



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0099602
(43) 공개일자 2012년09월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F04D 29/26 (2006.01) F04D 21/00 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0021939

(22) 출원일자 2012년03월02일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

13/037,675 2011년03월01일 미국(US)

(71) 출원인

제너럴 일렉트릭 캄파니

미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자

호퍼 더글라스 칼

미국 뉴욕주 12309 니스카유나 빌딩 케이1-3

에이59 원 리서치 씨클 글로벌 리서치 제너럴 일렉트릭 캄파니

고타푸 다난자야라오

인도 카나타카 560037 뱅갈로 마라타할리 아야팔라웃 2번 에이 크로스 비자야 nilaam 53-701

(74) 대리인

제일특허법인

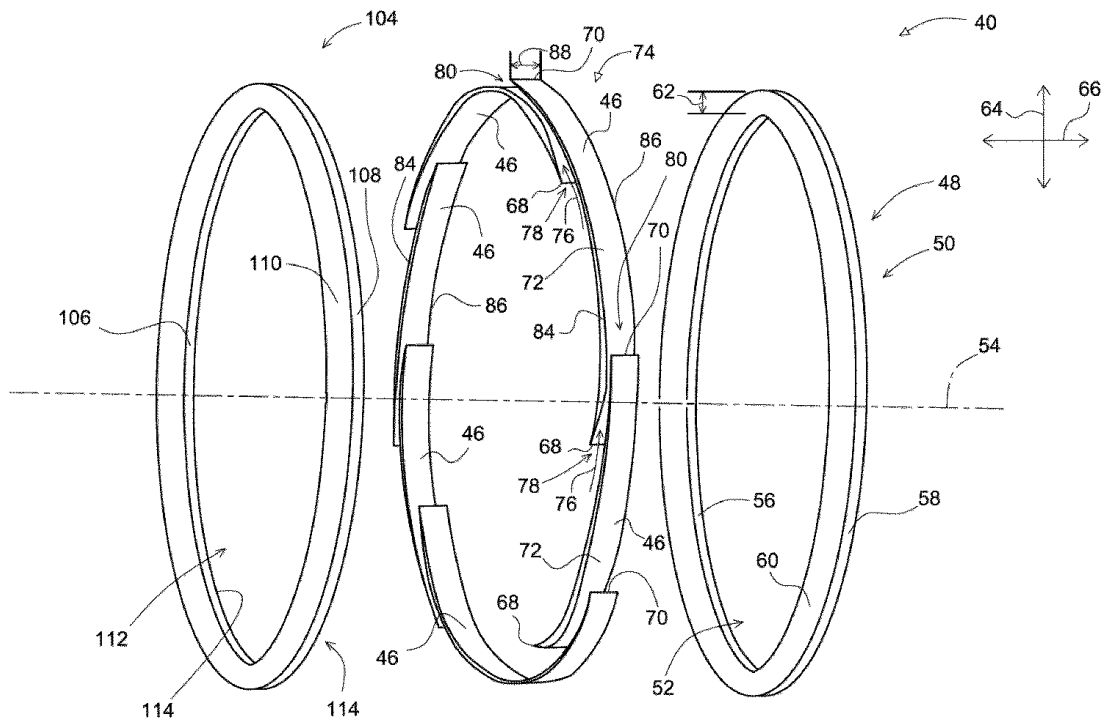
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 반경방향 유동 채널을 포함하는 초음속 압축기 로터를 조립하는 시스템 및 방법

(57) 요약

초음속 압축기 로터는 실질적인 원통형 단부벽(60)과, 반경방향 내부 표면(56), 및 반경방향 외부 표면(58)을 포함하는 로터 디스크(48)로서, 상기 단부벽은 상기 반경방향 내부 표면과 상기 반경방향 외부 표면 사이에서 연장하는, 로터 디스크(48), 상기 단부벽에 결합되는 복수의 베인들(46)로서, 상기 베인들은 상기 단부벽으로부터 외향으로 연장하고 인접한 베인들은 쌍(74)을 형성하며 유동 채널이 원주방향으로 인접한 베인들의 상기 쌍 각각 사이에 한정되도록 원주방향 거리로 이격되어 있으며, 상기 유동 채널은 입구 개구(78)와 출구 개구(80) 사이에서 대체로 반경방향으로 연장하는, 복수의 베인들(46), 및 상기 단부벽에 결합되고, 상기 유동 채널 내에 적어도 하나의 압축 파형(102)을 형성하는 것을 촉진하기 위해 상기 유동 채널 내에 위치되는 제 1 초음속 압축 램프(100)를 포함한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

초음속 압축기 로터에 있어서,

실질적인 원통형 단부벽(60)과, 반경방향 내부 표면(56), 및 반경방향 외부 표면(58)을 포함하는 로터 디스크(48)로서, 상기 단부벽은 상기 반경방향 내부 표면과 상기 반경방향 외부 표면 사이에서 연장하는, 상기 로터 디스크(48)와,

상기 단부벽에 결합되는 복수의 베인들(46)로서, 상기 베인들은 상기 단부벽으로부터 외향으로 연장하고, 인접한 베인들은 쌍(74)을 형성하며 유동 채널이 원주방향으로 인접한 베인들의 상기 쌍 각각 사이에 한정되도록 원주방향 거리로 이격되어 있으며, 상기 유동 채널은 입구 개구(78)와 출구 개구(80) 사이에서 대체로 반경방향으로 연장하는, 상기 복수의 베인들(46)과,

상기 단부벽에 결합되고, 상기 유동 채널 내에 적어도 하나의 압축 파형(102)을 형성하는 것을 촉진하기 위해 상기 유동 채널 내에 위치되는 제 1 초음속 압축 램프(100)를 포함하는

초음속 압축기 로터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 초음속 압축 램프(100)는 상기 단부벽(60)으로부터 외향으로 그리고 유동 채널(76) 내로 경사진 각도로 연장하는 압축 표면(130)을 포함하고, 상기 압축 표면은 선단 에지(134)와 후미 에지(136)를 포함하며, 상기 후미 에지는 상기 선단 에지보다는 상기 출구 개구(80)에 더 가깝게 위치되고, 상기 후미 에지는 상기 유동 채널의 목부 영역을 한정하며, 상기 목부 영역(128)은 상기 유동 채널의 최소 단면적(120, 122, 124, 126)을 갖는

초음속 압축기 로터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 압축 표면(130)은 실질적으로 편평한

초음속 압축기 로터.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 압축 표면(130)은 실질적으로 아치형인

초음속 압축기 로터.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 압축 표면(130)은 상기 단부벽(60)에 대해 약 2도 내지 약 10도 사이의 각도로 배향되는

초음속 압축기 로터.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 압축 램프(100)의 후미 에지는 상기 유동 채널(76)의 출구 개구(80)에 인접하게 위치되는

초음속 압축기 로터.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 압축 램프(100)는 상기 압축 표면(130)의 후미 에지(136)에 결합되는 발산 표면(208)을 포함하고, 상기 발산 표면은 상기 후미 에지로부터 상기 단부벽(60)을 향해 경사진 각도로 내향으로 연장하는

초음속 압축기 로터.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 베인들(46)에 결합되는 쉬라우드 조립체(104)로서, 상기 베인들은 상기 쉬라우드 조립체의 내부 표면(114)과 상기 단부벽(60) 사이에서 연장하는, 상기 쉬라우드 조립체(104)와,

상기 내부 표면(114)에 결합되고, 상기 내부 표면으로부터 상기 단부벽을 향해 연장하는 제 2 초음속 압축 램프(204)를 더 포함하는

초음속 압축기 로터.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 초음속 압축 램프(204)는 상기 유동 채널의 상기 목부 영역(128)이 상기 제 1 초음속 압축 램프와 상기 제 2 초음속 압축 램프 사이에 한정되도록 상기 제 1 초음속 압축 램프(200)에 대해 위치되는

초음속 압축기 로터.

청구항 10

초음속 압축 시스템(10)에 있어서,

유체 입구와 유체 출구 사이에서 연장하는 캐비티(32)를 한정하는 내부 표면(114)을 포함하는 하우징(24)과,

상기 하우징 내에 위치되고, 구동 조립체(18)에 회전가능하게 결합되는 로터 샤프트와,

상기 로터 샤프트에 결합되고, 상기 유체 입구로부터 상기 유체 출구까지 유체를 이송하기 위해 상기 유체 입구와 상기 유체 출구 사이에 위치되는 초음속 압축기 로터를 포함하고,

상기 초음속 압축기 로터는,

실질적인 원통형 단부벽(60)과, 반경방향 내부 표면(56), 및 반경방향 외부 표면(58)을 포함하는 로터 디스크(48)로서, 상기 단부벽은 상기 반경방향 내부 표면과 상기 반경방향 외부 표면 사이에서 연장하는, 상기 로터 디스크(48)와,

상기 단부벽에 결합되는 복수의 베인들(46)로서, 상기 베인들은 상기 단부벽으로부터 외향으로 연장하고, 인접한 베인들은 쌍(74)을 형성하며 유동 채널(76)이 원주방향으로 인접한 베인들의 상기 쌍 각각 사이에 한정되도록 원주방향 거리로 이격되어 있으며, 상기 유동 채널은 입구 개구(78) 및 출구 개구(80) 사이에서 대체로 반경방향으로 연장하는, 상기 복수의 베인들(46)과,

상기 단부벽에 결합되고, 상기 유동 채널 내에 적어도 하나의 압축 파형(102)을 형성하는 것을 촉진하기 위해 상기 유동 채널 내에 위치되는 제 1 초음속 압축 램프(100, 200)를 포함하는

초음속 압축기 시스템.

명세서

기술 분야

본 발명은 일반적으로 초음속 압축기 시스템에 관한 것이며, 특히 초음속 압축기 시스템에 사용하기 위한 초음속 압축기 로터에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 적어도 몇몇 공지된 초음속 압축기 시스템은 구동 조립체, 구동 샤프트, 및 유체를 압축하기 위한 적어도 하나의 초음속 압축기 로터를 포함한다. 구동 조립체는 구동 샤프트와 초음속 압축기 로터를 회전시키기 위해 구동 샤프트와 함께 초음속 압축기 로터에 결합된다.
- [0003] 공지된 초음속 압축기 로터들은 로터 디스크에 결합된 복수의 스트레이크(strakes)를 포함한다. 각 스트레이크는 로터 디스크에 관해 원주방향으로 배향되고, 인접한 스트레이크들 사이에 축선방향 유동 채널을 한정한다. 적어도 몇몇 공지된 초음속 압축기 로터들은 로터 디스크에 결합되는 초음속 압축기 램프(ramp)를 포함한다. 공지된 초음속 압축기 램프들은 축선방향 유동 통로 내에 위치되고, 이 유동 통로 내에 압축 파형(compression wave)을 형성하도록 구성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 공지된 초음속 압축기 시스템의 작동 중에, 구동 조립체는 높은 회전 속도로 초음속 압축기 로터를 회전시킨다. 유체는 이 유체가 유동 채널에서 초음속 압축기 로터에 대해 초음속인 속도에 의해 특징되도록 초음속 압축기 로터로 보낸다(channeled). 적어도 몇몇 공지된 초음속 압축기 로터들은 유동 채널로부터 유체를 축선방향으로 배출한다. 유체가 축선방향으로 이송되면, 초음속 압축기 로터의 하류측 초음속 압축기 시스템 구성부품들은 축선방향 유동을 수용하도록 설계될 것을 요구한다. 이와 같이, 공지된 초음속 압축기 시스템은 유체를 축선방향으로 배출하기 위해 추가적인 구성부품들을 요구한다. 공지된 초음속 압축기 시스템은 예를 들어, 2005년 3월 28일자로 출원된 미국특허 제 7,334,990호 및 2005년 3월 23일자로 출원된 미국특허 제 7,293,955호, 및 2009년 1월 16일자로 출원된 미국특허출원 제 2009/0196731호에 개시되어 있다.

과제의 해결 수단

- [0005] 일 실시예에서, 초음속 압축기 로터가 제공된다. 이 초음속 압축기 로터는 실질적인 원통형 단부벽(endwall)과, 반경방향(radially) 내부 표면, 및 반경방향 외부 표면을 포함하는 로터 디스크를 포함한다. 단부벽은 반경방향 내부 표면과 반경방향 외부 표면 사이에서 연장한다. 복수의 베인들(vanes)이 단부벽에 결합된다. 베인들은 단부벽으로부터 외향으로 연장한다. 인접한 베인들은 쌍을 형성하고 유동 채널이 원주방향으로 인접한 베인들의 각 쌍 사이에 한정되도록 원주방향 거리로 이격되어 있다. 유동 채널은 입구 개구와 출구 개구 사이에서 대체로 반경방향으로 연장한다. 제 1 초음속 압축 램프(supersonic compression ramp)가 단부벽에 결합된다. 제 1 초음속 압축 램프는 유동 채널 내에 적어도 하나의 압축 파형을 형성하는 것을 촉진하기 위해 유동 채널 내에 위치된다.
- [0006] 다른 실시예에서, 초음속 압축 시스템이 제공된다. 이 초음속 압축 시스템은 유체 입구와 유체 출구 사이에서 연장하는 캐비티(cavity)를 한정하는 내부 표면을 포함하는 하우징을 포함한다. 로터 샤프트가 하우징 내에 위치된다. 이 로터 샤프트는 구동 조립체에 회전가능하게 결합된다. 초음속 압축기 로터가 로터 샤프트에 결합된다. 이 초음속 압축기 로터는 유체 입구로부터 유체 출구까지 유체를 이송하기(channelling) 위해 유체 입구와 유체 출구 사이에 위치된다. 이 초음속 압축기 로터는 실질적인 원통형 단부벽과, 반경방향 내부 표면, 및 반경방향 외부 표면을 포함하는 로터 디스크를 포함한다. 단부벽은 반경방향 내부 표면과 반경방향 외부 표면 사이에서 연장한다. 복수의 베인들이 단부벽에 결합된다. 베인들은 단부벽으로부터 외향으로 연장한다. 인접한 베인들은 쌍을 형성하고 유동 채널이 원주방향으로 인접한 베인들의 각 쌍 사이에 한정되도록 원주방향 거리로 이격되어 있다. 유동 채널은 입구 개구와 출구 개구 사이에서 대체로 반경방향으로 연장한다. 제 1 초음속 압축 램프가 단부벽에 결합된다. 제 1 초음속 압축 램프는 유동 채널 내에 적어도 하나의 압축 파형을 형성하는 것을 촉진하기 위해 유동 채널 내에 위치된다.
- [0007] 또 다른 실시예에서, 초음속 압축기 로터를 조립하는 방법이 제공된다. 이 방법은 단부벽과, 반경방향 내부 표면, 및 반경방향 외부 표면을 포함하는 로터 디스크를 제공하는 단계를 포함한다. 단부벽은 반경방향 내부 표면과 반경방향 외부 표면 사이에서 연장한다. 복수의 베인들이 단부벽에 결합된다. 인접한 베인들은 쌍을 형성하고 유동 채널이 원주방향으로 인접한 베인들의 각 쌍 사이에 한정되도록 원주방향 거리로 이격되어 있다. 유동 채널은 입구 개구와 출구 개구 사이에서 대체로 반경방향으로 연장한다. 제 1 초음속 압축 램프가 단부벽에 결합된다. 제 1 초음속 압축 램프는 적어도 하나의 압축 파형을 유동 채널 내에 형성하도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 예시적인 초음속 압축기 시스템의 개략도.
- 도 2는 도 1에 도시된 초음속 압축기 시스템에 사용될 수 있는 예시적 초음속 압축기 로터의 분해 사시도.
- 도 3은 도 2에 도시된 초음속 압축기 로터의 단면도.
- 도 4는 도 2에 도시된 초음속 압축기 로터의 다른 단면도.
- 도 5는 도 4에 도시된 초음속 압축기 로터의 다른 실시예의 단면도.
- 도 6은 도 4에 도시된 초음속 압축기 로터의 또 다른 실시예의 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 본 발명의 이들 및 다른 특징들, 양태들, 및 장점들은 전체 도면들을 통해 동일한 부호가 동일한 부분을 나타내는 첨부된 도면을 참조하여 하기 상세한 설명을 읽을 때보다 잘 이해될 것이다.
- [0010] 달리 지시되지 않는 한, 본원에 제공된 도면은 본 발명의 주요한 독창적인 특징들을 도시하는 것을 의미한다. 이들 주요한 독창적인 특징들은 본 발명의 하나 이상의 실시예를 포함하는 다수의 시스템에 적용 가능한 것으로 믿어진다. 이와 같이, 도면은 당업자에 의해 공지된 모든 종래의 특징을 포함하는 것이 본 발명의 실행을 위해 필요한 것으로는 여겨지지는 않는다.
- [0011] 하기의 상세한 설명 및 특허청구범위에서, 참조부호는 다수의 용어에 부여되며, 상기 다수의 용어는 하기의 의미를 갖는 것으로 규정될 것이다.
- [0012] 문맥이 명확하게 달리 지시하지 않는다면, 단수 형태인 "하나(a, an)" 및 "상기(the)"는 복수의 지시 대상을 포함한다.
- [0013] "선택적" 또는 "선택적으로"는 나중에 기술되는 사건 또는 상황이 발생하거나 또는 발생하지 않을 수 있으며, 상기 설명은 이벤트(event)가 사건이 발생하는 경우와 그렇지 않은 경우를 포함한다는 것을 의미한다.
- [0014] 상세한 설명 및 특허청구범위 전체에 걸쳐 본원에서 사용되는 바와 같이, 관련된 기본 기능의 변화를 야기하지 않고 허용 가능하게 변할 수 있는 임의의 양적 표현을 수정하는데 근사 언어가 적용될 수 있다. 따라서, "약" 및 "실질적인"와 같은 용어(들)에 의해 수정되는 값은 구체화되는 정확한 값에 한정되지 않는다. 적어도 몇몇의 경우에서, 근사 언어는 이 값을 측정하기 위한 기구의 정확성에 대응할 수 있다. 상세한 설명 및 특허청구범위 전체에서, 범위 한정은 조합 및/또는 교체될 수 있으며, 이러한 범위는 문맥 또는 언어가 달리 지시하지 않는다면 그 내에 포함된 모든 하부 범위(sub-ranges)를 구체화하고 포함한다.
- [0015] 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "초음속 압축기 로터(supersonic compressor rotor)"는 초음속 압축기 로터의 유체 유동 채널 내에 배치된 초음속 압축 램프(supersonic compression ramp)를 포함하는 압축기 로터에 관한 것이다. 초음속 압축기 로터들은 "초음속(supersonic)"이라고 말한다. 그 이유는 이들이 로터의 유동 채널 내에 배치된 초음속 압축 램프에서 회전하는 초음속 압축기 로터와 마주치는 이동 유체, 예를 들어 이동 가스가 초음속인 상대적 유체 속도(relative fluid velocity)를 갖도록 고속으로 회전 축선에 관해 회전하게 설계되기 때문이다. 상대적 유체 속도는 초음속 압축 램프에서의 로터 속도와 초음속 압축 램프와 마주하기 바로 전의 유체 속도의 벡터 합(vector sum)의 관해서 한정될 수 있다. 이 상대적 유체 속도는 가끔 "국부적(local) 초음속 입구 속도"로 참조되고, 임의의 실시예에서는 초음속 압축기 로터의 유동 채널 내에 배치된 초음속 압축 램프의 접선방향 속도(tangential speed)와 입구 가스 속도의 조합으로 참조된다. 초음속 압축기 로터는 매우 높은 접선방향 속도, 예를 들어 300m/s(meters/second) 내지 800m/s의 범위에 있는 접선방향 속도로 서비스하기 위해 설계된다.
- [0016] 본 명세서에 기재된 예시적 시스템 및 방법은 대체로 반경방향 유동 통로를 통해 유체의 이송을 촉진하는 초음속 압축기 로터를 제공함으로써 공지된 초음속 압축기 조립체의 단점을 극복한다. 특히, 본 명세서에 기재된 실시예들은 반경방향 유동 채널을 한정하기 위해 회전 디스크의 단부벽에 결합되는 초음속 압축 램프를 포함한다. 추가로, 초음속 압축기 로터를 반경방향 유동 채널에 제공하는 것은 초음속 압축기 시스템이 반경방향 유동 배출로 설계되도록 한다.
- [0017] 도 1은 예시적 초음속 압축기 시스템(10)의 개략도이다. 예시적 실시예에서, 초음속 압축기 시스템(10)은 흡입 섹션(12), 흡입 섹션(12)으로부터 하류측에 결합되는 압축기 섹션(14), 압축기 섹션(14)으로부터 하류측에

결합되는 배출 섹션(16), 및 구동 조립체(18)를 포함한다. 압축기 섹션(14)은 구동 샤프트(22)를 포함하는 로터 조립체(20)에 의해 구동 조립체(18)에 결합된다. 예시적 실시예에서, 흡입 섹션(12), 압축기 섹션(14), 및 배출 섹션(16) 각각은 압축기 하우징(24) 내에 위치된다. 특히, 압축기 하우징(24)은 캐비티(32)를 한정하는 유체 입구(26), 유체 출구(28), 및 내부 표면(30)을 포함한다. 캐비티(32)는 유체 입구(26)와 유체 출구(28) 사이에서 연장하고 유체 입구(26)로부터 유체 출구(28)까지 유체를 이송하도록(channel) 형성된다. 흡입 섹션(12), 압축기 섹션(14), 및 배출 섹션(16) 각각은 캐비티(32) 내에 위치된다. 대안적으로, 흡입 섹션(12) 및/또는 배출 섹션(16)은 압축기 하우징(24) 내에 위치되지 않을 수 있다.

[0018] 예시적 실시예에서, 유체 입구(26)는 유체원(fluid source)(34)으로부터 흡입 섹션(12)으로 유체의 유동을 이송하도록 구성된다. 이 유체는 예를 들어 액체, 가스, 가스 혼합물, 및/또는 액체-가스 혼합물과 같은 임의의 유체일 수 있다. 흡입 섹션(12)은 유체 입구(26)로부터 압축기 섹션(14)으로 유체를 이송하기 위해 압축기 섹션(14)과 유체 연통 관계로 결합된다. 흡입 섹션(12)은 속도, 질량 흐름율(mass flow rate), 압력, 온도, 및/또는 적합한 유동 파라미터와 같은 하나 이상의 미리 결정된 파라미터(parameters)를 갖는 유체 유동을 조절하도록 구성된다. 예시적 실시예에서, 흡입 섹션(12)은 유체 입구(26)로부터 압축기 섹션(14)까지 유체를 이송하기 위해 유체 입구(26)와 압축기 섹션(14) 사이에 결합되는 입구 안내 베인 조립체(36)를 포함한다. 입구 안내 베인 조립체(36)는 압축기 하우징(24)에 결합되고 압축기 섹션(14)에 대해 고정인 하나 이상의 입구 안내 베인(38)을 포함한다.

[0019] 압축기 섹션(14)은 흡입 섹션(12)으로부터 배출 섹션(16)으로 유체의 적어도 일부를 이송하기 위해 흡입 섹션(12)과 배출 섹션(16) 사이에 결합된다. 압축기 섹션(14)은 구동 샤프트(22)에 회전가능하게 결합되는 적어도 하나의 초음속 압축기 로터(40)를 포함한다. 초음속 압축기 로터(40)는 유체의 압력을 증가시키고, 유체의 용적을 감소시키며, 및/또는 배출 섹션(16)으로 이송되는 유체의 온도를 증가시키도록 구성된다. 배출 섹션(16)은 초음속 압축기 로터(40)로부터 유체 출구(28)로 유체를 이송하기 위해 초음속 압축기 로터(40)와 유체 출구(28) 사이에 결합되는 출구 안내 베인 조립체(42)를 포함한다. 유체 출구(28)는 출구 안내 베인 조립체(42) 및/또는 초음속 압축기 로터(40)로부터 예를 들어 터빈 엔진 시스템, 유체 처리 시스템, 및/또는 유체 저장 시스템과 같은 출력 시스템(44)으로 유체를 이송하도록 구성된다.

[0020] 작동 중에, 흡입 섹션(12)은 유체원(34)으로부터 압축기 섹션(14)을 향해 유체를 이송한다. 압축기 섹션(14)은 유체를 압축하고 압축된 유체를 배출 섹션(16)을 향해 배출한다. 배출 섹션(16)은 압축기 섹션(14)으로부터 유체 출구(28)를 통해 출력 시스템(44)으로 압축된 유체를 이송한다.

[0021] 도 2는 초음속 압축기 로터(40)의 분해 사시도이다. 도 3은 초음속 압축기 로터(40)의 단면도이다. 도 4는 초음속 압축기 로터(40)의 일 부분의 다른 단면도이다. 예시적 실시예에서, 초음속 압축기 로터(40)는 로터 디스크(48)에 결합되는 복수의 베인들(vanes)(46)을 포함한다. 로터 디스크(48)는 중심 축선(54)을 따라 디스크 본체(50)를 통해 대체로 축선방향으로 연장하는 내부 원통형 캐비티(52)를 한정하는 환형 디스크 본체(50)를 포함한다. 디스크 본체(50)는 반경방향 내부 표면(56), 반경방향 외부 표면(58), 및 단부벽(endwall)(60)을 포함한다. 반경방향 내부 표면(56)은 내부 원통형 캐비티(52)를 한정한다. 내부 원통형 캐비티(52)는 실질적인 원통형 형상을 갖고 중심 축선(54)에 관해 배향된다. 내부 원통형 캐비티(52)는 이를 통해 구동 샤프트(22)(도 1에 도시됨)를 수용하기 위한 크기이다. 단부벽(60)은 내부 원통형 캐비티(52)로부터 반경방향 외향으로 연장하고 반경방향 내부 표면(56)과 반경방향 외부 표면(58) 사이에서 연장한다. 단부벽(60)은 중심 축선(54)과 수직하게 배향되는 반경방향으로 한정된 폭(62)을 포함한다.

[0022] 예시적 실시예에서, 각 베인(46)은 단부벽(60)에 결합되고, 중심 축선(54)과 대체로 평행한 축선방향(66)으로 단부벽(60)으로부터 외향으로 연장한다. 각 베인(46)은 입구 에지(68), 출구 에지(70), 및 입구 에지(68)와 출구 에지(70) 사이에서 연장하는 측면벽(sidewall)(72)을 포함한다. 입구 에지(68)는 반경방향 내부 표면(56)에 인접하게 위치된다. 출구 에지(70)는 반경방향 외부 표면(58)에 인접하게 위치된다. 예시적 실시예에서, 인접한 베인들(46)은 베인들(46)의 쌍(74)을 형성한다. 각 쌍(74)은 인접한 베인들(46) 사이에 유동 채널(76), 입구 개구(78), 및 출구 개구(80)를 한정하기 위해 배향된다. 유동 채널(76)은 입구 개구(78)와 출구 개구(80) 사이에서 연장하고 입구 개구(78)로부터 출구 개구(80)까지 유동 통로(82)(도 3에 도시됨)를 한정한다. 유동 통로(82)는 측면벽(72)과 대체로 평행하게 배향된다. 예시적 실시예에서, 유동 통로(82)는 반경방향 벡터(vector) 성분과 접선방향 벡터 성분을 포함한다. 유동 채널(76)은 유체가 유동 통로(82)를 통해 화살표 83으로 지시된 접선방향 유동 벡터와, 화살표 85로 지시된 반경방향 유동 벡터를 갖는 것이 특징으로 되도록 입구 개구(78)로부터 출구 개구(80)까지 반경 방향(64)으로 유동 통로(82)를 따라 유체를 이송하기 위한 크기이고, 형성되며, 및 배향된다. 입구 개구(78)는 인접한 베인들(46)의 인접한 입구 에지들(68) 사이

에 한정된다. 출구 개구(80)는 인접한 베인들(46)의 인접한 출구 에지들(70) 사이에 한정된다. 측면벽(72)은 베인(46)이 반경방향 내부 표면(56)과 반경방향 외부 표면(58) 사이에서 연장하도록 입구 에지(68)와 출구 에지(70) 사이에서 반경방향으로 연장한다. 측면벽(72)은 외부 표면(84)과 대향하는 내부 표면(86)을 포함한다. 측면벽(72)은 외부 표면(84)으로부터 내부 표면(86)까지 유동 채널(76)의 축선방향 높이(88)를 한정하도록 외부 표면(84)과 내부 표면(86) 사이에서 연장한다.

[0023] 각 측면벽(72)은 제 1 측면, 즉 가압 측면(90)과, 대향하는 제 2 측면, 즉 흡입(suction) 측면(92)을 포함한다. 가압 측면(90)과 흡입 측면(92) 각각은 입구 에지(68)와 출구 에지(70) 사이에서 연장한다. 각 베인(46)은 유동 채널(76)이 입구 개구(78)와 출구 개구(80) 사이에 대체로 반경방향으로 배향되도록 내부 원통형 캐비티(52)에 관해 원주 방향으로 이격되어 있다. 각 입구 개구(78)는 입구 에지(68)에서 베인(46)의 가압 측면(90)과 인접한 흡입 측면(92) 사이에서 연장한다. 각 출구 개구(80)는 유동 통로(82)가 반경 방향(64)으로 반경방향 내부 표면(56)으로부터 반경방향 외부 표면(58)까지 반경방향 외향으로 한정되도록 출구 에지(70)에서 가압 측면(90)과 인접한 흡입 측면(92) 사이에서 연장한다. 대안적으로, 인접한 베인들(46)은 유동 통로(82)가 반경방향 외부 표면(58)으로부터 반경방향 내부 표면(56)까지 반경방향 내향으로 한정되도록 입구 개구(78)가 반경방향 외부 표면(58)에서 한정되고 출구 개구(80)가 반경방향 내부 표면(56)에서 한정되도록 배향될 수 있다.

[0024] 예시적 실시예에서, 유동 채널(76)은 가압 측면(90)과 인접한 흡입 측면(92) 사이에 한정되고 유동 통로(82)와 수직인 폭(94)을 포함한다. 입구 개구(78)는 출구 개구(80)의 제 2 원주 방향 폭(98)보다 더 큰 제 1 원주 방향 폭(96)을 갖는다. 대안적으로, 입구 개구(78)의 제 1 원주 방향 폭(96)은 출구 개구(80)의 제 2 원주 방향 폭(98)보다 작거나 같을 수 있다.

[0025] 예시적 실시예에서, 적어도 하나의 초음속 압축 램프(100)는 단부벽(60)에 결합되고, 축선방향(66)으로 단부벽(60)으로부터 외향으로 연장한다. 초음속 압축 램프(100)는 입구 개구(78)와 출구 개구(80) 사이에 위치되고, 단부벽(60)으로부터 유동 채널(76) 안으로 적어도 부분적으로 연장한다. 초음속 압축 램프(100)는 하나 이상의 압축 파형(102)을 유동 채널(76) 내에 형성할 수 있도록 크기이고, 형성되며, 및 배향된다.

[0026] 쉬라우드 조립체(shroud assembly)(104)는 유동 채널(76)이 쉬라우드 조립체(104)와 단부벽(60) 사이에 한정되도록 각 베인(46)의 외부 표면(84)에 결합된다. 쉬라우드 조립체(104)는 내부 에지(106), 외부 에지(108), 및 내부 에지(106)와 외부 에지(108) 사이에서 반경방향으로 연장하는 쉬라우드 플레이트(110)를 포함한다. 내부 에지(106)는 실질적인 원통형 개구(112)를 한정한다. 쉬라우드 조립체(104)는 회전 디스크(48)에 대해 동일 축선방향으로 배향되므로, 내부 원통형 캐비티(52)가 개구(112)와 동심적이다. 쉬라우드 조립체(104)는 베인(46)의 입구 에지(68)가 쉬라우드 조립체(104)의 내부 에지(106)에 인접하게 위치되고, 베인(46)의 외부 에지(70)가 쉬라우드 조립체(104)의 외부 에지(108)에 인접하게 위치되도록 각 베인(46)에 결합된다. 각 베인(46)은 쉬라우드 플레이트(110)의 내부 표면(114)과 단부벽(60) 사이에서 축선방향으로 연장한다. 대안적으로, 초음속 압축기 로터(40)는 쉬라우드 조립체(104)를 포함하지 않는다. 상기 실시예에서, 다이어프램 조립체(도시 생략)는 이 다이어프램 조립체가 유동 채널(76)을 적어도 부분적으로 한정하도록 베인들(46)의 각 외부 표면(84)에 인접하게 위치된다.

[0027] 초음속 압축기 로터(40)의 작동 중에, 흡입 섹션(12)(도 1에 도시됨)은 유체(116)를 유동 채널(76)의 입구 개구(78)를 향해 이송한다. 유체(116)는 입구 개구(78)에 진입하기 바로 전의 제 1 속도, 즉 근접 속도를 갖는다. 초음속 압축기 로터(40)는 화살표 118로 지시된 제 2 속도, 즉 회전 속도로 중심 축선(54)에 관해 회전되므로, 유동 채널(76)에 진입하는 유체(116)는 입구 개구(78)에서 베인들(46)에 대해 초음속인 제 3 속도, 즉 입구 속도를 포함한다. 유체(116)가 초음속 속도로 유동 채널(76)을 통해 이송될 때에, 초음속 압축 램프(100)는 유체(116)의 압축을 촉진하기 위해 압축 파형들(102)을 유동 채널(76) 내에 형성하므로, 유체(116)는 증가된 압력과 온도를 포함하고, 및/또는 출구 개구(80)에서 감소된 용적을 포함한다.

[0028] 예시적 실시예에서, 초음속 압축 램프(100)는 유동 통로(82)를 따라 변화하는 단면적(120)을 갖는 유동 채널(76)을 한정하기 위해 단부벽(60)에 결합된다. 유동 채널(76)의 단면적(120)은 유동 통로(82)와 수직하게 한정되고, 유동 채널(76)의 폭(94)을 유동 채널(76)의 축선방향 높이(88)와 곱한 것과 동일하다. 유동 채널(76)은 입구 개구(78)에서 제 1 영역, 즉 입구 단면적(122)과, 출구 개구(80)에서 제 2 영역, 즉 출구 단면적(124), 및 입구 개구(78)와 출구 개구(80) 사이에 한정되는 제 3 영역, 즉 최소 단면적(126)을 포함한다. 예시적 실시예에서, 초음속 압축 램프(100)는 유동 채널(76)의 목부 영역(throat region)(128)을 한정한다. 목부 영역(128)은 유동 채널(76)의 최소 단면적(126)을 포함한다. 최소 단면적(126)은 입구 단면적(122) 및 출구 단면적(124)보다 적다. 일 실시예에서, 최소 단면적(126)은 출구 단면적(124)과 동일하고, 이 경우에 출

구 단면적(124)과 최소 단면적(126) 각각은 입구 단면적(122)보다 작다.

[0029] 예시적 실시예에서, 초음속 압축 램프(100)는 압축 표면(130)과 발산(diverging) 표면(132)을 포함한다. 압축 표면(130)은 제 1 에지, 즉 선단 에지(leading edge)(134)와 제 2 에지, 즉 후미(trailing) 에지(136)를 포함한다. 선단 에지(134)는 후미 에지(136)보다 입구 개구(78)에 더 가깝게 위치된다. 압축 표면(130)은 선단 에지(134)와 후미 에지(136) 사이에서 연장하고 단부벽(60)으로부터 경사진 각도(α_1)로 그리고 유동 채널(76) 내로 배향된다. 예시적 실시예에서, 압축 표면(130)은 각도(α_1)가 단부벽(60)과 압축 표면(130) 사이에서 측정했을 때 약 2° 내지 약 10° 사이로 한정되도록 단부벽(60)으로부터 외향으로 그리고 유동 채널(76) 내로 연장한다. 대안적으로, 압축 표면(130)은 각도(α_1)가 초음속 압축 램프(100)를 본 명세서에 기재된 바와 같이 충분히 작용할 수 있게 임의의 적합한 각도일 수 있도록 단부벽(60)에 대해 배향될 수 있다. 예시적 실시예에서, 압축 표면(130)은 선단 에지(134)와 후미 에지(136) 사이에서 연장하는 실질적으로 편평한 표면(138)을 포함한다. 대안적인 실시예에서, 압축 표면(130)은 선단 에지(134)와 후미 에지(136) 사이에서 연장하는 아치형(arcuate) 표면(140)(가상선으로 도시됨)을 포함한다.

[0030] 예시적 실시예에서, 압축 표면(130)은 압축 영역(142)이 선단 에지(134)와 후미 에지(136) 사이에 한정되도록 쉬라우드 플레이트(110)를 향해 수렴한다. 압축 영역(142)은 선단 에지(134)로부터 후미 에지(136)까지 유동 통로(82)를 따라 감소하는 유동 채널(76)의 단면적(144)을 포함한다. 압축 표면(130)의 후미 에지(136)는 목부 영역(128)을 한정한다. 발산 표면(132)은 압축 표면(130)에 결합되고 압축 표면(130)으로부터 출구 개구(80)를 향해 하류측으로 연장한다. 발산 표면(132)은 제 1 단부(146)와 이 제 1 단부(146)보다 출구 개구(80)에 근접한 제 2 단부(148)를 포함한다. 발산 표면(132)의 제 1 단부(146)는 압축 표면(130)의 후미 에지(136)에 결합된다. 발산 표면(132)은 제 1 단부(146)와 제 2 단부(148) 사이에서 연장하고, 단부벽(60)에 대해 경사진 각도(α_2)로 배향된다. 발산 표면(132)은 압축 표면(130)의 후미 에지(136)로부터 출구 개구(80)까지 증가하는 발산 단면적(152)을 포함하는 발산 영역(150)을 한정한다. 발산 영역(150)은 목부 영역(128)으로부터 출구 개구(80)까지 연장한다.

[0031] 초음속 압축기 로터(40)의 작동 중에, 유체(116)는 로터 디스크(48)에 대해 초음속인 속도로 내부 원통형 캐비티(52)로부터 입구 개구(78) 안으로 이송된다. 내부 원통형 캐비티(52)로부터 유동 채널(76)에 진입하는 유체(116)는 압축 영역(142)을 통해 이송되어 초음속 압축 램프(100)와 접촉한다. 초음속 압축 램프(100)는 압축 파형들(102)의 시스템(154)을 유동 채널(76) 내에 형성되는 크기이고, 형성되며, 배향된다. 시스템(154)은 유체(116)가 초음속 압축 램프(100)를 가로지르고 압축 영역(142)을 통해 이송될 때에 형성되는 제 1 경사진 쇼크웨이브(shockwave)(156)를 포함한다. 압축 표면(130)은 제 1 경사진 쇼크웨이브(156)를 압축 표면(130)의 선단 에지(134)에 형성되게 한다. 제 1 경사진 쇼크웨이브(156)는 선단 에지(134)로부터 쉬라우드 플레이트(110)까지 유동 통로(82)를 가로질러 연장하고, 유동 통로(82)에 대해 경사진 각도로 배향된다. 제 1 경사진 쇼크웨이브(156)는 쉬라우드 플레이트(110)와 접촉하고, 유동 통로(82)에 대해 경사진 각도로 쉬라우드 플레이트(110)로부터 압축 표면(130)의 후미 에지(136)를 향해 반사되는 제 2 경사진 쇼크웨이브(158)를 형성한다. 초음속 압축 램프(100)는 제 1 경사진 쇼크웨이브(156)와 제 2 경사진 쇼크웨이브(158) 각각을 압축 영역(142) 내에 형성하게 되도록 구성된다. 유체가 목부 영역(128)을 통해 출구 개구(80)를 향해 이송되면, 정상 쇼크웨이브(160)는 발산 영역(150) 내에 형성된다. 정상 쇼크웨이브(160)는 유동 통로(82)와 수직하게 배향되고 유동 통로(82)를 가로질러 연장한다.

[0032] 유체(116)가 압축 영역(142)을 통과하면, 유체(116)의 속도는 유체(116)가 제 1 경사진 쇼크웨이브(156)와 제 2 경사진 쇼크웨이브(158) 각각을 통과할 때에 감소된다. 부가로, 유체(116)의 압력이 증가하고, 유체(116)의 용적이 감소한다. 유체(116)가 목부 영역(128)을 통과할 때, 유체(116)의 속도는 정상 쇼크웨이브(160)에 대해 목부 영역(128)의 하류측에서 증가한다. 유체가 정상 쇼크웨이브(160)를 통과할 때, 유체(116)의 속도는 베인들(46)에 대해 아음속(subsonic) 속도로 감소한다.

[0033] 도 5는 대안적인 초음속 압축 램프(200)를 도시하는 초음속 압축기 로터(40)의 대안적인 실시예의 단면도이다. 대안적인 실시예에서, 초음속 압축 램프(200)는 정상 쇼크웨이브(160)(도 4에 도시됨)가 유동 채널(76)에 형성되는 것을 방지하도록 구성된다. 초음속 압축 램프(200)는 목부 영역(128)이 출구 개구(80)에 인접하게 한정되도록 유동 채널(76) 내에 위치되는 압축 표면(130)을 포함한다. 더욱이, 압축 표면(130)의 후미 에지(136)는 초음속 압축 램프(200)가 발산 표면(132)을 포함하지 않도록 출구 개구(80)에 인접하게 위치된다. 작동 중에, 유체(116)가 유동 채널(76)을 통해 이송될 때, 초음속 압축 램프(200)는 출구 개구(80)에서 로터 디스크(48)에 대해 초음속인 속도를 포함하도록 목부 영역(128)을 통해 이송되는 유체(116)를

조절한다.

[0034] 도 6은 초음속 압축기 로터(40)의 다른 대안적인 실시예의 단면도이다. 대안적인 실시예에서, 초음속 압축기 로터(40)는 제 1 초음속 압축 램프(202)와 제 2 초음속 압축 램프(204)를 포함한다. 제 1 초음속 압축 램프(202)는 단부벽(60)에 결합되고, 유동 채널(76) 내에 위치되며, 입구 개구(78)와 출구 개구(80) 사이에 위치된다. 제 2 초음속 압축 램프(204)는 쉬라우드 플레이트(110)의 내부 표면(114)에 결합되고, 쉬라우드 플레이트(110)로부터 단부벽(60)을 향해 유동 채널(76) 내로 연장한다. 제 2 초음속 압축 램프(204)는 목부 영역(128)이 제 1 초음속 압축 램프(202)와 제 2 초음속 압축 램프(204) 사이에 한정되도록 제 1 초음속 압축 램프(202)에 대해 위치된다. 제 1 초음속 압축 램프(202)는 제 1 압축 표면(206)과 제 1 발산 표면(208)을 포함한다. 제 2 초음속 압축 램프(204)는 제 2 압축 표면(210)과 제 2 발산 표면(212)을 포함한다. 제 1 압축 표면(206)과 제 2 압축 표면(210) 각각은 선단 에지(134)와 후미 에지(136)를 포함한다. 목부 영역(128)은 각 후미 에지(136) 사이에 한정된다. 압축 영역(142)은 제 1 압축 표면(206)과 제 2 압축 표면(210) 사이에 한정된다. 발산 영역(150)은 제 1 발산 표면(208)과 제 2 발산 표면(212) 사이에 한정된다.

[0035] 대안적 실시예에서, 작동 중에, 유체(116)가 유동 채널(76)을 통해 이송될 때에, 제 1 초음속 압축 램프(202)는 압축 파형(102)의 제 1 시스템(214)을 유동 채널(76)의 압축 영역(142) 내에 형성되게 한다. 제 2 초음속 압축 영역(142)은 압축 파형(102)의 제 2 시스템(216)을 제 1 시스템(214)과 실질적으로 반대로 압축 영역(142) 내에 형성되게 한다. 제 1 시스템(214)은 선단 에지(134)에서 제 1 압축 표면(206)으로부터 제 2 압축 표면(210)까지 유동 통로(82)를 가로질러 연장하는 제 1 경사진 쇼크웨이브(218)를 포함한다. 제 1 경사진 쇼크웨이브(218)는 제 2 압축 표면(210)과 접촉하고, 제 2 압축 표면(210)으로부터 제 1 압축 표면(206)의 후미 에지(136)를 향해 반사되는 제 2 경사진 쇼크웨이브(220)를 형성한다. 제 2 시스템(216)은 제 2 압축 표면(210)의 선단 에지(134)로부터 제 1 압축 표면(206)까지 유동 통로(82)를 가로질러 연장하는 제 3 경사진 쇼크웨이브(222)를 포함한다. 제 1 압축 표면(206)은 제 3 경사진 쇼크웨이브(222)를 반사하여 제 1 압축 표면(206)으로부터 제 2 압축 표면(210)의 후미 에지(136)를 향해 연장하는 제 4 경사진 쇼크웨이브(224)를 형성하게 한다. 제 1 초음속 압축 램프(202) 및 제 2 초음속 압축 램프(204) 각각은 정상 쇼크웨이브(160)를 목부 영역(128) 하류측에 그리고 발산 영역(150) 내에 형성되도록 구성된다.

[0036] 상술한 초음속 압축기 로터는 초음속 압축기 시스템을 통해 반경방향으로 유체를 이송하기 위한 비용 효과적이고 신뢰성 있는 방법을 제공한다. 특히, 본 명세서에 기재된 초음속 압축기 로터는 반경방향 유동 채널을 한정하기 위해 로터 디스크의 단부벽에 결합되는 초음속 압축 램프를 포함한다. 초음속 압축기 로터를 반경방향 유동 채널에 제공함으로써, 초음속 압축기 시스템은 반경방향 유동 배출로 설계될 수 있다. 결과적으로, 초음속 압축기 로터는 축선방향 유동 방향을 반경방향 유동 방향으로 조절하기 위해 요구되는 공지된 초음속 압축기 조립체에서의 구성부품들의 수를 감소시킨다. 이와 같이, 초음속 압축기 시스템의 유지비용은 감소될 수 있다.

[0037] 초음속 압축기 로터를 조립하기 위한 시스템 및 방법의 예시적 실시예들은 상기에 상세히 설명되었다. 이 시스템 및 방법은 본 명세서에 기재된 특정 실시예에 제한되지 않고, 오히려 시스템의 구성부품들 및/또는 상기 방법의 단계들은 본 명세서에 기재된 다른 구성부품들 및/또는 단계들과 독립적으로 및 개별적으로 활용될 수 있다. 예를 들어, 시스템들 및 방법들은 다른 회전 엔진 시스템들 및 방법들과 조합하여 사용될 수 있고, 본 명세서에 기재된 초음속 압축기 시스템만으로 실시하는 것에 제한되지 않는다. 오히려, 예시적 실시예는 많은 다른 시스템 분야들과 관련하여 실행될 수 있고 활용될 수 있다.

[0038] 본 발명의 다양한 실시예들의 특정 특징들이 몇몇 도면들에 도시되고 다른 도면들에는 도시되지 않았을지라도, 이는 편리성만을 위한 것이다. 더욱이, 상기 설명에서 "일 실시예"에 대한 기준은 설명된 특징들을 또한 합체하는 부가적인 실시예들의 존재를 배제하고자 하는 것으로 해석해서는 안된다. 본 발명의 원리에 따라, 도면의 임의의 특징은 임의의 다른 도면의 임의의 특징과 조합하여 참조되고 및/또는 청구될 수 있다.

[0039] 상술한 설명은 최상의 모드를 포함하여 본 발명을 설명하기 위한 실예를 사용하고, 또한 당업자들이 임의의 장치 또는 시스템을 제조 및 사용하는 것과 임의의 합체된 방법을 실행하는 것을 포함하여 본 발명을 실행할 수 있도록 사용된다. 본 발명의 특허가능한 범위는 청구범위에 의해 한정되고, 당업자들에 의해 제안될 수 있는 다른 실시예들을 포함할 수 있다. 상기 다른 실시예들은 이들이 청구범위의 정확한 언어와 다르지 않는 구조적 요소들을 갖는다면, 또는 이들이 청구범위의 정확한 언어와 비현실적 차이점을 갖는 동등한 구조적 요소들을 포함한다면 청구범위의 범주 내에 포함되는 것을 의도한다.

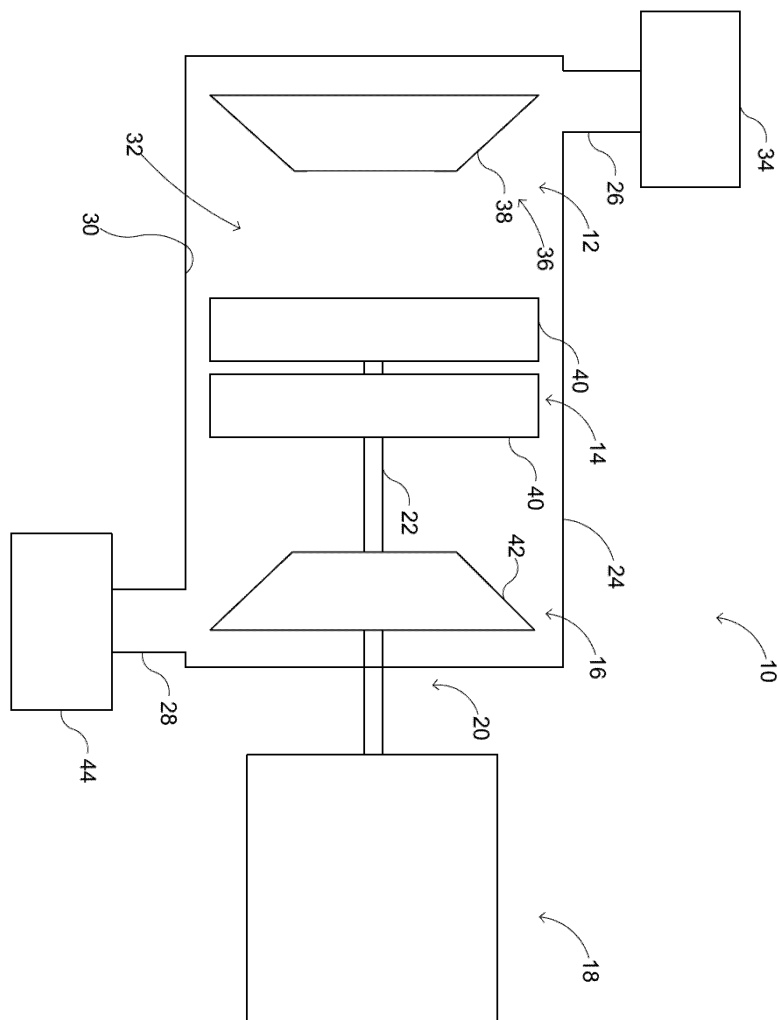
부호의 설명

[0040]

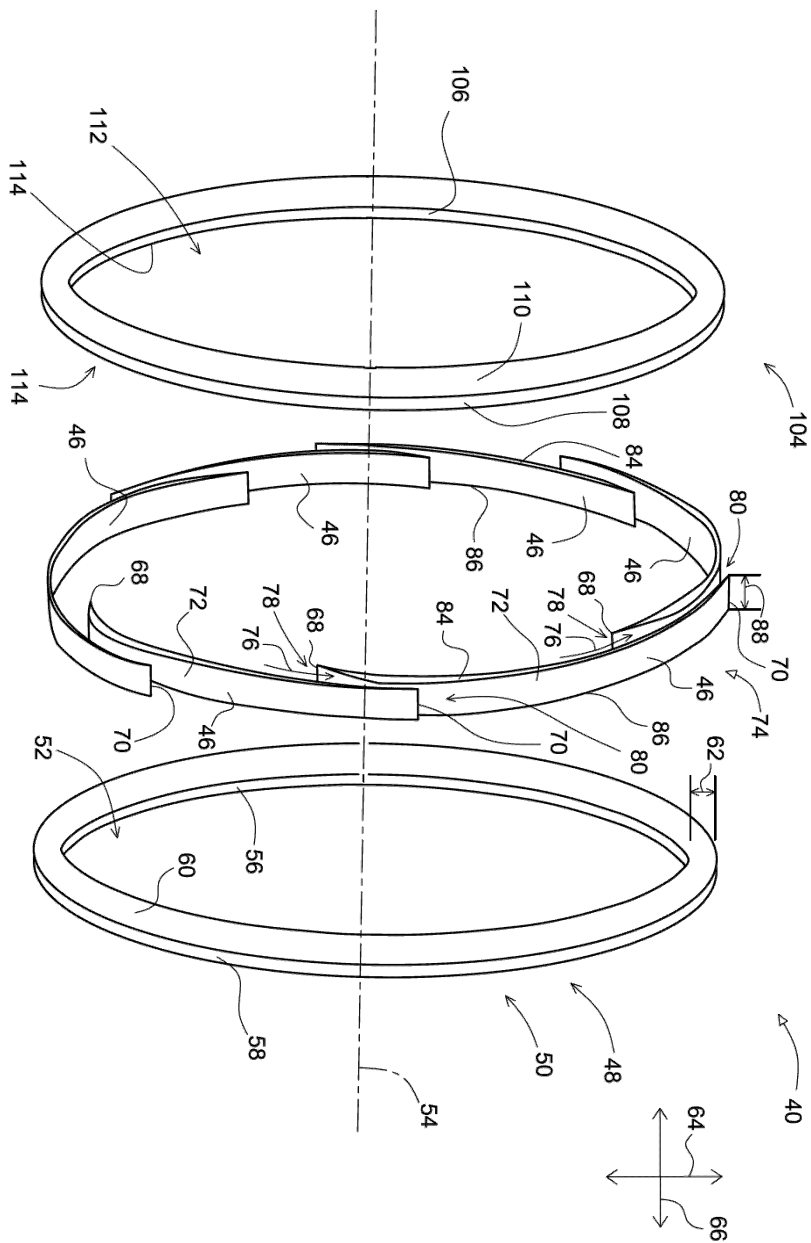
10 : 초음속 압축 시스템	18 : 구동 조립체
24 : 하우징	32 : 캐비티
40 : 초음속 압축기 로터	46 : 베인
48 : 로터 디스크	56 : 내부 표면
58 : 외부 표면	60 : 단부벽
78 : 입구 개구	80 : 출구 개구
100, 200 : 초음속 압축 램프	102 : 압축 파형
104 : 쉬라우드 조립체	128 : 목부 영역
130 : 압축 표면	134 : 선단 에지
136 : 후미 에지	

도면

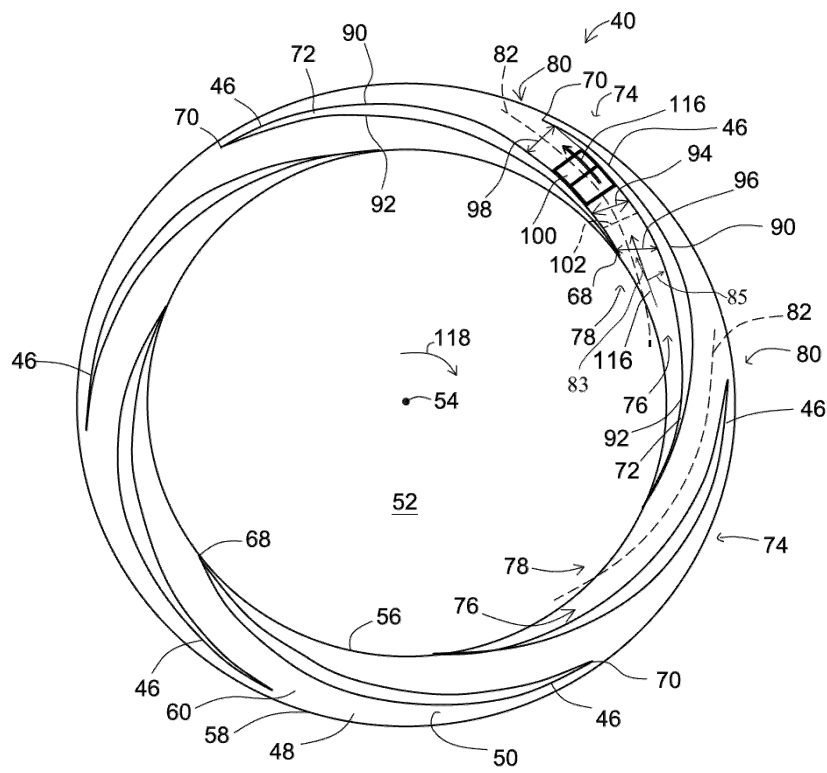
도면1



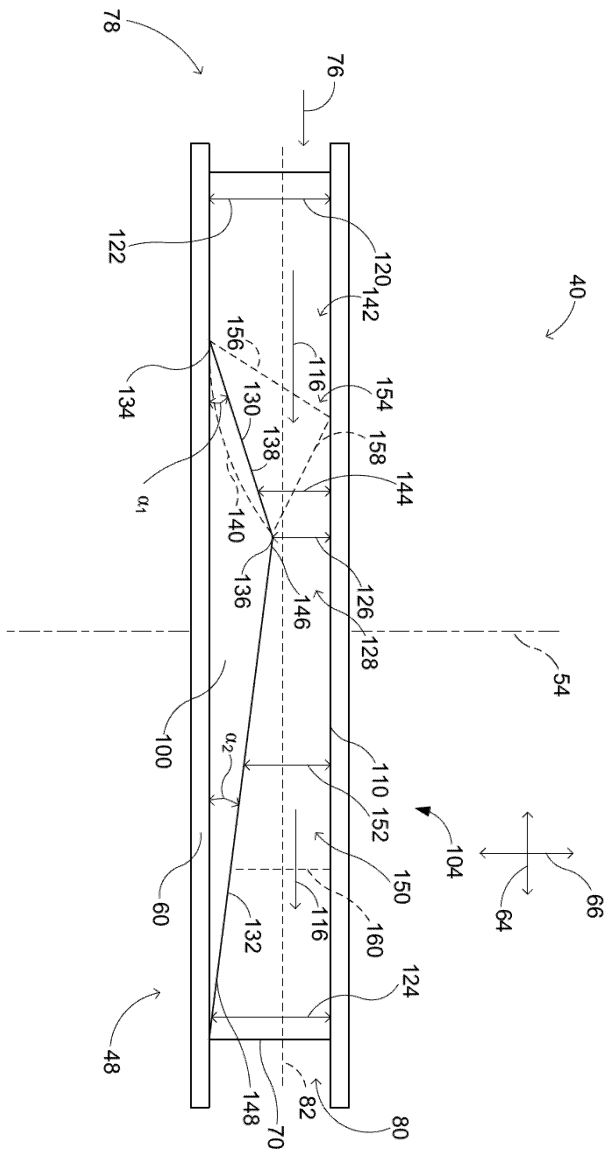
도면2



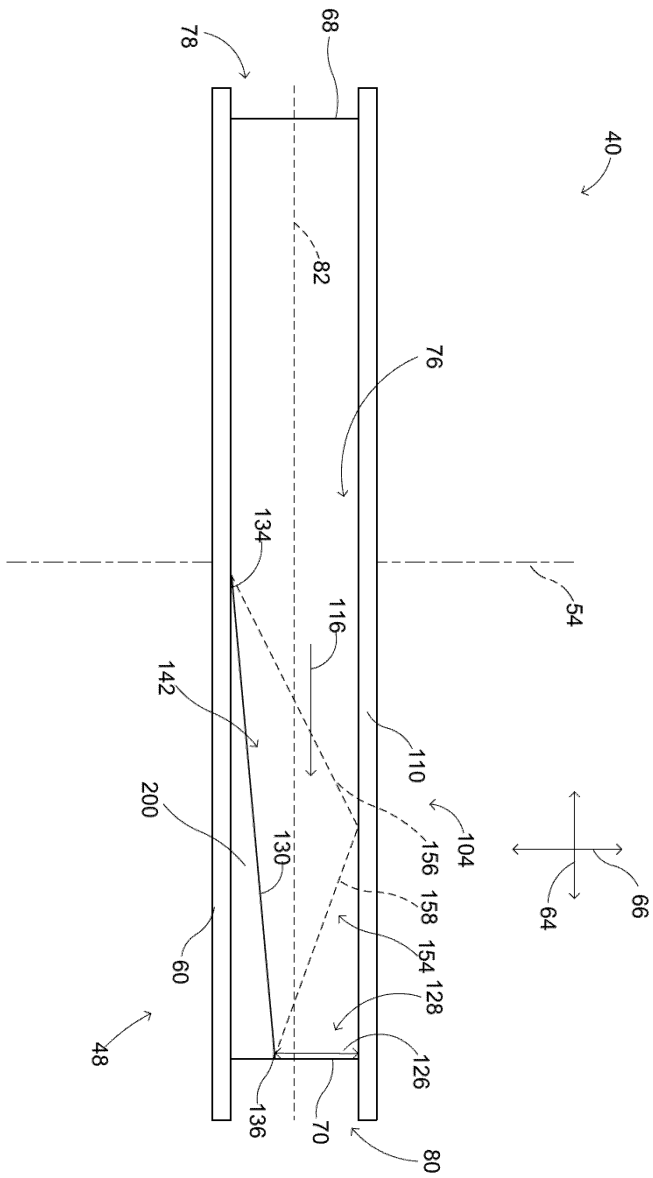
도면3



도면4



도면5



도면6

