항에 있어서, 외측 지로터 및 내측 지로터는 외측 지로터 챔버를 통해 물을 펌핑하기 위해 협동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 97.

제92항에 있어서, 외측 지로터 챔버를 통해 연통되는 비교적 낮은 윤활성을 갖는 액체를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 98.

제92항에 있어서, 외측 지로터 챔버를 통해 연통되는 액체와 기체의 혼합물을 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 99.

제92항에 있어서,

외측 지로터는 하우징의 제1 부분에 회전 가능하게 결합된 제1 샤프트에 고정식으로 결합되고,

내측 지로터는 하우징의 제2 부분에 회전 가능하게 결합되는 지로터 장치.

청구항 100.

제92항에 있어서, 내측 압축기 지로터의 외측 표면의 적어도 일부를 포함한 내측 압축기 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 101.

제100항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 복수의 선단을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 선단은 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 102.

제92항에 있어서, 외측 압축기 지로터의 내측 표면을 포함한 외측 압축기 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 103.

제92항에 있어서,

액체가 외측 지로터 챔버로 진입하게 허용하도록 작동 가능한 입구 개구와, 액체가 외측 지로터 챔버를 빠져나오게 허용하도록 작동 가능한 출구 개구를 포함하는 밸브 플레이트를 더 포함하고,

입구 개구 및 출구 개구는 대체로 동일한 면적을 갖는 지로터 장치.

청구항 104.

제92항에 있어서,

유체가 외측 지로터 챔버로 진입하게 허용하도록 작동 가능한 입구 개구와, 유체가 외측 지로터 챔버를 빠져나오게 허용하도록 작동 가능한 출구 개구를 포함하는 밸브 플레이트를 더 포함하고,

출구 개구의 면적은 입구 개구의 면적보다 작은 지로터 장치.

청구항 105.

제104항에 있어서, 밸브 플레이트는 출구 개구에 근접한 하나 이상의 체크 밸브를 더 포함하고, 하나 이상의 체크 밸브의 상태는 외측 지로터 챔버를 통해 연통되는 유체의 유형에 의해 제어되는 지로터 장치.

청구항 106.

제104항에 있어서,

하나 이상의 체크 밸브 모두는 외측 지로터 챔버를 통한 액체의 연통 중에 개방되고,

하나 이상의 체크 밸브의 일부는 외측 지로터 챔버를 통한 기체의 연통 중에 개방되고,

하나 이상의 체크 밸브의 일부는 외측 지로터 챔버를 통한 기체 및 액체의 연통 중에 개방되는 지로터 장치.

청구항 107.

제92항에 있어서, 장치는 외측 지로터 챔버를 통해 액체와, 기체 및 기액 혼합물 중 적어도 하나를 분리하여 펌핑하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 108.

제92항에 있어서, 장치는 물 펌프, 기체 펌프, 및 기액 혼합물 펌프로서 사용되도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 109.

제92항에 있어서, 외측 지로터의 회전을 일으키도록 작동 가능한 전기 모터를 더 포함하고,

장치는 펌프를 포함하는 지로터 장치.

청구항 110.

제92항에 있어서, 외측 지로터의 회전에 의해 동력을 공급받도록 작동 가능한 전기 발전기를 더 포함하고,

장치는 팽창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 111.

제92항에 있어서,

하우징 내에 적어도 부분적으로 배치되어, 추가의 외측 지로터 챔버를 적어도 부분적으로 한정하는 추가의 회전 가능한 외측 지로터와,

추가의 외측 지로터 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 추가의 회전 가능한 내측 지로터를 더 포함하고,

추가 외측 지로터 및 추가 내측 지로터는 추가 외측 지로터 챔버를 통해 액체를 연통시키기 위해 협동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 112.

제111항에 있어서, 외측 지로터의 회전을 일으키도록 작동 가능한 전기 모터를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 113.

제111항에 있어서, 외측 지로터의 회전에 의해 동력을 공급받도록 작동 가능한 전기 발전기를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 114.

제111항에 있어서,

제1 샤프트 및 제2 샤프트를 더 포함하고,

외측 지로터는 제1 축을 갖는 제1 샤프트에 회전 가능하게 결합되고,

내측 지로터는 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축을 갖는 제2 샤프트에 회전 가능하게 결합되는 지로터 장치.

청구항 115.

제111항에 있어서,

하우징에 결합된 제1 샤프트, 및 하우징에 결합된 제2 샤프트를 더 포함하고,

내측 지로터는 제1 샤프트에 회전 가능하게 결합되고,

추가 내측 지로터는 제2 샤프트에 회전 가능하게 결합되고,

외측 지로터 및 추가 외측 지로터는 외측 지로터의 외측 표면 및 추가 외측 지로터의 외측 표면이 하우징의 내측 표면에 인접하여 유지되도록 하우징 내에서 회전하는 지로터 장치.

청구항 116.

제111항에 있어서,

하우징에 결합된 제1 샤프트와, 하우징에 결합된 제2 샤프트와, 하우징 내에 장착된 하나 이상의 베어링을 더 포함하고,

내측 지로터는 제1 샤프트에 회전 가능하게 결합되고,

추가 내측 샤프트는 제2 샤프트에 회전 가능하게 결합되고,

외측 지로터 및 추가 외측 지로터는 하나 이상의 베어링 상에서 회전하는 지로터 장치.

청구항 117.

제111항에 있어서, 외측 지로터 및 추가의 외측 지로터의 회전이 샤프트의 회전을 일으키도록, 하나 이상의 기어에 의해 외측 지로터 및 추가의 외측 지로터에 결합된 회전 가능한 샤프트를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 118.

제111항에 있어서, 외측 지로터 및 추가의 외측 지로터의 회전이 가요성 커플링을 거쳐 샤프트의 회전을 일으키도록, 가요성 커플링에 의해 외측 지로터 및 추가의 외측 지로터에 결합된 샤프트를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 119.

제118항에 있어서, 가요성 커플링은 벨트 및 체인 중 하나를 포함하는 시스템.

청구항 120.

하우징과,

외측 팽창기 지로터 챔버를 한정하며, 하우징 내에 적어도 부분적으로 배치된 외측 팽창기 지로터와, 외측 팽창기 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 팽창기 지로터를 포함하는 팽창기와,

외측 압축기 지로터 챔버를 한정하며 하우징 내에 적어도 부분적으로 배치되고, 외측 팽창기 지로터에 고정식으로 결합된 외측 압축기 지로터와, 외측 압축기 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치되어, 내측 팽창기 지로터에 고정식으로 결합된 내측 압축기 지로터를 포함하는 압축기를 포함하고,

외측 압축기 지로터 및 외측 팽창기 지로터는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징에 회전 가능하게 결합되고,

내측 압축기 지로터 및 내측 팽창기 지로터는 내측 압축기 지로터에 근접하게 위치된 하나 이상의 베어링에 의해 하우징에 회전 가능하게 결합되는 엔진 시스템.

청구항 121.

제120항에 있어서, 외측 압축기 지로터 및 외측 팽창기 지로터의 회전이 커플링 장치를 거쳐 샤프트의 회전을 일으키도록, 커플링 장치에 의해 외측 압축기 지로터 및 외측 팽창기 지로터에 결합된 샤프트를 더 포함하는 장치.

청구항 122.

제121항에 있어서, 커플링 장치는 하나 이상의 기어를 포함하는 장치.

청구항 123.

제120항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 외측 표면의 적어도 일부를 포함한 내측 압축기 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 장치.

청구항 124.

제123항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 복수의 선단을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 선단은 저마찰 재료로부터 형성되는 장치.

청구항 125.

제120항에 있어서,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

외측 압축기 지로터의 내측 표면을 포함한 외측 압축기 지로터의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 장치.

청구항 126.

제120항에 있어서,

유체가 외측 팽창기 지로터 챔버로 진입하게 허용하도록 작동 가능한 입구 개구, 및 유체가 외측 팽창기 지로터 챔버를 빠져나가게 허용하도록 작동 가능한 출구 개구를 포함하는 팽창기 밸브 플레이트를 더 포함하고,

출구 개구의 면적은 입구 개구의 면적보다 큰 장치.

청구항 127.

제120항에 있어서,

유체가 외측 압축기 지로터 챔버로 진입하게 허용하도록 작동 가능한 입구 개구, 및 유체가 외측 압축기 지로터 챔버를 빠져나가게 허용하도록 작동 가능한 출구 개구를 포함하는 압축기 밸브 플레이트를 더 포함하고,

출구 개구의 면적은 입구 개구의 면적보다 작은 장치.

청구항 128.

회전 가능한 외측 지로터와,

외측 지로터와 관련된 정렬 가이드와,

외측 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치된 회전 가능한 내측 지로터와,

내측 지로터와 관련된 하나 이상의 소켓과,

하나 이상의 소켓 내에 장착되어, 외측 지로터의 회전을 내측 지로터의 회전과 동기화하도록 정렬 가이드를 따라 이동하는 하나 이상의 정렬 부재를 포함하는 지로터 장치.

청구항 129.

제128항에 있어서, 각각의 정렬 부재는 대체로 소켓들 중 하나와 정렬 트랙 사이에 배치되는 지로터 장치.

청구항 130.

제129항에 있어서, 하나 이상의 정렬 부재는 하나 이상의 소켓 내에 소켓-장착된 하나 이상의 구형 볼을 포함하는 지로터 장치.

청구항 131.

제128항에 있어서,

정렬 가이드는 외측 지로터 내에 형성되고,

하나 이상의 소켓은 내측 지로터에 고정식으로 결합된 내측 지로터 정렬 구성요소 내에 형성되는 지로터 장치.

청구항 132.

제128항에 있어서,

정렬 가이드는 외측 지로터 내에 형성되고,

하나 이상의 소켓은 내측 지로터 내에 형성되는 지로터 장치.

청구항 133.

회전 가능한 외측 지로터와,

외측 지로터와 관련된 하나 이상의 소켓과,

외측 지로터 내에 적어도 부분적으로 배치된 회전 가능한 내측 지로터와,

내측 지로터와 관련된 정렬 가이드와,

하나 이상의 소켓 내에 장착되어, 외측 지로터의 회전을 내측 지로터의 회전과 동기화하도록 정렬 가이드를 따라 이동하는 하나 이상의 정렬 부재를 포함하는 지로터 장치.

청구항 134.

제133항에 있어서, 각각의 정렬 부재는 대체로 소켓들 중 하나와 정렬 트랙 사이에 배치되는 지로터 장치.

청구항 135.

제133항에 있어서, 하나 이상의 정렬 부재는 하나 이상의 소켓 내에 소켓-장착된 하나 이상의 구형 볼을 포함하는 지로터 장치.

청구항 136.

제133항에 있어서,

하나 이상의 소켓은 외측 지로터 내에 형성되고,

정렬 가이드는 내측 지로터에 고정식으로 결합된 내측 지로터 정렬 구성요소 내에 형성되는 지로터 장치.

청구항 137.

제133항에 있어서,

하나 이상의 소켓은 외측 지로터 내에 형성되고,

하나 이상의 소켓은 내측 지로터 내에 형성되는 지로터 장치.

청구항 138.

하우징의 측벽 내에 형성된 복수의 개구를 갖는 하우징과,

하우징 내에 배치되어 하우징에 대해 회전 가능한, 입구 포트 및 내측 챔버를 갖는 외측 지로터와,

내측 챔버 내에 배치되어 하우징의 제1 단부에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터와,

하우징의 제1 단부에 고정식으로 결합된 출구 파이프를 포함하고,

내측 지로터는 출구 파이프와 유체 연통하는 통로를 각각 갖는 복수의 선단을 갖는 지로터 장치.

청구항 139.

제138항에 있어서, 장치는 압축기 또는 팽창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 140.

제138항에 있어서, 출구 파이프는 내측 및 외측 지로터의 회전 중에 하나 이상의 각각의 선단의 통로를 차단하도록 작동 가능한 돌출부를 포함하는 지로터 장치.

청구항 141.

제140항에 있어서, 돌출부는 대체로 반원형인 지로터 장치.

청구항 142.

제140항에 있어서, 돌출부는 불완전 고리 형상인 지로터 장치.

청구항 143.

제138항에 있었, 내측 지로터는 2개의 선단을 포함하는 지로터 장치.

청구항 144.

제138항에 있어서, 내측 지로터는 4개의 선단을 포함하고, 외측 지로터는 3개의 선단을 포함하는 지로터 장치.

청구항 145.

제138항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포트로코이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 146.

제138항에 있어서, 외측 지로터는 내측 지로터보다 2배 빠르게 회전하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 147.

제138항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포사이클로이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 148.

제138항에 있어서, 각각의 통로와 관련된 복수의 체크 밸브를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 149.

제138항에 있어서, 외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전을 제어하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 150.

제149항에 있어서, 동기화 시스템은 기어 세트인 지로터 장치.

청구항 151.

제149항에 있어서, 동기화 시스템은 정렬 가이드와 정렬된 정렬 부재를 포함하는 지로터 장치.

청구항 152.

제150항에 있어서, 정렬 부재는 페그를 포함하고, 정렬 가이드는 트랙을 포함하고, 페그는 트랙을 따라 이동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 153.

제151항에 있어서, 트랙은 심장 형상인 지로터 장치.

청구항 154.

제150항에 있어서, 정렬 부재는 3개의 페그를 포함하고, 정렬 가이드는 트랙을 포함하고, 페그는 트랙을 따라 이동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 155.

제150항에 있어서, 트랙은 하이포사이클로이드의 형상이고, 내측 지로터의 외측 표면은 트랙에 오프셋을 추가한 형상에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 156.

제150항에 있어서, 정렬 부재는 내측 지로터에 대해 회전하지 않는 지로터 장치.

청구항 157.

하우징의 측벽 내에 형성된 복수의 개구를 갖는 하우징과,

하우징 내에 배치되어 하우징에 대해 회전 가능한, 입구 포트 및 내측 챔버를 갖는 외측 지로터와,

내측 챔버 내에 배치되어 하우징의 제1 단부에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터와,

하우징의 제1 단부에 고정식으로 결합된 출구 파이프를 포함하고,

내측 지로터는 출구 파이프와 유체 연통하는 통로를 각각 갖는 한 쌍의 선단을 갖고,

출구 파이프는 내측 및 외측 지로터의 소정의 위치에서 각각의 선단의 통로를 차단하도록 작동 가능한 돌출부를 포함하는 지로터 장치.

청구항 158.

제157항에 있어서, 장치는 압축기 또는 팽창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 159.

제157항에 있어서, 돌출부는 대체로 반원형인 지로터 장치.

청구항 160.

제157항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포트로코이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 161.

제157항에 있어서, 외측 지로터는 내측 지로터보다 2배 빠르게 회전하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 162.

제157항에 있어서, 외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전을 제어하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 163.

하우징의 측벽 내에 형성된 복수의 개구를 갖는 하우징과,

하우징 내에 배치되어 하우징에 대해 회전 가능한, 입구 포트 및 내측 챔버를 갖는 외측 지로터와,

내측 챔버 내에 배치되어 하우징의 제1 단부에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터와,

하우징의 제1 단부에 고정식으로 결합된 출구 파이프를 포함하고,

내측 지로터는 출구 파이프와 유체 연통하는 통로를 각각 갖는 복수의 선단을 갖고,

지로터 장치는 각각의 통로와 관련된 복수의 체크 밸브를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 164.

제163항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포트로코이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 165.

제163항에 있어서, 외측 지로터는 내측 지로터보다 2배 빠르게 회전하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 166.

제163항에 있어서, 내측 지로터는 2개의 선단을 포함하는 지로터 장치.

청구항 167.

제163항에 있어서, 장치의 작동 중에 내측 및 외측 지로터의 마모를 최소화하도록 작동 가능한 윤활제를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 168.

제163항에 있어서, 내측 및 외측 지로터는 베스코나이트로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 169.

하우징의 측벽 내에 형성된 복수의 개구를 갖는 하우징과,

하우징 내에 배치되어 하우징에 대해 회전 가능한, 입구 포트 및 내측 챔버를 갖는 외측 지로터와,

내측 챔버 내에 배치되어 하우징의 제1 단부에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터와,

하우징의 제1 단부에 고정식으로 결합된 출구 파이프를 포함하고,

내측 지로터는 출구 파이프와 유체 연통하는 통로를 각각 갖는 복수의 선단을 갖고,

각각의 통로와 관련된 복수의 체크 밸브와,

외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전을 제어하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 더 포함하고,

동기화 시스템은 정렬 가이드와 정렬된 정렬 부재를 포함하는 지로터 장치.

청구항 170.

제169항에 있어서, 정렬 부재는 페그를 포함하고, 정렬 가이드는 선형 트랙을 포함하고, 페그는 트랙을 따라 이동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 171.

제169항에 있어서, 정렬 부재는 롤러 베어링을 포함하고, 정렬 가이드는 선형 트랙을 포함하고, 롤러 베어링은 트랙을 따라 구르도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 172.

제169항에 있어서, 정렬 부재 및 정렬 가이드는 베스코나이트로부터 형성되는 지로터 장치.

청구항 173.

제169항에 있어서, 정렬 부재 및 정렬 가이드는 금속으로부터 형성되고, 장치는 장치의 작동 중에 정렬 부재 및 정렬 가이드의 마모를 최소화하도록 작동 가능한 윤활제를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 174.

제169항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포트로코이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 175.

제169항에 있어서, 외측 지로터는 내측 지로터보다 2배 빠르게 회전하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 176.

제169항에 있어서, 장치의 작동 중에 내측 및 외측 지로터의 마모를 최소화하도록 작동 가능한 윤활제를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 177.

내부에 형성된 흡기 포트, 및 하우징의 제1 단부벽 내에 형성된 배기 포트를 갖는 하우징과,

하우징 내에 회전 가능하게 결합되어, 입구 포트, 내측 챔버, 및 외측 지로터의 전면판 내에 형성된 출구 포트를 갖는 외측 지로터와,

내측 챔버 내에 배치되어, 하우징의 제1 단부에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터를 포함하고,

외측 지로터의 출구 포트는 외측 지로터의 회전 중에 단속적으로 하우징의 배기 포트와 정렬되는 지로터 장치.

청구항 178.

제177항에 있어서, 장치는 압축기 또는 팽창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 179.

제177항에 있어서, 내측 지로터는 2개의 선단을 포함하는 지로터 장치.

청구항 180.

제177항에 있어서, 흡기 포트는 하우징의 측벽 내에 형성되는 지로터 장치.

청구항 181.

제177항에 있어서, 흡기 포트는 하우징의 제2 단부벽 내에 형성되는 지로터 장치.

청구항 182.

제177항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포트로코이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 183.

제177항에 있어서, 출구 포트에 근접한 외측 지로터의 벽 내에 형성된 노치를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 184.

제177항에 있어서, 배기 포트의 길이는 작동 중에 지로터 장치의 압축비를 제어하는 지로터 장치.

청구항 185.

제177항에 있어서, 외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전을 제어하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 186.

제185항에 있어서, 동기화 시스템은 기어 세트인 지로터 장치.

청구항 187.

제185항에 있어서, 동기화 시스템은 정렬 가이드와 정렬된 정렬 부재를 포함하는 지로터 장치.

청구항 188.

제187항에 있어서, 정렬 부재는 페그를 포함하고, 정렬 가이드는 트랙을 포함하고, 페그는 트랙을 따라 이동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 189.

외측 지로터의 측벽 내에 형성된 적어도 하나의 입구 포트 및 적어도 하나의 출구 포트와, 내측 챔버를 갖는 고정식 외측 지로터와,

외측 지로터에 회전 가능하게 결합된 제1 샤프트와,

제1 샤프트에 결합된 디스크와,

디스크에 결합된, 제1 샤프트의 회전 축으로부터 오프셋된 제2 샤프트와,

내측 챔버 내에 배치되어, 내측 지로터가 장치의 작동 중에 내측 챔버 내에서 회전하고 궤도 운동하도록, 제2 샤프트에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터를 포함하는 지로터 장치.

청구항 190.

제189항에 있어서, 장치는 압축기 또는 팽창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 191.

제189항에 있어서, 외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전을 제어하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 더 포함하고, 동기화 시스템은 정렬 가이드와 정렬된 정렬 부재를 포함하는 지로터 장치.

청구항 192.

제189항에 있어서, 정렬 부재는 외측 지로터에 결합된 페그를 포함하고, 정렬 가이드는 내측 지로터 내에 형성된 선형 트랙을 포함하고, 페그는 트랙을 따라 이동하도록 작동 가능한 지로터 장치.

청구항 193.

제189항에 있어서, 외측 지로터의 각각의 출구 포트와 관련된 체크 밸브를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 194.

제189항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포트로코이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 195.

제189항에 있어서, 내측 지로터의 외부 표면은 하이포사이클로이드에 의해 한정되는 지로터 장치.

청구항 196.

제189항에 있어서, 출구 포트와 유체 연통하는 외측 지로터의 단부벽 내에 형성된 배기 포트를 더 포함하는 지로터 장치.

청구항 197.

내측 압축기 지로터와, 외측 압축기 지로터를 포함하는 압축기 섹션과,

하우징 내에 배치되어 외측 압축기 지로터에 고정식으로 결합된, 세라믹으로부터 형성된 외측 팽창기 지로터와, 내측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되어 외측 팽창기 지로터 내에 배치된, 세라믹으로부터 형성된 내측 팽창기 지로터를 포함하는 팽창기 섹션과,

내측 팽창기 지로터에 결합되어, 주 통로를 갖는 회전 가능한 중공 샤프트와,

중공 샤프트에 결합되어, 엔진 시스템의 작동 중의 원심력에 의해 주 및 부 통로를 통해 흡입된 공기가 공기를 외측 팽창기 지로터를 향해 유도하도록 중공 샤프트의 주 통로와 유체 연통하는 복수의 부 통로를 갖는 디스크를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 198.

제197항에 있어서, 외측 팽창기 지로터는 그를 통해 종방향으로 연장되는 복수의 냉각 통로를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 199.

제197항에 있어서, 외측 팽창기 지로터의 상부는 단편화되는 엔진 시스템.

청구항 200.

제197항에 있어서, 내측 팽창기 지로터는 그를 통해 중방향으로 연장되는 복수의 냉각 통로를 포함하고, 시스템은 압축기 섹션으로부터의 유출 공기를 내측 팽창기 지로터의 냉각 통로로 유도하도록 구성된 도관을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 201.

제197항에 있어서, 내측 팽창기 지로터는 회전 가능한 중공 샤프트에 단속적으로 결합되는 엔진 시스템.

청구항 202.

제197항에 있어서, 팽창기 섹션은 천공된 하우징을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 203.

제197항에 있어서, 팽창기 섹션은 외측 팽창기 지로터와 외측 압축기 지로터 사이에 고정식으로 결합된 방열 장치를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 204.

제203항에 있어서, 방열 장치에 결합된 복수의 핀을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 205.

제203항에 있어서, 방열 장치는 열 파이프인 엔진 시스템.

청구항 206.

제197항에 있어서, 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터가 샤프트의 회전을 일으키도록, 커플링 장치에 의해 회전 가능한 외측 압축기 지로터 및 외측 팽창기 지로터에 결합된 회전 가능한 샤프트를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 207.

제206항에 있어서, 커플링 장치는 하나 이상의 기어를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 208.

제197항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 외측 압축기 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 외측 표면 및 외측 압축기 지로터의 내측 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 엔진 시스템.

청구항 209.

제208항에 있어서, 저마찰 재료는 중합체, 그래파이트, 오일-침지된 소결 청동, 및 베스코나이트 중 하나를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 210.

내측 압축기 지로터와, 외측 압축기 지로터를 포함하는 압축기 섹션과,

천공된 하우징과, 하우징 내에 배치되어 외측 압축기 지로터에 고정식으로 결합된 방열 장치와, 단편화되어 방열 장치에 고정식으로 결합된 상부를 갖는, 세라믹으로부터 형성된 외측 팽창기 지로터와, 내측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되어 외측 팽창기 지로터 내에 배치된, 세라믹으로부터 형성된 내측 팽창기 지로터를 포함하는 팽창기 섹션을 포함하는 엔진 시스템.

청구항 211.

제210항에 있어서, 방열 장치에 결합된 복수의 핀을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 212.

제210항에 있어서, 방열 장치는 열 파이프인 엔진 시스템.

청구항 213.

제210항에 있어서, 방열 장치에 결합되어, 내부에 상변화 재료를 포함하는 중공 원통부를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 214.

제210항에 있어서,

내측 팽창기 지로터에 결합되어, 주 통로를 갖는 회전 가능한 중공 샤프트와,

중공 샤프트에 결합되어, 엔진 시스템의 작동 중의 원심력에 의해 주 및 부 통로를 통해 흡입된 공기가 공기를 외측 팽창기 지로터를 향해 유도하도록 중공 샤프트의 주 통로와 유체 연통하는 복수의 부 통로를 갖는 디스크를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 215.

제210항에 있어서, 외측 팽창기 지로터는 그를 통해 종방향으로 연장되는 복수의 냉각 통로를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 216.

제210항에 있어서, 내측 팽창기 지로터는 그를 통해 종방향으로 연장되는 복수의 냉각 통로를 포함하고, 시스템은 압축기 섹션으로부터의 유출 공기를 내측 팽창기 지로터의 냉각 통로로 유도하도록 구성된 도관을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 217.

제210항에 있어서, 내측 팽창기 지로터는 회전 가능한 중공 샤프트에 단속적으로 결합되는 엔진 시스템.

청구항 218.

제210항에 있어서, 외측 팽창기 지로터 및 외측 압축기 지로터가 샤프트의 회전을 일으키도록, 커플링 장치에 의해 회전 가능한 외측 압축기 지로터 및 외측 팽창기 지로터에 결합된 회전 가능한 샤프트를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 219.

제218항에 있어서, 커플링 장치는 하나 이상의 기어를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 220.

제210항에 있어서,

내측 압축기 지로터는 외측 압축기 지로터에 인접한 외측 표면을 포함하고,

외측 압축기 지로터는 내측 압축기 지로터에 인접한 내측 표면을 포함하고,

내측 압축기 지로터의 외측 표면 및 외측 압축기 지로터의 내측 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부는 저마찰 재료로부터 형성되는 엔진 시스템.

청구항 221.

제220항에 있어서, 저마찰 재료는 중합체, 그래파이트, 오일-침지된 소결 청동, 및 베스코나이트 중 하나를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 222.

내측 압축기 지로터와, 외측 압축기 지로터를 포함하는 압축기 섹션과,

천공된 하우징과, 하우징 내에 배치되어 외측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되고, 일 단부에 배치된 방사상 돌출부를 각각 갖는 복수의 종방향 핑거를 갖는 스프링 컵과, 스프링 컵의 외부에 결합된 방열 장치와, 스프링 컵의 방사상 돌출부와

맞물리도록 구성된 원주방향 홈을 갖는 하부를 갖는, 세라믹으로부터 형성된 외측 팽창기 지로터와, 내측 압축기 지로터에 고정식으로 결합되어 외측 팽창기 지로터 내에 배치된, 세라믹으로부터 형성된 내측 팽창기 지로터를 포함하는 팽창기 섹션을 포함하는 엔진 시스템.

청구항 223.

제222항에 있어서, 방열 장치에 결합된 복수의 핀을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 224.

제222항에 있어서, 방열 장치는 열 파이프인 엔진 시스템.

청구항 225.

제222항에 있어서, 방열 장치에 결합되어, 내부에 상변화 재료를 포함하는 중공 원통부를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 226.

제222항에 있어서, 외측 팽창기 지로터는 그를 통해 연장되는 복수의 냉각 통로를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 227.

제222항에 있어서, 내측 팽창기 지로터는 그를 통해 종방향으로 연장되는 복수의 냉각 통로를 포함하고, 시스템은 압축기 섹션으로부터의 유출 공기를 내측 팽창기 지로터의 냉각 통로로 유도하도록 구성된 도관을 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 228.

제222항에 있어서, 내측 압축기 지로터는 내부에 형성된 복수의 종방향 노치를 포함하는 엔진 시스템.

청구항 229.

제228항에 있어서, 종방향 노치는 켄터형인 엔진 시스템.

청구항 230.

제228항에 있어서, 압축기 섹션은 흡기 포트와 배기 포트 사이에 배치된 팽창 섹션을 포함하는 밸브 플레이트를 더 포함하는 엔진 시스템.

청구항 231.

선단 흡배기 지로터이며,

지로터의 벽 둘레에 원주방향으로 이격된 복수의 개구와,

벽에 대한 지지를 제공하기 위한 수단을 포함하는 선단 흡배기 지로터.

청구항 232.

제231항에 있어서, 벽에 대한 지지를 제공하기 위한 수단은 벽에 결합된 하나 이상의 원주방향 지지 링을 포함하는 선단 흡배기 지로터.

청구항 233.

제232항에 있어서, 노치가 형성된 시일을 더 포함하는 선단 흡배기 지로터.

청구항 234.

제231항에 있어서, 벽에 대한 지지를 제공하기 위한 수단은 벽의 각각의 부분들 사이에 결합된 결속부를 포함하는 선단 흡배기 지로터.

청구항 235.

전면 흡배기 지로터 장치이며,

상부 밸브 플레이트 및 하부 밸브 플레이트를 갖는 하우징과,

하우징 내에 배치되어 하우징에 대해 회전 가능하고, 상부 및 하부 단부 내에 형성된 복수의 슬롯을 갖는 외측 지로터와,

외측 지로터 내에 배치되어, 하우징의 제1 단부에 결합된 강성 샤프트에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터를 포함하는 전면 흡배기 지로터 장치.

청구항 236.

제235항에 있어서, 장치는 압축기 또는 팽창기를 포함하는 전면 흡배기 지로터 장치.

청구항 237.

제235항에 있어서,

내측 지로터는 외측 지로터에 인접한 외측 상부 표면을 포함하고,

외측 지로터는 내측 지로터에 인접한 내측 상부 표면을 포함하고,

내측 지로터의 외측 상부 표면은 저마찰 재료로부터 형성되는 전면 흡배기 지로터 장치.

청구항 238.

제237항에 있어서, 저마찰 재료는 중합체, 그래파이트, 오일-침지된 소결 청동, 및 베스코나이트 중 하나를 포함하는 전면 흡배기 지로터 장치.

청구항 239.

제237항에 있어서, 내측 지로터의 외측 하부 표면과 외측 지로터의 내측 하부 표면 사이의 겹을 더 포함하는 전면 흡배기 지로터 장치.

청구항 240.

복수의 외측 지로터 선단을 갖는 외측 지로터와,

외측 지로터 내에 배치되어, 복수의 내측 지로터 선단을 갖는 내측 지로터를 포함하고,

각각의 외측 지로터 선단의 일부는 내측 지로터의 열 팽창을 허용하도록 제거되는 지로터 장치.

청구항 241.

제240항에 있어서, 외측 지로터 선단의 개수 및 내측 지로터 선단의 개수가 2배인 지로터 장치.

청구항 242.

제240항에 있어서, 외측 지로터 선단의 개수 및 내측 지로터 선단의 개수는 1보다 큰 일정한 양의 정수에 의해 곱해지는 지로터 장치.

청구항 243.

제240항에 있어서, 내측 지로터 선단은 원통부를 포함하는 지로터 장치.

청구항 244.

제240항에 있어서, 내측 지로터 선단은 반원통부를 포함하는 지로터 장치.

청구항 245.

제240항에 있어서, 외측 지로터 선단은 원통부를 포함하는 지로터 장치.

청구항 246.

하부 벨브 플레이트를 갖는 하우징과,

하우징 내에 배치되어 하우징에 대해 회전 가능하고, 하부 단부 내에 형성된 복수의 슬롯을 갖는 외측 지로터와,

외측 지로터 내에 배치되어, 하우징의 제1 단부에 결합된 강성 샤프트에 회전 가능하게 결합된 내측 지로터와,
외측 지로터에 대한 내측 지로터의 회전을 제어하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 포함하는 지로터 장치.

청구항 247.

제246항에 있어서, 장치는 압축기 또는 팽창기를 포함하는 지로터 장치.

청구항 248.

제246항에 있어서, 외측 지로터 선단은 원통부를 포함하는 지로터 장치.

청구항 249.

브레이튼 사이클 엔진 내에서 동력 증강을 얻기 위한 방법이며,
압축기, 열 교환기, 연소기, 및 팽창기를 직렬로 제공하는 단계와,
액체 물을 연소기로 송출하는 단계와,
액체 물을 증기화시키기 위해 여분의 연료를 연소기로 송출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 250.

제249항에 있어서, 압축기 및 팽창기를 강성 샤프트에 의해 연결시키는 단계를 더 포함하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 압축기 또는 팽창기로서 기능하는 지로터(gerotor)에 관한 것이다. 지로터 장치는 일반적으로 브레이튼 사이클 엔진, 더욱 구체적으로 준등온 브레이튼 사이클 엔진에 적용될 수 있다.

배경기술

승용차 또는 트럭과 같은 자동차 용도에 대해, 다음과 같은 특징을 갖는 열 엔진을 사용하는 것이 일반적으로 바람직하다. 열 교환에 대한 필요성을 감소시키는 내연, 개선된 효율을 위한 완전한 팽창, 등은 압축 및 팽창, 높은 출력 밀도, 고효율을 위한 고온 팽창, 부분 부하 조건에 대해 엔진을 효율적으로 "스로틀링"하는 능력, 높은 감속비(즉, 넓은 범위의 속도 및 토크에서 작동하는 능력), 낮은 오염, 자동차 업계가 친숙한 표준 구성요소의 사용, 다중 연료 성능, 및 재생성 제동.

현재 고유한 특징 및 사이클을 각각 갖는 여러 유형의 열 엔진이 있다. 이러한 열 엔진은 오토 사이클 엔진, 디젤 사이클 엔진, 랭킨 사이클 엔진, 스텔링 사이클 엔진, 에릭슨 사이클 엔진, 카르노 사이클 엔진, 및 브레이튼 사이클 엔진을 포함한다. 각각의 엔진에 대한 간략한 설명이 아래에서 제공된다.

오토 사이클 엔진은 상당히 낮은 효율을 갖는 저렴한 내연 저압축 엔진이다. 이러한 엔진은 승용차를 운전하는데 널리 사용된다.

디젤 사이클 엔진은 트럭 및 열차를 운전하는데 널리 사용되는 고효율의 적당한 가격의 내연 고압축 엔진이다.

랭킨 사이클 엔진은 발전소에서 일반적으로 사용되는 외연 엔진이다. 물이 가장 일반적인 작업 유체이다.

에릭슨 사이클 엔진은 정압 열 전달에 의한 등온 압축 및 팽창을 사용한다. 이는 외연 또는 내연 사이클로서 실시될 수 있다. 실제로, 완벽한 에릭슨 사이클은 등온 팽창 및 압축이 대형 산업용 장비에서 쉽게 얻어지지 않기 때문에, 달성하기 어렵다.

카르노 사이클 엔진은 등온 압축 및 팽창과 단열 압축 및 팽창을 사용한다. 카르노 사이클은 외연 또는 내연 사이클로서 실시될 수 있다. 이는 낮은 출력 밀도, 기계적 복잡성, 및 달성하기 어려운 정온 압축기 및 팽창기를 특징으로 한다.

스털링 사이클 엔진은 정적 열 전달에 의한 등온 압축 및 팽창을 사용한다. 이는 거의 항상 외연 사이클로서 실시된다. 이는 카르노 사이클보다 높은 출력 밀도를 갖지만, 열 교환을 수행하기 어렵고, 정온 압축 및 팽창을 달성하기 어렵다.

스털링, 에릭슨, 및 카르노 사이클은 열이 등온 팽창 중에 균일한 고온(T_{hot})에서 전달되고 등온 압축 중에 균일한 저온(T_{cold})에서 방출되기 때문에 본질적으로 효율적이다. 이러한 3가지 사이클의 최대 효율(η_{max})은 다음과 같다.

$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_{cold}}{T_{hot}}$$

이러한 효율은 엔진이 엔진이 무마찰이며 온도 및 압력 구배가 없는 것을 의미하는 "가역적"일 때에만 얻어질 수 있다. 실제로, 실제 엔진은 마찰 및 온도/압력 구배와 관련된 "비가역성" 또는 손실을 갖는다.

브레이튼 사이클 엔진은 일반적으로 터빈으로 실시되며 항공기 및 몇몇 발전소를 운전하는데 일반적으로 사용되는 내연 기관 엔진이다. 브레이튼 사이클은 매우 높은 출력 밀도를 특징으로 하고, 보통 열 교환기를 사용하지 않고, 다른 사이클보다 낮은 효율을 갖는다. 그러나, 재생기가 브레이튼 사이클에 추가되면, 사이클 효율이 증가한다. 전통적으로, 브레이튼 사이클은 축류, 다단 압축기 및 팽창기를 사용하여 실시된다. 이러한 장치들은 항공기가 상당히 일정한 속도로 운항하는 운항에 대해 대체로 적합하고, 이들은 매우 다양한 속도로 작동해야 하는, 승용차, 버스, 트럭, 및 열차와 같은 대부분의 운송 수단에는 대체로 적합하지 않다.

오토 사이클, 디젤 사이클, 브레이튼 사이클, 및 랭킨 사이클은 모두 등온 압축 및 팽창 단계를 사용하지 않기 때문에, 최대보다 낮은 효율을 갖는다. 더욱이, 오토 및 디젤 사이클 엔진은 고압 기체를 완전히 팽창시키지 않고 폐기체를 단순히 대기로 스로틀링하기 때문에, 효율을 잃는다.

브레이튼 사이클 엔진의 비용은 물론 크기 및 복잡성을 감소시키는 것이 중요하다. 또한, 브레이튼 사이클 엔진 및/또는 그의 구성요소의 효율을 개선하는 것이 중요하다. 브레이튼 사이클 엔진의 제조자들은 브레이튼 사이클 엔진을 제작하는 더 양호하고 더 경제적인 방법을 계속 모색하고 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 일 실시예에 따르면, 지로터 장치는 제1 지로터, 제2 지로터, 및 제1 지로터의 회전을 제2 지로터의 회전과 동기화하도록 작동 가능한 동기화 시스템을 포함한다. 동기화 시스템은 제1 지로터에 결합된 캠 플레이트를 포함하고, 캠 플레이트는 복수의 캠과, 제2 지로터에 결합된 정렬 플레이트를 포함한다. 정렬 플레이트는 적어도 하나의 정렬 부재를 포함하고, 복수의 캠 및 적어도 하나의 정렬 부재는 제1 지로터의 회전을 제2 지로터의 회전과 동기화하도록 상호 작용한다.

본 발명의 실시예들은 여러 기술적 장점을 제공한다. 본 발명의 실시예들은 이러한 장점들 중 전부 또는 일부를 포함할 수 있거나, 포함하지 않을 수 있다. 한 가지 기술적 장점은 더 간단한 기체 유동 경로, 베어링 상의 더 적은 하중, 및 더 낮은 출력 소모를 갖는 더욱 소형 및 경량의 브레이튼 사이클 엔진이다. 몇몇 실시예들은 이전의 브레이튼 사이클 엔진보다 더 적은 부품을 갖는다. 다른 장점은 본 발명이 캠으로부터의 누출을 조절하기 위한 더 간단한 방법을 도입하는 것이다. 추가의 장점은 오일 경로가 고압 기체로부터 완전히 분리되어, 기체로부터 오일로의 열 전달 또는 기체 내로의 오일의 혼입을 방지하는 것이다. 다른 장점은 내측 및 외측 지로터들 사이의 정밀한 정렬이 단일 부품(예를 들어, 강성 샤프트)을 통해 달성될 수 있는 것이다. 또 다른 장점은 본원에 개시된 구동 메커니즘이 작은 백래시(backlash) 및 낮은 마모를 갖는 것이다.

다른 기술적 장점들은 다음의 도면, 상세한 설명, 및 청구범위로부터 당업자에게 매우 명백할 것이다.

실시예

아래의 도1 내지 도104는 본 발명의 범주 내의 지로터 장치의 예시적인 실시예를 도시한다. 일반적으로, 다음의 상세한 설명은 지로터 압축기의 맥락에서 사용되는 지로터 장치를 설명하지만, 다음의 지로터 장치들 중 일부는 지로터 팽창기 또는 다른 적합한 지로터 장치와 동일하게 기능할 수 있다. 또한, 본 발명은 아래에서 설명되는 지로터 장치가 임의의 적합한 용도로 이용될 수 있는 것을 고려하지만, 아래에서 설명되는 지로터 장치는 2002년 1월 8일자로 허여된 미국 특허 제 6,336,317 B1호("317 특허")에 설명된 것과 같은 준등온 브레이튼 사이클 엔진에 대해 특히 적합하다. 본원에서 전체적으로 참조된 '317 특허는 지로터 압축기 및/또는 지로터 팽창기의 일반적인 작동을 설명한다. 따라서, 아래에서 설명되는 지로터 장치들 중 일부의 작동은 상세하게 설명되지 않을 수 있다.

본 발명의 실시예들은 더 간단한 기체 유동 경로, 베어링 상의 더 적은 하중, 및 더 낮은 출력 소모를 갖는 지로터 압축기 또는 팽창기의 더욱 소형 및 경량 설계와 같은, 여러 기술적 장점을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 몇몇 실시예들은 갭으로부터의 누출을 조절하기 위한 더 간단한 방법을 도입하고, 내측 및 외측 지로터들 사이의 정밀한 정렬을 제공하고, 작은 백래시 및 낮은 마모를 갖는 구동 메커니즘을 도입한다. 이러한 기술적 장점들은 아래에서 설명되는 실시예들 중 전부 또는 일부에 의해 용이하게 될 수 있거나, 그렇지 않을 수 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, 본원에 설명된 기술은 본원에서 전체적으로 참조된 미국 특허 출원 제10/359,487호에 설명된 기술과 관련하여 이용될 수 있다.

도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 일체형 동기화 시스템(18a)을 갖는 예시적인 지로터 장치(10a)의 단면도를 도시한다. 지로터 장치(10a)는 하우징(12a), 하우징(12a) 내에 배치된 외측 지로터(14a), 외측 지로터(14a) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16a), 및 동기화 시스템 하우징(20a) 내에 적어도 부분적으로 수용된 동기화 시스템(18a)을 포함한다. 더욱 구체적으로, 외측 지로터(14a)는 외측 지로터 챔버(30a)를 적어도 부분적으로 한정하고, 내측 지로터(16a)는 외측 지로터 챔버(30a) 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 지로터 장치(10a)는 실시예 또는 의도된 용도에 따라, 압축기 또는 팽창기로서 설계될 수 있다.

하우징(12a)은 하나 이상의 유체 입구(42a) 및 하나 이상의 유체 출구(44a)를 포함하는 밸브 플레이트(40a)를 포함한다. 유체 입구(42a)는 일반적으로 기체, 액체, 또는 기액 혼합물과 같은 유체가 외측 지로터 챔버(30a)로 진입하도록 허용한다. 유사하게, 유체 출구(44a)는 일반적으로 외측 지로터 챔버(30a) 내의 유체가 외측 지로터 챔버(30a)로부터 빠져 나가도록 허용한다. 유체 입구(42a) 및 유체 출구(44a)는 임의의 적합한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 장치(10a)가 기체 또는 기액 혼합물과 같은 압축성 유체를 연통시키기 위해 사용되는 실시예와 같은 몇몇 실시예에서, 하나 이상의 유체 입구(42a)의 총 면적은 하나 이상의 유체 출구(44a)의 총 면적과 다르다. 장치(10a)가 압축기인 실시예에서, 유체 입구(42a)들의 총 면적은 유체 출구(44a)들의 총 면적보다 클 수 있다. 역으로, 장치(10a)가 팽창기인 실시예에서, 유체 입구(42a)들의 총 면적은 유체 출구(44a)들의 총 면적보다 작을 수 있다.

도1에 도시된 바와 같이, 외측 지로터(14a)는 제1 축을 갖는 제1 샤프트(50a)에 고정식으로 결합될 수 있고, 샤프트(50a)는 하나 이상의 링형 베어링(52a)에 의해 하우징(12a)의 중공 원통부에 회전 가능하게 결합될 수 있다. 따라서, 제1 샤프트(50a) 및 외측 지로터(14a)는 하우징(12a) 및 내측 지로터(16a)에 대해 제1 축 둘레에서 함께 회전할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 샤프트(50a)는 지로터 장치(10a)의 작동을 구동하도록 작동 가능한 구동 샤프트이다. 내측 지로터(16a)는 제1 축으로부터 오프셋(offset)된 (즉, 그와 정렬되지 않은) 제2 축을 갖는 제2 샤프트(54a)에 회전 가능하게 결합될 수 있다. 제2 샤프트(54a)는 하나 이상의 링형 베어링(56a)에 의해 하우징(12a)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 따라서, 내측 지로터(16a)는 하우징(12a) 및 외측 지로터(14a)에 대해 제2 축 둘레에서 함께 회전할 수 있다.

이러한 실시예에서, 동기화 시스템(18a)은 하나 이상의 정렬 부재(28a)를 포함하는 정렬 플레이트(26a)와 상호 작용하는 하나 이상의 캠(24a)을 포함하는 캠 플레이트(22a)를 포함한다. 캠 플레이트(22a)는 내측 지로터(16a)에 고정식으로 결합되고, 정렬 플레이트(26a)는 제1 샤프트(50a)를 거쳐 외측 지로터(14a)에 고정식으로 결합된다. 다른 실시예에서, 캠 플레이트(22a)는 외측 지로터(14a)에 결합될 수 있고, 정렬 플레이트(26a)는 내측 지로터(16a)에 결합될 수 있다. 캠 플레이트(22a)와 정렬 플레이트(26a)는 외측 지로터(14a)와 내측 지로터(16a)의 상대 이동을 동기화하도록 협동한다. 지로터 장치(10a)의 작동 중에, 정렬 부재(28a)는 캠(24a)의 표면에 얹히고, 이는 외측 지로터(14a)와 내측 지로터(16a)의 상대 이동을 동기화한다. 정렬 부재(28a)는 페그 또는 캠(24a)과 상호 작용할 수 있는 임의의 다른 적합한 부재를 포함할 수 있다. 동기화 시스템(18a)은 캠(24a)과 정렬 부재(28a) 사이의 마찰을 감소시키도록 작동 가능한 윤활제(60a)를 포함할 수 있다. 동기화 시스템(18a)은 도2 및 도3을 참조하여 아래에서 더욱 상세하게 설명된다.

위에서 설명된 바와 같이, 동기화 시스템(18a)은 동기화 시스템 하우징(20a) 내에 부분적으로 또는 실질적으로 수용될 수 있다. 이러한 실시예에서, 동기화 시스템 하우징(20a)은 제1 축(50a) 및 제2 축(54a)에 결합되고, 제1 축(50a)과 제2 축(54a)이 서로로부터 오프셋되기 때문에, 동기화 시스템 하우징(20a)은 하우징(12a)에 대한 회전으로부터 제한된다. 동기화 시스템 하우징(20a)은 윤활제(60a)가 지로터 장치(10a)의 작동 중에 유체가 연통되는 외측 지로터 챔버(30a)의 부분 내로 유동하는 것을 제한하도록 작동 가능할 수 있다. 외측 지로터 챔버(30a)의 그러한 부분은 도1에서 유체 유동 통로(32a)로서 표시되어 있다. 따라서, 동기화 시스템 하우징(20a)은 윤활제(60a)가 유체 유동 통로(32a)를 통해 유동하는 유체와 혼합되는 것을 실질적으로 방지할 수 있고, 그 반대도 가능하다.

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 캠 플레이트(22a)의 캠(24a)의 형상을 결정하기 위한 예시적인 방법을 도시한다. 도2에 도시된 바와 같이, 강성 바아(70)가 외측 지로터(14)에 부착된다. 내측 지로터(16) 및 외측 지로터(14)가 회전함에 따라, 바아(70) 상에 위치된 지점(72)은 내측 지로터(16) 상의 경로(74)를 따르거나 (선을 굽고), 경로(74)의 형상은 도3에서 점선으로 도시되어 있다.

도3은 캠(24a) 및 정렬 부재[여기서는, 페그(peg)](28a)를 통한 동기화 시스템(18a)의 단면도이다. 몇몇 실시예에서, 캠 플레이트(22a) 상의 캠(24a)의 개수는 정렬 플레이트(26a) 상의 정렬 부재(28a)의 개수와 다르다. 예를 들어, 특정 실시예에서, 캠 플레이트(22a)는 7개의 캠(24a)을 포함하고, 정렬 플레이트(26a)는 6개의 정렬 부재(28a)를 포함한다. 캠(24a)의 형상은 위에서 설명된 바와 같이 결정되는 경로(74)와 대응한다. 이러한 실시예에서, 각각의 캠(24a)은 외측 지로터(14a) 및 내측 지로터(16a)가 서로에 대해 회전함에 따라 경로(74)의 부분을 따라 정렬 부재(28a)를 안내하는 제1 표면(80a) 및 제2 표면(82a)을 포함하는 "개뼈" 형상을 가져서, 외측 지로터(14a) 및 내측 지로터(16a)를 정렬시킨다. "개뼈" 형상은 형상의 각 단부에서의 폭보다 좁은 내측 부분을 가로지른 폭을 가질 수 있다.

도3에 도시된 실시예에서, 외측 지로터(14a) 및 내측 지로터(16a)의 회전 중의 임의의 시점에서, 적어도 2개의 정렬 부재(28a)가 캠(24a)의 제1 표면(80a) 또는 제2 표면(82a)과 접촉한다. 캠 플레이트(22a)가 고정식으로 유지되면, 하나의 정렬 부재(28a)는 정렬 플레이트(26a)가 시계 방향으로 회전하는 것을 방지하고, 다른 정렬 부재(28a)는 정렬 플레이트(26a)가 반시계 방향으로 회전하는 것을 방지한다. 캠 플레이트(22a)가 그의 중심에 대해 회전하면, 캠(24a) 및 정렬 부재(28a)는 외측 지로터(14a)와 내측 지로터(16a)의 이동을 동기화하도록 협동한다.

도4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체형 동기화 시스템(18b)을 갖는 예시적인 지로터 장치(10b)의 단면도를 도시한다. 도1에 도시된 지로터 장치(10a)처럼, 지로터 장치(10b)는 하우징(12b), 하우징(12a) 내에 배치된 외측 지로터(14b), 외측 지로터(14b) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16b), 및 캠 플레이트(22b) 및 정렬 플레이트(26b)를 포함하는 동기화 시스템(18b)을 포함한다. 외측 지로터(14b)는 외측 지로터 챔버(30b)를 적어도 부분적으로 한정하고, 내측 지로터(16b)는 외측 지로터 챔버(30b) 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 외측 지로터(14b)는 하우징(12b)에 회전 가능하게 결합된 제1 샤프트(50b)에 고정식으로 결합되고, 내측 지로터(16a)는 하우징(12b)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체인 제2 샤프트(54b)에 회전 가능하게 결합된다. 지로터 장치(10b)는 실시예 또는 의도된 용도에 따라, 압축기 또는 펌프 장치로서 설계될 수 있다.

그러나, 지로터 장치(10a)와 달리, 지로터 장치(10b)의 동기화 시스템(18b)은 댐(90b) 및 플러그(92b)에 의해 부분적으로 또는 실질적으로 둘러싸인다. 댐(90b)은 내측 지로터(16b)에 견과하게 결합되거나 그와 일체인 원통형 부재를 포함할 수 있고, 플러그(92b)도 원통형 부재를 포함할 수 있다. 플러그(92b)는 플러그(92b)가 내측 지로터(16b)와 샤프트(50b) 사이에 시일을 형성하도록, 하나 이상의 베어링에 의해, 댐(90b) 및 플러그(92b)에 결합될 수 있다. 도4에 도시된 실시예에서, 플러그(92b)는 소형의 제1 베어링(94b)에 의해 샤프트(50b)에 그리고 대형의 제2 베어링(96b)에 의해 댐(90b)에 결합된다. 댐(90b) 및 플러그(92b)는 윤활제(60b)가 외측 지로터 챔버(30b)의 유체 유동 통로(32b) 내로 유동하는 것을 제한하도록 작동 가능할 수 있다. 따라서, 댐(90b) 및 플러그(92b)는 윤활제(60b)가 유체 유동 통로(32b)를 통해 유동하는 유체와 혼합되는 것을 실질적으로 방지할 수 있고, 그 반대도 가능하다.

도5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체형 동기화 시스템(18c)을 갖는 예시적인 지로터 장치(10c)의 단면도를 도시한다. 도1에 도시된 지로터 장치(10a)처럼, 지로터 장치(10c)는 하우징(12c), 하우징(12c) 내에 배치된 외측 지로터(14c), 외측 지로터(14c) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16c), 및 복수의 정렬 부재(28c)와 상호 작용하는 복수의 캠(24c)을 포함하는 동기화 시스템(18c)을 포함한다. 외측 지로터(14c)는 외측 지로터 챔버(30c)를 적어도 부분적으로 한정하고, 내측 지로터(16c)는 외측 지로터 챔버(30c) 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 외측 지로터(14c) 및 내측 지로터(16c)는 하우징(12c)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100c)에 회전 가능하게 결합된다. 특히, 외측 지로터(14c)는 외측 지로터(14c)가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100c)의 제1 부분(102c)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로

터(16c)는 내측 지로터(16c)가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100c)의 제2 부분(104c)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다. 지로터 장치(10c)는 실시예 또는 의도된 용도에 따라, 압축기 또는 팽창기로서 설계될 수 있다.

동기화 시스템(18c)은 댐(90c)에 의해 부분적으로 둘러싸인다. 댐(90c)은 내측 지로터(16c)의 제1 단부(110c)에 근접하여 내측 지로터(16c)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체인 원통형 부재를 포함할 수 있다. 이러한 실시예에서, 댐(90c)은 도5에서 유체 유동 통로(32c)로서 표시된, 유체들이 지로터 장치(10c)의 작동 중에 연통되는 외측 지로터 챔버(30c)의 부분으로부터, 동기화 시스템(18c)을 완전히 밀봉하지 않는다. 윤활제(60c)가 동기화 시스템(18c)을 윤활하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 실시예에서, 윤활제(60c)는 그리스 또는 유사한 윤활제일 수 있다. 댐(90c)은 윤활제(60c)가 유체 유동 통로(32c) 내로 탈출하는 것을 방지하도록 도울 수 있어서, 유체 유동 통로(32b)를 통해 유동하는 유체와 혼합되는 윤활제(60c)의 양을 방지하거나 감소시킬 수 있고, 그 반대도 가능하다.

도6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체형 동기화 시스템(18d)을 갖는 예시적인 지로터 장치(10d)의 단면도를 도시한다. 지로터 장치(10d)는 도5에 도시된 지로터 장치(10c)와 유사하고, 하우징(12d), 외측 지로터(14d), 내측 지로터(16d), 및 동기화 시스템(18d)을 포함한다. 동기화 시스템(18d)은 원통형 부재(120d)에 의해 외측 지로터(14d)에 고정식으로 결합된 정렬 플레이트(26d)를 포함한다. 지로터 장치(10d)는 내측 지로터(16d)에 결합되거나 그와 일체인 댐(90d)과, 동기화 시스템(18d)을 실질적으로 둘러싸도록 댐(90d)과 협동하는 플러그(92d)를 더 포함한다. 플러그(92d)는 원통형 부재를 포함할 수 있고, 플러그(92d)가 내측 지로터(16d)와 샤프트(100d) 사이에 실질적인 시일을 형성하도록 하나 이상의 베어링에 의해 댐(90d) 및 샤프트(92d)에 결합될 수 있다. 도6에 도시된 실시예에서, 플러그(92d)는 소형의 제1 베어링(94d)에 의해 원통형 부재(120d) (및 외측 지로터(16d))에 그리고 대형의 제2 베어링(96d)에 의해 댐(90d)에 결합된다. 댐(90d) 및 플러그(92d)는 윤활제(60d)가 외측 지로터 챔버(30b)의 유체 유동 통로(32d) 내로 유동하는 것을 제한할 수 있다. 따라서, 댐(90d) 및 플러그(92d)는 윤활제(60d)가 유체 유동 통로(32d)를 통해 유동하는 유체와 혼합되는 것을 실질적으로 방지할 수 있고, 그 반대도 가능하다.

도7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 예시적인 자체 동기화 지로터 장치(10e)의 단면도를 도시한다. 도1에 도시된 지로터 장치(10a)처럼, 지로터 장치(10e)는 하우징(12e), 하우징(12e) 내에 배치된 외측 지로터(14e), 외측 지로터(14e)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30e), 및 외측 지로터 챔버(30e) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16e)를 포함한다. 외측 지로터(14e) 및 내측 지로터(16e)는 하우징(12e)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100e)에 회전 가능하게 결합된다. 특히, 외측 지로터(14e)는 외측 지로터(14e)가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100e)의 제1 부분(102e)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로터(16e)는 내측 지로터(16e)가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100e)의 제2 부분(104e)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다. 지로터 장치(10e)는 실시예 또는 의도된 용도에 따라, 압축기 또는 팽창기로서 설계될 수 있다.

외측 지로터(14e)는 외측 지로터(14e)의 내측 주연부 둘레에서 연장되며 외측 지로터 챔버(30e)를 적어도 부분적으로 한정하는 내측 표면(130e)을 포함한다. 내측 지로터(16e)는 내측 지로터(16e)의 외측 주연부 둘레에서 연장되는 외측 표면(132e)을 포함한다. 내측 지로터(16e)와 외측 지로터(14e)가 서로에 대해 회전하면, 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)의 적어도 일부가 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e)의 적어도 일부와 접촉하고, 이는 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 회전을 동기화한다. 따라서, 도7에 도시된 바와 같이, 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e) 및 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e)은 다른 실시예에 대해 본원에서 설명된 분리된 동기화 메커니즘(18)에 의해 제공되는 동기화 기능을 제공할 수 있다.

내측 지로터(16a)와 외측 지로터(14e) 사이의 마찰 및 마모를 감소시키기 위해, (a) 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e) 및/또는 (b) 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e)의 적어도 일부는 하나 이상의 비교적 낮은 마찰 재료로부터 형성되고, 그러한 부분은 저마찰 영역(140e)으로 불릴 수 있다. 그러한 저마찰 재료(134e)는 예를 들어 중합체(페놀 수지, 나일론, 폴리테트라플루오로에틸렌, 아세틸, 폴리이미드, 폴리설폰, 폴리페닐렌 설파이드, 초고분자량 폴리에틸렌), 그래파이트(graphite), 또는 오일-함침된(oil-impregnated) 소결 청동을 포함할 수 있다. 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)과 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e) 사이의 윤활제로서 물이 제공되는 실시예와 같은 몇몇 실시예에서, 저마찰 재료(134e)는 베스코나이트(VESCONITE)를 포함할 수 있다.

저마찰 영역(140e)은 내측 지로터(16e) 및/또는 외측 지로터(14e)의 일부(또는 전부), 또는 내측 지로터(16e) 및/또는 외측 지로터(14e)에 결합되거나 그와 일체인 저마찰 삽입물을 포함할 수 있다. 특정 실시예에 따라, 그러한 저마찰 영역(140e)은 외측 지로터(14e)의 내측 주연부 및/또는 내측 지로터(16e)의 외측 주연부 둘레에서 연장될 수 있거나, 도8B에 대해 아래에서 설명되는 바와 같이 내측 지로터(16e) 및/또는 외측 지로터(14e)의 선단에 근접한, 외측 지로터(14e)의 내측 주연부 및/또는 내측 지로터(16e)의 외측 주연부 둘레의 특정 위치에만 위치될 수 있다. 도7에 도시된 바와 같이, 저마

찰 영역(140e)은 내측 지로터(16e) 및/또는 외측 지로터(14e)의 저마찰 영역(140e)들 만이 서로 접촉하도록, 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e) 및/또는 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e)을 넘어 약간의 거리로 연장될 수 있다. 따라서, 도 7에서 화살표(144e)에 의해 표시된 바와 같이, 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 나머지 고마찰 영역(142e)들 사이에 좁은 갭이 있을 수 있다. 고마찰 영역(142e)은 대응하는 저마찰 영역(134e)보다 높은 마찰 계수를 가질 수 있다.

몇몇 실시예에서, 내측 지로터(16e) 및/또는 외측 지로터(14e)의 저마찰 영역(140e)은 지로터 장치(10e)가 건조 상태로 또는 윤활제가 없이 운전될 수 있도록, 마찰 및 마모를 충분히 감소시킬 수 있다. 그러나, 몇몇 실시예에서, 윤활제(60e)가 내측 지로터(16e)와 외측 지로터(14e) 사이의 마찰 및 마모를 더욱 감소시키기 위해 제공된다. 도 7에 도시된 바와 같이, 샤프트(100e)는 샤프트 윤활제 채널(152e)을 포함할 수 있고, 내측 지로터(16e)는 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e) 내의 하나 이상의 윤활제 채널 개구(156e)에서 종결되는 하나 이상의 내측 지로터 윤활제 채널(154e)을 포함할 수 있다. 윤활제 채널(152e, 154e)은 윤활제(60e)가 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)과 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 윤활제 채널 개구(156e)를 통해 윤활제(60e)를 연통시키기 위한 경로를 제공한다.

윤활제(60e) 및 여기서 설명되는 임의의 다른 윤활제는 오일, 그래파이트, 그리스, 물, 또는 임의의 다른 적합한 윤활제와 같은, 복수의 표면들 사이에 윤활을 제공하기에 적합한 임의의 하나 이상의 물질을 포함할 수 있다.

도 8A 내지 도 8D는 본 발명의 다양한 실시예에 따른, 각각 도 7에 도시된 선 A 및 B를 따라 취한 외측 지로터(14e) 및 내측 지로터(16e)의 단면도 A 및 B를 도시한다. 도 8A의 도면 A에 도시된 실시예에서, 내측 지로터(16e)는 내측 지로터(16e)의 각각의 선단(160e)에서 저마찰 영역(140e)을 포함한다. 윤활제 채널(154e)은 윤활제(60e)가 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)과 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 윤활제 채널 개구(156e)를 통해 윤활제(60e)를 연통시키기 위한 통로를 제공한다. 외측 지로터(14e)는 외측 지로터(14e)의 내측 주연부 둘레에서 연장되며 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e)을 한정하는 저마찰 영역(140e)을 포함한다. 위에서 설명된 바와 같이, 내측 지로터(14e)와 외측 지로터(16e)는 서로에 대해 회전하고, 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)의 적어도 일부는 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e)과 접촉하고, 이는 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 회전을 동기화한다.

도 8A의 도면 B는 저마찰 영역(140e)을 포함하지 않는 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 부분을 통해 취한 단면도이다. 도 7에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 좁은 갭(144e)이 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)과 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e) 사이에 유지될 수 있다. 따라서, 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 고마찰 영역(142e)들 사이의 접촉 (그리고 마찰 및 마모)가 실질적으로 감소되거나 제거될 수 있다.

도 8B의 도면 A에 도시된 실시예에서, 내측 지로터(16e)는 내측 지로터(16e)의 각각의 선단(160e)에서 저마찰 영역(140e)을 포함한다. 윤활제 채널(154e)은 윤활제(60e)가 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)과 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 윤활제 채널 개구(156e)를 통해 윤활제(60e)를 연통시키기 위한 통로를 제공한다. 외측 지로터(14e)는 외측 지로터(14e)의 내측 주연부의 각각의 선단(162e)에 근접한 저마찰 영역(140e)을 포함한다. 내측 지로터(16e)와 외측 지로터(14e) 사이의 마찰 및 마모의 대부분이 각각 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 선단(160e, 162e)에서 발생하기 때문에, 저마찰 영역(140e)을 선단(160e, 162e) 부근의 영역으로 제한하는 것은 저마찰 재료(134e)가 비교적 고가인 경우에 비용을 감소시킬 수 있고, 그리고/또는 저마찰 영역(140e)이 고마찰 영역(142e)보다 내구성이 낮은 경우에 추가의 구조적 완결성을 제공할 수 있다. 도 8B의 도면 B는 도 8A의 도면 B와 유사하거나 동일하고, 단면도 B에서의 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 완전한 단면은 고마찰 영역(142e)이다.

도 8C의 도면 A에 도시된 실시예에서, 단면도 A에서의 내측 지로터(16e)의 완전한 단면은 저마찰 재료(134e)로부터 형성된 저마찰 영역(140e)이다. 다시, 윤활제 채널(154e)은 윤활제(60e)가 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)과 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 윤활제 채널 개구(156e)를 통해 윤활제(60e)를 연통시키기 위한 통로를 제공한다. 외측 지로터(14e)는 고마찰 재료로부터 형성된 고마찰 영역(140e)이다. 저마찰 재료(134e)로부터 형성된 완전한 단면을 갖는 내측 지로터(16e)를 제공하는 것은 특정 단면에서 저마찰 영역(140e) 및 고마찰 영역(142e)을 모두 포함하는 다른 실시예에 대한 제조상 장점을 제공할 수 있다. 도 8C의 도면 B는 도 8A의 도면 B와 유사하거나 동일하고, 단면도 B에서의 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 완전한 단면은 고마찰 영역(142e)이다.

도 8D의 도면 A에 도시된 실시예에서, 단면도 A에서의 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 완전한 단면은 하나 이상의 저마찰 재료(134e)로부터 형성된 저마찰 영역(140e)이다. 다시, 윤활제(60e)는 윤활제(60e)가 내측 지로터(16e)의 외측 표면(132e)과 외측 지로터(14e)의 내측 표면(130e) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 윤활제 채널 개구(156e)를 통해 윤활제(60e)를 연통시키기 위한 통로를 제공한다. 도 8D의 도면 B는 도 8A의 도면 B와 유사하거나 동일하고, 단면도 B에서의 내측 지로터(16e) 및 외측 지로터(14e)의 완전한 단면은 고마찰 영역(142e)이다.

도9는 본 발명의 일 실시예에 따라, 지로터 장치(10f)의 일 측면 상의 챔버(200f)의 일부가 지로터 장치(10f)의 타 측면 상의 챔버(200f)의 일부보다 높은 압력에 있도록, 챔버(200f) 내에 위치한 지로터 장치(10f)를 포함하는 시스템(190f)의 단면도를 도시한다. 지로터 장치(10f)는 대체로 챔버(200f)의 제1 챔버 부분(202f)과 제2 챔버 부분(204f) 사이에 위치되어, 기체 또는 다른 유체가 제1 챔버 부분(202f)으로부터 지로터 장치(10f)의 제1 면(206f)을 통해, 지로터 장치(10f)에 의해 한정된 하나 이상의 유체 유동 통로(32f)를 통해, 그리고 지로터 장치(10f)의 제2 면(208f)을 통해, 제2 챔버 부분(204f) 내로 통과할 수 있다.

지로터 장치(10f)는 실시예 또는 의도된 용도에 따라, 압축기 또는 팽창기로서 설계될 수 있다. 기체 또는 기액 혼합물과 같은 압축성 유체(192f)가 제1 챔버 부분(202f), 지로터 장치(10f), 및 제2 챔버 부분(204f)을 포함한, 시스템(190f)을 통해 이동될 수 있다. 지로터 장치(10f)가 압축기인 실시예에서, 압축성 유체(192f)는 제1 압력으로 제1 챔버 부분(202f)을 통해 유동하고, 지로터 장치(10f) 내에서 압축되고, 제1 압력보다 높은 제2 압력으로 제2 챔버 부분(204f)을 통해 유동할 수 있다. 역으로, 지로터 장치(10f)가 팽창기인 실시예에서, 압축성 유체(192f)는 제1 압력으로 제1 챔버 부분(202f)을 통해 유동하고, 지로터 장치(10f) 내에서 팽창하고, 제1 압력보다 낮은 제2 압력으로 제2 챔버 부분(204f)을 통해 유동할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 챔버(200f)는 진공 챔버이다. 몇몇 실시예에서, 시스템(190f)은 공조 시스템의 일부일 수 있다. 특정 실시예에서, 시스템(190f)은 수계 공조 시스템의 일부이다.

도7에 도시된 지로터 장치(10e)처럼, 하우징(12f), 하우징(12e) 내에 배치된 외측 지로터(14f), 외측 지로터(14f)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30f), 및 외측 지로터 챔버(30f) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16f)를 포함한다. 외측 지로터(14f) 및 내측 지로터(16f)는 하우징(12f)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100f)에 회전 가능하게 결합된다. 특히, 외측 지로터(14f)는 외측 지로터(14f)가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100f)의 제1 부분(102f)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로터(16f)는 내측 지로터(16f)가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100f)의 제2 부분(104f)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다.

하우징(12f)은 유체 출구 플레이트(40f) 및 유체 입구 플레이트(41f)를 포함한다. 유체 입구 플레이트(41f)는 유체를 통과시키는 적어도 하나의 입구 개구(214f)(도11 참조, 아래에서 설명됨)를 포함한다. 외측 지로터(14f) 또한 외측 지로터(14f)의 회전 중에 유체를 통과시키는 적어도 하나의 입구 개구(216f)(도11 참조, 아래에서 설명됨)를 포함한다. 아울러, 개구(214f, 216f)는 (예를 들어, 기체 또는 물과 같은) 유체가 화살표(220f)에 의해 표시된 바와 같이, 제1 챔버 부분(202f)으로부터 지로터 장치(10f)의 유체 유동 통로(32f) 내로 유동하도록 허용하는 유체 입구 포트(218f)를 포함한다. 유체 출구 플레이트(40f)는 유체가 화살표(226f)에 의해 표시된 바와 같이, 지로터 장치(10f)의 유체 유동 통로(32f)로부터 제2 챔버 부분(204f) 내로 유동하도록 허용하는 적어도 하나의 출구 개구(224f) 및/또는 체크 밸브(230f)(도10 참조, 아래에서 설명됨)를 포함한다.

이러한 특정 실시예에서, 지로터 장치(10f)는 위에서 설명된 바와 같이 도7에 도시된 지로터 장치(10e)와 유사한 자체 동기화 지로터 장치(10f)이다. 예를 들어, 지로터 장치(10f)의 (a) 내측 지로터(16f)의 외측 표면(132f) 및/또는 (b) 외측 지로터(14f)의 내측 표면(130f)의 적어도 일부는 내측 지로터(16f)와 외측 지로터(14f) 사이의 마찰 및 마모를 감소시켜서, 내측 지로터(16f)의 외측 표면(132f) 및 외측 지로터(14f)의 내측 표면(130f)이 내측 지로터(16f) 및 외측 지로터(14f)의 회전을 동기화하도록 하기 위해, 저마찰 재료(134f)로부터 형성된 하나 이상의 저마찰 영역(140f)을 포함할 수 있다. 저마찰 영역(140f)은 내측 지로터(16f) 및/또는 외측 지로터(14f)의 저마찰 영역(140f)들만이 서로 접촉하도록 내측 지로터(16f) 및 외측 지로터(14f)의 나머지 고마찰 영역(142f)들 사이에 좁은 갭(144f)을 제공하기 위해 내측 지로터(16f)의 외측 표면(132f) 및/또는 외측 지로터(14f)의 내측 표면(130f)을 넘어 약간의 거리로 연장될 수 있다. 다른 실시예에서, 지로터 장치(10f)는 예를 들어, 도1 내지 도6에 도시된 바와 같이, 동기화 시스템(18f)을 포함할 수 있다. 또한, 도9에 도시된 바와 같은 몇몇 실시예에서, 윤활제(60f)가 내측 지로터(16f)의 외측 표면(132f)과 외측 지로터(16f)의 내측 표면(130f) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널(152f, 154f)을 통해 연통될 수 있다.

도10은 본 발명의 두 가지 실시예에 따른 도9의 선 C를 따라 취한 출구 밸브 플레이트(40f)의 예시적인 단면도를 도시한다. 제1 실시예(C1)에서, 출구 밸브 플레이트(40f)는 유체가 유체 유동 통로(32f)를 빠져나와서 제2 챔버 부분(204f) 내로 유동하도록 허용하는 출구 개구(224f)를 포함한다. 지로터 장치(10f)가 압축기인 몇몇 실시예에서, 출구 개구(224f)의 면적은 입구 밸브 플레이트(41f)(도11 참조, 아래에서 설명됨) 내에 형성된 입구 개구(214f)(들)의 총 면적보다 작다.

제2 실시예(C2)에서, 출구 밸브 플레이트(40f)는 하나 이상의 체크 밸브(230f)는 물론, 유체가 유체 유동 통로(32f)를 빠져나와서 제2 챔버 부분(204f) 내로 유동하도록 허용하는 출구 개구(224f)를 포함한다. 하나 이상의 체크 밸브(230f)를 제공하는 것은 기체, 액체(예를 들어, 물), 및 기액 혼합물과 같은 다양한 유형의 유체(192f)가 지로터 장치(10f)를 통해 이동되도록 허용한다. 출구 개구(224f)의 면적은 입구 밸브 플레이트(41f)(도11 참조, 아래에서 설명됨) 내에 형성된 입구 개구

(214f)(들)의 총 면적보다 작을 수 있다. 출구 개구(224f) 및 체크 밸브(230f)의 총 면적은 입구 밸브 플레이트(41f) 내에 형성된 입구 개구(214f)(들)의 총 면적과 대략 동일할 수 있다. 적절한 체크 밸브(230f)는 지로터 장치(10f)를 통해 이동하는 특정 유체(192f)를 토출하도록 개방될 수 있다. 예를 들어, 낮은 압축비가 용도에 대해 요구되면, 모든 체크 밸브(230f)가 개방될 수 있다. 높은 압축비가 요구되면, 체크 밸브(230f)가 개방되지 않을 수 있다. 중간 압축비가 요구되면, 체크 밸브(230f)의 일부가 개방될 수 있다. 체크 밸브(230f)는 서서히 개방 또는 폐쇄될 수 있고, 이는 수계 공조와 같은 저압에서 작동하는 용도에 대해 특히 유용하다. 저압에서, 많은 체크 밸브(230f)를 신속하게 이동시키는데 이용 가능한 힘이 불충분할 수 있다. 체크 밸브(230f)는 압축기 장치(10f)를 액체로부터의 손상으로부터 보호하기 위해 특히 유익할 수 있다. 예를 들어, 압축기 내에 비교적 다량의 액체가 있으며, 출구 개구(214f)를 빠져나가는 것이 어려울 수 있다. 이러한 경우에, 압력이 상승하여, 체크 밸브(230f)가 급속히 개방되어 비압축성 액체를 방출시키고, 이는 압축기 장치(10f)를 손상으로부터 보호할 수 있다.

도11은 본 발명의 일 실시예에 따른, 각각 도9에 도시된 선 D 및 E를 따라 취한 입구 밸브 플레이트(41f) 및 외측 지로터(14e)의 예시적인 단면도를 도시한다. 입구 밸브 플레이트(41f)는 유체가 제1 챔버 부분(202f)으로부터 유체 유동 통로(32f)로 진입하도록 허용하는 하나 이상의 입구 개구(214f)를 포함한다. 지로터 장치(10f)가 압축기인 몇몇 실시예에서, 입구 개구(214f)의 면적은 출구 밸브 플레이트(40f)(도10 참조, 위에서 설명됨) 내에 형성된 출구 개구(224f)(들)의 총 면적보다 크다. 위에서 설명된 바와 같이, 단면도 E에서, 외측 지로터(14f)는 외측 지로터(14f)의 회전 중에 유체를 통과시키는 적어도 하나의 입구 개구(214f)(도11 참조, 아래에서 설명됨)를 포함한다. 이러한 실시예에서, 외측 지로터(14f)는 복수의 입구 개구(214f)를 형성하는, 단면도 E에서의 스포크형 허브 형상을 갖는다. 그러나, 제1 챔버 부분(202f)과 접촉하는 외측 지로터(14f)의 부분은 유체가 제1 챔버 부분(202f)으로부터 유체 유동 통로(32f)로 진입하도록 허용하는 하나 이상의 입구 개구(214f)를 제공하도록 달리 구성될 수 있다.

도12는 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 지로터 장치(250g)의 예시적인 단면도를 도시한다. 이중 지로터 장치(250g)는 하우징(12g)과, 장치(250g)의 제1 면(252g)에 근접한 제1 지로터 장치(10g) 및 제1 면(252g)에 대체로 대향하는 장치(250g)의 제2 면(254g)에 근접한 제2 지로터 장치(10g')를 포함하는 지로터 장치의 통합된 쌍을 포함한다. 제1 지로터 장치(10g) 및 제2 지로터 장치(10g')는 특정 실시예 또는 용도에 따라, 모두 압축기일 수 있거나, 모두 팽창기일 수 있거나, 하나는 압축기, 하나는 팽창기일 수 있다. 각각의 지로터 장치(10g, 10g')는 예를 들어 도7에 도시되고 위에서 설명된 지로터 장치(10e)와 같은, 본원에서 달리 설명된 것과 부분적으로 또는 실질적으로 유사할 수 있다.

도7에 도시된 지로터 장치(10e)처럼, 지로터 장치(10g)는 하우징(12g) 내에 배치된 외측 지로터(14g), 외측 지로터(14g)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30g), 및 외측 지로터 챔버(30g) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16g)를 포함한다. 외측 지로터(14g) 및 내측 지로터(16g)는 하우징(12g)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100g)에 회전 가능하게 결합된다. 특히, 외측 지로터(14g)는 외측 지로터(14g)가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100g)의 제1 부분(102g)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로터(16g)는 내측 지로터(16g)가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100g)의 제2 부분(104g)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다.

유사하게, 지로터 장치(10g')는 하우징(12g) 내에 배치된 외측 지로터(14g'), 외측 지로터(14g')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30g'), 및 외측 지로터 챔버(30g') 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16g')를 포함한다. 외측 지로터(14g')는 지로터 장치(10g)의 외측 지로터(14g)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 다른 실시예에서, 내측 지로터(16g')는 지로터 장치(10g)의 내측 지로터(16g)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 외측 지로터(14g') 및 내측 지로터(16g')는 하우징(12g)에 고정식으로 결합된 샤프트(100g)에 회전 가능하게 결합된다. 특히, 외측 지로터(14g')는 샤프트(100g)의 제1 부분(102g)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로터(16g')는 내측 지로터(16g')가 그에 대해 회전하는 제3 축을 갖는 샤프트(100g)의 제3 부분(105g)에 회전 가능하게 결합되고, 제3 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다. 내측 지로터(16g')가 그에 대해 회전하는 제3 축은 내측 지로터(16g)가 그에 대해 회전하는 제2 축과 동축일 수 있다.

하우징(12g)은 장치(250)의 제1 면(252g)에 근접하고 제1 지로터 장치(10g)를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 제1 밸브 플레이트(40g)와, 장치(250g)의 제2 면(254g)에 근접하고 제2 지로터 장치(10g')를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 제2 밸브 플레이트(40g')를 포함한다. 제1 밸브 플레이트(40g)는 유체가 지로터 장치(10g)의 유체 유동 통로(32g)로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 유체 입구(42g)와, 유체가 지로터 하우징(10g)의 유체 유동 통로(32g)를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 유체 출구(44g)를 포함한다. 유사하게, 제2 밸브 플레이트(40g')는 유체가 지로터 장치(10g')의 유체 유동 통로(32g')로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 유체 입구(42g')와, 유체가 지로터 하우징(10g')의 유체 유동 통로(32g')를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 유체 출구(44g')를 포함한다. 장치(250g)의 각

각의 면(252g, 254g)에서 유체 입구(42g, 42g') 및 유체 출구(44g, 44g')를 갖는 것은 이중 지로터 장치(250g) 내로의 그리고 그로부터의 포팅(porting) 영역을 2배로 늘이고, 이는 더욱 효율적인 유체 유동을 제공하고 그리고/또는 단일 지로터 장치(10)를 갖는 장치에 비해 포팅 손실을 감소시키거나 최소화할 수 있다.

도12에 도시된 실시예에서, 각각의 지로터 장치(10g, 10g')는 위에서 설명된 바와 같이 도7에 도시된 지로터 장치(10g)와 유사한 자체 동기화 지로터 장치이다. 다른 실시예에서, 지로터 장치(10g)는 예를 들어 도1 내지 도6에 도시된 바와 같은 동기화 시스템(18g)을 포함할 수 있다. 또한, 도12에 도시된 바와 같은 몇몇 실시예에서, 윤활제(60g)는 도7을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 내측 지로터(16g)와 외측 지로터(14g) 사이에 윤활을 제공하도록, 적절한 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다.

도12에 도시된 바와 같이, 내장된 모터(260g)가 외측 지로터(14g, 14g')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체인 이중 지로터 장치(250g)를 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16g, 16g')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260g)는 외측 지로터(14g, 14g')에 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262g)를 구동할 수 있다. 모터(260g)는 예를 들어, 영구 자석 모터, 절환식 자기저항 모터(SRM), 또는 유도 모터와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 이중 지로터 장치(250g)는 외측 지로터(14g, 14g')의 회전에 의해 동력을 공급받을 수 있는, (모터 대신의) 전기 발전기(264g)를 포함할 수 있다.

도13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터(260h) (또는 발전기(264h))를 갖는 이중 지로터 장치(250h)의 예시적인 단면을 도시한다. 도12에 도시된 이중 지로터 장치(250g)처럼, 이중 지로터 장치(250h)는 하우징(12h)과, 장치(250h)의 제1 면(252h)에 근접한 제1 지로터 장치(10h) 및 제1 면(252h)에 대체로 대향한 장치(250h)의 제2 면(254h)에 근접한 제2 지로터 장치(10h')를 포함하는 지로터 장치의 통합된 쌍을 포함한다. 제1 지로터 장치(10h) 및 제2 지로터 장치(10h')는 특정 실시예 또는 용도에 따라, 모두 압축기일 수 있거나, 모두 팽창기일 수 있거나, 또는 하나는 팽창기, 하나는 압축기를 포함할 수 있다. 지로터 장치(10h, 10h')는 도12에 도시되어 위에서 설명된 지로터 장치(10g, 10g')와 부분적으로 또는 실질적으로 유사할 수 있다.

그러나, 도12에 도시된 이중 지로터 장치(250g)와 달리, 이중 지로터 장치(250h)는 고정식으로 결합된 외측 지로터(14h, 14h')들이 샤프트(270h)의 회전을 일으키고 그리고/또는 그 반대로 가능하도록, 커플링 시스템(272h)에 의해 고정식으로 결합된 외측 지로터(14h, 14h')에 결합된 회전 가능한 샤프트(270h)를 포함한다. 도13에 도시된 실시예에서, 커플링 시스템(272h)은 제2 기어(276h)와 상호 작용하는 제1 기어(274h)를 포함한다. 제1 기어(274h)는 외측 지로터(14h, 14h')에 고정식으로 결합된 원통형 부재(278h)에 고정식으로 결합된다. 제2 기어(276h)는 회전 가능한 샤프트(270h)에 고정식으로 결합된다. 다른 실시예에서, 커플링 시스템(272h)은 체인 또는 벨트와 같은 가요성 커플링 장치를 포함할 수 있다.

따라서, 이중 지로터 장치(250h)가 모터(260h)를 포함하고 지로터 장치(10h, 10h')가 압축기인 실시예에서, 모터(260h)는 압축기에 동력을 공급할 뿐만 아니라, 회전 샤프트(270h)에도 동력을 공급하고, 동력은 보조 장치에 동력을 공급하는 것과 같은 다른 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 이중 지로터 장치(250h)가 수계 공조기 내에서 사용되는 경우에, 회전 샤프트(270h)는 하나 이상의 펌프에 동력을 공급하도록 사용될 수 있다.

도14는 본 발명의 일 실시예에 따른 측면 흡배기 엔진 시스템(300j)의 예시적인 단면도를 도시한다. 측면 흡배기 엔진 시스템(300j)은 하우징(12j), 압축기 지로터 장치(10j), 및 팽창기 지로터 장치(10j')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10j)는 하우징(12j) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14j), 압축기 외측 지로터(14j)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30j), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30j) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16j)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10j')는 하우징(12j) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14j'), 팽창기 외측 지로터(14j')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30j'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30j') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16j')를 포함한다.

압축기 외측 지로터(14j)는 팽창기 외측 지로터(14j')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 유사하게, 압축기 내측 지로터(16j)는 팽창기 내측 지로터(16j')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14j, 14j')와 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16j, 16j')는 하우징(12j)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100j)에 회전 가능하게 결합될 수 있다. 도14에 도시된 실시예에서, 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14j, 14j')는 외측 지로터(14j, 14j')가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100j)의 제1 부분(102j)에 회전 가능하게 결합되고, 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16j, 16j')는 내측 지로터(16j, 16j')가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100j)의 제2 부분(104j)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다.

압축기 지로터 장치(10j) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10j')는 도7 내지 도13에 도시된 다양한 지로터 장치에 대해 위에서 설명된 바와 같이, 자체 동기식일 수 있다. 도14에 도시된 실시예에서, 압축기 지로터 장치(10j)는 압축기 지로터 장치(10j) 및 팽창기 지로터 장치(10j') 모두에 대해 동기화 기능을 수행한다. 특히, (a) 압축기 내측 지로터(16j)의 외측 표면(132j) 및/또는 (b) 압축기 외측 지로터(14j)의 내측 표면(130j)의 적어도 일부는 압축기 내측 지로터(16j)와 압축기 외측 지로터(14j) 사이의 마찰 및 마모를 감소시켜서, 압축기 내측 지로터(16j)의 외측 표면(132j) 및 압축기 외측 지로터(14j)의 내측 표면(130j)이 압축기 내측 지로터(16j) 및 압축기 외측 지로터(14j)의 회전을 동기화하도록 하기 위해, 저마찰 재료(134j)로부터 형성된 하나 이상의 저마찰 영역(140j)을 포함할 수 있다. 더욱이, 팽창기 내측 지로터(16j') 및 팽창기 외측 지로터(14j')가 각각 압축기 내측 지로터(16j) 및 압축기 외측 지로터(14j)에 고정식으로 결합되기 때문에, 팽창기 내측 지로터(16j') 및 팽창기 외측 지로터(14j')의 회전도 동기화된다.

압축기 내측 지로터(16j) 및/또는 압축기 외측 지로터(14j)의 저마찰 영역(140j)은 압축기 내측 지로터(16j) 및 압축기 외측 지로터(14j)의 나머지 고마찰 영역(142j)들 사이에 좁은 갭(144j)을 제공하여 저마찰 영역(140j)들만이 서로 접촉하도록, 압축기 내측 지로터(16j)의 외측 표면(132j) 및/또는 압축기 외측 지로터(14j)의 내측 표면(130j)을 넘어 약간의 거리로 연장될 수 있다. 좁은 갭(144j)은 팽창기 내측 지로터(16j') 및 팽창기 외측 지로터(14j')가 서로 접촉하지 않거나 (단지 약간 또는 때때로 접촉하도록) [고마찰 영역(142j)만을 포함할 수 있는] 팽창기 내측 지로터(16j')와 팽창기 외측 지로터(14j') 사이에 유사하게 존재할 수 있어서, 팽창기 내측 지로터(16j')와 팽창기 외측 지로터(14j') 사이의 마찰 및 마모를 감소시키거나 제거한다. 또한, 도14에 도시된 바와 같이, 윤활제(60j)가 압축기 내측 지로터(16j)의 외측 표면(132j)과 압축기 외측 지로터(14j)의 내측 표면(130j) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널(152j, 154j)을 통해 연통될 수 있다.

다른 실시예에서, 팽창기 내측 지로터(16j') 및 팽창기 외측 지로터(14j')는 또한 추가의 동기화 또는 기계적 지지를 제공하기 위해 저마찰 영역(140j)을 포함할 수 있다. 통상, 각각의 압축기 내측 지로터(16j), 압축기 외측 지로터(14j), 팽창기 내측 지로터(16j'), 및/또는 팽창기 외측 지로터(14j')의 전부 또는 일부가 저마찰 영역(140j)을 포함할 수 있거나, 그렇지 않을 수 있다. 또한, 몇몇 다른 실시예에서, 압축기 지로터 장치(10j) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10j')는 예를 들어 도1 내지 도6에 도시된 바와 같은 동기화 시스템(18j)을 포함할 수 있다.

도14 및 도15에 도시된 바와 같이, 유체는 압축기 지로터 장치(10j) 및 팽창기 지로터 장치(10j')의 (전면이 아닌) 측면(306j, 306j')을 통해 유동한다. 따라서, 제1 유체 입구(310j) 및 제2 유체 입구(312j)는 하우징(12j)의 제1 측면(314j) 내에 형성되고, 제1 유체 출구(316j) 및 제2 유체 출구(318j)는 하우징(12j)의 제2 측면(320j) 내에 형성된다. 하나 이상의 압축기 지로터 개구(324j)가 압축기 외측 지로터(14j)의 외측 주연부 내에 형성되고, 하나 이상의 팽창기 지로터 개구(326j)가 팽창기 외측 지로터(14j')의 외측 주연부 내에 형성된다. 제1 유체 입구(310j)는 압축기 지로터 개구(324j)를 통해 압축기 외측 지로터 챔버(30j) 내로 유체를 연통시키도록 작동 가능하고, 제1 유체 출구(316j)는 압축기 지로터 개구(324j)를 통해 압축기 외측 지로터 챔버(30j)의 외부로 유체를 연통시키도록 작동 가능하다. 유사하게, 제2 유체 입구(312j)는 팽창기 지로터 개구(324j')를 통해 팽창기 외측 지로터 챔버(30j') 내로 유체를 연통시키도록 작동 가능하고, 제2 유체 출구(318j)는 팽창기 지로터 개구(326j)를 통해 팽창기 외측 지로터 챔버(30j')의 외부로 유체를 연통시키도록 작동 가능하다.

도15는 본 발명의 일 실시예에 따른, 각각 도14에 도시된 선 F 및 G를 따라 취한 엔진 시스템(300j)의 예시적인 단면도를 도시한다. 도15의 단면도 F에 도시된 바와 같이, 압축기 지로터 개구(324j)는 압축기 외측 지로터 챔버(30j)의 각각의 선단(162j)에서 압축기 외측 지로터(14j)의 주연부 내에 형성될 수 있다. 저마찰 영역(140j)이 압축기 내측 지로터(16j)의 각각의 선단(160j)에서, 압축기 외측 지로터(14j)의 내측 표면(130j)을 한정하는 압축기 외측 지로터(14j)의 내측 주연부 둘레에 형성된다. 윤활제 채널(154j)은 윤활제(60j)가 압축기 내측 지로터(16j)와 압축기 외측 지로터(14j) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 각각의 팁(160j)에서의 윤활제 채널 개구(156j)를 통해 윤활제(60j)를 연통시키기 위한 통로를 제공한다. 도15의 단면도 G에 도시된 바와 같이, 팽창기 지로터 개구(326j)는 팽창기 외측 지로터 챔버(30j')의 각각의 선단(162j')에서 팽창기 외측 지로터(14j')의 주연부 내에 형성될 수 있다.

도16은 본 발명의 일 실시예에 따른 전면 흡배기 엔진 시스템(300k)의 예시적인 단면도를 도시한다. 엔진 시스템(300k)은 하우징(12k), 압축기 지로터 장치(10k), 및 팽창기 지로터 장치(10k')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10k)는 하우징(12k) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14k), 압축기 외측 지로터(14k)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30k), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30k) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16k)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10k')는 하우징(12k) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14k'), 팽창기 외측 지로터(14k')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30k'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30k') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16k')를 포함한다.

압축기 외측 지로터(14k)는 팽창기 외측 지로터(14k')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 유사하게, 압축기 내측 지로터(16k)는 팽창기 내측 지로터(16k')에 고정식으로 연결되거나 그와 일체일 수 있다. 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16k, 16k')는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징(12k)의 원통형 부분(330k)의 내부에 회전 가능하게 결합된 샤프트(100k)에 고정식으로 결합될 수 있다. 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14k, 14k')는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징(12k)의 내측 주연부에 회전 가능하게 결합될 수 있다.

도14 및 도15에 도시된 측면 흡배기 엔진 시스템(300j)과 달리, 도16에 도시된 전면 흡배기 엔진 시스템(300k)은 시스템(300k)의 제1 면(252k) 및 제2 면(254k)을 통해 흡배기한다. 하우징(12k)은 시스템(300k)의 제1 면(252k)에 인접하여 압축기 지로터 장치(10k)를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 압축기 밸브 플레이트(40k)와, 시스템(300k)의 제2 면(254k)에 인접하여 팽창기 지로터 장치(10k')를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 팽창기 밸브 플레이트(40k')를 포함한다. 압축기 밸브 플레이트(40k)는 유체가 압축기 지로터 장치(10k)의 유체 유동 통로(32k)로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 압축기 유체 입구(42k)와, 유체가 압축기 지로터 장치(10k)의 유체 유동 통로(32k)를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 압축기 유체 출구(44k)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 밸브 플레이트(40k')는 유체가 팽창기 지로터 장치(10k')의 유체 유동 통로(32k')로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 팽창기 유체 입구(42k')와, 유체가 팽창기 지로터 장치(10k')의 유체 유동 통로(32k')를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 팽창기 유체 출구(44k')를 포함한다.

도16에 도시된 엔진 시스템(300k)의 압축기 지로터 장치(10k) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10k')는 도7 내지 도13에 도시된 다양한 지로터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같은 자체 동기식일 수 있다. 대신에 또는 추가로, 압축기 지로터 장치(10k) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10k')는 예를 들어 도1 내지 도6에 관해 위에서 설명된 바와 같은 동기화 시스템(18)을 포함할 수 있다. 엔진 시스템(300j)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 엔진 시스템(300k)의 압축기 지로터 장치(10k)는 압축기 지로터 장치(10k) 및 팽창기 지로터 장치(10k') 모두에 대한 동기화 기능을 수행하도록 작동 가능한 하나 이상의 저마찰 영역(140k)을 포함할 수 있다. 또한, 도16에 도시된 바와 같이, 윤활제(60k)가 압축기 내측 지로터(16k)와 압축기 외측 지로터(14k) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널(154k)을 통해 연통될 수 있다.

도17A 내지 도17D는 본 발명의 다양한 실시예에 따른, 각각 도16에 도시된 선 H 및 I를 따라 취한 엔진 시스템(300k)의 예시적인 단면도를 도시한다. 도17A의 단면도 H에 도시된 바와 같이, 저마찰 영역(140k)은 압축기 내측 지로터(16k)의 각각의 선단(160k)에서, 압축기 외측 지로터(14k)의 내측 표면(130k)을 한정하는 압축기 외측 지로터(14k)의 내측 주연부 둘레에 형성된다. 압축기 내측 지로터(16k) 및 압축기 외측 지로터(14k)의 잔여부는 고마찰 영역(142k)을 포함할 수 있다. 윤활제 채널(154k)은 윤활제(60k)가 압축기 내측 지로터(16k)와 압축기 외측 지로터(14k) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 압축기 내측 지로터(16k)의 각각의 선단(160k)에서의 윤활제 채널 개구(156k)를 통해 윤활제(60k)를 연통시키기 위한 통로를 제공한다. 도17A의 단면도 I에 도시된 바와 같이, 팽창기 내측 지로터(16k') 및 팽창기 외측 지로터(14k') 모두는 고마찰 영역(142k)일 수 있다.

도17B의 단면도 H에 도시된 바와 같이, 저마찰 영역(140k)은 압축기 내측 지로터(16k)의 각각의 선단(160k)에 형성된다. 윤활제 채널(154k)은 윤활제(60k)가 압축기 내측 지로터(16k)와 압축기 외측 지로터(14k) 사이에 윤활을 제공할 수 있도록, 압축기 내측 지로터(16k)의 각각의 선단(160k)에서의 윤활제 채널 개구(156k)를 통해 윤활제(60k)를 연통시키기 위한 통로를 제공한다. 압축기 외측 지로터(14k)는 압축기 외측 지로터(14k)의 내측 표면(130k)의 각각의 선단(162k)에 근접한 저마찰 영역(140k)을 포함한다. 압축기 내측 지로터(16k)와 압축기 외측 지로터(14k) 사이의 마찰 및 마모의 많은 부분이 각각 압축기 내측 지로터(16k) 및 압축기 외측 지로터(14k)의 선단(160k, 162k)에서 발생하기 때문에, 저마찰 영역(140k)을 그러한 선단(160k, 162k) 부근의 영역으로 제한하는 것은 저마찰 재료(134k)가 비교적 고가인 경우와 관련하여 비용을 감소시킬 수 있고, 그리고/또는 저마찰 영역(140k)이 고마찰 영역(142k)보다 내구성이 낮은 경우에 추가의 구조적 완결성을 제공할 수 있다. 도17B의 단면도 I에 도시된 바와 같이, 팽창기 내측 지로터(16k') 및 팽창기 외측 지로터(14k') 모두는 고마찰 영역(142k)일 수 있다.

도17C의 단면도 H에 도시된 바와 같이, 압축기 내측 지로터(16k)의 완전한 단면은 저마찰 영역(140k)이고, 압축기 외측 지로터(14k)의 완전한 단면은 고마찰 영역(142k)이다. 도17C의 단면도 I에 도시된 바와 같이, 팽창기 내측 지로터(16k') 및 팽창기 외측 지로터(14k') 모두는 고마찰 영역(142k)일 수 있다.

도17D의 단면도 H에 도시된 바와 같이, 압축기 내측 지로터(16k) 및 압축기 외측 지로터(14k)의 완전한 단면은 저마찰 영역(140k)이다. 도17D의 단면도 I에 도시된 바와 같이, 팽창기 내측 지로터(16k') 및 팽창기 외측 지로터(14k') 모두는 고마찰 영역(142k)일 수 있다.

도18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전면 흡배기 엔진 시스템(300m)의 예시적인 단면도를 도시한다. 도16에 도시된 엔진 시스템(300k)처럼, 엔진 시스템(300m)은 하우징(12m), 압축기 지로터 장치(10m), 및 팽창기 지로터 장치(10m')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10m)는 하우징(12m) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14m), 압축기 외측 지로터(14m)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30m), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30m) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16m)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10m')는 하우징(12m) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14m'), 팽창기 외측 지로터(14m')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30m'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30m') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16m')를 포함한다.

이러한 실시예에서, 압축기 내측 지로터(16m)는 팽창기 내측 지로터(16m')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다. 특히, 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16m, 16m')는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징(12m)의 원통형 부분(330m)의 내부에 회전 가능하게 결합된 샤프트(100m)에 고정식으로 결합된다. 또한, 압축기 외측 지로터(14m)는 팽창기 외측 지로터(14m')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다. 특히, 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14m, 14m')는 D2로 표시된 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14m, 14m')의 외경보다 작은 D1으로 표시된 외경을 갖는 원통형 외측 지로터 지지 부재(334m)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다. 몇몇 실시예에서, D1은 D2의 1/2보다 작다. 특정 실시예에서, D1은 D2의 1/3보다 작다. 외측 지로터 지지 부재(334m)는 하나 이상의 링형 베어링(340m)에 의해 하우징(12m)의 하나 이상의 연장 부재(336m)에 회전 가능하게 결합된다. 도18에 도시된 바와 같이, 링형 베어링(340m)은 외측 지로터(14m, 14m')의 외경(D2)보다 작은 D3로 표시된 외경을 갖는다. 몇몇 실시예에서, D3는 D2의 1/2보다 작다. 외측 지로터(14m, 14m')보다 작은 직경을 갖는 베어링(340m)을 사용하는 것은 시스템(300m)의 작동 중에 베어링(340m)에 의한 동력 손실량과, 베어링(340m)에 의해 발생하는 열량을 감소시킨다. 베어링(340m)의 직경이 작을 수록, 베어링(340m)에 의해 발생하는 동력 손실 및 열이 적어진다.

도16에 도시된 전면 흡배기 엔진 시스템(300k)처럼, 도18에 도시된 전면 흡배기 엔진 시스템(300m)은 시스템(300m)의 제1 면(252m) 및 제2 면(254m)을 통해 흡배기한다. 하우징(12m)은 시스템(300m)의 제1 면(252m)에 인접하여 압축기 지로터 장치(10m)를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 압축기 밸브 플레이트(40m)와, 시스템(300m)의 제2 면(254m)에 인접하여 팽창기 지로터 장치(10m')를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 팽창기 밸브 플레이트(40m')를 포함한다. 압축기 밸브 플레이트(40m)는 유체가 압축기 지로터 장치(10m)의 유체 유동 통로(32m)로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 압축기 유체 입구(42m)와, 유체가 압축기 지로터 장치(10m)의 유체 유동 통로(32m)를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 압축기 유체 출구(44m)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 밸브 플레이트(40m')는 유체가 팽창기 지로터 장치(10m')의 유체 유동 통로(32m')로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 팽창기 유체 입구(42m')와, 유체가 팽창기 지로터 장치(10m')의 유체 유동 통로(32m')를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 팽창기 유체 출구(44m')를 포함한다.

도18에 도시된 엔진 시스템(300m)의 압축기 지로터 장치(10m) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10m')는 도7 내지 도16에 도시된 다양한 지로터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같은 자체 동기식일 수 있다. 대신에 또는 추가로, 압축기 지로터 장치(10m) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10m')는 예를 들어 도1 내지 도6에 관해 위에서 설명된 바와 같은 동기화 시스템(18)을 포함할 수 있다. 엔진 시스템(300j)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 엔진 시스템(300m)의 압축기 지로터 장치(10m)는 압축기 지로터 장치(10m) 및 팽창기 지로터 장치(10m') 모두에 대한 동기화 기능을 수행하도록 작동 가능한 하나 이상의 저마찰 영역(140m)을 포함할 수 있다. 또한, 도16에 도시된 바와 같이, 윤활제(60m)가 압축기 내측 지로터(16m)와 압축기 외측 지로터(14m) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다.

작동 시에, 시스템(300m)에 의해 발생하는 토크는 외측 지로터(14m, 14m')로부터 내측 지로터(16m, 16m')로, 그 다음 회전 출력 샤프트(100m)로 전달되고, 샤프트 출력은 임의의 적합한 장치 또는 장치들에 동력을 제공하도록 사용될 수 있다. 본원에서 도시되고 설명되는 다양한 다른 엔진 시스템(300)에서와 같이, 엔진 시스템(300m)의 동일한 기계적 배열이 동력이 샤프트(100m)로 입력되는 역(reverse)-브레이크 사이클 열 펌프 내에서 사용될 수 있다.

도19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전면 흡배기 엔진 시스템(300n)의 예시적인 단면도를 도시한다. 도18에 도시된 엔진 시스템(300m)처럼, 엔진 시스템(300n)은 하우징(12n), 압축기 지로터 장치(10n), 및 팽창기 지로터 장치(10n')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10n)는 하우징(12n) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14n), 압축기 외측 지로터(14n)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30n), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30n) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16n)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10n')는 하우징(12n) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14n'), 팽창기 외측 지로터(14n')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30n'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30n') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16n')를 포함한다.

도18에 도시된 엔진 시스템(300m)처럼, 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16n, 16n')는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징(12n)에 회전 가능하게 결합된 샤프트(100n)에 고정식으로 결합되고, 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14n, 14n')는 하나 이상의 링형 베어링(340n)에 의해 하우징(12n)에 회전 가능하게 결합된 원통형 외측 지로터 지지 부재(334n)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다.

도18에 도시된 전면 흡배기 엔진 시스템(300m)처럼, 도19에 도시된 전면 흡배기 엔진 시스템(300n)은 시스템(300n)의 제1 면(252n)에서의 적어도 하나의 압축기 유체 입구(42n) 및 적어도 하나의 압축기 유체 출구(44n)를 통해, 그리고 시스템(300n)의 제2 면(254n)에서의 적어도 하나의 팽창기 유체 입구(42n') 및 적어도 하나의 팽창기 유체 출구(44n')를 통해 흡배기한다. 도19에 도시된 엔진 시스템(300n)의 압축기 지로터 장치(10n) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10n')는 도7 내지 도18에 도시된 다양한 지로터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같은 자체 동기식일 수 있다. 대신에 또는 추가로, 압축기 지로터 장치(10n) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10n')는 예를 들어 도1 내지 도6에 관해 위에서 설명된 바와 같은 동기화 시스템(18)을 포함할 수 있다. 또한, 도19에 도시된 바와 같이, 윤활제(60n)가 압축기 내측 지로터(16n)와 압축기 외측 지로터(14n) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다.

도18에 도시된 엔진 시스템(300m)과 달리, 엔진 시스템(300n)은 (샤프트(100m) 등으로의) 샤프트 출력 동력을 제공하지 않는다. 대신에, 엔진 시스템(300n)의 압축기 지로터 장치(10n)는 시스템(300n)에 의해 발생하는 동력이 화살표(344n)에 의해 표시된 바와 같이, 압축기 유체 출구(44n)를 통해 압축기 외측 지로터 챔버(30n)를 빠져나가는 (예를 들어, 압축 공기와 같은) 압축 유체의 형태로 출력되도록 대형화된다. 따라서, 이러한 실시예는 예를 들어 연료 동력식 압축기 또는 제트 엔진과 같이, 압축 공기 또는 다른 공기가 원하는 생성물인 용도에 대해 유용할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 엔진 시스템(300n)의 유사한 기계적 배열이 동력이 샤프트(100n)로 입력되는 역-브레이튼 사이클 열 펌프 내에서 사용될 수 있다.

도20 내지 도22는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전면 흡배기 엔진 시스템(300o/300p/300q)의 예시적인 단면도를 도시한다. 엔진 시스템(300o, 300p, 300q)은 동력이 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 내부 샤프트(100)가 아닌 외부 샤프트(270)로 전달되는 것을 제외하고는, 도18에 도시된 엔진 시스템(270)과 유사하다.

도18에 도시된 엔진 시스템(300)처럼, 도20 내지 도22에 도시된 각각의 엔진 시스템(300o/300p/300q)은 하우징(12o/12p/12q), 압축기 지로터 장치(10o/10p/10q), 및 팽창기 지로터 장치(10o'/10p'/10q')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10o/10p/10q)는 하우징(12o/12p/12q) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14o/14p/14q), 압축기 외측 지로터(14o/14p/14q)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30o/30p/30q), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30o/30p/30q) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16o/16p/16q)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10o'/10p'/10q')는 하우징(12o/12p/12q) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14o'/14p'/14q'), 팽창기 외측 지로터(14o'/14p'/14q')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30o'/30p'/30q'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30o'/30p'/30q') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16o'/16p'/16q')를 포함한다. 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16o/16p/16q, 16o'/16p'/16q')는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징(12o/12p/12q)에 회전 가능하게 결합된 샤프트(100o/100p/100q)에 고정식으로 결합되고, 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14o/14p/14q, 14o'/14p'/14q')는 하나 이상의 링형 베어링(340o/340p/340q)에 의해 하우징(12o/12p/12q)에 회전 가능하게 결합된 원통형 외측 지로터 지지 부재(334o/334p/334q)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다.

위에서 설명된 바와 같이, 도18에 도시된 엔진 시스템(300m)과 달리, 도20 내지 도22에 도시된 엔진 시스템(300o/300p/300q)은 내부 샤프트(100o/100p/100q)가 아닌 외부 구동 샤프트(270o/270p/270q)로 동력을 출력한다. 통상, 각각의 엔진 시스템(300o/300p/300q)은 외측 지로터(14o/14p/14q 및 14o'/14p'/14q')의 회전이 아래에서 설명되는 바와 같이 샤프트(270o/270p/270q)의 회전을 일으키도록, 커플링 시스템(272o/272p/272q)에 의해 고정식으로 결합된 외측 지로터(14o/14p/14q 및 14o'/14p'/14q')에 결합된 회전 가능한 샤프트(270o/270p/270q)를 포함한다.

첫째로, 도20에 도시된 실시예에서, 커플링 시스템(272o)은 제2 기어(276o)와 상호 작용하는 제1 기어(274o)를 포함한다. 제1 기어(274o)는 외측 지로터(14o, 14o')에 고정식으로 결합된 원통형 외측 지로터 지지 부재(334o)에 고정식으로 결합된다.

따라서, 엔진 시스템(300o)에 의해 발생된 동력은 외측 지로터(14o, 14o')에 장착된 제1 기어(274o)로부터 취출되어 구동 샤프트(270o)로 전달된다. 이러한 실시예의 한 가지 장점은 토크가 외측 지로터(14o)로부터 내측 지로터(16o 또는 16o')를 거치지 않고서 구동 샤프트(270o)로 직접 전달되어, 압축기 내측 지로터(16o)의 각각의 선단(160o)에서 압축기 외측 지로터(14o)에 근접한 저마찰 영역(140o)과 같은, 압축기 외측 지로터(14o) 및/또는 내측 지로터(16o)의 저마찰 영역(140o)들에서의 마찰 및 마모를 감소시키는 것이다. 정상 회전 속도에서, 내측 지로터(16o, 16o') 상에 작용하는 실질 토

크가 거의 없기 때문에, 압축기 내측 지로터(16o)의 선단(160o)에서 압축기 외측 지로터(14o)의 내측 주연부에 근접한 저마찰 영역(140o)을 통해 무시할 만한 토크가 전달된다. 내측 지로터(16o, 16o')를 시계 방향으로 회전하게 만드는 내측 지로터(16o 또는 16o') 상에 작용하는 가압력은 내측 지로터(16o, 16o')를 반시계 방향으로 회전시키도록 작용하는 가압력에 의해 실질적으로 상쇄된다. 본질적으로, 내측 지로터(16o, 16o')는 아이들로서 작용한다.

윤활제 채널이 도20을 단순화하기 위해 생략되었다는 것을 알아야 한다. 실제로, 윤활제는 본원에서 다른 실시예에 관해 설명되는 바와 같이, 저마찰 영역(140o)으로 공급될 수 있다. 또한, 본원에서 도시되고 설명되는 다양한 다른 엔진 시스템(300)에서와 같이, 몇몇 실시예에서, 엔진 시스템(300o)의 동일한 기계적 배열이 동력이 샤프트(270o)로 입력되는 역-브레이튼 사이클 열 펌프 내에서 사용될 수 있다.

둘째로, 도21에 도시된 실시예에서, 커플링 시스템(272p)은 제2 커플러(362p)와 상호 작용하는 제1 커플러(360p)를 포함한다. 제1 커플러(360p)는 외측 지로터(14p, 14p')에 고정식으로 결합된 원통형 외측 지로터 지지 부재(334p)에 고정식으로 결합된다. 제2 커플러(362p)는 회전 가능한 구동 샤프트(270p)에 고정식으로 결합된다. 체인 또는 벨트와 같은 가요성 커플링 장치(364p)가 외측 지로터 지지 부재(334p)의 회전이 구동 샤프트(270p)의 회전을 일으키고 그 반대도 가능하도록, 제1 커플러(360p)와 제2 커플러(362p)를 결합시킨다.

따라서, 엔진 시스템(300p)에 의해 발생하는 동력은 외측 지로터(14p, 14p')에 장착된 제1 커플러(360p)로부터 취출되어 구동 샤프트(270p)로 전달된다. 위에서 설명된 바와 같이, 그러한 실시예의 한 가지 장점은 토크가 외측 지로터(14p, 14p')로부터 내측 지로터(16p 또는 16p')를 거치지 않고서 구동 샤프트(270p)로 직접 전달되어, 압축기 외측 지로터(14p) 및/또는 압축기 내측 지로터(16p)의 저마찰 영역(140p)에서의 마찰 및 마모를 감소시키는 것이다. 또한, 정상 회전 속도에서, 내측 지로터(16p, 16p')가 본질적으로 아이들로서 작용하므로, 선단(160p)에서의 저마찰 영역(140p)을 통해 무시할 만한 토크가 전달된다.

다시, 윤활제 채널이 도21을 단순화하기 위해 생략되었다는 것을 알아야 한다. 실제로, 윤활제는 본원에서 다른 실시예에 관해 설명되는 바와 같이, 저마찰 영역(140p)으로 공급될 수 있다. 또한, 본원에서 도시되고 설명되는 다양한 다른 엔진 시스템(300)에서와 같이, 몇몇 실시예에서, 엔진 시스템(300p)의 동일한 기계적 배열이 동력이 샤프트(270p)로 입력되는 역-브레이튼 사이클 열 펌프 내에서 사용될 수 있다.

셋째로, 도22에 도시된 실시예에서, 커플링 시스템(272q)은 제2 기어(276q)와 상호 작용하는 제1 기어(274q)를 포함한다. 제1 기어(274q)는 외측 지로터(14q, 14q')에 고정식으로 결합된 원통형 외측 지로터 지지 부재(334q)에 고정식으로 결합된 베벨 기어이다. 제2 기어(276q)는 샤프트(100q)에 대해 대체로 직교하게 배향된 회전 가능한 구동 샤프트(270q)에 고정식으로 결합된 베벨 기어이다. 따라서, 엔진 시스템(300q)에 의해 발생하는 동력은 외측 지로터(14q, 14q')에 장착된 제1 기어(274q)로부터 취출되어 구동 샤프트(270o)로 전달된다. 위에서 설명된 바와 같이, 그러한 실시예의 한 가지 장점은 토크가 외측 지로터(14q, 14q')로부터 내측 지로터(16q 또는 16q')를 거치지 않고서 구동 샤프트(270q)로 직접 전달되어, 압축기 외측 지로터(14q) 및/또는 압축기 내측 지로터(16q)의 저마찰 영역(140q)에서의 마찰 및 마모를 감소시키는 것이다. 또한, 정상 회전 속도에서, 내측 지로터(16q, 16q')가 본질적으로 아이들로서 작용하므로, 선단(160q)에서의 저마찰 영역(140q)을 통해 무시할 만한 토크가 전달된다.

다시, 윤활제 채널이 도22를 단순화하기 위해 생략되었다는 것을 알아야 한다. 실제로, 윤활제는 본원에서 다른 실시예에 관해 설명되는 바와 같이, 저마찰 영역(140q)으로 공급될 수 있다. 또한, 본원에서 도시되고 설명되는 다양한 다른 엔진 시스템(300)에서와 같이, 몇몇 실시예에서, 엔진 시스템(300q)의 동일한 기계적 배열이 동력이 샤프트(270q)로 입력되는 역-브레이튼 사이클 열 펌프 내에서 사용될 수 있다.

도23은 본 발명의 다른 실시예에 따른 엔진 시스템(300r)의 예시적인 단면도를 도시한다. 엔진 시스템(300r)은 엔진 시스템(300r)이 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 엔진과 일체인 모터(260r) 또는 발전기(264r)를 포함하는 것을 제외하고는, 도22에 도시된 엔진 시스템(300q)과 대체로 유사하다.

도22에 도시된 엔진 시스템(300q)처럼, 엔진 시스템(300r)은 하우징(12r), 압축기 지로터 장치(10r), 및 팽창기 지로터 장치(10r')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10r)는 하우징(12r) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14r), 압축기 외측 지로터(14r)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30r), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30r) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16r)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10r')는 하우징(12r) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14r'), 팽창기 외측 지로터(14r')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30r'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30r') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16r')를 포함한다. 압축기 및 팽창기 내

측 지로터(16r, 16r')는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징(12r)에 회전 가능하게 결합된 샤프트(100r)에 고정식으로 결합되고, 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14r, 14r')는 하나 이상의 링형 베어링(340r)에 의해 하우징(12r)에 회전 가능하게 결합된 원통형 외측 지로터 지지 부재(334r)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다.

또한, 도22에 도시된 전면 흡배기 엔진 시스템(300q)처럼, 도23에 도시된 전면 흡배기 엔진 시스템(300r)은 시스템(300r)의 제1 면(252r) 및 제2 면(254r)을 통해 흡배기한다. 또한, 도23에 도시된 엔진 시스템(300r)의 압축기 지로터 장치(10r) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10r')는 도7 내지 도22에 도시된 다양한 지로터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같은 자체 동기식일 수 있다. 대신에 또는 추가로, 압축기 지로터 장치(10r) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10r')는 예를 들어 도1 내지 도6에 관해 위에서 설명된 바와 같은 동기화 시스템(18)을 포함할 수 있다. 또한, 도23을 단순화하기 위해 도시되지 않았지만, 엔진 시스템(300q)은 압축기 내측 지로터(16r)와 압축기 외측 지로터(14r) 사이에 윤활을 제공하기 위해 윤활제 채널을 통해 연통되는 윤활제를 포함할 수 있다. 더욱이, 도22에 도시된 엔진 시스템(300q)처럼, 도23에 도시된 엔진 시스템(300r)은 샤프트(100r)에 대해 대체로 직교하게 배향되어 제2 기어(276r)와 상호 작용하는 제1 기어(274r)를 포함하는 커플링 시스템(272r)에 의해 외측 지로터(14r, 14r')에 결합된 외부의 회전 가능한 구동 샤프트(270r)로 동력을 출력한다.

위에서 설명된 바와 같이, 엔진 시스템(300r)은 엔진과 일체인 모터(260r) 또는 발전기(264r)를 포함한다. 도23에 도시된 바와 같이, 모터(260r) 또는 발전기(264r)는 하우징(12r)에 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 모터(260r)를 포함하는 실시예에서, 모터(260r)는 고정식으로 결합되거나 일체인 외측 지로터(14r, 14r')를 구동함으로써 엔진 시스템(300r)을 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16r, 16r')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260r)는 외측 지로터(14r)의 외측 주연 표면(370r) (또는, 다른 실시예에서, 외측 지로터(14r')의 외측 주연 표면)에 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262r)를 구동할 수 있다. 모터(260r)에 의해 발생하는 동력의 일부는 구동 샤프트(270r)로 전달될 수 있다. 몇몇 용도에서, 모터(260r)는 시동기로서 사용될 수 있거나, 또는 이는 하이브리드 전기 차량과 같은 용도에서 보조 토크를 제공하도록 사용될 수 있다.

발전기(264r)를 포함하는 실시예에서, 발전기(264r)는 외측 지로터(14r, 14r')의 회전에 의해 동력을 공급받을 수 있다. 따라서, 외측 지로터(14r, 14r')의 회전은 발전기(264r) 및 구동 샤프트(270r)에 출력 동력을 공급할 수 있고, 출력 동력은 임의의 적합한 목적으로 사용될 수 있다. 모터(260r)/발전기(264r)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기 저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도24는 본 발명의 다른 실시예에 따른 엔진 시스템(300s)의 예시적인 단면도를 도시한다. 엔진 시스템(300s)은 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 엔진 시스템(300s)이 외부 구동 샤프트(270)를 포함하지 않고, 따라서 엔진 동력 출력의 전부가 발전기(264s)로 전달될 수 있거나 (또는 엔진 시스템(300s)이 모터(260s)를 포함하는 경우에, 모터(260s)에 의해 발생하는 모든 동력이 엔진 시스템(300s)에 의해 사용될 수 있는) 것을 제외하고는, 도23에 도시된 엔진 시스템(300r)과 대체로 유사하다. 샤프트 출력 또는 입력이 없기 때문에, 시스템은 가장 양호하게는 엔진보다는 역-브레이튼 사이클 열 펌프로서 간주된다.

도23에 도시된 엔진 시스템(300r)처럼, 엔진 시스템(300s)은 하우징(12s), 압축기 지로터 장치(10s), 및 팽창기 지로터 장치(10s')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10s)는 하우징(12s) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14s), 압축기 외측 지로터(14s)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30s), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30s) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16s)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10s')는 하우징(12s) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14s'), 팽창기 외측 지로터(14s')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30s'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30s') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16s')를 포함한다. 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16s, 16s')는 하나 이상의 베어링에 의해 하우징(12s)에 회전 가능하게 결합된 샤프트(100s)에 고정식으로 결합되고, 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14s, 14s')는 하나 이상의 링형 베어링(340s)에 의해 하우징(12s)에 회전 가능하게 결합된 원통형 외측 지로터 지지 부재(334s)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다. 또한, 도22에 도시된 엔진 시스템(300r)처럼, 도23에 도시된 엔진 시스템(300s)은 전면 흡배기 시스템이며, 자체 동기식일 수 있고, 압축기 내측 지로터(16s)와 압축기 외측 지로터(14s) 사이에 윤활을 제공하기 위해 (도시되지 않은) 윤활제를 사용할 수 있다.

위에서 설명된 바와 같이, 엔진 시스템(300s)은 하우징(12s)에 결합되거나 그와 일체일 수 있는 일체형 모터(260s) 또는 발전기(264s)를 포함한다. 모터(260s)를 포함하는 실시예에서, 모터(260s)는 고정식으로 결합되거나 일체인 외측 지로터(14s, 14s')를 구동함으로써 엔진 시스템(300s)을 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16s, 16s')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260s)는 외측 지로터(14s)의 외측 주연 표면(370s) (또는, 다른 실시예에서, 외측 지로터(14s')의 외측 주연 표면)에 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262s)를 구동할 수 있다. 예를 들어, 시동 중에, 모터(260s)에 의해 발생하는 동력의 전부가 엔진 시스템(300s)에 의해 사용될 수 있다. 엔진이 시동되면, 시스템으로부터 에너지를 추출할

수 없다. 다시, 전기 모터의 경우에, 압축기/팽창기 시스템은 가장 양호하게는 역-브레이튼 사이클 열 펌프로서 간주된다. 발전기(264s)를 포함하는 실시예에서, 외측 지로터(14s, 14s')의 회전에 의해 발생하는 엔진 동력 출력의 전부는 발전기(264s)에 의해 전기를 만들기 위해 사용될 수 있다. 모터(260s)/발전기(264s)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도25는 본 발명의 다른 실시예에 따른 엔진 시스템(300t)의 예시적인 단면도를 도시한다. 엔진 시스템(300t)은 엔진 시스템(300t)이 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 엔진과 일체인 모터(260t) 또는 발전기(264t)를 포함하는 것을 제외하고는, 도14 및 도15에 도시된 측면 흡배기 엔진 시스템(300j)과 대체로 유사하다.

엔진 시스템(300j)처럼, 엔진 시스템(300t)은 하우징(12t), 압축기 지로터 장치(10t), 및 팽창기 지로터 장치(10t')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10t)는 하우징(12t) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14t), 압축기 외측 지로터(14t)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30t), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30t) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16t)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10t')는 하우징(12t) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(16t'), 팽창기 외측 지로터(14t')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30t'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30t') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16t')를 포함한다.

압축기 외측 지로터(14t)는 팽창기 외측 지로터(14t')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 유사하게, 압축기 내측 지로터(16t)는 팽창기 내측 지로터(16t')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14t, 14t')와 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16t, 16t')는 하우징(12t)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100t)에 회전 가능하게 결합될 수 있다. 도25에 도시된 실시예에서, 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14t, 14t')는 외측 지로터(14t, 14t')가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100t)의 제1 부분(102t)에 회전 가능하게 결합되고, 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16t, 16t')는 내측 지로터(16t, 16t')가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100t)의 제2 부분(104t)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다. 또한, 구동 샤프트(270t)가 제1 원통형 연장부(380t)에 의해 외측 지로터(14t, 14t')에 고정식으로 결합되고, 하나 이상의 베어링(52t)에 의해 하우징(12t)에 회전 가능하게 결합된다.

압축기 지로터 장치(10t) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10t')는 도7 내지 도24에 도시된 다양한 지로터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같은 자체 동기식일 수 있다. 대신에 또는 추가로, 압축기 지로터 장치(10t) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10t')는 예를 들어 도1 내지 도6에 관해 위에서 설명된 바와 같은 동기화 시스템(18)을 포함할 수 있다. 도25에 도시된 실시예에서, 압축기 지로터 장치(10t)는 도14 내지 도24에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 압축기 지로터 장치(10t) 및 팽창기 지로터 장치(10t') 모두에 대한 동기화 기능을 수행한다. 또한, 윤활제(60t)가 압축기 내측 지로터(16t)와 압축기 외측 지로터(14t) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널(152t, 154t)을 통해 연통될 수 있다.

도25에 도시된 엔진 시스템(300t)은 도14 및 도15에 도시된 엔진 시스템(300j)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 유체가 압축기 지로터 장치(10t) 및 팽창기 지로터 장치(10t')의 (전면이 아닌) 측면(306t, 308t)을 통해 유동하는 측면 흡배기 시스템이다. 따라서, 압축기 지로터 장치(10t)에 관해, 유체는 하우징(12t)의 제1 측면(314t) 내에 형성된 제1 유체 입구(310t)로부터 압축기 외측 지로터(14t)의 외측 주연부 내에 형성된 압축기 지로터 개구(324t)를 통해 압축기 외측 지로터 챔버(30t) 내로, 압축기 외측 지로터 챔버(30t)를 통해, 그리고 압축기 지로터 개구(324t)를 통해 하우징(12t)의 제2 측면(320t) 내에 형성된 제1 유체 출구(316t) 내로 유동할 수 있다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10t')에 관해, 유체는 하우징(12t)의 제1 측면(314t) 내에 형성된 제2 유체 입구(312t)로부터 팽창기 외측 지로터(14t')의 외측 주연부 내에 형성된 팽창기 지로터 개구(326t)를 통해 팽창기 외측 지로터 챔버(30t') 내로, 팽창기 외측 지로터 챔버(30t')를 통해, 그리고 팽창기 지로터 개구(326t)를 통해 하우징(12t)의 제2 측면(320t) 내에 형성된 제2 유체 출구(318t) 내로 유동할 수 있다.

위에서 설명된 바와 같이, 엔진 시스템(300t)은 엔진과 일체인 모터(260t) 또는 발전기(264t)를 포함한다. 도25에 도시된 바와 같이, 모터(260t) 또는 발전기(264t)는 하우징(12t)에 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 모터(260t)를 포함하는 실시예에서, 모터(260t)는 고정식으로 결합되거나 일체인 외측 지로터(14t, 14t')를 구동함으로써 엔진 시스템(300t)을 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16t, 16t')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260t)는 제2 원통형 연장부(382t)에 의해 외측 지로터(14t, 14t')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262t)를 구동할 수 있다. 예를 들어, 자석 요소(262t)는 디스크의 주연부를 따른 원형 패턴으로 배열된 일련의 막대 자석을 포함할 수 있다. 모터(260t)에 의해 발생하는 동력의 일부가 구동 샤프트(270t)로 전달될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 모터(260t)는 시동기로서 사용될 수 있거나, 또는 이는 하이브리드 전기 차량과 같은 용도에서 보조 토크를 제공하도록 사용될 수 있다.

발전기(264t)를 포함하는 실시예에서, 발전기(264t)는 외측 지로터(14t, 14t')의 회전에 의해 동력을 공급받을 수 있다. 따라서, 외측 지로터(14t, 14t')의 회전은 발전기(264t) 및 구동 샤프트(270t)에 출력 동력을 공급할 수 있고, 출력 동력은 임

의의 적합한 목적으로 사용될 수 있다. 모터(260t)/발전기(264t)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도26은 본 발명의 다른 실시예에 따른 압축기-팽창기 시스템(300u)의 예시적인 단면도를 도시한다. 압축기-팽창기 시스템(300u)은 압축기-팽창기 시스템(300u)이 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 외부 구동 샤프트(270)를 포함하지 않고, 따라서 모든 동력 출력이 발전기(264u)로 전달될 수 있거나 (또는 압축기-팽창기 시스템(300u)이 전기 모터(260u)를 포함하는 경우에, 모터(260u)에 의해 발생하는 모든 동력이 압축기-팽창기 시스템(300u)에 의해 사용될 수 있는) 것을 제외하고는, 도25에 도시된 엔진 시스템(300t)과 대체로 유사하다.

엔진 시스템(300t)처럼, 압축기-팽창기 시스템(300u)은 하우징(12u), 압축기 지로터 장치(10u), 및 팽창기 지로터 장치(10u')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10u)는 하우징(12u) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14u), 압축기 외측 지로터(14u)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30u), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30u) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16u)를 포함한다. 유사하게, 팽창기 지로터 장치(10u')는 하우징(12u) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(16u'), 팽창기 외측 지로터(14u')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30u'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30u') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16u')를 포함한다.

압축기 및 팽창기 외측 지로터(14u, 14u')는 외측 지로터(14u, 14u')가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100u)의 제1 부분(102u)에 회전 가능하게 결합되고, 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16u, 16u')는 내측 지로터(16u, 16u')가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100u)의 제2 부분(104u)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다. 압축기 지로터 장치(10u) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10u')는 도7 내지 도25에 도시된 다양한 지로터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 자체 동기식일 수 있고, 윤활제(60u)가 압축기 내측 지로터(16u)와 압축기 외측 지로터(14u) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다. 대신에 또는 추가로, 압축기 지로터 장치(10u) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10u')는 예를 들어 도1 내지 도6에 관해 위에서 설명된 바와 같은 동기화 시스템(18)을 포함할 수 있다. 또한, 도26에 도시된 압축기-팽창기 시스템(300u)은 도25에 도시된 엔진 시스템(300t)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 유체가 압축기 지로터 장치(10u) 및 팽창기 지로터 장치(10u')의 (전면이 아닌) 측면(306u, 308u)을 통해 유동하는 측면 흡배기 시스템이다.

위에서 설명된 바와 같이, 압축기-팽창기 시스템(300u)은 엔진과 일체인 모터(260u) 또는 발전기(264u)를 포함한다. 도26에 도시된 바와 같이, 모터(260u) 또는 발전기(264u)는 하우징(12u)에 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 전기가 압축기-팽창기 시스템(300u)에 공급되는 실시예 또는 상황에서, 모터(260u)/발전기(264u)는 고정식으로 결합되거나 일체인 외측 지로터(14u, 14u')를 구동할 수 있는 모터(260u)로서 기능하고, 이는 결국 내측 지로터(16u, 16u')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260u)는 원통형 연장부(382u)에 의해 외측 지로터(14u, 14u')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262u)를 구동할 수 있다. 그러한 상황에서, 압축기-팽창기 시스템(300u)은 예를 들어 공조기 내에서의 용도와 같은, 역-브레이튼 사이클 냉각 시스템으로서 기능할 수 있다.

연료가 압축기-팽창기 시스템(300u)에 공급되어 외측 지로터(14u, 14u')를 회전시키는 실시예 또는 상황에서, 모터(260u)/발전기(264u)는 전기를 생성하기 위한 전기 발전기(264u)로서 기능한다. 그러한 상황에서, 압축기-팽창기 시스템(300u)은 엔진으로서 기능할 수 있다. 모터(260u)/발전기(264u)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도27은 본 발명의 일 실시예에 따른 유체(예를 들어, 기체) 누출을 감소시키기 위한 밀봉 시스템(400v)을 갖는 지로터 장치(10v)의 예시적인 단면도를 도시한다. 지로터 장치(10v)는 지로터 장치(10v)가 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 외측 지로터 챔버(30v)로부터의 유체(예를 들어, 기체) 누출을 감소시키기 위해 밀봉 시스템(400v)을 포함하는 것을 제외하고는, 도7에 도시된 지로터 장치(10e)와 대체로 유사하다.

도7에 도시된 지로터 장치(10e)처럼, 도27에 도시된 지로터 장치(10v)는 하우징(12v), 하우징(12v) 내에 배치된 외측 지로터(14v), 외측 지로터(14v)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30v), 및 외측 지로터 챔버(30v) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16v)를 포함한다. 외측 지로터(14v) 및 내측 지로터(16v)는 하우징(12v)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100v)에 회전 가능하게 결합된다. 특히, 외측 지로터(14v)는 외측 지로터(14v)가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100v)의 제1 부분(102v)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로터(16v)는 내측 지로터(16v)가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100v)의 제2 부분(104v)에 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다.

하우징(12v)은 하나 이상의 유체 입구(42v) 및 하나 이상의 유체 출구(44v)를 포함하는 밸브 플레이트(40v)를 포함한다. 유체 입구(42v)는 대체로 기체, 액체, 또는 기액 혼합물과 같은 유체가 외측 지로터 챔버(30v)로 진입하도록 허용한다. 유사하게, 유체 출구(44v)는 대체로 외측 지로터 챔버(30v) 내의 유체가 외측 지로터 챔버(30v)를 빠져나가도록 허용한다. 지로터 장치(10v)는 도7 내지 도26에 도시된 다양한 지로터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 하나 이상의 저마찰 영역(140v)에 의해 자체 동기화될 수 있다. 대신에 또는 추가로, 압축기 지로터 장치(10v) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10v')는 예를 들어 도1 내지 도6에 관해 위에서 설명된 바와 같은, 동기화 시스템(18)을 포함할 수 있다. 또한, 윤활제(60v)가 압축기 내측 지로터(16v)와 압축기 외측 지로터(14v) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다.

위에서 설명된 바와 같이, 지로터 장치(10v)는 외측 지로터 챔버(30v)를 통해 이동하는 유체의 누출을 감소시키기 위한 밀봉 시스템(400v)을 포함한다. 예를 들어, 밀봉 시스템(400v)은 회전하는 지로터(14v, 16v)와 하우징(12v) 사이에서의 기체의 누출을 감소시킬 수 있다. 도27의 밀봉 시스템(400v)의 확대도에 도시된 바와 같이, 밀봉 시스템(400v)은 (예를 들어, 중합체와 같은) 연질 재료(402v)와, 연질 재료(402v) 내에 밀봉 트랙(406v)을 형성하는 하나 이상의 밀봉 돌출부(404v)를 포함할 수 있다. 실질적인 밀봉이 밀봉 돌출부(404v)와 밀봉 트랙(406v) 사이에 제공될 수 있다. 밀봉 돌출부(404v)는 예를 들어 금속과 같은 비교적 경질 재료로부터 형성될 수 있다. 도27에 도시된 실시예에서, 밀봉 돌출부(404v)는 연질 재료(404v) 내로 파고드는 경질 "블레이드"를 포함한다. 블레이드는 원형일 수 있고, 외측 지로터(14v)에 결합되어 그의 원주부 둘레에서 연장될 수 있다. 지로터(14v, 16v)가 열 팽창 및 원심력으로 인해 변형되면, 블레이드(404v)는 연질 재료(402v) 내로 파고들어서 밀봉 트랙(406v)을 형성하여, 맞춤형 결합을 제공한다. 몇몇 실시예에서, 블레이드(404v)의 표면은 연질 재료(402v)를 파고드는 것을 돕기 위해 (예를 들어, 샌드 블라스팅에 의해) 거칠어질 수 있다.

도28은 도27에 도시된 밀봉 시스템(400v)과 유사한 밀봉 시스템(400w)의 3가지 다른 실시예의 예시적인 단면도를 도시한다. 특히, 도28은 외측 지로터(14w) (또는 내측 지로터(16w))와 하우징(12w) 사이에 연마된 시일을 형성하기 위한 3가지 실시예를 도시한다. 도28의 실시예 (a)에 도시된 바와 같이, 외측 지로터(14w)의 표면(420w)이 샌드 블라스팅 또는 다른 적합한 수단에 의해 거칠어진다. 연질 재료(402w)의 층 또는 표면 코팅이 하우징(12w)의 표면(424w) 상에 형성된다. 연질 재료(402w)는 테플론과 같은 연마 가능한 재료일 수 있다. 거친 표면(420w)과 연마 가능 재료(402w)가 서로 접촉하면, 거친 표면(420w)은 연마 가능 재료(402w)의 일부를 제거하여, 매우 낮은 누출을 갖는 매우 타이트한 간극을 형성한다. 실시예 (a)의 도면이 이러한 방식으로 밀봉되는 평면 표면을 도시하지만, 이러한 재료 및 기술은 만곡된 표면 상에도 사용될 수 있다.

도28의 실시예 (b)는 외측 지로터(14w)의 표면(420w)이 거칠어지기 보다는 드릴에 의해 형성된, 많은 만입부 또는 구멍(428w)을 갖는 것을 제외하고는, 실시예 (a)와 유사한 밀봉 시스템(400w)을 도시한다. 또는, 표면(420w)은 별집 또는 다른 적합한 패턴으로 형성된 비원형 구멍을 가질 수 있다. 만입부 또는 구멍(428w)의 목적은 표면(420w)과 연마 가능 재료(402w)가 서로 접촉할 때 생성되는 미세 먼지를 수용하고, 아울러 연마 과정을 보조하기 위한 절삭날을 추가하는 것이다. 도28의 실시예 (c)는 실시예 (a) 및 (b)의 조합인 밀봉 시스템(400w)을 도시한다. 외측 지로터(14w)의 표면(420w)은 거칠어지고, 만입부 또는 구멍(428w)을 포함한다.

도29는 본 발명의 일 실시예에 따른 밀봉 시스템(400x)을 형성하는 방법을 도시한다. 방법은 지로터 장치의, 하나는 고정되고 다른 하나는 고정된 중심에 대해 회전하는 2개의 편평 표면들 사이에 미로형 시일을 형성하도록 사용될 수 있다. 예를 들어, 아래에서 설명되는 바와 같이, 방법은 고정된 중심에 대해 회전하는 외측 지로터(14x) (또는 내측 지로터(16x))의 표면(420x)과 고정된 하우징(12x)의 표면(424x) 사이에 미로형 시일을 형성하도록 사용될 수 있다.

도29의 (a)는 링형 밀봉부(430x)를 포함하는 하우징(12x)의 링형 부분의 평면도를 도시한다. 도29의 (b)는 하우징(12x)의 링형 부분 및 외측 지로터(14x)의 일부의 부분 측면도를 도시한다. 링형 밀봉부(430x)는 외측 지로터(14x)의 링형 밀봉부(432x)와 접촉할 수 있다. 외측 지로터(14x)의 밀봉부(432x)는 금속과 같은 비교적 경질 재료로부터 형성될 수 있고, 외측 지로터(14x)의 표면(420x)으로부터 연장되는 하나 이상의 돌출부 또는 커터(434x)를 포함할 수 있다. 하우징(12x)의 밀봉부(430x)는 하나 이상의 스프링(438x)에 의해 스프링 하중을 받는 링형 밀봉 부재(436x)를 포함할 수 있다. 스프링(438x)은 관련 지로터 장치의 조립 및/또는 작동 중에, 밀봉 부재(436x)가 밀봉부(432x)의 시일 커터(434x)에 대해 스프링 편위되도록, 밀봉 부재(436x)를 상방으로 밀어낼 수 있다. 밀봉 부재(436x)는 예를 들어 테플론과 같은 연질 또는 연마 가능 재료(402x)로부터 형성될 수 있다.

외측 지로터(14x)가 고정 하우징(12x)에 대해 회전하기 시작하면, 시일 커터(434x)는 하나 이상의 링형 밀봉 트랙 또는 홈(440x)을 연마 가능한 스프링 하중을 받는 밀봉 부재(436x) 내로 연마하여 들어가서 도면 (c)에 도시된 바와 같이, 외측

지르터(14x)의 원주부 및 하우스(12x) 둘레에서 연장되는 미로형 시일을 형성한다. 도29가 스프링(438x)을 사용하여 하중을 받는 연마 가능한 밀봉 재료(432x)를 도시하지만, 예를 들어 공압 또는 수압과 같은 다른 적합한 하중 메커니즘이 사용될 수 있다.

도30은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 처리 지르터 장치(10y)의 예시적인 단면도를 도시한다. 액체 처리 지르터 장치(10y)는 액체, 기액 혼합물, 및/또는 기체를 처리할 수 있다. 지르터 장치(10y)는 실시예 또는 용도에 따라, 펌프, 압축기, 또는 팽창기로서 기능할 수 있다.

지르터 장치(10y)는 하우스(12y), 하우스(12y) 내에 배치된 외측 지르터(14y), 외측 지르터(14y) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지르터(16y), 및 동기화 시스템 하우스(20y) 내에 적어도 부분적으로 수용된 동기화 시스템(18y)을 포함한다. 외측 지르터(14y)는 하나 이상의 링형 베어링(52y)에 의해 하우스(12y)에 회전 가능하게 결합된 제1 샤프트(50y)에 고정식으로 결합되고, 내측 지르터(16y)는 하나 이상의 링형 베어링(56y)에 의해 제2 샤프트(54y)에 회전 가능하게 결합되고, 샤프트(54y)는 하우스(12y)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다. 외측 지르터(14y)는 제1 축에 대해 회전하고, 내측 지르터(16y)는 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축에 대해 회전한다. 지르터 장치(10y)가 펌프로써 기능하는 상황에서, 동력은 제1 샤프트(50y)를 통해 지르터 장치(10y)로 송출된다. 지르터 장치(10y)가 팽창기로서 기능하는 상황에서, 동력은 제1 샤프트(50y)로 출력된다.

하우스(12y)은 하나 이상의 유체 입구(42y) 및 하나 이상의 유체 출구(44y)를 포함하는 밸브 플레이트(40y)를 포함한다. 유체 입구(42y)는 대체로 유체가 외측 지르터 챔버(30y)로 진입하도록 허용한다. 유사하게, 유체 출구(44y) 및 (존재한다면) 체크 밸브(230y)는 대체로 유체가 외측 지르터 챔버(30y)를 빠져나가도록 허용한다. 유체 입구(42y) 및 유체 출구(44y)는 임의의 적합한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 장치(10y)가 예를 들어 물 펌프와 같은 액체 펌프로써 사용되는 경우에, 유체 입구(42y)의 총 면적은 유체 출구(44y)의 총 면적과 대략 동일할 수 있다. 장치(10y)가 팽창기로서 기능하는 경우에, 유체 입구(42y)의 총 면적은 유체 출구(44y)의 총 면적보다 작을 수 있다. 장치(10y)가 압축기로서 기능하는 경우에, 유체 입구(42y)의 총 면적은 유체 출구(44y)의 총 면적보다 클 수 있다. 몇몇 실시예에서, 밸브 플레이트(40y)는 또한 도32의 실시예 (b)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 유체가 외측 지르터 챔버(30y)로부터 방출되게 허용하도록 대체로 작동 가능한 하나 이상의 체크 밸브(230y)를 포함할 수 있다.

지르터 장치(10y)는 도7 내지 도27에 도시된 다양한 지르터 장치에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 자체 동기식일 수 있다. 특히, 외측 지르터(14y) 및/또는 내측 지르터(16y)는 외측 지르터(14y) 및/또는 내측 지르터(16y) 사이의 마찰을 감소시켜서 외측 지르터(14y) 및 내측 지르터(16y)의 상대 회전을 동기화하도록 작동 가능한 하나 이상의 저마찰 영역(140y)을 포함할 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 저마찰 영역(140y)은 내측 지르터(16y) 및/또는 외측 지르터(14y)의 저마찰 영역(140y)들만이 서로 접촉하도록 내측 지르터(16y)의 외측 표면(132y) 및/또는 외측 지르터(14y)의 내측 표면(130y)을 넘어 약간의 거리로 연장될 수 있다. 따라서, 내측 지르터(16y) 및 외측 지르터(14y)의 나머지 고마찰 영역(142y)들 사이에 좁은 갭(144y)이 있을 수 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, (도시되지 않은) 윤활제가 내측 지르터(16y)와 외측 지르터(14y) 사이에 윤활을 제공하도록, 다양한 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다.

위에서 설명된 바와 같이, 저마찰 영역(140y)은 예를 들어 중합체(페놀 수지, 나일론, 폴리테트라플루오로에틸렌, 아세틸, 폴리이미드, 폴리설폰, 폴리페닐렌 설파이드, 초고분자량 폴리에틸렌), 그래파이트, 또는 오일-함침된 소결 청동을 포함할 수 있다. 외측 지르터 챔버(30y)를 통해 유동하는 유체가 물인 실시예에서 (예를 들어, 지르터 장치가 물 펌프로써 기능하는 경우에), 저마찰 영역(140y)은 베스코나이트로부터 형성될 수 있다.

도31A 내지 도31D는 본 발명의 다양한 실시예에 따른, 각각 도30에 도시된 선 J 및 K를 따라 취한 액체 처리 지르터 장치(10y)의 예시적인 단면도를 도시한다. 도31A의 단면도 J에 도시된 바와 같이, 저마찰 영역(140y)은 내측 지르터(16y)의 각각의 선단(160y)에서, 외측 지르터(14y)의 내측 표면(130y)을 한정하는 외측 지르터(14y)의 내측 주연부 둘레에 형성된다. 내측 지르터(16y) 및 외측 지르터(14y)의 잔여부는 고마찰 영역(142y)을 포함할 수 있다. 도31A의 단면도 K에 도시된 바와 같이, 내측 지르터(16y) 및 외측 지르터(14y) 모두는 고마찰 영역(142y)일 수 있다. 그러나, 도30에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 좁은 갭(144y)이 내측 지르터(16y) 및 외측 지르터(14y)의 고마찰 영역(142y)들 사이에 유지될 수 있다.

도31B의 단면도 J에 도시된 바와 같이, 저마찰 영역(140y)이 내측 지르터(16y)의 각각의 선단(160y)에 형성된다. 외측 지르터(14y)는 외측 지르터(14y)의 내측 표면(130y)의 각각의 선단(162y)에 근접한 저마찰 영역(140y)을 포함한다. 내측 지르터(16y)와 외측 지르터(14y) 사이의 마찰 및 마모의 많은 부분이 각각 내측 지르터(16y) 및 외측 지르터(14y)의 선단(160y, 162y)에서 발생하기 때문에, 저마찰 영역(140y)을 그러한 선단(160y, 162y) 부근의 영역으로 제한하는 것은 저마찰 재료(134y)가 비교적 고가인 경우와 관련하여 비용을 감소시킬 수 있고, 그리고/또는 저마찰 영역(140k)이 고마찰

영역(142k)보다 내구성이 낮은 경우에 추가의 구조적 완결성을 제공할 수 있다. 도31B의 단면도 K에 도시된 바와 같이, 내측 지로터(16y) 및 외측 지로터(14y) 모두는 고마찰 영역(142k)일 수 있다. 다시, 위에서 설명된 바와 같이, 좁은 갭(144y)이 내측 지로터(16y) 및 외측 지로터(14y)의 고마찰 영역(142y)들 사이에 유지될 수 있다.

도31C의 단면도 J에 도시된 바와 같이, 내측 지로터(16y)의 완전한 단면은 저마찰 영역(140y)이고, 외측 지로터(14y)의 완전한 단면은 고마찰 영역(142y)이다. 도31C의 단면도 K에 도시된 바와 같이, 내측 지로터(16y) 및 외측 지로터(14y) 모두는 고마찰 영역(142y)일 수 있다.

도31D의 단면도 J에 도시된 바와 같이, 내측 지로터(16y) 및 외측 지로터(14y)의 완전한 단면은 저마찰 영역(140y)이다. 도31D의 단면도 K에 도시된 바와 같이, 내측 지로터(16y) 및 외측 지로터(14y) 모두는 고마찰 영역(142y)일 수 있다.

도32는 본 발명의 2가지 상이한 실시예에 따른, 도30에 도시된 액체 처리 지로터 장치(10y)의 밸브 플레이트(40y)의 예시적인 단면도를 도시한다. 실시예 (a)에서, 출구 밸브 플레이트(40y)는 유체가 외측 지로터 챔버(30y)로 진입하도록 허용하는 유체 입구(42y)와, 유체가 외측 지로터 챔버(30y)를 빠져나가도록 허용하는 유체 출구(44y)를 포함한다. 액체와 같은 비압축성 유체에 대해 적합한 이러한 실시예에서, 유체 입구(42y)의 면적은 유체 출구(44y)의 면적과 대체로 동일하다.

실시예 (b)에서, 출구 밸브 플레이트(40y)는 유체가 외측 지로터 챔버(30y)로 진입하도록 허용하는 유체 입구(42y), 유체가 외측 지로터 챔버(30y)를 빠져나가도록 허용하는 유체 출구(44y), 및 유체가 외측 지로터 챔버(30y)를 빠져나가도록 허용하는 하나 이상의 체크 밸브(230y)를 포함한다. 이러한 실시예에서, 유체 입구(42y)의 면적은 유체 출구(44y) 및 체크 밸브(230y)의 총 면적과 대체로 동일하다. 이러한 실시예는 액체와 기체의 혼합물을 가압하는 펌프에 대해 적합하다. 기액 혼합물이 외측 지로터 챔버(30y) 내에서 압축되면, 적절한 체크 밸브가 개방되어 기액 혼합물을 토출한다. 예를 들어, 외측 지로터 챔버(30y)를 통해 유동하며 그를 빠져나가는 유체가 액체로만 구성되면, 모든 체크 밸브(230y)가 개방된다. 외측 지로터 챔버(30y)를 통해 유동하며 그를 빠져나가는 유체가 중간 함량의 기체를 함유하면, 체크 밸브(230y)의 일부가 개방될 수 있다. 체크 밸브(230y)는 서서히 개방 및/폐쇄될 수 있다. 이는 수계 공조와 같은 비교적 저압에서 작동하는 용도에 대해 특히 유용하다. 저압에서, 체크 밸브(230y)의 질량을 신속하게 움직이도록 이용 가능한 힘이 불충분하다.

도33은 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 처리 지로터 장치(10z)의 예시적인 단면도를 도시한다. 지로터 장치(10z)는 지로터 장치(10z)가 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 일체형 모터(260z) 또는 발전기(264z)를 포함하는 것을 제외하고는, 도30 내지 도32에 도시된 지로터 장치(10y)와 유사하다. 액체 처리 지로터 장치(10z)는 액체, 기액 혼합물, 및/또는 기체를 처리할 수 있다. 지로터 장치(10z)는 실시예 또는 용도에 따라, 펌프, 압축기, 또는 팽창기로서 기능할 수 있다.

지로터 장치(10z)는 하우징(12z), 하우징(12z) 내에 배치된 외측 지로터(14z), 외측 지로터(14z)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30z), 및 외측 지로터 챔버(30y) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16z)를 포함한다. 특히, 외측 지로터(14z)는 외측 지로터(14z)가 그에 대해 회전하는 제1 축을 갖는 샤프트(100z)의 제1 부분(102z)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로터(16z)는 내측 지로터(16z)가 그에 대해 회전하는 제2 축을 갖는 샤프트(100z)의 제2 부분(104z)에 대해 회전 가능하게 결합되고, 제2 축은 제1 축으로부터 오프셋되어 있다.

하우징(12z)은 하나 이상의 유체 입구(42z), 하나 이상의 유체 출구(44z), 및/또는 하나 이상의 체크 밸브(230z)를 포함하는 밸브 플레이트(40z)를 포함한다. 도30 및 도32에 도시된 밸브 플레이트(40y)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 유체 입구(42z)는 대체로 유체가 외측 지로터 챔버(30z)로 진입하도록 허용하고, 유체 출구(44z) 및/또는 체크 밸브(230z)는 대체로 외측 지로터 챔버(30z) 내의 유체가 외측 지로터 챔버(30z)를 빠져나가도록 허용한다.

지로터 장치(10z)는 도30 내지 도32에 도시된 지로터 장치(10y)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 자체 동기식일 수 있다. 특히, 외측 지로터(14z) 및/또는 내측 지로터(16z)는 외측 지로터(14z) 및/또는 내측 지로터(16z) 사이의 마찰을 감소시켜서, 외측 지로터(14z)와 내측 지로터(16z)의 상대 회전을 동기화하도록 작동 가능한 하나 이상의 저마찰 영역(140z)을 포함할 수 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, (도시되지 않은) 윤활제가 내측 지로터(16z)와 외측 지로터(14z) 사이에 윤활을 제공하도록, 다양한 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다.

위에서 설명된 바와 같이, 지로터 장치(10z)는 일체형 모터(260z) 또는 발전기(264z)를 포함한다. 도33에 도시된 바와 같이, 모터(260z) 또는 발전기(264z)는 하우징(12z)에 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 모터(260z)를 포함하는 실시예에서, 모터(260z)는 외측 지로터(14z)를 구동함으로써 지로터 장치(10z)를 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16z)를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260z)는 외측 지로터(14z)의 외측 주연 표면(370z)에 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262z)를 구동할 수 있다. 발전기(260y)를 포함하는 실시예에서, 외측 지로터(14z)의 회전은 전기를 생성하

기 위해 발전기(260y)에 동력을 제공할 수 있다. 모터(260y) 또는 발전기(264y)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도34는 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체형 모터(260A) 또는 발전기(264A)를 갖는 이중 지로터 장치(250A)의 예시적인 단면도를 도시한다. 이중 지로터 장치(250A)는 도33에 도시된 지로터 장치(250z)와 유사하지만, 이중 지로터 장치(250A)는 아래에서 설명되는 바와 같이, 단일 지로터 장치가 아닌 한 쌍의 전면 흡배기 지로터 장치를 포함한다.

도34에 도시된 바와 같이, 이중 지로터 장치(250A)는 하우징(12A)과, 장치(250A)의 제1 면(252A)에 근접한 제1 지로터 장치(10A) 및 제1 면(252A)에 대체로 대향한 장치(250A)의 제2 면(254A)에 근접한 제2 지로터 장치(10A')를 포함하는 지로터 장치의 통합된 쌍을 포함한다. 제1 지로터 장치(10A) 및 제2 지로터 장치(10A')는 특정 실시예 또는 용도에 따라, 모두 압축기일 수 있거나, 모두 팽창기일 수 있거나, 또는 하나는 팽창기, 하나는 압축기일 수 있다.

각각의 지로터 장치(10A, 10A')는 도33에 도시되고 위에서 설명된 지로터 장치(10z)와 대체로 유사할 수 있다. 지로터 장치(10A)는 하우징(12A) 내에 배치된 외측 지로터(14A), 외측 지로터(14A)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30A), 및 외측 지로터 챔버(30A) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16A)를 포함한다. 유사하게, 지로터 장치(10A')는 하우징(12A) 내에 배치된 외측 지로터(14A'), 외측 지로터(14A')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30A'), 및 외측 지로터 챔버(30A') 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16A')를 포함한다.

외측 지로터(14A')는 지로터 장치(10A)의 외측 지로터(14A)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 외측 지로터(14A, 14A') 및 내측 지로터(16A, 16A')는 하우징(12A)에 고정식으로 결합된 단일 샤프트(100A)에 회전 가능하게 결합된다. 특히, 외측 지로터(14A, 14A')는 제1 축을 갖는 샤프트(100A)의 제1 부분(102A)에 회전 가능하게 결합되고, 내측 지로터(16A, 16A')는 제1 축으로부터 오프세팅된 제2 축을 갖는 샤프트(100A)의 제2 부분(104A)에 회전 가능하게 결합된다. 하우징(12A)은 예를 들어 도12 및 도13을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 제1 지로터 장치(10A)를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한, 장치(250A)의 제1 면(252A)에 근접한 제1 밸브 플레이트(40A)와, 제2 지로터 장치(10A')를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한, 장치(250A)의 제2 면(254A)에 근접한 제2 밸브 플레이트(40A')를 포함한다. 또한, 각각의 지로터 장치(10A, 10A')는 위에서 설명된 바와 같이 도33에 도시된 지로터 장치(10z)와 유사한 자체 동기화 지로터 장치일 수 있다.

위에서 설명된 바와 같이, 지로터 장치(10A)는 일체형 모터(260A) 또는 발전기(264A)를 포함한다. 모터(260A) 또는 발전기(264A)는 하우징(12A)에 결합되거나 그와 일체일 수 있거나, 그렇지 않을 수도 있다. 모터(260A)를 포함하는 실시예에서, 모터(260A)는 외측 지로터(14A, 14A')를 구동함으로써 지로터 장치(10A)를 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16A, 16A')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260A)는 외측 지로터(14A, 14A')에 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262A)를 구동할 수 있다. 발전기(264A)를 포함하는 실시예에서, 외측 지로터(14A, 14A')의 회전은 전기를 생성하기 위해 발전기(260A)에 동력을 제공할 수 있다. 모터(260A) 또는 발전기(264A)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도35A는 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체형 모터(260B) 또는 발전기(264B)를 갖는 이중 지로터 장치(250B)의 예시적인 단면도를 도시한다. 이중 지로터 장치(250B)는 이중 지로터 장치(250B)의 외측 지로터(14B, 14B')가 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 샤프트(100)에 회전 가능하게 결합되기 보다는 하우징(12B)의 내부 표면에 회전 가능하게 결합된 것을 제외하고는, 도34에 도시된 지로터 장치(250A)와 유사하다.

도35A에 도시된 바와 같이, 이중 지로터 장치(250B)는 하우징(12B)과, 장치(250B)의 제1 면(252B)에 근접한 제1 지로터 장치(10B) 및 제1 면(252B)에 대체로 대향한 장치(250B)의 제2 면(254B)에 근접한 제2 지로터 장치(10B')를 포함하는 지로터 장치의 통합된 쌍을 포함한다. 제1 지로터 장치(10B) 및 제2 지로터 장치(10B')는 특정 실시예 또는 용도에 따라, 모두 압축기일 수 있거나, 모두 팽창기일 수 있거나, 또는 하나는 팽창기, 하나는 압축기일 수 있다.

각각의 지로터 장치(10B, 10B')는 도33에 도시되고 위에서 설명된 지로터 장치(10z)와 대체로 유사할 수 있다. 지로터 장치(10B)는 하우징(12B) 내에 배치된 외측 지로터(14B), 외측 지로터(14B)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30B), 및 외측 지로터 챔버(30B) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16B)를 포함한다. 유사하게, 지로터 장치(10B')는 하우징(12B) 내에 배치된 외측 지로터(14B'), 외측 지로터(14B')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30B'), 및 외측 지로터 챔버(30B') 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16B')를 포함한다.

내측 지로터(16B, 16B')는 내측 지로터(16B, 16B')가 제1 축 둘레에서 회전하도록 제1 축을 공유하는 한 쌍의 샤프트 부분(102B, 104B)에 회전 가능하게 결합된다. 외측 지로터(14B')는 지로터 장치(10B)의 외측 지로터(14B)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 외측 지로터(14B, 14B')는 하우징(12B)의 내부 주연 표면(450B)에 회전 가능하게 결합되어, 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축 둘레에서 회전한다. 특히, 외측 지로터(14B, 14B')의 외측 주연 표면(452B)은 하우징(12B)의 내부 주연 표면(450B) 내에서 회전하며, 그와 적어도 부분적으로 접촉한다. 따라서, 외측 지로터(14B, 14B')의 외측 주연 표면(452B)의 적어도 일부는 외측 지로터(14B, 14B')의 외측 주연 표면(452B)과 하우징(12B)의 내부 주연 표면(450B) 사이의 마찰 및 마모를 감소시키기 위한 저마찰 영역(140B)일 수 있다. 또한, 외측 지로터(14B, 14B')는 도33에 도시된 지로터 장치(10z)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 내측 지로터(16B, 16B')와 자체적으로 동기화될 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 도35A에 도시된 바와 같이, 외측 지로터(14B, 14B')는 완전히 저마찰 재료(134B)로부터 형성될 수 있다.

하우징(12B)은 예를 들어 도12 및 도13을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 제1 지로터 장치(10B)를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한, 장치(250B)의 제1 면(252B)에 근접한 제1 밸브 플레이트(40B)와, 제2 지로터 장치(10B')를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한, 장치(250B)의 제2 면(254B)에 근접한 제2 밸브 플레이트(40B')를 포함한다.

위에서 설명된 바와 같이, 지로터 장치(10B)는 일체형 모터(260B) 또는 발전기(264B)를 포함한다. 모터(260B) 또는 발전기(264B)는 하우징(12B)에 결합되거나 그와 일체일 수 있거나, 그렇지 않을 수도 있다. 모터(260B)를 포함하는 실시예에서, 모터(260B)는 외측 지로터(14B, 14B')를 구동함으로써 지로터 장치(10B)를 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16B, 16B')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260B)는 외측 지로터(14B, 14B')에 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262B)를 구동할 수 있다. 이러한 실시예에서, 하나 이상의 자석 요소(262B)는 외측 지로터(14B, 14B')에 결합되거나 그와 일체이다. 자석 요소(262B)는 자석 요소(262B)의 표면과 내측 지로터(16B, 16B') 사이의 마찰을 감소시키기 위해, 저마찰 재료(134B)로부터 형성될 수 있다.

발전기(260B)를 포함하는 실시예에서, 외측 지로터(14B, 14B')의 회전은 전기를 생성하기 위해 발전기(260B)에 동력을 제공할 수 있다. 모터(260B) 또는 발전기(264B)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도35B는 본 발명의 다른 실시예에 따른 일체형 모터(260C) 또는 발전기(264C)를 갖는 이중 지로터 장치(250C)의 예시적인 단면도를 도시한다. 이중 지로터 장치(264C)는 이중 지로터 장치(250C)의 외측 지로터(14C, 14C')가 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 외측 지로터(14C, 14C')의 저마찰 영역(140)과 하우징(12C)의 내부 표면 사이에서 직접 접촉하기 보다는, 베어링에 의해 하우징(12C)의 내부 표면에 회전 가능하게 결합되는 것을 제외하고는, 도35A에 도시된 지로터 장치(250B)와 유사하다.

도35B에 도시된 바와 같이, 이중 지로터 장치(250C)는 하우징(12C)과, 장치(250C)의 제1 면(252C)에 근접한 제1 지로터 장치(10C) 및 제1 면(252C)에 대체로 대향한 장치(250C)의 제2 면(254C)에 근접한 제2 지로터 장치(10C')를 포함하는 지로터 장치의 통합된 쌍을 포함한다. 제1 지로터 장치(10C) 및 제2 지로터 장치(10C')는 특정 실시예 또는 용도에 따라, 모두 압축기일 수 있거나, 모두 팽창기일 수 있거나, 또는 하나는 팽창기, 하나는 압축기일 수 있다.

지로터 장치(10C, 10C')는 도35A에 도시된 지로터 장치(10B, 10B')와 대체로 유사할 수 있다. 지로터 장치(10C)는 하우징(12C) 내에 배치된 외측 지로터(14C), 외측 지로터(14C)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30C), 및 외측 지로터 챔버(30C) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16C)를 포함한다. 유사하게, 지로터 장치(10C')는 하우징(12C) 내에 배치된 외측 지로터(14C'), 외측 지로터(14C')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30C'), 및 외측 지로터 챔버(30C') 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16C')를 포함한다.

내측 지로터(16C, 16C')는 내측 지로터(16C, 16C')가 제1 축 둘레에서 회전하도록 제1 축을 공유하는 한 쌍의 샤프트 부분(102C, 104C)에 회전 가능하게 결합된다. 외측 지로터(14C')는 지로터 장치(10C)의 외측 지로터(14C)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 외측 지로터(14C, 14C')는 하나 이상의 링형 베어링(52C)에 의해 하우징(12C)에 회전 가능하게 결합되어, 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축 둘레에서 회전한다.

몇몇 실시예에서, 외측 지로터(14C, 14C')는 도33에 도시된 지로터 장치(10z)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 내측 지로터(16C, 16C')와 자체적으로 동기화될 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 도35A를 단순화하기 위해 도시되지 않았지만, 외측 지로터(14C, 14C') 및/또는 내측 지로터(16C, 16C')는 동기화를 용이하게 하기 위해 저마찰 영역(140C)을 포함할 수 있다.

위에서 설명된 바와 같이, 지로터 장치(10C)는 일체형 모터(260C) 또는 발전기(264C)를 포함한다. 모터(260C) 또는 발전기(264C)는 하우징(12C)에 결합되거나 그와 일체일 수 있거나, 그렇지 않을 수도 있다. 모터(260C)를 포함하는 실시예에서, 모터(260C)는 외측 지로터(14C, 14C')를 구동함으로써 지로터 장치(10C)를 구동할 수 있고, 이는 결국 내측 지로터(16C, 16C')를 구동할 수 있다. 예를 들어, 모터(260C)는 외측 지로터(14C, 14C')에 결합되거나 그와 일체인 하나 이상의 자석 요소(262C)를 구동할 수 있다. 이러한 실시예에서, 하나 이상의 자석 요소(262C)는 외측 지로터(14C, 14C')에 결합되거나 그와 일체이다. 발전기(264C)를 포함하는 실시예에서, 외측 지로터(14C, 14C')의 회전은 전기를 생성하기 위해 발전기(260C)에 동력을 제공할 수 있다. 모터(260C) 또는 발전기(264C)는 예를 들어 영구 자석 모터 또는 발전기, 절환식 자기저항 모터(SRM) 또는 발전기, 또는 유도 모터 또는 발전기와 같은, 임의의 적합한 유형의 모터 또는 발전기를 포함할 수 있다.

도36 및 도37은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이중 지로터 장치(250D, 250E)의 예시적인 단면도를 도시한다. 이중 지로터 장치(250D/250E)는 이중 지로터 장치(250D/250E)가 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 모터에 의해서가 아니라, 커플링 장치(272D/272E)에 의해 이중 지로터 장치(250D/250E)의 외측 지로터(14D/14E, 14D'/14E')에 결합된 회전 가능한 샤프트(270D/270E)에 의해 동력을 공급받는 것을 제외하고는, 도35A에 도시된 이중 지로터 장치(250B)와 유사하다.

도36 및 도37에 도시된 바와 같이, 이중 지로터 장치(250D/250E)는 하우징(12D/12E)과, 제1 지로터 장치(10D/10E) 및 제2 지로터 장치(10D'/10E')를 포함하는 지로터 장치의 통합된 쌍을 포함한다. 제1 지로터 장치(10D/10E) 및 제2 지로터 장치(10D'/10E')는 특정 실시예 또는 용도에 따라, 모두 압축기일 수 있거나, 모두 팽창기일 수 있거나, 또는 하나는 팽창기, 하나는 압축기일 수 있다.

지로터 장치(10D/10E, 10D'/10E')는 도35A에 도시된 지로터 장치(10B, 10B')와 대체로 유사할 수 있다. 지로터 장치(10D/10E)는 외측 지로터(14D/14E) 및 내측 지로터(16D/16E)를 포함하고, 지로터 장치(10D'/10E')는 외측 지로터(14D'/14E') 및 내측 지로터(16D'/16E')를 포함한다. 내측 지로터(16D/16E, 16D'/16E')는 제1 축을 공유하는 한 쌍의 샤프트 부분(102D/102E, 104D/104E)에 회전 가능하게 결합된다. 외측 지로터(14D'/14E')는 지로터 장치(10D/10E)의 외측 지로터(14D/14E)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 도35A에 도시된 외측 지로터(14B, 14B')처럼, 도36 및 도37에 도시된 외측 지로터(14D/14E, 14D'/14E')는 하우징(12D/12E)의 내부 주연 표면(450D/450E)에 회전 가능하게 결합된다. 따라서, 외측 지로터(14D/14E, 14D'/14E')의 전부 또는 일부는 외측 지로터(14D/14E, 14D'/14E')의 외측 주연 표면(452D/452E)과 하우징(12D/12E)의 내부 주연 표면(450D/450E) 사이의 마찰 및 마모를 감소시키기 위한 저마찰 영역(140D/140E)일 수 있다. 또한, 외측 지로터(14D/14E, 14D'/14E')는 도33에 도시된 지로터 장치(10z)에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 내측 지로터(16D/16E, 16D'/16E')와 자체적으로 동기화될 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 도36 및 도37에 도시된 바와 같이, 외측 지로터(14D/14E, 14D'/14E')는 완전히 저마찰 재료(134D/134E)로부터 형성될 수 있다.

이중 지로터 장치(250D/250E)는 예를 들어 도20 및 도21을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 이중 지로터 장치(250D/250E)의 외측 지로터(14D/14E, 14D'/14E')에 결합된 회전 가능한 샤프트(270D/270E)에 의해 동력을 공급받는다. 도36에 도시된 바와 같이, 회전 가능한 샤프트(270D)는 외측 지로터(14D, 14D')의 회전이 샤프트(270D)의 회전을 일으키고 그리고/또는 그 반대도 가능하도록, 커플링 시스템(272D)에 의해 외측 지로터(14D, 14D')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체이다. 커플링 시스템(272D)은 외측 지로터(14D, 14D')에 고정식으로 결합되어 회전 가능한 구동 샤프트(270D)에 고정식으로 결합된 제2 기어(276D)와 상호 작용하는 제1 기어(274D)를 포함한다. 도37에 도시된 바와 같이, 외측 지로터(14E, 14E')에 고정식으로 결합되어, 회전 가능한 구동 샤프트(270E)에 고정식으로 결합된 제2 커플러(362E)와 상호 작용하는 제1 커플러(360E)를 포함한다. 체인 또는 벨트와 같은 가요성 커플링 장치(364E)가 외측 지로터(14E, 14E')의 회전이 구동 샤프트(270D)의 회전을 일으키고 그 반대도 가능하도록, 제1 커플러(360E)와 제2 커플러(362E)를 결합시킨다.

도38은 본 발명의 일 실시예에 따른 전면 흡배기 엔진 시스템(300F)의 예시적인 단면도를 도시한다. 엔진 시스템(300F)은 하우징(12F), 압축기 지로터 장치(10F), 및 팽창기 지로터 장치(10F')를 포함한다. 압축기 지로터 장치(10F)는 하우징(12F) 내에 배치된 압축기 외측 지로터(14F), 압축기 외측 지로터(14F)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 압축기 외측 지로터 챔버(30F), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30F) 내에 적어도 부분적으로 배치된 압축기 내측 지로터(16F)를 포함한다.

유사하게, 팽창기 지로터 장치(10F')는 하우징(12F) 내에 배치된 팽창기 외측 지로터(14F'), 팽창기 외측 지로터(14F')에 의해 적어도 부분적으로 한정된 팽창기 외측 지로터 챔버(30F'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30F') 내에 적어도 부분적으로 배치된 팽창기 내측 지로터(16F')를 포함한다.

압축기 외측 지로터(14F)는 팽창기 외측 지로터(14F')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 유사하게, 압축기 내측 지로터(16F)는 팽창기 내측 지로터(16F')에 고정식으로 결합되거나 그와 일체일 수 있다. 압축기 및 팽창기 내측 지로터(16F, 16F')는 하우징(12F)에 고정식으로 결합된 샤프트(50F)에 하나 이상의 링형 베어링(52F)에 의해 회전 가능하게 결합될 수 있는 원통형 부재(278F)에 회전 가능하게 결합될 수 있다. 압축기 및 팽창기 외측 지로터(14F, 14F')는 하나 이상의 링형 베어링(56F)에 의해 하우징(12F)의 원통형 부분(330F)에 회전 가능하게 결합될 수 있는 원통형 부재(279F)에 고정식으로 결합될 수 있다.

엔진 시스템(300F)은 시스템(300F)의 제1 면(252F) 및 제2 면(254F)을 통해 흡배기한다. 하우징(12F)은 시스템(300F)의 제1 면(252F)에 근접하여, 압축기 지로터 장치(10F)를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 압축기 밸브 플레이트(40F)와, 시스템(300F)의 제2 면(254F)에 근접하여, 팽창기 지로터 장치(10F')를 통한 유체의 유동을 제어하도록 작동 가능한 팽창기 밸브 플레이트(40F')를 포함한다. 압축기 밸브 플레이트(40F)는 유체가 압축기 외측 지로터 챔버(30F)로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 압축기 유체 입구(42F)와, 유체가 압축기 외측 지로터 챔버(30F)를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 압축기 유체 출구(44F)를 한정한다. 하우징(12F)은 화살표(470F)에 의해 표시된 바와 같이, 유체(예를 들어, 압축 기체)를 압축기 외측 지로터 챔버(30F)로부터 멀리 운반하기 위한 유체 통로(464F, 466F)를 한정하는 압축기 출구 연결부(460F, 462F)를 포함할 수 있다. 팽창기 밸브 플레이트(40F')는 유체가 팽창기 출구 지로터 챔버(30F')로 진입하도록 허용하는 적어도 하나의 팽창기 유체 입구(42F')와, 유체가 팽창기 외측 지로터 챔버(30F')를 빠져나가도록 허용하는 적어도 하나의 팽창기 유체 출구(44F')를 한정한다.

도16에 도시된 엔진 시스템(300F)의 압축기 지로터 장치(10F) 및/또는 팽창기 지로터 장치(10F')는 본원에서 설명된 다양한 지로터에 관해 위에서 설명된 바와 같이, 자체 동기식일 수 있다. 엔진 시스템(300F)의 압축기 지로터 장치(10F)는 예를 들어 도14 내지 도26을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 압축기 지로터 장치(10F) 및 팽창기 지로터 장치(10F') 모두에 대한 동기화 기능을 수행하도록 작동 가능한 하나 이상의 저마찰 영역(140F)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 엔진 시스템(300F)은 예를 들어 도1 내지 도6에 도시된 바와 같은, 동기화 시스템(18F)을 포함할 수 있다. 또한, 도38에 도시되지는 않았지만, 윤활제가 압축기 내측 지로터(16F)와 압축기 외측 지로터(14F) 사이에 윤활을 제공하도록, 윤활제 채널을 통해 연통될 수 있다.

엔진 시스템(300F)은 예를 들어 도20 및 도21을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 외측 지로터(14F, 14F')에 결합된 회전 가능한 샤프트(270F)에 동력을 제공할 수 있다. 도38에 도시된 바와 같이, 회전 가능한 샤프트(270F)가 외측 지로터(14F, 14F')의 회전이 샤프트(270F)의 회전을 일으키고 그리고/또는 그 반대로 가능하도록, 커플링 시스템(272F)에 의해 외측 지로터(14F, 14F')에 결합된다. 커플링 시스템(272F)은 하나 이상의 링형 베어링(474F)에 의해 하우징(12F)에 회전 가능하게 결합될 수 있는 회전 가능한 구동 샤프트(270F)에 고정식으로 결합된 제2 기어(276F)와 상호 작용하는 원통형 부재(279F)에 고정식으로 결합된 제1 기어(274F)를 포함한다. 다른 실시예에서, 커플링 시스템(272F)은 벨트 또는 체인과 같은 가요성 커플링 장치를 포함할 수 있다.

이러한 실시예에서, 베어링(52F, 56F, 474F)을 포함한, 엔진 시스템(300F) 내에 포함된 모든 베어링은 압축기 지로터 장치(10F) 부근에 또는 팽창기 지로터 장치(10F')로부터 멀리 위치된다. 이는 압축기 지로터 장치(10F)가 팽창기 지로터 장치(10F')보다 대체로 더 저온이므로, 베어링(52F, 56F, 474F)을 열 효과로부터 보호하기 때문에, 유리할 수 있다.

도39는 본 발명의 일 실시예에 따른, 각각 도38에 도시된 선 S, T, 및 U를 따라 취한 엔진 시스템(300F)의 예시적인 단면도 S, T, 및 U를 도시한다.

도면 S는 유체가 팽창기 외측 지로터 챔버(30F')로 진입하도록 허용하는 팽창기 유체 입구(42F'), 및 유체가 팽창기 외측 지로터 챔버(30F')를 빠져나가도록 허용하는 팽창기 유체 출구(44F')를 포함하는, 팽창기 밸브 플레이트(40F')의 단면도이다.

도면 T는 팽창기 외측 지로터(14F'), 팽창기 내측 지로터(16F'), 및 팽창기 외측 지로터 챔버(30F')를 도시하는, 팽창기 지로터 장치(10F')의 단면도이다.

도면 U는 내측 지로터(16F, 16F')에 고정식으로 결합된 샤프트(50F) 및 원통형 부재(278F)를 도시하는, 하우징(12F)의 부분(480F)을 통해 취한 단면도이다.

도40은 본 발명의 일 실시예에 따른, 각각 도38에 도시된 선 V, W, 및 X를 따라 취한 엔진 시스템(300F)의 예시적인 단면도 V, W, 및 X를 도시한다.

도면 V는 압축기 외측 지로터(14F), 압축기 내측 지로터(16F), 및 압축기 외측 지로터 챔버(30F)를 도시하는, 압축기 지로터 장치(10F)의 단면도이다. 압축기 내측 지로터(16F)는 각각의 선단(160F)에서 저마찰 영역(140F)을 포함하고, 압축기 외측 지로터(14F)는 압축기 외측 지로터 챔버(30F)에 근접한 저마찰 영역(140F)을 포함한다.

도면 W는 압축기 유체 입구(42F) 및 압축기 유체 출구(44F)를 도시하는, 하우징(12F)의 외측 연결부(460F)를 통해 취한 단면도이다. 도면 W에 도시된 바와 같이, 압축기 유체 입구(42F)의 단면적은 압축기 유체 출구(44F)의 단면적보다 크다.

도면 X는 하우징(12F)의 외측 연결부(460F) 및 외측 연결부(460F)에 의해 형성된 통로(464F)를 통해 취한 단면도이다. 도면 X는 압축기 유체 입구(42F), 압축기 유체 출구(44F), 및 통로(464F)를 도시한다. 위에서 설명된 바와 같이, 압축기 유체 출구(44F) 및 통로(464F)는 압축 유체(예를 들어, 고압 기체)를 압축기 장치(10F)로부터 멀리 운반하도록 작동 가능하다.

도41은 본 발명의 일 실시예에 따른, 각각 도38에 도시된 선 Y 및 Z를 따라 취한 엔진 시스템(300F)의 예시적인 단면도 Y 및 Z를 도시한다.

도면 Y는 외측 지로터(14F, 14F')를 원통형 부재(279F)에 결합시키는 스포크형 허브 부재(490F)의 단면도를 도시한다 (도38 참조). 위에서 설명된 바와 같이, 원통형 부재(279F)는 하우징(12F)의 연결부(462F) 둘레에서 회전하고, 이는 유체 통로(466F)를 한정한다. 스포크형 허브 부재(490)의 스포크형 허브 단면은 유체가 압축기 유체 입구(42F)를 통해 압축기 장치(10F)로 진입하도록 허용한다.

도면 Z는 압축기 유체 입구(42F), 원통형 부재(279F), 하우징(12F)의 연결부(462F), 유체 통로(466F), 커플링 시스템(272F)의 제1 기어(274F) 및 제2 기어(276F), 및 회전 가능한 구동 샤프트(270F)를 도시하는, 하우징(12F)을 통해 취한 단면도이다.

도42는 본 발명의 일 실시예에 따른 동기화 시스템(18G)을 포함하는 지로터 장치(10G)의 예시적인 단면도를 도시한다. 지로터 장치(10G)는 외측 지로터(14G), 외측 지로터(14G)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30G), 및 외측 지로터 챔버(30G) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16G)를 포함한다. 내측 지로터(16G)는 내측 지로터(16G)가 제1 축 둘레에서 회전하도록, 하우징(12G)에 회전 가능하게 결합된 제1 샤프트(50G)에 고정식으로 결합된다. 외측 지로터(14G)는 내측 지로터(16G)가 (여기서, 지면 내로 또는 그의 외부로의 방향으로) 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축 둘레에서 회전하도록, 하우징(12G)에 회전 가능하게 결합된 제2 샤프트(54G)에 고정식으로 결합된다.

동기화 시스템(18G)은 내측 지로터(16G) 및 외측 지로터(14G)에 결합되거나 그와 일체이다. 동기화 시스템(18G)은 외측 지로터(14G) 내에 형성된 정렬 가이드 또는 트랙(500G)과, 내측 지로터(16G)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체인 동기화 디스크(503G) 내에 형성된 하나 이상의 소켓(502G)을 포함한다. 소켓(502G)은 내측 지로터(16G)의 외측 주연부 외부에 위치될 수 있다. 하나 이상의 구형 볼(504G)이 정렬 트랙(500G)을 따라 이동할 수 있도록 (예를 들어, 구를 수 있도록) 소켓(502G) 내에 소켓-장착되고, 이는 내측 지로터(16G) 및 외측 지로터(14G)의 상대 회전을 동기화한다. 볼(504G)이 잘 윤활되면, 이는 소켓(502G) 및 정렬 트랙(500G) 내에서 활주하기 보다는 회전할 수 있어서, 마찰 및 마모를 감소시킨다. 볼(504G)이 정렬 트랙(500G)을 따라 이동할 때 일정하게 가속 및 감속되기 때문에, 활주는 감소될 수 있고, 회전은 볼(504G)을 가능한 한 적절하게 가볍게 함으로써 촉진된다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 볼(504G)은 세라믹 또는 중공 금속 구이다.

다른 실시예에서, 볼(504G) 대신에, 동기화 시스템(18G)은 내측 지로터(16G)에 고정식으로 결합된 (예를 들어, 노브, 롤러, 또는 페그와 같은) 복수의 정렬 부재를 포함할 수 있다. 볼(504G)처럼, 그러한 정렬 부재는 내측 지로터(16G) 및 외측 지로터(14G)의 상대 회전을 동기화하기 위해 외측 지로터(14G) 내에 형성된 정렬 트랙(500G) 내에서 이동할 수 있다. 또한, 다른 실시예에서, 소켓(502G)이 외측 지로터(14G) 내에 형성될 수 있고, 정렬 트랙(500G)이 내측 지로터(16G)에 고정식으로 결합되거나 그와 일체인 동기화 디스크(503G) 내에 형성될 수 있다.

도43은 도42에 도시된 선 AA를 통해 취한 지로터 장치(10G)의 단면도를 도시한다. 특히, 도43은 외측 지로터(14G), 내측 지로터(16G), 외측 지로터 챔버(30G), 외측 지로터(14G) 내에 형성된 정렬 트랙(500G), 및 소켓(502G, 도42 참조) 내에 장착되어 정렬 트랙(500G)을 따라 이동하는 복수의 볼(504G)을 도시한다.

몇몇 실시예에서, 정렬 트랙(500G)의 형상은 위에서 설명된 바와 같이 본원에서 전체적으로 참조된 미국 특허 출원 제10/359,487호의 도88 내지 도91 중 하나 이상에 대해 설명된 바와 같이 한정될 수 있다. 정렬 트랙(500G)은 외측 지로터 챔버(30G)에 의해 한정된 선단(162G)의 개수에 대응하는 복수의 선단(506G)을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 정렬 트랙(500G)은 외측 지로터 챔버(30G)의 6개의 선단(162G)과 대응하는 6개의 선단(506G)을 포함한다. 동기화 시스템(18G)은 내측 지로터(16G)에 의해 한정된 선단(160G)의 개수에 대응하는 복수의 볼(504G)을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 동기화 시스템(18G)은 내측 지로터(16G)의 5개의 선단(160G)과 대응하는 5개의 볼(504G)을 포함한다.

도44는 본 발명의 일 실시예에 따른 동기화 시스템(18H)을 포함하는 지로터 장치(10H)의 예시적인 단면도를 도시한다. 지로터 장치(10H)는 외측 지로터(14H), 외측 지로터(14H)에 의해 적어도 부분적으로 한정된 외측 지로터 챔버(30H), 및 외측 지로터 챔버(30H) 내에 적어도 부분적으로 배치된 내측 지로터(16H)를 포함한다. 내측 지로터(16H)는 내측 지로터(16H)가 제1 축 둘레에서 회전하도록, 하우징(12H)에 회전 가능하게 결합된 제1 샤프트(50H)에 고정식으로 결합된다. 외측 지로터(14H)는 내측 지로터(16H)가 (여기서, 지면 내로 또는 그의 외부로의 방향으로) 제1 축으로부터 오프셋된 제2 축 둘레에서 회전하도록, 하우징(12H)에 회전 가능하게 결합된 제2 샤프트(54H)에 고정식으로 결합된다.

동기화 시스템(18H)은 내측 지로터(16H) 및 외측 지로터(14H)에 결합되거나 그와 일체이다. 동기화 시스템(18H)은 외측 지로터(14H) 내에 형성된 외측 지로터 정렬 가이드 또는 트랙(500H)과, 내측 지로터(16H) 자체 내에 형성된 하나 이상의 소켓(502H)을 포함한다. 하나 이상의 구형 볼(504H)이 정렬 트랙(500H)을 따라 이동할 수 있도록 (예를 들어, 구를 수 있도록) 소켓(502H) 내에 소켓-장착되고, 이는 내측 지로터(16H) 및 외측 지로터(14H)의 상대 회전을 동기화한다. 볼(504H)이 잘 윤활되면, 이는 소켓(502H) 및 정렬 트랙(500H) 내에서 활주하기 보다는 회전할 수 있어서, 마찰 및 마모를 감소시킨다. 볼(504H)이 정렬 트랙(500H)을 따라 이동할 때 일정하게 가속 및 감속되기 때문에, 활주는 감소될 수 있고, 회전은 볼(504H)을 가능한 한 적절하게 가볍게 함으로써 촉진된다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 볼(504H)은 세라믹 또는 중공 금속 구이다.

다른 실시예에서, 동기화 시스템(18H)은 볼(504H) 대신에 내측 지로터(16H)에 고정식으로 결합된 (예를 들어, 노브, 물러, 또는 페그와 같은) 복수의 정렬 부재를 포함할 수 있다. 볼(504H)처럼, 그러한 정렬 부재는 내측 지로터(16H) 및 외측 지로터(14H)의 상대 회전을 동기화하기 위해 외측 지로터(14H) 내에 형성된 정렬 트랙(500H) 내에서 이동할 수 있다. 또한, 다른 실시예에서, 소켓(502H)이 외측 지로터(14H) 내에 형성될 수 있고, 정렬 트랙(500H)이 내측 지로터(16H) 내에 형성될 수 있다.

도45는 도44에 도시된 선 BB를 통해 취한 지로터 장치(10H)의 단면도를 도시한다. 특히, 도45는 외측 지로터(14H), 내측 지로터(16H), 외측 지로터 챔버(30H), 외측 지로터(14H) 내에 형성된 정렬 트랙(500H), 및 소켓(502H, 도44 참조) 내에 장착되어 정렬 트랙(500H)을 따라 이동하는 복수의 볼(504H)을 도시한다.

몇몇 실시예에서, 정렬 트랙(500H)의 형상은 위에서 설명된 바와 같이 본원에서 전체적으로 참조된 미국 특허 출원 제10/359,487호의 도88 내지 도91 중 적어도 하나 이상에 대해 설명된 바와 같이 한정될 수 있다. 정렬 트랙(500H)은 외측 지로터 챔버(30H)에 의해 한정된 선단(162H)의 개수에 대응하는 복수의 선단(506H)을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 정렬 트랙(500H)은 외측 지로터 챔버(30H)의 6개의 선단(162H)과 대응하는 6개의 선단(506H)을 포함한다. 동기화 시스템(18H)은 내측 지로터(16H)에 의해 한정된 선단(160H)의 개수에 대응하는 복수의 볼(504H)을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 동기화 시스템(18H)은 내측 지로터(16H)의 5개의 선단(160H)과 대응하는 5개의 볼(504H)을 포함한다.

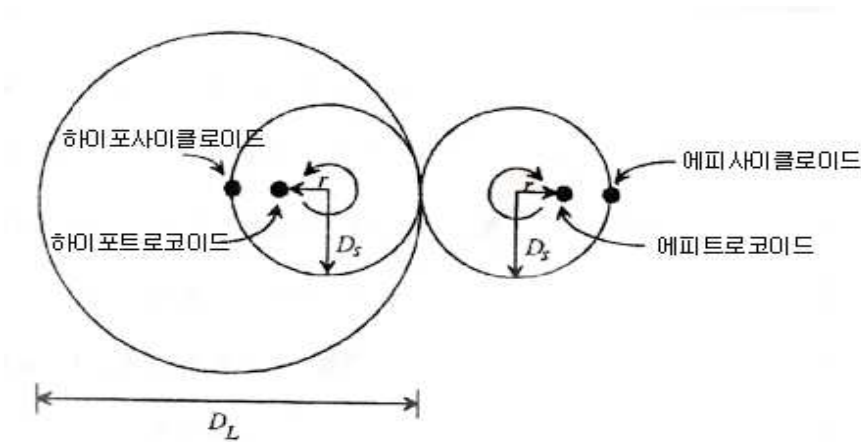
일반적으로, 위에서 설명된 내측 및 외측 지로터는 하이포사이클로이드 또는 에피사이클로이드에 기초한다. 이러한 기하학적 형상은 큰 원 내부 또는 외부에서 작은 원을 굴림으로써 결정된다. 큰 원의 직경은 작은 원의 직경의 정수배이다.

$$D_L = aD_s \quad (a = \text{정수})$$

하이포사이클로이드 및 에피사이클로이드에 대해, 기준 점은 작은 원의 외경 상에 위치된다.

$$r = D_s$$

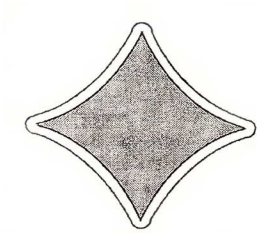
기준 점은 작은 원이 큰 원 내부에서 회전될 때 하이포사이클로이드 형상을 따르고, 작은 원이 큰 원 외부에서 회전될 때 에피사이클로이드 형상을 따른다.



하이포사이클로이드 및 에피사이클로이드는 각각 하이포트로코이드 및 에피트로코이드의 일반적인 경우의 특수한 경우이다. 일반적인 경우에, 기준 점은 임의의 반경에 위치된다. 유체를 처리하기 위한 일 실시예에서, 기준 점은 작은 원 내의 반경에 있다.

$$r = D_s$$

하이포트로코이드 및 에피트로코이드 (및 하이포사이클로이드 및 에피사이클로이드의 특수한 경우)는 기계적으로 취약할 수 있는 비교적 예리한 선단을 갖는다. 선단을 강화하기 위해, 오프셋이 다음의 예에 도시된 바와 같이 추가될 수 있다.



정의된 기하학적 형상(예를 들어, 하이포사이클로이드, 에피사이클로이드, 하이포트로코이드, 에피트로코이드)의 내측 지로터에 대해, 외측 콘쥬게이트(conjugate)는 외측 지로터의 기하학적 형상이다. 개념적으로, 외측 콘쥬게이트는 내측 지로터가 모래 트레이와 결합되어 있다고 상상함으로써 결정될 수 있다. 내측 지로터 및 모래 트레이는 각각 그들 각각의 중심에 대해 회전한다. 상대 회전 속도는 내측 및 외측 톱니의 상대 개수에 의해 결정된다. 외측 콘쥬게이트는 밀려나지 않은 나머지 모래의 형상이다. 몇몇 경우에, 외측 콘쥬게이트는 이름(예를 들어, 하이포사이클로이드, 에피사이클로이드, 하이포트로코이드, 에피트로코이드)을 갖는 잘 정의된 형상이고, 다른 경우에, 외측 콘쥬게이트는 이름을 갖지 않는다.

정의된 기하학적 형상(예를 들어, 하이포사이클로이드, 에피사이클로이드, 하이포트로코이드, 에피트로코이드)의 외측 지로터에 대해, 내측 콘쥬게이트는 내측 지로터의 기하학적 형상이다. 개념적으로, 내측 콘쥬게이트는 외측 지로터가 모래 트레이와 결합되어 있다고 상상함으로써 결정된다. 외측 지로터 및 모래 트레이는 각각 그들 각각의 중심에 대해 회전한다. 상대 회전 속도는 내측 및 외측 톱니의 상대 개수에 의해 결정된다. 내측 콘쥬게이트는 밀려나지 않은 나머지 모래의 형상이다. 몇몇 경우에, 내측 콘쥬게이트는 이름(예를 들어, 하이포사이클로이드, 에피사이클로이드, 하이포트로코이드, 에피트로코이드)을 갖는 잘 정의된 형상이고, 다른 경우에, 내측 콘쥬게이트는 이름을 갖지 않는다.

다음의 표는 내측 및 외측 지로터의 기하학적 형상의 조합을 도시한다.

조합	내측 지로터	외측 지로터	가능?
A	하이포사이클로이드	하이포사이클로이드	예
B	에피사이클로이드	에피사이클로이드	예
C	하이포사이클로이드	에피사이클로이드	예

D	에피사이클로이드	하이포사이클로이드	아니오
E	하이포트로코이드	콘쥬게이트	예
F	콘쥬게이트	하이포트로코이드	예
G	에피트로코이드	콘쥬게이트	예
H	콘쥬게이트	에피트로코이드	예

본원에서 전체적으로 참조된 다음의 문헌들은 오프셋이 있고 없는 하이포사이클로이드, 에피사이클로이드, 하이포트로코이드, 에피트로코이드, 및 콘쥬게이트의 기하학적 형상을 정의하기 위한 상세한 방법을 제공한다.

야로슬라브 스트리체크(Jaroslav Stryczek)에 의한, "사이클로이드형 기어 결합을 갖는 수압 기계(Hydraulic Machines with Cycloidal Gearing)"라는 제목으로, 아카이브 부도비 마스진(Archiwum Budowy Maszyn)(기계 공학 문서국)의 1996년판 제43권의 제1호의 페이지 29 내지 72에 개시된 문헌.

제이.비. 성(J.B. Shung) 및 지.알. 피낙(G.R. Pennock)에 의한 "콘쥬게이트 엔벨로프를 갖는 트로코이드형 기계를 위한 기하학적 특징(Geometry for Trochoidal-Type Machines with Conjugate Envelopes)"이라는 제목으로, 기구학 및 기계 이론의 1994년판 제29권의 제1호의 페이지 25 내지 42에 개시된 문헌.

도46 내지 도49는 상기 표의 조합 E, 하이포트로코이드 내측 지로터(816a) 및 콘쥬게이트 외측 지로터(814a)에 기초한 본 발명의 일 실시예에 따른 지로터 장치(810a)를 도시한다. 지로터 장치(810a)는 압축기 또는 팽창기로서 기능할 수 있고, 도시된 실시예에서, 이는 압축기로 가정된다. 조합 E 지로터들의 장점은 많은 다른 대안에 비해, 매우 큰 체적 용량을 갖는 것이다. 도46 내지 도49에 도시된 예에서, 외측 지로터(814a)는 하우징(812a) 내에 배치되어, 샤프트(801) 및 적합한 베어링(802)과 같은 임의의 적합한 방식에 의해 하우징(812a)에 대해 회전 가능하다. 도47에 가장 잘 도시된 바와 같이, 외측 지로터(814a)는 하나의 선단(때때로, "로브"로 불림)을 포함하지만, 외측 지로터(814a)는 임의의 적합한 개수의 선단을 포함할 수 있다. 외측 지로터(814a)는 외측 지로터(814a)의 내부 표면에 의해 한정된 내측 챔버(830a)로 이어지는 입구 포트(820a)를 포함한다.

도48에 가장 잘 도시된 바와 같이, 하우징(812a)은 임의의 적합한 크기, 형상, 및 배향을 가질 수 있는 복수의 개구(842a)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 개구(842a)는 수직 슬롯이다. 개구(842a)는 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 기계 또는 증기가 외측 지로터(814a)의 내측 챔버(830a)로 진입하도록 허용한다.

내측 지로터(816a)는 내측 챔버(830a) 내에 배치되어, 임의의 적합한 수단에 의해 하우징(812a)의 제1 단부(815a)에 회전 가능하게 결합된다. 도시된 실시예에서, 내측 지로터(816a)는 베어링(803)을 거쳐 출구 파이프(817)에 회전 가능하게 결합된다. 도47에 가장 잘 도시된 바와 같이, 내측 지로터(816a)는 2개의 선단(819a)(즉, "로브")을 포함하지만, 내측 지로터(816a)는 임의의 적합한 개수의 선단을 포함할 수 있다. 또한, 내측 지로터(816a)는 임의의 적합한 구성을 가질 수 있다. 도시된 실시예에서, 내측 지로터(816a)의 외부 표면은 하이포트로코이드에 의해 한정된다. 내측 지로터(816a)는 또한 내측 지로터(816a)의 회전 중의 다양한 시점에서 출구 파이프(817a)와 각각 유체 연통하는 한 쌍의 통로(821a)를 포함한다. 통로(821a)는 임의의 적합한 크기 및 형상을 가질 수 있다.

주로 도47을 참조하면, 일 실시예의 작동에서, 내측 지로터(816a) 및 외측 지로터(814a) 모두가 시계 방향으로 회전하지만, 외측 지로터(814a)가 더 빠르게 (이러한 실시예에서 2배 빠르게) 회전한다. 내측 지로터(816a) 상의 흰색 점은 회전 중의 내측 지로터(816a)의 배향을 도시하기 위한 기준 점일 뿐이며, 다른 기능은 하지 않는다. 기계 또는 증기가 외측 지로터(814a) 내에 위치한 입구 포트(820a)를 통해 진입한다. 회전 시의 특정 지점(위치 3 및 7)에서, 포착된 체적은 최대이다. 회전이 계속됨에 따라, 포착된 체적은 압축된다. 궁극적으로, 압축된 기체는 내측 지로터(816a) 상의 통로(821a)들 중 하나를 통해 아래로 출구 파이프(817a) 내로 그리고 그로부터 외부로 이동한다. 내측 챔버(830a)의 일부가 증가하여 더 많은 공기를 수집하면, 내측 지로터(816a) 상의 통로(821a)들 중 하나가 차단되어 기체가 진입할 수 없다. 내측 챔버(830a)의 일부가 수축되어 기체가 압축되면, 내측 지로터(816a) 상의 통로(821a)들 중 하나가 개방되어 기체가 빠져나가도록 허용한다.

도46에 가장 잘 도시된 바와 같이, 출구 파이프(817a)는 내측 지로터(816a) 내로 상방으로 돌출하여 내측 지로터(816a)의 회전 중의 특정 시점에서 통로(821a)들 중 하나를 차단하는 돌출부(823a)를 포함한다. 돌출부(823a)는 임의의 적합한 구성을 가질 수 있지만, 도시된 실시예에서, 돌출부(823a)는 대체로 반원형이다.

지로터 장치(810a)는 또한 내측 지로터(816a) 및 외측 지로터(814a)의 이동을 동기화하는 동기화 시스템(818a)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 도48 및 49에 가장 잘 도시된 바와 같이, 동기화 시스템(818a)은 정렬 부재(828a) 및 정렬 가이드

(826a)를 포함한다. 정렬 부재(828a)는 페그와 같은 임의의 적합한 정렬 부재일 수 있으며, 정렬 가이드(826a)는 적합하게 형성된 트랙과 같은 임의의 적합한 정렬 가이드일 수 있다. 예를 들어, 도48 및 49에 도시된 바와 같이, 트랙은 심장 형상을 가질 수 있다. 또는, 트랙은 상기 도2에 설명된 방법에 따라 구성된 형상을 가질 수 있다. 다른 실시예에 대한 이전의 개시 내용에서 설명된 것과 같은, 다른 적합한 동기화 시스템이 본 발명에 의해 고려된다. 예를 들어, 기어 세트도 이용될 수 있다. 도49는 본 발명의 일 실시예의 작동 시의 동기화 시스템(818a)을 도시한다. 외측 지로터(814a) 상의 검정색 점은 회전 중의 외측 지로터(814a)의 배향을 도시하기 위한 기준 점일 뿐이며, 다른 기능은 하지 않는다.

도50 및 51은 압축기로만 기능할 수 있는, 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810b)를 도시한다. 지로터 장치(810b)는 지로터 장치(810a)와 대체로 유사하지만, 지로터 장치(810b)는 내측 지로터(816b)의 통로(821b)를 통한 기체의 토출을 조절하기 위해 각각의 통로(821b)에 대해 관련된 복수의 체크 밸브(805)를 갖는 내측 지로터(816b)를 포함한다. 체크 밸브(805)는 임의의 적합한 체크 밸브일 수 있고, 임의의 적합한 방식으로 통로(821b)에 결합될 수 있다. 체크 밸브(805)의 존재 때문에, 출구 파이프(817b)는 돌출부를 포함하지 않는다.

도52는 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810c)를 도시한다. 지로터 장치(810c)는 지로터 장치(810b)와 대체로 유사하지만, 동기화 시스템을 채용하기 보다는, 내측 지로터(916c)와 외측 지로터(814c)가 서로 접촉한다. 마모는 증기 압축 공조기에서 행해지는 바와 같이, 도면 부호 806에 의해 표시된 바와 같이, 공기 내에 윤활제를 포함시킴으로써 최소화될 수 있다. 또는, 내측 지로터(816c)와 외측 지로터(814c)의 접촉 지점은 위에서 설명된 것과 같은, 저마찰 재료로부터 만들어질 수 있다. 일 실시예에서, 물이 윤활제로 사용되면, 적합한 저마찰 재료는 베스코나이트일 수 있다.

도53 내지 도55는 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810d)를 도시한다. 지로터 장치(810d)는 지로터 장치(810b)와 대체로 유사하지만, 그의 동기화 시스템(818d)에 대해, 지로터 장치(810d)는 외측 지로터(814d)에 고정식으로 부착된 페그(828d)를 채용한다. 도54에 도시된 도면 M은 페그(828d)가 내측 지로터(816d) 내에 위치한 선형 트랙(826d) 내에서 이동하는 것을 도시한다. 페그(828d) 및 선형 트랙(826d)은 임의의 적합한 재료로부터 구성될 수 있다. 또는, 페그(828d) 및 선형 트랙(826d)은 위에서 설명된 것과 같은, 저마찰 재료로 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 물이 윤활제로 사용되면, 적합한 저마찰 재료는 베스코나이트일 수 있다. 동기화 시스템(818d)은 또한 오일 또는 그리스와 같은 임의의 적합한 윤활제와 함께 사용될 수 있다. 또 다른 실시예로서, 페그(828d)는 선형 트랙(826d) 내에서 구르는 롤러 베어링으로 구성될 수 있다. 도55는 본 발명의 일 실시예의 작동 시의 동기화 시스템(818d)을 도시한다. 도시된 작은 검정색 점들은 회전 중의 외측 지로터(814a) 및 내측 지로터(816d)의 배향을 도시하기 위한 기준 점일 뿐이다.

도56 내지 도59는 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810e)를 도시한다. 지로터 장치(810e)는 압축기 또는 팽창기로서 기능할 수 있지만, 여기서, 이는 압축기로 가정된다. 지로터 장치(810e)는 지로터 장치(810d)와 유사한 동기화 시스템(818e)을 갖지만, 내측 및 외측 지로터의 이동은 다른 적합한 방식으로 동기화될 수 있다. 이러한 실시예에서, 지로터 장치(810e)는 중심의 출구 파이프 보다는 외측 지로터(814e)의 전면판(808) 내에 형성된 출구 포트(807)를 통한 기체의 토출을 고려한다. 도면 N(도57)은 기체가 하우징(812e) 내에 형성된 배기 포트(809)를 통해 빠져나가기 위해 출구 포트(807)를 통해 이동하는 외측 지로터(814e) 내에 형성된 작은 노치(844)를 도시한다. 노치(844), 출구 포트(807), 및 배기 포트(809)는 임의의 적합한 크기 및 형상을 가질 수 있다. 도면 O(도58)는 출구 포트(807)를 단면으로 도시하고, 도면 P(도59)는 배기 포트(809)를 단면으로 도시한다. 배기 포트(809)의 위치 및 길이는 지로터 장치(810e)에 대한 압축비를 결정한다. 일반적으로, 더 긴 배기 포트(809)는 더 낮은 압축 장치를 의미하고, 더 짧은 배기 포트(809)는 더 높은 압축 장치를 의미한다. 이러한 실시예에서, 내측 지로터(816e) 및 외측 지로터(814e)는 하우징(812e)에 고정식으로 결합된 샤프트(843)를 거쳐 하우징(812e)에 회전 가능하게 결합될 수 있다.

도60 및 도61은 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810f)를 도시한다. 지로터 장치(810f)는 지로터 장치(810e)와 대체로 유사하지만, 입구 공기가 측벽보다는 하우징(812f)의 단부벽(846) 내에 형성된 입구 포트(845)로부터 진입한다. 다른 실시예에서, 공기는 하우징(812f)의 단부벽(846) 및 측벽으로부터 진입할 수 있다. 도면 II(도61)은 공기가 입구 포트(848)를 거쳐 외측 지로터(814f)로 진입하도록 허용하는 노치(847)를 도시한다. 도면 JJ는 공기가 유동하는 입구 포트(848)를 도시한다. 도면 KK는 하우징(812f) 내의 입구 포트(845)를 도시한다. 노치(847), 입구 포트(848), 및 입구 포트(845)는 임의의 적합한 크기 및 형상을 가질 수 있다.

도62 및 도63은 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810g)를 도시한다. 지로터 장치(810g)는 지로터 장치(810f)와 대체로 유사하지만, 토출은 노치보다는 구멍(849)을 통해 이루어진다. 몇몇 실시예에서, 도56 및 62의 토출 방법들이 조합되어 기체가 구멍 및 노치로부터 토출되도록 허용하는 것이 가능하다. 도면 LL(도63)은 노치가 없는 것을 도시하고, 도면 MM은 기체가 빠져나가는 구멍(849)을 도시한다. 도면 NN은 도59의 배기 포트(809)와 유사하게 기능하는 하우징(812g) 내의 배기 포트(850)를 도시한다.

도64 내지 도68은 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810h)를 도시한다. 이러한 실시예에서, 외측 지로터(814h)는 고정되어 있고, 별도의 하우징이 없다. 외측 지로터(814h)는 외측 지로터(814h)의 내부 표면에 의해 한정된 내측 챔버(830h)로 이어지는 적어도 하나의 입구 포트(820h)를 포함한다. 제1 샤프트(851)가 외측 지로터(814h)에 회전 가능하게 결합되고, 디스크(852)가 제1 샤프트(851)에 결합된다. 제2 샤프트(853)가 디스크(852)에 결합되고, 제1 샤프트(851)의 회전 축으로부터 오프셋된다. 이러한 배열은 내측 챔버(830h) 내에서의 내측 지로터(816h)의 회전 및 궤도 운동을 용이하게 하고, 이는 내측 지로터가 제2 샤프트(853)에 회전 가능하게 결합되기 때문이다. 도65에 가장 잘 도시된 바와 같이, 내측 지로터(816h) 상의 흰색 점은 회전 중의 내측 지로터(816h)의 배향을 도시하는 기준 점일 뿐이다. 또한, 내측 지로터(816h)의 회전 중심이 도65에 도시되어 있다.

이러한 실시예의 작동 시에, 기체는 외측 지로터(814h) 상의 측면 포트(820h)를 통해 진입하고, 외측 지로터(814h) 내에 형성된 출구 포트(854)를 통해 빠져나간다. 출구 포트(854)가 임의의 적합한 위치에 형성될 수 있지만, 도시된 실시예에서, 출구 포트(854)는 입구 포트(820h)를 출구 포트(854)로부터 분리시키는 선단의 대향 측면 상에 위치된다. 내측 지로터(816h) 및 외측 지로터(814h)의 이동은 도68에 도시된 동기화 시스템(818h)에 의해서와 같은, 임의의 적합한 방식으로 동기화될 수 있다.

도66 및 67은 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810h)가 외측 지로터(814h)의 출구 포트(854)를 통한 기체의 토출을 조절하기 위해 출구 포트(854)와 관련된 체크 밸브(855)를 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 또한, 도67의 도면 R은 외측 지로터(814h)의 단부벽(857)이 추가의 기체 출구를 위해 내부에 형성된 개구(858)를 가질 수 있다는 것을 도시한다. 개구(858)는 그를 통한 기체의 토출을 조절하기 위해 관련 체크 밸브(856)를 가질 수 있다. 체크 밸브(855, 856)는 임의의 적합한 체크 밸브일 수 있고, 임의의 적합한 방식으로 출구 포트(854) 및 개구(858)에 결합될 수 있다.

도69는 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810i)를 도시한다. 지로터 장치(810i)는 지로터 장치(810a, 상기 도46 및 47 참조)와 대체로 유사하지만, 지로터 장치(810i)의 내측 지로터(816i)가 4개의 선단(819i)을 갖고, 외측 지로터(814i)가 3개의 선단을 갖는다. 내측 지로터(816i)는 내측 챔버(830i) 내에 배치되어, 출구 파이프(817i)에 회전 가능하게 결합된다. 도시된 실시예에서, 내측 지로터(816i)의 외부 표면은 하이포사이클로이드에 의해 한정된다. 내측 지로터(816i)는 내측 지로터(816i)의 회전 중의 다양한 시점에서 출구 파이프(817i)와 각각 유체 연통하는 복수의 통로(821i)를 포함한다. 통로(821i)는 임의의 적합한 크기 및 형상을 가질 수 있다. 출구 파이프(817i)는 내측 지로터(816i) 내로 상방으로 돌출하여 내측 지로터(816i)의 회전 중의 특정 시점에서 4개의 통로(821i)들 중 3개를 차단하는 돌출부(823i)를 포함한다. 이러한 실시예의 돌출부(823i)는 불완전 고리 형상이지만, 다른 구성이 본 발명에 의해 고려된다.

도70은 트랙이 내측 지로터(816i)와 같은, 내측 지로터 상으로 그려지는 방법을 도시한다. 바아(860)가 외측 지로터, 이러한 경우에 외측 지로터(814i)에 고정식으로 부착된다. 내측 및 외측 지로터들이 서로에 대해 회전할 때, 바아(860) 상의 지점(861)은 내측 지로터(816i) 상의 트랙(862, 도71)의 윤곽을 그린다. 도72는 트랙(862)을 따라 활주하는 외측 지로터(814i) 상에 위치된 페그(863)를 도시한다. 도53에 도시된 측면도는 페그(863) 및 트랙(862)의 배치를 일례로 도시한다. 다른 적합한 동기화 시스템이 본 발명에 의해 고려된다.

도73은 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810j)를 도시한다. 지로터 장치(810j)는 지로터 장치(810i)와 대체로 유사하지만, 지로터 장치(810j)는 내측 지로터(816j)의 통로(821j)를 통한 기체의 토출을 조절하기 위해, 각각의 통로(821j)와 관련된 복수의 체크 밸브(865)를 갖는 내측 지로터(816j)를 포함한다. 체크 밸브(865)는 임의의 적합한 체크 밸브일 수 있고, 임의의 적합한 방식으로 통로(821j)에 결합될 수 있다. 체크 밸브(865)의 존재 때문에, (명확하게 도시되지 않은) 출구 파이프는 돌출부를 포함하지 않는다.

도74 및 75는 본 발명의 다른 실시예에 따른 지로터 장치(810k)를 도시한다. 지로터 장치(810k)는 지로터 장치(810h, 도 64 및 65 참조)와 대체로 유사하지만, 내측 지로터(816k)가 4개의 선단(819k)을 갖고, 외측 지로터(814k)가 3개를 갖는다. 도75는 기체가 지로터 장치(810k)를 빠져나가기 위한 추가의 수단을 제공하는 임의의 적합한 개수의 체크 밸브(867)를 갖는 가능한 밸브 플레이트(866)를 도시한다.

도76은 지로터 장치(810k)에 대한 복수의 페그(868) 및 트랙(869)을 도시한다. 간단하게 하기 위해, 외측 지로터(814k)의 입구 및 출구 포트는 명확하게 도시되지 않았다. 도시된 실시예에서, 트랙(869)의 형상은 하이포사이클로이드이다. 내측 지로터(816k)의 외측 형상은 하이포사이클로이드에 오프셋을 추가함으로써 발생될 수 있다.

도77 내지 도80은 본 발명의 일 실시예에 따른 전면 흡배기 엔진 시스템(900a)을 도시한다. 엔진 시스템(900a)은 동력이 외측 지로터(914a, 914a')로부터 적합한 기어 세트(902, 도79의 도면 DD 참조)를 거쳐 외부의 회전 가능한 샤프트(901)로 전달되는 점에서, 도20에 도시된 엔진 시스템(300o)과 유사하다. 그러한, 엔진 시스템(900a)은 도79 및 도80과 관련하여 아래에서 설명되는 바와 같이, 열 관리 시스템 및 구성요소를 채용하기 때문에 다르다.

도78을 참조하면, 도면 AA는 압축기 밸브 플레이트(903)를 도시한다. 입구 포트(904)가 우측에 있고, 작은 출구 포트(905)가 좌측 하부에 있다. 입구 포트(904)와 출구 포트(905) 사이의 작은 구멍(906)은 부분적으로 압축된 공기의 작은 부분이 도면 부호 908에 의해 표시된 바와 같이, 팽창기 섹션(907a)에 대한 냉각을 목적으로 유출되도록 허용한다. 도면 BB는 내측 압축기 지로터(916a)의 선단 상에서 외측 압축기 지로터(914a)의 내측 모서리를 따른 저마찰 삽입물(909)을 도시한다. 삽입물(909)은 내측 압축기 지로터(916a)와 외측 압축기 지로터(914a) 사이의 직접 접촉을 허용하여, 그들의 회전을 동기화한다. 도면 CC는 내측 압축기 지로터(916a) 및 외측 압축기 지로터(914a)의 하부를 도시하고, 실질적인 물리적 접촉이 없다. 기어 또는 페그/캠과 같은 다른 적합한 동기화 시스템이 이용될 수 있다. 압축기 섹션(911a)에 대한 추가의 세부 사항에 대해서는 도16 내지 도22를 참조한다.

도79를 참조하면, 도면 EE는 외측 압축기 지로터(914a)와 외측 팽창기 지로터(914a') 사이에 결합된 방열 장치(918a)를 통한 단면도를 도시한다. 몇몇 실시예에서, 방열 장치(918a)는 열 발산을 돕기 위해 외부에 복수의 핀(919, fin)을 포함할 수 있다. 방열 장치(918a)는 핀(919)으로 열을 전달하는 것을 돕기 위해, 두꺼운 단면을 갖는 중실 금속과 같은 임의의 적합한 재료로 구성될 수 있다. 또는, 방열 장치(918a)는 큰 용량으로 핀(919)에 열을 전달할 수 있는 적합한 열 파이프일 수 있다. 또한, 팽창기 섹션(907a)의 천공된 하우징(912a)이 도면 EE에 도시되어 있다.

도면 FF는 방열 장치(918a)에 결합된 외측 팽창기 지로터(916a')의 상부(921)를 도시한다. 연속적인 연결보다는, 상부(921)는 고온의 외측 팽창기 지로터(916a')와 방열 장치(918a) 사이의 열 전달을 위한 단면적을 최소화하기 위해 방열 장치(918a)에 단속적으로 결합되도록 단편화된다. 도면 FF의 중심에, 원심력에 의해 팽창기 섹션(907a) 내의 중심 샤프트(925)의 주 통로(924)를 거쳐 냉각 공기를 흡입하는, 내부에 형성된 복수의 부 통로(923)를 갖는 회전 디스크(922)가 있다. 회전 디스크(922)는 엔진 시스템(900a)의 작동 중에 공기를 외측 팽창기 지로터(914a')를 향해 유도한다. 도면 GG(도80)는 외측 팽창기 지로터(914a') 내의 작은 구멍(928)과 정렬된 작은 구멍(927)을 포함하는 팽창기 밀봉 플레이트(926)를 도시한다.

도면 HH는 외측 팽창기 지로터(914a') 및 내측 팽창기 지로터(916a')를 도시한다. 도시된 실시예에서, 외측 팽창기 지로터(914a') 및 내측 팽창기 지로터(916a') 모두는 세라믹으로부터 형성되지만, 다른 적합한 재료도 본 발명에 의해 고려된다. 내측 팽창기 지로터(916a')는 스플라인에 의해, 연속된 방식으로 중심 샤프트(925)에 결합되어, 내측 팽창기 지로터(916a')로부터 중심 샤프트(925)로의 열 전달을 최소화한다. 외측 팽창기 지로터(916a')의 작은 구멍(928) 이외에, 내측 팽창기 지로터(916a')는 또한 냉각 공기가 유동하는 작은 구멍(929)을 포함하여, 내측 팽창기 지로터(916a') 및 외측 팽창기 지로터(914a')의 온도 조절을 가능케 한다. 위에서 설명된 바와 같이, 냉각 공기는 압축기 섹션(911a)으로부터 구멍(906)을 거쳐 유출된다. 냉각 공기가 지로터 및 방열 장치(918a)를 통해 유동한 후에, 이는 따뜻해진다. 이는 주위 공기 내로 토출될 수 있거나, 충분히 따뜻하면, 이는 연소기 이전의 압축 공기를 예비 가열하도록 사용될 수 있다. 도77을 참조하면, 중공 중심 샤프트(925)를 통해 유동하는 냉각 공기는 그를 냉각되게 유지한다. 또한, 핀 또는 열 파이프가 하부 베어링을 냉각되게 유지할 수 있다.

엔진 시스템(900a)에 대한 정지 절차는 연소 시의 온도를 감소시키고, 동시에 팽창기 섹션(907a)의 내측 및 외측 지로터를 통해 냉각 공기를 유동시키는 것을 포함한다. 온도가 감소되면, 엔진 효율은 감소되고, 따라서 엔진에 대한 부하를 제거하거나 감소시킬 필요가 있을 수 있다. 팽창기 섹션(907a)의 내측 및 외측 지로터가 충분히 냉각되면, 엔진은 멈춘다.

도81 내지 도86은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전면 흡배기 엔진 시스템(900b)을 도시한다. 엔진 시스템(900b)은 상부에서 압축기 섹션(911b)을 그리고 하부에서 팽창기 섹션(907b)을 포함한다. 도면 A(도82)는 구멍(906b)을 거쳐 입구 및 출구 압력 사이의 중간 압력에서 소량의 공기의 유출을 허용하는 밸브 플레이트(903b)를 도시한다. 이러한 유출 공기는 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 팽창기 섹션(907b)의 구성요소를 냉각하도록 사용될 수 있다. 도면 B는 내측 압축기 지로터(916b)와 외측 압축기 지로터(914b) 사이의 교차부를 도시한다. 도면 C는 압축기 섹션(911b)의 밀봉 플레이트(930)를 도시한다.

도면 D(도83)는 엔진 시스템(900b)에 대한 동기화 시스템(917b)을 도시하지만, 다른 적합한 동기화 시스템이 본 발명에 의해 고려된다. 도면 D는 또한 압축기 섹션(911b)에 대한 하우징(912b)을 도시한다.

도84를 참조하면, 도면 F는 팽창기 섹션(907b)의 외측 하우징(912b')이 주위 공기가 하우징(912b')으로 진입하도록 허용하여 팽창기 섹션(907b')의 모든 금속 구성요소를 냉각하기에 적합하게 천공된 것을 도시한다. 이러한 금속 구성요소 중 하나는 냉각을 용이하게 하기 위해 선택적인 핀(919b)을 갖는 방열 장치(918b)이다. 다른 실시예에서, 방열 장치(918b)는 중공일 수 있고, 엔진 시스템(900b)이 작동하고 있을 때 왁스 또는 금속과 같은 중실의 적합한 상변화 재료를 포함할 수 있다. 엔진 시스템(900b)이 정지되면, 상변화 재료는 용융되어 팽창기 섹션(907b)으로부터 열 민감성일 수 있는 다른 구성요소(예를 들어, 베어링)로 전달되는 열 에너지를 흡수한다. 또는, 중공 섹션은 저온에서 열을 방출하고 고온에서 열을 흡수하는 역 화학 반응에 참여하는 화학 물질을 함유할 수 있다. 이러한 중공 섹션에 대한 필요성은 엔진 시스템(900b)을 정지되기 전에 냉각 모드로 운전함으로써 제거될 수 있다. 세라믹 구성요소는 민감성 구성요소를 손상시키기에 충분한 고온이 아니다. 또한, 액체 물이 정지 직전에 온도 민감성인 그러한 구성요소 상에 분사될 수 있다. 도면 G는 방열 장치(918b)의 내부에 결합된 적합한 금속으로부터 형성된 스프링 컵(932)을 도시한다. 외측 팽창기 지로터(914b')의 세라믹 단부 플레이트(933)가 스프링 컵(932) 내에 배치되고, 내부에 형성된 복수의 냉각 구멍(934)을 포함한다.

이제 도85를 참조하면, 도면 H는 세라믹으로 만들어진 내측 팽창기 지로터(916b') 및 외측 팽창기 지로터(916b')를 도시한다. 도시된 외측의 단편화된 금속 링은 스프링 컵(932)의 하부이다. 이는 외측 팽창기 지로터(914b')의 열 팽창을 수용하도록 단편화된다. 도면 I는 팽창기 섹션(907b)에 대한 밸브 플레이트(935)를 도시한다.

도86은 스프링 컵(932)의 사시도를 도시한다. 스프링 컵(932)의 종방향 핑거(936)의 선단은 방사상 돌출부(937)를 포함하고, 이는 스프링 컵(932)이 외측 팽창기 지로터(916b')의 홈(938) 내로 로킹되도록 허용한다 (도81의 확대된 세부 참조). 이러한 배열은 직접적인 금속/세라믹 결합이 없이 외측 팽창기 지로터(916b')의 정밀한 위치 설정을 가능케 한다. 더욱이, 이는 세라믹과 금속의 상이한 열 팽창률을 수용한다.

세라믹을 고온에서 작동하도록 허용하고 금속 구성요소에 대한 손상을 방지하기 위해, 중간 압력이 압축기 섹션(911b)으로부터 방출되어, 각각 내측 팽창기 지로터(916b') 및 외측 팽창기 지로터(914b') 내의 구멍(940, 941)을 통해 전달된다 (도85 참조). 또한, 중심 샤프트(942)가 너무 뜨거워지는 것을 방지하기 위해, 밀봉 플레이트(930, 도82의 도면 C)로부터 누출된 압축기 기체는 엔진의 중심을 따라 아래로 유동하여, 내측 팽창기 지로터(816b')의 내부를 냉각하고, 바닥 부근의 포트(943)를 통해 빠져나간다. 필요하다면, 바닥의 베어링이 냉각 온도를 유지하기 위해, 핀 또는 몇몇 다른 방열 장치 기구를 가질 수 있는 하우징의 섹션 내로 장착된다.

도87의 (a)는 배기 포트를 통해 떠나는 기체를 위한 추가의 면적을 제공하여 더욱 효율적인 흡배기를 가능케 하는 복수의 노치(950)를 갖는 내측 지로터(916c)를 도시한다. 도87은 하이포사이클로이드 상의 노치를 도시하지만, 이들은 에피사이클로이드, 하이포트로코이드, 에피트로코이드, 및 콘주게이트와 같은 다른 적합한 기하학적 형상부 상에서 사용될 수 있다. 유사한 노치들이 외측 지로터 상에서 사용될 수 있다. 2개의 에피사이클로이드로 구성된 지로터 세트에 대한 실시예에서, 노치(950)는 동일한 이점을 달성하기 위해 외측 지로터 상에 존재한다. 노치(950)는 효율에 악영향을 미치는 사체적을 추가하고, 노치 내에 포착된 모든 고압 기체는 흡기 포트에 이송되어 비생산적으로 배기된다. 그러한 기체를 압축하기 위해 취하는 에너지는 폐기된다. 이러한 효율 문제를 극복하기 위해, 흡기 포트의 형상이 조정될 수 있다. 일 실시예에서, 노치(950)는 쉼기형이며, 기부에서 얇고 상부에서 깊다.

도87의 (b)는 종래의 밸브 플레이트(951)를 도시한다. 밸브 플레이트(951)의 흡기 섹션(952)은 밀봉 섹션(953)에 인접한다. 노치(950) 내에 담긴 모든 고압 기체는 흡기 섹션(952)으로 손실된다. 도87의 (c)는 작은 흡기 포트(952')를 갖는 변형된 밸브 플레이트(951')를 도시한다. 밀봉 섹션(953')과 흡기 섹션(952') 사이에 팽창 섹션(954)이 있다. 노치(950) 내에 포착된 모든 고압 기체는 팽창 섹션(954) 내에서 팽창되고, 이는 지로터에 토크를 인가하고 이러한 고압 포착 기체 내에 투입된 에너지의 상당 부분을 회복한다.

도88 내지 도90은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 선단 흡배기 지로터(960a, 960b)를 도시한다. 도88의 (a)는 외측 지로터(963)의 벽에 대한 지지를 제공하는 외측 지로터(963) 둘레에 감긴 지지 링 또는 보강 밴드(962)를 도시한다. 보강 밴드(962)는 그래파이트 섬유, 다른 고강도, 고강성 재료, 또는 다른 적합한 재료로 구성될 수 있다. 도88의 (b)는 외측 지로터(965)의 선단들 사이를 결합시키는 보강 결속부(964)를 도시한다. 도89의 (a)는 시일(966a)이 보강 밴드(962)를 수용하기 위한 노치(967)를 요구하는 것을 도시한다. 대조적으로, 도89의 (b)는 결속부(964)에 대한 시일(966b)은 노치를 요구하지 않는 것을 도시한다. 노치가 없는 시일(966b)이 양호하고, 이는 축방향 열 팽창으로 인한 간섭이 없기 때문이다. 그러나, 도89의 (b)에 도시된 실시예에서 더 많은 사체적이 있다.

도90의 (a)는 선단 흡배기 지로터(970a)의 종래의 밀봉 시스템을 도시한다. 선단(971) 내에 포착된 모든 고압 기체가 이러한 고압 기체에 투입된 에너지를 재포착하지 않고서 흡기 영역(972a)으로 이송된다. 도90의 (b)는 추가된 팽창 섹션(973b)을 갖는 선단 흡배기 지로터(970b)의 개선된 밀봉 시스템을 도시하고, 선단(971b)의 사체적 내에 포착된 고압 기체는 재팽창될 기회를 갖고 지로터에 토크를 부가하여, 포착된 고압 기체에 투입된 에너지의 상당 부분을 회복한다.

도91 내지 도94는 대향 단부에서의 상부 밸브 플레이트(840m) 및 하부 밸브 플레이트(841m)를 허용하는 본 발명의 일 실시예에 따른 전면 흡배기 지로터 장치(810m)를 도시한다. 여분의 흡배기 영역은 더 긴 압축기 (또는 고압 기체가 더 작은 포트)를 통해 진입하는 경우에, 팽창기)를 허용한다.

도92를 참조하면, 도면 A는 상부 밸브 플레이트(840m)를 도시한다. 도면 B는 하우징(812m) 내에 배치된 외측 지로터(814m)를 도시한다. 외측 지로터(814m)는 기체가 상부 밸브 플레이트(840m)와, 내측 지로터(186m) 및 외측 지로터(914m) 사이의 공극 사이를 통과하도록 허용하는 복수의 슬롯(870m)을 포함한다. 이러한 슬롯(870m)이 사체적을 추가하기 때문에, 상부 밸브 플레이트(840m)는 사체적 내에 포착된 모든 고압 기체로부터 일을 추출하기 위한 팽창 섹션(871)을 포함한다.

도93을 참조하면, 도면 C는 위에서 설명된 베스코나이트와 같은 저마찰, 저마모 재료를 통해 내측 지로터(816m)와 외측 지로터(814m) 사이의 직접 접촉을 허용하는 동기화 시스템(818m)을 도시한다. 다른 적합한 동기화 시스템이 채용될 수 있다. 도면 D는 내측 지로터(816m) 및 외측 지로터(814m)의 상호 작용을 도시하고, 작은 갭이 있어서, 이러한 구성요소들은 접촉하지 않는다.

도94를 참조하면, 도면 E는 기체가 하부 밸브 플레이트(841m)와, 내측 지로터(816m) 및 외측 지로터(814m) 사이의 공극 사이를 통과하도록 허용하는 외측 지로터(814m) 내의 슬롯(873)을 도시한다. 도면 F는 하부 밸브 플레이트(841m)를 도시한다.

도95는 내측 지로터(816n) 및 외측 지로터(814n)로 구성된 동기화 시스템(818n)을 도시한다. 동기화 시스템(818n)은 내측 지로터(816n) 및 외측 지로터(814n)의 그들 각각의 중심으로부터의 열 팽창을 수용하도록 설계된다. 도95의 (a)는 갭(880)이 내측 지로터(816n)의 상부 선단에서 개방된 것을 도시한다. 또한, 내측 지로터(816n)의 바닥 선단에서 간섭이 있다. 그러나, 내측 지로터(816n)의 좌측 선단에서, 내측 지로터(816n) 및 외측 지로터(814n)의 팽창은 그들 각각의 중심으로부터 거의 동일하다. 좌측 선단은 가장 정밀한 동기화를 위한 양호한 접촉 선단이다. 도95의 (a)의 점선(883)에 의해 도시된 바와 같이, 외측 지로터(814n)로부터 재료를 절결하는 것은 바닥 선단의 간섭을 방지한다. 도95의 (b)는 각각의 선단의 부분(884)이 열 팽창을 허용하기 위해 제거되어 있는 외측 지로터(814n)의 최종 형상을 도시한다.

도96의 (a)는 위상 변화된 선단 세트가 동기화 시스템(818o)의 외측 지로터(814o)에 추가되어, 더 넓은 표면적에 걸쳐 하중을 분산시키는 추가의 접촉 표면을 제공할 수 있는 것을 도시한다. 도시된 실시예에서, 선단의 개수는 2배이지만, 선단의 개수는 1보다 큰 임의의 적합한 양의 정수에 의해 곱해질 수 있다. 도96의 (b)는 위상 변화된 선단 세트가 내측 지로터(816o)에 추가될 수 있는 것을 도시한다. 도96의 (c)는 정합된 내측 지로터(816o) 및 외측 지로터(814o)를 도시한다.

도97의 (a)는 내측 동기화 지로터(816p)의 복수의 선단(885)이 완전한 원통부로 구성될 수 있는 것을 도시한다. 원통부의 단지 일부만이 외측 지로터(814p)와 실제로 접촉한다. 유극 손실을 감소시키기 위해, 원통부는 도97의 (b)에서와 같이 반원통부(886)로 또는 원통부의 몇몇 다른 부분으로 절단될 수 있다. 원통부는 도97의 (c)에 도시된 바와 같이 내측 지로터(816p)의 외측 모서리에 또는 도97의 (d)에 도시된 바와 같이 내측 지로터(816p)의 주연부에 장착될 수 있다.

도98의 (a)는 훨씬 더 위상 변화된 선단 세트(887, 888)가 각각 외측 지로터 및 내측 지로터에 추가될 수 있는 것을 도시한다. 도98의 (b)는 위상 변화된 선단 세트의 개수가 매우 높은 수로 증가할 때, 외측 지로터의 하이포사이클로이드 부분들은 무관하게 되고, 동기화는 엄격하게 수형 및 암형 반원형 선단을 통해서 발생할 수 있다. 도98의 (b)는 내측 지로터 상의 수형 선단(889) 및 외측 지로터 상의 암형 선단(890)을 도시한다. 도99는 이것이 역전될 수 있는 것을 도시하고, 수형 선단이 외측 지로터 상에 그리고 암형 선단이 내측 지로터 상에 있을 수 있다.

도100 내지 도103은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전면 흡배기 지로터 장치(810r)를 도시한다. 지로터 장치(810r)는 지로터 장치(810m)와 대체로 유사하지만, 지로터 장치(810r)는 상부에 동기화 시스템(818r)을 포함하여, 바닥면으로부터만 흡배기할 수 있다. 압축기로 도시되어 있지만, 지로터 장치(180r)는 팽창기로도 역할할 수 있다. 도면 A(도101)는 동기화 시스템(818r)이 도99에 도시된 것과 유사한 것을 도시하지만, 다른 적합한 동기화 시스템이 본 발명의 의해 고려된다. 도면 B는 밀봉 플레이트(892)를 도시한다.

도102를 참조하면, 도면 C는 내측 지로터(816r) 및 외측 지로터(814r)의 상호 작용을 도시한다. 도103의 도면 D는 하부 밸브 플레이트(841r)와 내측 지로터(816r) 및 외측 지로터(814r) 사이의 공극 사이에서 기체 통과를 허용하는 외측 지로터(814r) 내의 슬롯(894)을 도시한다. 도면 E는 도94의 하부 밸브 플레이트(841)와 유사한 하부 밸브 플레이트(841r)를 도시한다.

도104는 본 발명의 일 실시예에 따른 브레이튼 사이클 엔진 내의서 동력 증강을 얻기 위한 방법을 도시한다. 도104의 (a)는 동력 증강이 필요할 때, 액체 물(990a)이 연소기(991a)에 추가될 수 있는 것을 도시한다. 연소기(991a)에서, 여분의 연료가 액체 물을 증기화하도록 추가되어 증기를 만들 수 있다. 고압 기체의 여분의 체적은 그 다음 추가의 동력을 발생시키는 팽창기(992a)로 보내진다. 압축기(993a) 및 팽창기(992a)가 공통 샤프트(994a)를 통해 고정식으로 결합되지 않으면, 여분의 동력은 팽창기(992a)의 더 빠른 회전의 형태가 된다. 또는, 그들이 공통 샤프트(994a)를 통해 고정식으로 결합되면, 팽창기(992a)의 입구 포트가 개방되어 추가의 체적을 수용할 수 있다. 이러한 경우에, 기체는 그가 팽창기(992a)를 빠져나갈 때 완전히 팽창되지 않아서, 효율을 감소시킨다.

도104의 (b)는 동력 증강을 얻기 위한 다른 실시예를 도시한다. 도104의 (b)에 도시된 실시예에서, 액체 물(990b)은 높은 열 용량을 갖는 2차 열 교환기(995b)로 추가된다. 액체 물이 열 교환기(995b)에 추가되면, 열 교환기(995b)의 열 용량은 액체 물을 증기화하기 위한 에너지를 제공하고, 그러므로 액체 물이 아닌 증기가 연소기(991b)로 진입한다. 결과적으로, 열 교환기(995b)의 열 용량은 소진되지만, 그 다음 연소기(991b)로의 연료 속도는 증가되어 여분의 부하를 수용할 수 있다.

브레이튼 사이클 엔진에 대해 실시될 수 있는 제어 계획은 아래와 같다.

1. 일정한 압축비를 유지하고, 연소기 온도를 변화시킨다. 그러나, 이는 매우 효율적이지 않을 수 있다. 부분 부하에서, 열은 재료에 의해 허용되는 최대 온도에서 전달되지 않는다. 효율적인 열 엔진을 위해, 열이 추가되는 온도가 가능한 한 높은 것이 필요할 수 있다.
2. 일정한 압축비와 최대 연소기 온도를 유지한다. 이러한 엔진은 일정한 토크에서 작동한다. 동력 출력은 엔진 속도를 조정함으로써 변화될 수 있다. 부하의 토크 요구를 증가시키는 것은 엔진을 느리게 하고, 부하의 토크 요구를 감소시키는 것은 엔진을 빠르게 한다.
3. 압축비와 연소기 온도를 변화시킨다. 각각의 압축비에서, 팽창기를 빠져나가는 기체의 과다 팽창 또는 과소 팽창을 방지하는 최적의 연소기 온도가 있다.
4. 일정한 압축비와 연소기 온도를 유지하고, 압축기로의 흡입 공기를 스로틀링한다. 압축기 입구에 저항을 추가하는 것은 오토 사이클 엔진에서 행해지는 바와 같이, 공기 유동을 제한한다. 이는 동력 출력을 조절하도록 사용될 수 있지만, 이는 스로틀을 가로지른 압력 강하와 관련된 비가역성 때문에, 매우 효율적이지 않을 수 있다.

압축비를 변화시키는 상기의 그러한 제어 계획에 대해, 압축기의 토출 포트 및 팽창기의 입구 포트는 면적을 변화시키는 기구를 필요로 할 수 있다. 몇몇의 그러한 기구는 위에서 또는 미국 특허 출원 제10/359,487호에 설명되어 있다. 장치가 사체적을 갖고 압축비가 변화되면, 압축기 및 팽창기의 입구 및 출구 포트는 최적의 성능을 위해 변화되어야 한다.

본 발명의 실시예 및 그의 장점이 상세하게 설명되었지만, 당업자는 본 발명의 취지 및 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 변경, 추가, 및 생략을 이룰 수 있다.

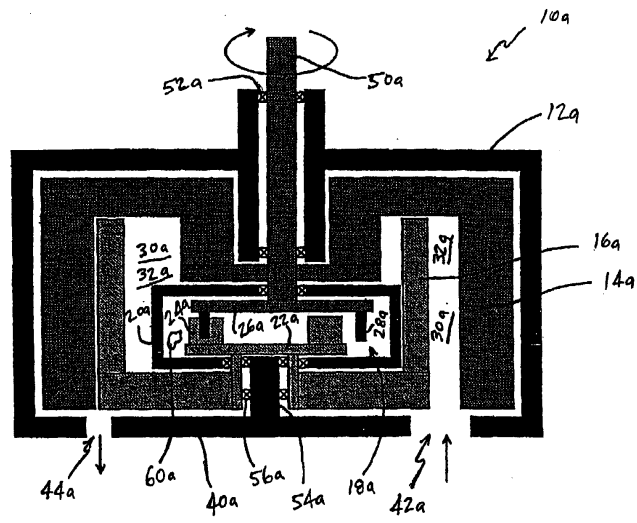
도면의 간단한 설명

본 발명의 더욱 완전한 이해를 위해, 그리고 다른 특징 및 장점에 대해, 이제 첨부된 도면과 관련하여 취해지는 다음의 설명이 참조된다.

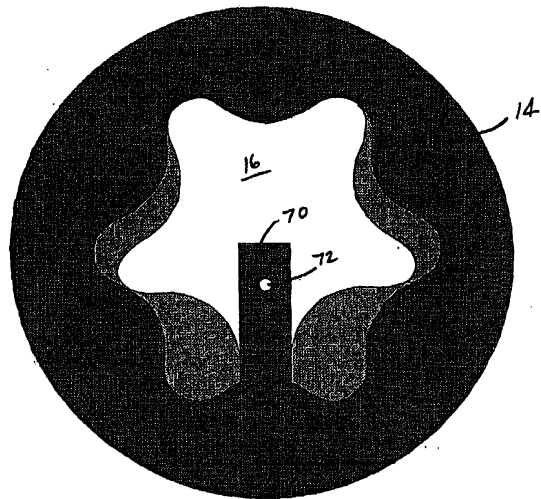
도1 내지 도104는 지로터 장치 및 구성요소의 다양한 실시예와, 준등온 브레이튼 사이클 엔진의 관련 기술을 도시한다.

도면

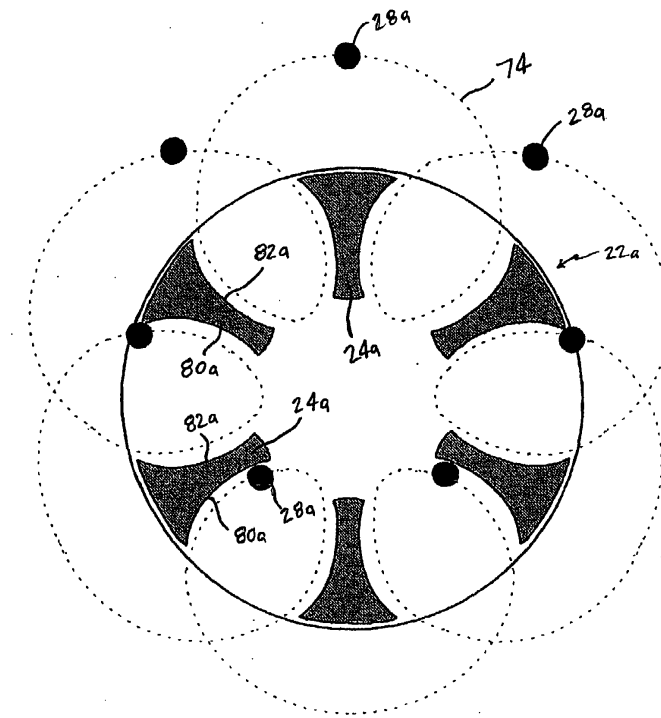
도면1



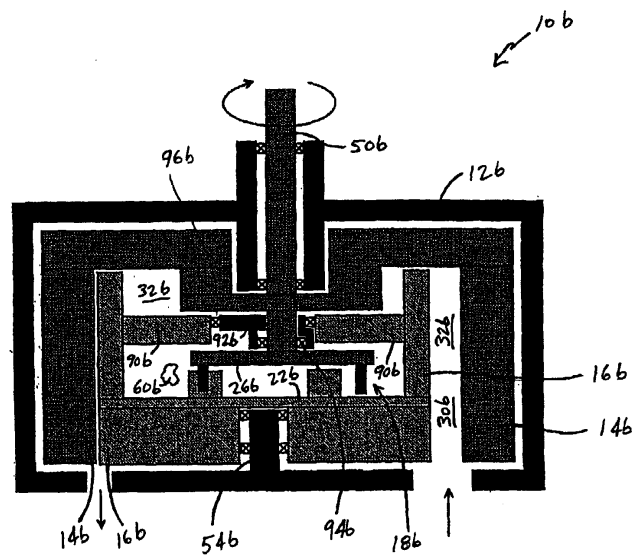
도면2



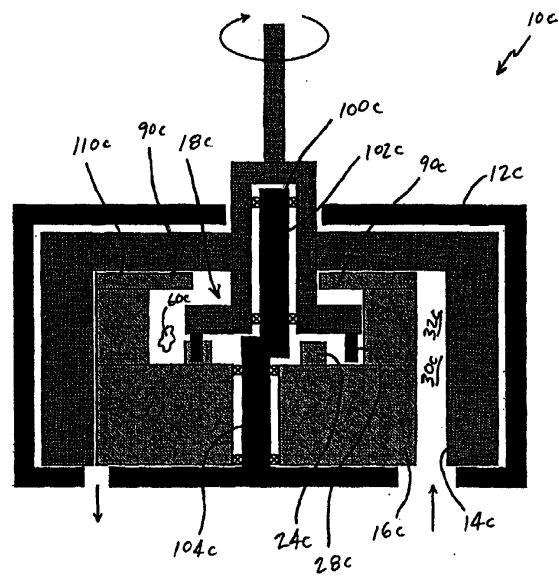
도면3



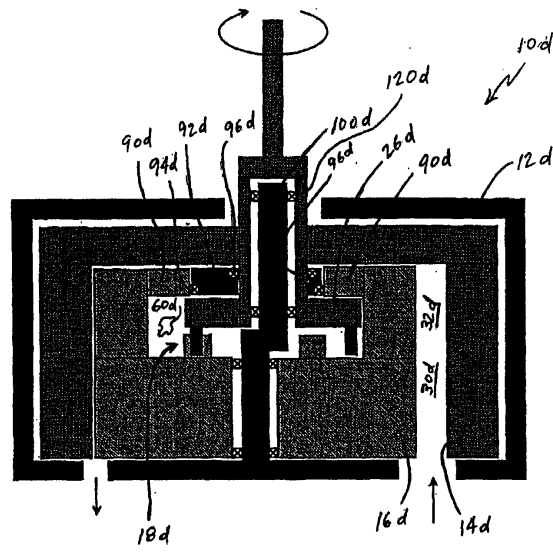
도면4



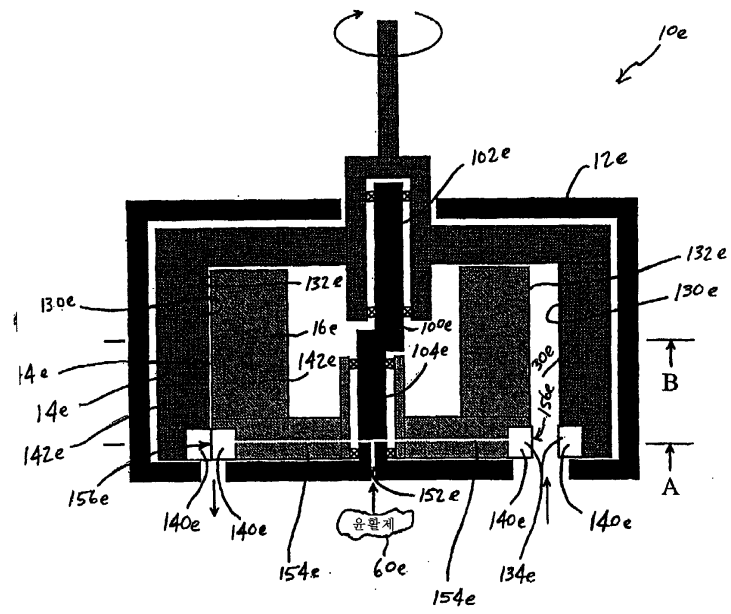
도면5



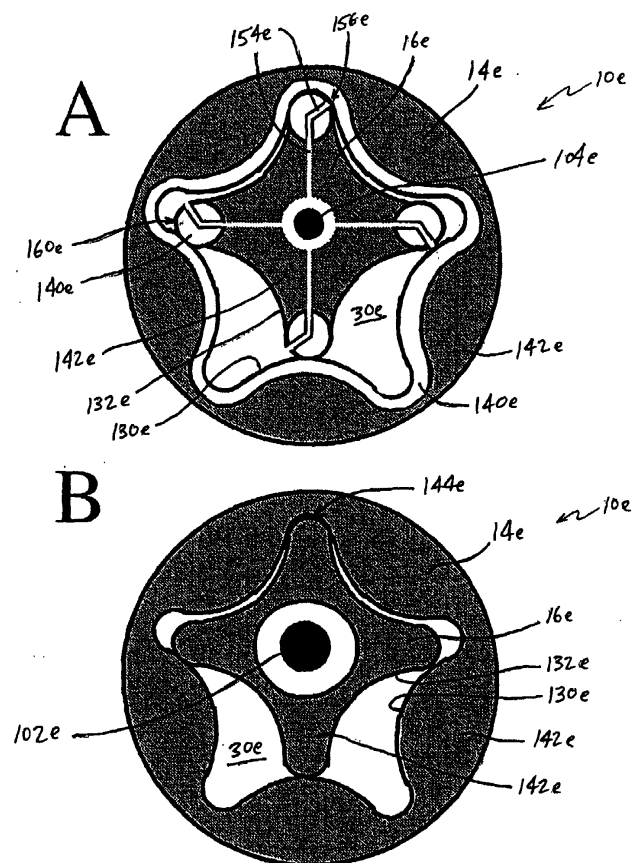
도면6



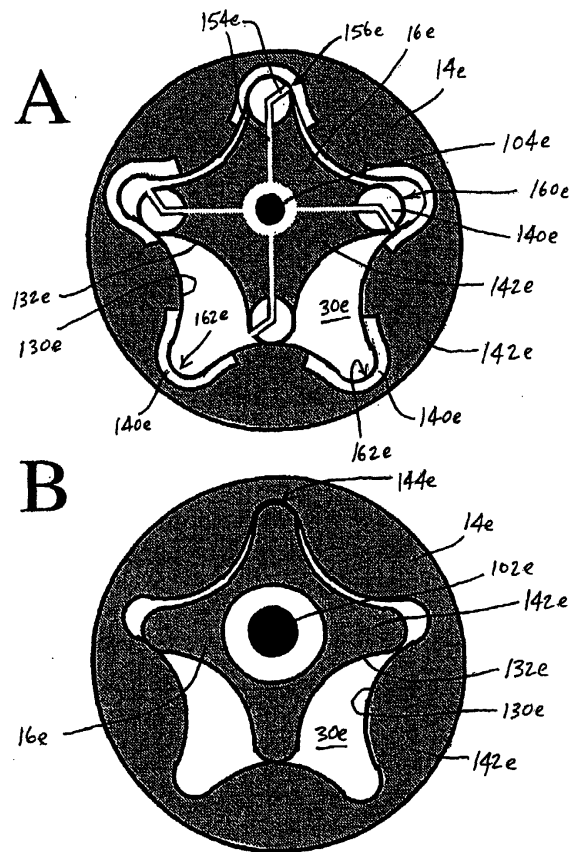
도면7



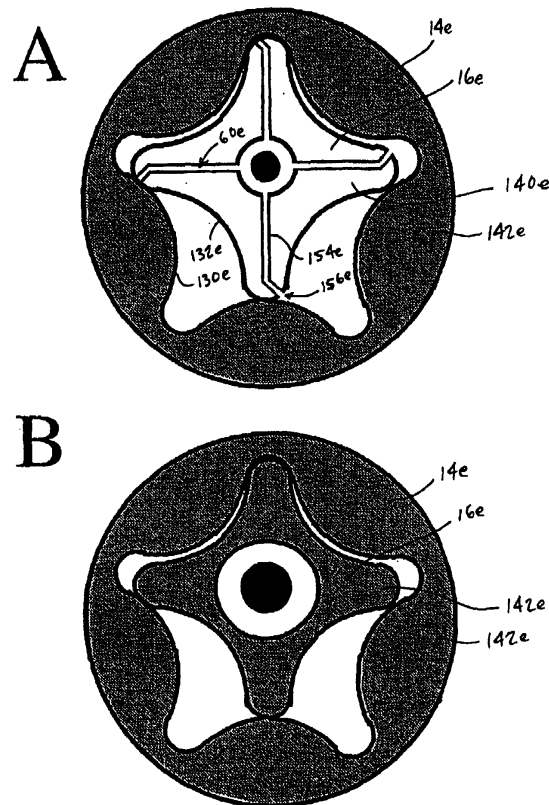
도면8A



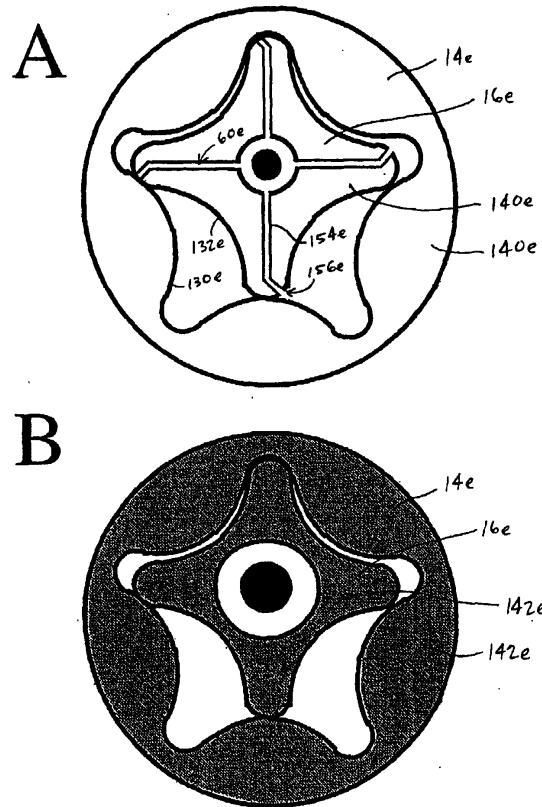
도면8B



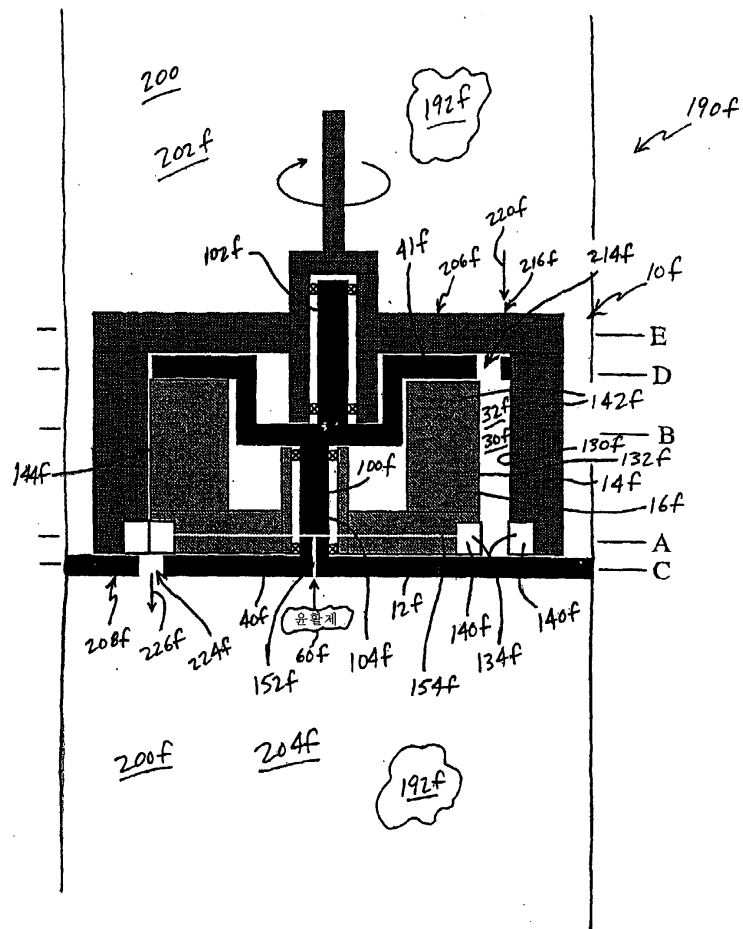
도면8C



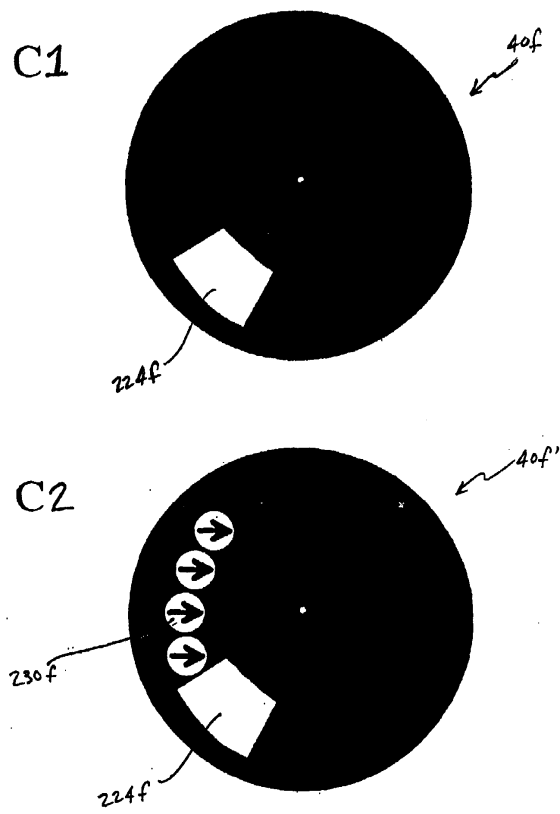
도면8D



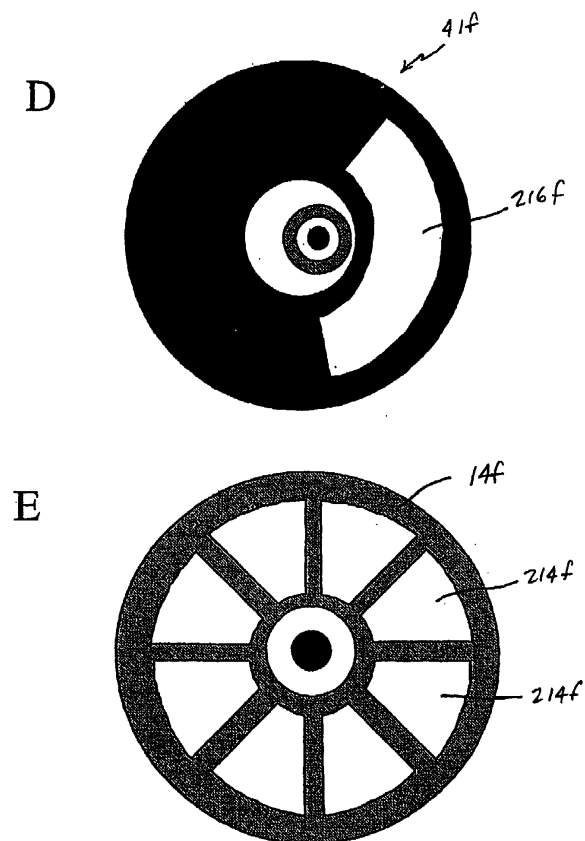
도면9



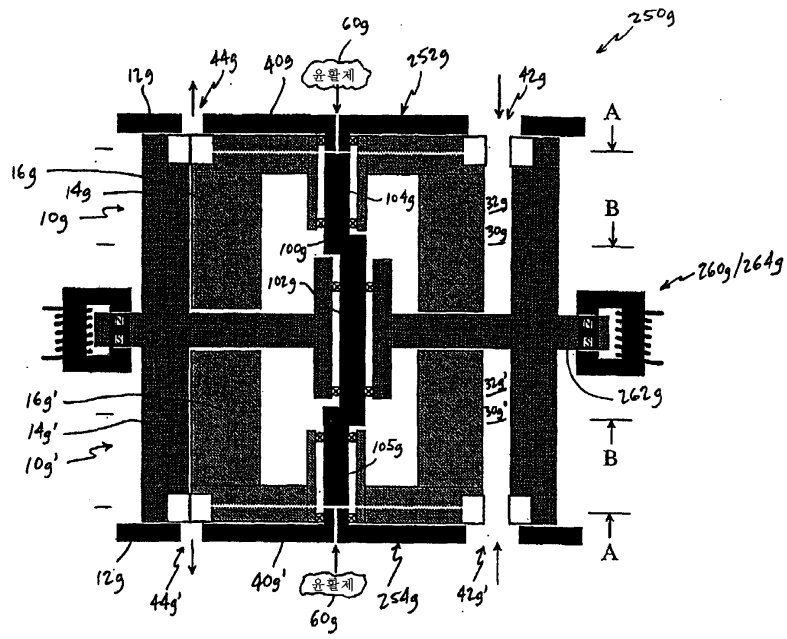
도면10



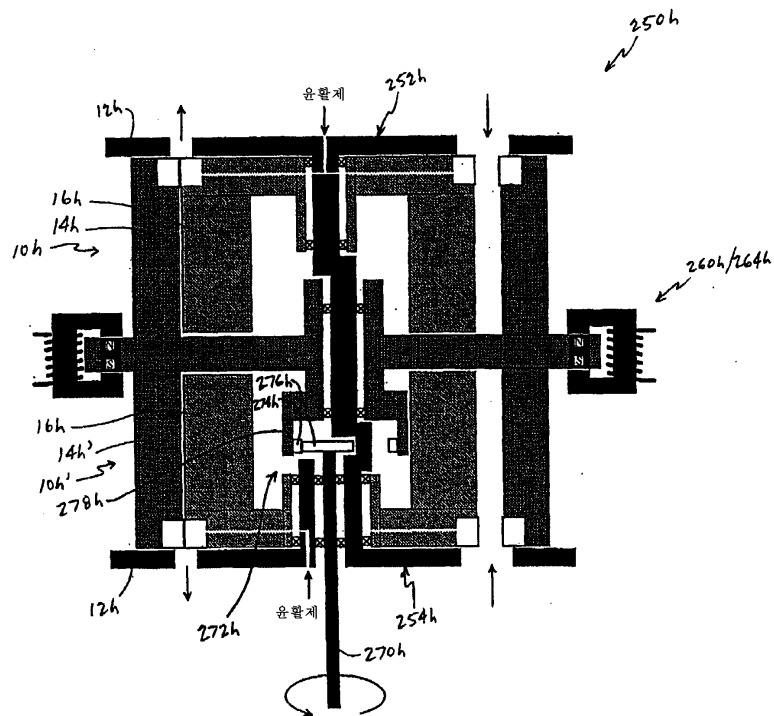
도면11



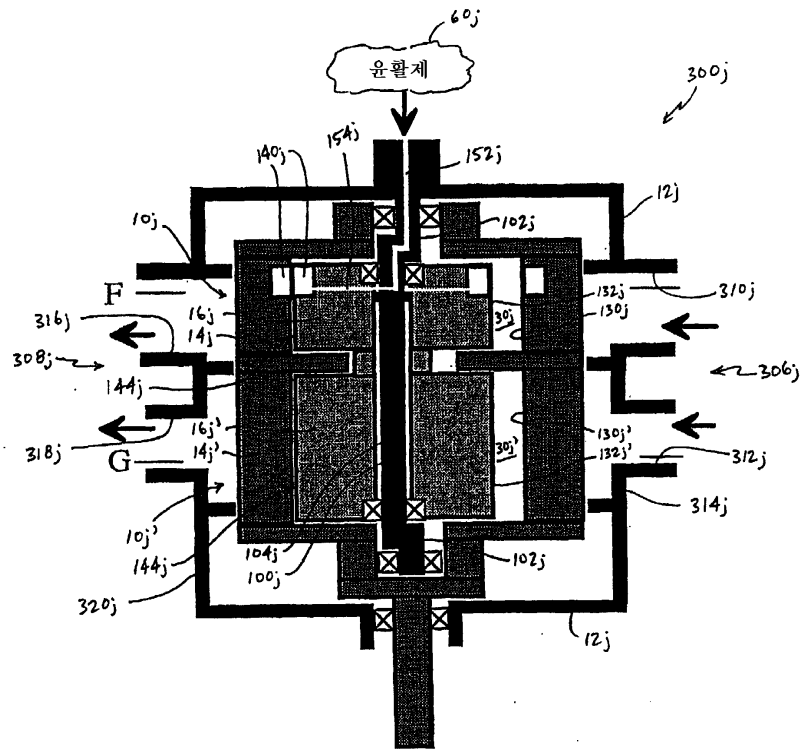
도면12



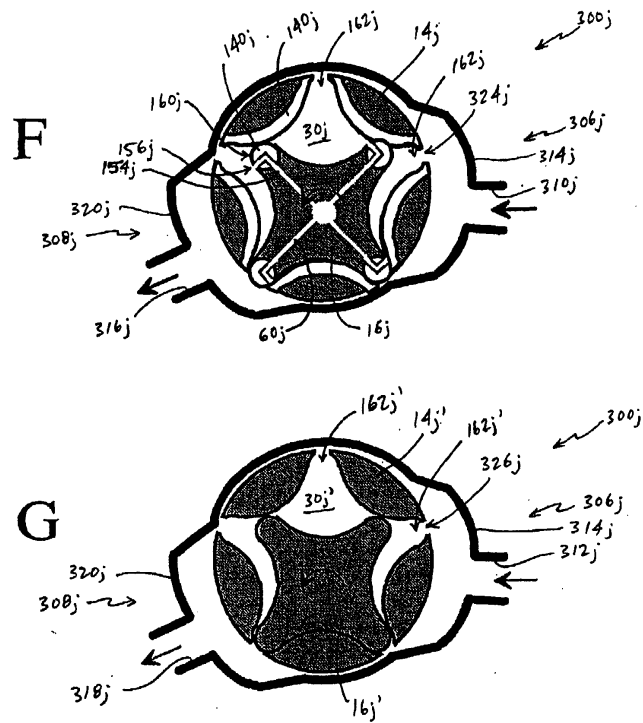
도면13



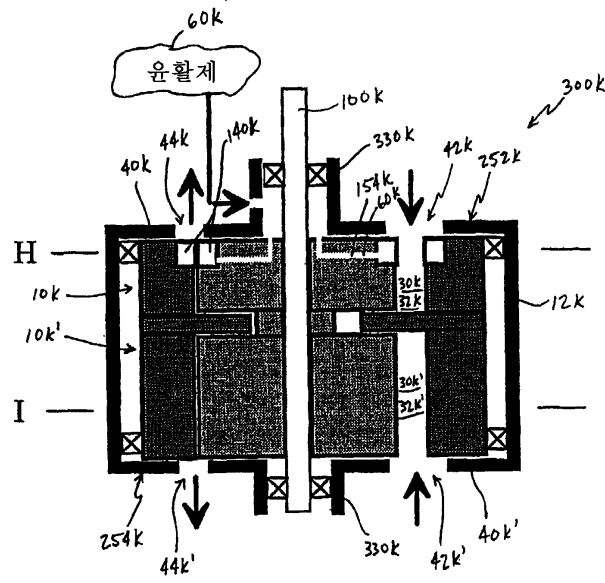
도면14



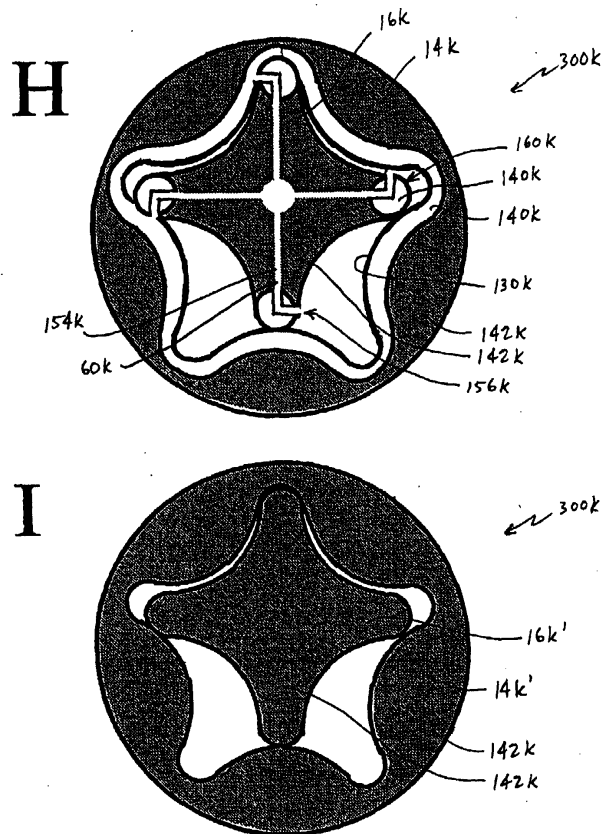
도면15



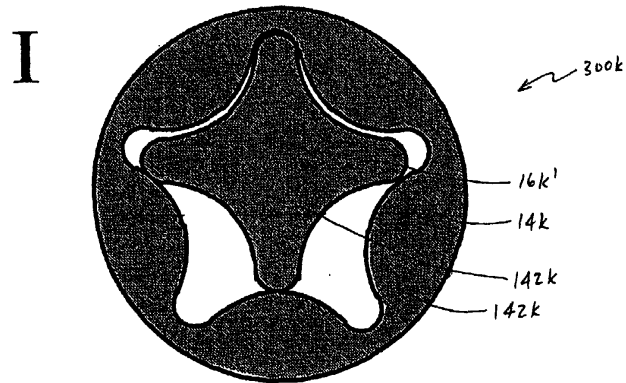
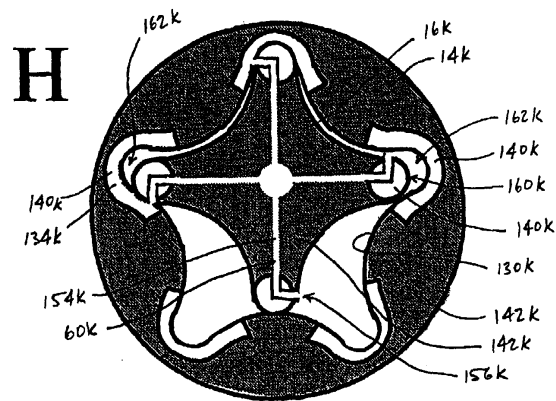
도면16



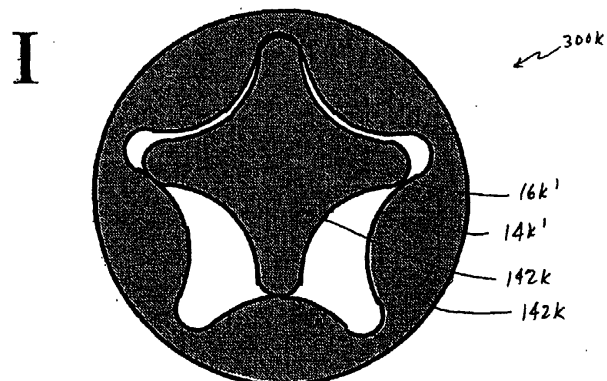
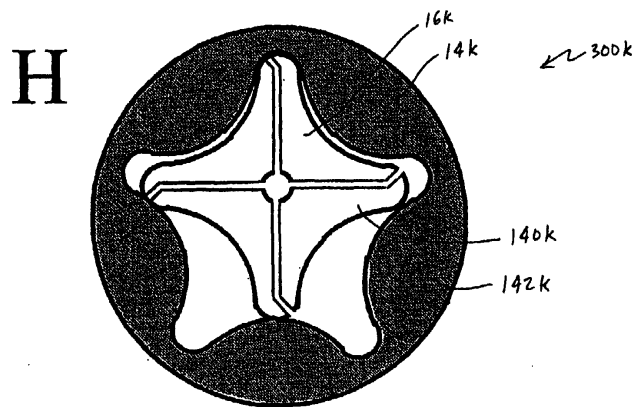
도면17A



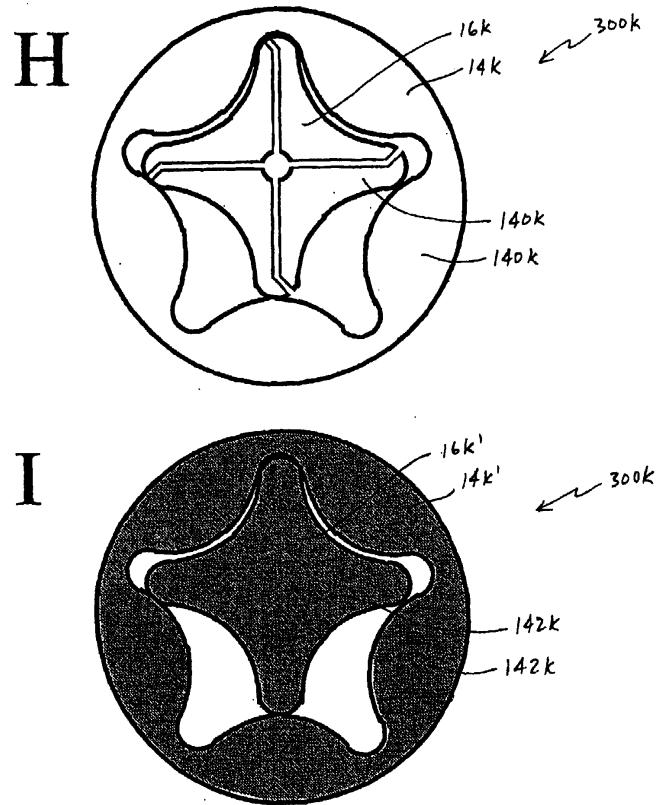
도면17B



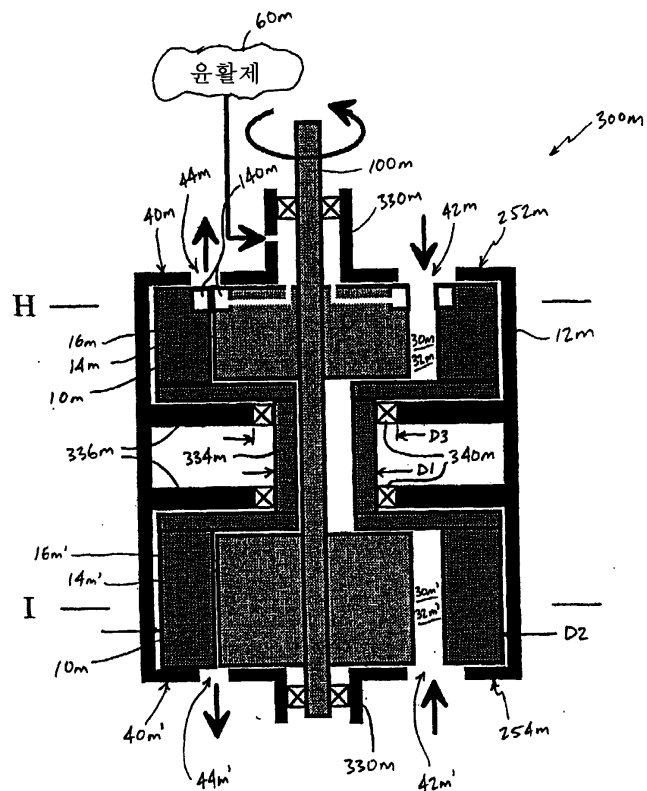
도면17C



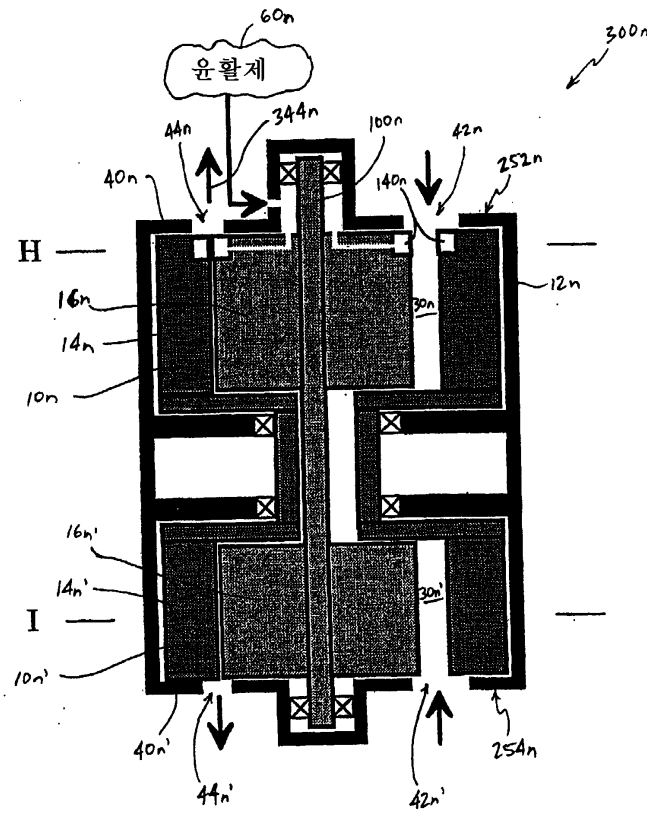
도면17D



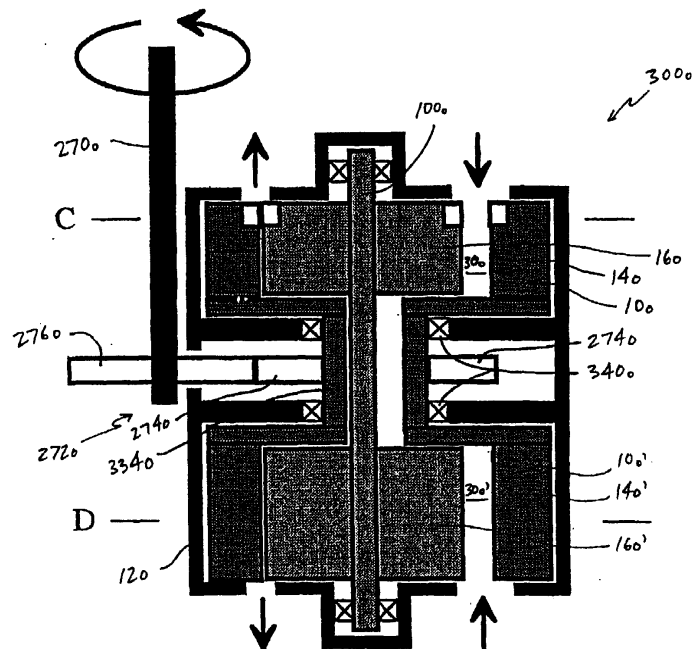
도면18



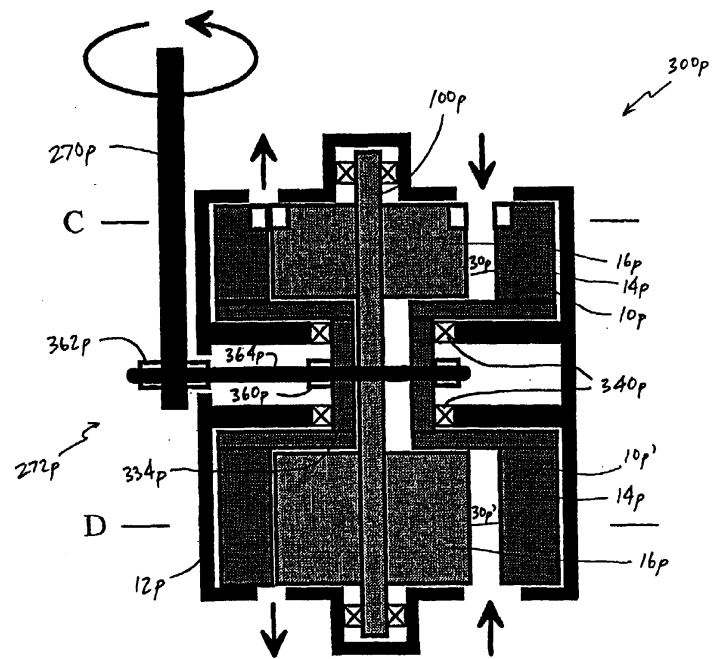
도면19



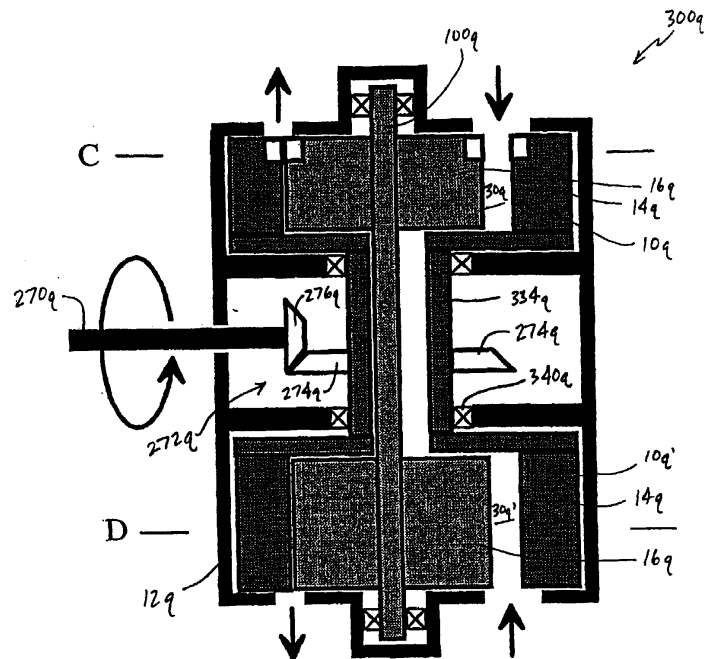
도면20



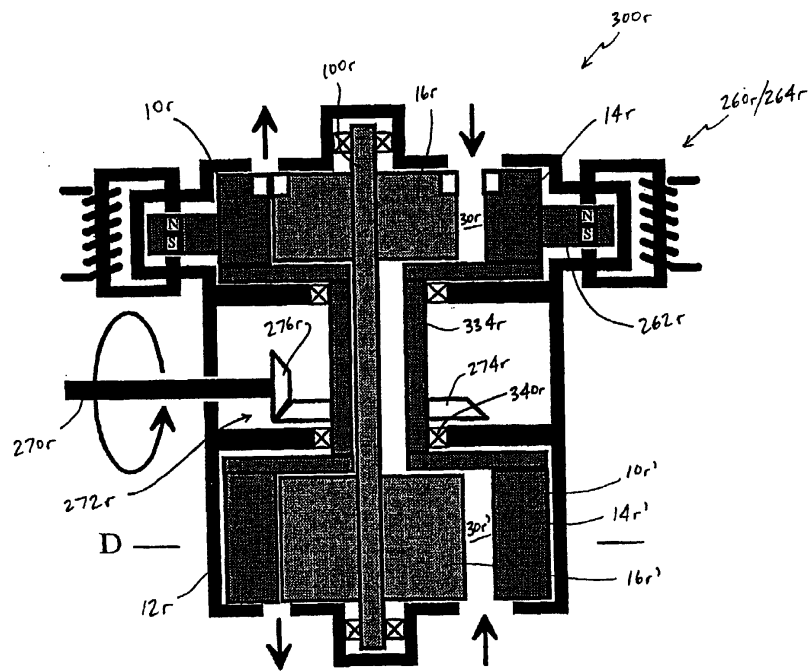
도면21



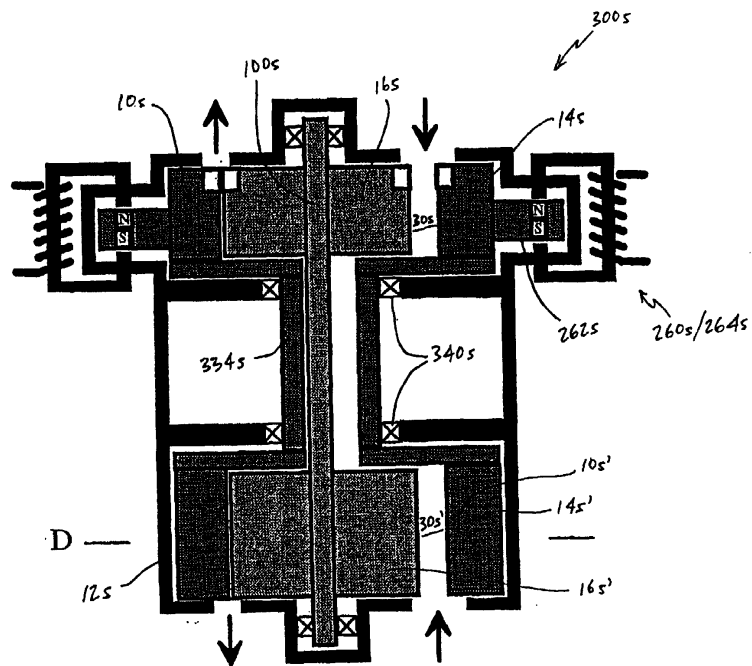
도면22



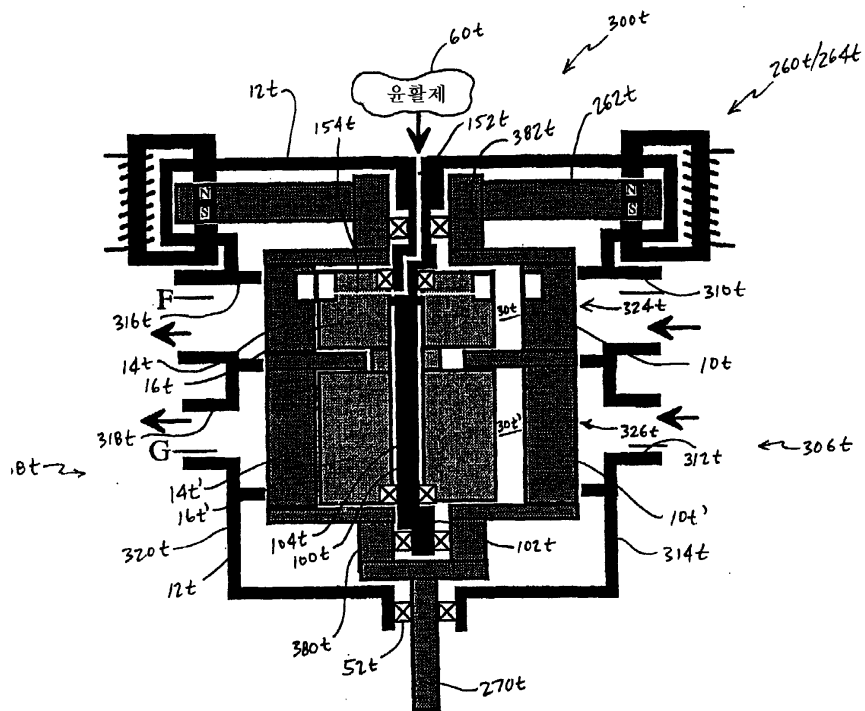
도면23



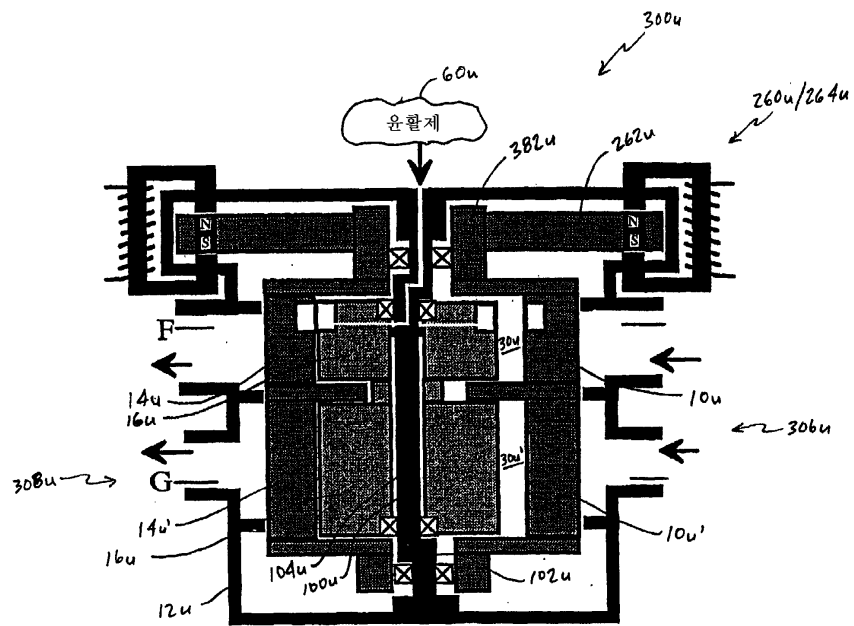
도면24



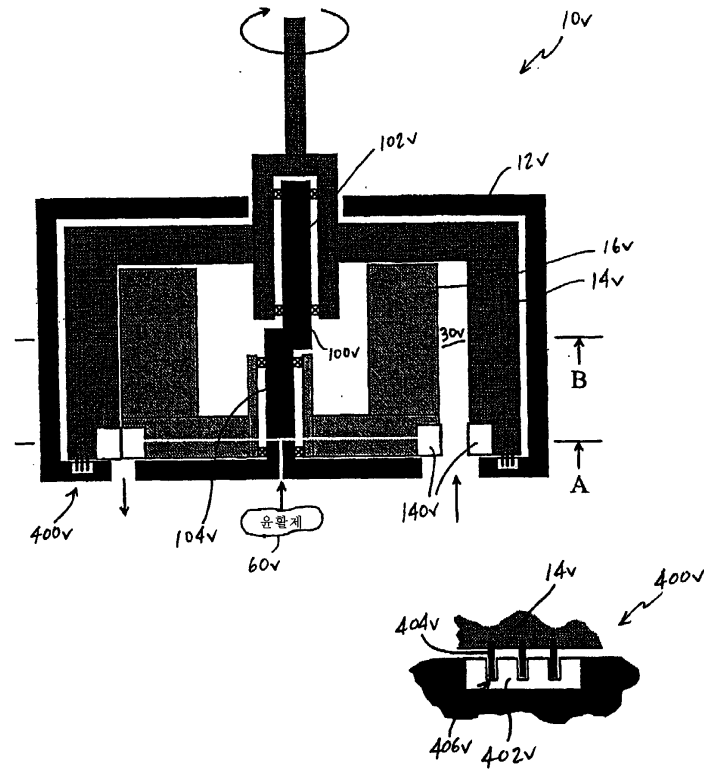
도면25



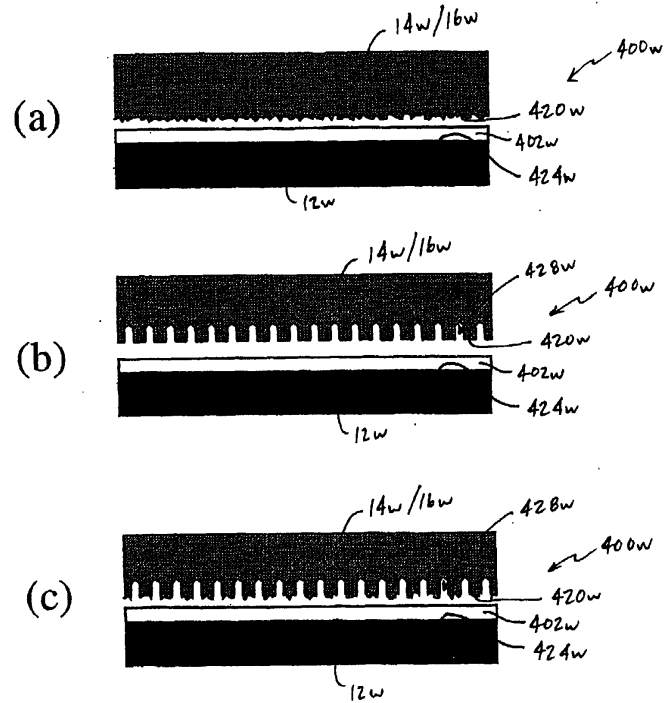
도면26



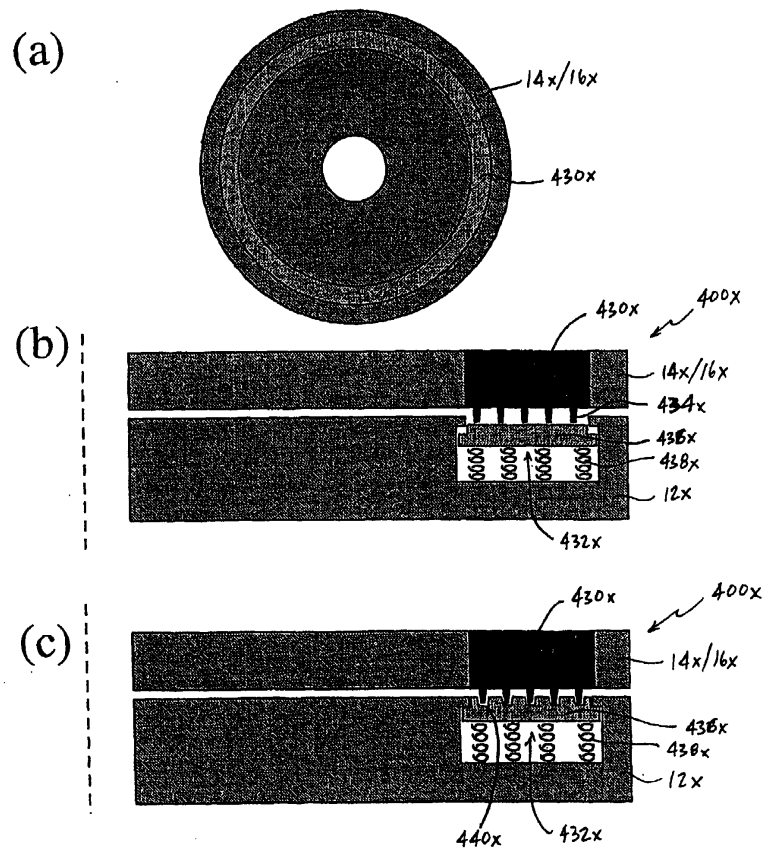
도면27



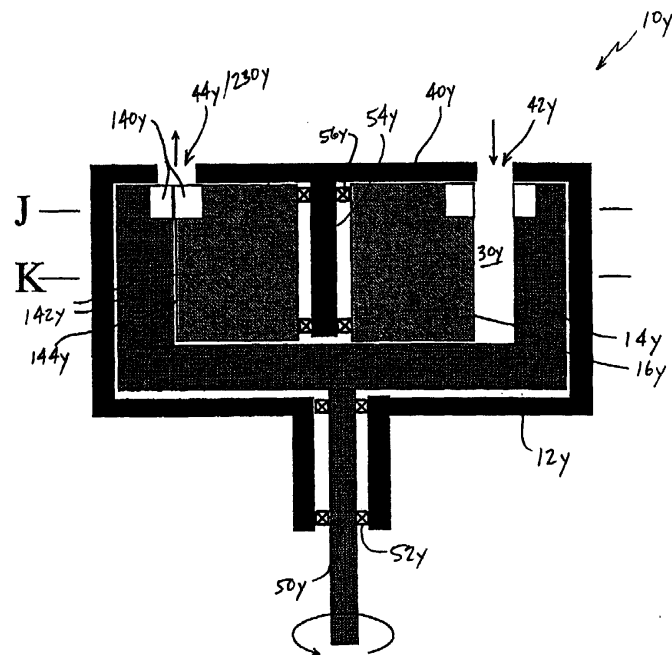
도면28



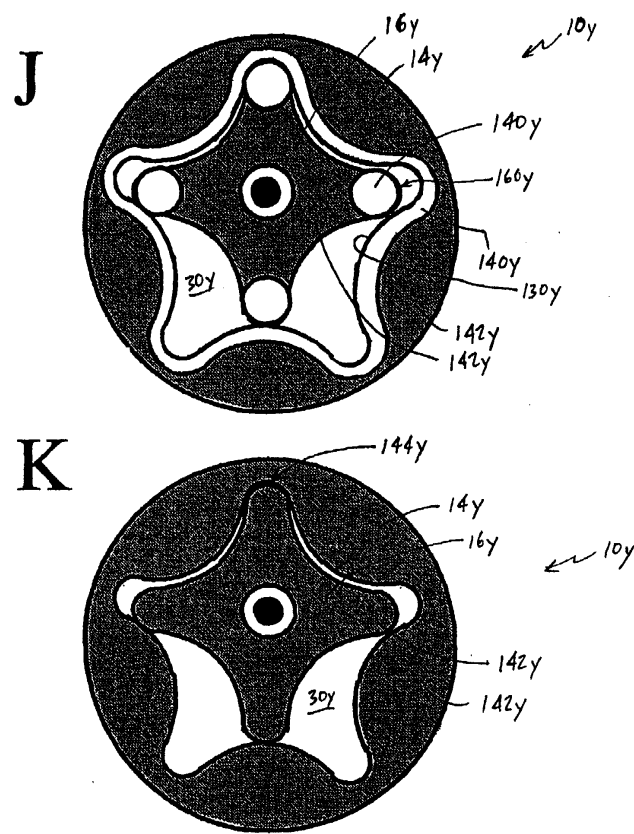
도면29



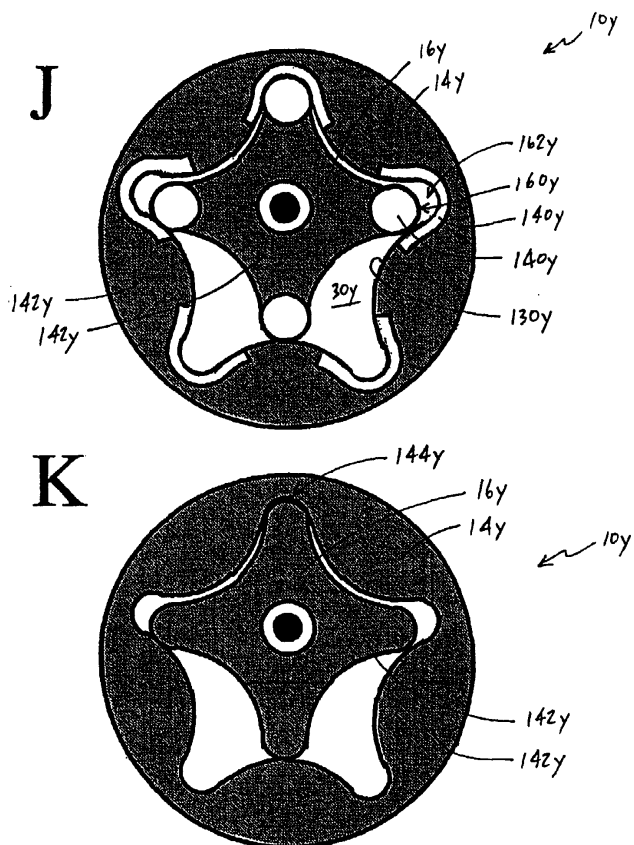
도면30



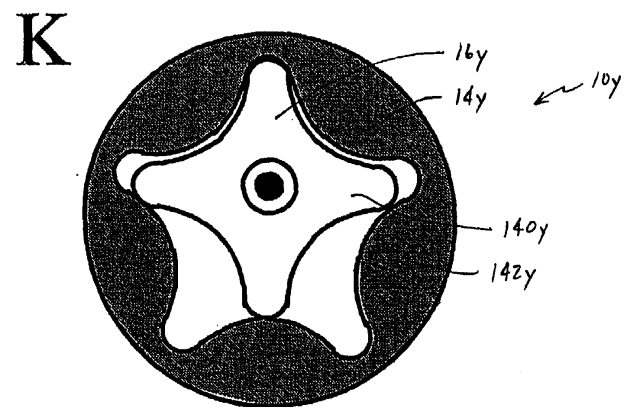
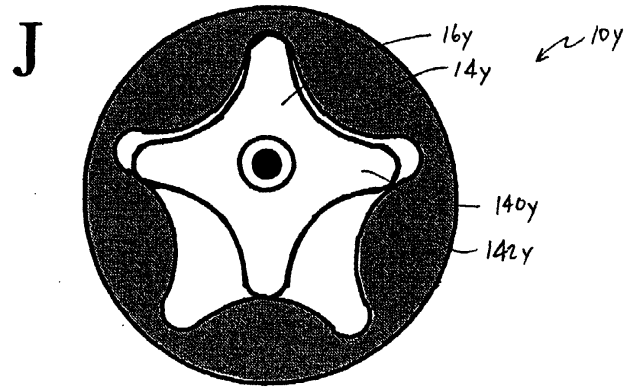
도면31A



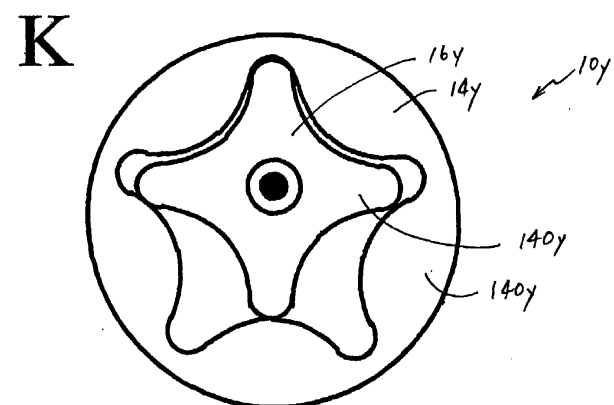
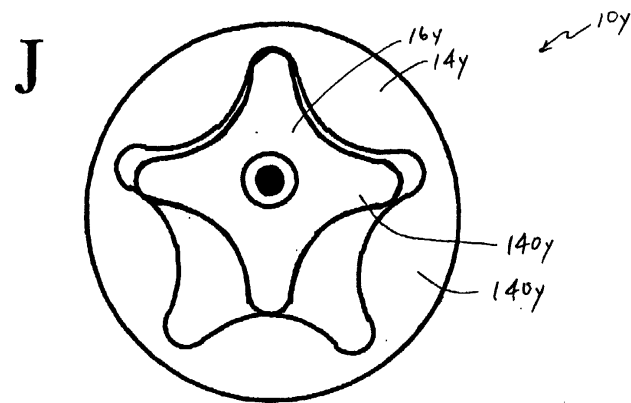
도면31B



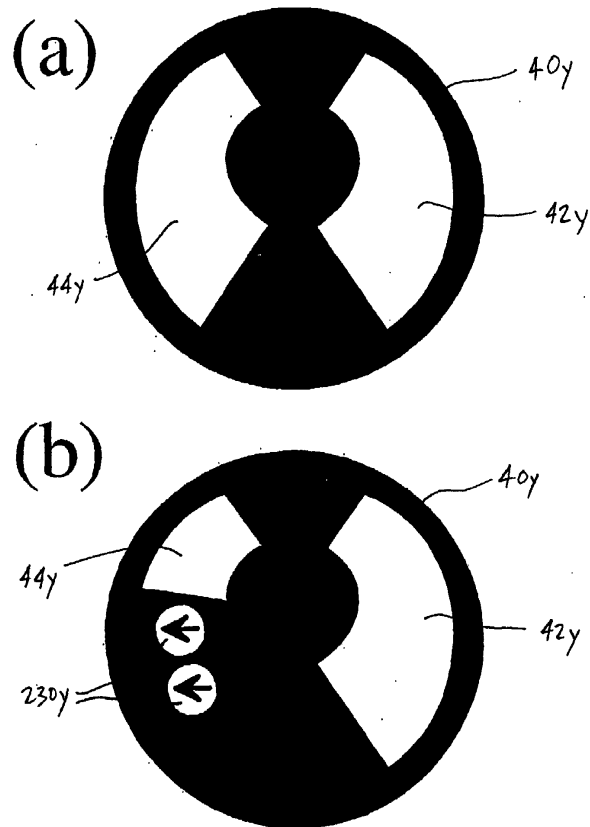
도면31C



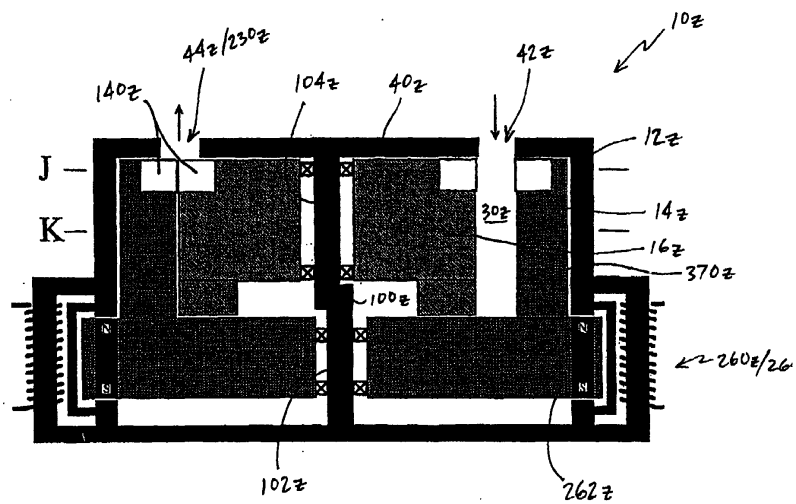
도면31D



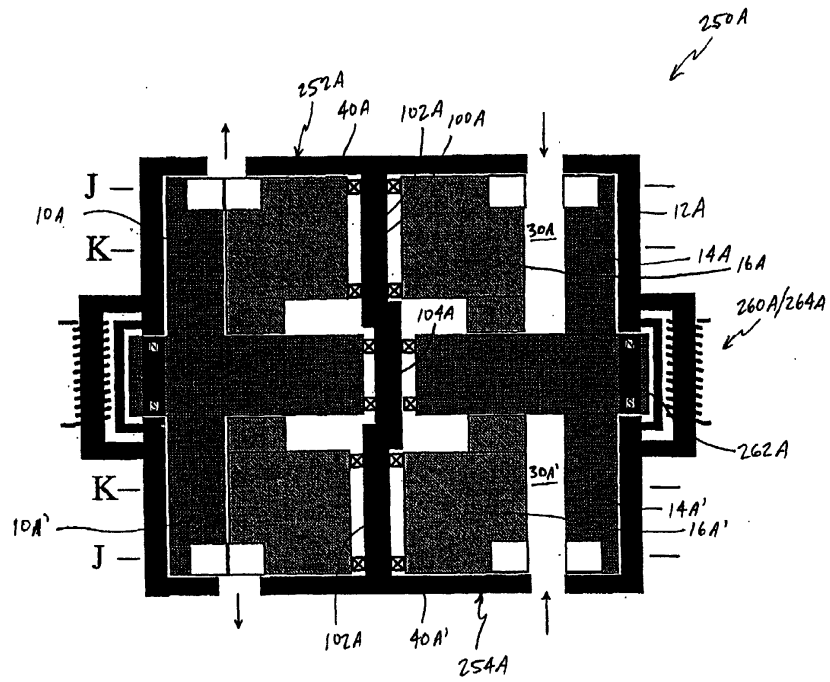
도면32



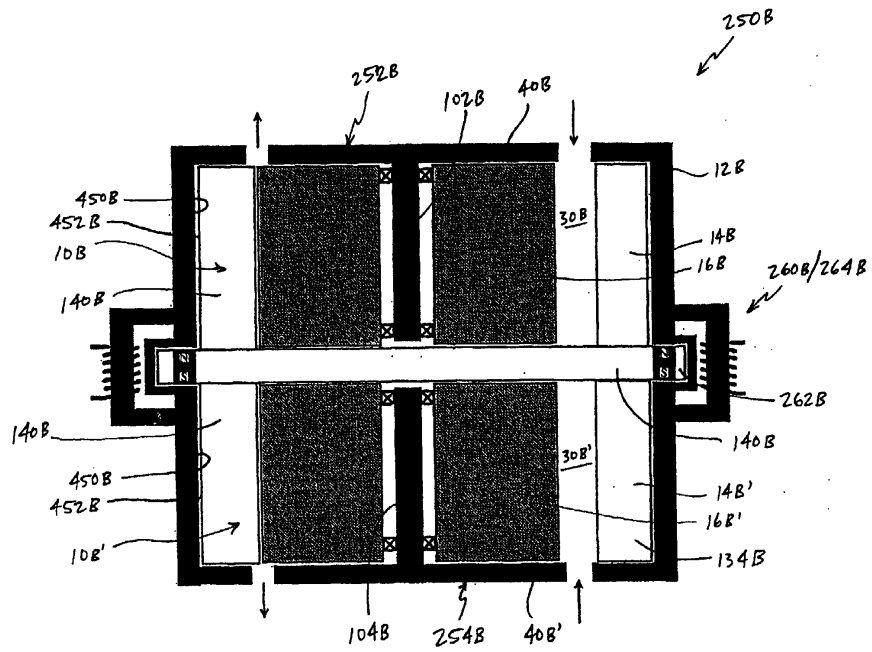
도면33



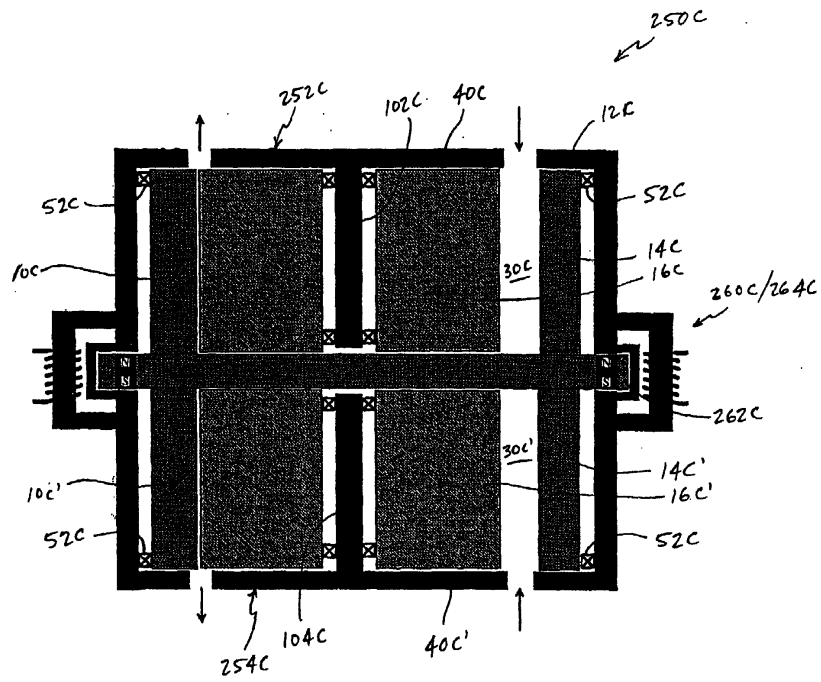
도면34



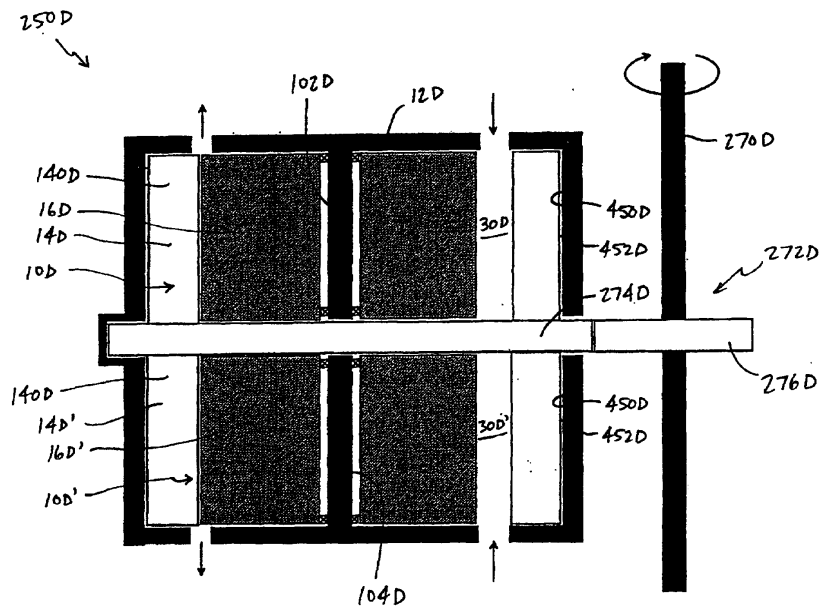
도면35A



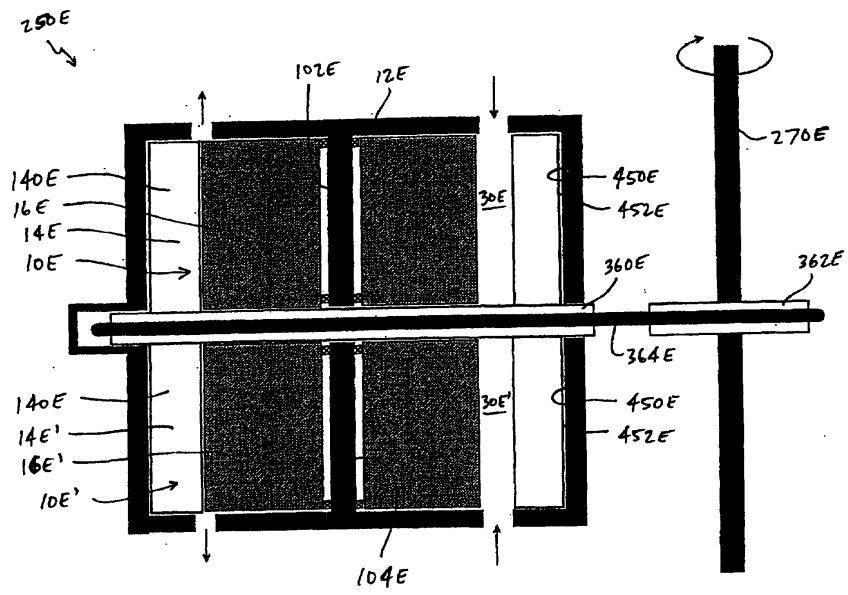
도면35B



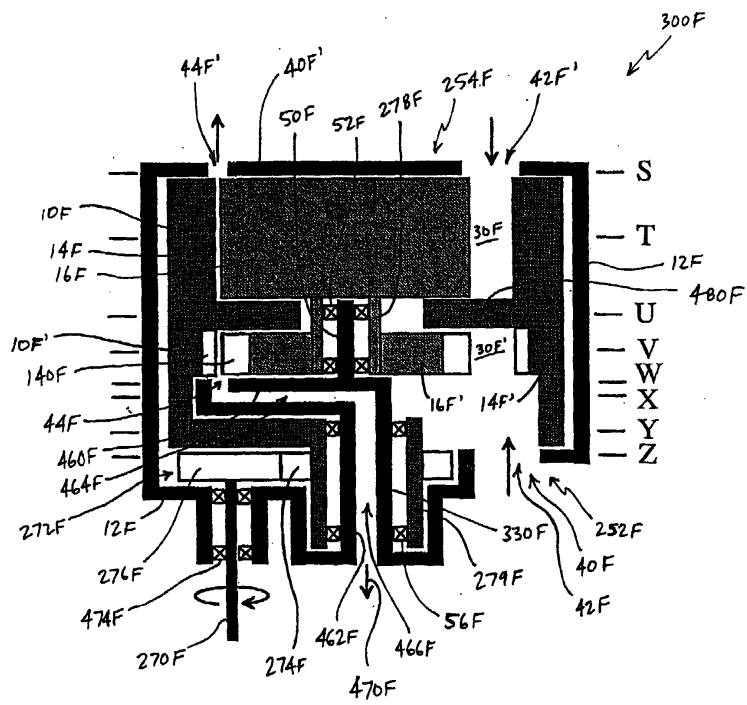
도면36



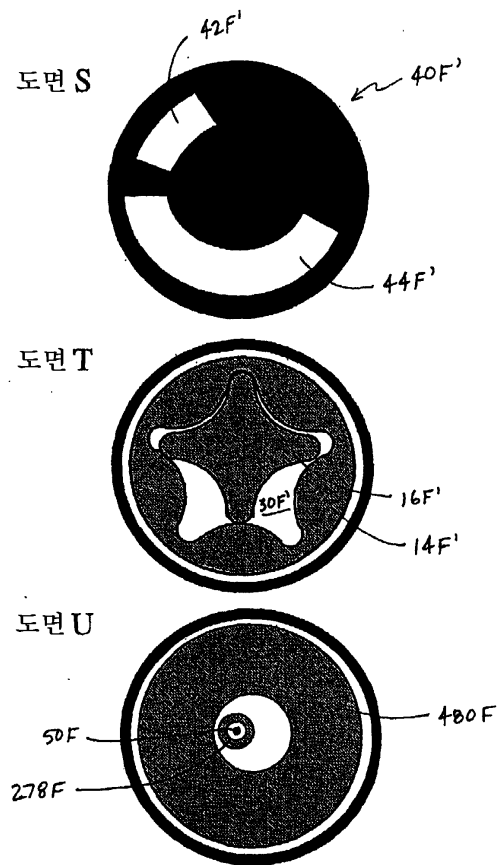
도면37



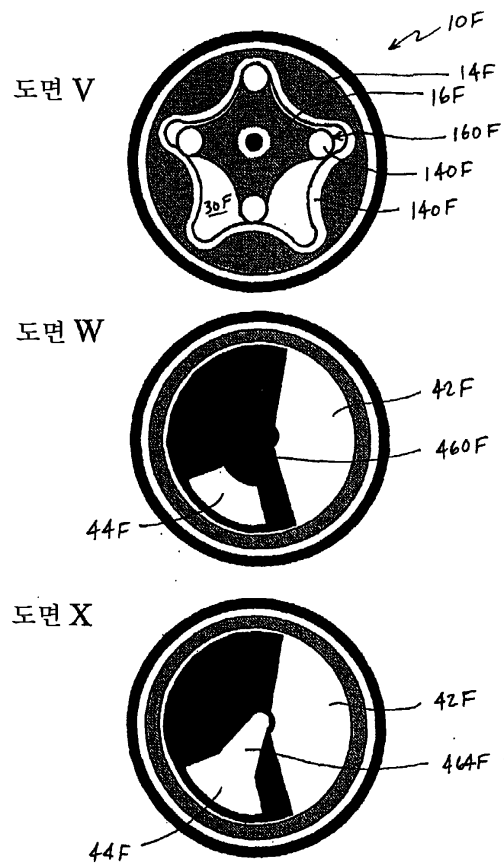
도면38



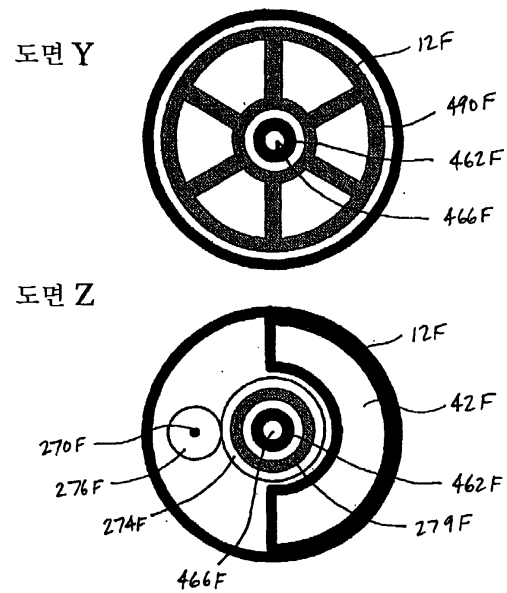
도면39



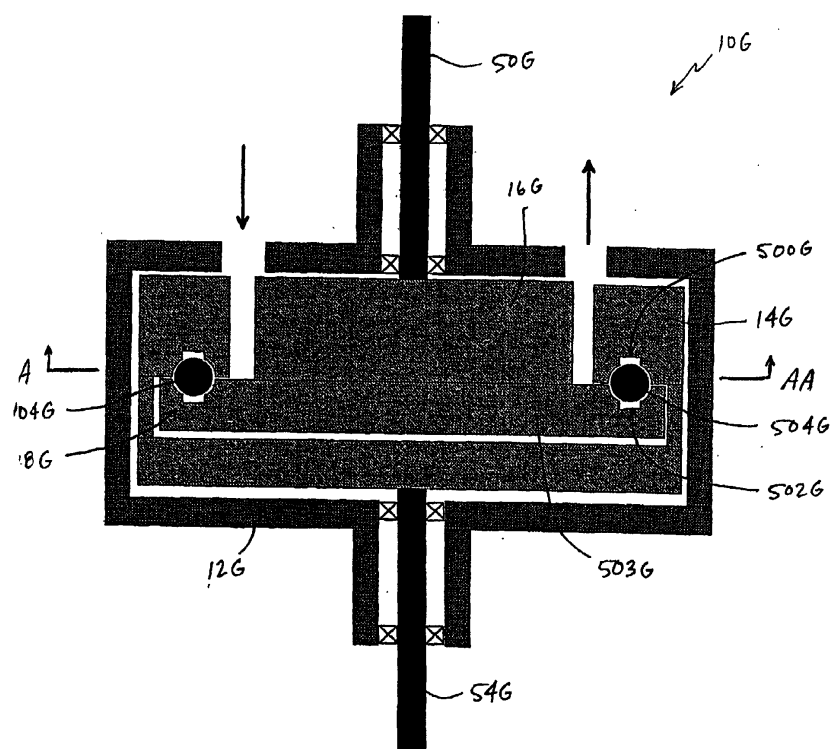
도면40



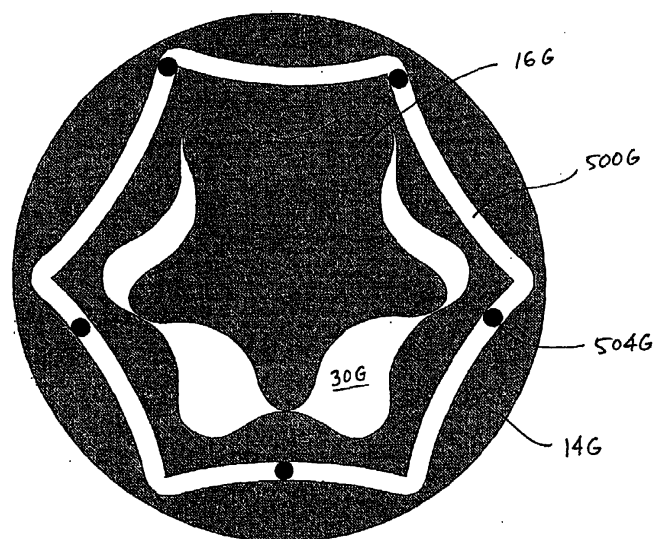
도면41



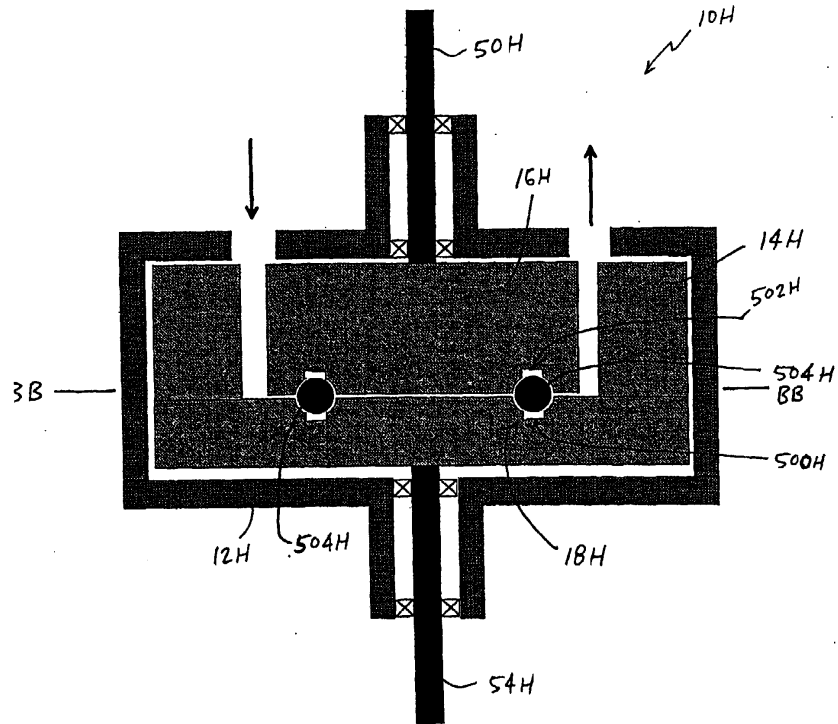
도면42



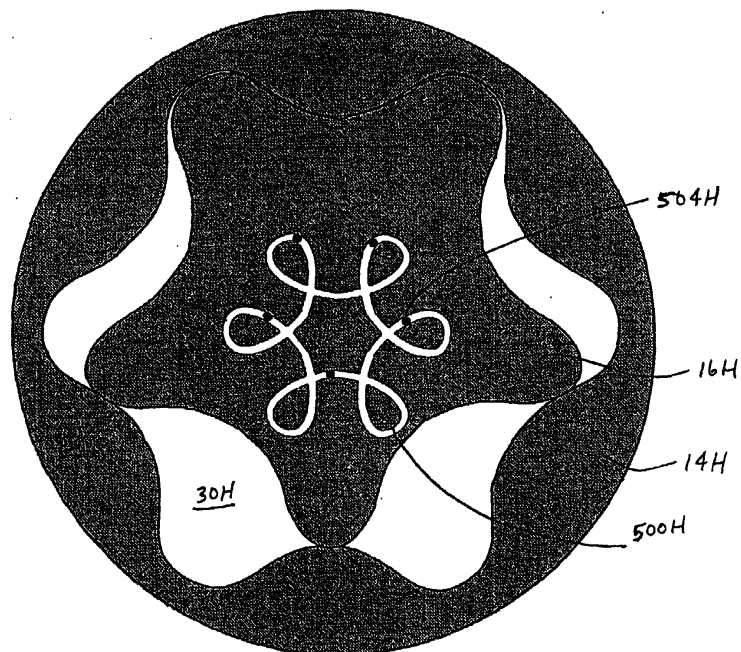
도면43



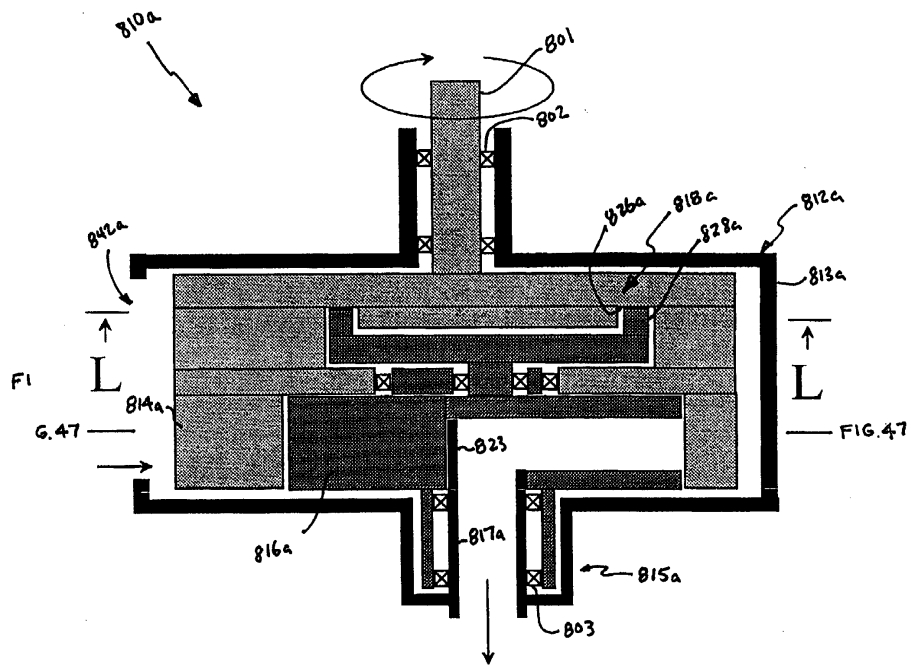
도면44



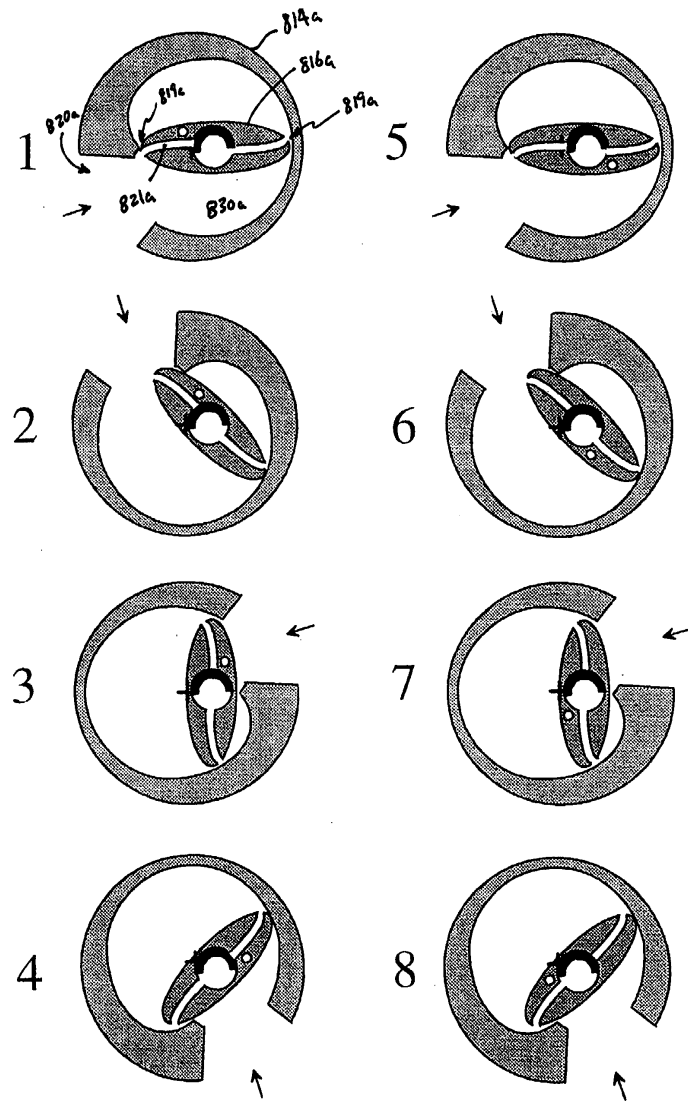
도면45



도면46

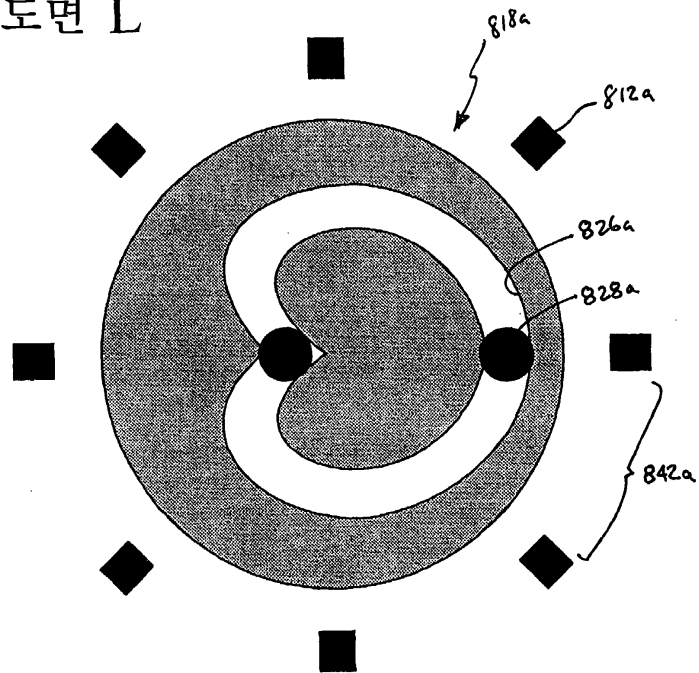


도면47

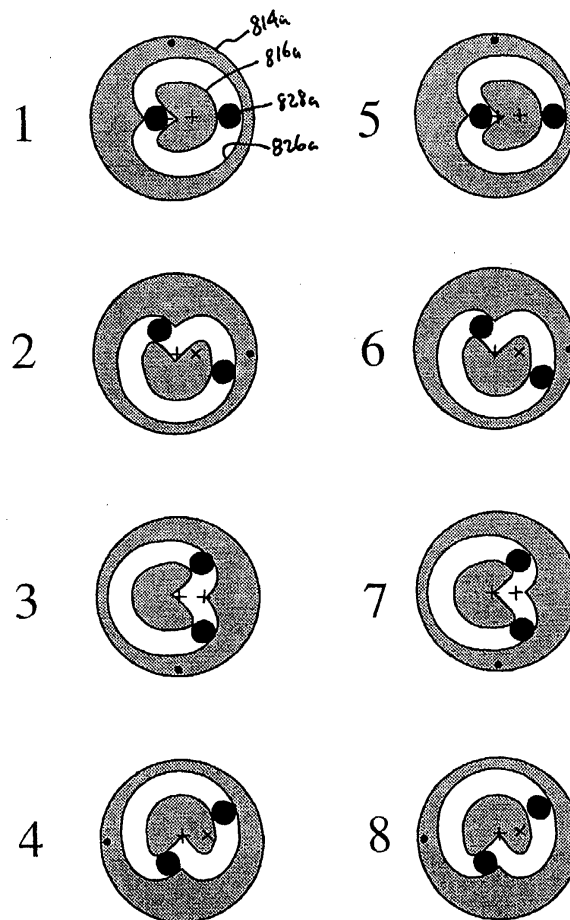


도면48

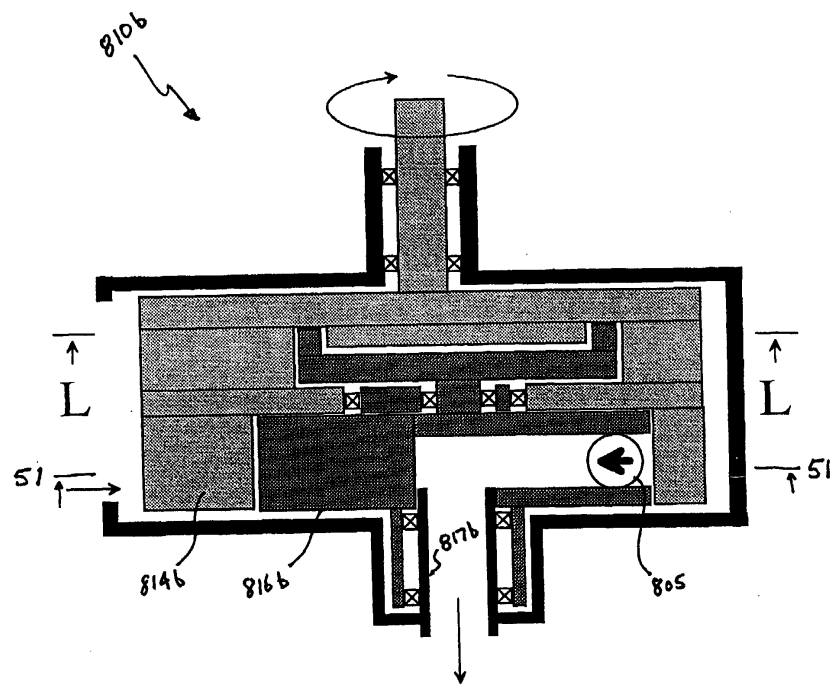
도면 L



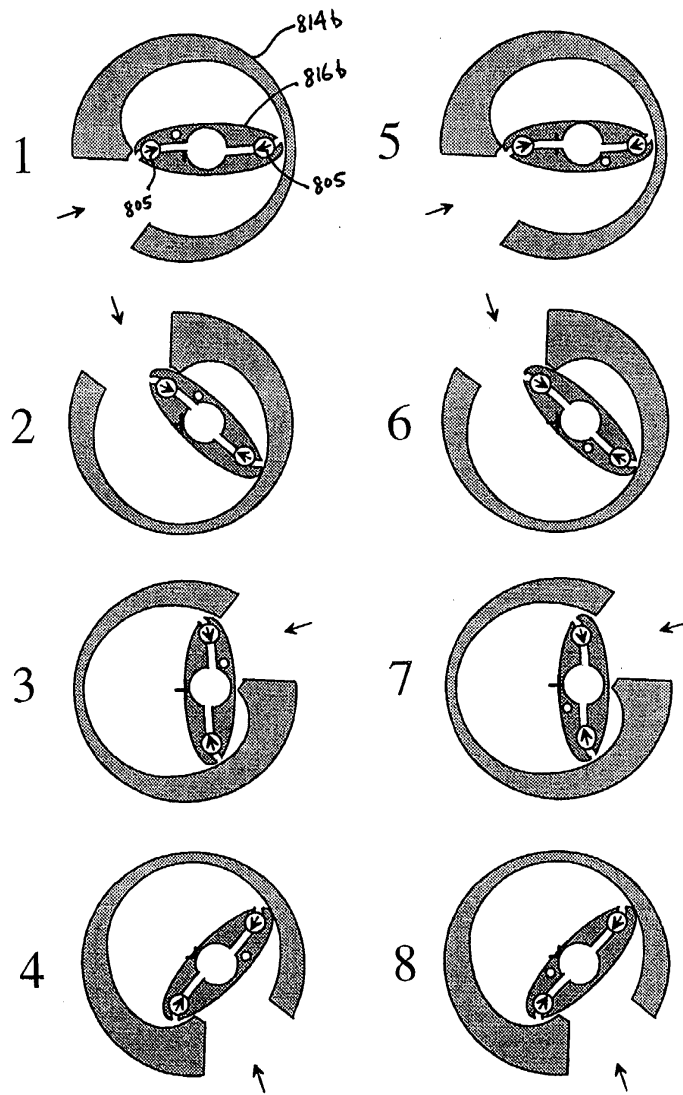
도면49



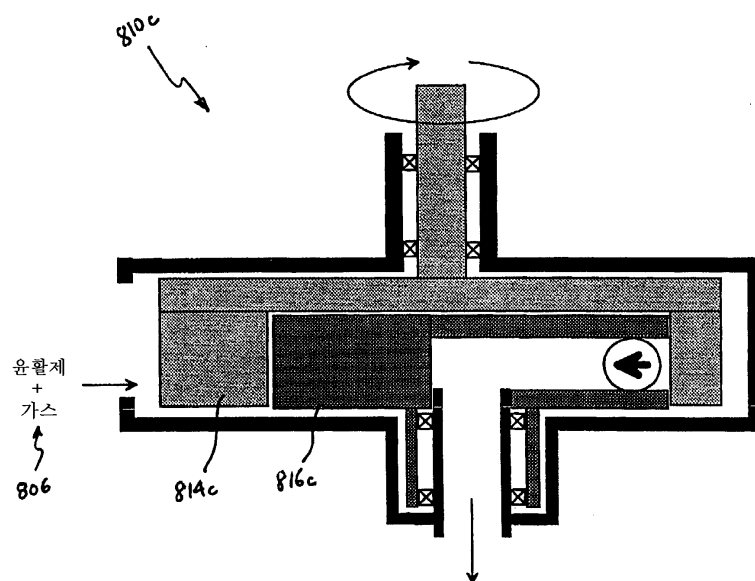
도면50



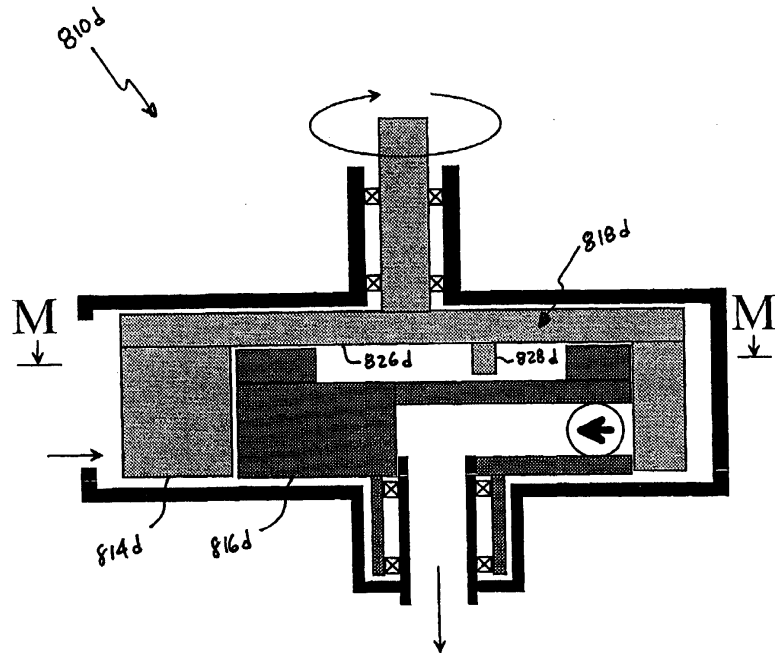
도면51



도면52

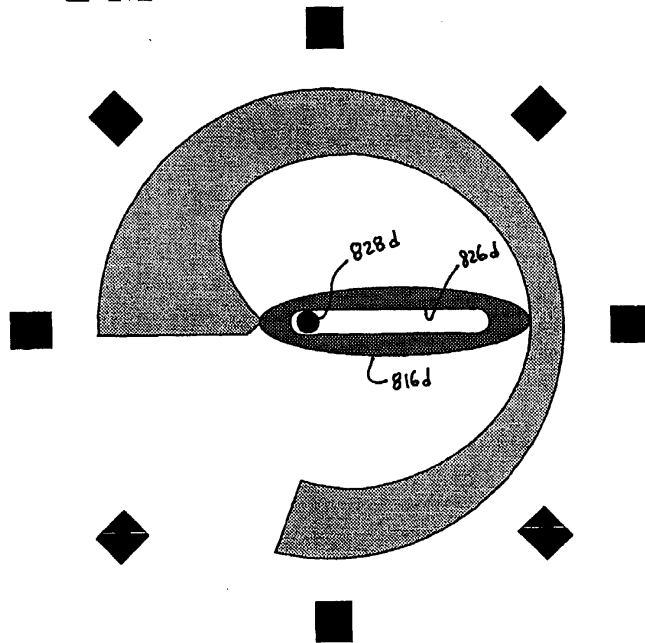


도면53

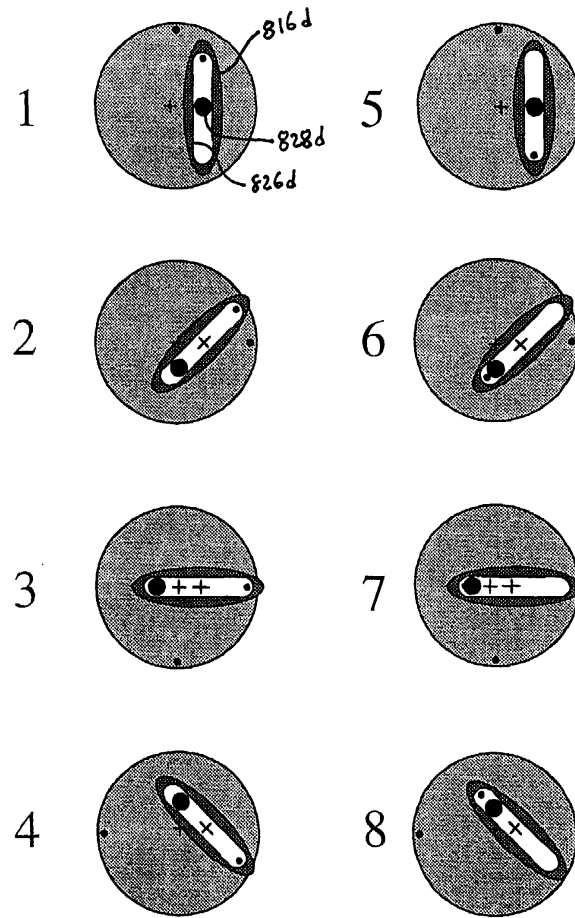


도면54

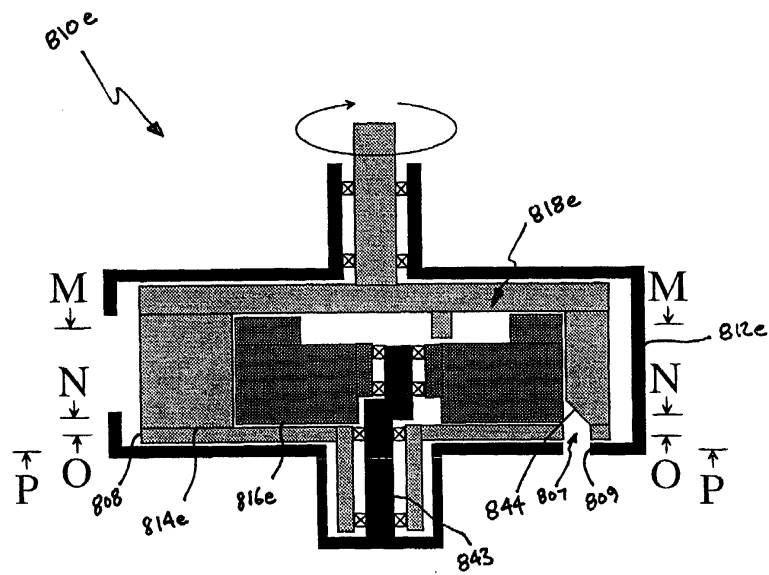
도면 M



도면55

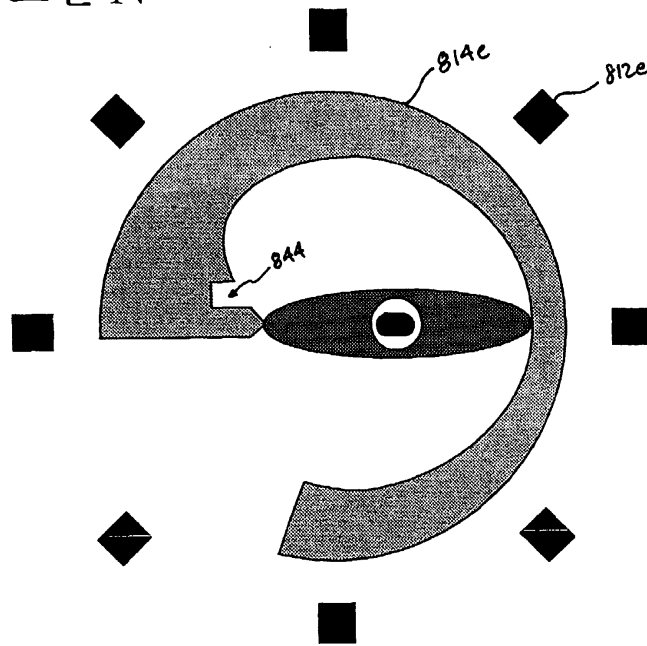


도면56



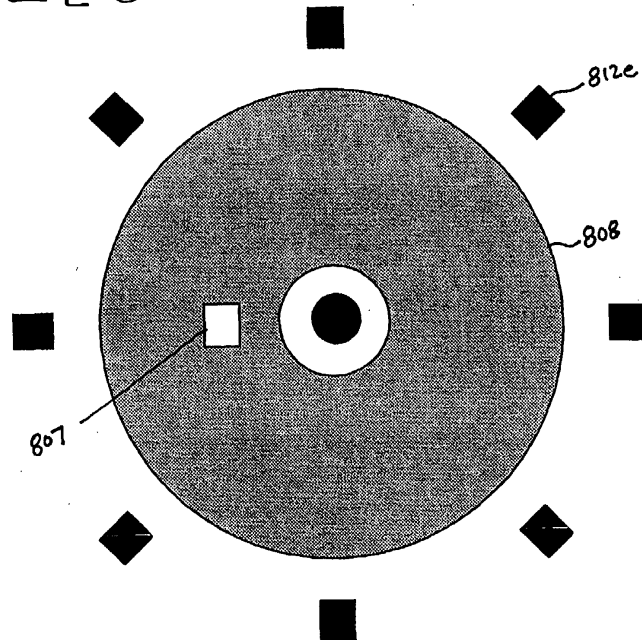
도면57

도면 N



도면58

도면 O

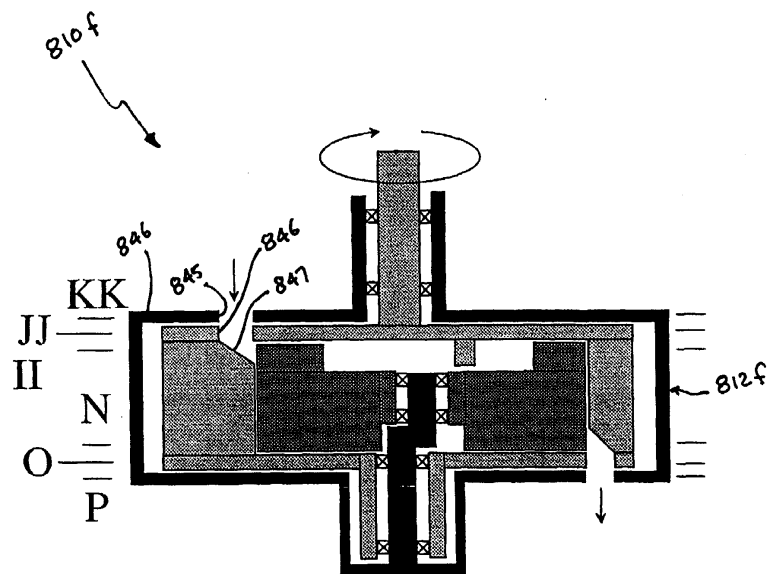


도면59

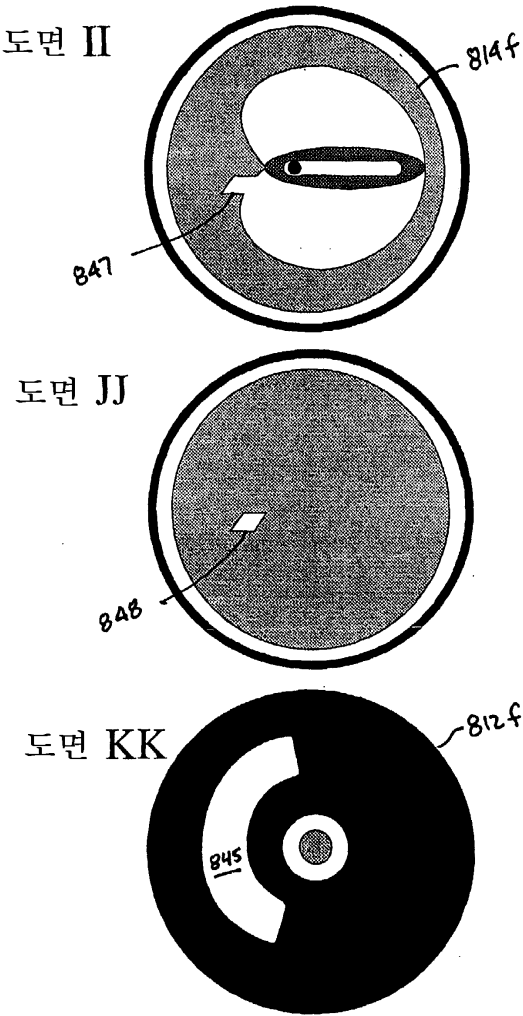
도면 P



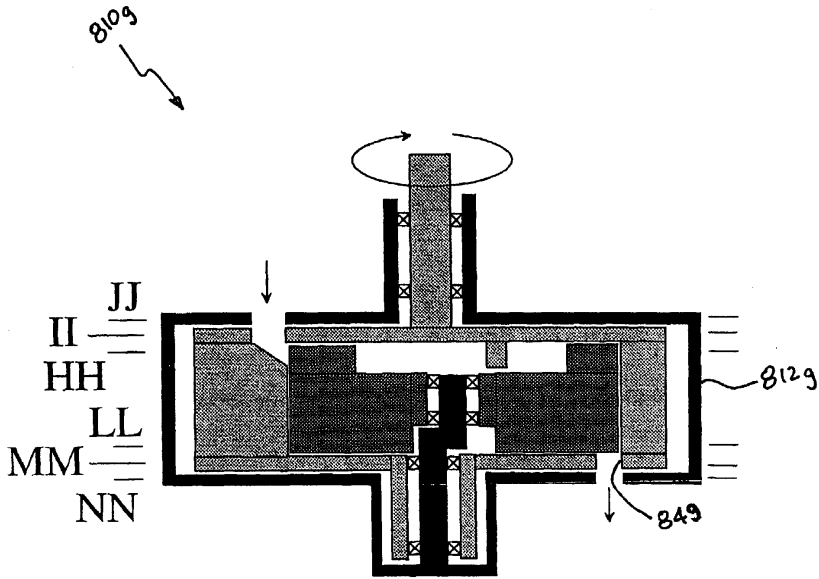
도면60



도면61

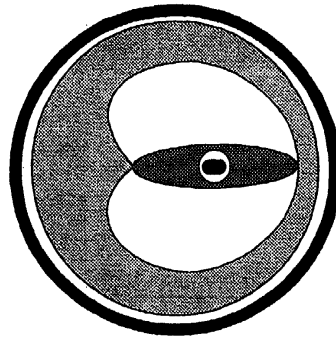


도면62

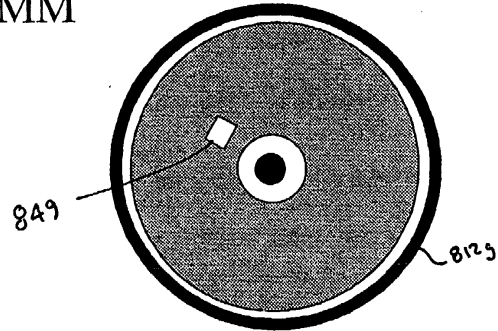


도면63

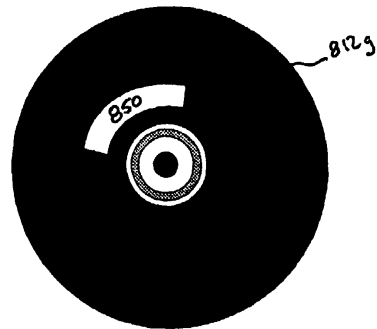
도면 LL



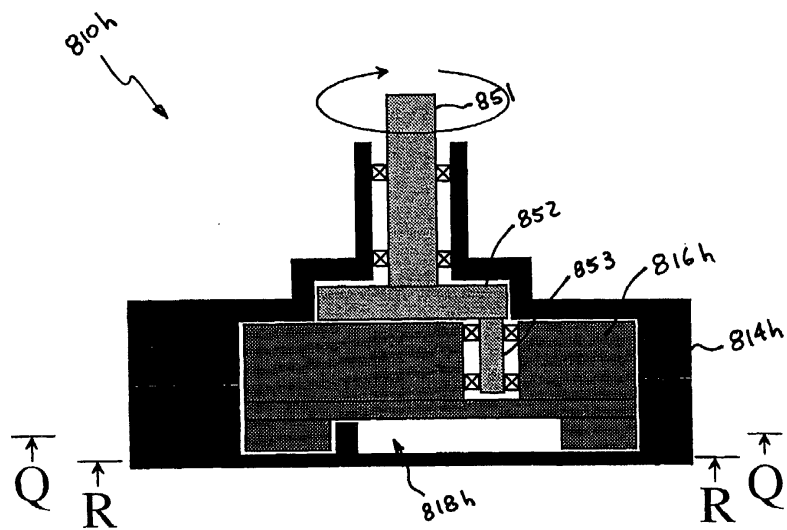
도면 MM



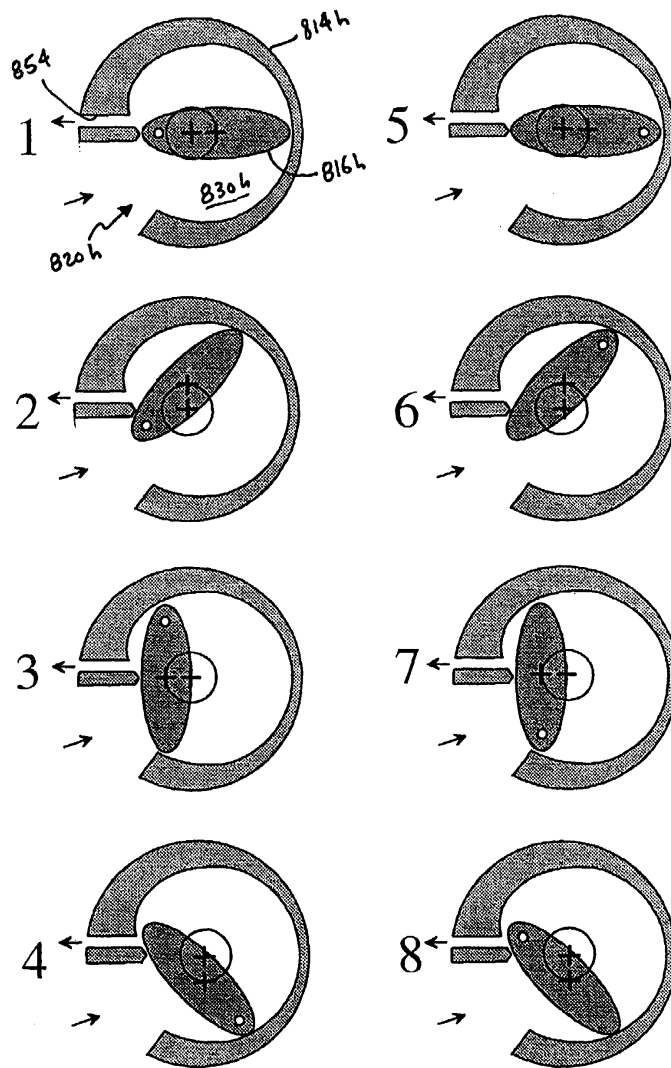
도면 NN



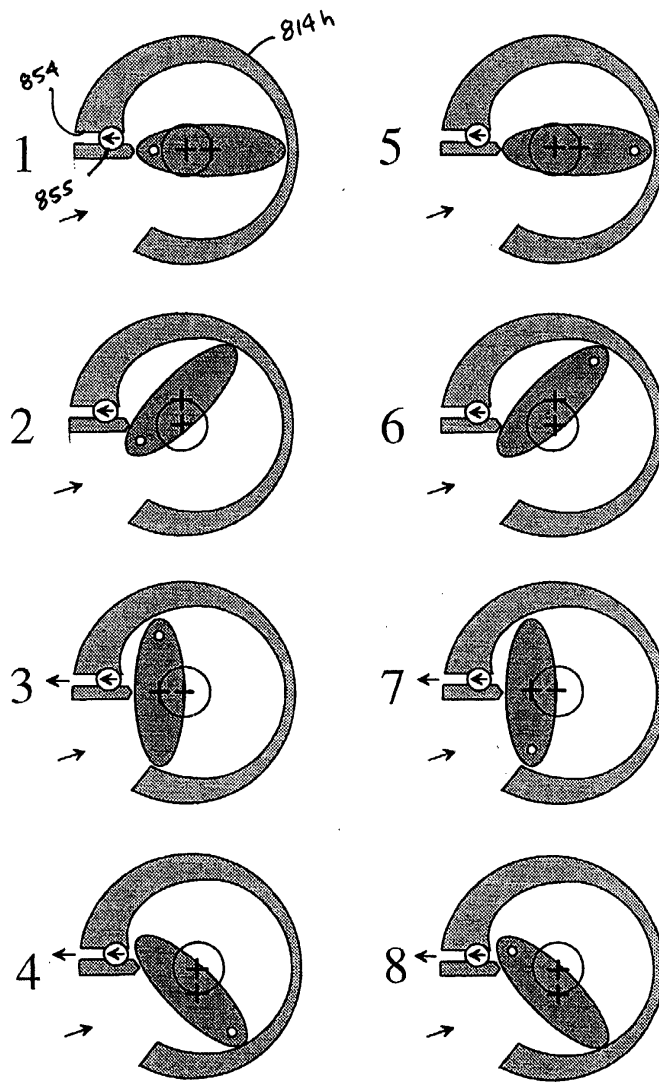
도면64



도면65

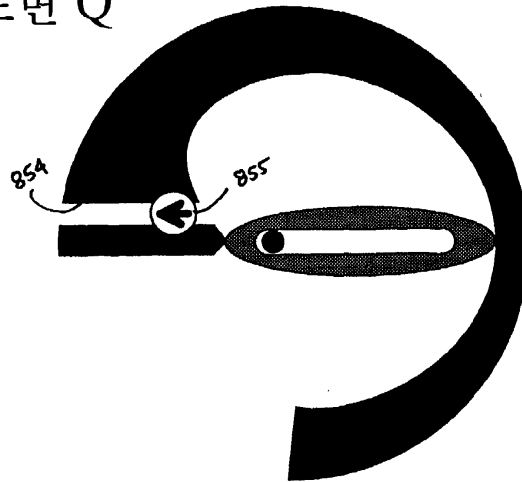


도면66

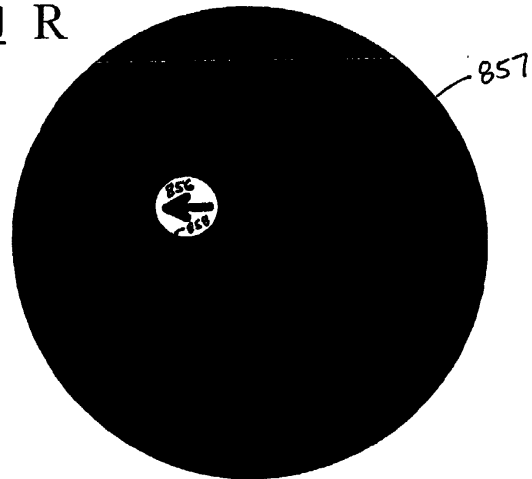


도면67

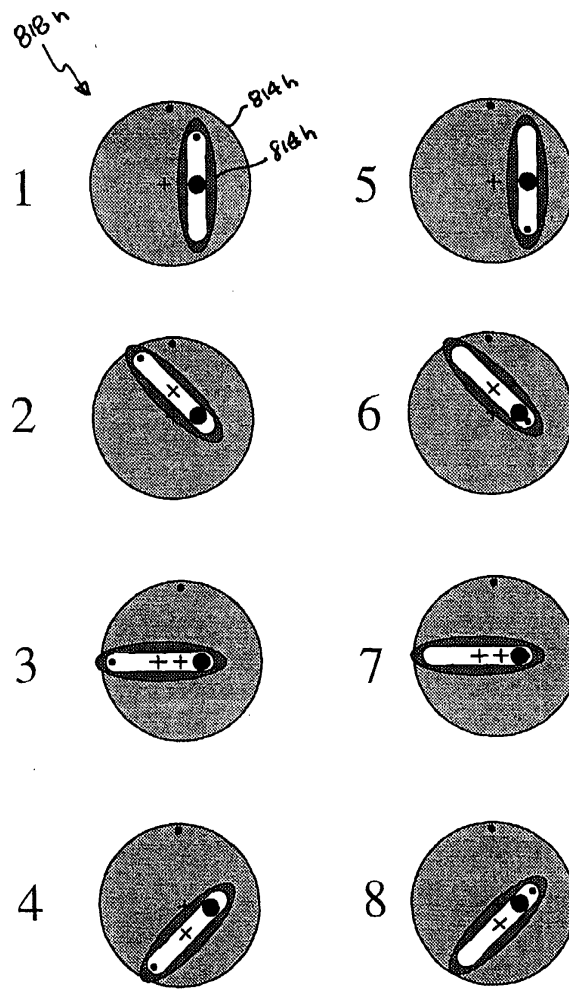
도면 Q



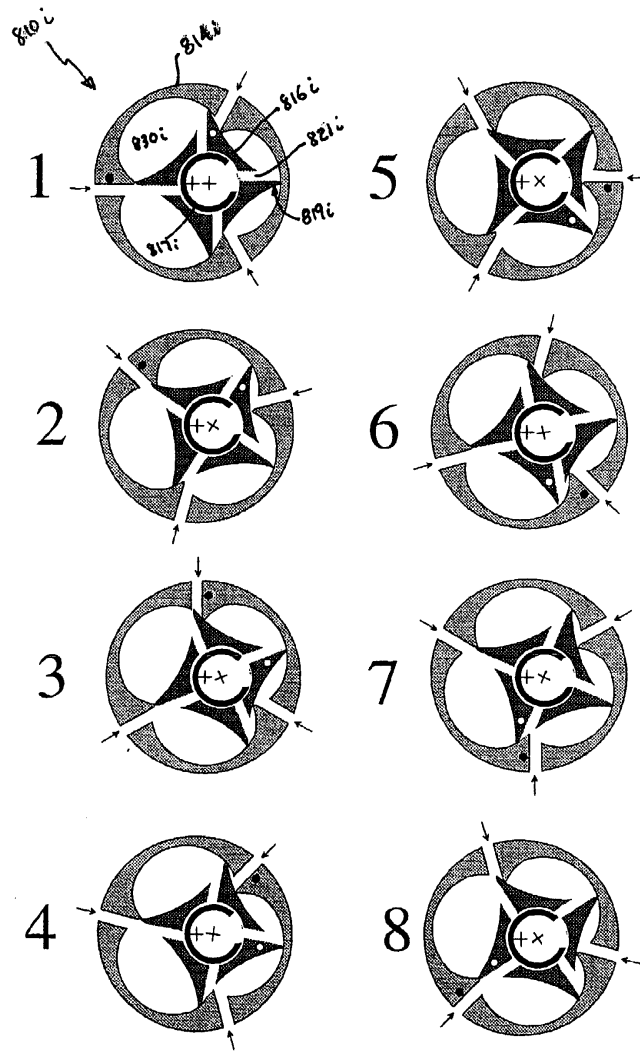
도면 R



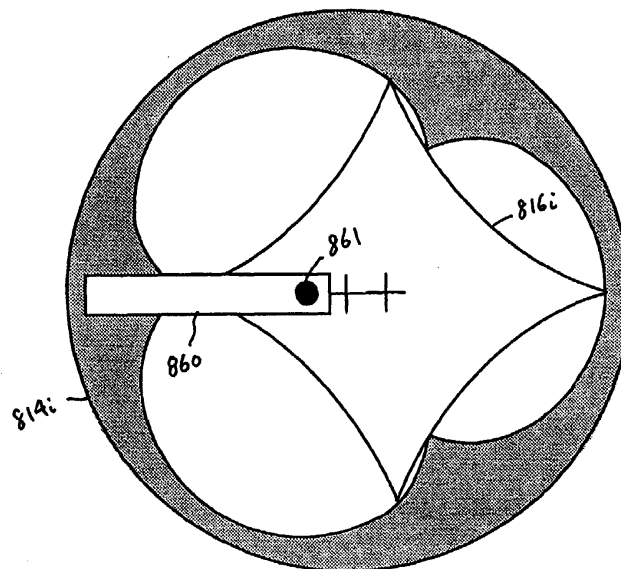
도면68



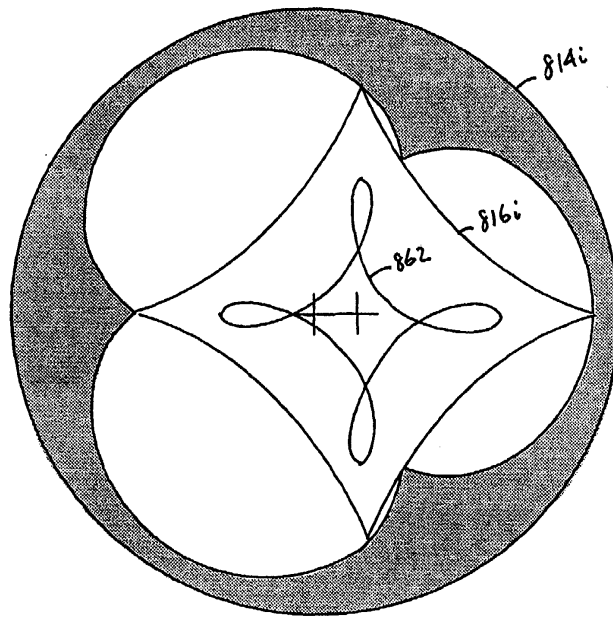
도면69



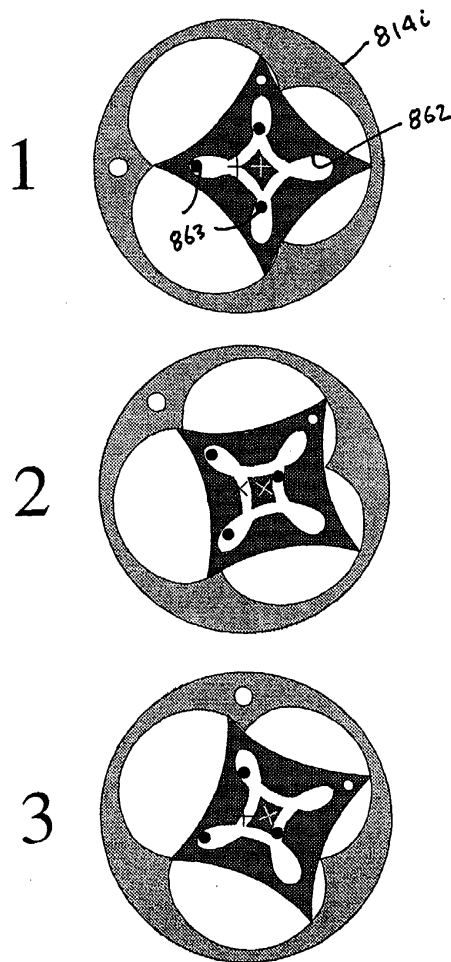
도면70



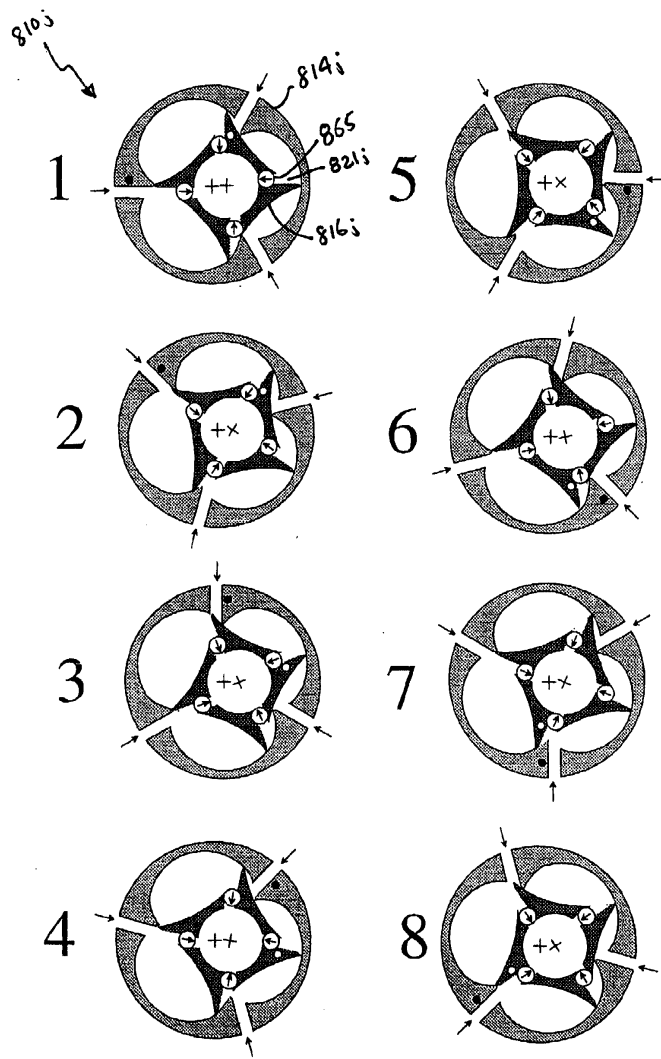
도면71



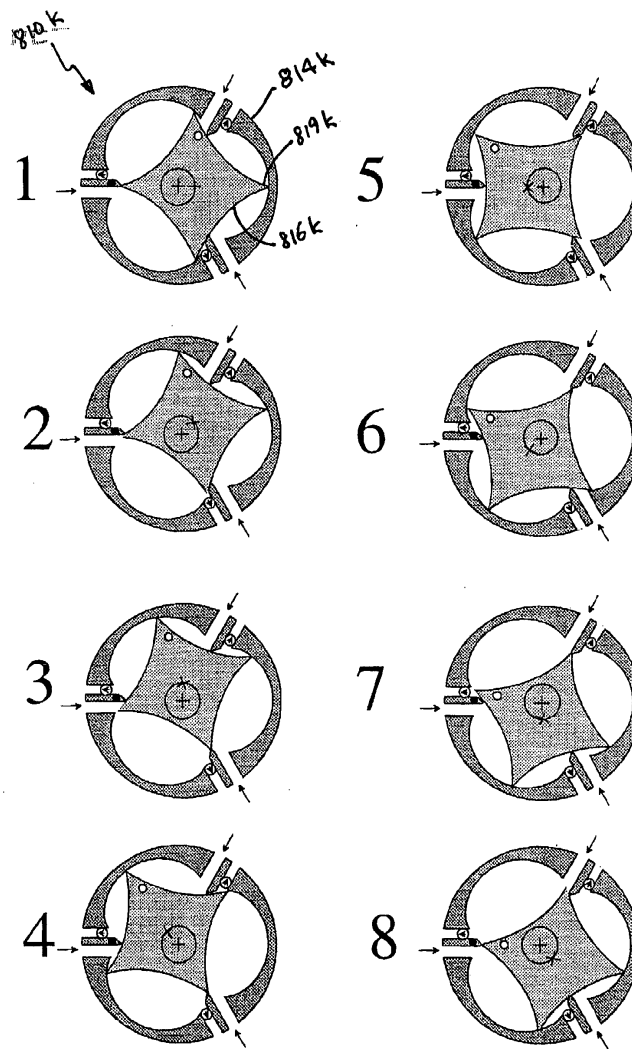
도면72



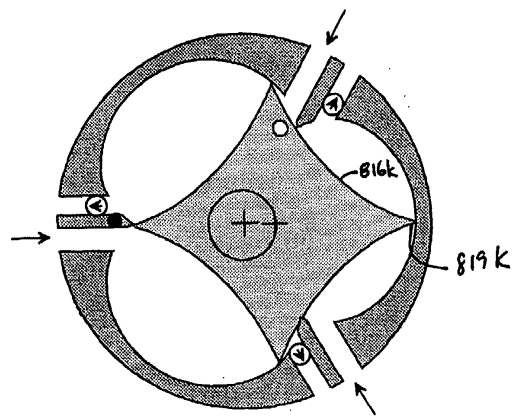
도면73



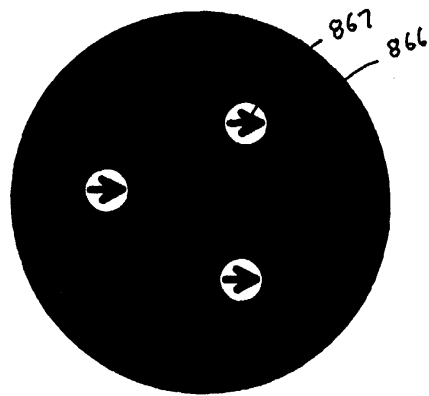
도면74



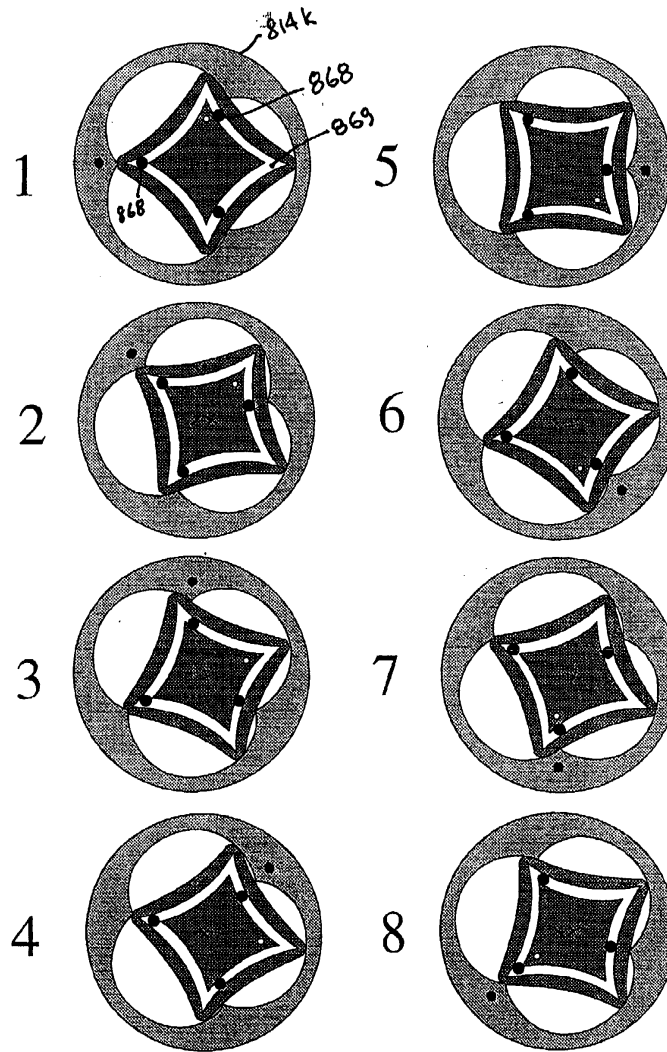
도면75



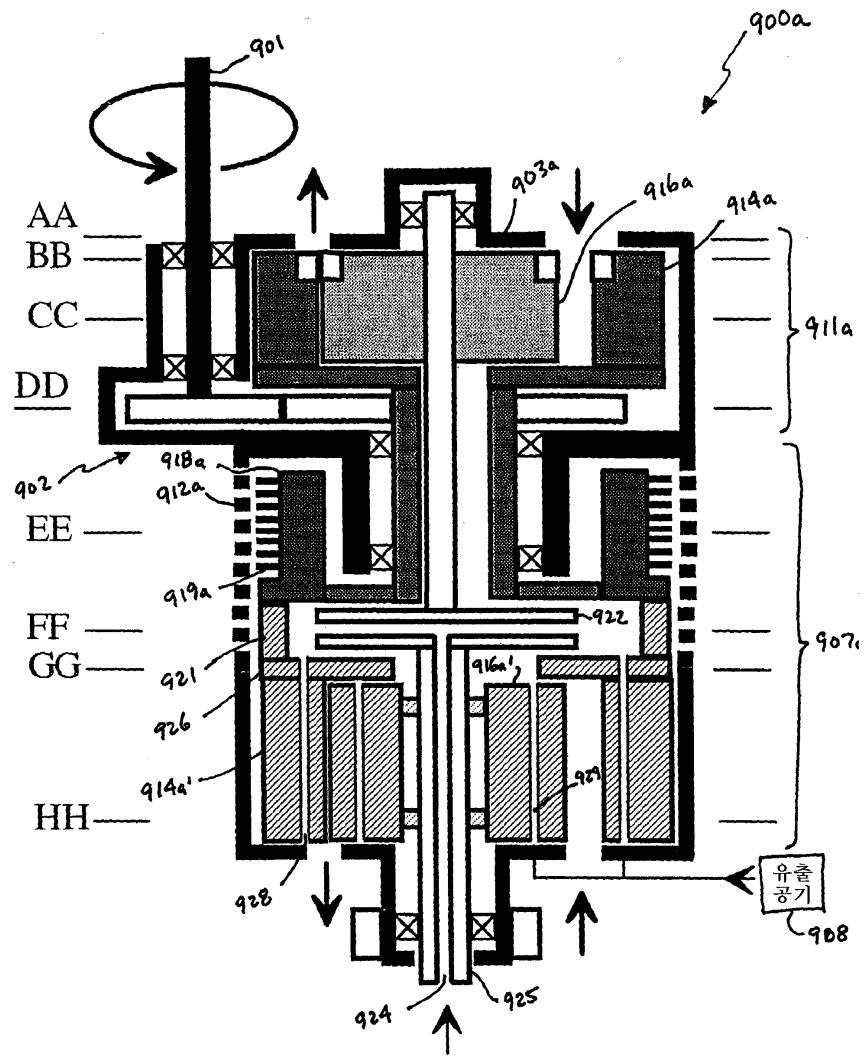
밸브 플레이트



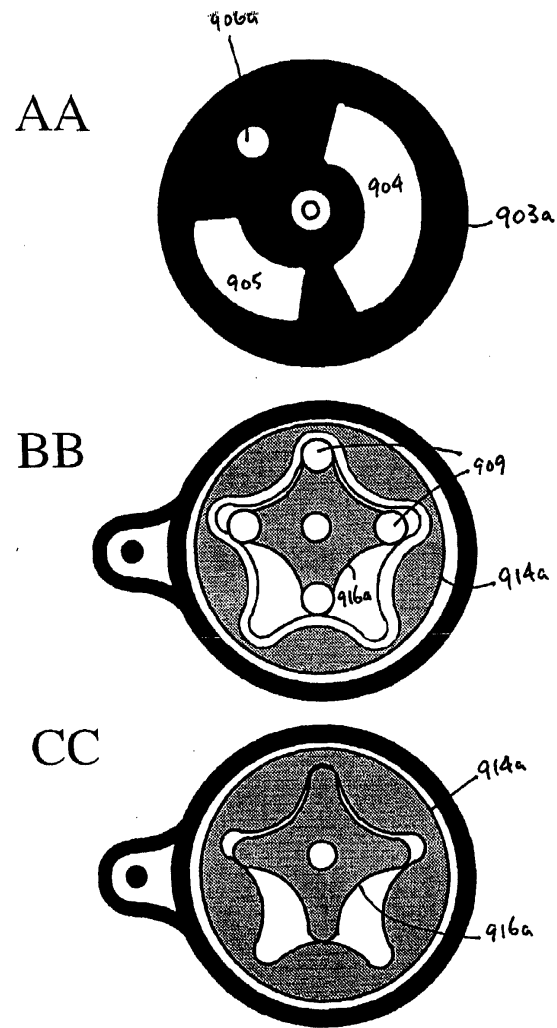
도면76



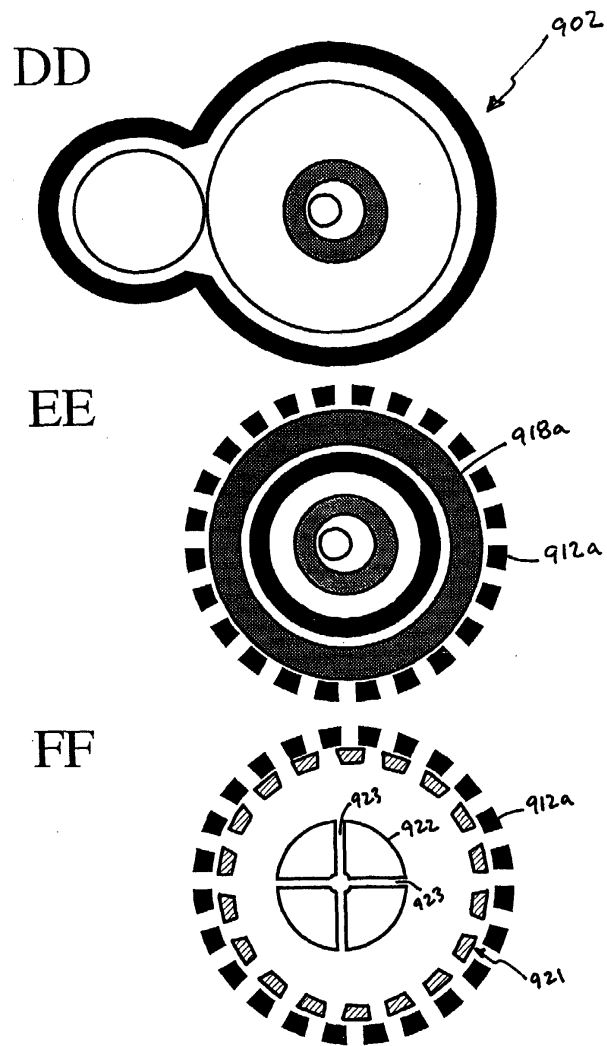
도면77



도면78

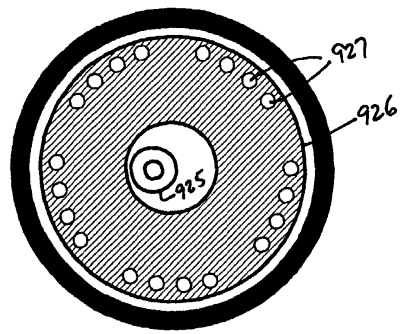


도면79

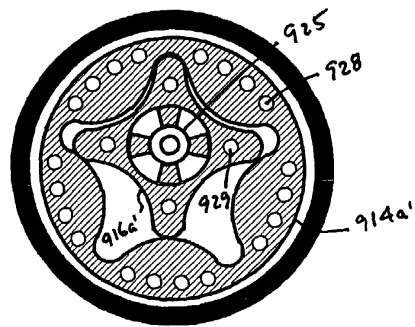


도면80

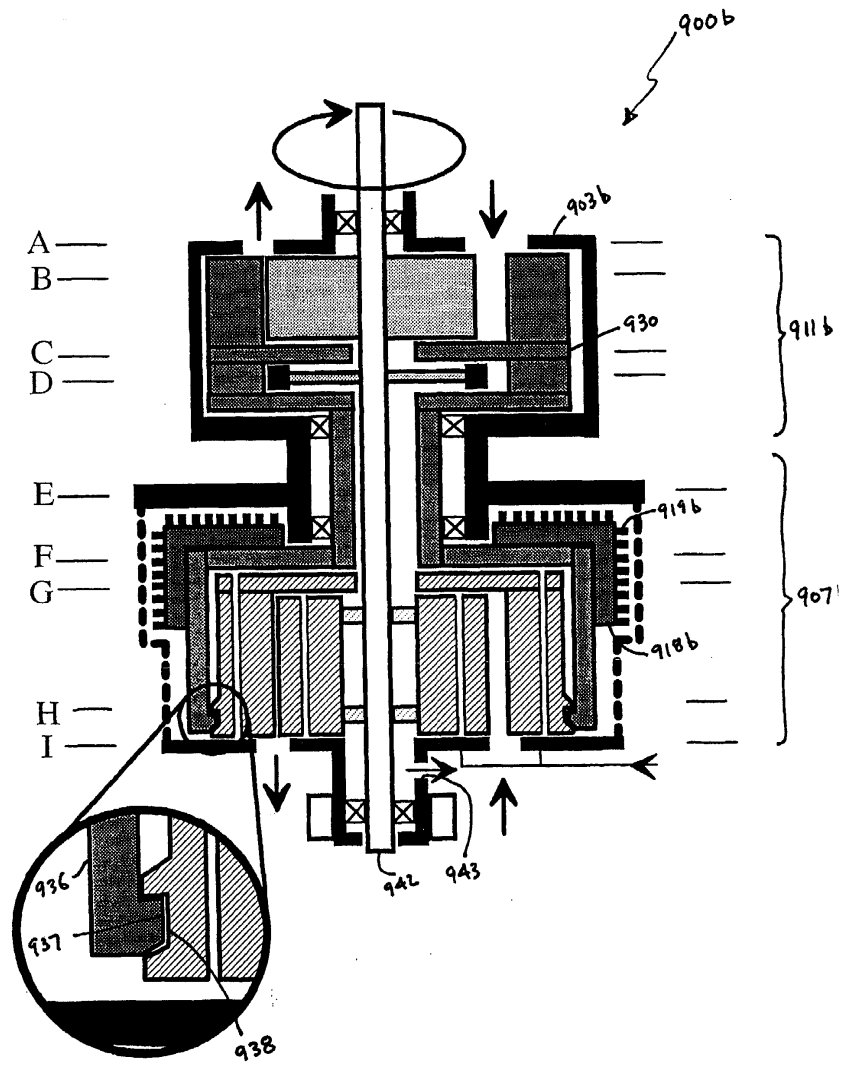
GG



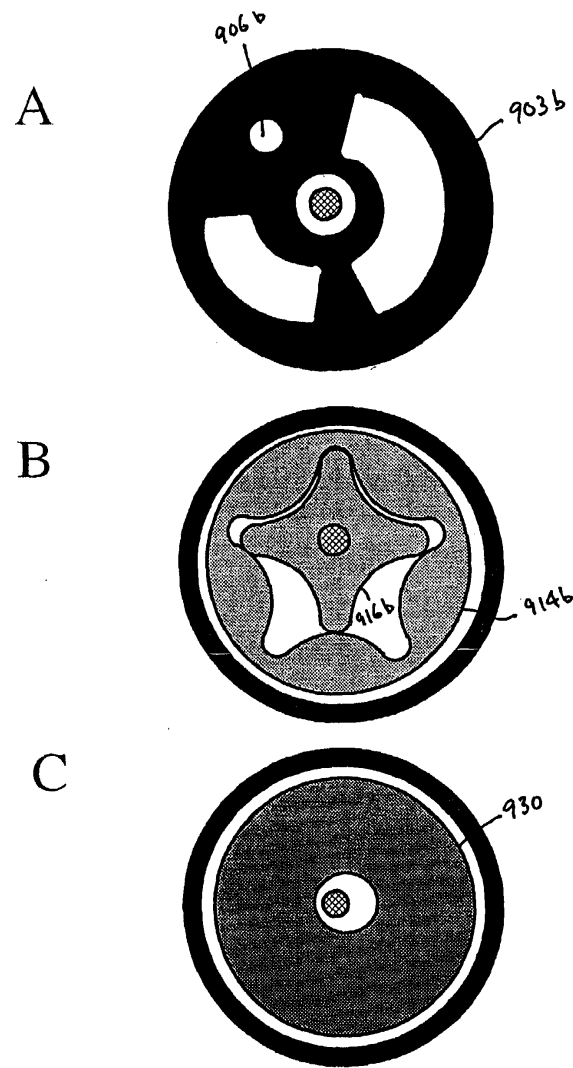
HH



도면81

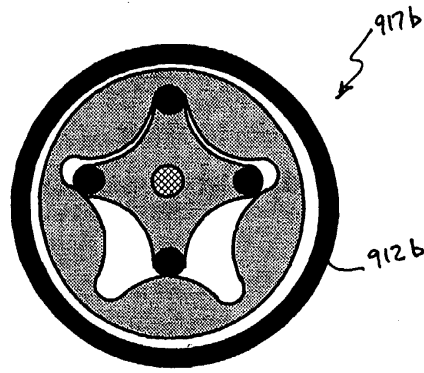


도면82

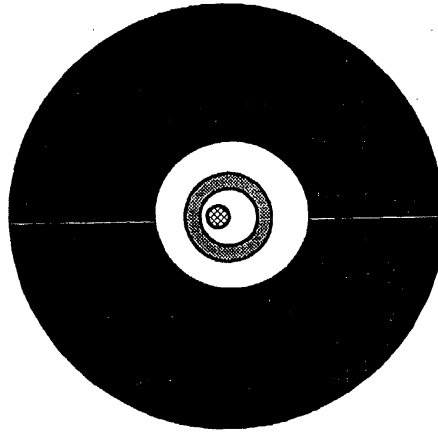


도면83

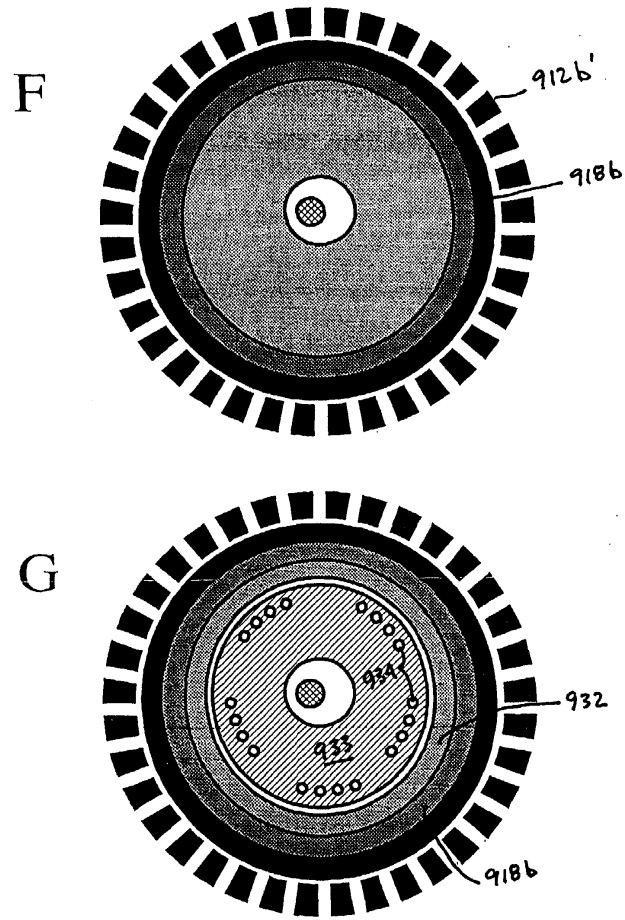
D



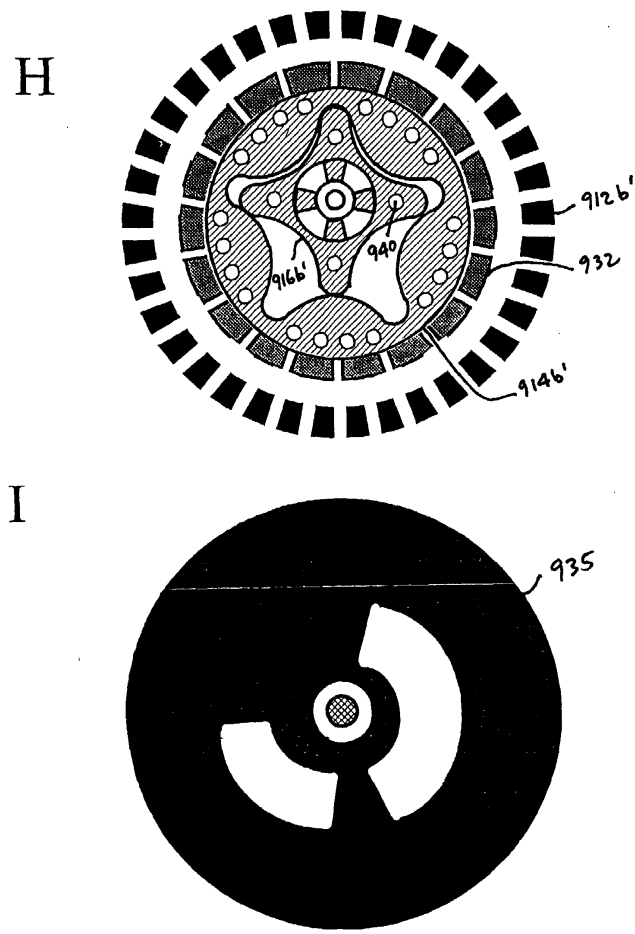
E



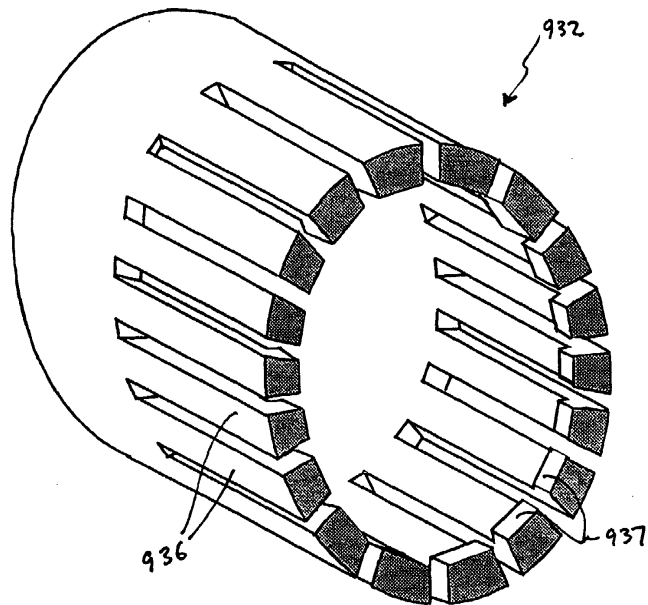
도면84



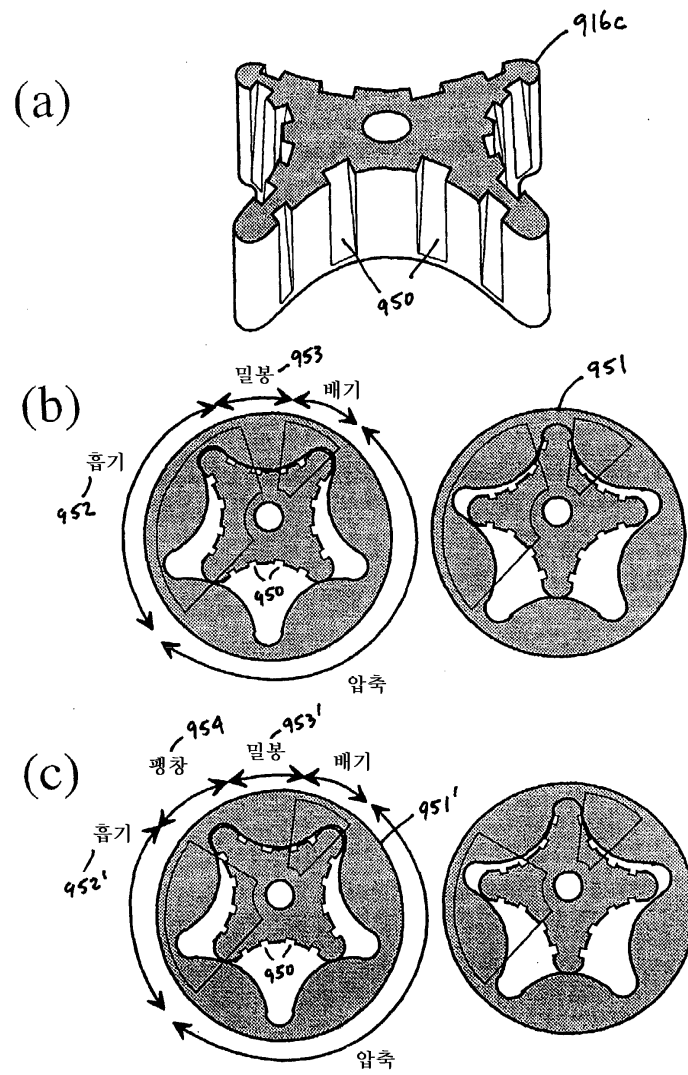
도면85



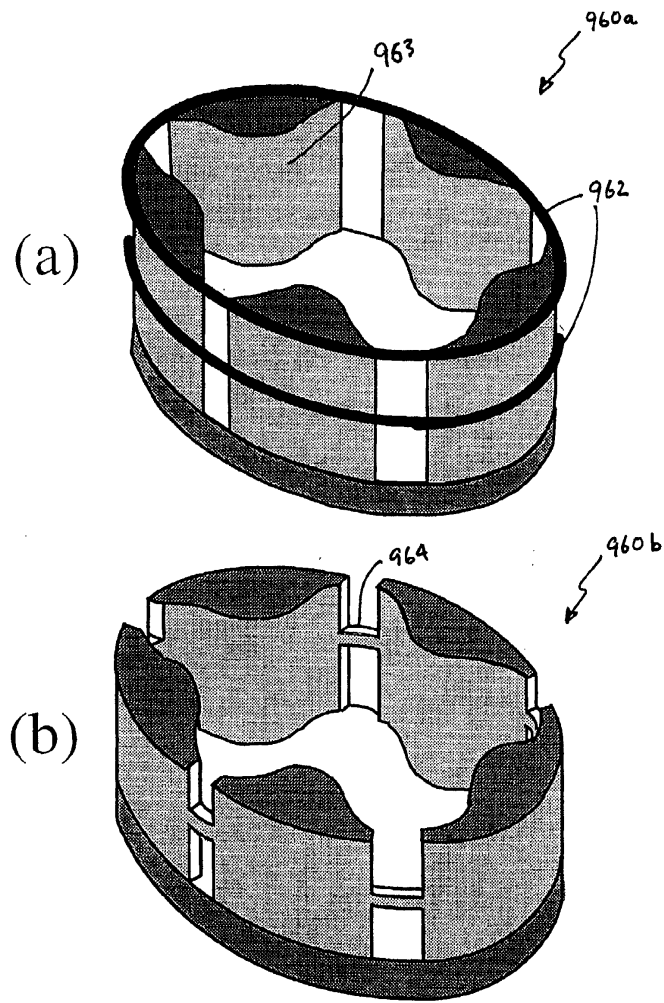
도면86



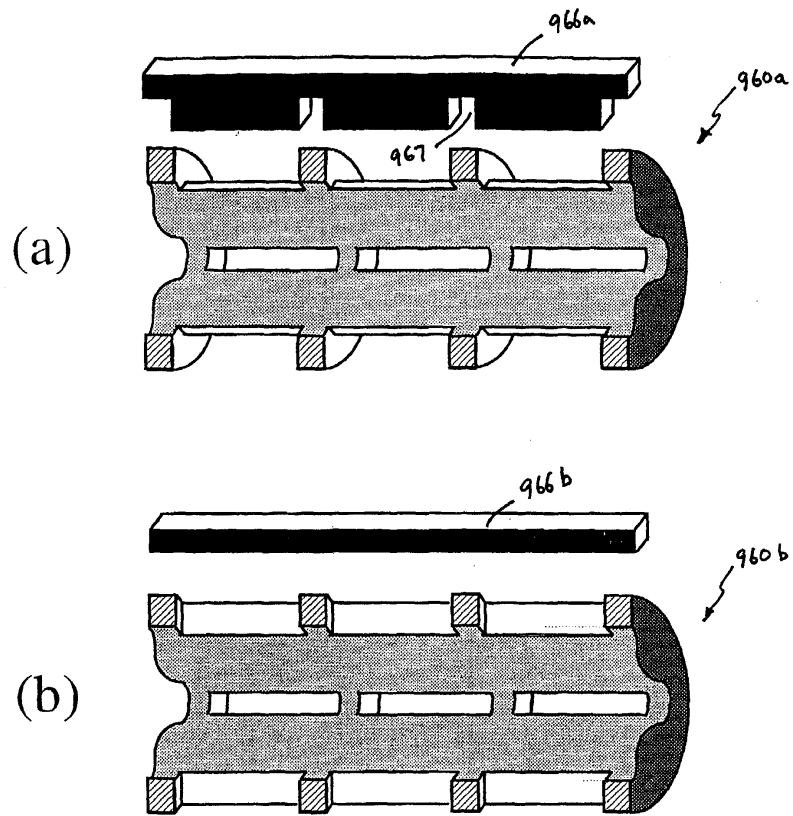
도면87



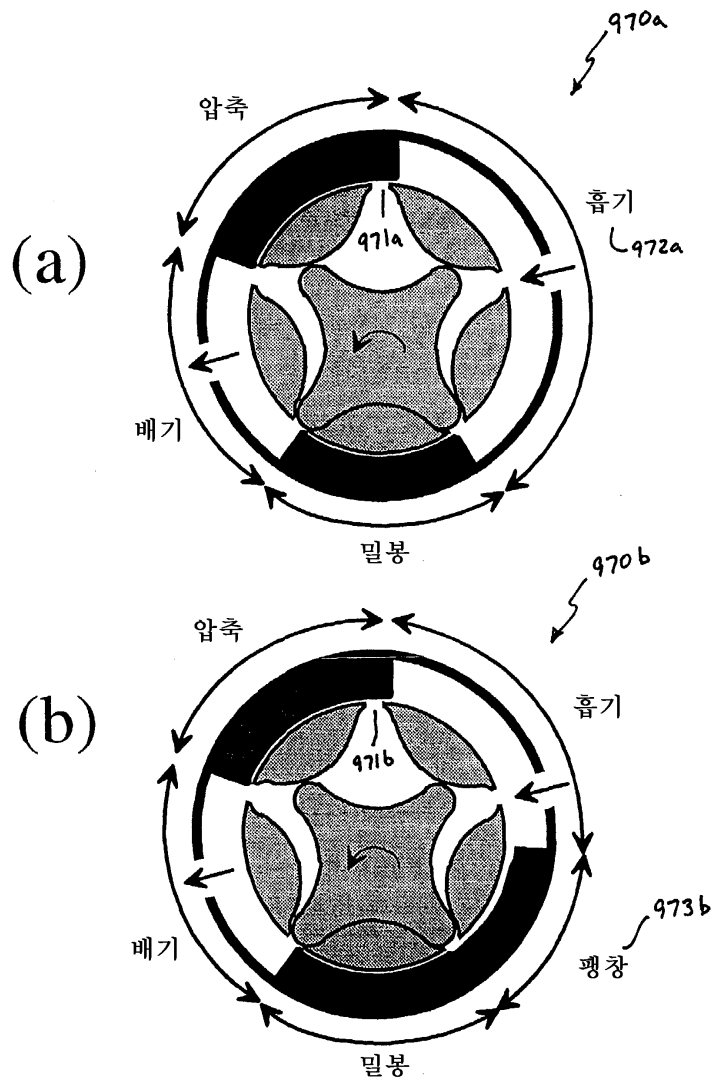
도면88



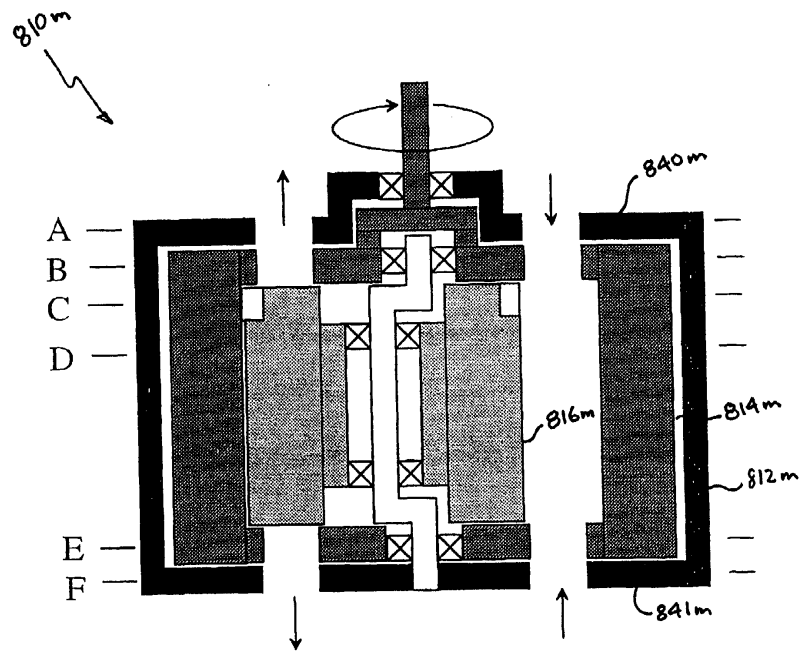
도면89



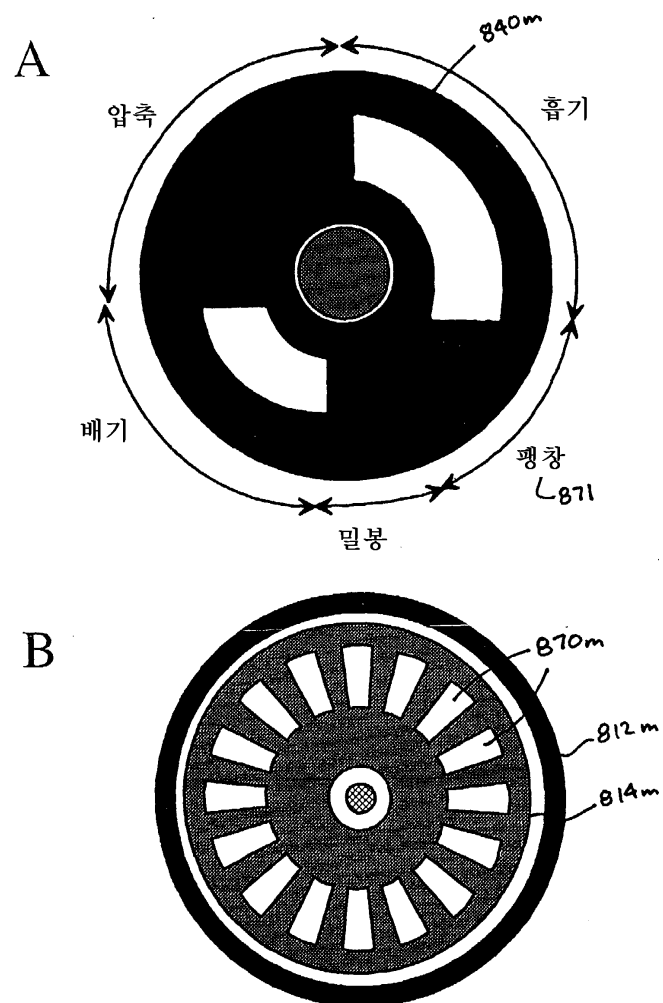
도면90



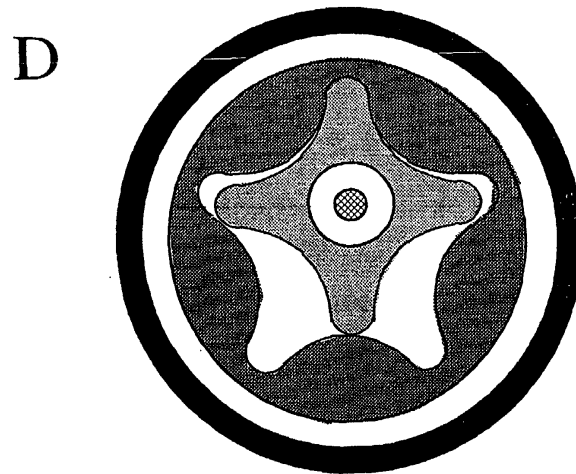
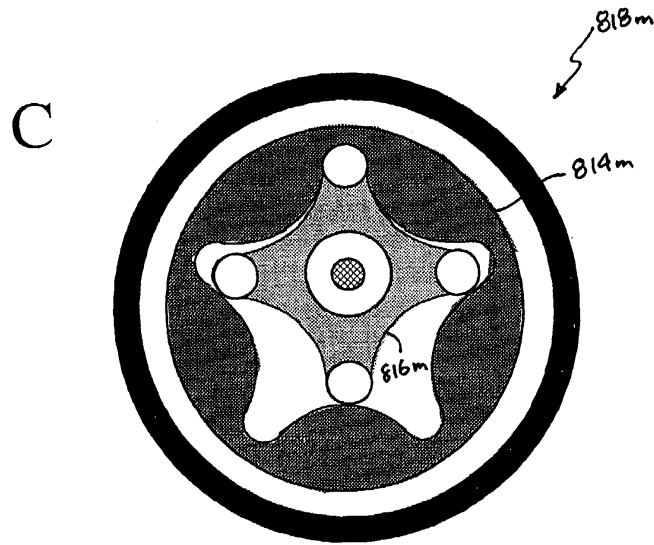
도면91



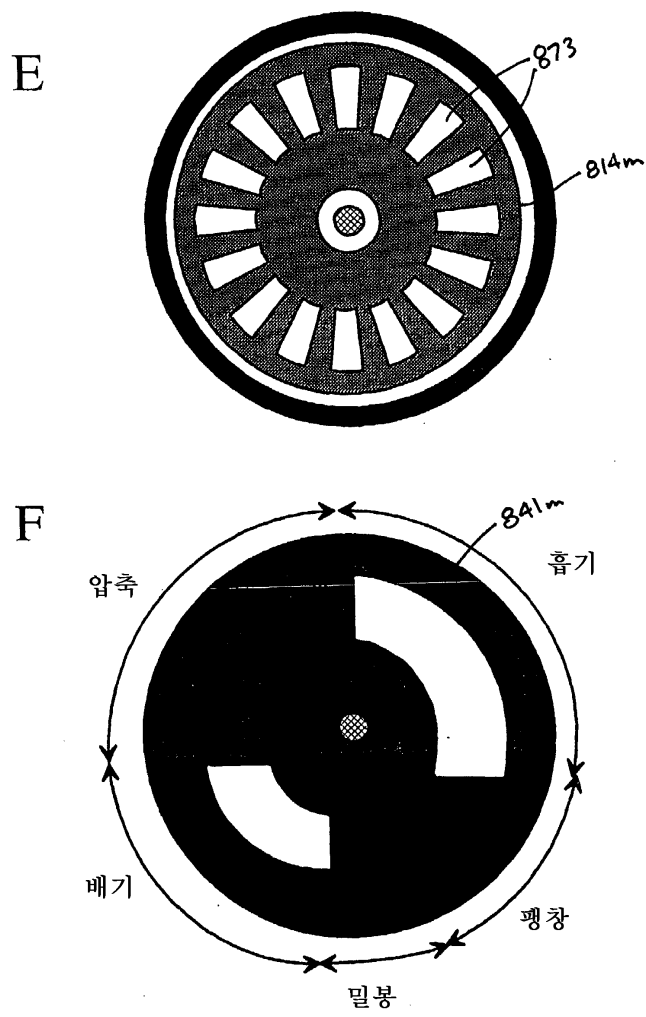
도면92



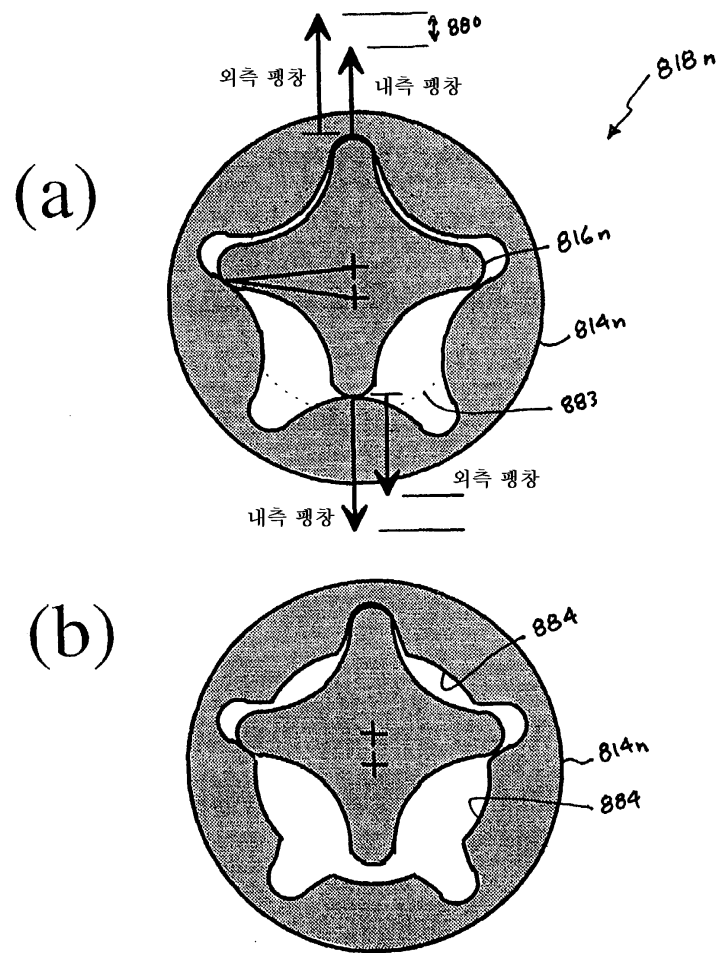
도면93



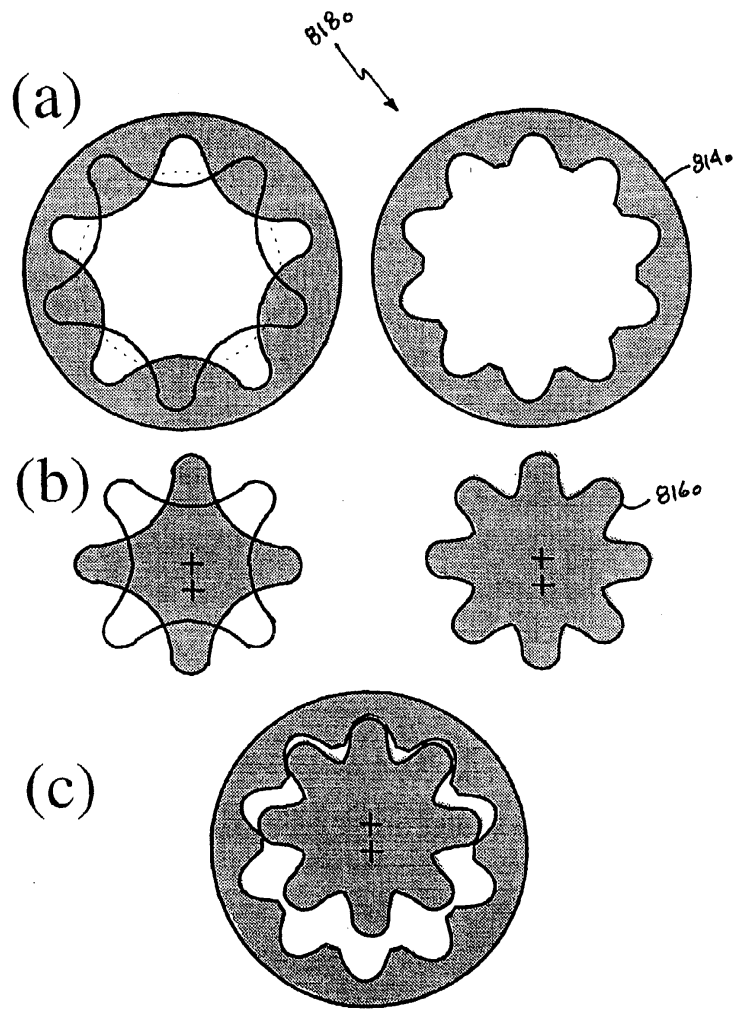
도면94



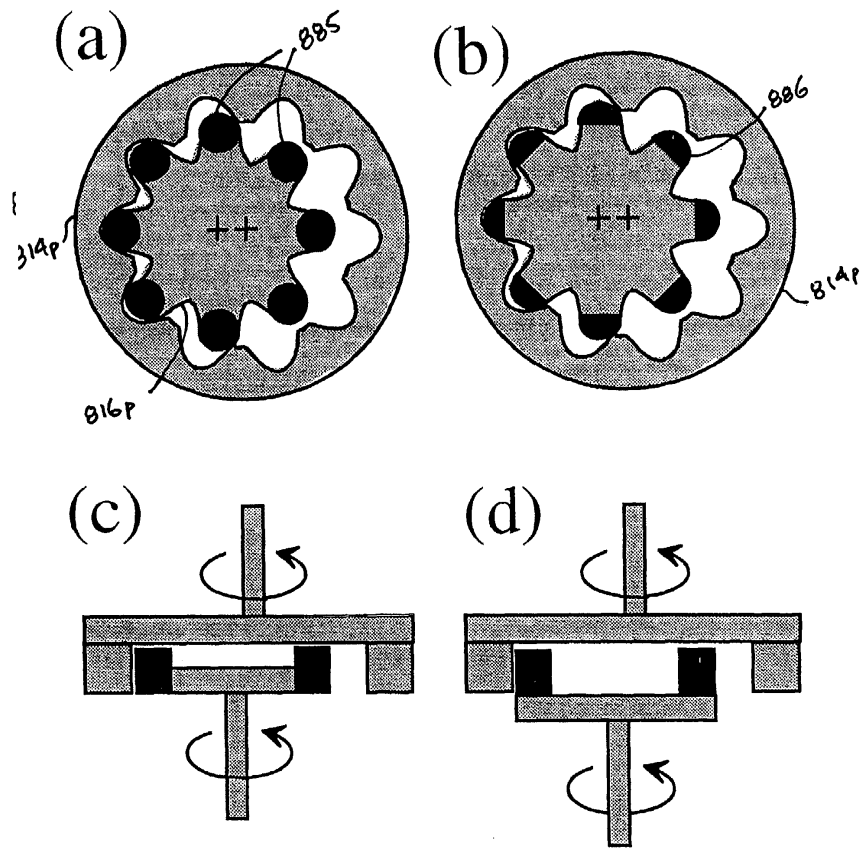
도면95



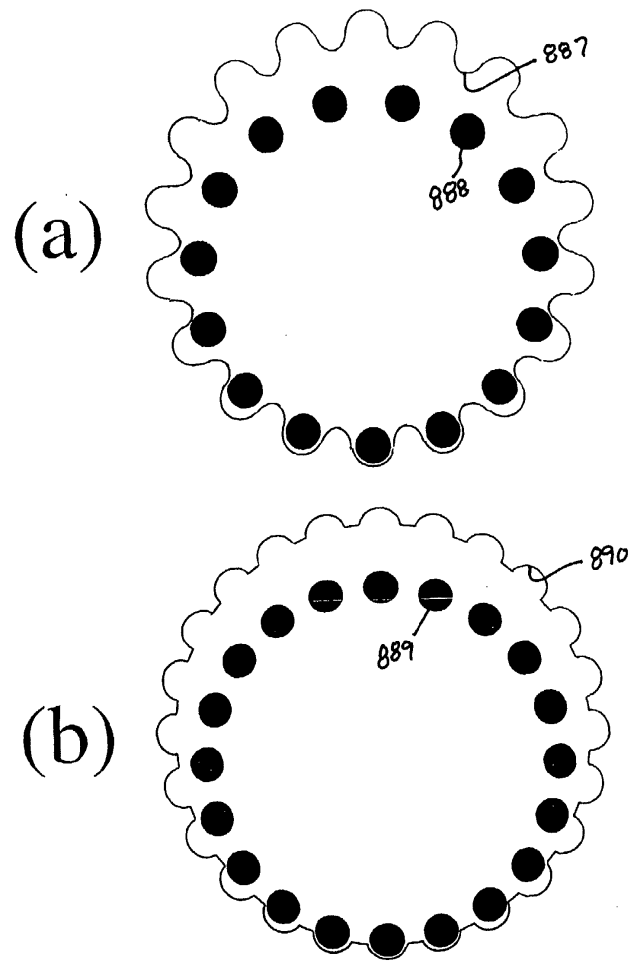
도면96



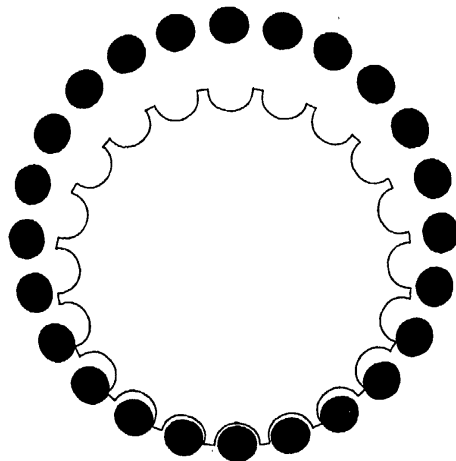
도면97



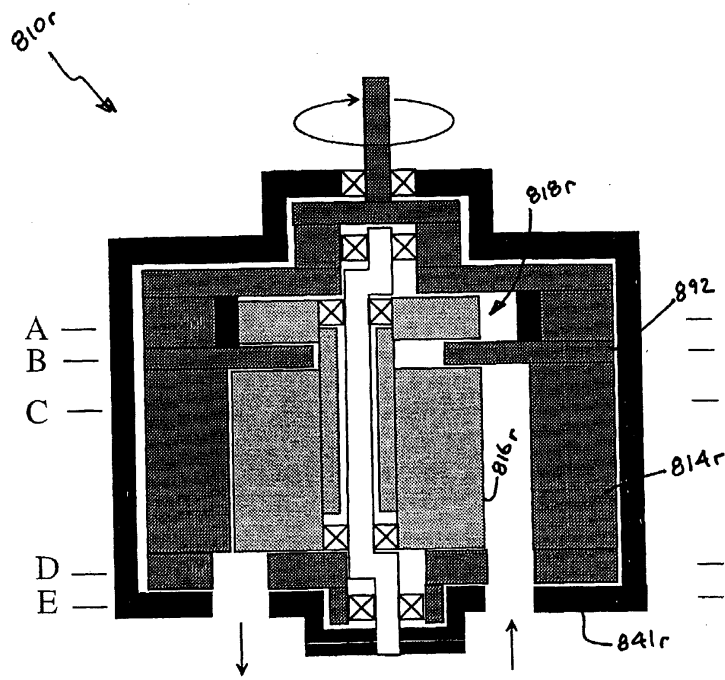
도면98



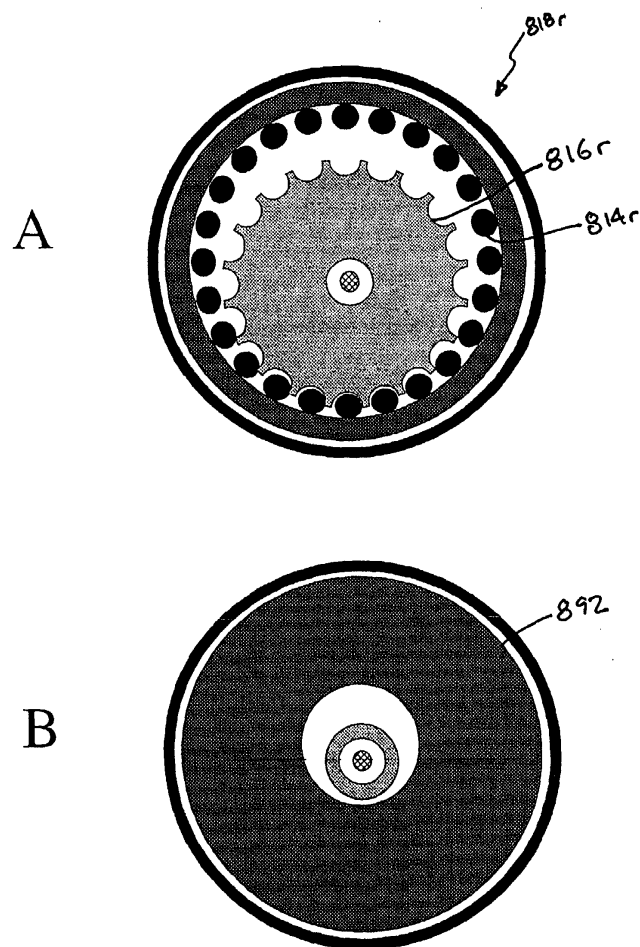
도면99



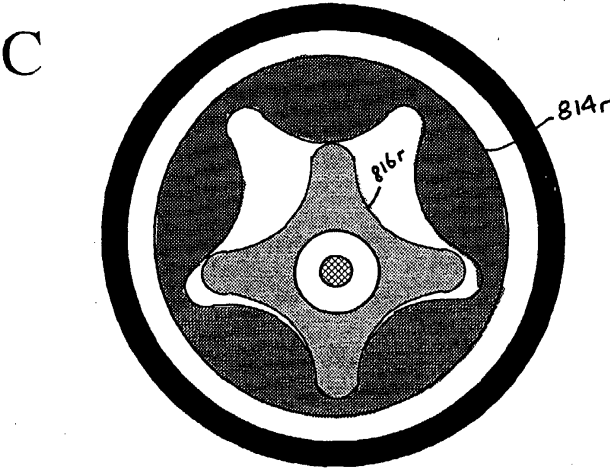
도면100



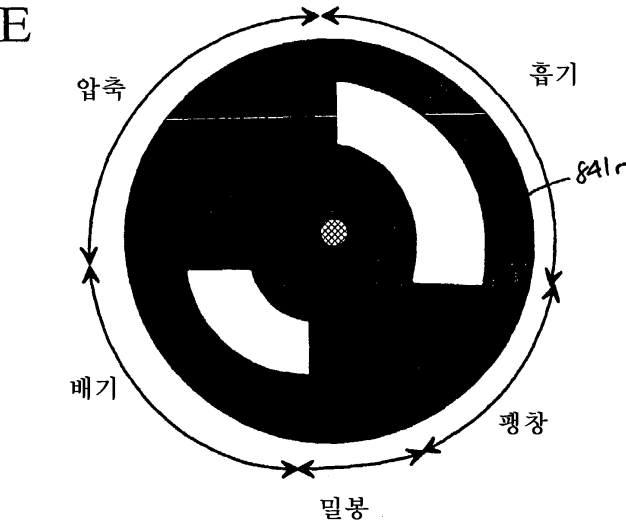
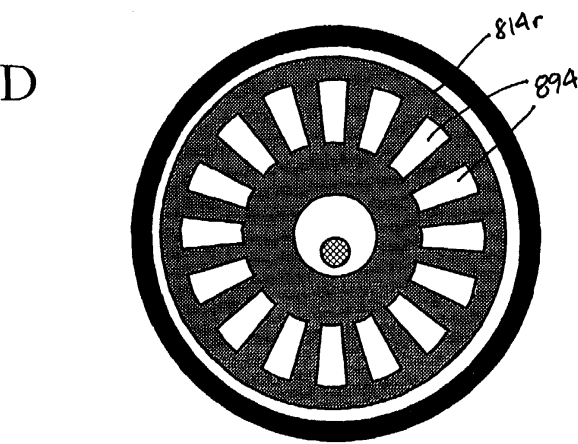
도면101



도면102



도면103



도면104

