



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0077101
(43) 공개일자 2016년07월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04D 29/28 (2006.01) F04D 29/30 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F04D 29/284 (2013.01)
F04D 29/30 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7012951
- (22) 출원일자(국제) 2014년10월27일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년05월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/072997
- (87) 국제공개번호 WO 2015/063027
국제공개일자 2015년05월07일
- (30) 우선권주장
FI2013A000261 2013년10월28일 이탈리아(IT)

- (71) 출원인
누보 피그노네 에스알엘
이탈리아 50127 플로렌스 비아 펠리스 마테우치 2
- (72) 발명자
루비노 단테 톰마소
이탈리아 아이-50127 플로렌스 비아 펠리스 마테우치 2
코이알라무디 사티시 브이 브이 엔 케이
인도 560066 카르나타카 벵갈로레 후디 빌리지 화이트필드 로드 존 에프 웰치 테크놀로지 센터
귀도티 에마누엘
이탈리아 아이-50127 플로렌스 비아 펠리스 마테우치 2
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

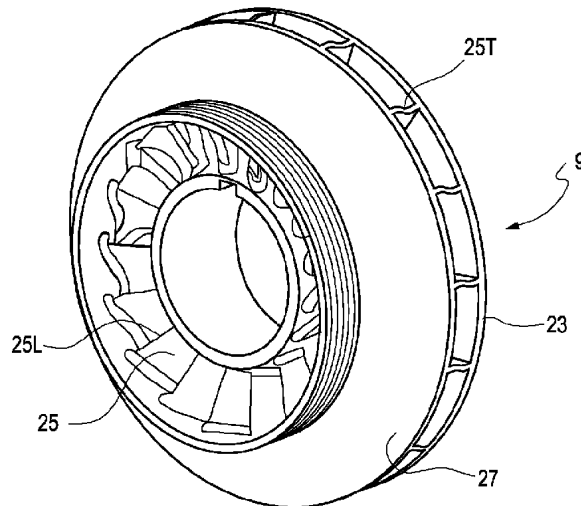
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 S-자 형상 뒷전을 구비하는 블레이드들을 갖는 원심 압축기 임펠러

(57) 요약

원심 압축기 임펠러(9)는, 유입구, 배출구 및 유입구로부터 배출구까지 연장되는 디스크(23)를 포함한다. 복수의 블레이드(25)가 디스크(23)로부터 연장되며, 각각의 블레이드는 유입구에의 앞전(25L), 배출구에의 뒷전(25T), 앞전과 뒷전 사이에서 디스크를 따라 연장되는 블레이드 베이스(25B), 및 앞전과 뒷전 사이에서 연장되는 디스크 반대편의 블레이드 팁(25A)을 구비한다. 뒷전은, 중간 굴곡을 갖는 S-자 형상이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
F05D 2240/304 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

원심 압축기 임펠러로서,

유입구;

배출구;

상기 유입구로부터 상기 배출구까지 연장되는 디스크;

상기 디스크로부터 연장되는 복수의 블레이드로서, 각각의 블레이드는, 상기 유입구에의 앞전; 상기 배출구에의 뒷전; 상기 앞전과 상기 뒷전 사이에서 상기 디스크를 따라 연장되는 블레이드 베이스; 상기 앞전과 상기 뒷전 사이에서 연장되는 상기 디스크 반대편의 블레이드 팁; 압력 측부; 및 흡입 측부를 포함하는 것인, 복수의 블레이드

를 포함하며,

상기 뒷전은, 오목 부분, 볼록 부분 및 이들 사이의 굴곡 지점을 구비하는, S-자 형상인 것인, 원심 압축기 임펠러.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 뒷전의 상기 오목 부분 및 상기 볼록 부분은, 상기 블레이드 베이스 근처의 상기 뒷전의 제1 부분이 상기 블레이드의 압력 측부를 바라보는 볼록함을 갖도록 그리고 상기 블레이드 베이스로부터 멀리 떨어진 상기 뒷전의 제2 부분이 상기 블레이드의 흡입 측부를 바라보는 볼록함을 갖도록, 배열되는 것인, 원심 압축기 임펠러.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 뒷전은, 상기 블레이드 베이스와 상기 블레이드 팁 사이에서, 자체의 전체 길이를 따라 전체적으로 만곡되며, 그리고 어떠한 직선형 섹션도 전혀 없는 것인, 원심 압축기 임펠러.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 상기 블레이드는, 상기 압력 측부와 상기 흡입 측부 양자 모두에서 이중의 곡률에 따라 전체적으로 만곡되며, 그리고 선직면들에서 벗어난 것인, 원심 압축기 임펠러.

청구항 5

원심 압축기로서,

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 임펠러, 및

상기 임펠러의 배출구 둘레에 배열되는 확산기

를 포함하는 것인, 원심 압축기.

청구항 6

압축기 임펠러를 설계하는 방법으로서,

임펠러 디스크를 따라 블레이드 베이스 윤곽을 그리고 자오면 내에 블레이드 팁 윤곽을 한정하는 단계;

상기 블레이드 베이스 윤곽과 상기 블레이드 팁 윤곽 사이에서 연장되는 선직면으로서 압력 측 표면 및 흡입 측 표면을 한정하는 단계로서, 상기 압력 측 표면 및 상기 흡입 측 표면은 상기 블레이드의 직선형 뒷전과 직선형 앞전 사이에서 연장되는 것인, 압력 측 표면 및 흡입 측 표면을 한정 단계;

범선 방향을 따라 상기 뒷전의 지점들을 변위시킴에 의해 상기 선직면들을 비-선직면들로 변환하는 단계로서, 그에 따라 상기 뒷전에, 오목 부분, 볼록 부분 및 이들 사이의 굴곡 지점을 구비하는 S-자 형상을 부과하도록 하는 것인, 변환하는 단계;

를 포함하는 것인, 압축기 임펠러를 설계하는 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 뒷전의 상기 오목 부분 및 상기 볼록 부분은, 블레이드 베이스 근처의 상기 뒷전의 제1 부분이 상기 블레이드의 압력 측부를 바라보는 볼록함을 갖도록 그리고 상기 블레이드 베이스로부터 멀리 떨어진 상기 뒷전의 제 2 부분이 상기 블레이드의 흡입 측부를 향한 볼록함을 갖도록, 배열되는 것인, 압축기 임펠러를 설계하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서에 개시되는 대상은, 압축기에 대한 개선, 그리고 더욱 구체적으로 원심 압축기에 대한 개선에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 원심 압축기들은, 전기 모터, 가스 터빈, 증기 터빈 또는 이와 유사한 것과 같은, 원동기에 의해 제공되는 기계적 에너지를, 압축기를 통해 유동하는 가스의 압력을 상승시키기 위한 압력 에너지로 변환한다. 압축기는 본질적으로, 로터를 회전 가능하게 수용하는 케이싱 및 다이어프램 묶음(diaphragm bundle)을 포함한다. 로터는, 원동기에 의해 회전 구동되는 하나 이상의 임펠러로 구성될 수 있다. 임펠러들은, 넓은 축 방향 유입구 섹션 및 넓은 반경 방향 배출구 섹션을 구비하는 블레이드들을 갖도록 제공된다. 유동 채널들이, 블레이드에 의해 그리고 임펠러의 디스크 또는 배면 플레이트에 의해 경계 한정된다. 일부 압축기들에서, 임펠러는 배면 플레이트 또는 디스크 반대편에, 슈라우드(shroud)를 갖도록 제공되며, 블레이드들은, 배면 플레이트 슈라우드 사이 또는 디스크와 슈라우드 사이에서 연장된다. 기체가, 축 방향으로 각각의 임펠러의 유동 채널들로 진입하고, 임펠러의 블레이드들에 의해 가속되며, 그리고 임펠러를 반경 방향으로, 또는 자오면(자오면)에서의 혼합된 반경 방향-축 방향 형태로 빠져나간다. 가속된 기체는, 각 임펠러에 의해, 기체의 운동 에너지가 적어도 부분적으로 압력 에너지로 변환되어 기체 압력을 증가시키도록 하는, 원주 방향으로 배열되는 확산기를 통과하도록 운반된다.

[0003] 원동기에 의해 제공되며 그리고 압축기에 의해 흡수되는 에너지의 양은, 전체로서 압축기에 영향을 미치는 다양한 종류의 소산 현상으로 인해, 전체적으로 유용한 압력 에너지로, 즉 유체 내의 압력 증대로, 변환될 수 없다. 일부 손실들이, 임펠러의 배출구에서, 블레이드들의 뒷전들 근처에 축적되는, 전체 블레이드 통로 전체에 걸쳐 생성되는 이차적인 소용돌이 운동(vorticity)에 의해 야기된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 제1 양태에 따르면, 본 개시는, 유입구, 배출구, 및 유입구로부터 배출구까지 연장되는 디스크를 포함하는, 원심 압축기 임펠러에 관한 것이다. 복수의 블레이드가 디스크로부터 연장되며, 각각의 블레이드는, 앞전, 뒷전, 블레이드 베이스 및 블레이드 팁을 구비한다. 블레이드 베이스 및 블레이드 팁은, 개별적인 블레이드의 앞전과 뒷전 사이에서 연장된다. 각각의 블레이드는 추가로 압력 측부 및 흡입 측부를 구비한다. 각각의 뒷전은 S-자 형상이며, 따라서 압력 측부 및 흡입 측부 양자 모두에서, 뒷전이, 오목 뒷전 부분 및 볼록 뒷전 부분을, 2개의 뒷전 부분 사이의 굴곡 지점과 함께 갖도록 한다.

- [0005] 따라서, 각 블레이드의 흡입 측부 및 압력 측부는, 비-선직면들(non-ruled surfaces)에 의해 한정되며, 말하자면 각 블레이드의 양 측부는 모두 3-차원 만곡 형상을 갖는다. 개선된 압축기 효율이 달성된다.
- [0006] 일부 실시예에 따르면, 각 블레이드의 뒷전의 오목 부분 및 볼록 부분은, 블레이드 베이스 근처의 뒷전의 제1 부분이 블레이드의 압력 측부를 바라보는 볼록함을 가지며 그리고 블레이드 베이스로부터 멀리 떨어진 뒷전의 제2 부분이 블레이드의 흡입 측부를 바라보는 볼록함을 갖도록, 배열된다.
- [0007] 다른 양태에 따르면, 본 개시는, 이상에 설명된 적어도 하나의 임펠러, 및 상기 임펠러의 배출구 둘레에 배열되는 확산기를 포함하는 원심 압축기에 관한 것이다. 바람직한 실시예에서, 압축기는, 적어도 하나의 그리고 바람직하게 일부 또는 전체 임펠러가, 이상에 설명된 바와 같이, S-자 형상 뒷전을 갖는, 복수-스테이지 압축기이다.
- [0008] 또 다른 양태에 따르면, 본 개시는,
- [0009] 임펠러 디스크를 따라 블레이드 베이스 윤곽을 그리고 자오면 내에 블레이드 팁 윤곽을 한정하는 단계;
- [0010] 상기 블레이드 베이스 윤곽과 상기 블레이드 팁 윤곽 사이에서 연장되는 선직면(ruled surface)으로서 압력 측 표면 및 흡입 측 표면을 한정하는 단계로서, 상기 압력 측 표면 및 상기 흡입 측 표면은 상기 블레이드의 직선형 뒷전과 직선형 앞전 사이에서 연장되는 것인, 압력 측 표면 및 흡입 측 표면을 한정 단계;
- [0011] 법선 방향을 따라 뒷전의 지점들을 변위시킴에 의해 선직면들을 비-선직면들로 변환하는 단계로서, 그에 따라 상기 뒷전에, 오목 부분, 볼록 부분 및 이들 사이의 굴곡 지점을 구비하는, S-자 형상을 부과하도록 하는 것인, 변환하는 단계;
- [0012] 를 포함하는 것인, 압축기 임펠러를 설계하는 방법에 관한 것이다.
- [0013] 특징들 및 실시예들이 이하에 설명되며 그리고, 본 명세서의 일체형 부분을 형성하는 첨부되는 특허청구범위에 추가로 기술된다. 이상의 간략한 설명은, 뒤따르는 상세한 설명이 더욱 잘 이해될 수 있도록 하기 위해 그리고 당해 기술 분야에 대한 제시된 기여가 더욱 더욱 잘 인식될 수 있도록 하기 위해, 본 발명의 다양한 실시예의 특징들을 기술한다. 물론, 이하에 설명될 그리고 첨부되는 특허청구범위에 기술될 본 발명의 다른 특징들이 존재한다. 이러한 관점에서, 본 발명의 여러 실시예들을 상세하게 설명하기 이전에, 본 발명의 다양한 실시예들이 그들의 적용에서 구조에 대한 세부사항들에 대해 그리고 뒤따르는 설명에 기술되는 또는 도면들에 예시되는 구성요소들의 배열에 대해 제한되지 않는다는 것이 이해된다. 본 발명은, 다른 실시예들에 대해 가능하며 그리고 다양한 방식으로 실행되고 수행될 수 있다. 또한, 본 명세서에 채택되는 어법 및 전문용어는 설명의 목적을 위한 것이며 그리고 제한으로서 간주되어서는 안 된다는 것을 이해해야 한다.
- [0014] 그에 따라, 당업자는, 본 개시가 기반을 두는 개념이, 본 발명의 여러 목적을 수행하기 위한 다른 구조물들, 방법들, 및/또는 시스템들을 설계하기 위한 기초로서, 쉽게 활용될 수 있을 것이라는 점을 인식할 것이다. 따라서, 청구범위는, 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않는 한, 그러한 균등한 구조들을 포함하는 것으로서 간주되는 것이 중요하다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 본 발명의 개시되는 실시예들에 대한 그리고 본 발명의 수반되는 많은 장점들에 대한 더욱 완전한 인식이, 본 발명이 첨부되는 도면들에 관련하여 고려될 때 뒤따르는 상세한 설명을 참조함에 의해 더욱 양호하게 이해됨으로써, 쉽게 획득될 것이다.
- 도 1은, 본 발명에 따른 임펠러들이 사용될 수 있는, 복수-스테이지 원심 압축기의 종단면도를 도시하고;
- 도 1a는 도 1의 압축기의 임펠러 블레이드의 확대도를 도시하며;
- 도 2는 도 1의 원심 압축기의 임펠러의 사시도를 도시하고;
- 도 3은 자오면에서의 블레이드의 투영에 대한 개략도를 도시하며;
- 도 4는 임펠러 블레이드의 금속 각도를 한정하는 도면을 도시하고;
- 도 5 및 도 6은 축 방향을 따라 도 3의 블레이드의 블레이드 두께 및 금속 블레이드를 나타내는 도면을 도시하며;

도 7은 본 개시에 따른 3-차원 블레이드의 사시도를 도시하고;

도 8은 본 개시에 따른 임펠러의 뒷전에 대한 반경 방향에서의 개략도를 도시하며;

도 9는 현재 기술의 임펠러의 그리고 본 개시에 따른 임펠러의, 폴리트로프 효율(polytropic efficiency) 대 유동 계수에 대한 도면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 예시적인 실시예들에 대한 뒤따르는 상세한 설명은 첨부되는 도면들을 참조한다. 상이한 도면들에서 동일한 참조 부호들은, 동일한 또는 유사한 요소들을 지시한다. 부가적으로, 도면들은 반드시 실적으로 작도되는 것이 아니다. 또한, 뒤따르는 상세한 설명은 본 발명을 제한하지 않는다. 대신에, 본 발명의 범위는 첨부되는 특허 청구범위에 의해 한정된다.
- [0017] "일 실시예" 또는 "실시예" 또는 "일부 실시예"에 대한 명세서 전체에 걸친 기준은, 실시예와 관련하여 설명되는 특정 특징, 구조, 특성이, 개시된 대상의 적어도 하나의 실시예에 포함된다는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸친 여러 장소에서의 "일 실시예에서" 또는 "실시예에서" 또는 "일부 실시예에서"와 같은 문구의 표현은, 반드시 동일한 실시예(들)를 참조하는 것은 아니다. 나아가, 특성의 특징들, 구조들 또는 특성들은, 하나 이상의 실시예에서, 임의의 적당한 방식으로 조합될 수 있을 것이다.
- [0018] 도 1 및 도 1a는, 본 명세서에 개시되는 대상이 실시될 수 있는, 전체적으로 참조 부호 '100'으로 지시되는, 복수-스테이지 원심 압축기의 예시적인 실시예를 도시한다. 도 1은, 압축기의 회전축(A-A)을 포함하는 평면에 따른 단면도를 도시하며 그리고 도 1a는 하나의 압축기 스테이지에 대한 확대도를 도시한다.
- [0019] 압축기(100)는, 입구 매니폴드(2) 및 출구 매니폴드(3)를 갖도록 제공되는, 케이싱(1)을 구비한다. 케이싱(1) 내부에, 복수의 압축기 스테이지를 한정하는 여러 구성요소가 배열된다.
- [0020] 더욱 구체적으로, 케이싱(1)은 압축기 로터를 수용한다. 압축기 로터는 로터 샤프트(5)를 포함하게 된다. 로터 샤프트(5)는 2개의 단부 베어링(6, 7)에 의해 지지될 수 있다. 압축기 로터는 추가로 적어도 하나의 임펠러를 포함한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 일부 실시예에서, 압축기 로터는 복수의 임펠러(9)를 포함하며, 하나의 임펠러가 각각의 압축기 스테이지를 위한 것이다. 상기 임펠러들(9)은 2개의 베어링(6, 7) 사이에 배열된다.
- [0021] 제1 임펠러(9)의 유입구(9A)는 입구 공간(11: inlet plenum)과 유체 소통상태에 놓이며, 압축될 기체가 입구 매니폴드(2)를 통해 그 내부로 운반된다. 일부 실시예에서, 기체 유동은, 반경 방향으로 입구 공간(11)에 진입한 다음, 한 세트의 이동형 입구 가이드 베인(13)을 통해 운반되며, 그리고 실질적으로 축 방향으로 제1 임펠러(9)에 진입한다.
- [0022] 도 1의 예시적인 실시예에 따르면, 마지막 임펠러(9)의 배출구(9B)는, 압축된 기체를 수집하고 이를 출구 매니폴드(3)를 향해 운반하는, 와류형성부(15: volute)와 유체 소통상태에 놓인다.
- [0023] 고정형 다이어프램들(17)이, 각 쌍의 연속적으로 배열되는 임펠러들(9) 사이에 배열된다. 다이어프램들(17)은, 별개의 축 방향으로 배열되는 구성요소들로서 형성될 수 있다. 다른 실시예에서, 다이어프램들(17)은, 2개의 실질적으로 대칭의 절반부로 형성될 수 있다. 각 다이어프램(17)은, 개별적인 상류측 임펠러(9)의 반경 방향 배출구로부터 개별적인 하류측 임펠러(9)의 유입구까지 연장되는, 복귀 채널(19) 및 확산기(18)를 한정한다. 확산기들(18) 내에서, 기체 유동은 느려지게 되며 그리고 임펠러로부터 기체로 전달되는 운동 에너지가 압력 에너지로 변환되며, 그에 따라 기체 압력을 증가시키도록 한다.
- [0024] 복귀 채널(19)은, 상류측 임펠러의 배출구로부터의 압축된 기체 유동을 하류측 임펠러의 유입구를 향해 복귀시킨다. 일부 실시예에서, 고정 블레이드들(20)이 확산기들(18) 내에 배열될 수 있다. 일부 실시예에서, 고정 블레이드들(21)이, 상류측 임펠러로부터 하류측 임펠러로 압축된 기체를 방향 전환하는 가운데 유동의 법선 방향 성분을 제거하기 위해, 복귀 채널들(19) 내에 제공될 수 있다.
- [0025] 압축기(100)의 여러 압축 스테이지들 중 하나의 확대도가 도시되는 도 1a에 그리고 예시적인 임펠러가 부등각 투영도로 도시되는 도 2에 가장 잘 도시된 바와 같이, 각각의 임펠러(9)는, 허브 부분(23A)을 한정하는 디스크(23)를 포함하게 된다. 상기 허브 부분(23A)은 보어(23B)를 구비하며, 보어를 통해 로터 샤프트(5)가 연장된다. 디스크(23)는 또한 흔히, 전체로서 허브로 명명된다. 복수의 블레이드(25)가 디스크(23)로부터 연장되며 그리고 유동 채널들을 한정하고, 유동 채널들을 통해 기체가 유동하며 그리고 블레이드들(25)에 의해 가

속된다. 각각의 블레이드는, 개별적으로 블레이드의 유입구 및 배출구에 배열되는, 앞전(25L) 및 뒷전(25T)을 구비한다. 일부 실시예에서, 임펠러(9)는 개발될 수 있다. 다른 실시예에서, 임펠러는, 디스크(23) 반대편에 배열되는 슈라우드(27)에 의해 폐쇄될 수 있으며, 블레이드들(25)은 디스크(23)와 슈라우드(27) 사이에서 연장된다.

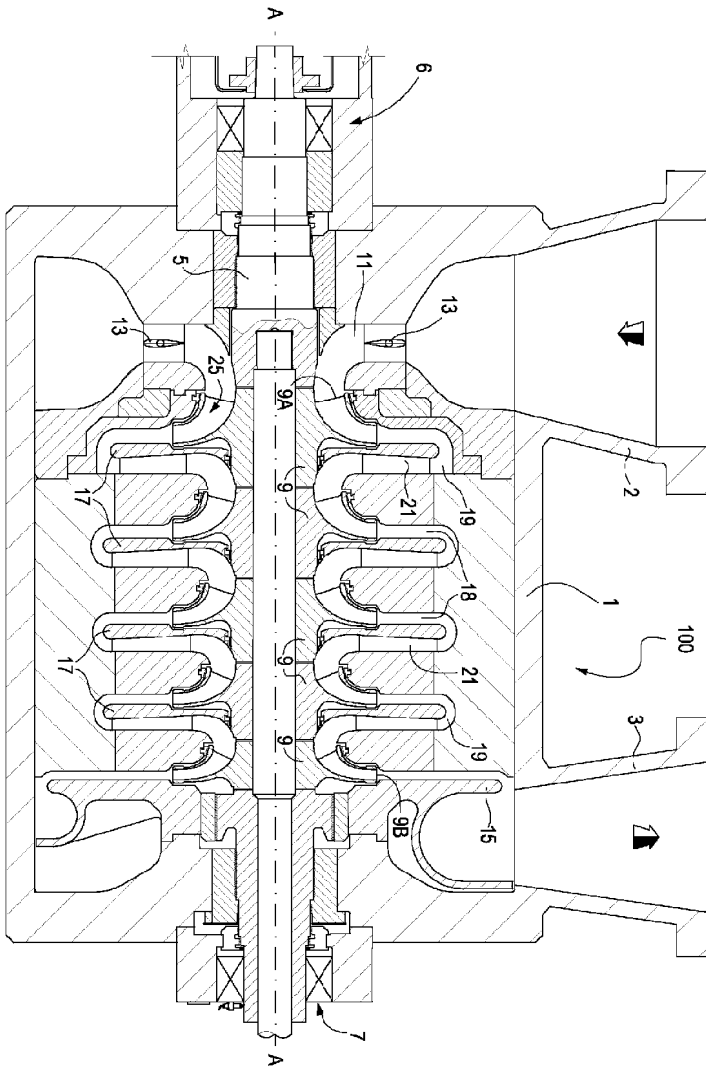
- [0026] 각각의 블레이드(25)는, 앞전(25L)과 뒷전(25T) 사이에서 슈라우드(27)를 따라 연장되는 블레이드 팁(25A)을 갖도록 제공된다. 각각의 블레이드(25)는 추가로, 앞전(25L)과 뒷전(25T) 사이에서 디스크(23)를 따라 연장되는 블레이드 베이스 또는 블레이드 뿌리(blade root)를 갖도록 제공된다.
- [0027] 각각의 블레이드(25)는 흡입 측부 및 압력 측부를 구비하며, 그리고 블레이드의 형상은, 개별적으로 블레이드(25)의 캠버 라인 또는 중심 라인과 디스크(23) 및 슈라우드(27)의 교차점으로부터 출발하는, 이하에 설명되는 방식으로 한정된다. 도 3은 자오면에서의, 즉 R은 반경 방향이며 Z는 축 방향인 R-Z 평면에서의, 포괄적인 블레이드(25)의 투영도를 도시한다. 라인(L1)은, 디스크(23)에서의 블레이드 윤곽의 중심 라인의, 즉 캠버 라인의, 자오면(R-Z) 상에의 투영이다. 라인(L2)은, 슈라우드(27)에서의 블레이드 윤곽의 중심 라인의, 즉 캠버 라인의, 동일한 자오면(R-Z) 상에의 투영이다.
- [0028] 라인들(L1 L2)은 따라서, 개별적으로, 디스크와 슈라우드에서의, 즉 블레이드 베이스와 블레이드 팁에서의, R-Z 평면(자오면) 내에서의 블레이드 윤곽의 투영들이다. 도 3에, 블레이드의 뒷전(25T) 및 앞전(25L)의 투영이 또한 나타난다.
- [0029] 상기한 바와 같이, 임펠러(9)는, 도면들에 도시되는 예시적인 실시예에 도시된 바와 같이, 덮이게 될 수 있다. 그러나, 도시되지 않은 다른 실시예에서, 임펠러(9)는 개방되며 그리고 슈라우드(27)는 제공되지 않는다. 이러한 경우에, 라인(L2)은 단순히, 블레이드 팁(25A)에서의 캠버 라인 또는 중심 라인의 자오면(R-Z) 상에의 투영이다.
- [0030] 이러한 라인들(L1, L2)은, 다음과 같이, 블레이드의 흡입 측부 및 압력 측부의 3차원 표면들을 설계하기 위한 출발점들이다.
- [0031] 2개의 라인(L1, L2)으로부터 출발하여, 블레이드의 흡입 측부 및 압력 측부를 한정하는 블레이드(25)의 대향하는 표면들의 실제 형상이, 2개의 부가적인 파라미터, 즉 블레이드 두께 및 블레이드 금속 각도에 의해, 결정된다. 파라미터들 양자 모두는 각각의 라인(L1, L2)을 따라 복수의 위치에 대해 한정된다. 일부 실시예에서, 블레이드 금속 각도 및 블레이드 두께는 라인(L1) 및 라인(L2)에 대해 상이한 값을 가질 수 있다.
- [0032] 고려되는 라인(L1) 또는 라인(L2)의 각 지점에서의 블레이드 금속 각도(β)는, 임펠러의 개략적 정면도를 도시하며 그리고 참조 부호 'L'은 고려되는 포괄적인 중심 라인인, 도 4에 도시된 바와 같이, 라인(L1) 또는 라인(L2)의 법선과 자오선 방향(M) 사이의 각도로서 정의된다. 화살표(F)는 임펠러의 회전 방향을 지시한다. 통상적으로, 각도(β)의 기호는, 임펠러의 회전 방향과 일치한다. 따라서, 도 4의 예에서, 자오선 방향(M)으로부터 시작하는 것으로 측정되며 그리고 임펠러의 회전 방향(화살표(F))과 반대임에 따라, 각도(β)는 음의 값이다.
- [0033] 블레이드의 두께(th)는, 고려되는 곡선(L1 또는 L2)의 각 지점에서 블레이드의 캠버 라인(즉, 중심 라인)으로부터, 블레이드의 흡입 측 표면 및 압력 측 표면 사이의 거리로서 정의된다. 도 5 및 도 6은, 예시적인 블레이드에 대한 금속 각도(β) 및 두께(th)의 분포를 개략적으로 도시한다. 도 5 및 도 6의 다이어그램의 수평축 상에, 자오선 방향을 따르는 표준화된 좌표가 도시된다. 좌표 "0"은 블레이드의 앞전에서의 위치를 지시하며 그리고 좌표 "1"은 뒷전에서의 위치를 지시한다.
- [0034] 이상에서 정의된 파라미터들의 조합은, 블레이드 팁(25A) 및 블레이드 베이스(25B)에서의 블레이드의 윤곽을 제공한다. 블레이드의 압력 측부 및 흡입 측부의 표면을 한정하기 위한 다음 단계는 이제, 이상에서 한정된 블레이드 팁(25A) 및 블레이드 베이스(25B)에서의 2개의 블레이드의 윤곽으로부터 출발하는 2개의 대향하는 선직면의 생성이다. 선직면들은, 직선형의 라인으로, 블레이드 팁 윤곽의 각각의 지점을 블레이드 베이스 윤곽의 상응하는 지점과 연결함에 의해 생성된다.
- [0035] 블레이드의 기하 형상은, 곡선들(L1, L2) 및 상응하는 블레이드 팁 윤곽과 블레이드 베이스 윤곽이 일반적으로, 임펠러의 회전축 둘레에서 서로에 대해 블레이드 팁 윤곽 및 블레이드 베이스 윤곽을 회전시키도록, 법선 방향으로, 이동하게 됨에 따라, 즉 서로에 대해 위치 변경됨에 따라, 아직 완전히 한정되지 않는다. 그에 따라, 2개의 곡선(L1, L2)의 가능한 법선 방향 변위에 의해 주어지는, 추가적인 자유도가, 블레이드 기하 형성의 완전한 한정을 위해 이용 가능하다. 현재 기술의 임펠러들에서, 2개의 곡선(L1, L2)은, 법선 방향으로 이동, 즉 임

펠러 축 둘레에서 서로에 대해 회전하게 되며, 그에 따라 자체의 직선형 형상을 유지하도록 (순수하게 반경 방향의 출구를 갖는 임펠러를 위해) 축 방향에 대해 뒷전(25T)을 경사지게 한다. 경사각으로 명명되는 축 방향에 대한 뒷전의 경사는, 이상에 언급된 파라미터들과 함께, 블레이드의 전체 기하 형상을 한정한다.

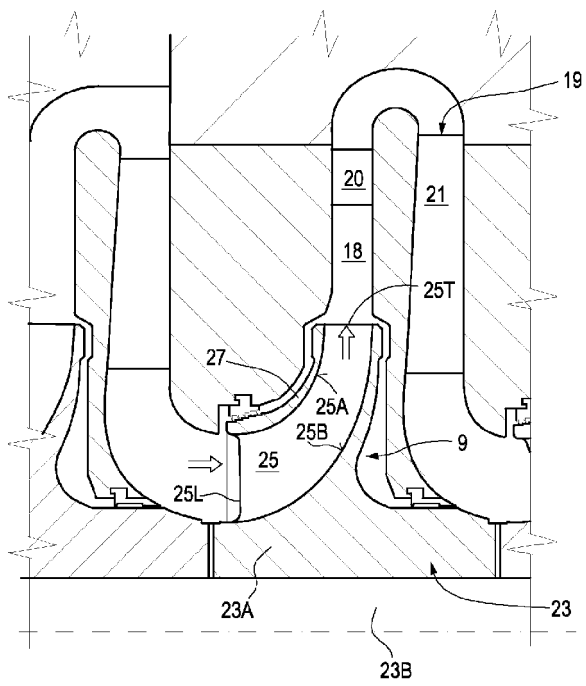
- [0036] 반대로, 본 명세서에 개시되는 대상에 따르면, 블레이드 팁 윤곽과 블레이드 베이스 윤곽 및 블레이드 팁 윤곽과 블레이드 베이스 윤곽 사이의 중간 윤곽들은 법선 방향으로 위치 변경되며, 따라서 뒷전(25T)은 비-직선형이 되며, 더욱 구체적으로 도 7에 사시도로 그리고 도 8에 측면도로 도시된 바와 같이 S-자형 윤곽을 취하게 된다. 더욱 구체적으로, 도 7은 관찰자를 바라보는 뒷전(25T)을 갖는 사시도로 단일 블레이드(25)를 도시한다.
- [0037] 뒷전(25T)은 제1 부분(25T_D) 및 제2 부분(25T_S)을 갖는다. 제1 부분(25T_D)은 디스크(23)에 더 인접하게 위치하게 되며 그리고 제2 부분(25T_S)은 슈라우드(27)에 더 인접하게 위치하게 된다(특히 도 8 참조).
- [0038] 일부 예시적인 실시예에서, 디스크(23)에 더 인접한 뒷전의 제1 부분(25T_D)은 블레이드의 압력 측부(PS)를 바라보는 볼록함 및 블레이드의 흡입 측부(SS)를 바라보는 오목함을 구비한다. 블레이드의 압력 측부(PS)는 회전 방향(F)에 대해 전방 측부이며 그리고 블레이드의 흡입 측부(SS)는 회전 방향(F)에 대해 후방 측부, 즉 압력 측부 반대의 측부이다. 뒷전(25T)의 제2 부분(25T_S)은 반대의 배열을 가지며, 압력 측부는 오목형이며 그리고 흡입 측부는 볼록형이다.
- [0039] 볼록함이 디스크 인근에서 흡입 측부를 그리고 슈라우드 근처에서 압력 측부를 바라보는, 반대의 배열이 배제되지 않는다.
- [0040] 일부 실시예에서, 뒷전의 제1 부분 및 제2 부분은 굴곡 지점에서 서로 병합되며, 따라서 전체 뒷전은 곡선이며 그리고 직선형 부분들이 전혀 없다.
- [0041] 뒷전의 S-자 형상 구성은, 법선 방향으로, 즉 임펠러의 회전축 둘레에서, 뒷전의 각 지점을 위치 변경시키기 위한 적당한 규정을 제공함에 의해, 달성된다. 실제로, 뒷전의 형상은, 블레이드 베이스 윤곽으로부터 (또는 블레이드 팁 윤곽으로부터) 시작하여, 뒷전을 따르는 복수의 지점들의 법선 방향으로의 이동시키며, 그리고 상기 지점들을 보간법(interpolation)에 의해 연결함으로써, 달성될 수 있다. 법선 방향으로의 뒷전의 여러 지점의 변위는, 라인들(L1, L2) 및 이들을 따르는 블레이드 두께와 금속 각도로부터 획득되는 블레이드 베이스 윤곽 및 블레이드 팁 윤곽으로부터 출발하는 선직면들과 같이 앞서 생성되는, 압력 측 표면 및 흡입 측 표면의 남아 있는 지점들의 강체 변위(rigid displacement)를 야기한다.
- [0042] 최종 결과로서, 임펠러의 압력 측부 및 흡입 측부 양자 모두의 전체 표면은, 이중 곡률을 갖는 비-선직면들이 된다.
- [0043] 블레이드의 뒷전(25T)의 이중의 S-자형 곡률은 손실을 감소시켜, 압축기의 폴리트로프 효율을 개선하도록 한다. 이는, S-자 형상 뒷전(곡선(C1))을 갖는 임펠러를 사용하는 압축 스테이지의 그리고 직선형 뒷전(곡선(C2))을 갖는 임펠러를 사용하는 압축 스테이지의, 폴리트로프 효율 대 유동 계수를 예시하는 도 9로부터 인식될 수 있다. 비-설계 조건(100 미만 또는 초과 유동 계수)에서, S-자 형상 뒷전들(25T)을 갖는 임펠러의 폴리트로프 효율은, 직선형 뒷전들을 갖는 현재 기술의 설계를 넘어 현저하게 개선된다.
- [0044] 비록 본 명세서에 설명되는 대상에 대한 개시된 실시예들은 도면들에 도시되었으며 그리고 여러 예시적인 실시예들에 관련하여 특히 그리고 상세하게 이상에서 충분히 설명되었지만, 많은 수정들, 변경들, 및 생략들이, 여기에 기술되는 신규의 교시들, 원리들 및 개념들, 그리고 첨부 특허청구범위에 인용되는 본 발명의 이점들로부터 실질적으로 벗어남 없이, 가능하다는 것이, 당업자들에게 명백할 것이다. 그에 따라, 개시된 혁신들의 적절한 범위는, 모든 그러한 수정들, 변경들, 및 생략들을 포괄하도록, 첨부 특허청구범위의 가장 넓은 해석에 의해서만 결정되어야 할 것이다. 다양한 실시예들의 상이한 특징들, 구조들 및 수단들이 상이하게 조합될 수 있다.

도면

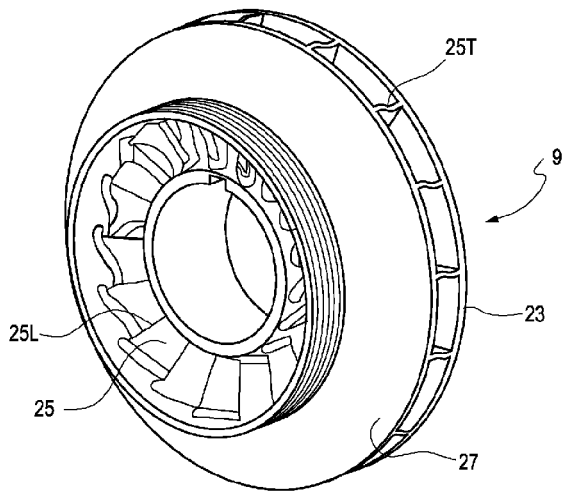
도면1



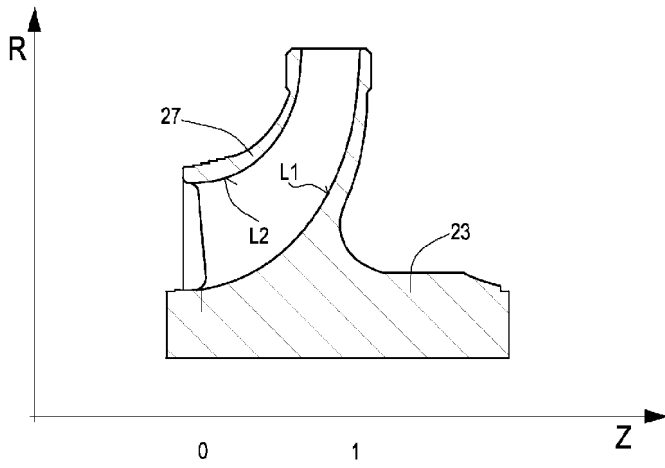
도면1a



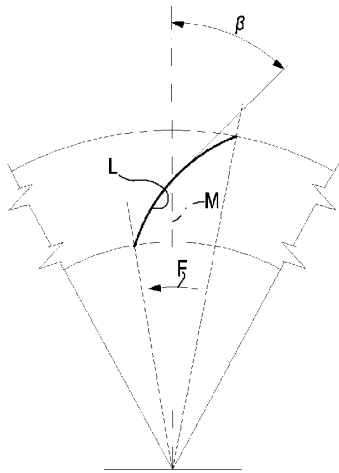
도면2



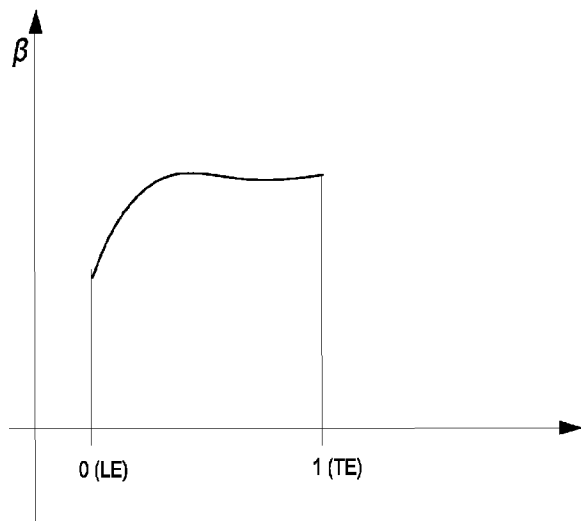
도면3



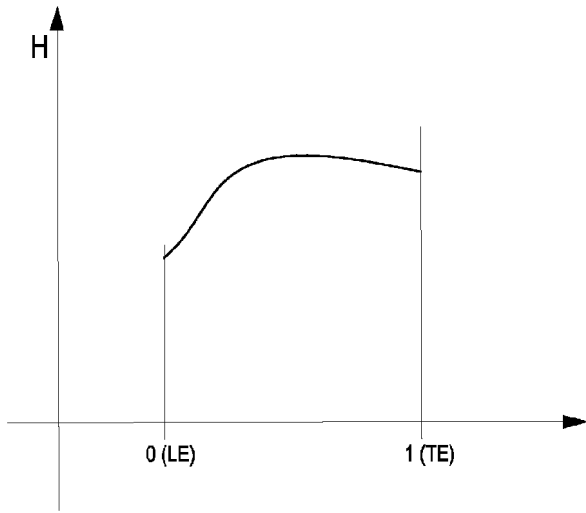
도면4



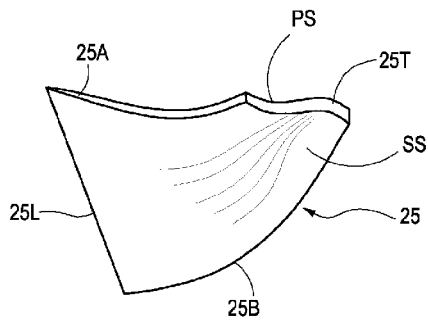
도면5



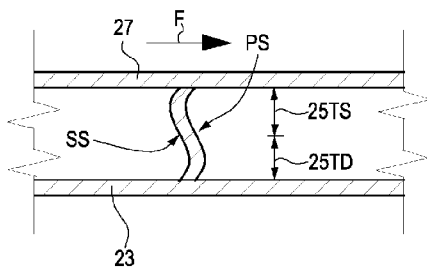
도면6



도면7



도면8



도면9

