



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0129892  
(43) 공개일자 2012년11월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F04D 29/44 (2006.01) F04D 29/24 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7019606
- (22) 출원일자(국제) 2010년11월30일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2012년07월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2010/058429
- (87) 국제공개번호 WO 2011/096980  
국제공개일자 2011년08월11일
- (30) 우선권주장  
12/701,446 2010년02월05일 미국(US)

- (71) 출원인  
카메론 인터내셔널 코퍼레이션  
미국, 77027 텍사스, 휴스턴, 스위트 1700, 웨스트 루프 사우스 1333 (우편주소 : 미국, 77251 텍사스, 휴스턴, 피.오.박스 1212)
- (72) 발명자  
스위아텍, 체스터 브이.  
미국, 뉴욕 14221, 윌리엄스빌, 선라이즈 블루버드 336  
그리고리예브, 미하일  
미국, 뉴욕 14051, 이스트 애머스트, 팀버 코브 씨티. 23  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
조영신, 강철중, 이상목, 김윤배

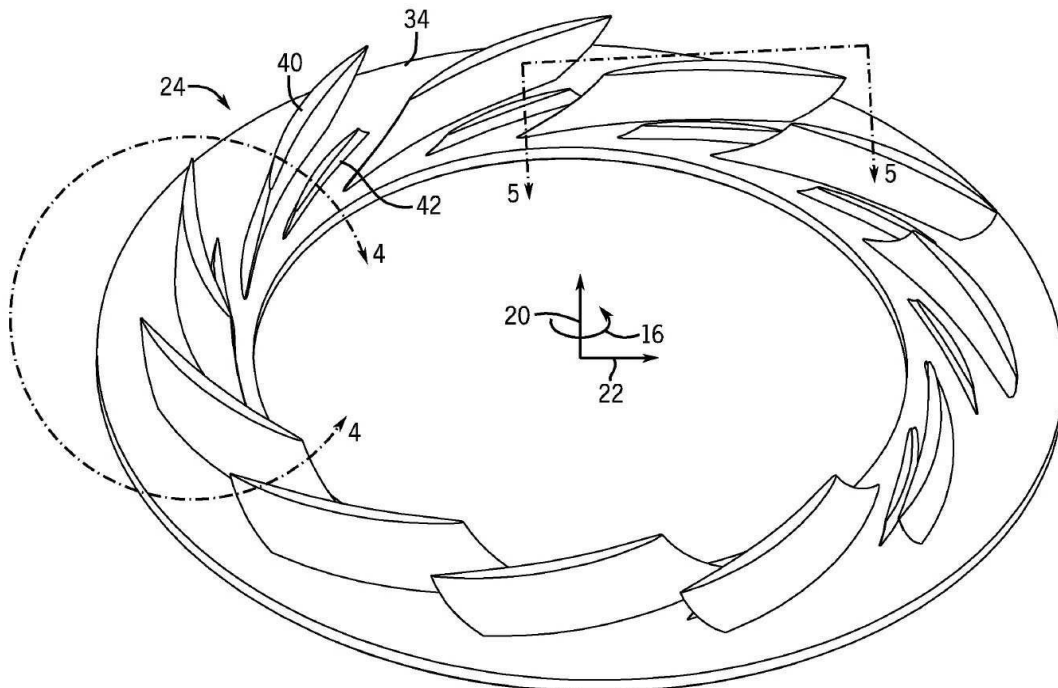
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 원심 압축기에서의 디퓨저의 소날개

(57) 요약

본 시스템은, 어떤 실시예에서, 유로부의 마주하는 축방향 면을 형성하는 제1 표면과 제2 표면을 갖는 유로부를 구비하는 원심 압축기 디퓨저를 포함한다. 또한, 원심 압축기 디퓨저는 유로부의 제1 표면으로부터 제2 표면으로 연장형성되는 복수의 날개를 포함한다. 각 날개의 형상은 축방향을 따라 변화한다. 원심 압축기 디퓨저는 제1 표면으로부터 제2 표면을 향해 축방향으로 연장형성되는 복수의 소날개를 더 포함한다. 각 소날개의 축방향 크기는 유로부의 축방향 크기보다 작다. 또한, 각 소날개의 형상은 축방향을 따라 변화하고/변화하거나 소날개들은 유로부의 원주를 따라 비주기적인 패턴을 형성한다.

대표도



(72) 발명자

**히트, 제임스**

미국, 뉴욕 14086, 랭카스터, 버치우드 씨엠 17

**블레이, 주니어, 노엘**

미국, 뉴욕 14072, 그랜드 아일랜드, 스톤 포인  
트 로드 3483

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

유로부의 마주하는 축방향 면을 형성하는 제1 표면과 제2 표면을 갖는 유로부를 포함하고;

상기 유로부의 제1 표면으로부터 제2 표면으로 연장형성되는 복수의 날개를 포함하되, 각 날개의 형상은 축방향을 따라 달라지며; 그리고

상기 제1 표면으로부터 상기 제2 표면을 향해 상기 축방향으로 연장형성되는 복수의 소날개를 포함하되, 각 소날개의 축방향 크기는 상기 유로부의 축방향 크기보다 작고, 그리고 각 소날개의 형상은 상기 축방향을 따라 달라지거나, 상기 복수의 소날개는 상기 유로부의 원주를 따라 비주기적인 패턴을 형성하거나, 또는 이들이 조합하여 형성되는 원심 압축기 디퓨저를 포함하는 시스템.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제1 표면은 보호덮개측 장착면으로 구성되는 시스템.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 각 소날개의 축방향 크기는 상기 유로부의 축방향 크기의 약 25퍼센트보다 작은 시스템.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 각 소날개의 형상은 상기 축방향을 따라 달라지고, 상기 복수의 소날개는 상기 유로부의 원주를 따라 비주기적인 패턴을 형성하는 시스템.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 각 소날개의 선행 에지의 곡률반경, 후행 에지의 곡률반경, 만곡각도, 자오선 길이, 또는 이들의 조합이 상기 축방향을 따라 달라지는 시스템.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 소날개의 전체 개수는 상기 날개의 전체 개수와 동일한 시스템.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 각 소날개가 각 쌍의 인접한 날개들 사이에서 원주방향으로 배치되는 시스템.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 복수의 소날개의 적어도 일부분은 적어도 하나의 날개에 인접한 유체 유동을 변화시켜 상기 유체 유동과 상기 적어도 하나의 날개의 선행 에지 사이에서의 입사각을 감소시키도록 구성되는 시스템.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

원심 압축기 디퓨저를 구비한 원심 압축기를 포함하는 시스템.

**청구항 10**

디퓨저 유로부의 축방향 크기보다 작은 축방향 크기를 갖는 원심 압축기 디퓨저 소날개를 포함하되, 상기 원심 압축기 디퓨저 소날개의 형상은 축방향을 따라 달라지는 시스템.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 원심 압축기 디퓨저 소날개의 축방향 크기가 상기 유로부의 축방향 크기의 약 25퍼센트보다 작은 시스템.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 원심 압축기 디퓨저 소날개의 선행 에지의 곡률반경, 후행 에지의 곡률반경, 만곡각도, 자오선 길이, 또는 이들을 조합한 것이 상기 축방향을 따라 달라지는 시스템.

**청구항 13**

제10항에 있어서,

상기 유로부의 둘레에 환형 배열로 배치되는 복수의 원심 압축기 디퓨저 소날개를 구비하는 원심 압축기의 디퓨저를 포함하는 시스템.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 복수의 원심 압축기 디퓨저 소날개는 상기 유로부의 원주를 따라 비주기적인 패턴을 형성하는 시스템.

**청구항 15**

유로부의 마주하는 축방향 면을 형성하는 제1 표면과 제2 표면을 갖는 유로부를 포함하고;

상기 유로부의 제1 표면으로부터 제2 표면으로 연장형성되는 복수의 날개를 포함하되, 각 날개의 형상은 축방향을 따라 달라지며; 그리고

상기 제1 표면으로부터 상기 제2 표면을 향해 상기 축방향으로 연장형성되는 복수의 소날개를 포함하되, 각 소날개의 축방향 크기는 상기 유로부의 축방향 크기보다 작고, 상기 복수의 소날개는 상기 유로부의 원주를 따라 비주기적인 패턴을 형성하는 원심 압축기 디퓨저를 포함하는 시스템.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 비주기적인 패턴은 비꽃잎형 형상, 비꽃잎형 방향, 또는 이들의 조합으로 구성되는 시스템.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 비주기적인 패턴은 상기 비꽃잎형 형상을 포함하되, 상기 비꽃잎형 형상은 하나의 소날개로부터 다른 하나의 소날개로의 자오선 길이에서의 변화, 만곡각도에서의 변화, 원주의 축에 대한 각도 방위에서의 변화, 또는 이들을 조합한 것으로 구성되는 시스템.

**청구항 18**

제16항에 있어서,

상기 비주기적인 패턴은 상기 비꽃잎형 방향을 포함하되, 상기 비꽃잎형 방향은 하나의 소날개로부터 다른 하나의 소날개로의 방사방향 위치에서의 변화, 동일한 간격으로 위치된 기준점에 대한 원주방향 위치에서의 변화,

또는 이들을 조합한 것으로 구성되는 시스템.

**청구항 19**

제15항에 있어서,

상기 각 소날개의 축방향 크기는 상기 유로부의 축방향 크기의 약 25퍼센트보다 작은 시스템.

**청구항 20**

제15항에 있어서,

상기 각 소날개의 형상이 상기 축방향을 따라 달라지는 시스템.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 고압의 유체 출력을 발생시키는 원심 압축기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전체 압축기 효율을 향상시킬 수 있도록 구성되는 디퓨저의 날개 및 소날개를 포함하는 원심 압축기에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 이 부분은 아래에서 설명되고/설명되거나 주장되는 본 발명의 다양한 측면에 관련될 수 있는 기술분야의 다양한 측면을 독자에게 소개하기 위한 것이다. 이 설명은 독자에게 본 발명의 다양한 측면의 더 나은 이해를 가능케 하는 배경기술 정보를 제공하는 데에 도움이 될 것으로 생각된다. 따라서, 이 설명은 이러한 관점에서 읽혀야 하는 것으로 종래기술의 인정이 아닌 것으로 이해되어야 한다.

[0003] 원심 압축기는 다양한 적용에 대하여 유체의 가압된 유동을 제공하기 위하여 사용될 수 있다. 일반적으로, 이러한 압축기는 전기 모터, 내연 기관, 또는 회전 출력을 제공하기 위하여 구성된 다른 구동 유닛에 의해 회전토록 구동되는 임펠러를 포함한다. 임펠러가 회전함에 따라, 축방향으로 진입하는 유체가 가속되고 원주방향과 방사 방향으로 배출된다. 다음, 고속의 유체는 속도 수두를 압력 수두로 전환(즉, 유동 속도를 감소시키고 유동 압력을 증가시킴)하는 디퓨저로 진입한다. 다음, 나선부 또는 스크롤부는 방사방향으로 외측을 향하는 유동을 모아 파이프로 안내한다. 이러한 방법으로, 원심 압축기는 고압의 유체 출력을 발생시킨다. 전체 압축기 효율은 임펠러, 디퓨저 및 스크롤부/나선부 성능과 이러한 구성요소들 사이의 상호작용의 함수이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명은 상기와 같은 종래기술을 개선하기 위하여 제안된 것으로서 그 목적 측면은, 디퓨저에 포함되는 일련의 날개 및 소날개가 임펠러로부터의 유동 변화에 대응되도록 구성되어 유체 유동과 날개 사이의 입사각을 감소시킬 수 있고 이에 따라 디퓨저의 효율을 향상시킬 수 있는 원심 압축기를 포함하는 시스템을 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 기술적인 측면으로서 본 발명은, 유로부의 마주하는 축방향 면을 형성하는 제1 표면과 제2 표면을 갖는 유로부를 포함하고; 상기 유로부의 제1 표면으로부터 제2 표면으로 연장형성되는 복수의 날개를 포함하되, 각 날개의 형상은 축방향을 따라 달라지며; 그리고 상기 제1 표면으로부터 상기 제2 표면을 향해 상기 축방향으로 연장형성되는 복수의 소날개를 포함하되, 각 소날개의 축방향 크기는 상기 유로부의 축방향 크기보다 작고, 각 소날개의 형상은 상기 축방향을 따라 달라지거나, 상기 복수의 소날개는 상기 유

로부의 원주를 따라 비주기적인 패턴을 형성하거나, 또는 이들이 조합하여 형성되는 원심 압축기 디퓨저를 포함하는 시스템을 제공한다.

**발명의 효과**

[0006] 이와 같은 본 발명에 의하면, 디퓨저에 포함되는 일련의 날개 및 소날개는 임펠러로부터의 유동 변화에 대응되도록 구성되어 유체 유동과 날개 사이의 입사각을 감소시킬 수 있고 이에 따라 디퓨저의 효율을 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 본 발명의 다양한 특징, 측면, 및 장점은 다음과 같은 상세한 설명을 첨부된 도면들을 참조하여 읽을 때 더 잘 이해될 것으로, 이때 도면들 전체에서 동일한 도면부호는 동일한 부품을 나타낸다:

도 1은 본 기술의 실시예에 따라 임펠러로부터의 유체 유동과 디퓨저 날개의 선행 에지 사이의 입사각을 감소시키도록 구성된 날개를 갖는 디퓨저를 포함하는 원심 압축기의 사시도이고;

도 2는 본 기술의 실시예에 따라 도 1의 라인 2-2를 따라서 취해지는 원심 압축기의 단면도이며;

도 3은 도 1의 원심 압축기 내부에서 사용될 수 있는 디퓨저의 사시도로서, 본 기술의 실시예에 따라 보호덮개 즉 장착면 주위에서 원주방향으로 배치되는 복수의 날개 및 소날개를 도시하고 있고;

도 4는 도 3의 라인 4-4를 따라 취해지는 축방향 부분도로서, 본 기술의 실시예에 따라 디퓨저를 통과하는 유체 유동을 도시하고 있으며;

도 5는 도 3의 라인 5-5를 따라 취해지는 디퓨저의 자오면을 나타내는 것으로, 본 기술의 실시예에 따라 디퓨저 날개 형상을 도시하고 있고;

도 6은 본 기술의 실시예에 따라 도 5의 라인 6-6을 따라서 취해지는 디퓨저 날개 형상의 평면도이며;

도 7은 본 기술의 실시예에 따라 도 5의 라인 7-7을 따라서 취해지는 디퓨저 날개의 단면도이고;

도 8은 본 기술의 실시예에 따라 도 5의 라인 8-8을 따라서 취해지는 디퓨저 날개의 단면이며;

도 9는 도 3에 도시된 디퓨저의 축방향 도면으로, 본 기술의 실시예에 따라 날개들이 주기적인 구성으로 배열된 것을 도시하고 있고;

도 10은 본 기술의 실시예에 따라 도 9의 라인 10-10을 따라서 취해지는 디퓨저의 부분 사시도이며;

도 11은 디퓨저의 다른 실시예의 축방향 도면으로, 이 도면에서는 본 기술의 실시예에 따라 소날개들은 비주기적인 구성으로 배열되고 날개들은 생략되어 있고;

도 12는 도 11의 라인 12-12를 따라서 취해지는 디퓨저의 자오면으로, 본 기술의 실시예에 따라 디퓨저 소날개 형상을 도시하고 있으며;

도 13은 본 기술의 실시예에 따라 도 12의 라인 13-13을 따라서 취해지는 디퓨저 소날개의 평면도이고;

도 14는 본 기술의 실시예에 따라 도 12의 라인 14-14를 따라서 취해지는 디퓨저 소날개의 단면도이며;

도 15는 본 기술의 실시예에 따라 도 12의 라인 15-15를 따라서 취해지는 디퓨저 소날개의 단면도이고;

도 16은 디퓨저의 다른 실시예의 축방향 도면으로, 이 도면에서는 본 기술의 실시예에 따라 소날개들이 비주기적인 구성으로 배열되고 축방향을 따라 일정하게 유지되는 형상을 가진 것을 도시하고 있으며;

도 17은 도 16의 라인 17-17을 따라서 취해지는 디퓨저의 자오면으로, 본 기술의 실시예에 따라 디퓨저 소날개 형상을 도시하고 있고;

도 18은 본 기술의 실시예에 따라 도 17의 라인 18-18을 따라서 취해지는 디퓨저 소날개의 평면도이며; 그리고

도 19는 본 기술의 실시예에 따라 도 17의 라인 19-19를 따라서 취해지는 디퓨저 소날개의 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0008] 이하, 본 발명의 하나 이상의 특정 실시예가 설명될 것이다. 이렇게 설명되는 실시예들은 단지 본 발명의 일 예에 해당한다. 또한, 이러한 예시적인 실시예들의 간결한 설명을 제공하기 위하여, 실제 구현물의 모든 특징들이 명세서에 설명되지 않을 수도 있다. 이러한 실제 구현물의 개발에서, 어떤 엔지니어링 또는 설계 프로젝트에서와 같이, 많은 구현물의 구체적인 결정들이 하나의 구현물에서 다른 구현물로 달라질 수 있는 시스템 관련 제약 및 사업 관련 제약에 대한 준수와 같은 개발자의 특정 목표를 달성하기 위하여 이루어져야 한다는 것이 인식되어야 한다. 또한, 이러한 개발 노력이 복잡하고 시간이 소요될 수 있지만, 그럼에도 불구하고 이 명세서의 이점을 갖고 있는 당업자에게는 설계, 제조, 및 제작의 일상적인 일일 것이라는 것이 인식되어야 한다.
- [0009] 어떤 구성에서, 디퓨저는 디퓨저 효율을 향상시키도록 구성되는 일련의 날개를 포함한다. 어떤 디퓨저는 임펠러(impeller)로부터의 유동 변화에 대응되도록 구성되는 3차원 날개를 포함할 수 있다. 예를 들어, 임펠러로부터의 유체 유동의 각도는 축방향을 따라 달라질 수 있다. 이에 따라, 각 날개의 선행 에지(leading edge)는 특히 유체 유동의 각도에 대응되어 유체 유동과 날개 사이의 입사각(incidence angle)을 감소시키도록 형상이 형성될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 디퓨저의 보호덮개측(shroud-side)에 인접한 유체 유동의 각도는 축방향 유동 프로파일(profile)의 나머지 부분을 거치는 유체 유동의 각도와 상당히 다를 수 있다. 따라서, 디퓨저의 보호덮개측에 인접한 유체 유동의 각도에 대응하도록 각 날개의 선행 에지를 적절하게 형상을 형성하는 것이 가능하지 않을 수도 있다. 결과적으로, 입사각이 보호덮개에 인접한 영역 안에서 증가하여 디퓨저 효율을 감소시킬 수 있다.
- [0010] 본 명세서의 실시예들은 유체 유동과 날개의 선행 에지 사이의 입사각을 감소시키는 소날개(vanelet)들을 이용함으로써 디퓨저 효율을 증가시킬 수 있다. 본 실시예들에서, 날개와 소날개는 모두 디퓨저의 유로부 안으로 축방향으로 연장형성된다. 날개의 축방향 크기는 유로부의 축방향 크기와 실질적으로 동일하다. 예를 들어, 날개는 유로부의 허브측(hub side)으로부터 보호덮개측까지 연장형성될 수 있다. 반대로, 소날개의 축방향 크기는 유로부의 축방향 크기보다 작다. 따라서, 유로부의 보호덮개측에 결합된 소날개는 허브측에 접촉하지 않고, 유로부의 허브측에 결합된 소날개는 보호덮개측에 접촉하지 않는다. 어떤 실시예에서, 디퓨저는 복수의 소날개를 포함하는데, 이때 각 소날개의 형상은 축방향을 따라 다르거나(예를 들어, 3차원 소날개), 소날개들은 유로부의 둘레를 따라 비주기적인 패턴을 형성하거나(예를 들어, 원주방향으로 꽃잎형(symmetric)이지 않음), 또는 이들이 조합하여 형성된다. 또한, 디퓨저는 축방향을 따라 다른 형상을 갖는 복수의 날개(예를 들어, 3차원 날개)를 포함할 수 있다. 3차원 날개, 3차원 소날개 및/또는 비주기적인 소날개의 조합은 임펠러로부터의 유체 유동에서의 원주방향 및/또는 축방향 변화에 실질적으로 대응함에 따라 디퓨저 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0011] 도 1은 가압된 유체 유동을 출력토록 구성된 원심 압축기(10)의 사시도이다. 특히, 원심 압축기(10)는 복수의 블레이드(14)를 구비한 임펠러(12)를 포함한다. 임펠러(12)가 외부 소스(예를 들어, 전기 모터, 내연 기관 등)에 의해 원주방향(16)으로 회전토록 구동됨에 따라, 압축성 유체(18)는 축방향(20)을 따라 블레이드(14)로 끌려들어간다. 다음, 압축성 유체(18)는 임펠러(12) 주위에 배치된 디퓨저(24)를 향해 방사방향(22)으로 가속된다. 디퓨저(24)는 임펠러(12)로부터의 고속의 유체 유동을 고압의 유동으로 전환(예를 들어, 동적 수두(head)를 압력 수두로 전환)하도록 구성된다. 어떤 실시예에서, 보호덮개(shroud)(미도시)는 디퓨저(24)에 바로 인접하여 위치되고, 유체 유동을 임펠러(12)로부터 스크롤부 또는 나선부(volute)(26)로 안내하는 것을 돕는다. 스크롤부(26)는 압축성 유체(18)를 모아 출구(exit orifice)(28)로 안내토록 구성된 챔버를 포함한다. 어떤 구성에서는, 챔버의 직경이 원주방향(16)을 따라 증가되어 동적 수두를 압력 수두로 더욱 전환한다.
- [0012] 본 실시예에서, 디퓨저(24)는 유체 유동을 인접한 날개 가까이로 재안내(redirect)하여 유체 유동과 날개의 선행 에지 사이의 입사각을 감소시키도록 구성되는 소날개를 포함할 수 있다. 예를 들어, 소날개는 유동장(flow field)에서의 축방향 및/또는 원주방향 변화에도 불구하고 유체 유동을 날개와 적절하게 나란하게 할 수 있다. 이해되는 바와 같이, 입사각을 감소시킴에 따라 날개의 효율이 증가되어 디퓨저(24)의 전체 효율을 향상시킨다. 이러한 구성의 결과로서, 전체 압축기 효율은 약 0.5, 1, 1.5 또는 그보다 큰 퍼센트 이상으로 증가할 수 있다. 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 어떤 소날개는 소날개 길이에 따른 입사각에서의 변화를 고려한 3차원 형태를 포함한다. 다른 실시예는 비주기적인 배열로 디퓨저 유로부 둘레에 원주방향으로 배치되는 소날개를 포함하여 스크롤부(26)가 있음으로 인한 유동장에서의 원주방향으로의 변화에 대해 보상케 한다.
- [0013] 도 2는 도 1의 라인 2-2를 따라 취해지는 원심 압축기(10)의 단면도이다. 상기한 바와 같이, 압축성 유체(18)는 축방향(20)을 따라 임펠러(12) 안으로 흘러들어가고, 디퓨저(24)를 향해 방사방향으로 가속된다. 디퓨저(24)는 동적 수두를 압력 수두로 전환하여, 스크롤부(26)로의 고압의 유체(30)의 유동을 형성케 한다. 특히, 유체(30)

는 첫번째 축방향 면 상의 보호덮개측 장착면(34)과 마주하는 축방향 면 상의 허브측 장착면(36)에 의해 형성되는 디퓨저 유로부(32)를 통과하여 지나간다. 도시된 바와 같이, 허브측 장착면(36)은 임펠러(12)의 허브(38)에 인접하여 위치된다. 유사하게, 보호덮개측 장착면(34)은 보호덮개(미도시)에 인접하여 위치된다.

[0014] 도시된 실시예에서, 디퓨저(24)는 디퓨저(24)의 효율을 향상시키도록 구성된 일련의 날개(40)와 소날개(42)를 포함한다. 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 날개(40) 및/또는 소날개(42)는 환형 배열로 유로부(32) 둘레에 원주방향으로 배치된다. 도시된 바와 같이, 각 날개(40)의 축방향 크기(44)는 유로부(32)의 축방향 크기(46), 즉 보호덮개측 장착면(34)으로부터 허브측 장착면(36)까지와 동일하다. 날개(40)는 보호덮개측 장착면(34), 허브측 장착면(36), 또는 모두의 장착면(34, 36)에 고정될 수 있다.

[0015] 날개(40)에 대비하여, 소날개(42)의 축방향 크기(48)는 유로부(32)의 축방향 크기(46)보다 작다. 예를 들어, 어떤 실시예에서, 소날개(42)의 축방향 크기(48)는 유로부(32)의 축방향 크기(46)의 약 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5퍼센트, 또는 더 작은 퍼센트보다 작을 수 있다. 본 실시예에서, 소날개(42)는 보호덮개측 장착면(34)에 장착된다. 그러나, 다른 실시예에서는, 소날개(42)는 허브측 장착면(36)에 장착될 수 있다.

[0016] 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 소날개(42)는 날개(40)의 선행 에지와 유동장 사이의 입사각을 감소시키기 위하여 임펠러로부터의 유체(30)의 유동을 재안내하도록 구성될 수 있다. 이에 따라, 디퓨저 효율이 소날개(42)를 포함하지 않은 구성에 비해 향상될 수 있다. 또한, 소날개(42)가 유로부(32)의 전체 축방향 크기를 가로지르지 않도록 형성됨에 따라, 소날개(42)는 전체 높이의 날개에 비해 제한된 유동 성능을 개선할 수 있다. 또한, 소날개(42)의 감소된 축방향 크기는 회전자의 동적(rotordynamic) 불안정성으로 이어질 수 있는 압력과(pressure wave)를 임펠러(12)를 향해 되돌려 반사하는 것의 가능성을 감소시킬 수 있다.

[0017] 도 3은 디퓨저(24)의 사시도로서, 원주방향(16)을 따라 보호덮개측 장착면(34)의 둘레를 따라 배치되는 복수의 날개(40)와 소날개(42)를 도시하고 있다. 상기한 바와 같이, 날개(40)와 소날개(42)는 모두 보호덮개측 장착면(34)으로부터 축방향(20)으로 연장형성된다. 또한, 날개(40)와 소날개(42)는 보호덮개측 장착면(34)에 부착되는 것으로 도시되어 있지만, 다른 실시예에서 날개(40) 및/또는 소날개(42)는 허브측 장착면(36)에, 또는 보호덮개측과 허브측 장착면(34, 36)을 조합(예를 들어, 일부 날개(40) 및/또는 소날개(42)는 보호덮개측 장착면(34)에 결합되고, 다른 날개(40) 및/또는 소날개(42)는 허브측 장착면(36)에 결합됨)하여 결합될 수 있다는 것으로 이해되어야 한다. 본 구성에서, 각각의 날개(40)는 축방향(20)을 따라 변화하는 형상을 포함하여, 3차원(3D) 날개(40)를 형성한다. 다른 실시예는 축방향(20)을 따라 일정하게 유지되는 형상을 갖는 2차원(2D) 날개를 사용할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 마찬가지로, 본 구성은 3차원 소날개(42)를 사용한다. 그러나, 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 다른 실시예는 2차원 소날개를 사용할 수도 있다.

[0018] 도시된 바와 같이, 본 실시예는 11개의 날개(40)와 동일 개수의 소날개(42)를 사용한다. 다른 실시예는 더 많거나 더 적은 날개(40) 및/또는 소날개(42)를 사용할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 어떤 구성은 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 또는 그 이상 개수의 날개(40)를 활용할 수 있다. 마찬가지로, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 또는 그 이상 개수의 소날개(42)가 사용될 수 있다. 본 구성에서는 날개(40)와 소날개(42)의 개수가 동일하지만, 다른 구성에서는 소날개(42)보다 더 많은 날개(40)를, 또는 날개(40)보다 더 많은 소날개(42)를 사용할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 어떤 실시예에서 2개 이상의 소날개(42)가 각각의 날개(40) 사이에 위치될 수 있다. 다른 구성에서는, 각각의 날개(40) 사이의 소날개(42)의 개수가 원주방향(16)을 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 어떤 쌍의 날개(40)는 그들 사이에 배치되는 0, 1, 2, 3, 4, 또는 그 이상 개수의 소날개(42)를 포함할 수 있다.

[0019] 도시된 바와 같이, 본 디퓨저(24)는 주기적인 구성으로 배열된 날개(40)와 소날개(42)를 포함한다. 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 주기적인 구성으로, 날개(40)와 소날개(42)는 원주방향(16)을 따라 보호덮개측 장착면(34) 둘레에 꽃잎형으로 배치된다. 다른 구성은 비주기적인 날개(40) 및/또는 비주기적인 소날개(42)를 사용할 수 있다. 주기적인 또는 비주기적인 구성에서, 날개(42)는 임펠러로부터의 유동을 재안내하는 것을 도와, 유동장과 날개(40) 사이의 입사각을 감소시킨다. 이러한 구성은 유로부의 전체 축방향 크기를 따라 연장형성되는 날개만을 갖는 디퓨저에 비해 디퓨저(24)의 효율을 증가시킬 수 있다.

[0020] 도 4는 도 3의 라인 4-4를 따라 취해지는 디퓨저(24) 일부분의 축방향 부분도로서, 임펠러(12)로부터 배출되는 유체 유동을 나타낸다. 도시된 바와 같이, 각각의 날개(40)는 선행 에지(52)와 후행 에지(trailing edge)(54)를 포함한다. 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 임펠러(12)로부터의 유체 유동은 선행 에지(52)로부터 후행 에지(54)로 흐르고, 이에 따라 동적 압력(즉, 유동 속도)을 정적 압력(즉, 가압된 유체)으로 전환하게 된다. 본 실시예에서, 각 날개(40)의 선행 에지(52)는 원주방향(16)에 대해 소정 각도(56)를 향하도록 형성된다. 도시된



바와 같이, 원주방향(16)은 환형의 보호덮개측 장착면(34)의 곡률을 따른다. 따라서, 0도의 각도(56)는 상기 장착면(34)의 곡률에 실질적으로 접하는 방향의 선행 예지(52)를 형성하게 된다. 어떤 실시예에서, 각도(56)는 0도에서 60도, 5도에서 55도, 10도에서 50도, 15도에서 45도, 15도에서 40도, 15도에서 35도, 또는 약 10도에서 30도 사이에서 대략 존재할 수 있다. 본 실시예에서, 각 날개(40)의 각도(56)는 대략 17도에서 24도 사이에서 다를 수 있다. 그러나, 다른 실시예는 원주방향(16)에 대하여 다른 방향들을 갖는 날개(40)들을 사용할 수 있다.

[0021] 도시된 바와 같이, 유체 유동(58)은 임펠러로부터 원주방향(16)과 방사방향(22)으로 방출된다. 원주방향(16)에 대한 유체 유동(58)의 각도는 원주방향(16)을 따라 다를 수 있다. 예를 들어, 하나의 원주방향 위치에서는, 유체 유동(58)은 소정 각도(59)를 향하고, 한편 다른 원주방향 위치에서는, 유체 유동(58)은 다른 소정 각도(60)를 향한다. 또한, 유체 유동(58)은 또 다른 원주방향 위치에서는 또 다른 소정 각도(61)를 향한다. 3개의 각도(59, 60, 61)가 도시되어 있지만, 유체 유동 각도는 원주방향(16)을 따라 계속적으로 달라질 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 유동 속도의 크기도 역시 원주방향 위치에 따라 다를 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 게다가, 상기 속도 크기와 방향은 모두 시간에 따라 변화할 수 있는 것으로, 이때 도시된 유체 유동(58)은 시간-평균화된(time-averaged) 유동장을 나타낸다.

[0022] 이해되는 바와 같이, 각도(59, 60, 61)는 다른 인자들 중에서 임펠러 구성, 임펠러 회전 속도, 및/또는 압축기(10)를 통과하는 유량을 기초로 하여 다를 수 있다. 본 구성에서, 날개(40)의 각도(56)는 특히 임펠러(12)로부터의 유체 유동(58)의 방향에 일치하도록 구성된다. 이해되는 바와 같이, 선행 예지 각도(56)와 유체 유동 각도(59, 60, 61) 사이의 차이는 입사각으로서 형성될 수 있다. 본 실시예의 날개(40)는 입사각을 실질적으로 감소시키도록 구성되어, 원심 압축기(10)의 효율을 증가시킨다. 그 결과, 각 날개(40)의 각도(56)는 날개(40)의 원주방향 위치에 해당하는 원주방향 위치에서 유체 유동(58)의 시간 평균화된 각도(59, 60, 61)와 일치하도록 특히 조정될 수 있다.

[0023] 상기한 바와 같이, 날개(40)는 실질적으로 환형 배열로 보호덮개측 장착면(34)에 둘레를 따라 배치된다. 원주방향(16)에 따른 날개(40)들 사이의 간격(62)은 압력 수두로의 속도 수두의 충분한 전환을 제공토록 구성될 수 있다. 본 구성에서, 날개(40)들 사이의 간격(62)은 실질적으로 동일하다. 그러나, 다른 실시예는 고르지 않은 날개 간격을 사용할 수 있다. 또한, 날개(40)와 소날개(42) 사이의 간격(64)은 보호덮개측 장착면(34)에 인접한 유체 유동을 재안내하는 것을 도울 수 있어, 입사각을 감소시키고 디퓨저(24)의 효율을 향상시킨다. 본 구성에서, 간격(64)은 각각의 날개(40)와 소날개(42) 사이에서 실질적으로 동일하다. 그러나, 다른 실시예는 동일하지 않은 날개(40)/소날개(42) 간격을 사용할 수 있다. 또한, 본 실시예에서, 각 날개(40)의 방사방향 위치(66)는 각 소날개(42)의 방사방향 위치(68)와 실질적으로 동일하다. 그러나, 다른 실시예는 다른 방사방향 위치(66, 68)를 갖는 날개(40)와 소날개(42)를 사용할 수 있다.

[0024] 각각의 날개(40)는 가압면(pressure surface)(70)과 흡인면(suction surface)(72)을 포함한다. 이해되는 바와 같이, 유체가 선행 예지(52)로부터 후행 예지(54)로 흐름에 따라, 고압 영역이 가압면(70)에 인접하여 발생되고 저압 영역이 흡인면(72)에 인접하여 발생된다. 이러한 압력 영역은 임펠러(12)로부터의 유동장에 영향을 미쳐, 날개가 없는 디퓨저에 비해 유동 안정성과 효율을 증가시킨다. 본 실시예에서, 각 3차원 날개(40)는 특히 임펠러(12)의 유동 속성에 일치하도록 구성되어, 향상된 효율을 제공한다.

[0025] 원주방향(16)으로의 유체 유동 속도에서의 변화에 더하여, 유체 유동 속도의 방향 및/또는 크기는 축방향(20)을 따라 다를 수 있다. 이에 따라, 원주방향(16)에 대한 날개(40)의 각도(56)는 유체 유동의 방향에 실질적으로 일치하도록 축방향(20)을 따라 다를 수 있다. 그러나, 디퓨저(24)의 보호덮개측에 인접한 유체 유동의 각도는 축방향 유동 프로파일의 나머지 부분을 거치는 유체 유동의 각도와 상당히 다를 수 있다. 따라서, 본 실시예는 보호덮개측 장착면(34)에 인접한 유체 유동을 재안내토록 날개(40)에 인접한 소날개(42)를 사용하는 것으로, 이에 따라 입사각을 감소시켜 디퓨저(24)의 효율을 향상시킨다.

[0026] 도 5는 도 3의 라인 5-5를 따라 취해지는 디퓨저(24)의 자오면(meridional view)으로, 디퓨저 날개 형상을 도시하고 있다. 각각의 날개(40)는 보호덮개측 장착면(34)과 허브측 장착면(36) 사이에서 축방향(20)을 따라 연장형성되어, 축방향 크기 또는 길이(44)를 형성한다. 특히, 축방향 길이(44)는 허브측 상의 날개뿌리(vane root)(74)와 보호덮개측 상의 날개끝(vane tip)(76)에 의해 형성된다. 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 날개(40)의 자오선(meridional) 길이는 축방향 길이(44)에 따라 다르도록 구성된다. 자오선 길이는 날개(40)에 따른 특정 축방향 위치에서의 선행 예지(52)와 후행 예지(54) 사이의 거리이다. 예를 들어, 날개뿌리(74)의 길이(78)는 날개끝(76)의 길이(80)와 다를 수 있다. 날개(40)의 축방향 위치(즉, 축방향(20)에 따른 위치)에 대한

자오선 길이는 그의 특정 축방향 위치에서의 유체 유동 특성을 기초로 하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 모델링이 임펠러(12)로부터의 유체 속도가 축방향(20)으로 변화하는 것을 결정할 수 있다. 따라서, 각각의 축방향 위치에 대한 자오선 길이는 특히 입사하는 유체 속도에 상응토록 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 날개(40)의 효율은 자오선 길이가 날개(40)의 축방향 길이(44)에 따라 실질적으로 일정하게 유지되는 구성에 비해 증가될 수 있다.

[0027] 또한, 선행 예지(52) 및/또는 후행 예지(54)의 원주방향 위치(즉, 원주방향(16)에 따른 위치)는 날개(40)의 축방향 길이(44)에 따라 변화하도록 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 기준선(82)은 날개끝(76)의 선행 예지(52)로부터 축방향(20)을 따라 허브측 장착면(36)으로 연장된다. 축방향 길이(44)에 따른 선행 예지(52)의 원주방향 위치는 가변 거리(variable distance)(84) 만큼 기준선(82)으로부터 오프셋된다. 즉, 선행 예지(52)는 원주방향(16)으로 일정하다기 보다는 가변적이다. 이러한 구성은 축방향 날개(44)를 따라 임펠러(12)와 날개(40)의 선행 예지(52) 사이의 가변 거리를 형성한다. 예를 들어, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 컴퓨터 시뮬레이션을 기초로, 특정 거리(84)가 축방향 길이(44)에 따른 각각의 축방향 위치에 대하여 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 날개(40)의 효율은 일정한 거리(84)를 사용하는 구성에 비해 향상될 수 있다. 본 실시예에서, 거리(84)는 날개끝(76)으로부터의 거리가 증가함에 따라 증가한다. 다른 실시예는 다른 선행 예지 형상을 사용할 수 있는데, 이러한 선행 예지 형상은 선행 예지(52)가 임펠러(12)를 향하는 방향을 따라 기준선(82)을 지나 연장형성되는 구성을 포함한다.

[0028] 마찬가지로, 후행 예지(54)의 원주방향 위치는 날개(40)의 축방향 길이(44)에 따라 다르도록 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 기준선(86)은 축방향(20)을 따라 허브측 장착면(36)으로부터 먼쪽으로 날개뿌리(74)의 후행 예지(54)로부터 연장된다. 축방향 길이(44)에 따른 후행 예지(54)의 원주방향 위치는 가변 거리(88) 만큼 기준선(86)으로부터 오프셋된다. 즉, 후행 예지(54)는 원주방향(16)으로 일정하다기 보다는 가변적이다. 이러한 구성은 축방향 길이(44)를 따라 임펠러(12)와 날개(40)의 후행 예지(54) 사이에 가변 거리를 형성한다. 예를 들어, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 컴퓨터 시뮬레이션을 기초로, 특정 거리(88)가 축방향 길이(44)에 따른 각각의 축방향 위치에 대하여 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 날개(40)의 효율은 일정한 거리(88)를 사용하는 구성에 비해 향상될 수 있다. 본 실시예에서, 거리(88)는 날개뿌리(74)로부터의 거리가 증가함에 따라 증가한다. 다른 실시예는 다른 후행 예지 형상을 사용할 수 있는데, 이러한 후행 예지 형상은 후행 예지(54)가 임펠러(12)로부터 먼 방향을 따라 기준선(86)을 지나 연장형성되는 배열을 포함한다. 다른 실시예에서, 선행 예지(52)의 방사방향 위치 및/또는 후행 예지(54)의 방사방향 위치는 디퓨저 날개(40)의 길이(44)를 따라 다를 수 있다.

[0029] 도 6은 도 5의 라인 6-6을 따라서 취해지는 디퓨저 날개 형상의 평면도이다. 상기한 바와 같이, 날개(40)의 형상은 축방향(20)을 따라 다를 수 있고, 이에 따라 3차원 날개 형태를 형성한다. 구체적으로, 날개(40)의 매개변수는 특히 특정 임펠러(12)로부터의 3차원 유체 유동과 일치하도록 구성될 수 있어, 유체 속도를 유체 압력으로 효과적으로 전환한다. 예를 들어, 상기한 바와 같이, 날개(40)의 축방향 위치(즉, 축방향(20)에 따른 위치)에 대한 자오선 길이는 그 축방향 위치에서의 유동 속성을 기초로 하여 선택될 수 있다. 도시된 바와 같이, 날개뿌리(74)의 길이(78)는 날개(40)의 뿌리(74)에서의 임펠러(12)로부터의 유동을 기초로 하여 선택될 수 있다.

[0030] 또한, 선행 예지(52) 및/또는 후행 예지(54)는 각 예지의 끝부분에서 곡선 형상을 포함할 수 있다. 구체적으로, 선행 예지(52)의 끝부분은 선행 예지(52) 주위에서 유체 유동을 안내토록 구성된 곡률반경(90)을 가진 곡선 형상을 포함할 수 있다. 마찬가지로, 후행 예지(54) 끝부분의 곡률반경(92)은 후행 예지(54)에서 계산된 유동 속성을 기초로 하여 선택될 수 있다. 어떤 구성에서, 선행 예지(52)의 곡률반경(90)은 후행 예지(54)의 곡률반경(92)보다 클 수 있다. 다른 구성에서, 선행 예지(52)의 곡률반경(90)은 후행 예지(54)의 곡률반경(92)보다 작을 수 있다.

[0031] 디퓨저(24)를 통과하는 유체 유동에 영향을 미칠 수 있는 다른 날개 속성은 날개(40)의 곡률이다. 도시된 바와 같이, 중간의 날개 구획선(sectional line)(94)은 선행 예지(52)로부터 후행 예지(54)까지 연장되고 날개 형상의 중심(즉, 가압면(70)과 흡인면(72) 사이의 중심선)을 나타낸다. 중간의 날개 구획선(80)은 날개(40)의 곡선 형상을 도시하고 있다. 구체적으로, 선행 예지의 접선(96)은 선행 예지(52)로부터 연장되고 선행 예지(52)에서 중간의 날개 구획선(94)에 접한다. 마찬가지로, 후행 예지의 접선(98)은 후행 예지(54)로부터 연장되고 후행 예지(54)에서 중간의 날개 구획선(94)에 접한다. 만곡각도(curvature angle)(100)는 접선(96)과 접선(98) 사이의 교차점에서 형성된다. 도시된 바와 같이, 날개(40)의 곡률이 더 클수록, 만곡각도(100)가 더 커진다. 따라서, 만곡각도(100)는 날개(40) 곡률의 효과적인 측정을 제공한다. 만곡각도(100)는 임펠러(12)로부터의 유동 속성을 기초로 하여 동적 수두로부터 압력 수두로의 효과적인 전환을 제공토록 선택될 수 있다. 예를 들어, 만곡각도

(100)는 약 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 그 이상의 각도보다 클 수 있다.

[0032] 만곡각도(100), 선행 에지(52)의 곡률반경(90), 후행 에지(54)의 곡률반경(92) 및/또는 길이(78)는 날개(40)의 길이(44)를 따라서 다를 수 있다. 구체적으로, 각각의 상기 매개변수는 특히 해당하는 축방향 위치에서의 계산된 유동 속성을 기초로 하여 각각의 축방향 단면에 대해 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 3차원 날개(40)(즉, 가변의 단면 형상 또는 프로파일을 갖는 날개(40))는 2차원 날개(즉, 일정한 단면 형상을 갖는 날개)에 대비하여 향상된 효율을 제공토록 구성될 수 있다.

[0033] 도 7는 도 5의 라인 7-7을 따라 취해지는 디퓨저 날개(40)의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 날개(40)의 형상은 본 단면에 해당하는 축방향 위치에서의 유동 속성과 일치하도록 변경되었다. 예를 들어, 본 단면의 자오선 길이(102)는 날개뿌리(74)의 길이(78)와 달라질 수 있다. 마찬가지로, 선행 에지(52)의 곡률반경(104), 후행 에지(54)의 곡률 반경(106), 및/또는 만곡각도(108)는 도시된 단면과 도 6에서 도시된 단면 사이에서 달라질 수 있다. 예를 들어, 선행 에지(52)의 곡률반경(104)는 특히 임펠러(12)로부터의 유체 유동과 선행 에지(52) 사이의 입사각을 감소시키도록 선택될 수 있다. 상기한 바와 같이, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 각도는 축방향(20)을 따라 다를 수 있다. 본 실시예는 각각의 축방향 위치(즉, 축방향(20)에 따른 위치)에서의 곡률반경(104)의 선택을 가능하게 하기 때문에, 입사각이 날개(40)의 길이(44)를 따라 실질적으로 작아질 수 있고, 이에 따라 선행 에지(52)의 곡률반경(104)이 전체 길이(44)에 걸쳐 실질적으로 일정하게 유지되는 구성에 비해 날개(40)의 효율을 증가시킨다. 또한, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 속도가 축방향(20)으로 변화할 수 있기 때문에, 날개(40)의 각각의 축방향 단면에 대한 곡률반경(104, 106), 길이(102), 만곡각도(108), 또는 다른 매개변수들을 조정하는 것은 전체 디퓨저(24)의 효율을 증가시키는 것을 가능케 할 수 있다.

[0034] 도 8은 도 5의 라인 8-8에 따라 취해지는 디퓨저 날개(40)의 단면도이다. 도 7의 단면과 유사하게, 본 단면의 형상도 이에 해당하는 축방향 위치에서의 유동 속성에 일치하도록 구성된다. 구체적으로, 본 단면은 도 6 및 7에 도시된 단면의 길이(78, 102)와 다를 수 있는 자오선 길이(110)를 포함한다. 또한, 선행 에지(52)의 곡률반경(112), 후행 에지(54)의 곡률반경(114), 및 만곡각도(116)는 특히 본 축방향 위치에서의 유동 속성(예를 들어, 속도, 입사각 등)에 대해 구성될 수도 있다. 상기한 바와 같이, 축방향에 따른 날개 형상에서의 변화는 임펠러(12)로부터의 유동장에 일치하도록 실질적으로 구성되는 3차원 날개(40)를 형성한다. 그러나, 어떤 압축기(10)는 유동장의 여러 영역(예를 들어, 보호덮개측 장착면(34)에 인접한 영역) 내부에서 유동 방향에 큰 변화가 있을 수 있다. 이에 따라, 본 실시예는 임펠러(12)로부터의 유동을 재안내토록 구성된 소날개(42)를 사용하여 유체 유동과 날개(40)의 선행 에지(52) 사이의 입사각을 감소시키고, 따라서 디퓨저 효율을 증가시킨다.

[0035] 이하, 도 9 및 10을 참조하면, 도 9는 도 3에 도시된 디퓨저(40)의 축방향 도면으로서, 소날개(42)가 주기적인 구성으로 배열되어 있다. 도시된 바와 같이, 실질적으로 동일한 소날개(42)가 디퓨저(24)의 도시된 보호덮개측 장착면(34)과 같은 장착면의 주위에 원주방향(16)을 따라 꽃잎형(symmetrical)(예를 들어, 주기적인) 패턴으로 배치된다. 상기한 바와 같이, 본 실시예에서 날개(40)와 소날개(42)는 3차원(예를 들어, 축방향으로 변화하는 형상을 가짐)으로 형성된다.

[0036] 도 10은 도 9의 라인 10-10을 따라 취해지는 디퓨저(10)의 부분 사시도로서, 기준 소날개로서 사용될 하나의 소날개(42)를 도시하고 있다. 각 소날개(42)의 어떤 주어진 축방향 높이(z)에 대하여, 기준면(118)은 수직선이 축방향(20)과 일치하는 기준 평면을 따라 형성될 수 있다. 도 10의 기준 소날개(42)에서, 기준면(118)은 소날개(42)의 내측면으로서 형성된다. 한편, 여기에서 설명되는 분석은 소날개(42)의 어떠한 축방향 높이에 대하여도 활용될 수 있다. 즉, 기준 평면은 소날개(42)의 어떠한 축방향 높이에서도 정의될 수 있다. 도시된 예에서, 기준 평면은 임펠러(12), 디퓨저(24), 및 스크롤부(26)의 공통의 중심축을 통과하는 기준 중심점(c)을 포함한다.

[0037] 기준면(118)은 기준 중심점(c)으로부터의 방사방향 거리(r), 각위치(angular location)( $\theta$ ), 및 축방향 높이(z)에 의해 정의되는 유일점(unique point)들의 집합에 의해 특징지워질 수 있다. 어떠한 주어진 기준 평면에 대하여, 유일점들의 집합에 대한 축방향 높이는 동일할 것이다. 그러나, 방사방향 거리(r)와 각위치( $\theta$ )는 다른 것으로 참조 평면에서 기준면(118)의 각각의 유일점을 정의할 것이다. 예를 들어, 소날개(42)의 선행 에지부(edge section)(122)에 해당하는 선행 에지 지점(120)은 기준면(118)의 베이스라인 지점으로 정의될 수 있고, 그 자체로서 방사방향 거리( $r_0$ ) 및 0도와 동일한 각위치( $\theta_0$ )에 의해 정의될 수 있다. 마찬가지로, 소날개(42)의 후행 에지부(126)에 해당하는 후행 에지 지점(124)은 방사방향 거리( $r_1$ )와 각위치( $\theta_1$ )에 의해 정의될 수 있다. 또한, 흡인면 지점(128)은 방사방향 거리( $r_2$ )와 각위치( $\theta_2$ )에 의해 정의될 수 있다. 이와 같이, 소날개(42)의 흡인면(130)은 소날개(42)의 흡인면(130)을 따르는 복수의 지점들에 의해 정의될 수 있다. 한편, 소날개(42)의

가압면(132)도 유사하게 정의될 수 있다. 실제로, 도 10에서 도시된 기준 소날개(42)의 기준면(118)에 무한 개의 유일점들이 있을 수 있다. 그러나, 각 소날개(42)의 디자인을 정의하는 데에 사용되는 유일점들의 개수는 소날개(42)의 형태, 방향, 및/또는 위치의 계산을 가능케 하기 위하여 제한될 수 있다.

[0038] 또한, 도 9에 도시된 디퓨저(24)의 각각의 소날개(42)는 기준 평면을 따르는 유일점들의 집합을 유사하게 포함할 수 있다. 즉, 각각의 소날개(42)는 도 10에 도시된 기준 소날개(42)의 기준면(118)과 같은 기준 평면을 따르는 유일점들의 집합에 의해 정의되는 2차원 영역을 포함할 수 있다. 도 9 및 10의 소날개(42)의 주기적인 배열 안에서, 기준 소날개(42)의 기준 평면(예를 들어, 기준면(118))에서의 2차원 영역 안에 놓인 모든 지점에 대하여, 이러한 지점들의 각각을 360.0을 N으로 나눈 것의 정수배 만큼 회전함에 따라 다른 소날개(42)에 대한 기준 평면에서의 2차원 영역 안에 놓이는 지점을 산출할 것으로, 이때, N은 디퓨저(24)의 소날개(42)의 개수이다. 예를 들어, 도 9에 도시된 디퓨저(24)는 11개의 소날개(42)를 포함한다. 이와 같이, 기준 소날개(42)의 기준 평면(예를 들어, 기준면(118))에서의 2차원 영역 안에 놓인 모든 지점에 대하여, 그 지점을 32.73도, 65.46도, 98.19도, 130.92도, 163.65도, 196.38도, 229.11도, 261.84도, 294.57 및 327.30도(예를 들어, 360.0을 11로 나눈 각도, 또는 32.73도의 정수배) 만큼 회전하면 다른 디퓨저 날개(42)에 대한 기준 평면에서의 2차원 영역 안에 놓인 지점을 산출하게 된다.

[0039] 도 11은 디퓨저(24)의 다른 실시예의 측방향 도면으로서, 이 도면에서 소날개는 비주기적인 구성으로 배열되어 있고 날개는 생략되어 있다. 도 9 및 10을 참조하여 상기에서 설명된 주기적인 소날개 구성에 대조적으로, 본 디퓨저는 원주방향(16)을 따라 비주기적인(예를 들어, 비꽃잎형(asymmetrical)) 패턴으로 배열된 소날개(134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154)를 포함한다. 이해되는 바와 같이, 상기에서 설명된 원주방향으로 꽃잎형의 변형 요건(transformation requirement)을 충족하지 않는 어떤 세트의 소날개는 비주기적인 것으로 생각된다. 도 11에 도시된 비주기적인(예를 들어, 비꽃잎형) 패턴의 속성을 나타내기 위하여, 기준점(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)이 보호덮개측 장착면(34) 주위에 동일한 간격의 원주방향 위치들에 위치된다. 도시된 바와 같이, 디퓨저(24)는 11개의 소날개(134 내지 154)를 포함한다. 이와 같이, 기준점(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)은 32.73도(예를 들어, 360.0도를 11로 나눈 각도)의 아크각(arc angle)( $\phi$ )으로 동일한 간격으로 위치된다.

[0040] 도시된 소날개(134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154)는 각각 기준점들(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K) 중 하나와 일반적으로 관련된다(예를 들어, 기준점(A)과 소날개(134), 기준점(B)과 소날개(136), 기준점(C)과 소날개(138), 기준점(D)과 소날개(140), 기준점(E)과 소날개(142), 기준점(F)과 소날개(144), 기준점(G)과 소날개(146), 기준점(H)과 소날개(148), 기준점(I)과 소날개(150), 기준점(J)과 소날개(152) 및 기준점(K)과 소날개(154)). 기준점들(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)은 소날개(134 내지 154)의 형태, 방향, 및/또는 위치가 보호덮개측 장착면(34)의 원주방향(16)을 따라 소날개로부터 다른 소날개로 어떻게 변화할 수 있는지를 나타내기 위하여 사용된다.

[0041] 더 구체적으로는, 상기한 바와 같이, 소날개의 주기적인(예를 들어, 꽃잎형) 배열로 생각되기 위해서는, 소날개(예를 들어, 기준 소날개(134)) 기준 평면의 2차원 영역 안에 놓인 모든 지점에 대하여, 32.73도, 65.46도, 98.19도, 130.92도, 163.65도, 196.38도, 229.11도, 261.84도, 294.57도 및 327.30도(예를 들어, 360.0도를 11로 나눈 각도, 또는 32.73도의 정수배)에 따라 지점을 회전시키면 나머지 소날개들(136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154)의 기준 평면의 2차원 영역 안에 놓이는 지점을 산출하게 된다. 그러나, 도시된 바와 같이, 32.73도, 65.46도, 98.19도, 130.92도, 163.65도, 196.38도, 229.11도, 261.84도, 294.57도 및 327.30도의 아크각으로 회전되는 기준점(A)에 해당하는 기준점들(B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)이 나머지 소날개들(136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154)에 대한 기준 평면의 2차원 영역 안에 전혀 놓이지 않는다. 예를 들어, 기준점(H, I)은 이에 해당하는 소날개(148, 150) 안에 전혀 놓이지 않는다. 이와 같이, 소날개(134 내지 154)는 디퓨저(24) 안에 비주기적인 구성으로 배열된다.

[0042] 이해되는 바와 같이, 소날개(134 내지 154)의 비주기적인 구성은 디퓨저(24) 내부에서의 원주방향의 유동 변화에 대하여 보상할 수 있다. 예를 들어, 스크롤부(26)는 디퓨저(24)를 통과하는 유체 유동의 방향 및/또는 속도에서의 원주방향 편차(deviation)를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 본 실시예에서는, 소날개(134 내지 154)의 위치, 개수 및/또는 방향은 특히 스크롤부에서 발생된 유동 변화를 고려도록 구성될 수 있다. 그 결과, 소날개(134 내지 154)의 비주기적인 배열은 도 3에서의 디퓨저(24)를 참조하여 상기에서 설명된 주기적인 배열보다 더 효과적일 수 있다.

[0043] 도 12는 도 11의 라인 12-12을 따라 취해지는 디퓨저(24)의 자오면으로서, 디퓨저 소날개 형상을 도시하고

있다. 도 3의 디퓨저(24)에 유사하게, 본 디퓨저(24)의 소날개(134 내지 154)는 축방향(20)을 따라 변화하여 3차원 형태를 형성하는 단면 형상을 포함한다. 각각의 소날개(134 내지 154)는 축방향(20)을 따라 보호덮개측 장착면(34)으로부터 허브측 장착면(36)을 향해 연장형성된다. 상기한 바와 같이, 소날개(134 내지 154)의 축방향 크기 또는 길이(48)는 디퓨저 유로부(32)의 축방향 크기(46)보다 작다. 또한, 예시적인 소날개(134)는 보호덮개측 장착면(34)으로부터 연장형성되는 것으로 도시되어 있지만, 다른 실시예는 허브측 장착면(36)으로부터 연장형성되는 소날개를 포함할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 다른 실시예에서, 디퓨저는 보호덮개측 장착면(34)과 허브측 장착면(36) 모두로부터 연장형성되는 소날개를 포함할 수도 있다. 아래의 설명은 도 11에 도시된 디퓨저(24)의 예시적인 소날개(134)의 형태를 설명하고 있지만, 나머지 소날개들(136 내지 154)도 유사한 형태를 가질 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 한편, 어떤 실시예에서는, 소날개(134 내지 154)의 형태는 각 소날개의 원주방향 위치에 따라 다를 수도 있다.

[0044] 도시된 바와 같이, 축방향 길이(48)는 허브측 상의 소날개끝(160)과 보호덮개측 상의 소날개뿌리(162)에 의해 정의된다. 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 소날개(134)의 자오선 길이는 축방향 길이(48)를 따라 변화하도록 구성된다. 자오선 길이는 소날개(134)에 따른 특정 축방향 위치에서의 선행 예지(156)와 후행 예지(158) 사이의 거리이다. 예를 들어, 소날개끝(160)의 길이(164)는 소날개뿌리(162)의 길이(166)와 다를 수 있다. 소날개(134)의 축방향 위치(즉, 축방향(20)에 따른 위치)에 대한 자오선 길이는 특정 축방향 위치에서의 유체 유동 특성을 기초로 하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 모델링이 임펠러(12)로부터의 유체 속도가 축방향(20)으로 변화하는 것을 결정할 수 있다. 따라서, 각각의 축방향 위치에 대한 자오선 길이는 특히 입사하는 유체 속도에 상응도록 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 소날개(134)의 효율은 상기 길이가 소날개(134)의 축방향 길이(48)에 따라 실질적으로 일정하게 유지되는 구성에 비해 향상될 수 있다. 또한, 소날개에 인접하여 위치된 날개(40)를 포함하는 도 3에 도시된 디퓨저(24)와 같은 디퓨저 구성에서, 각각의 축방향 위치에서의 자오선 길이는 특히 유체 유동과 각각의 날개의 선행 예지 사이에서의 입사각을 감소시키도록 구성되어, 디퓨저(24)의 효율을 증가시킬 수 있다.

[0045] 또한, 선행 예지(156) 및/또는 후행 예지(158)의 원주방향 위치(즉, 원주방향(16)에 따른 위치)는 소날개(134)의 축방향 길이(48)를 따라 달라지도록 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 기준선(168)은 소날개뿌리(162)의 선행 예지(156)로부터 소날개(134)의 허브측 축방향 크기로 연장된다. 축방향 길이(48)에 따른 선행 예지(156)의 원주방향 위치는 가변 거리(170) 만큼 기준선(168)으로부터 오프셋된다. 즉, 선행 예지(156)는 원주방향(16)으로 일정하다기 보다는 가변적이다. 이러한 구성은 축방향 길이(48)를 따라 임펠러(12)와 소날개(134)의 선행 예지(156) 사이에 가변 거리를 형성한다. 예를 들어, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 컴퓨터 시뮬레이션을 기초로, 특정 거리(170)가 축방향 길이(48)를 따른 각각의 축방향 위치에 대하여 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 소날개(134)의 효율은 일정한 거리(170)를 사용하는 구성에 비해 향상될 수 있다. 또한, 각각의 축방향 위치에서의 거리(170)는 특히 인접한 날개(40) 가까이에서 유체 유동을 재안내하도록 구성되어 유체 유동과 날개(40) 사이에서의 입사각을 감소시킬 수 있다. 이해되는 바와 같이, 이러한 구성은 날개(40)와 소날개(134 내지 154) 모두를 사용하여 디퓨저(24)의 전체 효율을 증가시킬 수 있다. 본 실시예에서, 거리(170)는 소날개뿌리(162)로부터의 거리가 증가함에 따라 증가한다. 다른 실시예는 선행 예지(156)가 임펠러(12)를 향하는 방향을 따라 기준선(168)을 지나 연장되는 배열을 포함하는 다른 선행 예지 형상을 사용할 수 있다.

[0046] 마찬가지로, 후행 예지(158)의 원주방향 위치는 소날개(134)의 축방향 길이(48)를 따라 달라지도록 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 기준선(172)은 소날개끝(160)의 후행 예지(158)로부터 축방향(20)을 따라 보호덮개측 장착면(34)을 향해 연장된다. 축방향 길이(48)에 따른 후행 예지(158)의 원주방향 위치는 가변 길이(174) 만큼 기준선(172)으로부터 오프셋된다. 즉, 후행 예지(158)는 원주방향(16)으로 일정하다기 보다는 가변적이다. 이러한 구성은 축방향 길이(48)를 따라 임펠러(12)와 소날개(134)의 후행 예지(158) 사이에 가변 거리를 형성한다. 예를 들어, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 컴퓨터 시뮬레이션을 기초로, 특정 거리(174)가 축방향 길이(48)를 따른 각각의 축방향 위치에 대하여 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 소날개(134)의 효율은 일정한 거리(174)를 사용하는 구성에 비해 향상될 수 있다. 또한, 각각의 축방향 위치에서의 거리(174)는 특히 인접한 날개(40) 가까이에서 유체 유동을 재안내하도록 구성되어 유체 유동과 날개(40) 사이에서의 입사각을 감소시킬 수 있다. 이해되는 바와 같이, 이러한 구성은 날개(40)와 소날개(134 내지 154) 모두를 사용하여 디퓨저(24)의 전체 효율을 증가시킬 수 있다. 본 실시예에서, 거리(174)는 소날개뿌리(162)로부터의 거리가 증가함에 따라 증가한다. 다른 실시예는 후행 예지(158)가 임펠러(12)로부터 먼 방향을 따라 기준선(172)을 지나 연장되는 배열을 포함하는 다른 후행 예지 형상을 사용할 수 있다. 다른 실시예에서, 선행 예지(156)의 방사방향 위치 및/또는 후행 예지(158)의 방사방향 위치는 소날개(134)의 축방향 길이(48)를 따라 달라질 수 있다.

- [0047] 도 13은 도 12의 라인 13-13을 따라 취해지는 예시적인 디퓨저 소날개(134)의 평면도이다. 상기한 바와 같이, 소날개(134)의 형상은 축방향(20)을 따라 달라져 3차원 소날개 형태를 형성할 수 있다. 구체적으로, 소날개(134)의 매개변수는 특히 특정 임펠러(12)로부터의 3차원 유체 유동과 일치하도록 구성되어 유체 속도를 유체 압력으로 효과적으로 전환할 수 있다. 예를 들어, 상기한 바와 같이, 소날개(134)의 축방향 위치(즉, 축방향(20)에 따른 위치)에 대한 자오선 길이는 그 축방향 위치에서의 유동 속성을 기초로 하여 선택될 수 있다. 도시된 바와 같이, 소날개끝(160)의 길이(164)는 소날개(134)의 끝(160)에서의 임펠러(12)로부터의 유동을 기초로 하여 선택될 수 있다.
- [0048] 또한, 선행 에지(156) 및/또는 후행 에지(158)는 각 에지의 끝에서의 곡선 형상을 포함할 수 있다. 구체적으로, 선행 에지(156)의 끝은 선행 에지(156) 주위에서 유체 유동을 안내하도록 구성된 곡률반경(182)을 갖는 곡선 형상을 포함할 수 있다. 마찬가지로, 후행 에지(158) 끝의 곡률반경(184)은 후행 에지(158)에서의 계산된 유동 속성을 기초로 하여 선택될 수 있다. 어떤 구성에서, 선행 에지(156)의 곡률반경(182)은 후행 에지(158)의 곡률반경(184)보다 클 수 있다. 다른 구성에서는, 선행 에지(156)의 곡률반경(182)은 후행 에지(158)의 곡률반경(184)보다 작을 수 있다.
- [0049] 디퓨저(24)를 통과하는 유체 유동에 영향을 미칠 수 있는 다른 날개 속성은 소날개(134)의 곡률이다. 도시된 바와 같이, 중간 소날개 구획선(186)은 선행 에지(156)로부터 후행 에지(158)로 연장되어 소날개 형상의 중심(즉, 가압면(176)과 흡인면(178) 사이의 중심선)을 형성한다. 중심의 소날개 구획선(186)은 소날개(134)의 곡선 형상을 나타낸다. 구체적으로, 선행 에지의 접선(188)은 선행 에지(156)으로부터 연장되고 선행 에지(156)에서 중간 소날개 구획선(186)에 접한다. 마찬가지로, 후행 에지의 접선(190)은 후행 에지(158)로부터 연장되고 후행 에지(158)에서 중간 소날개 구획선(186)에 접한다. 만곡각도(192)는 접선(188)과 접선(190) 간의 교차점에서 형성된다. 도시된 바와 같이, 소날개(134)의 곡률이 클수록, 만곡각도(192)도 크다. 따라서, 만곡각도(192)는 소날개(134)의 곡률의 효과적인 측정을 제공한다. 만곡각도(192)는 임펠러(12)로부터의 유동 속성을 기초로 하여 동적 수두로부터 압력 수두로의 효과적인 전환을 제공하도록 선택될 수 있다. 또한, 만곡각도(192)는 유체 유동과 날개(40)의 선행 에지 사이에서의 입사각을 감소시키기 위하여 인접한 날개(40) 가까이에서의 유체 유동을 재안내하도록 선택될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 이러한 구성은 날개(40)와 소날개(134 내지 154) 모두를 사용하는 디퓨저 구성의 효율을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 만곡각도(192)는 약 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 그 이상의 각도보다 클 수 있다.
- [0050] 만곡각도(192), 선행 에지의 곡률반경(182), 후행 에지(158)의 곡률반경(184) 및/또는 길이(164)는 소날개(134)의 축방향 길이(48)를 따라 다를 수 있다. 구체적으로, 각각의 상기 매개변수는 특히 해당하는 축방향 위치에서의 계산된 유동 속성을 기초로 하여 각각의 축방향 단면에 대해 선택될 수 있다. 이러한 방법으로, 3차원 소날개(134)(즉, 가변 단면 형상 및 프로파일을 갖는 소날개(134))는 2차원 날개(즉, 일정한 단면 구성을 갖는 날개)에 비해 향상된 효율을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0051] 도 14는 도 12의 라인 14-14를 따라 취해지는 예시적인 디퓨저 소날개(134)의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 소날개(134)의 형상은 본 단면에 해당하는 축방향 위치에서의 유동 속성과 일치하도록 변경되었다. 예를 들어, 본 단면의 자오선 길이(194)는 소날개끝(160)의 길이(164)와 다를 수 있다. 마찬가지로, 선행 에지(156)의 곡률반경(196), 후행 에지(158)의 곡률반경(198), 및/또는 만곡각도(200)는 도시된 단면과 도 13에 도시된 단면 사이에서 달라질 수 있다. 예를 들어, 선행 에지(156)의 곡률반경(196)은 특히 임펠러(12)로부터의 유체 유동과 선행 에지(156) 사이에서의 입사각을 감소시키도록 선택될 수 있다. 상기한 바와 같이, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 각도는 축방향(20)을 따라 다를 수 있다. 본 실시예는 각각의 축방향 위치(축방향(20)에 따른 위치)에서의 곡률반경(196)의 선택을 가능케 하기 때문에, 입사각이 소날개(134)의 축방향 길이(48)를 따라 실질적으로 감소되어 선행 에지(156)의 곡률반경(196)이 축방향 길이(48) 전체에 걸쳐 실질적으로 일정하게 유지되는 구성에 비해 소날개(134)의 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 임펠러(12)로부터의 유체 유동의 속도가 축방향(20)으로 다를 수 있기 때문에, 소날개(134)의 각각의 축방향 단면에 대한 곡률반경(196, 198), 길이(194), 만곡각도(200), 또는 다른 매개변수들이 전체 디퓨저(24)의 효율을 증가시키는 것을 가능케 할 수 있다. 예를 들어, 날개(40)와 소날개(134 내지 154) 모두를 사용하는 구성에서, 각각의 축방향 단면의 매개변수들은 특히 인접한 날개(40) 가까이에서의 유체 유동을 재안내하여 유체 유동과 날개의 선행 에지 사이에서의 입사각을 감소시키도록 구성될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 유동을 날개(40)의 각도와 매칭되도록 조정하는 것은 날개(40)의 효율을 증가시키고, 이것은 디퓨저 효율에서의 전체적인 증가를 발생시킬 수 있다.
- [0052] 도 15는 도 12의 라인 15-15를 따라 취해지는 예시적인 디퓨저 소날개(134)의 단면도이다. 도 14의 단면과 유사하게, 본 단면의 형상도 이에 해당하는 축방향 위치에서의 유동 속성에 대응되도록 구성된다. 구체적으로, 본

단면은 도 13 및 14에 도시된 단면의 길이(164, 194)와 다를 수 있는 자오선 길이(202)를 포함한다. 또한, 선행 예지(156)의 곡률반경(204), 후행 예지(158)의 곡률반경(206), 및 만곡각도(208)는 특히 본 축방향 위치에서의 유동 속성(예를 들어, 속도, 입사각 등)에 대하여 역시 구성될 수 있다. 상기한 바와 같이, 축방향에 따른 날개 형상에서의 변화는 임펠러(12)로부터의 유동장에 일치토록 실질적으로 구성되는 3차원 소날개(134)를 형성한다. 이에 따라, 본 구성은 2차원 소날개를 사용하면서 어떠한 날개도 사용하지 않는 실시예에 비해 향상된 디퓨저 효율을 제공할 수 있다. 어떤 실시예에서, 소날개(134 내지 154)는 유체 유동과 날개(40)의 선행 예지(52) 사이에서의 입사각을 감소시키기 위하여 임펠러(12)로부터의 유동을 재안내토록 구성되어 디퓨저 효율을 증가시킬 수 있다.

[0053] 도 16은 디퓨저의 다른 실시예의 축방향 도면으로, 이 도면에서는 소날개들이 비주기적인 구성으로 배열되고 축 방향을 따라 일정성을 유지하는 형상을 가진 것을 도시하고 있다. 소날개 형상이 축 방향을 따라 달라지지 않기 때문에, 본 도시된 소날개는 2차원으로 생각될 수 있다. 도시된 바와 같이, 본 실시예는 3차원 형태를 갖는 날개(40)를 사용한다. 그러나, 다른 실시예는 2차원 날개, 또는 2차원 및 3차원 날개(40)의 조합을 포함할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 상기에서 설명된 3차원 소날개와 마찬가지로, 본 실시예의 2차원 소날개도 임펠러(12)로부터의 유체 유동을 재안내토록 구성되어 유체 유동과 인접한 날개(40)의 선행 예지 사이에서의 입사각을 감소시킨다. 상기한 바와 같이, 각각의 날개(40)와 관련된 입사각을 감소시키는 것은 디퓨저(24)의 전체 효율을 증가시킨다.

[0054] 도 11에 대해 상기에서 설명된 비주기적인 구성과 마찬가지로, 본 디퓨저(24)는 원주방향(16)을 따라 비주기적인(예를 들어, 비꽃잎형) 패턴으로 배열되는 소날개들(210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230)을 포함한다. 상기한 바와 같이, 상기에서 설명된 원주방향으로 꽃잎형의 변형 요건을 충족시키지 못하는 어떠한 세트의 소날개들은 비주기적인 것으로 간주된다. 도 16에 도시된 비주기적인(예를 들어, 비꽃잎형) 패턴의 속성을 나타내기 위하여, 기준점들(L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V)은 보호덮개측 장착면(34) 주위에 동일한 간격으로 형성된 원주방향 위치들에 위치된다. 도시된 바와 같이, 디퓨저(24)는 11개의 소날개(210 내지 230)을 포함한다. 이와 같이, 기준점들(L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V)은 32.73도(예를 들어, 360.0도를 11로 나눈 각도)의 아크각( $\phi$ )으로 동일한 간격을 두고 위치된다.

[0055] 도시된 소날개(210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230)는 각각 기준점들(L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V) 중 하나와 일반적으로 관련된다(예를 들어, 기준점(L)과 소날개(210), 기준점(M)과 소날개(212), 기준점(N)과 소날개(214), 기준점(O)과 소날개(216), 기준점(P)과 소날개(218), 기준점(Q)과 소날개(220), 기준점(R)과 소날개(222), 기준점(S)과 소날개(224), 기준점(T)과 소날개(226), 기준점(U)과 소날개(228) 및 기준점(V)과 소날개(230)). 기준점들(L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V)은 소날개(210 내지 230)의 형태, 방향, 및/또는 위치가 보호덮개측 장착면(34)의 원주방향(16)을 따라 소날개로부터 다른 소날개로 어떻게 변화할 수 있는지를 나타내기 위하여 사용된다.

[0056] 더 구체적으로는, 상기한 바와 같이, 소날개의 주기적인(예를 들어, 꽃잎형) 배열로 간주되기 위해서는, 소날개(예를 들어, 기준 소날개(210)) 기준 평면의 2차원 영역 안에 놓인 모든 지점에 대하여, 32.73도, 65.46도, 98.19도, 130.92도, 163.65도, 196.38도, 229.11도, 261.84도, 294.57도 및 327.30도(예를 들어, 360.0도를 11로 나눈 각도, 또는 32.73도의 정수배)에 따라 지점을 회전시키면 나머지 소날개들(212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230)의 기준 평면의 2차원 영역 안에 놓이는 지점을 산출하게 된다. 그러나, 도시된 바와 같이, 32.73도, 65.46도, 98.19도, 130.92도, 163.65도, 196.38도, 229.11도, 261.84도, 294.57도 및 327.30도의 아크각으로 회전되는 기준점(A)에 해당하는 기준점들(M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V)이 나머지 소날개들(212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230)에 대한 기준 평면의 2차원 영역 안에 전혀 놓이지 않는다. 예를 들어, 기준점(V)은 이에 해당하는 소날개(230) 안에 전혀 놓이지 않는다. 이와 같이, 소날개들(210 내지 230)은 디퓨저(24) 내부에서 비주기적인 구성으로 배열된다.

[0057] 도 17은 도 16의 라인 17-17을 따라서 취해지는 디퓨저의 자오면으로, 디퓨저 소날개 형상을 도시하고 있다. 도 11의 디퓨저에 대조적으로, 본 디퓨저(24)의 소날개(210 내지 230)는 축방향(20)을 따라 일정성을 유지하여 2차원 형태를 형성하는 단면 형상을 포함한다. 각각의 소날개(210 내지 230)는 보호덮개측 장착면(34)으로부터 허브측 장착면(36)을 향해 축방향(20)을 따라 연장형성된다. 상기한 바와 같이, 소날개(210 내지 230)의 축방향 크기 또는 길이(48)는 디퓨저 유로부(32)의 축방향 크기(46)보다 작다. 또한, 예시적인 소날개(210)는 보호덮개측 장착면(34)으로부터 연장되는 것으로 도시되어 있지만, 다른 실시예는 허브측 장착면(36)으로부터 연장형성되는 소날개를 포함할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 다른 실시예에서, 디퓨저는 보호덮개측 장착면(34)과 허브측 장착면(36) 모두로부터 연장형성되는 소날개를 포함할 수 있다. 아래의 설명은 도 16에 도시된 디퓨저

(24)의 예시적인 소날개(210)의 형태를 설명하고 있지만, 나머지 소날개들(212 내지 230)도 유사한 형태를 가질 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 한편, 어떤 구성에서, 소날개(210 내지 230)의 형태는 각 소날개의 원주방향 위치에 따라 달라질 수 있다.

[0058] 도시된 바와 같이, 축방향 길이(48)는 허브측 상의 소날개끝(236)과 보호덮개측 상의 소날개뿌리(238)에 의해 정의된다. 아래에서 상세하게 설명되는 바와 같이, 소날개(210)의 자오선 길이는 소날개가 2차원이기 때문에 축방향 길이(48)를 따라 달라지지 않는다. 자오선 길이는 소날개(210)에 따른 특정 축방향 위치에서의 선행 예지(232)와 후행 예지(234) 사이의 거리이다. 본 실시예에서, 소날개(210)의 길이는 일정하게 유지된다. 예를 들어, 소날개끝(236)의 자오선 길이(240)는 소날개뿌리(238)의 자오선 길이(242)와 실질적으로 동일한다.

[0059] 또한, 선행 예지(232) 및/또는 후행 예지(234)의 원주방향 위치(즉, 원주방향(16)에 따른 위치)는 소날개(210)의 축방향 길이(48)를 따라 달라지지 않는다. 도시된 바와 같이, 기준선(244)은 소날개뿌리(238)로부터 소날개(210)의 허브측 축방향 크기로 연장된다. 축방향 길이(48)에 따른 선행 예지(232)의 원주방향 위치는 일정한 거리(246) 만큼 기준선(244)으로부터 오프셋된다. 마찬가지로, 후행 예지(234)의 원주방향 위치는 소날개(210)의 축방향 길이(48)를 따라 변화하지 않는다. 도시된 바와 같이, 기준선(248)은 소날개끝(236)으로부터 보호덮개측 장착면(34)을 향해 축방향(20)을 따라 연장된다. 축방향 길이(48)에 따른 후행 예지(234)의 원주방향 위치는 일정한 거리(250) 만큼 기준선(248)으로부터 오프셋된다. 선행 예지(232) 및 후행 예지(234)의 길이와 원주방향 위치는 실질적으로 일정하게 유지되기 때문에, 소날개 생산과 관련된 디자인 및 제작 비용은 상기에서 설명된 3차원 구성보다 상당히 적을 수 있다. 또한, 이러한 2차원 소날개(210 내지 230)는 인접한 날개(40) 가까이에서 유체 유동을 재안내하여 날개(40)와 유체 유동 사이의 입사각을 감소시킴에 따라 향상된 디퓨저 효율을 제공할 수 있다.

[0060] 도 18은 도 17의 라인 18-18을 따라 취해지는 예시적인 디퓨저 소날개(210)의 평면도이다. 상기한 바와 같이, 소날개(210)의 형상은 축방향(20)을 따라 일정하게 유지되어 2차원 소날개 형태를 형성한다. 예를 들어, 상기한 바와 같이, 자오선 길이는 소날개(210)의 각각의 축방향 위치(즉, 축방향(20)에 따른 위치)에 대하여 동일할 수 있다. 도시된 바와 같이, 선행 예지(232) 및/또는 후행 예지(234)는 각 예지의 끝에서 곡선 형성을 포함한다. 구체적으로, 선행 예지(232)의 끝은 선행 예지(232) 주위에서 유체 유동을 안내토록 구성된 곡률반경(256)을 갖는 곡선 형상을 포함할 수 있다. 마찬가지로, 후행 예지(234) 끝의 곡률반경(258)은 후행 예지(234)에서의 계산된 유동 속성을 기초로 하여 선택될 수 있다. 어떤 구성에서, 선행 예지(232)의 곡률반경(256)은 후행 예지(234)의 곡률반경(258)보다 클 수 있다. 다른 구성에서는, 선행 예지(232)의 곡률반경(256)은 후행 예지(234)의 곡률반경(258)보다 작을 수 있다.

[0061] 디퓨저(24)를 통과하는 유체 유동에 영향을 미칠 수 있는 다른 날개 속성은 소날개(210)의 곡률이다. 도시된 바와 같이, 중간 소날개 구획선(260)은 선행 예지(232)로부터 후행 예지(234)까지 연장되어 소날개 형상의 중심(즉, 가압면(252)와 흡인면(254) 사이의 중심선)을 형성한다. 중간 소날개 구획선(260)은 소날개(210)의 곡선 형상을 나타낸다. 구체적으로, 선행 예지의 접선(262)은 선행 예지(232)로부터 연장되고 선행 예지(232)에서 중간 소날개 구획선(260)에 접한다. 마찬가지로, 후행 예지의 접선(264)은 후행 예지(234)로부터 연장되고 후행 예지(234)에서 중간 소날개 구획선(260)에 접한다. 만곡각도(266)는 접선(262)과 접선(264) 간의 교차점에서 형성된다. 도시된 바와 같이, 소날개(210)의 곡률이 클수록, 만곡각도(266)도 크다. 따라서, 만곡각도(266)는 소날개(210) 곡률의 효과적인 측정을 제공한다. 만곡각도(266)는 임펄러(12)로부터의 유동 속성을 기초로 하여 동적 수두로부터 압력 수두로의 효과적인 전환을 제공토록 선택될 수 있다. 또한, 만곡각도(266)는 유체 유동과 날개(40)의 선행 예지 사이에서의 입사각을 감소시키기 위하여 인접한 날개(40) 가까이에서의 유체 유동을 재안내토록 선택될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 이러한 구성은 디퓨저(24)의 효율을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 만곡각도(266)는 약 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 그 이상의 각도보다 클 수 있다.

[0062] 만곡각도(266), 선행 예지(232)의 곡률반경(256), 후행 예지(234)의 곡률반경(258) 및 길이(240)는 소날개(210)의 축방향 길이(48)를 따라 일정하게 유지된다. 이러한 방법으로, 2차원 소날개(210)(즉, 일정한 단면 형상 및 프로파일을 갖는 소날개(210))는 소날개를 구비하지 않은 디퓨저 구성에 비해 향상된 효율을 제공토록 구성될 수 있다. 상기한 바와 같이, 2차원 소날개 구성은 디퓨저 디자인 및 제작 비용을 감소시킬 수 있는 반면, 향상된 디퓨저 효율을 제공한다.

[0063] 도 19는 도 17의 라인 19-19를 따라 취해지는 예시적인 디퓨저 소날개(210)의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 소날개(210)의 형상은 도 18에 도시된 형상과 실질적으로 동일하다. 예를 들어, 본 단면의 자오선 길이(268)는 소날개끝(236)의 길이(240)와 동일하다. 마찬가지로, 선행 예지(232)의 곡률반경(270), 후행 예지(234)의 곡률



반경(272), 및 만곡각도(274)는 도시된 단면과 도 18에 도시된 단면 사이에서 변화하지 않는다. 소날개(210)의 형상이 축방향을 따라 실질적으로 일정하게 유지되기 때문에, 소날개(210)은 2차원 형태를 갖는다. 그 결과, 소날개(210 내지 230)는 3차원 소날개 구성보다 디자인하고 제작하는 데에 비용이 적게 들 수 있다.

[0064] 이해되는 바와 같이, 상기에서 설명된 소날개는 다양한 디퓨저 구성 안에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 3을 참조하여 설명된 디퓨저(24)는 주기적인 3차원 날개와 주기적인 3차원 소날개를 포함한다. 또한, 도 11을 참조하여 설명된 디퓨저(24)는 비주기적인 3차원 소날개를 포함하면서 날개를 포함하지 않는다. 또한, 도 16을 참조하여 설명된 디퓨저(24)는 주기적인 3차원 날개와 비주기적인 2차원 소날개를 포함한다. 이해되는 바와 같이, 날개들과 소날개들의 다른 조합들이 다른 실시예들 안에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예는 비주기적인 2차원 소날개를 포함하면서 날개를 포함하지 않을 수 있다. 다른 실시예는 비주기적인 2차원 소날개와 2차원 날개(주기적이거나 비주기적임)를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예는 2차원 날개(주기적이거나 비주기적임)와 3차원 소날개(주기적이거나 비주기적임)를 포함할 수 있다. 날개들과 소날개들의 다른 가능한 조합들이 다른 실시예들에서 사용될 수 있다.

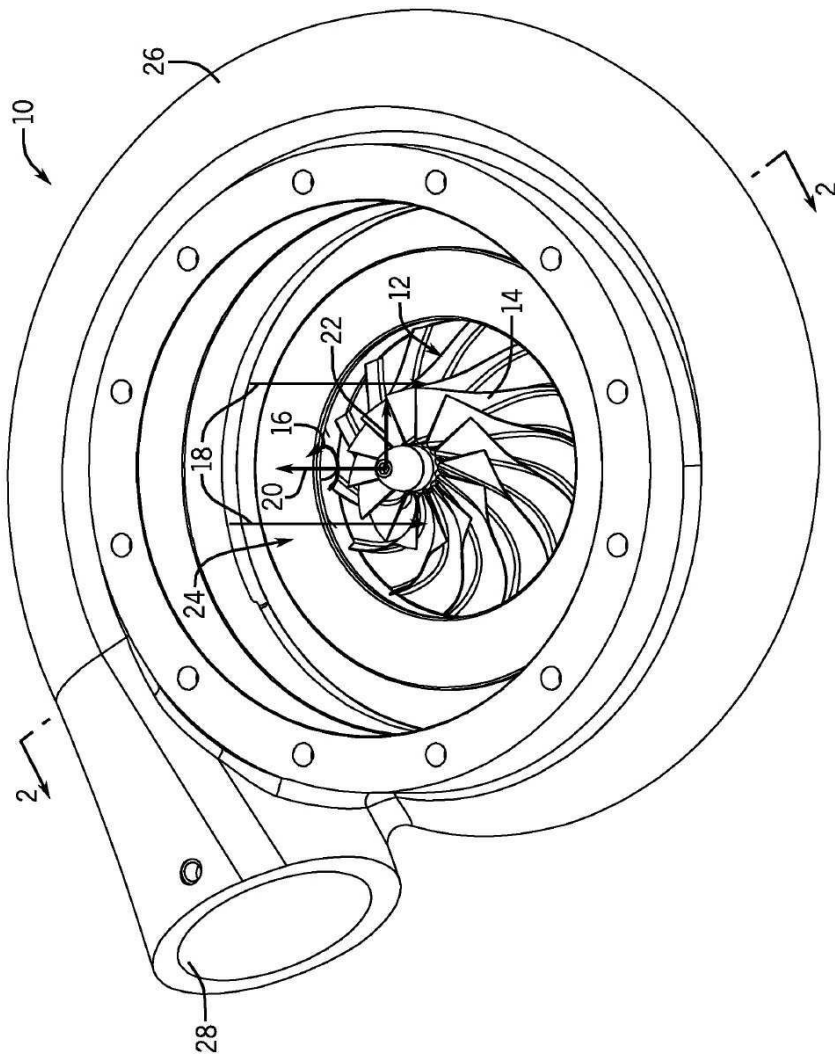
[0065] 본 발명은 다양한 변형과 대안 형태가 용이할 수 있지만, 구체적인 실시예들이 도면에서 예로서 도시되어 있고 여기에서 상세하게 설명되어 있다. 그러나, 본 발명은 개시된 특정 형태로 제한되는 것을 의미하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 오히려, 본 발명은 다음의 첨부된 청구항들에 의해 정의되는 본 발명의 기술 사상과 범위 내에 속하는 모든 수정례, 동등례, 및 대안례를 포함하는 것이다.

**부호의 설명**

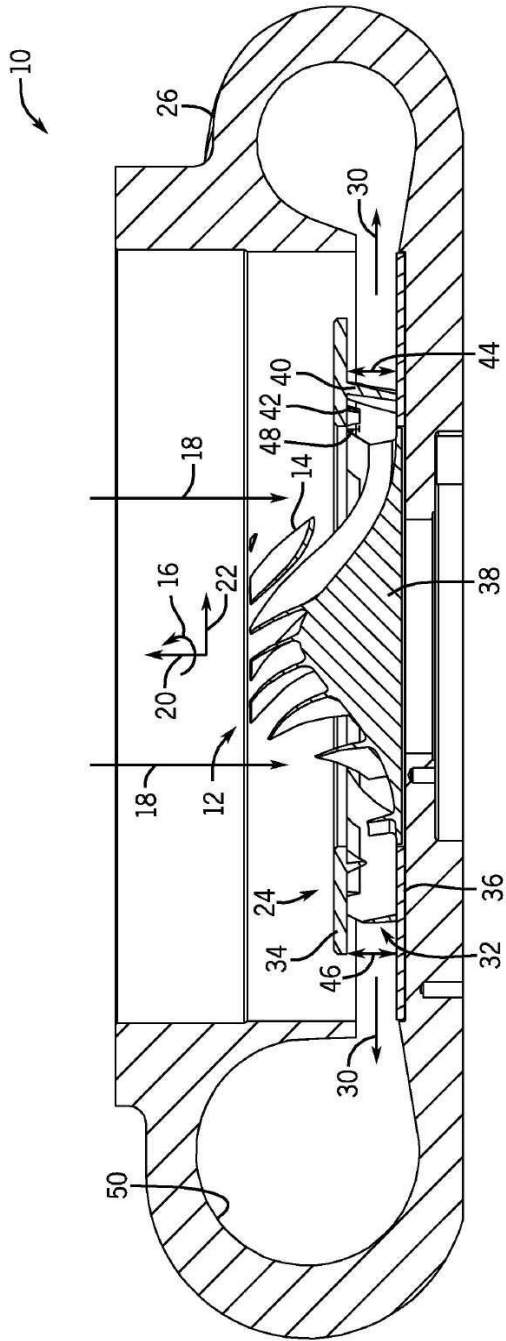
[0066]	10 ... 원심 압축기	12 ... 임펠러
	18 ... 압축성 유체	24 ... 디퓨저
	26 ... 스크롤부	32 ... 유로부
	40 ... 날개	42 ... 소날개
	52 ... 선행 예지	54 ... 후행 예지

도면

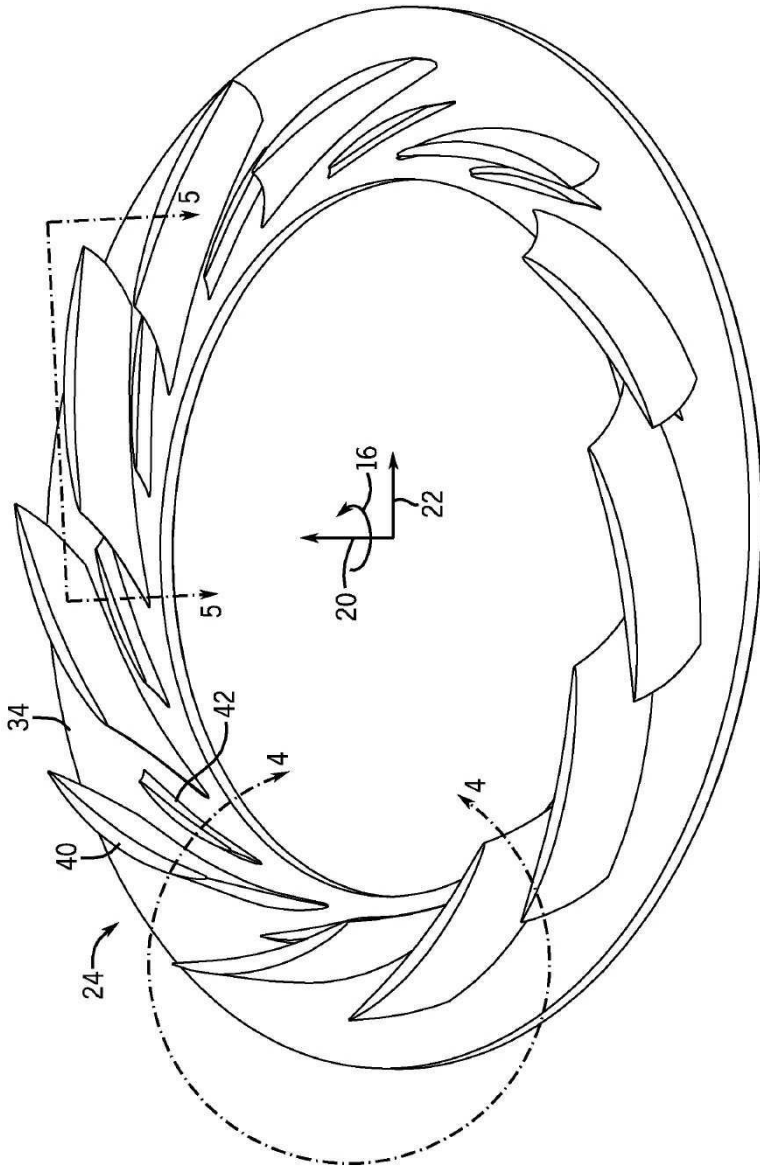
도면1



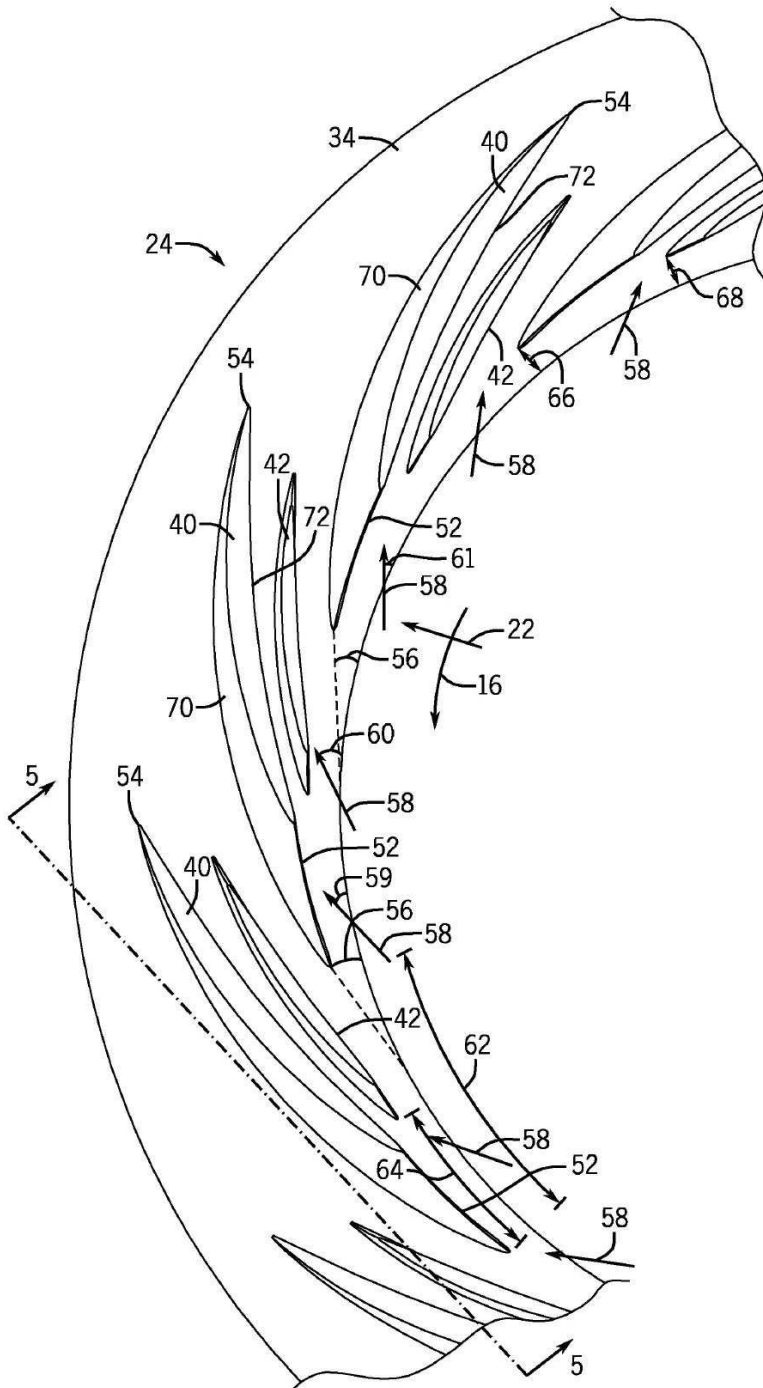
도면2



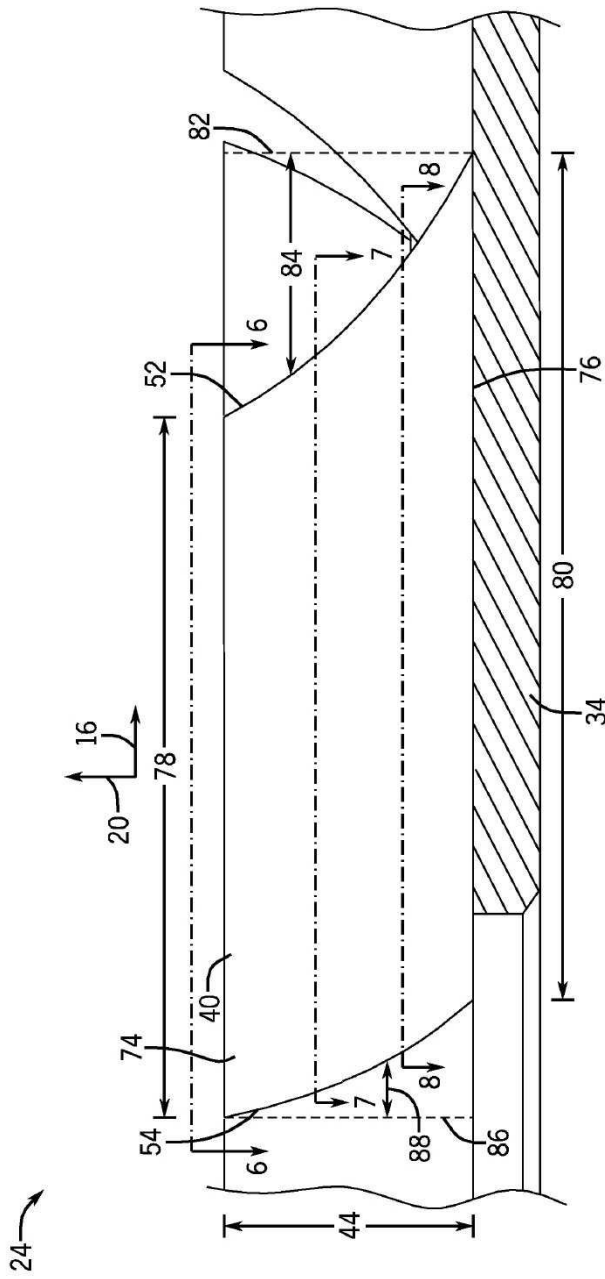
도면3



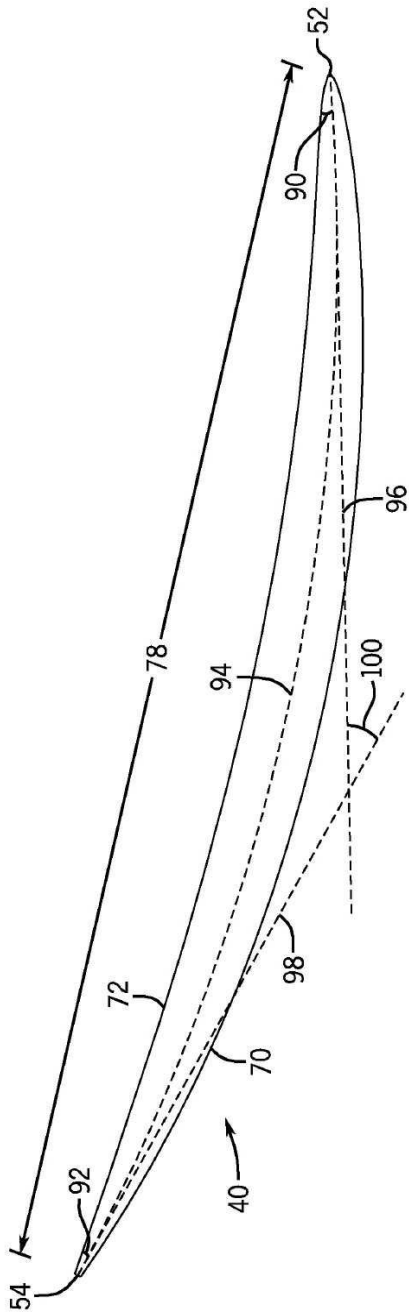
도면4



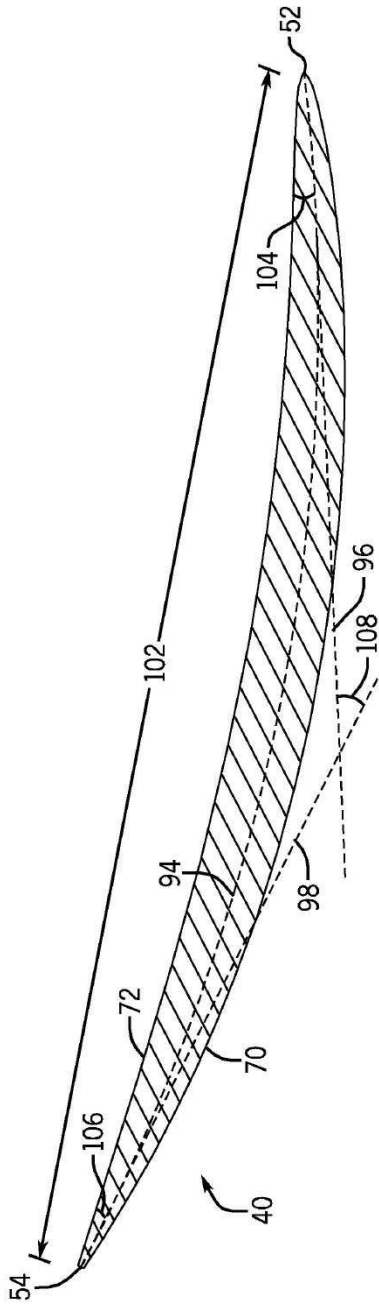
도면5



도면6

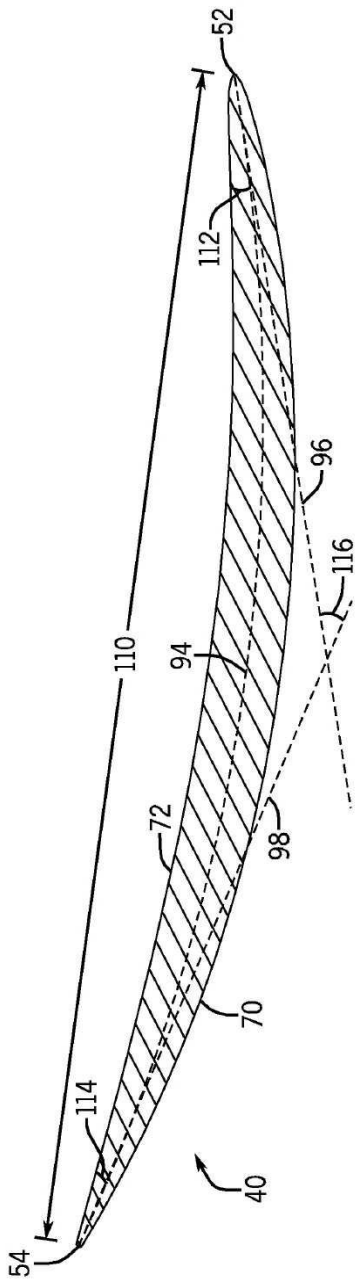


도면7

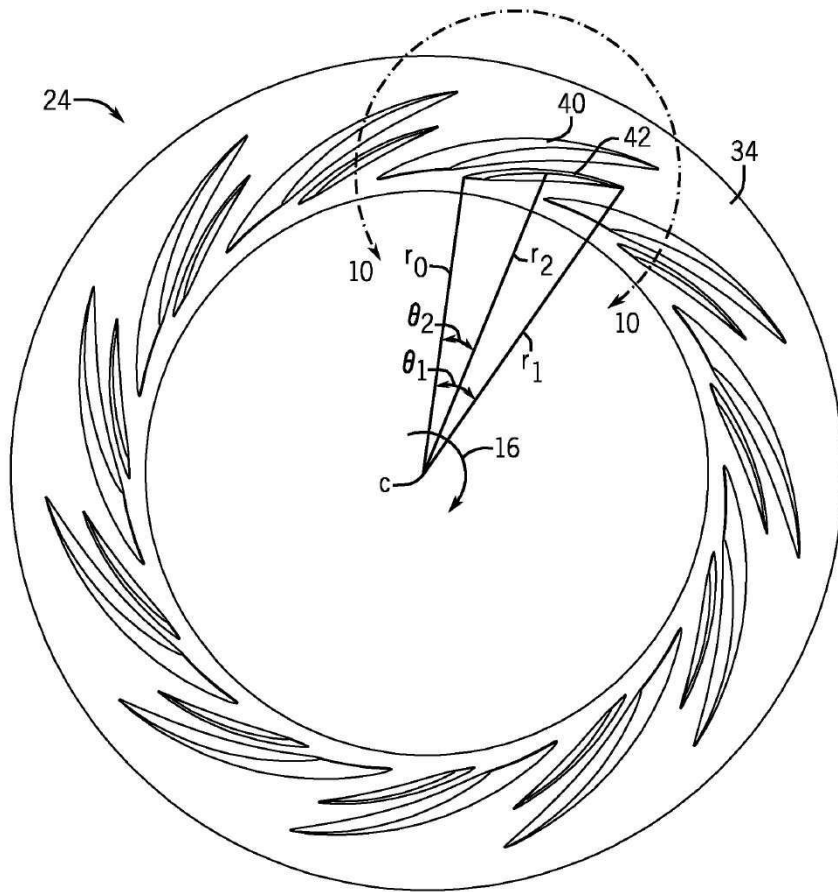




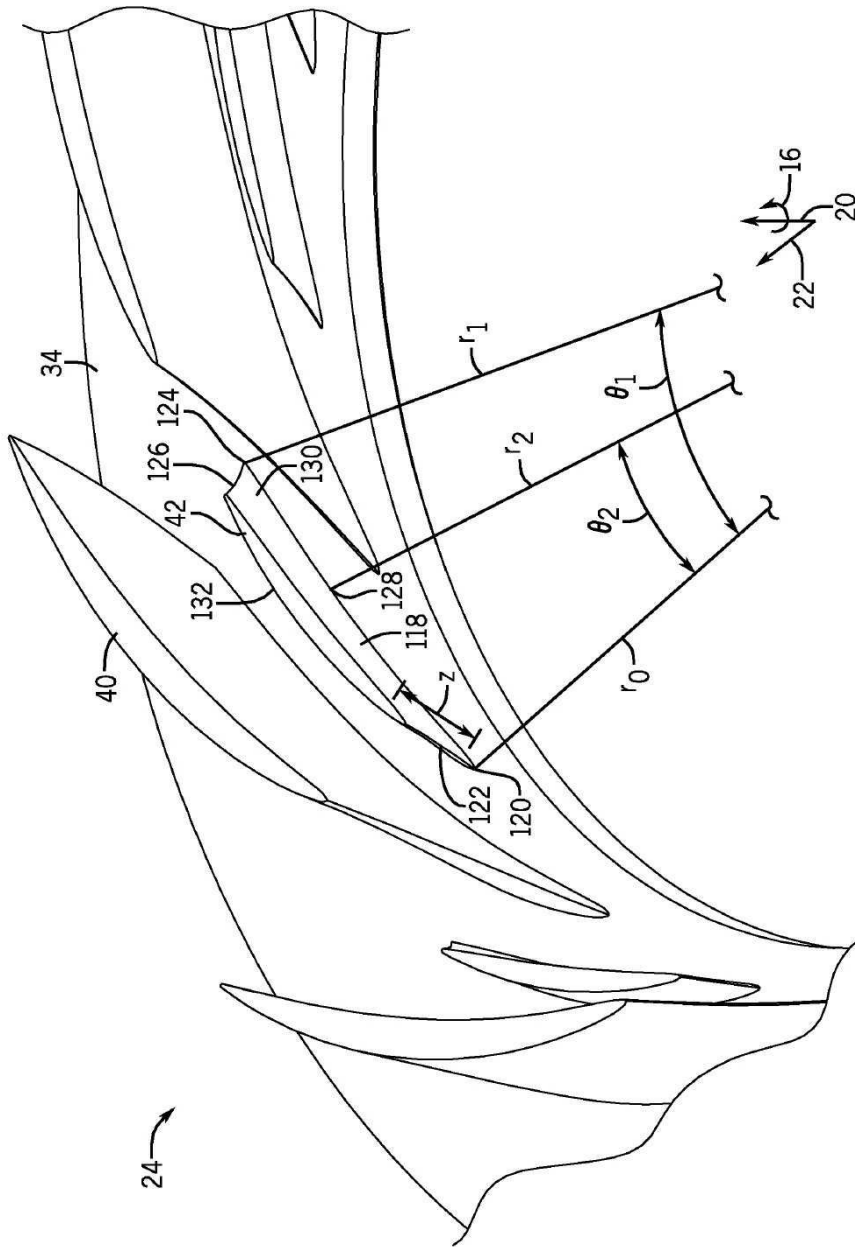
도면8



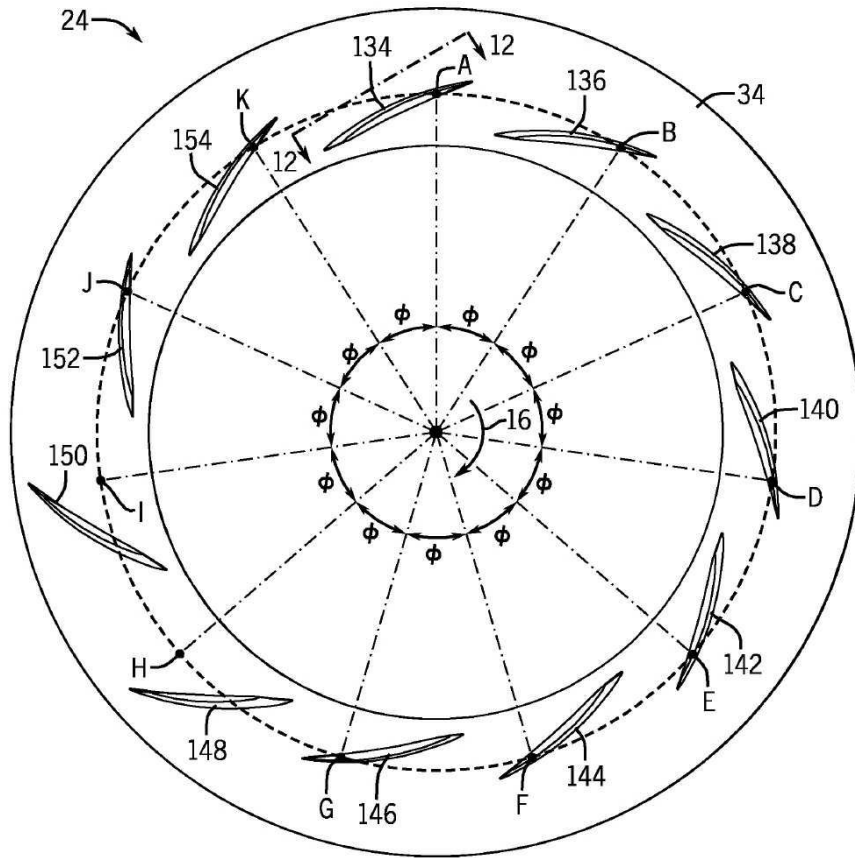
도면9



도면10

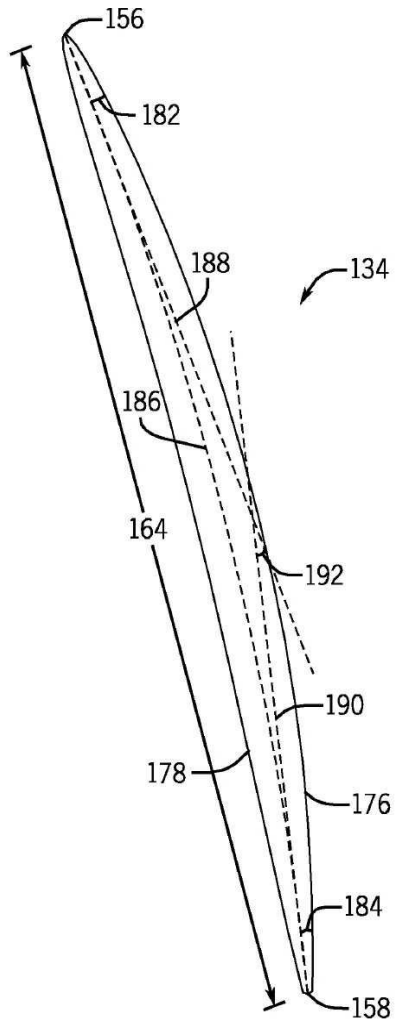


도면11

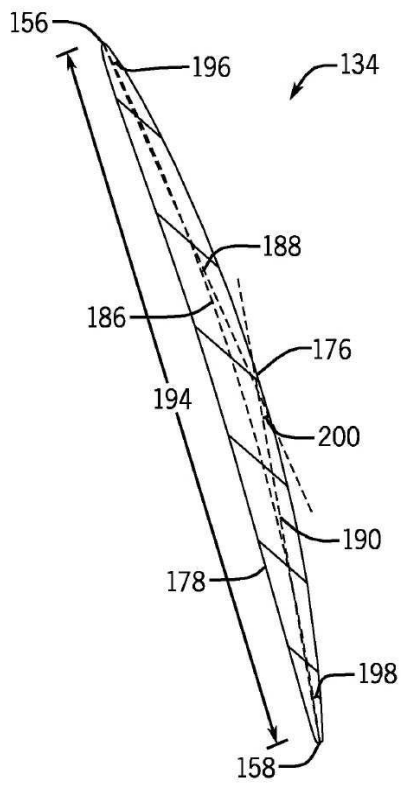




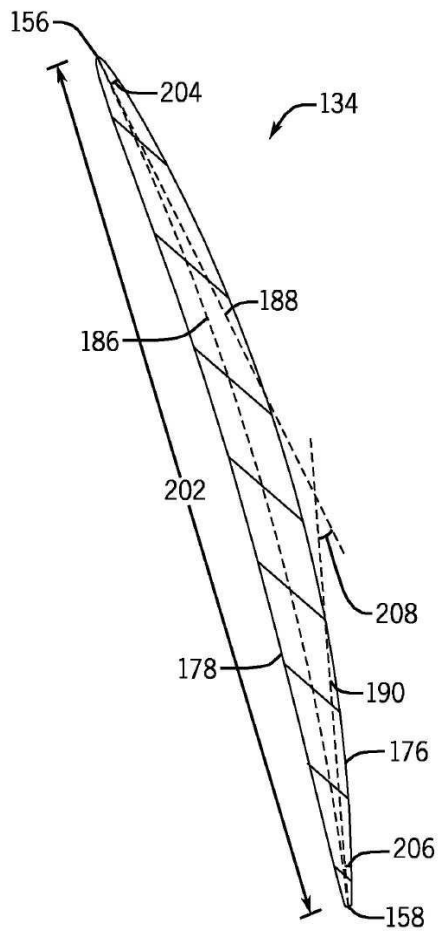
도면13



도면14

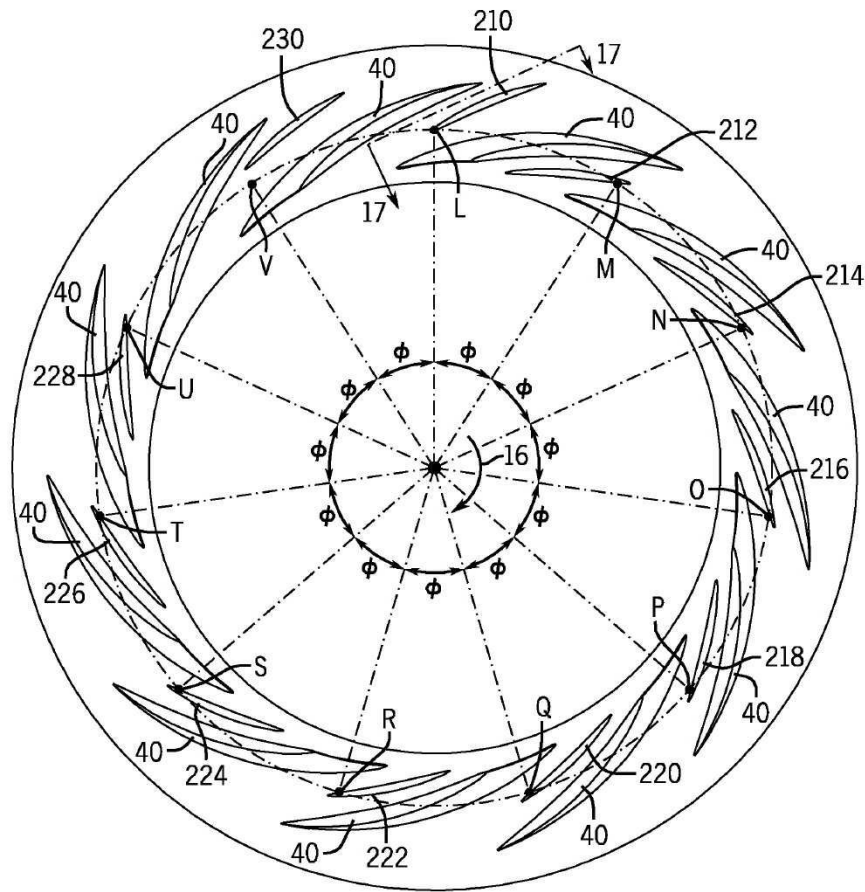


도면15

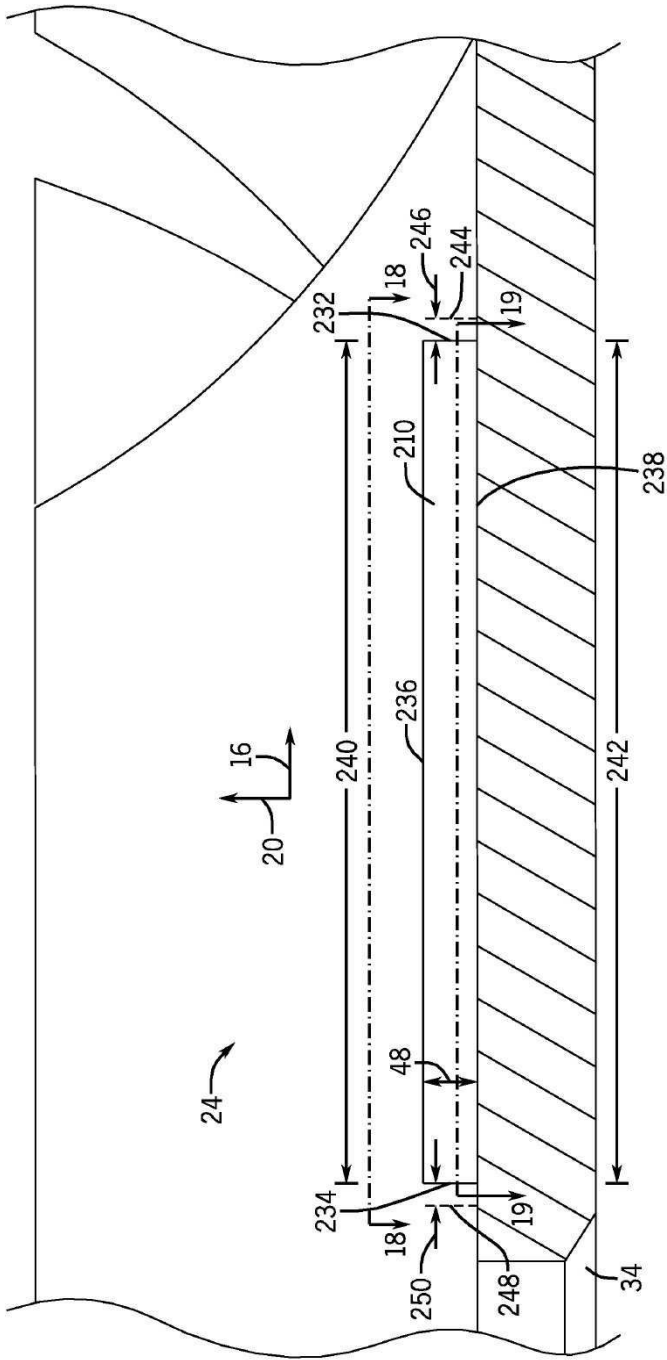




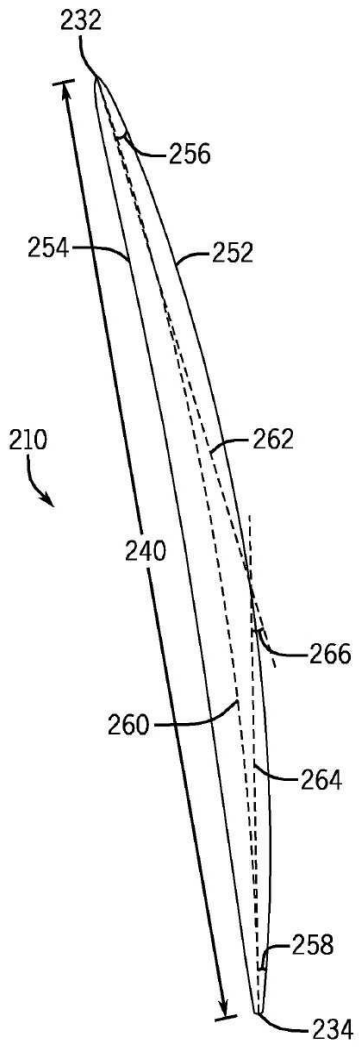
도면16



도면17



도면18



도면19

