



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월06일  
(11) 등록번호 10-2586852  
(24) 등록일자 2023년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F02C 6/12 (2006.01) F04D 17/10 (2006.01)  
F04D 29/42 (2006.01) F04D 29/44 (2006.01)  
F04D 29/46 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
F02C 6/12 (2013.01)  
F04D 17/10 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-7033404  
(22) 출원일자(국제) 2016년04월29일  
심사청구일자 2021년02월24일  
(85) 번역문제출일자 2017년11월17일  
(65) 공개번호 10-2017-0141222  
(43) 공개일자 2017년12월22일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/030184  
(87) 국제공개번호 WO 2016/176605  
국제공개일자 2016년11월03일  
(30) 우선권주장  
62/155,341 2015년04월30일 미국(US)  
62/243,415 2015년10월19일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP06280784 A\*  
JP09068192 A\*  
JP2007247621 A\*  
KR1020130045280 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
컨셉츠 엔알이씨, 엘엘씨  
미국 버몬트 05001 화이트 리버 정션 빌링스 팜  
로드 217  
(72) 발명자  
자피크세, 데이비드  
미국 버몬트 05001 화이트 리버 정션 빌링스 팜  
로드 217  
(74) 대리인  
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 29 항

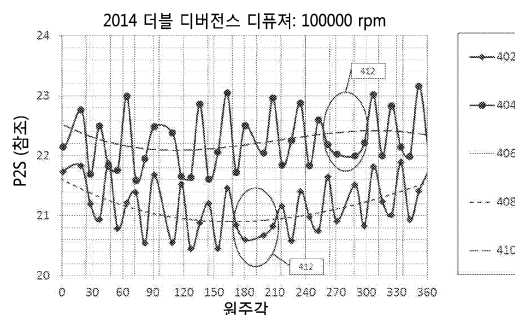
심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 디퓨저 내 바이어스된 통로들 및 그러한 디퓨저를 설계하기 위한 대응되는 방법

(57) 요약

터보기계들은 터보기계(3400, 3700, 4000, 4800)의 성능을 증가시키도록 설계된 하나 이상의 유동 안내 특징들을 구비한다. 일부 예시들에서, 유동 안내 특징들은, 원주방향 균일성을 위해서 디퓨저 유입구(2210, 2310, 3410, 4204, 4810, 5208, 808)에서 원주방향 압력 분포를 바이어스하도록, 그렇지 않으면 저-주파수 공간 압력 편차들(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



을 설명하도록, 공간 유동장 편차들의 제어 능력을 증가시키도록, 또는 유동장 편차들을 수정하도록 설계 및 구성된다. 일부 예시들에서, 복수 개의 제1 베인들(1002, 1102, 1202, 1302, 1402, 1502, 1602, 1702, 1802, 1902, 2002, 2204, 2304, 2402, 2502, 2602, 2702, 2802, 2902, 3002, 3102, 3202, 3302, 812, 902) 및 제1 베인들(1002, 1102, 1202, 1302, 1402, 1502, 1602, 1702, 1802, 1902, 2002, 2204, 2304, 2402, 2502, 2602, 2702, 2802, 2902, 3002, 3102, 3202, 3302, 812, 902)과 다른 특성을 구비하는 적어도 하나의 제2 베인들(1004, 1104, 1204, 1304, 1404, 1504, 1604A, 1604B, 2206, 2306, 2404, 2504, 2604, 2704, 2804, 2904A, 2904B, 814, 908)을 포함하는 일렬(802)의 베인들(2102, 5218, 802)을 구비하는 디퓨저(1000, 1100, 1200, 1300, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900, 3000, 3200, 3300, 3404, 4004, 4700, 4804, 5000, 5200, 602, 800, 900)가 개시된다. 일부 예시들에서, 유동장을 바이어스하기 위해서 하나 이상의 바이어스된 통로들(1006, 1106, 1206, 1306, 1506A, 1606A, 1606B, 2406, 2506, 2606, 2706, 2806A, 2906A, 3206, 4510, 816)을 포함하는 비주기적 섹션(2412, 2512, 2612, 2712, 2812)을 구비하는 디퓨저들(1100, 1900, 2400, 2500)이 개시된다. 일부 예시들에서, 허브(3407, 4002, 4504, 4807, 5002, 5204, 804, 904) 및 쉬라우드(3406, 4502, 4708, 4712, 4806, 5004, 5202, 806, 906) 표면 중 하나 또는 둘 다에 유동방향 길쭉한 리세스들(4706)을 구비하는 터보기계들이 개시된다.

(52) CPC특허분류

**F04D 29/4206** (2013.01)

**F04D 29/444** (2013.01)

**F04D 29/462** (2013.01)

**F05D 2250/52** (2013.01)

**F05D 2260/961** (2013.01)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

디퓨저에 있어서,

허브 및 쉬라우드로서, 상기 허브 및 쉬라우드는 스핀방향으로 이격되고 높이를 갖는 디퓨저 통로를 규정하는, 상기 허브 및 쉬라우드; 및

상기 디퓨저 통로에 위치된 일렬의 베인들로서, 상기 일렬의 베인들은 상기 허브에 부착된 복수 개의 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 쉬라우드에 부착된 복수 개의 제 2 부분 높이 베인들을 포함하는, 상기 일렬의 베인들;

을 포함하고,

상기 제 1 부분 높이 베인들의 각각은 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 인접한 제 2 부분 높이 베인들로부터 원주방향으로 오프셋되고,

상기 제 1 부분 높이 베인들의 높이는 상기 제 2 부분 높이 베인들의 높이와 상이하고,

상기 제 1 부분 높이 베인들의 각각은 제 1 높이를 갖고, 상기 제 2 부분 높이 베인들의 각각은 제 2 높이를 갖고, 상기 제 1 높이 및 상기 제 2 높이의 합은 통로 높이보다 크고, 상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들의 인접한 부분 높이 베인들은 상기 스핀방향으로 중첩되는 디퓨저.

#### 청구항 2

디퓨저에 있어서,

허브 및 쉬라우드로서, 상기 허브 및 쉬라우드는 스핀방향으로 이격되고 높이를 갖는 디퓨저 통로를 규정하는, 상기 허브 및 쉬라우드; 및

상기 디퓨저 통로에 위치된 일렬의 베인들로서, 상기 일렬의 베인들은 상기 허브에 부착된 복수 개의 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 쉬라우드에 부착된 복수 개의 제 2 부분 높이 베인들을 포함하는, 상기 일렬의 베인들;

을 포함하고,

상기 제 1 부분 높이 베인들의 각각은 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 인접한 제 2 부분 높이 베인들로부터 원주방향으로 오프셋되고,

상기 제 1 부분 높이 베인들의 높이는 상기 제 2 부분 높이 베인들의 높이와 상이하고,

상기 일렬의 베인들은 적어도 하나의 전체 높이 베인을 포함하는 디퓨저.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들의 각각은 리딩 에지를 갖고, 상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들의 리딩 에지들은 유동방향으로 정렬되는 디퓨저.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들의 각각은 제 1 높이를 갖고, 상기 제 2 부분 높이 베인들의 각각은 제 2 높이를 갖고, 상기 제 1 높이 및 상기 제 2 높이의 합은 통로 높이보다 크고, 상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2

부분 높이 베인들 중 인접한 부분 높이 베인들은 상기 스캔방향으로 중첩되는 디퓨저.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 인접한 부분 높이 베인들 사이의 상기 스캔방향으로의 중첩은 상기 통로 높이의 10%와 동일하거나 그보다 큰 디퓨저.

#### 청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들의 각각은 제 1 높이를 갖고, 상기 제 2 부분 높이 베인들의 각각은 제 2 높이를 갖고, 상기 제 1 높이 및 상기 제 2 높이의 합은 통로 높이보다 작고, 상기 제 1 부분 높이 베인들 및 제 2 부분 높이 베인들 사이에서 상기 스캔방향으로 연장하고 상기 디퓨저의 적어도 일부의 주위에서 원주방향으로 연장하는 베인리스 공간이 생기는 디퓨저.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 베인리스 공간은 상기 통로 높이의 5%와 동일하거나 그보다 큰 상기 스캔방향으로의 높이를 갖는 디퓨저.

#### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 1 부분 높이 베인 또는 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 2 부분 높이 베인의 높이는 디퓨저 통로 높이의 50%보다 큰 디퓨저.

#### 청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 디퓨저는 유입구를 포함하고, 상기 제 1 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 1 부분 높이 베인 또는 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 2 부분 높이 베인은 상기 유입구에 위치되고 디퓨저 통로 높이의 50%보다 큰 높이를 갖는 디퓨저.

#### 청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 중 하나의 제 1 부분 높이 베인의 엇갈림 각도는 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 하나의 제 2 부분 높이 베인의 엇갈림 각도와 동일한 디퓨저.

#### 청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 중 제 1 베인은 최상류의 베인이고 상기 허브에 부착된 모든 부분 높이 베인들의 높이와 동일하거나 그보다 큰 높이를 갖는 디퓨저.

#### 청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들은 상기 허브에 부착된 유일한 부분 높이 베인들이고, 상기 제 1 부분 높이 베인들은 유동방향으로 정렬된 리딩 에지들을 갖는 디퓨저.

#### 청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들의 각각은 대응하는 부분 높이 베인으로부터 반대되는 허브 또는 쉬라우드로 연장하는 개방 공간을 규정하는 높이를 갖는 디퓨저.

#### 청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 일렬의 베인들은 적어도 하나의 전체 높이 베인을 포함하는 디퓨저.

#### 청구항 16

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 1 부분 높이 베인 또는 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 2 부분 높이 베인의 높이는 상기 통로 높이의 5% 및 15% 사이인 디퓨저.

#### 청구항 17

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 1 부분 높이 베인 또는 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 2 부분 높이 베인의 높이는 상기 통로 높이의 5% 및 45% 사이인 디퓨저.

#### 청구항 18

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 1 부분 높이 베인 또는 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 2 부분 높이 베인의 높이는 상기 통로 높이의 5% 및 65% 사이인 디퓨저.

#### 청구항 19

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 1 부분 높이 베인 및 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 적어도 하나의 제 2 부분 높이 베인은 디퓨저 통로 높이의 50%보다 큰 높이를 갖는 디퓨저.

#### 청구항 20

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

모든 상기 제 1 부분 높이 베인들의 높이는 상기 통로 높이의 50%보다 큰 디퓨저.

#### 청구항 21

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일렬의 베인들은 복수 개의 통로들을 규정하고, 상기 복수 개의 통로들은, 상기 허브 및 상기 쉬라우드 사이에서 상기 스펜방향으로 연장하고 상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 인접한 부분 높이 베인들 사이에서 원주방향으로 연장하는 높이를 각각 갖고, 상기 복수 개의 통로들은 적어도 하나의 바이어스된 통로를 포함하고, 상기 적어도 하나의 바이어스된 통로의 스펜방향 높이는 상기 복수 개의 통로들 중 다른 통로들의 스펜방향 높이보다 큰 디퓨저.

#### 청구항 22

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들은 교대로 그리고 반복되는 공간 배열로 위치되는 디퓨저.

#### 청구항 23

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 디퓨저는 단일 열 디퓨저이고, 상기 일렬의 베인들은 상기 디퓨저에서 유일한 열의 베인들인 디퓨저.

#### 청구항 24

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 디퓨저는 원심 컴프레서 또는 펌프에 작동 가능하게 결합되도록 구성된 디퓨저.

#### 청구항 25

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 허브는 허브 표면을 포함하고, 상기 쉬라우드드는 쉬라우드 표면을 포함하고, 상기 디퓨저는 상기 허브 표면 및 상기 쉬라우드 표면 중 적어도 하나의 표면에 위치된 적어도 하나의 길쭉한 유동방향 리세스를 더 포함하는 디퓨저.

#### 청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 길쭉한 유동방향 리세스는 상기 디퓨저의 원주 주위에 비주기적 배열을 갖는 복수 개의 길쭉한 유동방향 리세스들을 포함하는 디퓨저.

#### 청구항 27

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 복수 개의 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 복수 개의 제 2 부분 높이 베인들은 고정적이고 상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들 중 인접한 부분 높이 베인들 사이에 고정된 간격을 갖는 디퓨저.

#### 청구항 28

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일렬의 베인들은 상기 디퓨저의 유입구의 하류에 위치된 제 1 열의 베인들인 디퓨저.

#### 청구항 29

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일렬의 베인들은 적어도 하나의 비주기적 섹션을 포함하고, 상기 적어도 하나의 비주기적 섹션은 상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들과 상이한 특성을 갖는 적어도 하나의 베인에 의해 규정된 적어도 하나의 바이어스된 통로를 포함하는 디퓨저.

#### 청구항 30

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 부분 높이 베인들 및 상기 제 2 부분 높이 베인들은 상기 디퓨저의 통로 높이보다 작은 높이를 각각 갖고, 이에 따라 리딩 에지 금속 차단을 감소시키고 상기 디퓨저의 통로 영역을 증가시키는 디퓨저.

#### 청구항 31

삭제

#### 청구항 32

삭제

#### 청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 출원은 2015년 4월 30일에 출원되고, 발명의 명칭이 "터보 기계류를 위한 바이어스된 통로(들) 유동 디바이스(Biased Passage(s) Flow Devices For Turbomachinery)"인 미국 가특허 출원번호 제62/155,341호, 및 2015년 10월 19일에 출원되고, 발명의 명칭이 "디퓨저 유입구에서 비-균일 압력을 고려해서 터보기계류를 설계하기 위한 방법들 및 관련된 구조들 및 디바이스들(Methods For Designing Turbomachines To Account For Non-Uniform Pressures At Diffuser Inlet And Associated Structures And Devices)"인 미국 가특허 출원번호 제62/243,415호에 대한 우선권의 이익을 주장한다. 이러한 출원들은 각각 그 전체가 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0002] 본 발명은 터보 기계류 분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 터보기계류용 바이어스된 통로들(biased passages for turbomachinery)에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] 원심 펌프 및 컴프레서를 위해서 다양한 디퓨저 유형들이 지난 수십년 간 활용되었다. 일부 경우들에서, 우수한 임펠러가 우선 설계된 다음, 우수한 디퓨저가 다음에 설계되거나, 두 개의 요소들이 동시에 설계되었다. 그럼에도 불구하고, 본질적으로 과거의 모든 연구는 예비 설계를 위한 1 차원(1D) 속도 삼각형 모델로 같이 단순하게 취급되어 왔던 디퓨저 유입구 유동의 준-정상/축대칭 가정(quasi-steady/axisymmetric assumption)에 기반을 두고 있다. 이 가정의 대부분은 오늘날 사용되는 전산 유체 역학(CFD) 모델에서도 수행된다. 일반적으로, 일부 레벨에서, 블레이드의 개수에 관계없이, 임펠러를 떠난 다음, 다시 베인의 개수에 관계없이, 디퓨저에 들어가는 유동이, 필수적으로 주기적이고 축대칭이고, 완전히 그리고 균일하게 각각의 디퓨저 통로를 채우는 것으로 가정되어 왔다. 공개특허공보 제10-2013-0045280호는 원심 압축기의 디퓨저 및 이것을 구비한 원심 압축기를 개시한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 일 실시예에서, 본 발명은 원주방향 압력 분포를 구비하는 유동장을 수용하기 위해 디퓨저의 원주 주위에 위치한 복수 개의 디퓨저 통로들을 포함하고, 디퓨저 통로들이 적어도 하나의 주기적 섹션 및 적어도 하나의 비주기적 섹션을 포함하고, 적어도 하나의 비주기적 섹션은 원주방향 균일성을 위해서 원주방향 압력 분포를 바이어스하도록 위치되고, 구성되고, 치수화되는 적어도 하나의 바이어스된 통로를 포함하는, 터보기계용 디퓨저에 관한 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0005] 다른 실시예에서, 본 발명은 디퓨저의 원주의 일부 주위에 일렬로 배치된 복수 개의 제1 베인들; 및 제1 베인들(ones of the first vanes) 사이에 위치한 적어도 하나의 제2 베인을 포함하고, 제1 베인들을 각각 인접한 제1 베인으로부터 제1 원주 거리로 이격 배치되고, 적어도 하나의 제2 베인은 제1 베인들과 다른 특성을 구비하고, 다른 특성은 적어도 하나의 제2 베인에 근접한 바이어스된 통로를 생기게 해서, 원주방향으로 균일한 압력 분포를 위해 디퓨저에 들어가는 유동장의 원주방향 압력 분포를 바이어스하는 디퓨저에 관한 것이다.

[0006] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 허브 및 쉬라우드; 허브로부터 쉬라우드로 연장하고 디퓨저의 원주의 일부 주위에 일렬로 배치된 복수 개의 제1 베인들; 및 제1 베인들(ones of the first vanes) 사이에 위치한 적어도 하나의 제2 베인;을 포함하고, 적어도 하나의 제2 베인은 허브로부터 쉬라우드로 연장하고 제1 베인들과 다른 특성을 구비하는 디퓨저에 관한 것이다.

[0007] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 허브 및 쉬라우드; 각각 적어도 두 개의 베인들을 포함하는 복수 개의 베인 그룹핑들을 포함하고, 적어도 두 개의 베인들은 각각 적어도 두 개의 베인들 중 다른 것들과 다른 특성을 구비하는 디퓨저에 관한 것이다.

[0008] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 유입구, 유입구 근처의 원주방향 압력 편차를 감소시키기 위한 복수 개의 베인들을 구비하고, 압력 편차는 베인들의 공간 주파수보다 낮은 주된 공간 주파수를 구비하는 디퓨저를 설계하는 방법에 관한 것이다. 방법은 각각 유입구를 구비하고 디퓨저의 원주 주위에 위치되는 복수 개의 디퓨저 통로들을 제공하는 단계; 및 복수 개의 디퓨저 통로들(ones of the plurality of diffuser passages) 사이에 적어도 하나의 바이어스된 디퓨저 통로를 위치시키는 단계;를 포함하고, 바이어스된 디퓨저 통로는 복수 개의 디퓨저 통로들의 유입구들에서 원주방향 압력 편차를 최소화하기 위해서 복수 개의 디퓨저 통로들과 다른 단면 영역(cross-sectional area)을 구비한다.

[0009] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 축대칭 디퓨저의 계산 모델을 개발하는 단계; 시간 평균 저-주파수 원주방향 편차를 구비하는 원주방향 압력 분포가 디퓨저의 유입구에 존재할 때, 디퓨저의 성능을 계산하는 단계; 디퓨저에 적어도 하나의 바이어스된 유동 통로를 추가하기 위해서 계산 모델을 수정하는 단계; 수정된 디퓨저의 성능을 계산하는 단계; 및 바이어스된 유동 통로가 디퓨저 성능을 개선했는지를 결정하기 위해서 두 개의 계산 단계들로부터의 디퓨저 성능을 비교하는 단계;를 포함하는 디퓨저를 설계하는 방법에 관한 것이다.

[0010] 다른 실시예에서, 주기적 디퓨저 통로들을 구비하는 제1 디퓨저의 유입구에서 원주방향 압력 분포를 측정하는 단계; 제1 디퓨저를 적어도 하나의 바이어스된 디퓨저 통로와 함께 적어도 하나의 비주기적 섹션을 구비하는 제2 디퓨저로 교체하는 단계; 제2 디퓨저의 유입구에서 원주방향 압력 분포를 측정하는 단계; 및 제2 디퓨저가 측

정된 원주방향 압력 분포의 크기에서 바람직하지 않은 편차를 미리 결정된 양만큼 감소시키는지 여부를 결정하기 위해서, 두 개의 측정 단계들로부터의 압력 분포들을 비교하는 단계;를 포함하는 디퓨저를 설계하는 방법에 관한 것이다.

[0011] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 유입구 및 토출구; 유입구 및 토출구 사이에서 각각 연장하는 허브 표면 및 쉬라우드 표면; 및 허브 및 쉬라우드 표면들 중 적어도 하나에 배치된 복수 개의 유동방향 리세스들;을 포함하고, 복수 개의 리세스들은 비주기적인 베인리스 디퓨저(vaneless diffuser)에 관한 것이다.

[0012] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 유동장을 수용하기 위해서 디퓨저의 원주 주위에 위치된 복수 개의 디퓨저 통로들을 포함하고, 유동장은 원주방향 압력 분포를 구비하고, 디퓨저 통로들은 유동방향을 따라 제1 유효 단면 영역 분포를 각각 구비하는 제1 세트의 통로들 및 상기 유동방향을 따라 제2 유효 단면 영역 분포를 구비하는 적어도 하나의 바이어스된 통로를 포함하고, 제1 및 제2 유효 단면 영역 분포들은 다르고, 적어도 하나의 바이어스된 통로는 원주방향 균일성을 위해서 원주방향 압력 분포를 바이어스하도록 위치되고, 구성되고, 치수화되는 터보기계용 디퓨저에 관한 것이다.

### 발명의 효과

[0013] 본 명세서 내에 포함됨.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명을 설명하기 위해, 도면은 본 발명의 하나 이상의 실시예의 태양들을 나타낸다. 그러나, 본 발명은 다음의 도면에 도시된 정확한 배열들 및 수단들(instrumentalities)에 한정되지 않는다는 것을 이해하여야 한다.

도 1은 120,000RPM에서 작동하는 원심 컴프레서 임펠러에 작동 가능하게 결합된 플랫 플레이트 디퓨저(flat plate diffuser)에 대한 임펠러 팁/디퓨저 유입구에서 원주방향 정압 측정값(circumferential static pressure measurements)을 도시한다.

도 2는 도 1로부터 데이터의 서브세트(subset)이다.

도 3은 도 1 및 2와 동일한 기계에 대한 원주방향 정압 측정값을 도시하나, 135,000 RPM에서 작동한다.

도 4는 100,000RPM에서 작동하는 원심 컴프레서 임펠러에 작동 가능하게 결합된 채널 디퓨저에 대한 원주방향 정압 측정값을 도시한다.

도 5는 도 4와 동일한 기계에 대한 원주방향 정압 측정값을 도시하나, 135,000RPM에서 작동한다.

도 6은 종래기술의 볼류트를 도시한다.

도 7은 하류 볼류트를 구비하는 컴프레서 또는 펌프에 대한 원주방향 정압 측정값을 도시한다.

도 8은 쉬라우드 표면에 부착된 부분 높이 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 9는 허브 표면에 부착된 부분 높이 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 10은 교대하는 유동방향 위치(alternate flowwise location) 및 엇갈림 각을 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 11은 교대하는 두께를 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 12는 교대하는 두께를 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 13은 교대하는 코드 길이를 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 14는 교대하는 코드 길이 및 엇갈림 각을 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 15는 교대하는 피치를 구비하는 제2 베인들에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 16은 교대하는 코드 길이 및 두께를 구비하는 제2 베인들에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시한다.

도 17은 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시하고, 제2 베인들은 대안적인 코드 길이를 구비한다.

도 18은 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시하고, 제2 베인들은 교대하는 코드 길이 및 리딩 엣지 위치를 구비한다.

도 19는 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시하고, 제2 베인들은 교대하는 엇갈림 각을 구비한다.

도 20은 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저를 도시하고, 제1 베인들을 교대하는 엇갈림 각을 구비한다.

도 21은 종래기술의 채널 디퓨저를 도시한다.

도 22는 제1 및 제2 베인들을 구비하는 채널 디퓨저를 도시하고, 제2 베인들은 플랫 플레이트 베인들이다.

도 23은 제1 및 제2 베인들을 구비하는 채널 디퓨저를 도시하고, 제2 베인들은 플랫 플레이트 베인들이다.

도 24는 교대하는 웨지 각을 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 채널 디퓨저를 도시한다.

도 25는 교대하는 웨지 각을 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 채널 디퓨저를 도시한다.

도 26은 교대하는 코드 길이를 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 채널 디퓨저를 도시한다.

도 27은 교대하는 엇갈림 각을 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 채널 디퓨저를 도시한다.

도 28은 교대하는 피치를 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 채널 디퓨저를 도시한다.

도 29는 교대하는 코드 길이 및 웨지 각을 구비하는 제2 베인에 의해 형성된 바이어스된 통로를 구비하는 채널 디퓨저를 도시한다.

도 30은 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 채널 디퓨저를 도시하고, 제2 베인들은 교대하는 코드 길이를 구비한다.

도 31은 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 채널 디퓨저를 도시하고, 제2 베인들은 교대하는 코드 길이 및 리딩 엣지 위치를 구비한다.

도 32는 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 채널 디퓨저를 도시하고, 제1 베인들은 교대하는 엇갈림 각을 구비한다.

도 33은 제1 및 제2 베인들을 포함하는 일렬의 베인들을 구비하는 채널 디퓨저를 도시하고, 제1 베인들은 교대하는 엇갈림 각을 구비한다.

도 34는 유동방향 그루브들을 구비하는 쉬라우드 및 디퓨저를 구비하는 터보기계를 도시한다.

도 35는 도 34의 쉬라우드 및 디퓨저의 다른 도면이다.

도 36은 도 34 및 35의 쉬라우드 및 디퓨저의 다른 도면이다.

도 37은 유동방향 그루브들을 구비하는 쉬라우드 및 디퓨저를 구비하는 터보기계를 도시한다.

도 38은 도 37의 쉬라우드 및 디퓨저의 다른 도면이다.

도 39는 도 37 및 38의 쉬라우드 및 디퓨저의 다른 도면이다.

도 40은 허브 및 쉬라우드 내 유동방향 그루브들을 구비하는 쉬라우드 및 디퓨저를 구비하는 터보기계를 도시한다.

도 41은 도 40의 쉬라우드 및 디퓨저의 다른 도면이다.

도 42는 도 40 및 41의 쉬라우드 및 디퓨저의 다른 도면이다.

도 43은 쉬라우드에 대해 클록된(clocked) 허브를 구비하는 도 40-42의 쉬라우드 및 허브를 도시한다.

도 44는 도 43의 클록된 허브 및 쉬라우드의 정면도이다.

도 45는 유동방향 리세스들을 구비하는 쉬라우드 및 허브를 포함하고 한 세트의 리세스들은 다른 리세스들과 다른 특성을 구비하여, 바이어스된 통로를 생기게 하는 디퓨저를 도시한다.

도 46은 도 45의 디퓨저의 정면도이다.

도 47은 디퓨저 통로의 단면도이고, 단면은 통로의 리딩 엣지의 하류 위치에서 취해지고 통로의 허브 및 쉬라우드 표면들 내 리세스들이 보여서, 바이어스된 통로를 제공한다.

도 48은 허브 및 쉬라우드 내 유동방향 채널들을 구비하는 쉬라우드 및 디퓨저를 구비하는 터보기계를 도시한다.

도 49는 도 48의 디퓨저의 다른 도면이다.

도 50은 허브 및 쉬라우드 내 유동방향 채널들을 구비하는 디퓨저를 구비하는 터보기계를 도시하고, 채널들 중 하나는 채널들 중 다른 것들과 다른 특성을 구비해서 바이어스된 통로를 생기게 한다.

도 51은 도 50의 디퓨저의 정면도이다.

도 52는 쉬라우드 표면 내 유동방향 채널들을 구비하는 베인 디퓨저(vaned diffuser)를 도시하고, 채널들 중 하나는 바이어스된 통로이다.

도 53은 도 52의 디퓨저의 정면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 양태들은 터보기계의 성능을 증가시키기 위해서 설계된 하나 이상의 유동 안내 특징들(flow guiding features)을 구비하는 터보기계를 포함한다. 일부 예시들에서, 유동 안내 특징들은 원주방향 균일성을 위해 디퓨저 유입구에서 원주방향 압력 분포를 바이어스하도록, 또는 그렇지 않으면 저-주파수 공간 압력 편차들을 설명하도록 설계 및 구성된다. 일부 예시들에서, 복수 개의 제1 베인들 및 제1 베인들과 다른 특성을 구비하는 적어도 하나의 제2 베인을 포함하는 일련의 베인들을 구비하는 디퓨저가 개시된다. 일부 예시들에서, 유동장을 바이어스하기 위해서 하나 이상의 바이어스된 통로들을 포함하는 비주기적 섹션을 구비하는 디퓨저들이 개시된다. 여기에 설명된 바와 같이 본 발명은 원주방향 비대칭들(circumferential asymmetries)을 포함하나 이에 국한되지 않는 유동장 특성들을 설명하기 위해 터보기계에 포함될 수 있는 유동 안내 특징들의 다양한 조합들을 포함하여, 터보기계의 성능을 개선한다.

[0016] 도 1-5는 다양한 디퓨저 유형들 및 작동 조건들에서 정압 대 원주각(circumferential angle)의 그래프들이고, 디퓨저들은 각각 원심 컴프레서의 하류에 작동 가능하게 배치된다. 도 1-5는 각각 기계들 주위 몇몇 원주방향 위치들에서, 임펠러 토출구 및 디퓨저 유입구 사이의 흐름방향(streamwise) 위치에서 모두, 시간 평균 정압(time-averaged static pressure)을 도시한다. 도 1은 다양한 유량들(102-116)에서 시간 평균 정압들을 도시하고, 모두 동일한 임펠러 회전속도에서, 여기서 120,000RPM에서, 곡선(104)은 최저 유량이고 곡선(102)은 최고 유량이다. 도 1에서 데이터는 14개의 베인들을 구비하는 플랫 플레이트 디퓨저(flat plate diffuser)로부터의 것이다. 베인 위치 라인들(118)은 정압 측정값들에 대한 각각의 베인들의 대략적인 위치를 나타낸다. 도 1에 도시된 바와 같이, 각각의 압력 곡선들(102-116)은 톱니(sawtooth) 패턴을 구비하고, 피크들은 각각의 베인 위치(118)에 대응되고, 톱니 패턴은 주로 터보기계류 베인들의 캐스케이드(cascade) 또는 베인 디퓨저들 내에 존재하는 정상적인 베인-대-베인 압력 장(natural vane-to-vane pressure field)에 의한 것이다. 따라서, 압력 곡선들(102-116)은 플랫 플레이트 디퓨저의 베인들의 공간 주파수와 실질적으로 동일한 제1 공간 주파수를 구비한다. 그러나 압력 곡선들(102-116)은 또한 톱니 형상 상에 합성된(superposed) 더 낮은-주파수 파형 편차(lower-

frequency wave type variation)를 구비하고, 더 낮은-주파수 파(lower-frequency wave)는 베인들의 공간 주파수보다 낮은 주된 공간 주파수를 구비한다. 도 2는 도 1로부터의 압력 곡선들 - 곡선들(102, 104 및 112)의 서브셋을 도시한다. 도 2는 또한 이 예시에서 6차 다항 곡선들(polynomial curves)인 평균 압력 곡선들(202, 204, 및 206)을 포함한다. 시간 평균 원주방향 정압 내 저-주파수 공간 편차는 평균 압력 곡선들(mean pressure curves; 202, 204 및 206) 내에서 보일 수 있고, 이 예시에서, 각각의 유량은 기계의 원주 주위에서 두 개의 최대값 및 두 개의 최소값을 구비하는 저-주파수 압력 편차를 생기게 한다.

[0017] 도 1 및 2는, 디퓨저 유입구에서 시간 평균 원주방향 유동 및 압력 분포가 실질적으로 축대칭이라는 터보기계류 설계에서 이루어진 공통된 가정에 반해서, 사실 정압이 기계의 원주 주위에서 변화한다는 것을 나타낸다. 압력이 높은 영역들에서, 속도들은 대체로 낮을 수 있고, 예를 들어 위상각(phase angle)에 따라서, 베인 입사각(vane incidence)이 예를 들어 낮거나 높은 일 극단(one extreme)에 더 가까워질 수 있다. 그리고 압력이 낮은 영역들에서, 속도들은 대체로 높을 수 있고, 베인 입사각이 예를 들어 높거나 낮은, 타 극단(other extreme)에 더 가까워질 수 있다. 따라서, 이러한 왜곡에 의한 디퓨저 입구에서 입사가 높은 영역들에서, 이른 스톨(early stall)이 더 쉽게 일어날 수 있고 손실이 상대적으로 높을 수 있다. 이러한 경우들에서 유동장은 비대칭 임펠러 유동을 고정된 개수의 디퓨저 통로들 안으로 통과시키기 위해서 다른 압력들을 구비하는 높은 유동 및 낮은 유동 영역들을 개발할 수 있다(developing).

[0018] 도 3은 도 1 및 2와 동일한 플랫 플레이트 디퓨저를 구비하는 세 개의 유량들(302, 304, 306)에서, 그러나 컴프레서가 다른 속도, 여기에서 135,000RPM에서 작동하고, 곡선(304)이 최저 유량이고 곡선(302)이 최고 유량인 정압 테스트 데이터를 도시한다. 평균 압력 곡선들(308, 310, 및 312)은 도 2에 도시된 것과 유사한 저-주파수 편차를 나타내고, 또한 유량이 감소하고 시스템이 서지(surge)에 도달함에 따라서 국부 최대값(local maxima) 및 최소값(minima)의 원주방향 시프트(circumferential shift)를 나타낸다.

[0019] 도 4 및 5는 유사하게 100,000RPM (도 4) 및 135,000RPM (도 5)에서 작동하는 원심 컴프레서 임펠러에 작동 가능하게 결합된 더블-디버전스 채널 디퓨저(double-divergence channel diffuser)에 대한 디퓨저 입구에서 정압의 시간 평균 원주방향 분포를 도시한다. 도 4에서, 압력 곡선들(402 및 404) 및 평균 압력 곡선들(408, 410)은 베인 위치들(406)에 의해 가려진 바와 같이, 디퓨저 채널들의 공간 주파수 분포보다 낮은 주된 공간 주파수 분포를 구비하는 저-주파수 원주방향 편차를 도시한다. 도 1-3과 달리, 압력 곡선들(402 및 404)은 위치들(406)에서 베인들의 개수와 동일한 개수의 톱니 패턴 내 더-높은 주파수 국부 최대값을 구비하지 않는다. 대신에, 포켓(pocket; 412)이 데이터 내에 존재하고, 유량과 함께 시프트한다(shift). 포켓(412)은 비-균일 유동이 고정된 디퓨저 통로들에 들어가게 하기 위해서 오프셋(offset) 또는 릴리프(relief) 프로세스가 발생할 수 있다는 것을 시사하고, 적어도 포켓(412)의 영역 내에서, 잠재적인 성능이 좋지 않은(underperforming) 디퓨저 통로들을 나타낸다. 도 5는 모두 135,000RPM에서, 네 개의 다른 유량들에 대응하는 평균 압력 곡선들(512, 514, 516, 및 518) 및 압력 곡선들(502, 504, 506, 및 508)을 포함한다. 도 4에서와 같이, 포켓들(510)은 각각의 유량에서 나타난다.

[0020] 다양한 디퓨저 유형들을 위한 원주방향 압력 데이터의 광범위한 시험 및 분석은 도 1-5에 도시된 저-주파수 원주방향 압력 분포가 디퓨저의 상류 또는 하류에 위치된 비대칭 유동 경로로부터 발생하지 않는다는 것을 보였다. 도 6은 디퓨저(602)의 하류에 위치된 볼류트(volute; 600)의 형태로 된 비대칭 유동 경로의 예시를 도시한다. 볼류트(600) 같은 볼류트들이 (볼류트 텅(volute tongue; 604)으로 언급되는) 컷워터(cutwater; 604) 근처에서, 디퓨저(602) 같은, 디퓨저의 유동장 내 비대칭을 생성하고, 예를 들어 위치들(A 및 B) 사이에서 연장하는 볼류트 왜곡 영역(volute distortion zone; 606)을 생성하는 것을 잘 알려져있다. 도시된 예시에서, 볼류트 왜곡 영역은 컷워터(604)의 대략 90도 상류(위치 "A")에서 컷워터의 대략 45도 하류(위치 "B")로 연장한다. 도 7은 볼류트를 구비하는 펌프 또는 컴프레서에 대한 원주방향 압력 대 유량을 도시한다. 도 7에 도시된 바와 같이, 볼류트는 유량이 증가하고 볼류트 유동 상태가 확산(diffusion)으로부터 가속(acceleration)으로 전환함에 따라서 약화되는(diminishes) 조건에서, 볼류트 내 강한 확산에 의해서 낮은 유동들에서 임펠러 출구 압력들 내 강한 원주방향 왜곡들을 생성한다. 도 7에서 압력 곡선들(1 및 2)은 볼류트 왜곡 영역(606)(도 6) 내에 있다.

[0021] 다양한 디퓨저 설계들은 볼류트 또는 다른 비대칭 유동 경로에 의해 생성된 큰 원주방향 왜곡들을 설명하려고 하는 볼류트들 같은 비대칭 유동 경로들을 구비하는 기계들 내에서 디퓨저 성능을 개선하도록 개발되었다. 디퓨저의 상류 또는 하류에 위치된 비대칭 유동 경로들의 다른 예시들은 임펠러의 전방에서 사이드 유입구(side inlet), 비대칭 콜렉터(asymmetric collector) 등을 포함한다. 볼류트 같은 비대칭 유동 경로에 의해 유발된 국부적인 벌크 압력 왜곡들 대신에, 도 1-5에 도시된 저주파수 압력 편차들은 기계의 전체 원주 주위에서 연장하

고, 작동 조건을 구비하는 위치 내에서 시프트하는 액티브 현상(active phenomena)이고, 비대칭 유동 경로들이 존재하는지에 관계없이 존재한다. 본 명세서는 이러한 저-주파수 공간 압력 편차들의 관점에서 디퓨저 성능을 개선하도록 설계 및 구성된 바이어스된 통로들을 구비하는 다양한 디퓨저들을 개시한다. 일부 실시예들에서, 바이어스된 통로들은 원주방향 균일성을 위해서, 도 1-5에 도시된 저-주파수 편차들 같은, 디퓨저 유입구에서 저-주파수 원주방향 압력 분포를 바이어스하도록 위치, 구성 및 치수화된다. 다른 예시들에서, 바이어스된 통로들은 또한, 또는 그 대신에, 유동장 편차들의 관점에서 터보기계의 성능을 개선하고, 유동장 편차들을 수정하고, 공간 유동장 편차들(spatial flow field variations)의 제어 능력을 증가시키는 것을 포함하는, 터보기계의 성능을 개선하도록 설계 및 구성된다.

[0022] 본 명세서는 특별한 성능 및 유동장들에 대해서 맞춰진(tailored) 바이어스된 통로들을 구비하는 디퓨저를 개발하기 위해서 임의의 개수의 다른 조합들 내에서 결합될 수 있는 다양한 디퓨저 설계 변수들 또는 특성들을 포함한다. 그러한 디퓨저 설계 변수들 또는 특성들의 비-제한적인 예시들은, 베인 리딩 엣지 위치, 베인 트레일링 엣지 위치, 디퓨저 중심선으로부터 베인의 방사상 거리, 베인 코드 길이, 베인의 최대 두께, 베인 높이, 베인 유동방향 형상 분포, 베인 엇갈림 각(vane stagger angle), 베인 웨지 각(vane wedge angle), 채널 디버전스 각(channel divergence angle), 베인 피치, 베인 린(vane lean), 베인 트위스트(vane twist), 베인 리딩 엣지 형상, 예를 들어 리딩 엣지 쉼브론(leading edge chevron), 스왈로우테일(swallowtail), 스칼롭(scallop) 등, 고정된 또는 이동 가능한 베인들, 허브 및 쉬라우드 표면들 사이의 통로 높이, 바이어스된 통로의 원주방향 위치, 바이어스된 통로들의 개수, 및 디퓨저 통로의 상류 및/또는 하류로 연장하는 허브 및 쉬라우드 표면들 중 하나 또는 둘 다에 위치된 하나 이상의 유동방향 채널들을 포함하나, 이에 국한되지 않는다. 하나 이상의 디퓨저 설계 변수들은 동일한 베인 열 내 복수 개의 다른 디퓨저 경로들의 단면 유동 영역 분포(cross-sectional flow area distribution)와 다른 유동방향 내 단면 유동 영역 분포를 구비하는 하나 이상의 바이어스된 통로들을 생성하기 위해서, 디퓨저 베인 열 내 베인들의 서브세트에 대해서 조절될 수 있다. 그러한 디퓨저 설계 변수 조합들은 예를 들어 플랫 플레이트, 에어포일, 직선 채널, 코니컬(conical), 단일 열 또는 탠덤(tandem), 각 열에 대한 단일 또는 다수의 베인 유형, 및 솔리디티(solidity)를 포함하는, 베인 디퓨저의 임의의 유형을 포함하는, 디퓨저의 임의의 유형에 적용될 수 있다.

[0023] 또 다른 예시들에서, 본 발명에 따라서 마련된 디퓨저들은 멀티-베인 그룹핑들(multi-vane groupings)을 포함하고, 각각의 베인 그룹핑들은 각각 그룹핑 내 베인들 중 다른 것들과 하나 이상의 다른 특성들을 구비하는 두 개 이상의 베인들을 포함한다. 그룹핑들은 기계의 원주 주위에 주기적 배열로 배치되거나, 비주기적 배열로 배치될 수 있어, 하나 이상의 바이어스된 통로들을 생기게 할 수 있다. 베인 그룹핑 내 베인들 사이에서 변화하는 하나 이상의 특성들은 베인 리딩 엣지 위치, 베인 트레일링 엣지 위치, 디퓨저 중심선으로부터 베인의 방사상 거리, 베인 코드 길이, 베인의 최대 두께, 베인 높이, 베인 유동방향 형상 분포, 베인 엇갈림 각, 베인 웨지 각, 채널 디버전스 각, 베인 피치, 베인 린, 베인 트위스트, 베인 리딩 엣지 형상, 예를 들어 리딩 엣지 쉼브론, 스왈로우테일, 스칼롭(scallop) 등, 고정된 또는 이동 가능한 베인들, 허브 및 쉬라우드 표면들 사이의 통로 높이를 포함할 수 있으나, 이에 국한되지 않는다. 하나 이상의 그러한 특성들은 변화될 수 있다. 그러한 그룹핑들은 전술된 원주방향 압력 편차들 같은, 유동장 편차들의 관점에서 터보기계의 성능을 개선하고, 유동장 편차들을 수정하고, 공간 유동장 편차들의 제어 능력을 증가시키는 것을 포함하는, 터보기계의 성능을 개선하도록 설계, 구성 및 위치된다.

[0024] 편향된 통로들을 구비하는 베인리스 디퓨저들(vaneless diffusers)의 예시들은 하나 이상의 원주방향 위치들 내 통로 높이를 변화시키기 위해 허브 또는 쉬라우드 표면 내 위치된 채널들, 그루브들, 또는 다른 리세스들 같은 유동방향 리세스들을 구비하는 베인리스 디퓨저들을 포함한다. 이하에서 더 설명되는 바와 같이, 길쭉한 리세스들은 둥근 엣지들을 구비하는 유동방향 그루브들 및 실질적으로 정사각형인 엣지들을 구비하는 유동방향 채널들을 포함하나, 이에 국한되지 않는다. 일부 예시들에서, 베인리스 디퓨저들은 유동방향 리세스들의 비주기적 배열을 구비할 수 있다. 그러한 리세스들의 유동방향 길이는, 임펠러 안으로 디퓨저의 상류 및 디퓨저의 하류로 연장하는 더 긴 리세스들로부터, 디퓨저 내 유동방향 위치에 위치되고 더 짧은 길이로 된 더 짧은 리세스들로 변화할 수 있다. 여기에 개시된 바이어스된 통로들은 디퓨저 열 내 다른 통로들의 단면 영역보다 큰 단면 영역을 구비할 수 있다. 그러한 증가된 유동 영역 통로(들)는 임펠러 토출구 유동의 비대칭 부분을 수용하고 다른 비-바이어스된 통로들 안으로 유동의 보다 균일한 분포를 유발하도록 설계 및 구성될 수 있는 바이어스된 릴리프 통로(biased relief passage)를 제공할 수 있다. 다른 예시들에서, 여기에 개시된 바이어스된 통로들은 완전히 차단된 통로들을 포함하여, 다른 비-바이어스된 통로들의 단면 영역에 비해서 감소된 단면 영역을 구비할 수 있다. 따라서, 여기에서 사용된 바와 같이, 감소된 영역의 바이어스된 통로는 완전히 차단된 통로들, 또는 통로가 완전히 주기적인 디퓨저 통로 배열을 위해 있을 수 있는 위치 내에 디퓨저 통로의 부재를 포함할 수 있다.

이와 같이 감소된 유동 영역의 바이어스된 통로들은 비대칭 임펠러 토출구 유동장을 재분배하거나 그렇지 않으면 영향을 미치도록 설계 및 구성되어, 비-바이어스된 통로들 내 유동의 보다 균일한 통로를 제공할 수 있다.

[0025] 본 발명은 또한 성능을 개선하기 위해서 터보기계를 위한 유동 구조들을 설계하는 실험 및 계산 방법들을 포함한다. 일 예시에서, 터보기계 및/또는 디퓨저의 계산 모델이 개발될 수 있다. 원주방향 압력 분포가 하나 이상의 작동 조건들에서 계산될 수 있고 디퓨저의 성능이 분석될 수 있다. 일부 경우들에서, 압력에서 저-주파수 원주방향 편차가 디퓨저 유입구에서 계산될 수 있다. 디퓨저의 계산 모델은 하나 이상의 바이어스된 통로들의 추가와 함께 반복하여(iteratively) 조절될 수 있고, 원주방향 압력 분포 및 디퓨저 성능은 최적화된 바이어스된 통로 설계를 확인하기 위해서 각각의 경우에 대해서 계산될 수 있다. 다른 예시들에서, 원주방향 압력 분포를 계산하는 대신에, 디퓨저 유입구 압력 내 시드 섭동(seeded perturbation) 또는 다른 균등한 접근이 최적화된 바이어스된 통로 배열을 결정하기 위해서 다양한 디퓨저 설계들에 대해서 계산 모델에 적용될 수 있다. 또 다른 예시들에서, 바이어스된 통로 설계들을 결정하는 실험 방법들이 구현될 수 있고, 그것은 원주방향 압력 편차의 주된 성분들을 완전히 특징짓기 위해 디퓨저 유입구의 원주 주위에서 충분한 압력 측정값들을 구비하는 시험 플랫폼(testing platform) 제공하는(instrumenting) 단계를 포함한다. 바이어스된 통로들을 구비하고 구비하지 않는 다양한 디퓨저 설계들에 대한 원주방향 압력 편차가 측정될 수 있고 결정된 바이어스된 통로 설계들이 개선될 수 있다.

[0026] 도 8-20은 하나 이상의 바이어스된 통로들을 구비하는 베인 디퓨저들의 예시적인 실시예들을 도시한다. 도 8은 디퓨저 유입구(808) 및 토출구(810) 사이에서 유동방향으로 연장하고 허브(804) 및 쉬라우드(806) 사이에서 연장하는 일련의 베인들(802)을 구비하는 예시적인 베인 플랫 플레이트 저 솔리디티 디퓨저(vaned flat plate low solidity diffuser; 800)의 일부를 도시한다. 열(802)은 복수 개의 제1 베인들(812) 및 적어도 하나의 제2 베인(814)을 포함한다. 오직 세 개가 도시되었으나, 제1 베인들(812)은 디퓨저(800)의 하나 이상의 부분들 주위에서 균등하게 이격 배치된다. 도시된 바와 같이, 제2 베인(814)은 제1 베인들(812)과 다른 특성, 여기에서는 다른 높이를 구비하고, 제2 베인(814)은 허브(804)에 부착된 부분 높이 베인(partial height vane)이다. 제2 베인(814)의 부분 높이는 제1 베인들(812) 사이에 통로(816)와 유동방향으로 다른 단면 영역 분포를 구비하는 바이어스 통로(816)를 생기게 한다. 따라서, 디퓨저(800)는 제1 베인들(812) 사이에 연장하는 통로들(816)의 적어도 하나의 주기적 섹션을 포함하는, 디퓨저의 원주 주위에 위치된 복수 개의 통로들을 구비하고, 제1 베인들(812)이 디퓨저 중심선 주위에서 규칙적인 간격에서 균등하게 이격 배치되므로 상기 섹션은 주기적이다. 디퓨저(800)는 또한 바이어스된 통로(818)를 포함하는 적어도 하나의 비주기적 섹션을 포함하고, 제1 베인들(812)의 주기적 속성에서 불연속성이 존재하고, 여기에서 통로들(816)보다 더 큰 단면 유동 영역을 구비하는 바이어스된 통로(818)가 존재하므로 상기 섹션은 비주기적이다. 예시적인 디퓨저(800)는 원주방향 압력 분포를 구비하는 유동장을 수용하도록 설계 및 구성되고, 바이어스된 통로(816)는 원주방향 균일성을 위해서 원주방향 압력 분포를 바이어스하도록, 예를 들어, 도 1-5에 도시된 것들과 같이, 저-주파수 공간 압력 편차를 바이어스하도록, 위치, 구성 및 치수화된다. 바이어스된 통로는 또한 유동장 편차들의 관점에서 터보기계의 성능을 개선하고, 유동장 편차들을 수정하고, 공간 유동장 편차들의 제어 능력을 증가시키는 것을 포함하는, 터보기계의 성능을 개선하도록 위치, 구성 및 치수화된다. 디퓨저(800)는 디퓨저의 원주 주위 임의의 위치에 위치한 하나 이상의 바이어스된 통로들(816)을 구비할 수 있다. 도 9는 디퓨저(800)와 실질적으로 동일한 디퓨저(900)를 도시하고, 허브(904) 및 쉬라우드(906) 사이에 연장하는 제1 베인들(902) 및 적어도 하나의 제2 베인(908)을 포함하고, 제2 베인이 부분 높이로 되어 바이어스 통로를 생기게 한다. 디퓨저(800)와 달리, 제2 베인(908)은 허브(904) 대신, 쉬라우드(906)에 부착된다. 대안적인 실시예들은 제2 베인들(814 및 908)의 조합들, 예를 들어 쉬라우드 표면에 부착된 하나 이상의 부분-높이 베인들(partial-height vanes) 및 허브 표면에 부착된 하나 이상의 부분-높이 베인들을 구비하는 단일 디퓨저를 포함할 수 있다.

[0027] 도 10은 다른 특성, 여기에서 디퓨저(100)의 중심선(1005)으로부터의 방사상 거리 및 엇갈림 각을 구비하여, 바이어스된 통로(1006)를 형성하는, 복수 개의 제1 베인들(1002) 및 적어도 하나의 제2 베인(1004)을 구비하는 예시적인 디퓨저(1000)를 도시한다. 파선(1008)은 제1 베인들의 주기적인 속성, 예를 들어 주기적인 제1 베인 위치가 현존하는 디퓨저들을 구비하는 경우와 같이 연속된다면, 제1 베인들(1002) 중 하나가 어디에 위치되는지를 나타낸다. 파선들(1010)은 엇갈림 각이 제1 베인 엇갈림 각으로부터 +/-로 변화될 수 있다는 것을 나타낸다. 디퓨저(1000)의 일부만이 도시되었으나, 디퓨저는 하나 이상의 바이어스된 통로(1006)를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 베인들(1002, 1004)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 예시적인 제2 베인(1004)은 주기적인 제1 베인 위치(1008)에 비해 유동방향을 따라 뒤로 슬라이드되어, 리딩 엣지(1012) 및 트레일링 엣지(1014)가 모두 제1 베인들(1002)의 리딩 및 트레일링 엣지들(1016, 1018)보다 중심선(1005)으로부터 더 큰 방사상 거리로 되게 할 수 있다. 바이어스된 통로(1006)는 디퓨저(1000)의

유입구(1020)에서 더 큰 단면 유동 영역의 형태로 된 디퓨저(1000) 내 비주기적 섹션을 생성한다.

[0028] 도 11은 다른 특성, 여기에서 두께를 구비하여, 바이어스된 통로(1106)를 형성하는, 복수 개의 제1 베인들(1102) 및 적어도 하나의 제2 베인(1104)을 구비하는 예시적인 디퓨저(1100)를 도시한다. 디퓨저(1100)의 일부만이 도시되었으나, 디퓨저는 두 개 이상의 바이어스된 통로(1106)를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 베인들(1102, 1104)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 예시적인 제2 베인(1104)은 제1 베인들(1102)보다 더 얇아서, 통로들(1108)과 다른 단면 영역 분포를 구비하는 바이어스된 통로들(1106)을 생기게 하고, 제2 베인(1104)과 인접하게 더 큰 단면 유동 영역의 형태로 된 디퓨저(1100) 내 비주기적 섹션을 생성한다.

[0029] 도 12는 디퓨저(1100)(도 11)와 유사하고, 다른 특성, 여기에서 최대 두께를 구비하여, 바이어스된 통로들(1206)을 형성하는, 복수 개의 제1 베인들(1202) 및 적어도 하나의 제2 베인(1204)을 구비하는 예시적인 디퓨저(1200)를 도시한다. 디퓨저(1200)의 일부만이 도시되었으나, 디퓨저는 두 개 이상의 바이어스된 통로(1206)를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 베인들(1202, 1204)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 예시적인 제2 베인(1204)은 제1 베인들(1202)보다 더 두꺼워서, 통로들(1208)과 다른 단면 영역 분포를 구비하는 바이어스된 통로들(1206)을 생기게 하고, 제2 베인(1204)과 인접하게 더 작은 단면 유동 영역의 형태로 된 디퓨저(1200) 내 비주기적 섹션을 생성한다.

[0030] 도 13은 디퓨저들(1100 및 1200)(도 11 및 12)과 유사하고, 다른 특성, 여기에서 코드 길이를 구비하여, 바이어스된 통로(1306)를 형성하는, 복수 개의 제1 베인들(1302) 및 적어도 하나의 제2 베인(1304)을 구비하는 예시적인 디퓨저(1300)를 도시한다. 디퓨저(1300)의 일부만이 도시되었으나, 디퓨저는 두 개 이상의 바이어스된 통로(1306)를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 베인들(1302, 1304)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 예시적인 제2 베인(1304)은 제1 베인들(1302)보다 더 길어서, 통로들(1308)과 다른 유동방향 단면 영역 분포를 구비하는 바이어스된 통로들(1306)을 생기게 하고, 제2 베인(1304) 근처에서 디퓨저(1300) 내 비주기적 섹션을 생성한다. 도 14는 디퓨저(1300)와 실질적으로 동일한 디퓨저(1400)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스(reference numeral suffix)를 구비한다. 디퓨저(1300)와 달리, 제2 베인(1404)은 하나의 가능한 대안적인 엇갈림 각을 나타내는, 과선(1410)으로 가리켜진 바와 같이, 제1 베인들(1402)과 다른 엇갈림 각을 구비할 수 있다. 제2 베인(1404)의 특별한 엇갈림 각은, 제1 베인(1402) 엇갈림 각에 대해서 양의 각도 및 음의 각도 모두를 포함하여 변화될 수 있다.

[0031] 도 15는 디퓨저들(1100-1400)(도 11-14)과 유사하고, 다른 특성, 여기에서 피치를 구비하여, 인접한 제1 베인들(1502) 사이의 간격(spacing)과 다른 제2 베인(1504) 및 인접한 베인들 사이의 원주 방향 간격을 생기게 해서, 바이어스된 통로들(1506a 및 1506b)을 형성하는, 복수 개의 제1 베인들(1502) 및 적어도 하나의 제2 베인(1504)을 구비하는 예시적인 디퓨저(1500)를 도시한다. 바이어스된 통로(1506a)는 통로들(1508)보다 더 작은 단면 영역을 구비하고 바이어스된 통로(1506b)는 통로들(1508)보다 더 큰 단면 영역을 구비한다. 디퓨저(1500)의 일부만이 도시되었으나, 디퓨저는 두 개 이상의 바이어스된 통로들(1506a, b)을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 베인들(1502, 1504)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 예시적인 제2 베인(1504)은 제1 베인들(1202)과 동일한 피치, 형상 및 코드 길이를 구비하나, 주기적인 제1 베인 위치와 다른 원주방향 위치에 위치되어, 불-균일한 및 비주기적인 원주방향 베인 피치 분포를 구비하는 디퓨저(1500) 및 비주기적 섹션을 생기게 한다.

[0032] 도 16은 복수 개의 제1 베인들(1602)(열두 개 중 두 개만 라벨링됨(labeled)) 및 제1 베인들과 다른 특성, 여기에서 최대 두께 및 코드 길이를 각각 구비하는 두 개의 제2 베인들(1604a, 1604b)을 구비하여, 바이어스된 통로들(1606a 및 1606b)을 형성하는, 예시적인 디퓨저(1600)를 도시한다. 제2 베인(1604a)은 제1 베인들(1602)과 동일한 두께를 구비하나, 더 긴 코드 길이를 구비하여, 통로들(1608)과 다른 유동방향 단면 영역 분포를 구비하는 바이어스된 통로들(1606a)을 생기게 한다. 제2 베인(1604b)은 제1 베인들(1602)보다 더 큰 두께를 구비하여, 통로들(1608)보다 더 작은 단면 영역을 포함하는, 다른 유동방향 단면 영역 분포를 구비하는 바이어스된 통로들(1606b)을 생기게 한다. 제1 및 제2 베인들(1602, 1604a, 1604b)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 제2 베인들(1604a, 1604b) 및 관련된 바이어스된 통로들(1606a, 1606b)은 디퓨저(1600)의 원주 주위에서 대략 180도로 이격 배치된다. 제1 베인들(1602)은 인접한 제1 베인들과 균등하게 이격 배치되어, 두 개의 주기적 섹션들(1610)을 제공하고, 제2 베인들(1604a, 1604b)은 두 개의 비주기적 섹션들(1612)을 생기게 한다.

[0033] 도 17은 복수 개의 제1 베인들(1702)(일곱 개 중 두 개만 라벨링됨) 및 제1 베인들(1702)과 다른 특성, 여기에서 코드 길이를 각각 구비하는 복수 개의 제2 베인들(1704)(일곱 개 중 두 개만 라벨링됨)을 구비하는 예시적인 디퓨저(1700)를 도시한다. 디퓨저(1600)와 달리, 디퓨저(1700)는 동일한 개수의 제1 베인들(1702) 및 제2 베인들(1704) 및 완전히 주기적인 배열의 통로들(1706a, 1706b)을 구비한다. 제1 베인들(1702) 및 제2 베인들(1704)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 여기에서 그룹핑 당 두 개의 베인들(two vanes per grouping)인, 제1 및 제2 베인들(1702, 1704)은 베인 그룹핑들 내에 배치되고, 디퓨저(1700)는 주기적인 배열의 멀티-베인 그룹핑들을 구비하고, 각각의 베인 그룹핑은 각각 그룹핑 내 베인들 중 다른 것들과 다른 특성을 구비하는, 제1 및 제2 베인들(1702, 1704)을 포함한다. 도 18은 실질적으로 디퓨저(1700)와 실질적으로 동일하고, 복수 개의 제1 베인들(1802)(일곱 개 중 두 개만 라벨링됨) 및 제1 베인들(1802)과 다른 특성, 여기에서 코드 길이를 각각 구비하는 복수 개의 제2 베인들(1804)(일곱 개 중 두 개만 라벨링됨)을 포함하는 디퓨저(1800)를 도시한다. 디퓨저(1700)와 달리, 각각의 제2 베인들(1804)은 제1 베인들(1802)과 다른 유동방향 위치를 구비하고, 리딩 엣지(1812)의 위치는 다른 방사상 거리, 여기에서 디퓨저 중심선으로부터 제1 베인 리딩 엣지들(1816)의 방사상 거리보다 디퓨저 중심선(1814)로부터 더 큰 거리에 있다. 예를 들어, 각각의 제2 베인들(1804)은 주기적인 제1 베인 위치에 비해 유동방향으로 뒤로 미끄러진다. 디퓨저(1700)에서와 같이, 디퓨저(1800)는 여기에서 그룹핑 당 두 개의 베인들인, 멀티-베인 그룹핑들 내에 배치된 제1 및 제2 베인들(1802, 1804)을 포함하고, 디퓨저(1800)는 주기적인 배열의 멀티-베인 그룹핑들을 구비한다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 제1 및/또는 제2 베인들(1702, 1802, 1704, 1804)의 하나 이상의 특성들은 비대칭 압력 장들, 예를 들어 도 1-5에 도시된 비대칭 압력 장들을 해결하기 위해 구성된 바이어스된 통로들을 구비하는 하나 이상의 비주기적 섹션들을 생성하도록 변화될 수 있다. 하나 이상의 특성들은, 예를 들어, 베인 높이, 엣갈림 각, 피치, 베인 형상, 베인 리딩 및 트레이링 엣지 위치 및 코드 길이 등과 같이 여기에서 설명된 임의의 특성들을 포함할 수 있다.

[0034] 도 19는 복수 개의 제1 베인들(1902)(일곱 개 중 두 개만 라벨링됨) 및 제1 베인들(1902)과 다른 특성, 여기에서 코드 길이 및 엣갈림 각을 각각 구비하는 복수 개의 제2 베인들(1904)(일곱 개 중 두 개만 라벨링됨)을 구비하는 예시적인 디퓨저(1900)를 도시한다. 디퓨저(1900)는 동일한 개수의 제1 베인들(1902) 및 제2 베인들(1904) 및 제2 베인들(1904)이 모두 동일한 엣갈림 각에 있을 때, 완전히 주기적인 배열의 통로들(1906a, 1906b)을 구비한다. 제1 베인들(1902) 및 제2 베인들(1904)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 여기에서 그룹핑 당 두 개의 베인들인, 제1 및 제2 베인들(1902, 1904)은 베인 그룹핑들 내에 배치되고, 디퓨저(1900)는 주기적인 배열의 멀티-베인 그룹핑들을 구비한다. 파선들(1910)에 의해 나타내진 바와 같이, 제2 베인들(1904)의 엣갈림 각은 제1 베인들(1902)과 동일하게 되거나, 제1 베인 엣갈림 각으로부터 양 또는 음 방향으로 변화될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 베인들(1904)의 엣갈림 각은 변화될 수 있고, 하나 이상의 바이어스된 통로들을 구비하는 주기적인 배열을 형성하도록 배치될 수 있다. 예를 들어, 제2 베인들(1904) 중 하나 제외하고 나머지는 제1 베인들(1902)과 동일한 엣갈림 각을 구비할 수 있고, 제2 베인들 중 하나는 교대하는 엣갈림 각을 구비해서, 변경된-각도 전체 높이 제2 베인(altered-angle full height second vane)의 어느 한 측면 상에 두 개의 바이어스된 통로들을 제공할 수 있다. 다른 예시들에서, 다른 개수의 제2 베인들(1904)의 엣갈림 각이 변화될 수 있다.

[0035] 도 20은 디퓨저(1900)와 실질적으로 동일한 디퓨저(2000)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스를 구비한다. 디퓨저(1900)와 달리, 제2 베인들(1904)의 엣갈림 각이 변화될 수 있는 경우, 디퓨저(2000) 내에서, 제1 베인들(2002)의 엣갈림 각은 파선들(2010)에 의해 나타내진 바와 같이 변화될 수 있다. 디퓨저(1900)에서와 같이, 모든 보다 적은(less than all) 제1 베인들(2002)의 엣갈림 각은 제1 베인들 중 다른 것들과 다르게 되어, 비주기적인 배열 및 하나 이상의 바이어스된 통로들을 생기게 한다. 여기에서 그룹핑 당 두 개의 베인들인, 제1 및 제2 베인들(2002, 2004)은 베인 그룹핑들 내에 배치되고, 디퓨저(2000)는 주기적인 배열의 멀티-베인 그룹핑들을 구비한다. 다른 예시들에서, 디퓨저들(1900 및 2000)의 특성들은 제1 베인들(1902, 2002)의 서브세트 또는 제2 베인들(1904, 2004)의 서브세트의 엣갈림 각 또는 제1 및 제2 베인들 모두 중 선택된 것들의 엣갈림 각을 변화시키는 것을 포함하여 조합될 수 있다.

[0036] 다른 실시예에서, 예시적인 디퓨저는 복수 개의 베인 그룹핑들을 포함할 수 있고, 그룹핑 내 각각의 베인은 다른 높이를 구비한다. 예를 들어, 베인 그룹핑은 허브 또는 쉬라우드 표면에 부착된 제1 부분 높이 베인 및 허브 또는 쉬라우드 표면에 부착된 제2, 인접한 부분 높이 베인을 포함하는 두 개의 부분-높이 베인들을 포함할 수 있다. 디퓨저는 주기적 배열의 그룹핑들을 포함할 수 있고, 예를 들어 일 예시에서 제1 및 제2 부분 높이 베인들은 기계의 원주 주위에서 모두 균등하게 이격 배치될 수 있다. 일 예시에서, 제1 부분 높이 베인은 제2 부분

높이 베인과 다른 높이를 구비할 수 있다. 예를 들어, 제1 부분 높이 베인은 통로 높이의 대략 15% 및 대략 65% 사이의 높이를 구비할 수 있고, 일부 예시들에서 통로 높이의 대략 50%인 높이를 구비할 수 있다. 제2 부분 높이 베인은 통로 높이의 대략 5% 및 대략 45% 사이의 높이를 구비할 수 있고, 일부 예시들에서 대략 15%인 높이를 구비할 수 있다. 일 예시에서, 각각의 베인 그룹핑 내에서 제1 및 제2 부분 높이 베인들은 통로의 반대되는 측면들 상에 장착될 수 있고, 예를 들어 제1 부분 높이 베인은 쉬라우드에 장착될 수 있고 제2 부분 높이 베인은 허브에 장착될 수 있다. 그러한 부분-높이 베인 그룹핑은 리딩 엣지 금속 차단(leading edge metal blockage)을 감소시키고 통로 영역을 증가시킬 수 있어, 특히 초크(choke) 근방 유동 재구성(flow reorganization)을 허용하여 성능을 개선한다. 또 다른 예시들에서, 베인 그룹핑들은 세 개 이상의 베인들을 포함할 수 있고, 그러한 베인 그룹핑들은 디퓨저의 주변부 주위에서 반복된다. 또 다른 예시들에서, 하나 이상의 바이어스된 통로들은 주기적인 섹션들에 인접하게 베인 그룹핑들을 위치시키는 것에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 14개의 베인들을 구비하는 디퓨저에서, 제1 및 제2 부분 높이 베인들을 구비하는 두 개의 베인 그룹핑은 하나 이상의 원주방향 위치들 내에 14개의 베인들 중 2 내지 12의 위치들 내에 사용될 수 있어 하나 이상의 바이어스된 통로들을 생기게 한다.

[0037] 도 21은 종래 기술의 채널형 디퓨저(2100)를 도시하고, 도 22-23은 본 발명에 따른 채널형 디퓨저들의 예시적인 실시예들을 도시한다. 도 21에 도시된 바와 같이, 종래 기술의 채널형 디퓨저(2100)는 채널들의 형태로 된 통로들(2104)(하나만 라벨링됨)을 정의하는 복수 개의 베인들(2102)(하나만 라벨링됨)을 포함한다. 디퓨저(2100)는 도 4 및 5에 도시된 시험 데이터를 얻기 위해 사용된 디퓨저와 유사하다. 디퓨저(2100)는 완전히 주기적이고 대칭이고, 각각의 베인들(2101)은 동일한 엇갈림 각(S) 및 웨지 각(W)을 구비하고, 각각의 통로(2104)는 동일한 디버전스 각(D)을 구비한다.

[0038] 도 22는 제1 베인(2204)(하나만 라벨링됨) 사이에 연장하는 복수 개의 통로들(2202)(하나만 라벨링됨)을 구비하는 예시적인 채널 디퓨저(2200)를 도시한다. 그러나, 종래 기술의 디퓨저(2100)와 달리, 각각의 통로(2202)는 또한 인접한 제1 베인들(2204) 사이에 위치한 제2 베인(2206)을 포함한다. 예시적인 제2 베인들(2206)은 플랫 플레이트들이고, 각각 디퓨저 유입구(2210)로부터 하류에 있는 리딩 엣지(2208) 및 디퓨저 토출구(2214)의 상류에 위치한 트레일링 엣지(2212)를 구비한다. 제2 베인들(2206)은 전체 높이로 된다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 제1 및/또는 제2 베인들(2204, 2206)은 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 실시예에서, 제2 베인들(2206)은 통로들(2202)의 길이보다 더 짧은 코드 길이를 구비하고, 원주방향 및 유동방향 모두에서 통로들 내에서 실질적으로 중심에 위치된다. 여기에서 그룹핑 당 두 개의 베인들인, 제1 및 제2 베인들(2204, 2206)은 베인 그룹핑들 내에 배치되고, 디퓨저(2200)는 주기적 배열의 멀티-베인 그룹핑들을 구비한다. 그러나, 예시적인 통로들(2202)은 주기적이고, 하나 이상의 제1 베인들(2204) 및/또는 제2 베인들(2206)의 하나 이상의 특성들은 하나 이상의 바이어스된 통로들을 생성하기 위해 변화될 수 있다. 하나 이상의 제1 및/또는 제2 베인들(2204, 2206)의 하나 이상의 특성들은 비대칭 압력 장들, 예를 들어, 도 1-5에 도시된 비대칭 압력 장들을 해결하기 위해 구성된 바이어스된 통로들을 구비하는 하나 이상의 비주기적 섹션들을 생성하기 위해 변화될 수 있다. 하나 이상의 특성들은 예를 들어 베인 높이, 엇갈림 각, 피치, 베인 형상, 베인 리딩 및 트레일링 엣지 위치, 및 코드 길이 등 같이 여기에서 설명된 임의의 특성들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 베인들(2206)은 에어포일형을 포함하는 임의의 유형으로 될 수 있고, 통로들(2202) 내에서 모두 중심에 있을 필요가 없다; 적어도 하나는 부분 높이 설계를 포함하는 바이어스된 통로를 생성하기 위해서 재위치되거나 재사이징될(resized) 수 있다.

[0039] 도 23은 채널 디퓨저(2200)와 유사한 예시적인 채널 디퓨저(2300)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조번호 서픽스를 구비한다. 디퓨저(2300)는 제1 베인들(2304)(하나만 라벨링됨) 사이에 연장하는 복수 개의 통로들(2302)(하나만 라벨링됨)을 포함한다. 각각의 통로(2302)는 또한 인접한 제1 베인들(2304) 사이에 위치한 제2 베인(2306)을 포함한다. 예시적인 제2 베인들(2306)은 플랫 플레이트들이다. 제2 베인들(2306)(도 22)에 비해, 제2 베인들(2306)은 더 좁고 더 멀리 상류에 위치되고, 이 예시에서 디퓨저 유입구(2310)에 위치한 리딩 엣지(2308) 및 디퓨저 토출구(2314)의 더 멀리 상류에 위치한 트레일링 엣지(2312)를 구비한다. 제2 베인들(2306)은 전체 높이로 된다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 제1 및/또는 제2 베인들(2304, 2306)은 부분 높이로 될 수 있다. 도시된 예시에서, 제2 베인들(2306)은 통로들(2302)의 길이보다 더 짧은 코드 길이를 구비하고, 원주방향으로 통로들 내에서 실질적으로 중심에 위치되고 유동방향으로 통로(2302) 중앙점(midpoint)의 상류에 위치된다. 여기에서 그룹핑 당 두 개의 베인들인, 제1 및 제2 베인들(2304, 2306)은 베인 그룹핑들 내에 배치되고, 디퓨저(2300)는 주기적 배열의 멀티-베인 그룹핑들을 구비한다. 그러나, 예시적인 통로들(2302)은 주기적이고, 하나 이상의 제1 베인(2304) 및/또는 제2 베인들(2306)의 하나 이상의 특성들은 하나 이상의 바이어스된 통로들을 생성하기 위해서 변화될 수 있다. 하나 이상의 제1 및/또는 제2 베인들(2304, 2306)의 하나 이상의 특성들은 비대칭 압력 장들, 예를 들어 도 1-5에 도시된 비대칭 압력 장들을 해결하기 위

해 구성된 바이어스된 통로들을 구비하는 하나 이상의 비대칭적 섹션들을 생성하기 위해 변화될 수 있다. 하나 이상의 특성들은 예를 들어 베인 높이, 엇갈림 각, 피치, 베인 형상, 베인 리딩 및 트레일링 엣지 위치 및 코드 길이 등 같이 여기에 설명된 임의의 특성들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 베인들(2306)은 에어포일형을 포함하는 임의의 유형으로 될 수 있고 모두 통로들(2302) 내에서 중앙에 위치될 필요가 없다; 적어도 하나는 부분 높이 설계를 포함하는 바이어스 통로를 생성하도록 재위치되거나 재사이징될 수 있다.

[0040] 도 24는 디퓨저(2400)가 복수 개의 제1 베인들(2402) 및 제1 베인들(2402)과 다른 특성, 여기에서 웨지 각을 구비하는 하나의 제2 베인(2404)을 포함하는 점을 제외하고, 종래 기술의 디퓨저(2100)(도 21)와 동일한 예시적인 채널 디퓨저(2400)를 도시한다. 도시된 예시에서, 디퓨저(2400)는 제1 베인(2402) 주기적 위치 또는 제1 베인(2402)이 종래 기술의 배열 내에 위치한 곳 내에 위치한 단일의 제2 베인(2404)을 포함한다. 제2 베인(2404)은 제1 베인(2402) 웨지 각(W1)보다 작은 웨지 각(W2)을 구비한다. 제2 베인(2404)의 더 작은 웨지 각(W2)은 두 개의 바이어스된 통로들(2406)을 생기게 한다. 디퓨저(2400)는 두 개의 바이어스된 통로들(2406)을 포함하는 비주기적 섹션(2412) 및 관련된 통로들(2410) 및 제1 베인들(2402)의 주기적 섹션(2408)을 포함한다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 추가적인 제1 베인들(2402)은 제1 베인들(2402)과 다른 하나 이상의 특성들을 구비할 수 있는 제2 베인들(2404)로 교체되어, 하나 이상의 추가적인 바이어스된 통로들을 생성한다.

[0041] 도 25는 디퓨저(2400)(도 24)와 유사한 예시적인 채널 디퓨저(2500)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스(reference numeral suffix)를 구비한다. 디퓨저(2500)는 복수 개의 제1 베인들(2502) 및 제1 베인들(2502)과 다른 특성, 여기에서 웨지 각을 구비하는 하나의 제2 베인(2504)을 포함한다. 디퓨저(2400)와 달리, 제2 베인(2504)은 제1 베인들(2502)보다 더 큰 웨지 각을 구비한다. 도시된 예시에서, 디퓨저(2500)는 제1 베인(2502) 주기적 위치 또는 제1 베인(2502)이 종래 기술의 배열 내에 위치한 곳 내에 위치한 단일의 제2 베인(2504)을 포함한다. 제2 베인(2504)은 제1 베인(2502) 웨지 각(W1)보다 더 큰 웨지 각(W2)을 구비한다. 제2 베인(2504)의 더 큰 웨지 각(W2)은 통로들(2510)보다 더 작은 단면 영역을 구비하는 두 개의 바이어스된 통로들(2506)을 생기게 한다. 디퓨저(2500)는 두 개의 바이어스된 통로들(2406)을 포함하는 비주기적 섹션(2412) 및 관련된 통로들(2410) 및 제1 베인들(2502)의 주기적 섹션(2508)을 포함한다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 추가적인 제1 베인들(2502)은 제1 베인들(2502)과 다른 하나 이상의 특성들을 구비할 수 있는 제2 베인들(2504)로 교체되어, 하나 이상의 추가적인 바이어스된 통로들을 생성한다.

[0042] 도 26은 디퓨저들(2400(도 24) 및 2500(도 25))과 유사한 예시적인 채널 디퓨저(2600)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스(reference numeral suffix)를 구비한다. 디퓨저(2600)는 복수 개의 제1 베인들(2602) 및 제1 베인들(2602)과 다른 특성, 여기에서 코드 길이를 구비하는 하나의 제2 베인(2604)을 포함한다. 도시된 예시에서, 디퓨저(2600)는 제1 베인(2602) 주기적 위치 또는 제1 베인(2602)이 종래 기술의 배열 내에 위치한 곳 내에 위치한 단일의 제2 베인(2604)을 포함한다. 제2 베인(2604)의 더 긴 길이는 통로들(2610)과 다른 유동방향 단면 영역 분포를 구하는 두 개의 바이어스된 통로들(2606)을 생기게 하고, 디퓨저 토출구에서 손실을 감소시키도록 디퓨저 토출구에서 추가적인 유동 가이드(flow guide)로 작용하는 제2 베인(2604)의 트레일링 엣지를 생기게 한다. 디퓨저(2600)는 두 개의 바이어스된 통로들(2606)을 포함하는 비주기적 섹션(2612) 및 관련된 통로들(2610) 및 제1 베인들(2602)의 주기적 섹션(2608)을 포함한다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 추가적인 제1 베인들(2602)은 제1 베인들(2602)과 다른 하나 이상의 특성들을 구비할 수 있는 제2 베인들(2604)로 교체되어, 하나 이상의 추가적인 바이어스된 통로들을 생성한다.

[0043] 도 27은 디퓨저들(2400(도 24), 2500(도 25) 및 2600(도 26))과 유사한 예시적인 채널 디퓨저(2700)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스(reference numeral suffix)를 구비한다. 디퓨저(2700)는 복수 개의 제1 베인들(2702) 및 제1 베인들(2702)과 다른 특성, 여기에서 베인 엇갈림 각을 구비하여, 교대하는 통로 디버전스 각들을 생기게 하는 하나의 제2 베인(2604)을 포함한다. 도시된 예시에서, 디퓨저(2700)는 대략적으로 제1 베인(2702)이 종래 기술의 배열 내에 위치한 곳 내에 위치한 단일의 제2 베인(2704)을 포함한다. 파선들에 의해 가리켜진 바와 같이, 제2 베인(2704)의 엇갈림 각은 제1 베인들(2702)의 엇갈림 각에 대해서 +/- 방향으로 변화하여, 통로들(2710)과 다른 유동방향 단면 영역 분포를 구비하는 두 개의 바이어스된 통로들(2706)을 생기게 한다. 디퓨저(2700)는 두 개의 바이어스된 통로들(2706)을 포함하는 비주기적 섹션(2712) 및 관련된 통로들(2710) 및 제1 베인들(2702)의 주기적 섹션(2708)을 포함한다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 추가적인 제1 베인들(2702)은 제1 베인들(2702)과 다른 하나 이상의 특성들을 구비할 수 있는 제2 베인들(2704)로 교체되어, 하나 이상의 추가적인 바이어스된 통로들을 생성한다.

[0044] 도 28은 디퓨저들(2400(도 24), 2500(도 25), 2600(도 26) 및 2700(도 27))과 유사한 예시적인 채널 디퓨저(2800)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스(reference numeral suffix)

를 구비한다. 디퓨저(2800)는 복수 개의 제1 베인들(2802) 및 제1 베인들(2802)과 다른 특성, 여기에서 베인 피치를 구비하여, 베인 원주방향 위치 및 간격을 변경하는 하나의 제2 베인(2804)을 포함한다. 도시된 예시에서, 디퓨저(2800)는 제1 베인(2802) 중 하나의 위치 내에 단일의 제2 베인(2804)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 제2 베인(2804)의 피치는 제1 베인들(2802)의 피치와 달라서, 통로들(2810)과 다른 유동방향 단면 영역 분포들을 구비하는 두 개의 바이어스된 통로들(2806a, 2806b)을 생기게 한다. 디퓨저(2800)는 두 개의 바이어스된 통로들(2806a, 2806b)을 포함하는 비주기적 섹션(2812) 및 관련된 통로들(2810) 및 제1 베인들(2802)의 주기적 섹션(2808)을 포함한다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 추가적인 제1 베인들(2802)은 제1 베인들(2802)과 다른 하나 이상의 특성들을 구비할 수 있는 제2 베인들(2804)로 교체되어, 하나 이상의 추가적인 바이어스된 통로들을 생성한다.

[0045] 도 29는 디퓨저들(2500(도 25) 및 2600(도 26)의 특성들을 조합하는 예시적인 디퓨저(2900)를 도시한다. 도시된 바와 같이, 디퓨저(2900)는 복수 개의 제1 베인들(2902) 및 제1 베인들(2902)과 다른 특성을 각각 구비하는 두 개의 제2 베인들(2904a, 2904b)을 포함한다. 제2 베인(2904a)은 제1 베인들(2902)보다 더 긴 코드 길이를 구비하고 제2 베인(2904b)은 제1 베인들(2902)의 웨지 각(W1)보다 더 큰 웨지 각(W2)을 구비하여, 통로들(2910)과 다른 유동방향 단면 영역을 구비하는 바이어스된 통로들(2906a 및 2906b)을 생기게 한다. 디퓨저(2900)는 개별적으로 바이어스된 통로들(2906a, 2906b)을 포함하는 비주기적 섹션(2912a, 2912b) 및 관련된 통로들(2910) 및 제1 베인들(2902)의 주기적 섹션(2908a, 2908b)을 포함한다. 다른 예시들에서, 하나 이상의 추가적인 제1 베인들(2902)은 제1 베인들(2902)과 다른 하나 이상의 특성들을 구비할 수 있는 제2 베인들(2904)로 교체되어, 하나 이상의 추가적인 바이어스된 통로들을 생성한다.

[0046] 도 30은 복수 개의 제1 베인들(3002)(하나만 라벨링됨) 및 복수 개의 제2 베인들(3004)(하나만 라벨링됨)을 구비하고, 제2 베인들은 각각 제1 베인들(3002)과 다른 특성, 여기에서 코드 길이를 각각 구비하는, 예시적인 채널 디퓨저(3000)를 도시한다. 디퓨저(3000)는 동일한 개수의 제1 베인들(3002) 및 제2 베인들(3004) 및 완전히 주기적인 배열의 통로들(fully periodic arrangement of passages; 3006a, 3006b)을 구비한다. 여기에 개시된 채널 디퓨저들과 같이, 제1 베인들(3002) 및 제2 베인들(3004)은 모두 전체 높이로 되거나, 그 중 하나 또는 둘 다는 부분 높이로 될 수 있다. 도 31은 디퓨저(3000)와 유사하고, 복수 개의 제1 베인들(3102)(하나만 라벨링됨) 및 복수 개의 제2 베인들(3104)(하나만 라벨링됨)을 포함하고, 제2 베인들은 각각 제1 베인들(3102)과 다른 특성, 여기에서 코드 길이 및 유동방향 위치를 구비한다. 각각의 제2 베인들(3104)은 제1 베인들(3102)과 다른 유동방향 위치를 구비하고, 리딩 엣지(3112)의 위치는 다른 방사상 거리, 여기에서, 디퓨저 중심선으로부터 제1 베인 리딩 엣지들(3116)의 방사상 거리보다 디퓨저 중심선(3114)으로부터 더 큰 거리에 있다. 예를 들어, 각각의 제2 베인들(3104)은 주기적인 제1 베인 위치에 비해 유동방향으로 뒤로 미끄러진다. 하나 이상의 제1 및/또는 제2 베인들(3002, 3102, 3004, 3104)의 하나 이상의 특성들은 비대칭 압력 장들, 예를 들어 도 1-5에 도시된 비대칭 압력 장들을 해결하기 위해 구성된 바이어스된 통로들을 구비하는 하나 이상의 비주기적 섹션들을 생성하도록 변화될 수 있다. 하나 이상의 특성들은, 예를 들어, 베인 높이, 엣갈림 각, 피치, 베인 형상, 베인 리딩 및 트레일링 엣지 위치 및 코드 길이 등과 같이 여기에서 설명된 임의의 특성들을 포함할 수 있다.

[0047] 도 32는 디퓨저(3000)(도 30)와 실질적으로 동일한 디퓨저(3200)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스를 구비한다. 디퓨저(3000)와 달리, 제1 및 제2 베인들(3002, 3004)의 웨지 각, 베인 엣갈림 각, 및 채널 디버전스 각이 동일한 경우, 인접한 통로들(3206)의 관련된 채널 디버전스 각들 및 제1 베인(3202)의 엣갈림 각이 제2 베인들(3204)의 엣갈림 각으로부터 어느 한 방향으로 변화될 수 있다. 일부 예시들에서, 모든 보다 적은(less than all) 제1 베인들(3202)의 엣갈림 각은 제1 베인들 중 다른 것들과 다르게 되어, 비주기적인 배열 및 하나 이상의 바이어스된 통로들(3206)을 생기게 한다. 도 33은 제1 베인들(3302)의 엣갈림 각이 변화하는 대신에, 하나 이상의 제2 베인들(3304)의 엣갈림 각 및 인접한 통로들(3306)의 관련된 채널 디버전스 각들이 변화되는 점을 제외하고, 실질적으로 디퓨저(3200)와 동일한 디퓨저(3300)를 도시한다. 일부 예시들에서, 모든 보다 적은(less than all) 제1 베인들(3302)의 엣갈림 각이 변화되어, 디퓨저(3300)에서 하나 이상의 바이어스된 통로들을 구비하는 하나 이상의 비주기적 섹션들을 구비하게 한다. 다른 예시들에서, 도 22-23에 도시된 하나 이상의 베인 특성 변화들(vane characteristic variations)은 임의의 조합으로 조합될 수 있다.

[0048] 도 34는 임펠러(3402) 및 베인리스 디퓨저(vaneless diffuser; 3404)를 포함하는, 터보기계(3400)의 사시도이다. 디퓨저(3404)는 쉬라우드(3406) 및 허브(3407) 사이에서 연장한다. 쉬라우드(3406)는 임펠러 유입구(3408)로부터, 임펠러 토출구/디퓨저 유입구(3410)를 가로질러, 디퓨저 토출구(3412)로 연장한다. 도 35 및 36은 쉬라우드(3406) 및 허브(3407)의 추가적인 도면들이다. 도 35 및 36에 도시된 바와 같이, 예시적인 쉬라우드(3406)

는 디퓨저 유입구 및 인접한 임펠러(3402)의 상류 위치로부터, 디퓨저 유입구의 하류 위치, 이 예시에서 디퓨저 토출구(3412)(도 34)로 유동방향으로 연장하는 복수 개의 유동방향 그루브들(3502)(하나만 라벨링됨)을 포함한다. 유동방향 그루브들(3502)은 쉬라우드(3406)의 표면 내에 위치되고, 둥근 엣지들(3504)을 구비하여, 쉬라우드 벽에 주기적인 파형에 근접한 원주방향 프로파일을 제공한다. 예시적인 그루브들(3502)은 바람직한 각도에서 디퓨저(3404) 안으로 임펠러(3402) 내 유체 유동의 일부를 안내하도록 설계 및 구성되며, 터보기계(3400)의 성능을 증가시킨다. 도 37-39는 터보기계(3400)와 실질적으로 동일한 터보기계(3700)를 도시하고, 균등한 구성요소들은 동일한 명칭 및 동일한 참조 번호 서픽스(reference numeral suffix)를 구비한다. 터보기계(3400)와 달리, 터보기계(3700)는 유동방향 그루브들(3502)(도 35)보다 더 가까이 이격 배치된 유동방향 그루브들(3802)을 구비하고, 인접한 그루브들(3802)의 엣지들(3804)이 실질적으로 그루브들의 리딩 엣지 영역에 접촉한다.

[0049] 도 40-42는 터보기계(3400)(도 34-36)와 동일한 임펠러(3402) 및 쉬라우드(3406)를 구비하나, 도 42에서 가장 잘 보여지는 바와 같이, 유동방향으로 연장하는, 이 예시에서 디퓨저 유입구(4204)로부터 디퓨저 토출구(4206)로 연장하는, 유동방향 그루브들을 구비하는, 대안적인 허브(4002)를 구비하는 예시적인 터보기계(4000)를 도시한다. 도시된 예시에서, 디퓨저(4004)는 쉬라우드(3406) 내 그루브들(3502)과 동일한 개수의 그루브들(4202)을 구비하고, 유사하게 둥근 엣지들(4208)을 갖는 그루브들을 구비한다. 그루브들(4202)은 그루브들(3502)과 함께 원주방향으로 정렬된다. 그루브들(3502)과 같이, 허브-측 그루브들(4202)은 디퓨저(4004)의 성능을 개선하기 위해서 바람직한 방향으로 작동 유체의 일부를 안내하도록 설계 및 구성될 수 있다. 도 43 및 44는 도 40-42로부터 교대하는 구성을 도시하고, 이때 허브-측 그루브들(4202)의 원주방향 위치는 쉬라우드-측 그루브들(3502)에 대해서 클록된다(clocked). 이 예시에서, 각각의 허브-측 그루브들(4202)은 인접한 쉬라우드-측 그루브들(3502) 사이의 중앙점에 정렬된다. 다른 예시들에서, 임의의 다른 원주방향 위치 결정(positioning)이 사용될 수 있다.

[0050] 도 45 및 46은 각각 개별적으로 유동방향 그루브들(4506 및 4508)을 구비하는 예시적인 쉬라우드(4502) 및 허브(4504)를 도시한다. 도 40-44에서 도시된 실시예들과 달리, 쉬라우드(4502) 및 허브(4504)는 또한, 그루브들(4506, 4508)보다 더 큰 단면 영역을 구비하는 확대된 유동방향 그루브들의 형태로 된, 바이어스된 통로들(4510, 4512)을 포함한다. 바이어스된 통로들은, 원주방향 균일성을 위해서 원주방향 압력 분포를 바이어스하도록, 및/또는 여기에 설명된 다른 성능 향상을 제공하도록 위치, 구성 및 치수화될 수 있다. 다른 예시들에서, 쉬라우드(4502) 및 허브(4504) 중 하나 또는 둘 다는 추가적인 바이어스된 유동방향 그루브들을 구비하거나, 하나 이상의 바이어스된 유동방향 그루브들은 쉬라우드 또는 허브 내에만 위치될 수 있다. 도 45 및 46에 도시된 예시들은 도시된 예시에서, 하나의 바이어스된 통로를 구비하는, 비주기적 부분 및 유동방향 그루브들의 형태로 된 통로들의 주기적 부분을 포함한다.

[0051] 도 47은 통로들(4704) 사이에 배치된 바이어스된 디퓨저 통로(4702)의 단면도이다. 바이어스된 통로(4702)는 쉬라우드(4712) 내에 위치된 리세스(4710) 및 쉬라우드(4708) 내에 위치된 리세스들(4706)로부터 증가된 통로 높이(H1)를 구비한다. 리세스들(4706 및 4710)은 그루브들(3502)(도 35), (4202)(도 42)과 유사한 형상 및 위치로 되거나, 다른 구성, 예를 들어 다른 리딩 및/또는 트레일링 엣지 위치, 폭, 유동방향 길이 등을 구비할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 리세스들(4706 및 4710)은 디퓨저 유입구에 위치된 리딩 엣지를 구비할 수 있다. 도 47에 도시된 예시에서, 오직 하나의 리세스(4706, 4710)가 허브 및 쉬라우드(4708, 4712) 내에 위치되어, 디퓨저(4700) 내 다른 통로들보다 더 큰 단면 영역을 구비하는 바이어스된 통로를 갖는 비주기적 부분을 생성한다. 다른 예시들에서 복수 개의 디퓨저 통로들은 허브 및/또는 쉬라우드 내 위치된 하나 이상의 리세스들로부터 증가된 높이를 구비할 수 있다.

[0052] 도 48은 임펠러(4802) 및 베인리스 디퓨저(4804)를 포함하는, 터보기계(4800)의 사시도이다. 디퓨저(4804)는 쉬라우드(4806) 및 허브(4807) 사이에서 연장한다. 쉬라우드(4806)는 임펠러 유입구(4808)로부터, 임펠러 토출구/디퓨저 유입구(4810)를 가로질러, 디퓨저 토출구(4812)로 연장한다. 도 49는 쉬라우드(4806) 및 허브(4807)의 추가적인 도면이다. 도 48 및 49에 도시된 바와 같이, 예시적인 쉬라우드(4806) 및 허브(4807)는 유동방향으로 연장하는, 복수 개의 유동방향 채널들(4820, 4822)(각각 중 하나만 라벨링됨)을 각각 포함한다. 유동방향 그루브들(3502)(도 35), 3802(도 38) 및 4202(도 42)뿐만 아니라 채널들(4820, 4822)은 모두 유동방향 길쭉한 리세스들이다. 채널들(4820 및 4822)은 리세스의 단면 형상에 의해서 그루브들(3502, 3802, 4202)과 다르고, 채널들은 실질적으로 정사각형 엣지(4902)(도 49)를 구비하고, 그루브들은 둥근 엣지(3504)(도 35)를 구비한다. 쉬라우드 표면 채널들(4820)은 디퓨저 유입구(4810) 및 인접한 임펠러(4802)의 상류 위치로부터, 디퓨저 유입구의 하류 위치로, 이 예시에서 디퓨저 토출구(4812)로 연장한다. 허브 표면 채널들(4822)은 허브(4807)의 전체 길이를 가로질러 디퓨저 유입구(4810)로부터 디퓨저 토출구(4812)로 연장한다. 유동방향 채널들(4820)은 쉬라우드(4806)의 표면 내에 위치되고 실질적으로 정사각형 엣지들(4902)을 구비하여, 쉬라우드 벽에 주기적인 정사각형

과형에 근접한 원주방향 프로파일을 제공한다. 유사하게, 유동방향 채널들(4822)은 허브(4807)의 표면에 위치되고 실질적으로 정사각형 앳지들(4904)을 구비하여, 허브 벽에 주기적인 정사각형 과형에 근접한 원주방향 프로파일을 제공한다. 예시적인 채널들(4820 및 4822)은 바람직한 각도에서 디퓨저(4804) 안으로 임펠러(4802) 내 유체 유동의 일부를 안내하도록 설계 및 구성되어, 터보기계(4800)의 성능을 증가시킨다. 다른 실시예들에서, 채널들(4820, 4822) 중 하나 또는 둘 다의 특성들, 예를 들어 깊이, 폭, 및 채널들의 개수가 변화될 수 있다. 도 48 및 49에 도시된 예시에서, 채널들(4820 및 4822)은 원주방향으로 정렬되나, 다른 예시들에서는 허브 및 쉬라우드 채널들이 정렬되지 않도록 상대 위치들이 클록될 수 있다.

[0053] 도 50 및 51은 디퓨저(4804)(도 48)와 유사하고, 허브 유동방향 채널들(5006) 및 쉬라우드 유동방향 채널들(5008)을 구비하는 허브(5002) 및 쉬라우드(5004)를 포함하는 대안적인 디퓨저(5000)를 도시한다. 디퓨저(4804)와 달리, 각각의 채널들(5006 및 5008) 중 하나는 다른 채널들(5006, 5008)과 다른 특성을 구비하고, 여기에서 채널(5006a 및 5008a)은 각각 확대된 깊이를 구비하여, 바이어스된 통로를 생기게 한다. 다른 예시들에서, 단지 허브 채널들(5006) 또는 단지 쉬라우드 채널들(5008)의 특성은 바이어스된 통로를 생성하기 위해서 허브 및 쉬라우드 채널들 중 다른 것들로부터 변화될 수 있다. 일부 예시들에서, 단면 형상(예를 들어 그루브 대 (versus) 채널), 폭, 길이, 리딩 앳지 위치 및 트레일링 위치) 같은 깊이 외의 특성들이 변화될 수 있다. 일부 예시들에서, 하나보다 많은 허브 및/또는 쉬라우드 채널들(5006, 5008)은 하나보다 많은 바이어스된 통로를 구비하는 더 큰 비주기적 섹션, 또는 하나보다 많은 비주기적 섹션을 생성하도록 변화될 수 있다. 또 다른 예시들에서, 본 발명에 따른 디퓨저들은 기계의 전체 원주 주위에 균등하게 이격 배치된 복수 개의 유동방향 리세스들 대신, 선택된 원주방향 위치들에 위치한 더 적은 개수의 유동방향 리세스들을 구비할 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 디퓨저들은 기계의 원주 주위에 선택된 위치들에 위치한 오직 하나, 두 개, 세 개 등의 유동방향 리세스들을 구비할 수 있다.

[0054] 도 52 및 53은 쉬라우드(5202) 및 허브(5204)를 구비하는 예시적인 베인 디퓨저(5200)를 도시하고, 쉬라우드는, 임펠러 유입구(5206)로부터, 디퓨저 유입구(5208)를 가로질러 디퓨저 토출구(5210)로 연장한다. 쉬라우드(5202)는 디퓨저 유입구(5208)의 상류 및 하류 위치들로 연장하고 베인들(5218)의 리딩 앳지(5216)의 상부 레그들(upper legs; 5214)에 의해 분리되는 유동방향 채널들(5212)을 포함한다. 도시된 예시에서, 리딩 앳지들(5216)은 또한 여기에서 스왈로우테일 형상으로 언급되는, 스칼롭 형상을 구비한다. 도시된 예시에서, 허브(5204)는 유동방향 리세스들을 포함하지 않는다. 다른 예시들에서, 허브(5204)는 채널들 또는 그루브들 같은, 유동방향 리세스들을 포함한다.

[0055] 도 52 및 53에 도시된 바와 같이, 바이어스된 채널(5212a)은 다른 채널들(5212)과 다른 특성, 여기에서 채널들(5212)(도 53에서 가장 잘 보임)의 깊이보다 더 큰 깊이 및 채널들(5212)(도 52에서 가장 잘 보임)의 리딩 앳지 위치(5222)보다 더 멀리 상류에 있는 리딩 앳지 위치(5220)를 구비한다. 바이어스된 채널(5212a)은 디퓨저(5200)의 비주기적 섹션 내 바이어스된 통로를 생성한다.

[0056] 전술된 설명은 본 발명의 예시적인 실시예에 대한 상세한 설명이다. 본 명세서 및 첨부된 청구항에서, "X, Y 및 Z 중 적어도 하나" 및 "X, Y 및 Z 중 하나 이상"이라는 구에서 사용되는 바와 같은 결합 언어(conjunctive language)는 구체적으로 언급되지 않는 한, 결합 리스트의 각 항목이 리스트의 다른 모든 항목을 제외한 임의의 수 또는 결합 리스트의 임의의 또는 모든 항목과 결합된 임의의 수에 존재할 수 있음을 의미하는 것으로 간주되어야 하며, 각각은 또한 임의의 수로 존재할 수 있다. 이 일반적인 규칙을 적용하면, 결합 리스트가 X, Y 및 Z를 포함하는 전술된 예시들에서의 결합 구들은 각각 다음을 포함해야 한다: 하나 이상의 X; 하나 이상의 Y; 하나 이상의 Z; 하나 이상의 X 및 하나 이상의 Y; Y 및 하나 이상의 Z 중 하나 이상; 하나 이상의 X 및 하나 이상의 Z; 및 하나 이상의 X, 하나 이상의 Y 및 하나 이상의 Z.

[0057] 다양한 변경들 및 추가들이 본 발명의 사상 및 범위로 부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다. 전술된 다양한 실시예의 각각의 특징은 관련된 새로운 실시 예에서 다수의 특징 조합을 제공하기 위해 적절하게 다른 설명된 실시예의 특징과 결합될 수 있다. 또한, 전술된 내용은 다수의 개별적인 실시예를 설명하고 있지만, 여기에 기술된 것은 본 발명의 원리의 응용을 설명하기 위한 것일 뿐이다. 또한, 여기에서 특정 방법이 특정 순서로 수행되는 것으로 예시 및/또는 설명될 수 있지만, 순서는 본 발명의 양태를 달성하기 위해 통상의 기술 내에서 매우 가변적이다. 따라서, 이 설명은 단지 예시로서 취해지며, 그와 달리 본 발명의 범위를 제한하려는 것이 아니다.

[0058] 예시적인 실시예들이 위에 개시되고 첨부 도면들에 도시되어 있다. 당업자는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 본 명세서에 구체적으로 개시된 것에 다양한 변경, 생략 및 추가가 이루어질 수 있음을 이해할 것이다.

## 부호의 설명

[0059]

1000, 1100, 1200, 1300, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900, 3000, 3200, 3300, 3404, 4004, 4700, 4804, 5000, 5200, 602, 800, 900: 디퓨저

2210, 2310, 3410, 4204, 4810, 5208, 808: 디퓨저 유입구

1002, 1102, 1202, 1302, 1402, 1502, 1602, 1702, 1802, 1902, 2002, 2204, 2304, 2402, 2502, 2602, 2702, 2802, 2902, 3002, 3102, 3202, 3302, 812, 902: 제1 베인

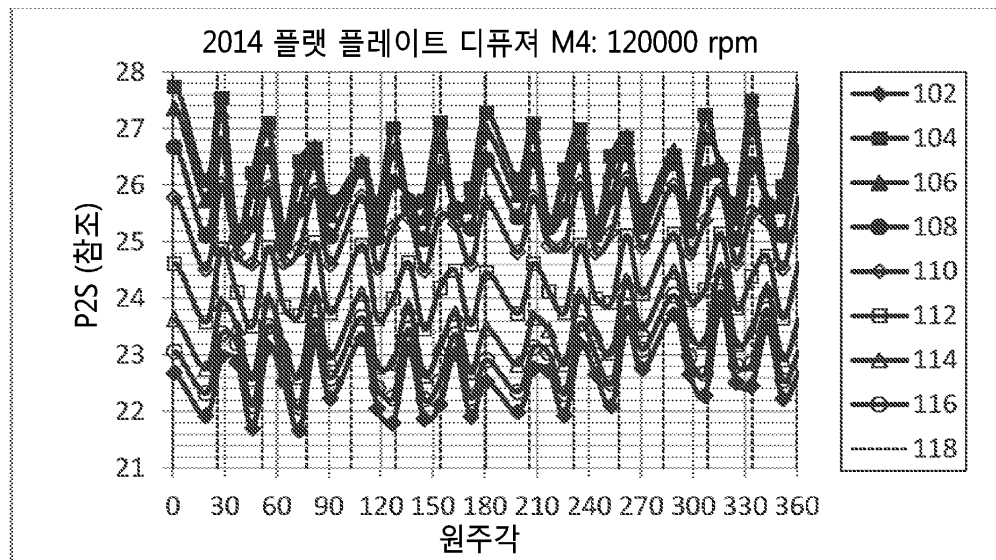
1004, 1104, 1204, 1304, 1404, 1504, 1604A, 1604B, 2206, 2306, 2404, 2504, 2604, 2704, 2804, 2904A, 2904B, 814, 908: 제2 베인

1006, 1106, 1206, 1306, 1506A, 1606A, 1606B, 2406, 2506, 2606, 2706, 2806A, 2906A, 3206, 4510, 816: 바이어스된 통로

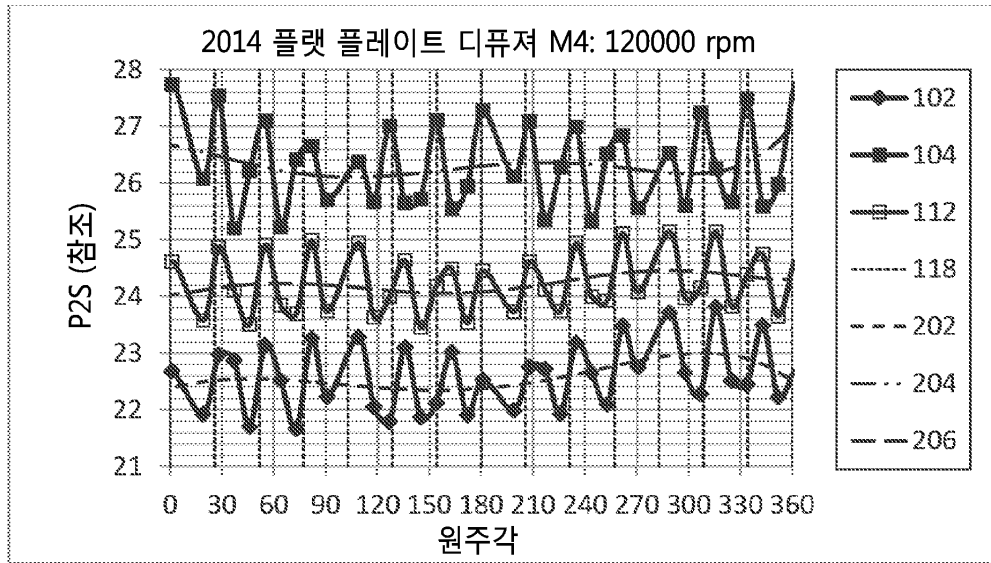
3400, 3700, 4000, 4800: 터보기계

## 도면

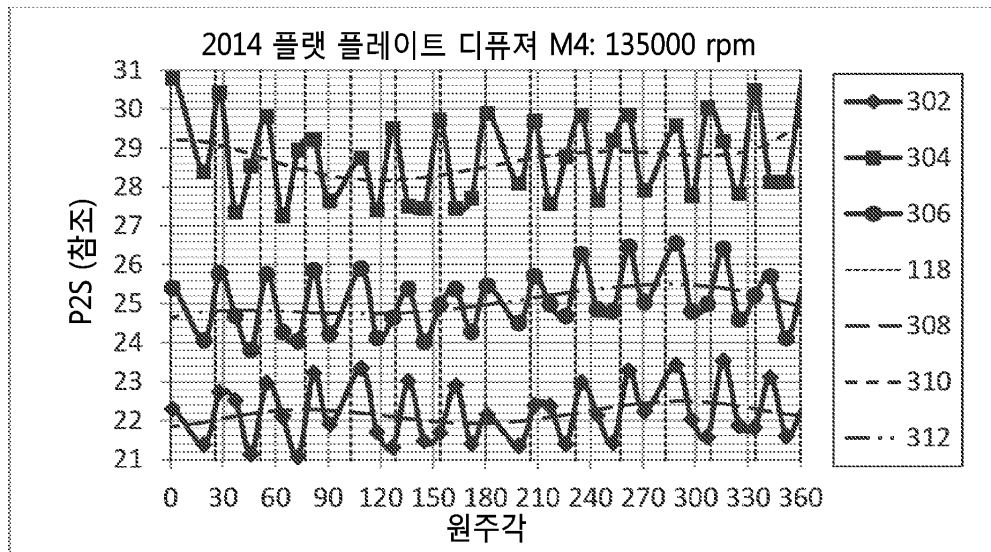
### 도면1



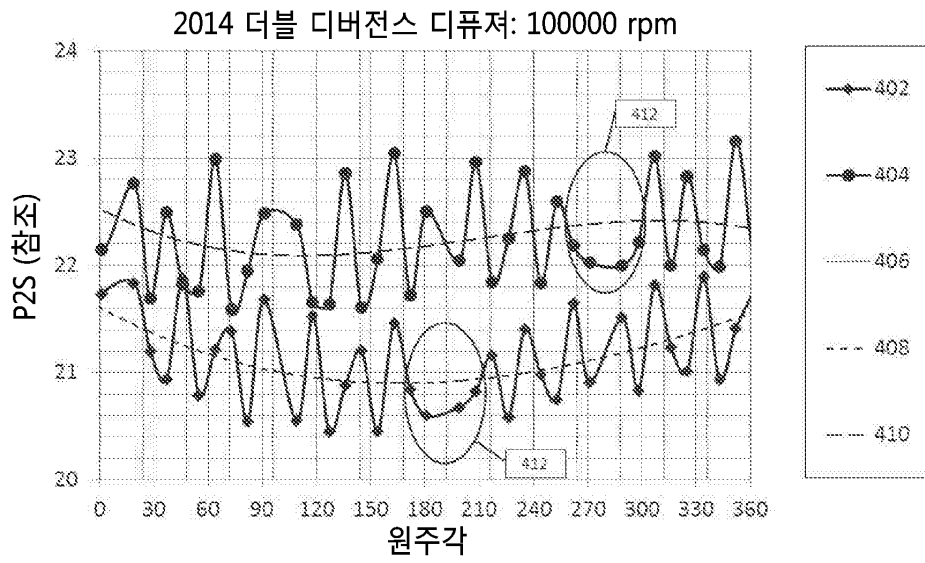
도면2



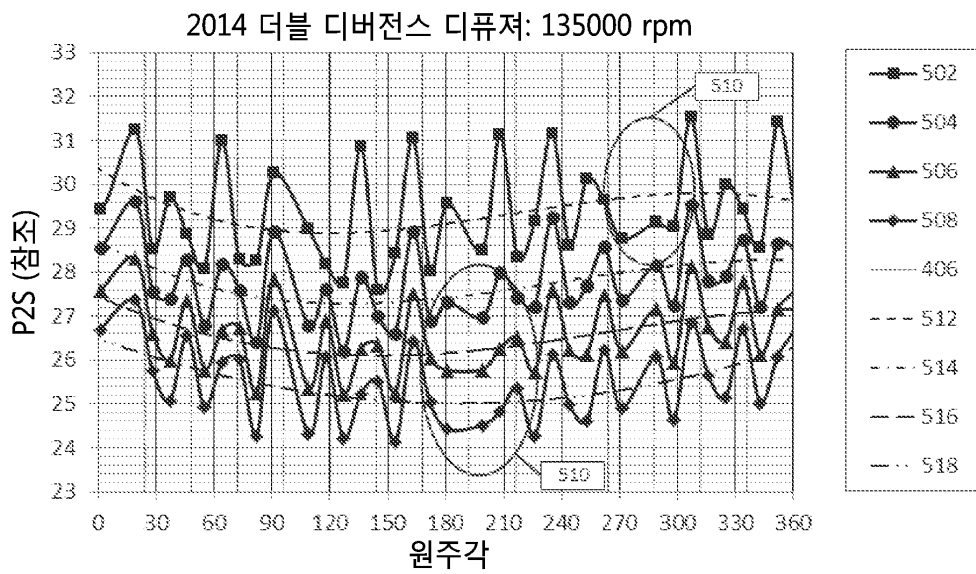
도면3



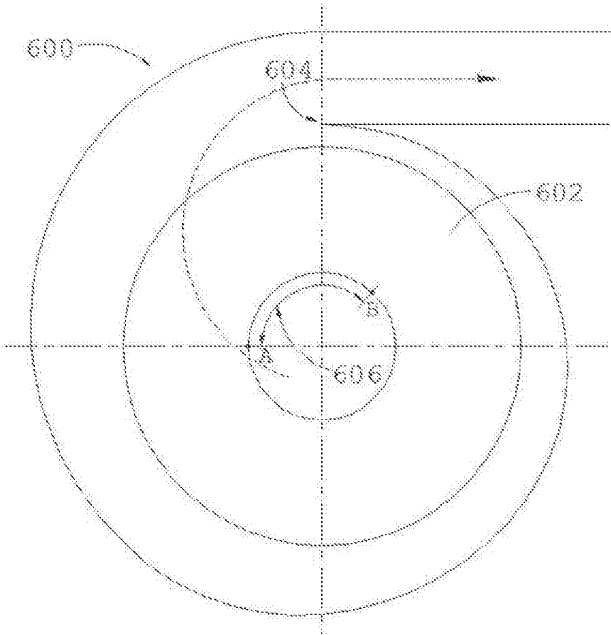
도면4



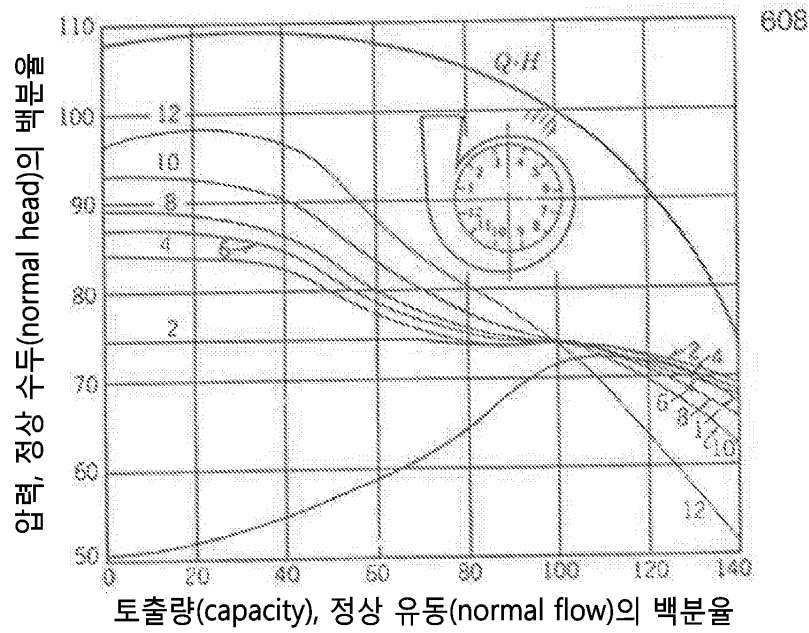
도면5



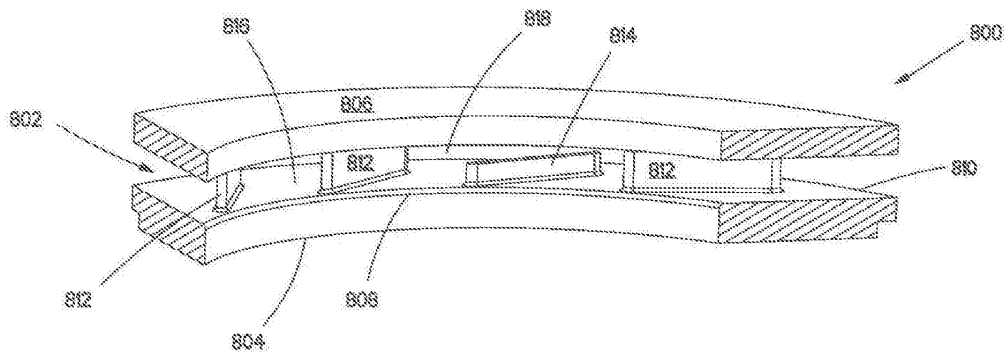
도면6



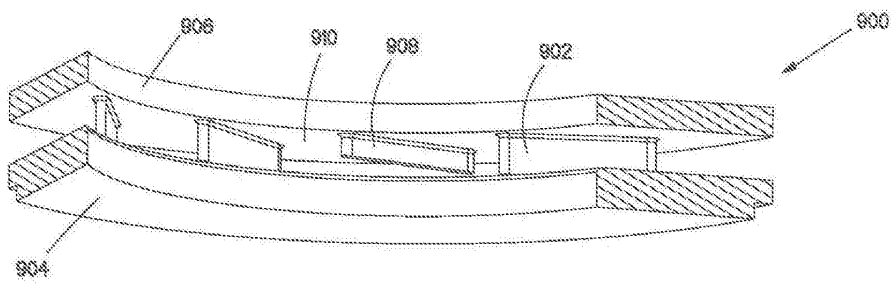
도면7



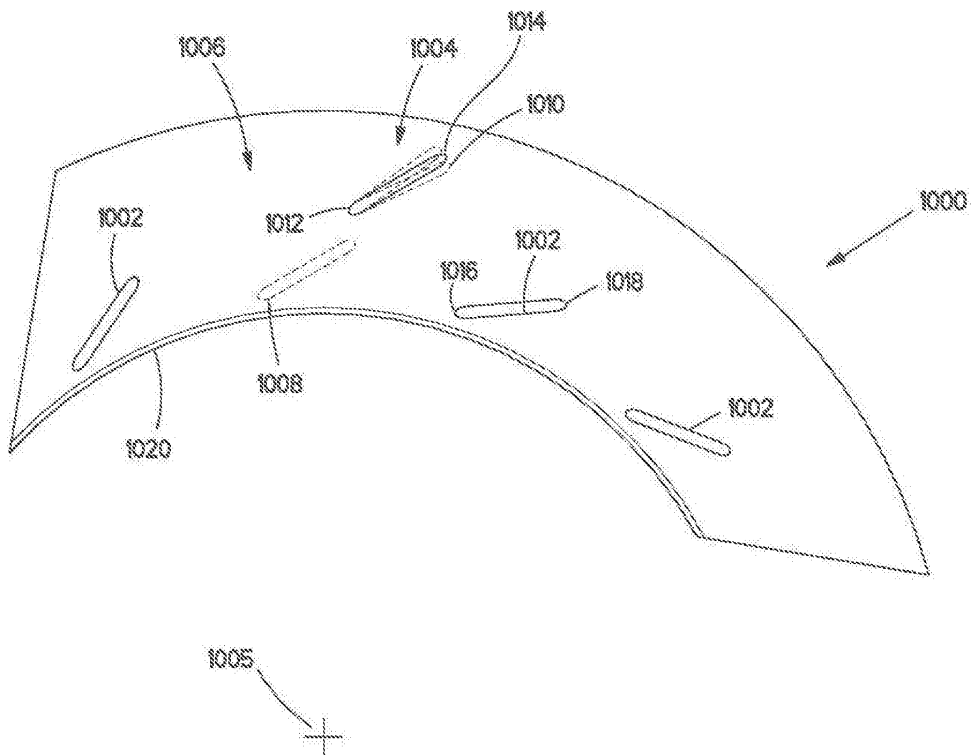
도면8



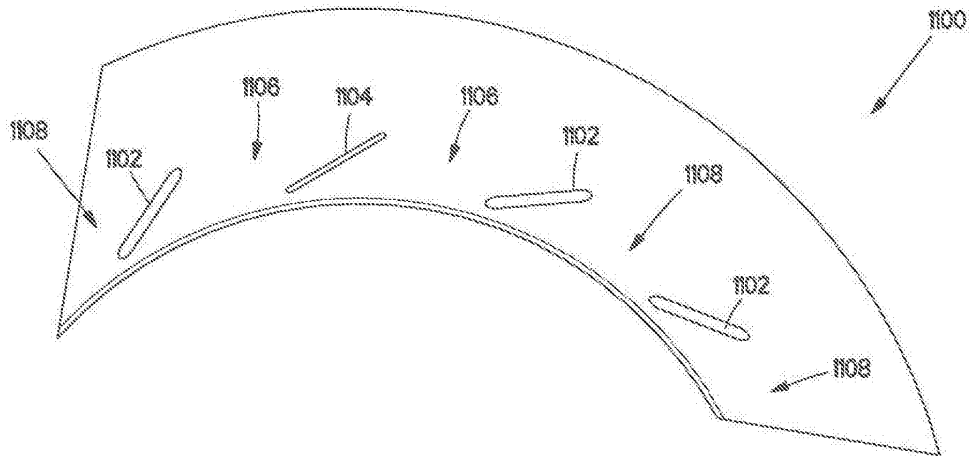
도면9



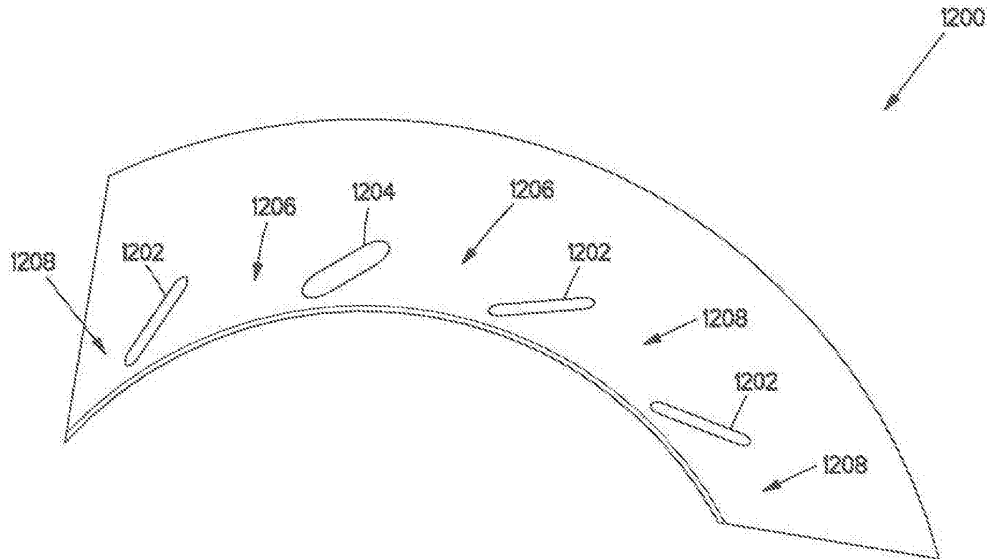
도면10



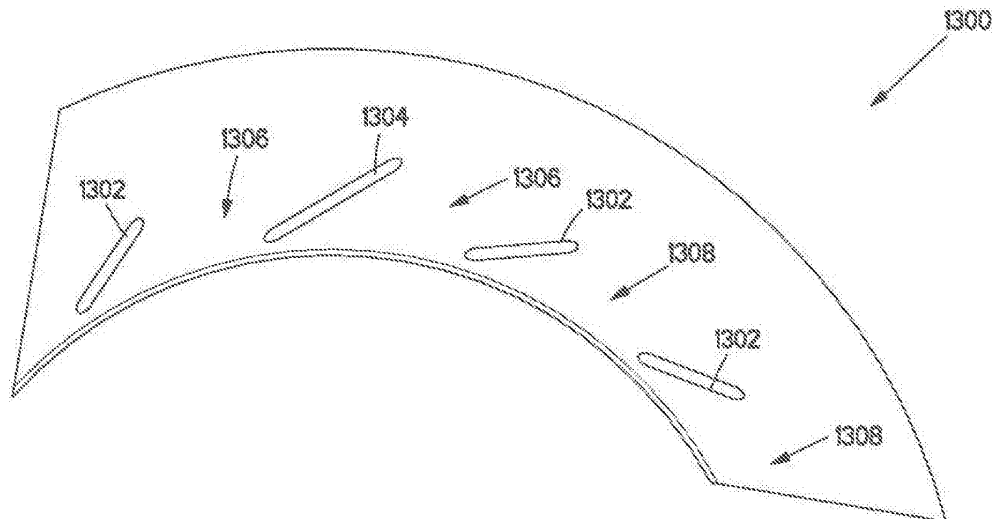
도면11



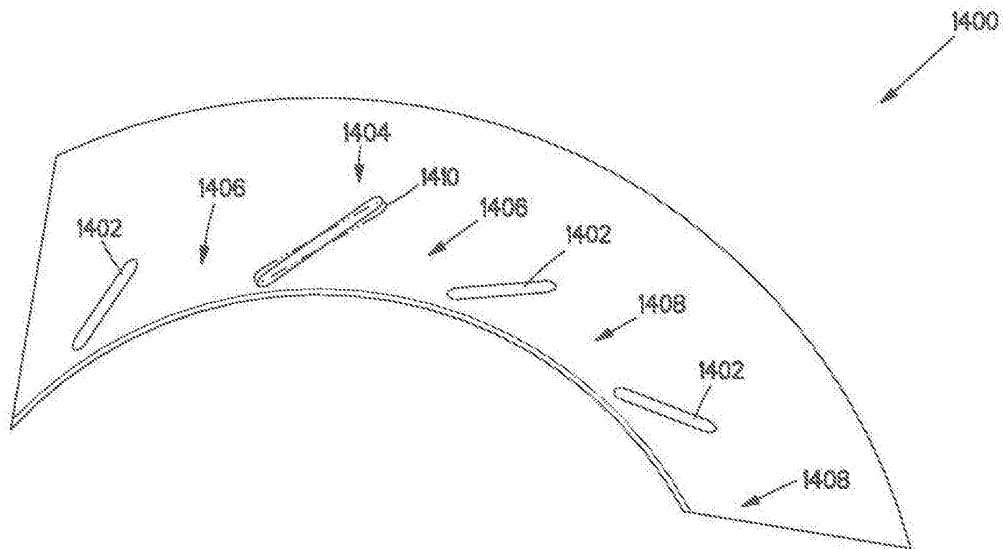
도면12



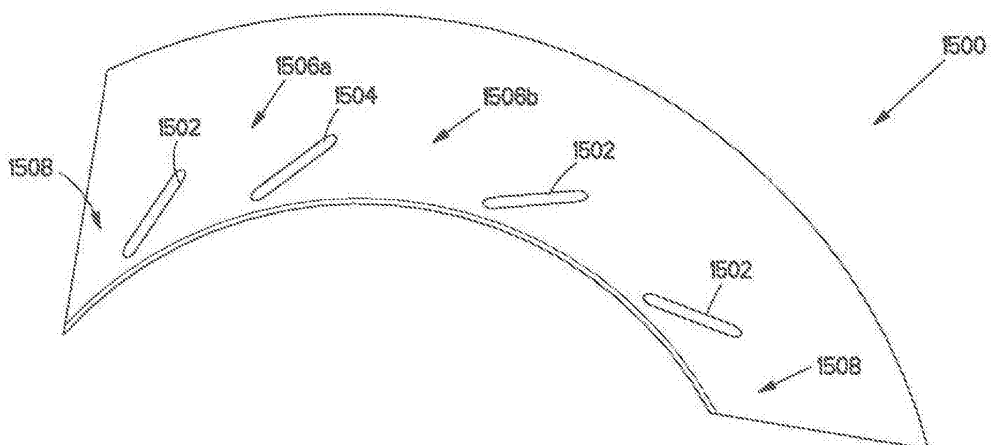
도면13



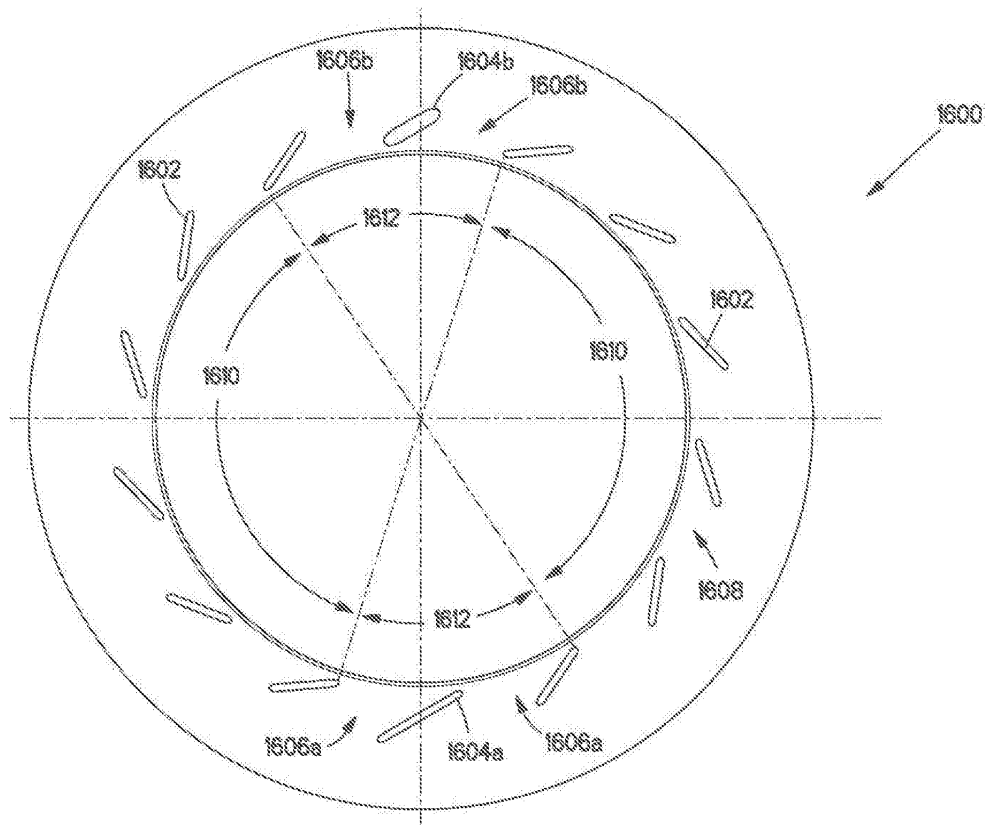
도면14



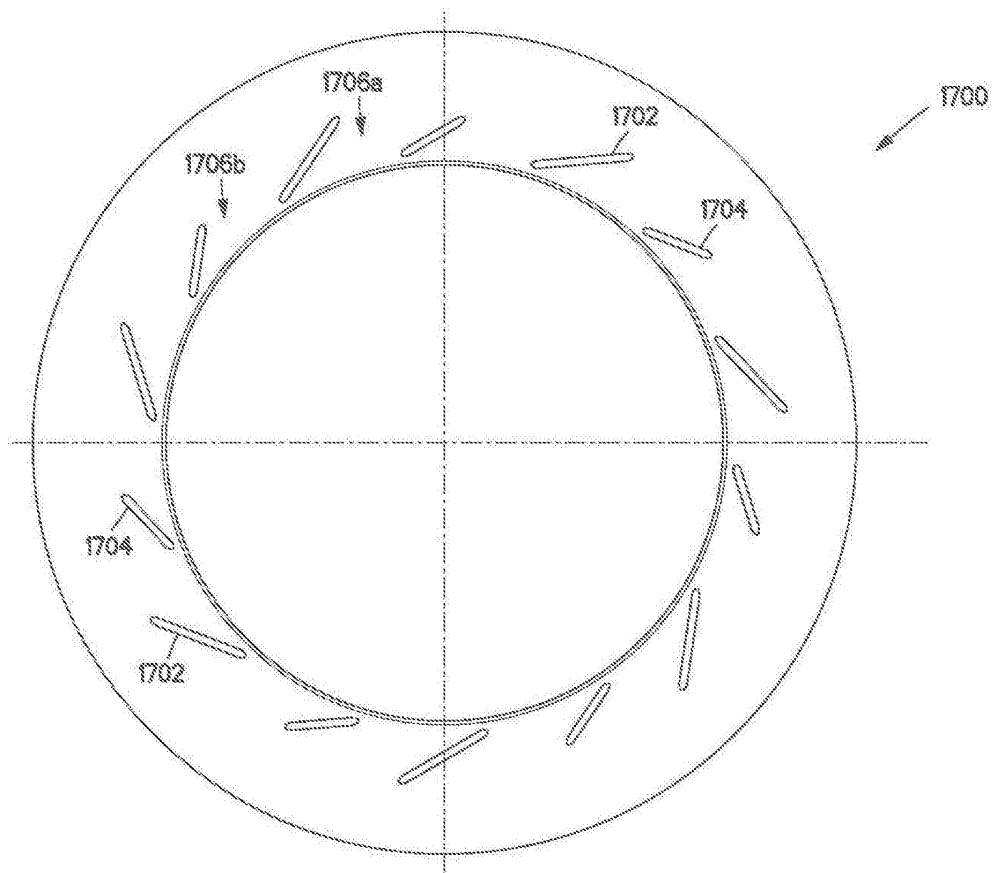
도면15



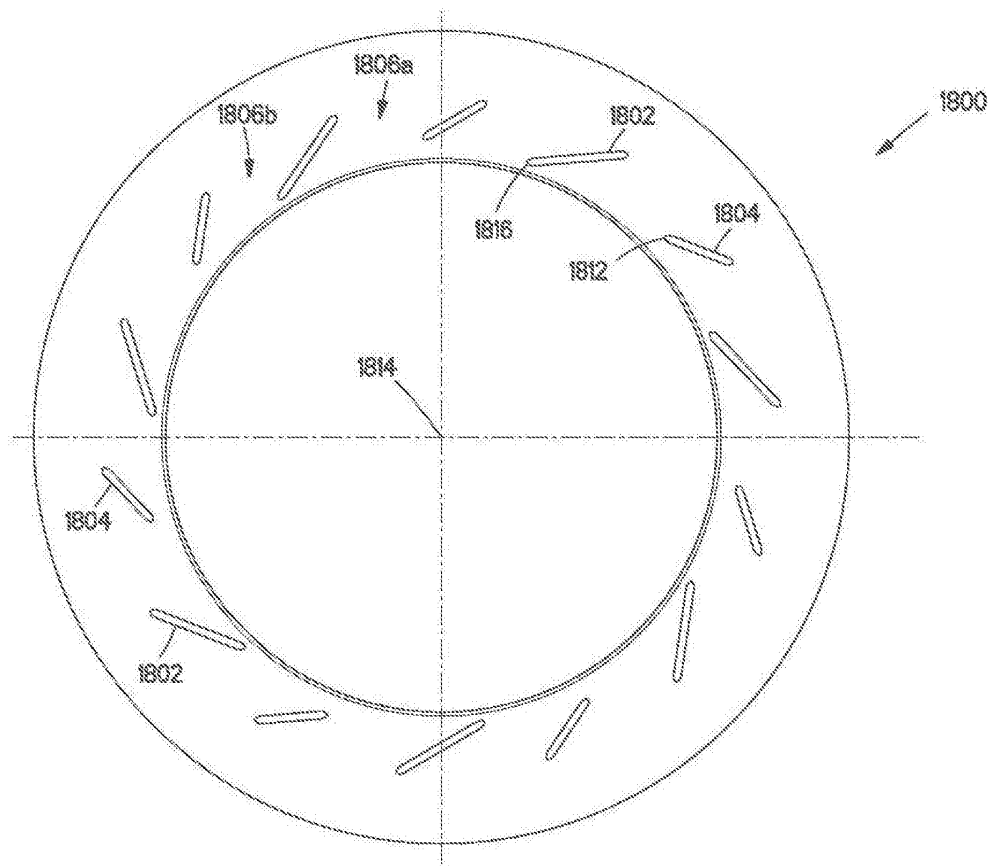
도면16



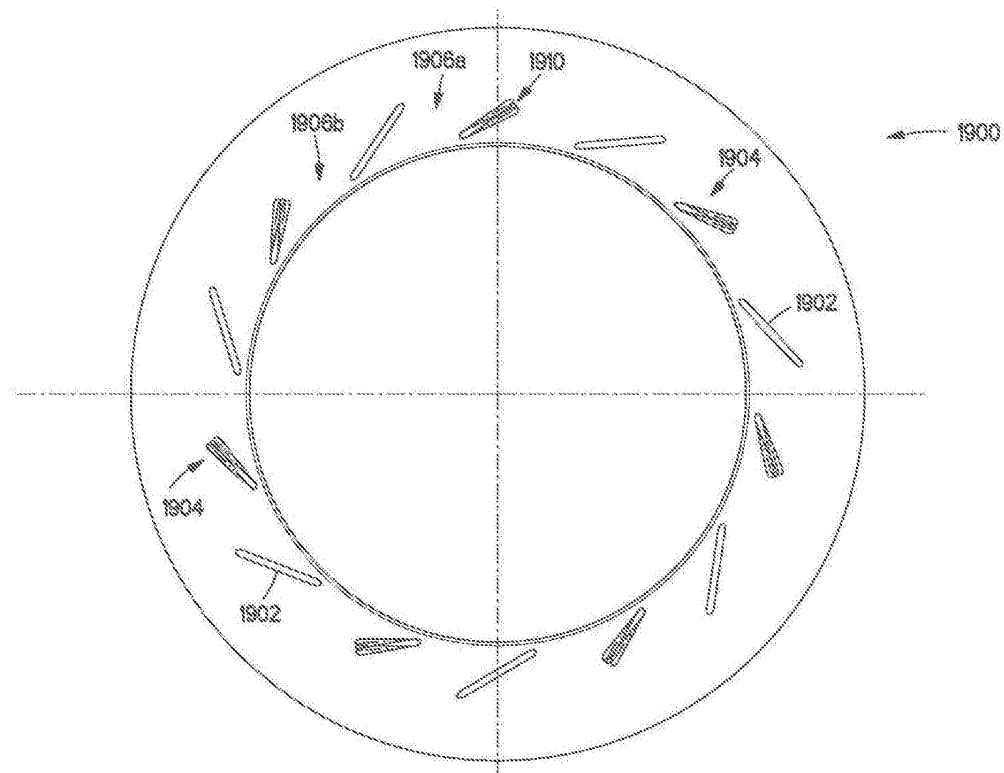
도면17



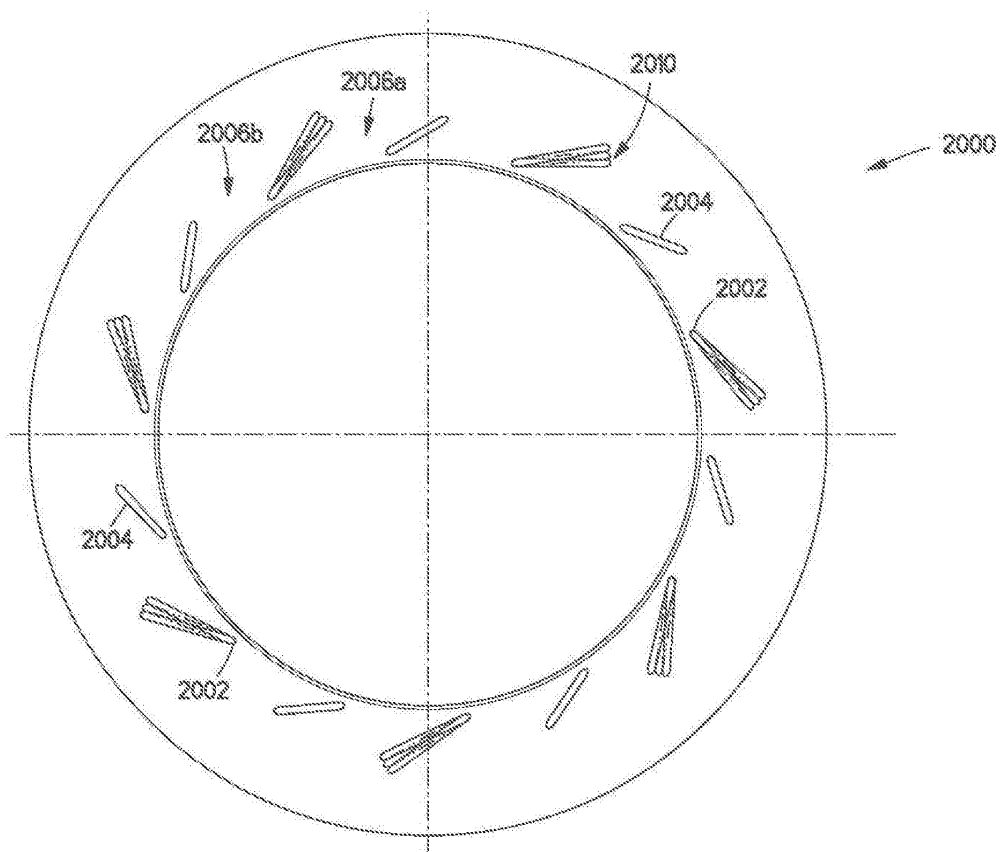
도면18



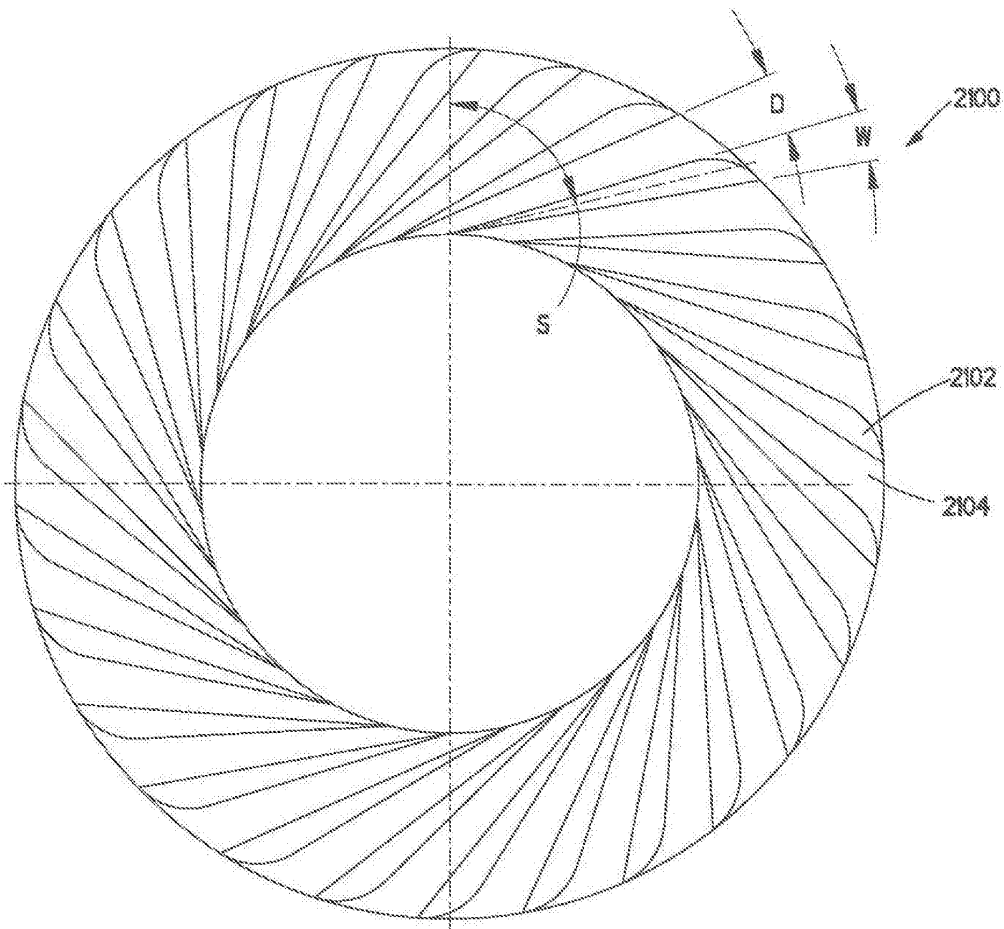
도면19



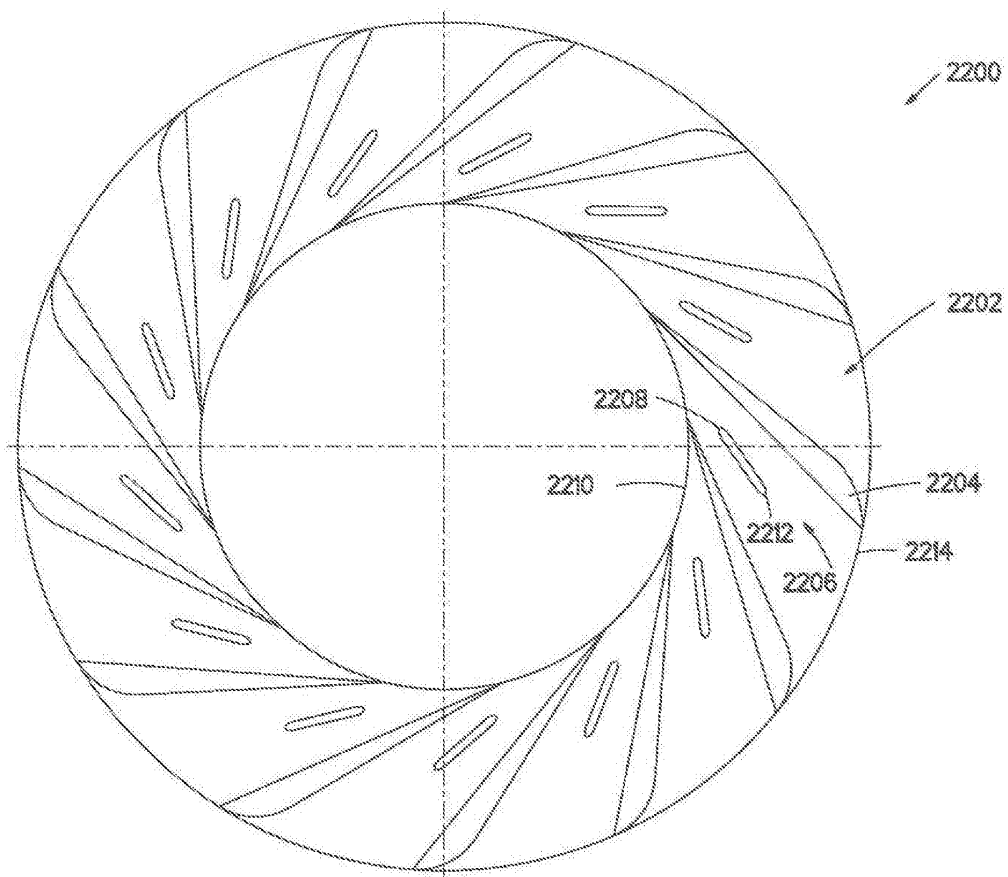
도면20



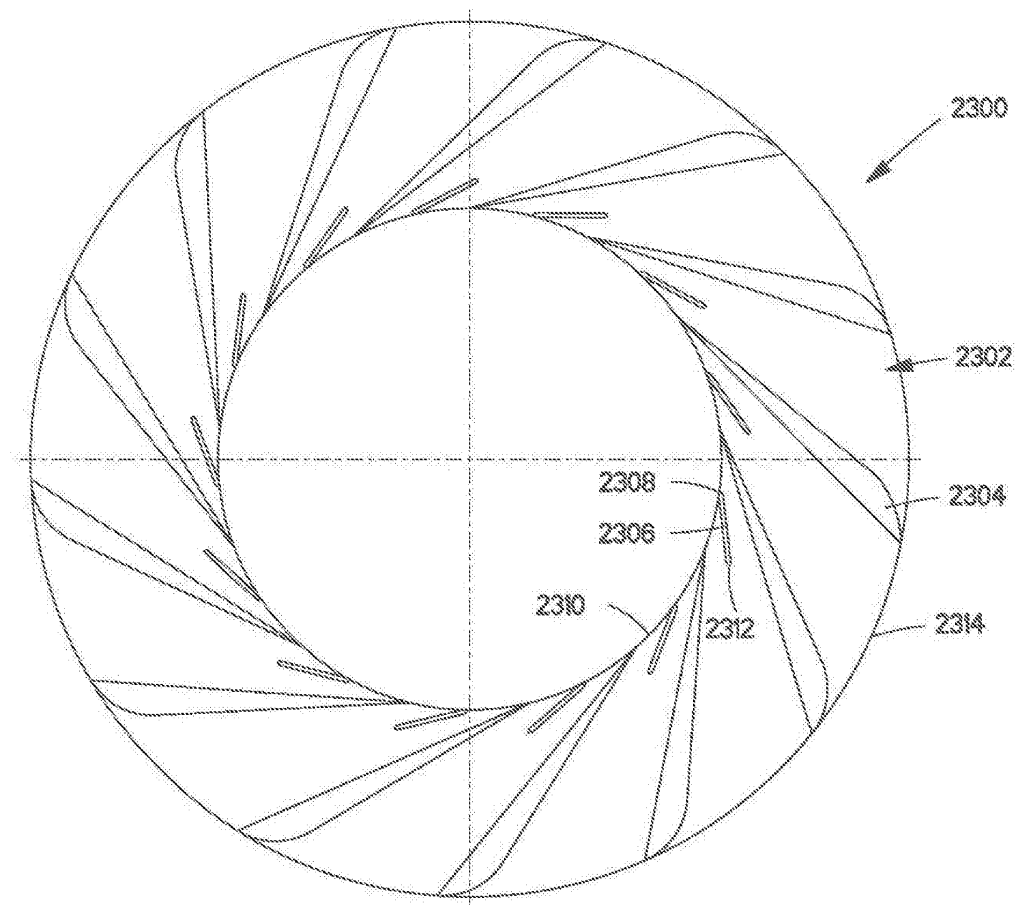
도면21



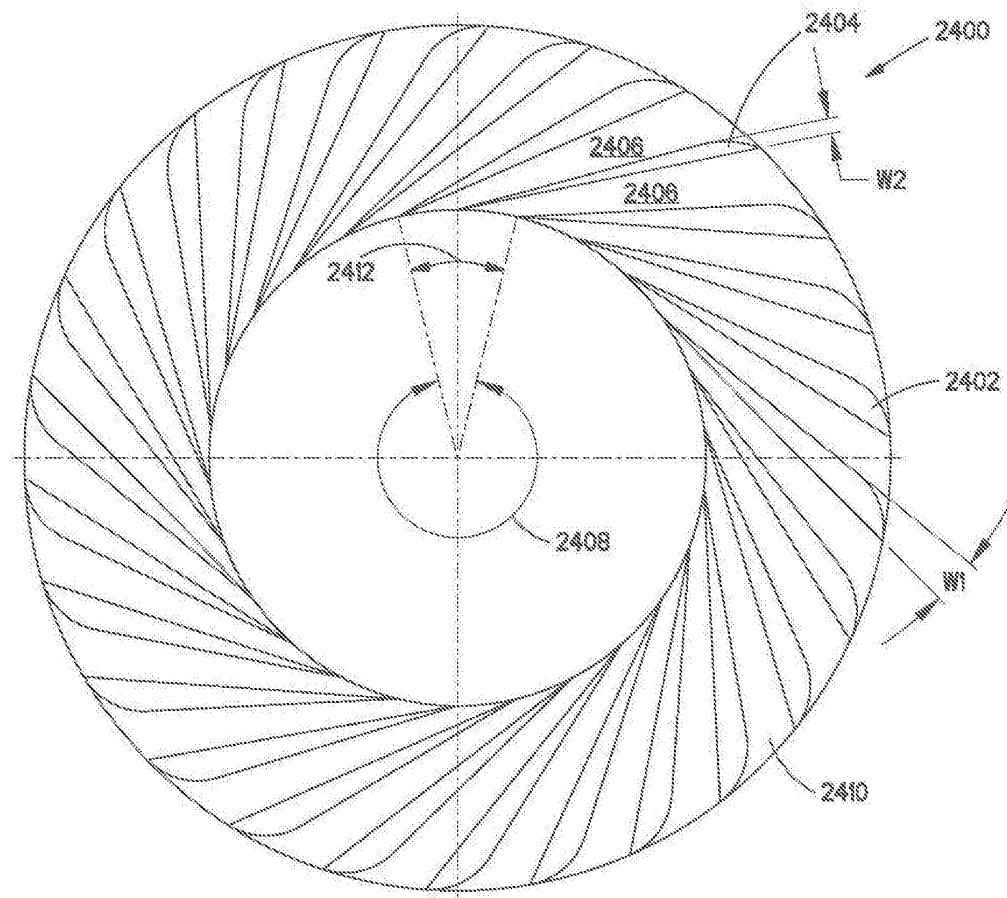
도면22



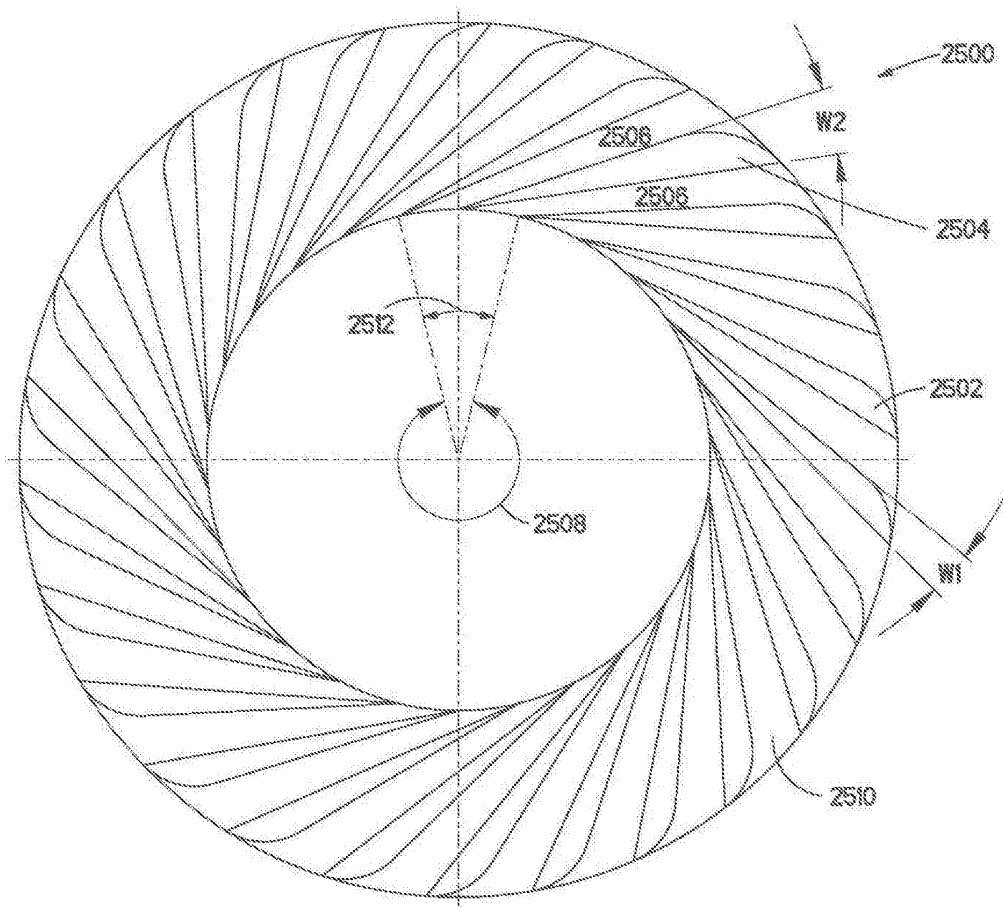
도면23



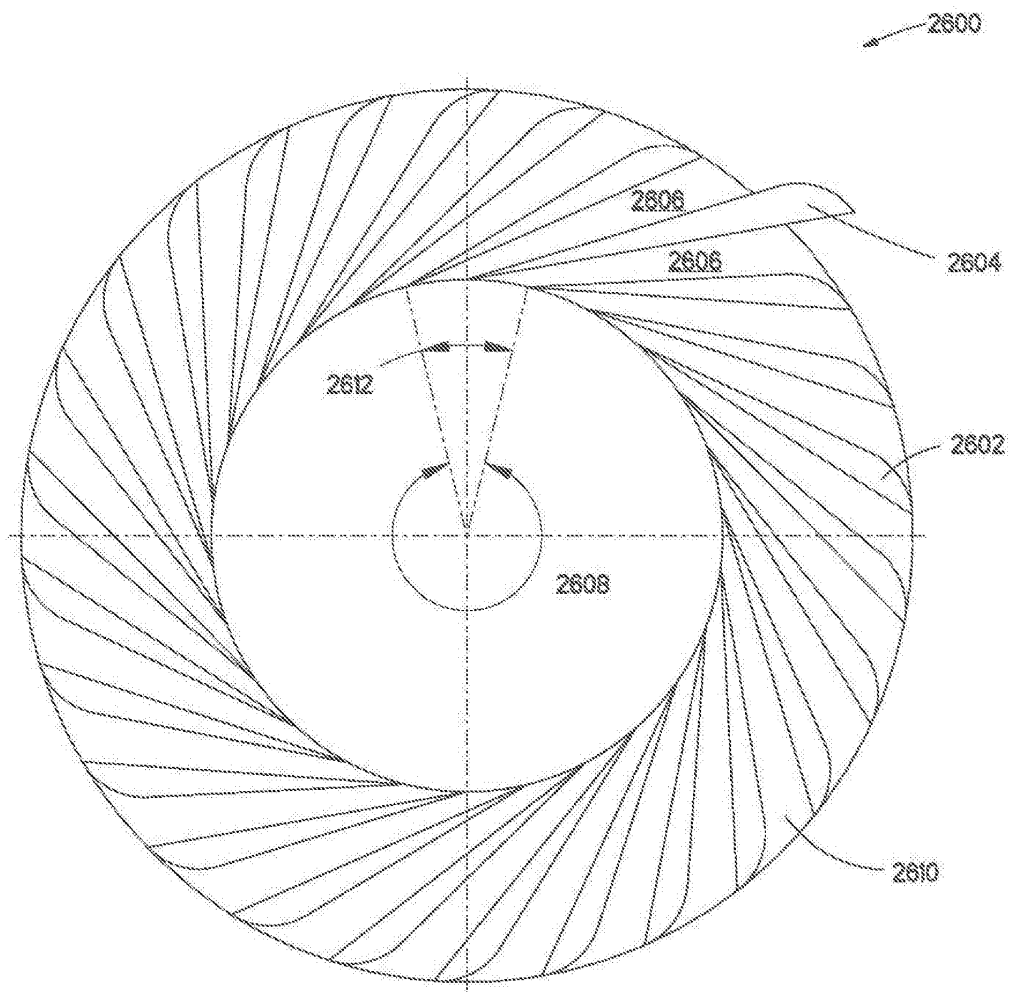
도면24



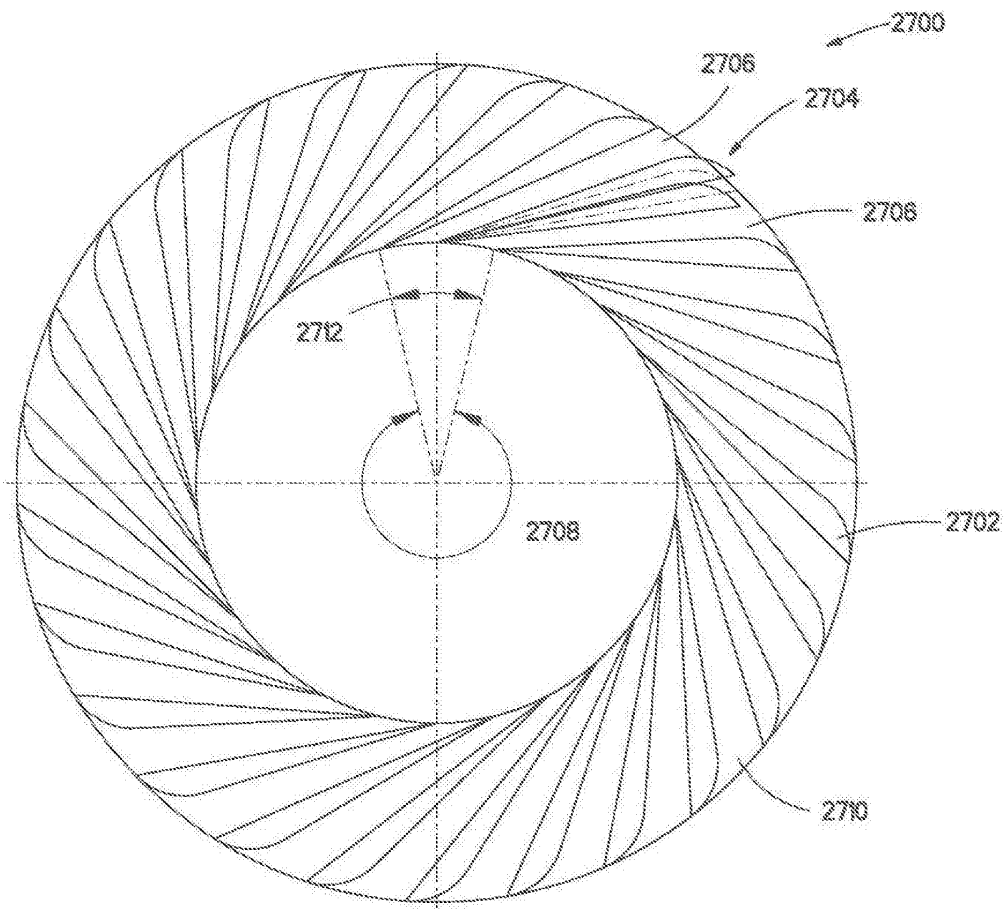
도면25



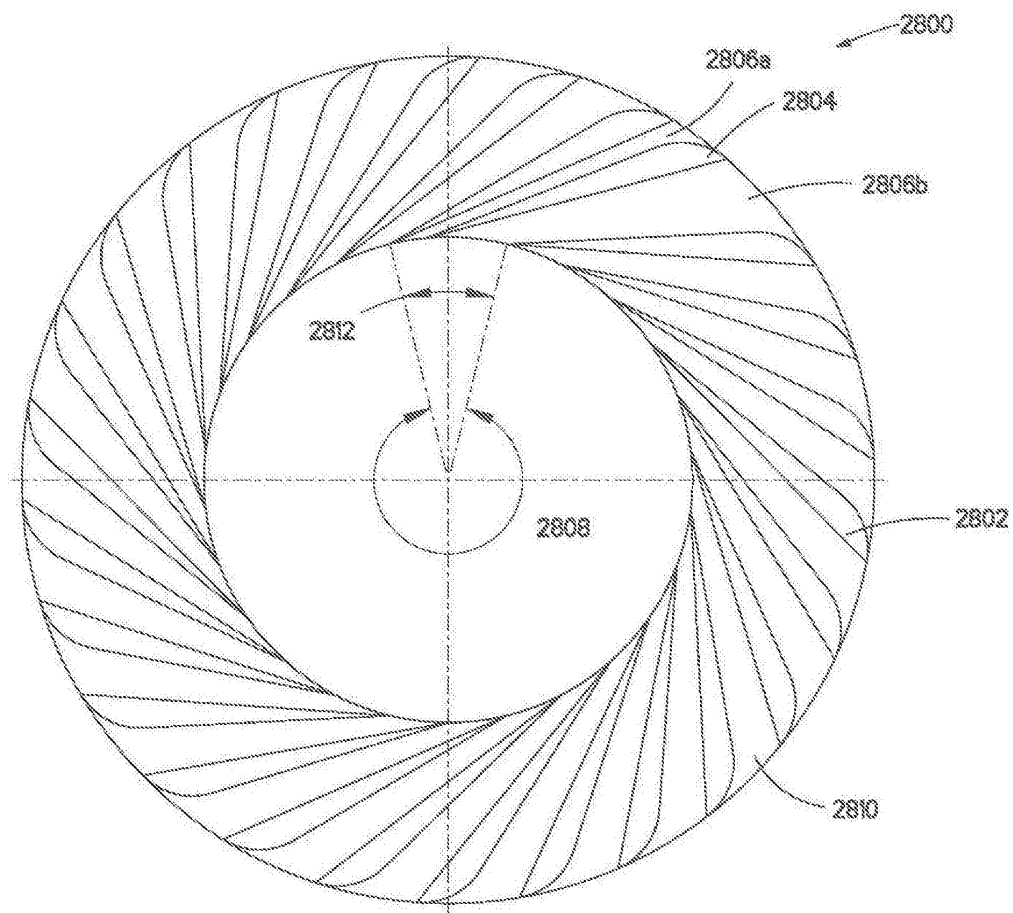
도면26



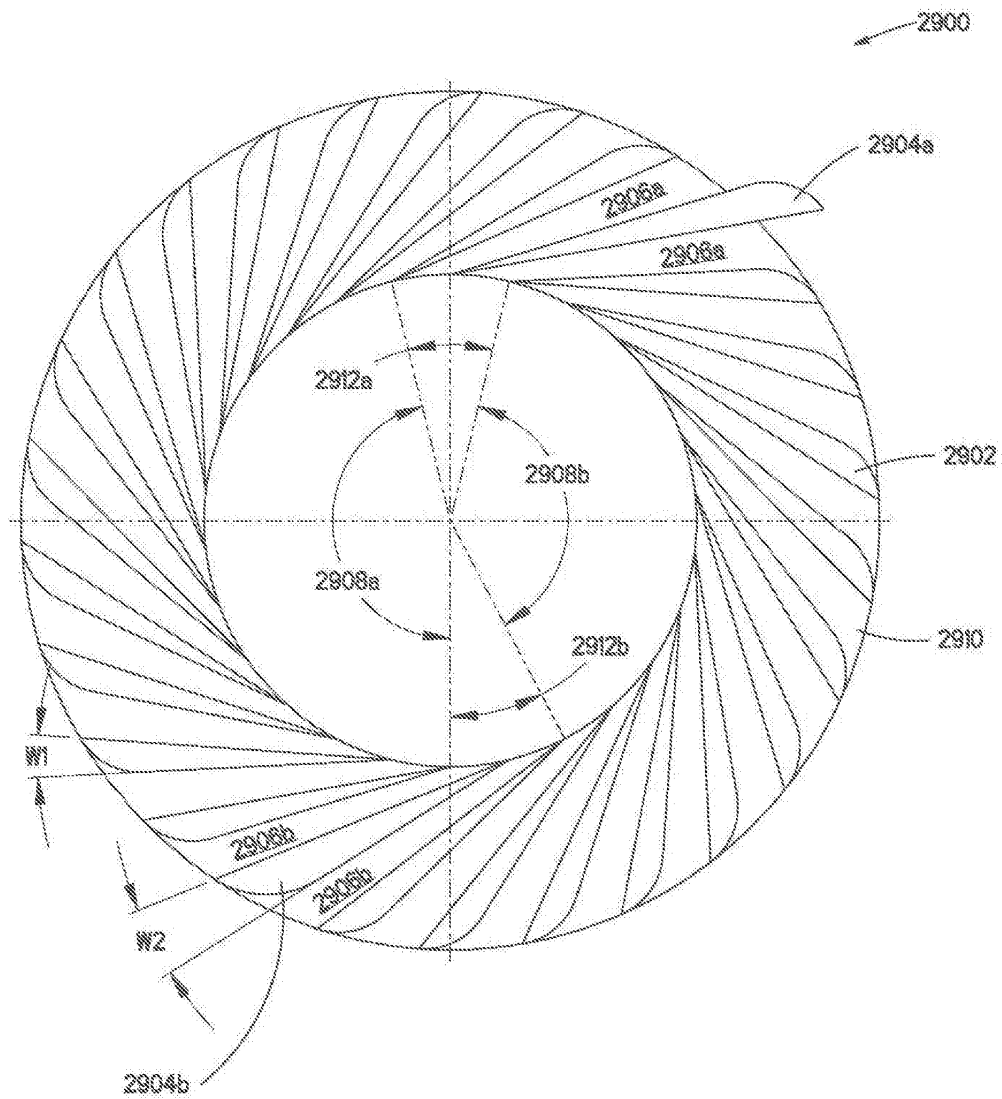
도면27



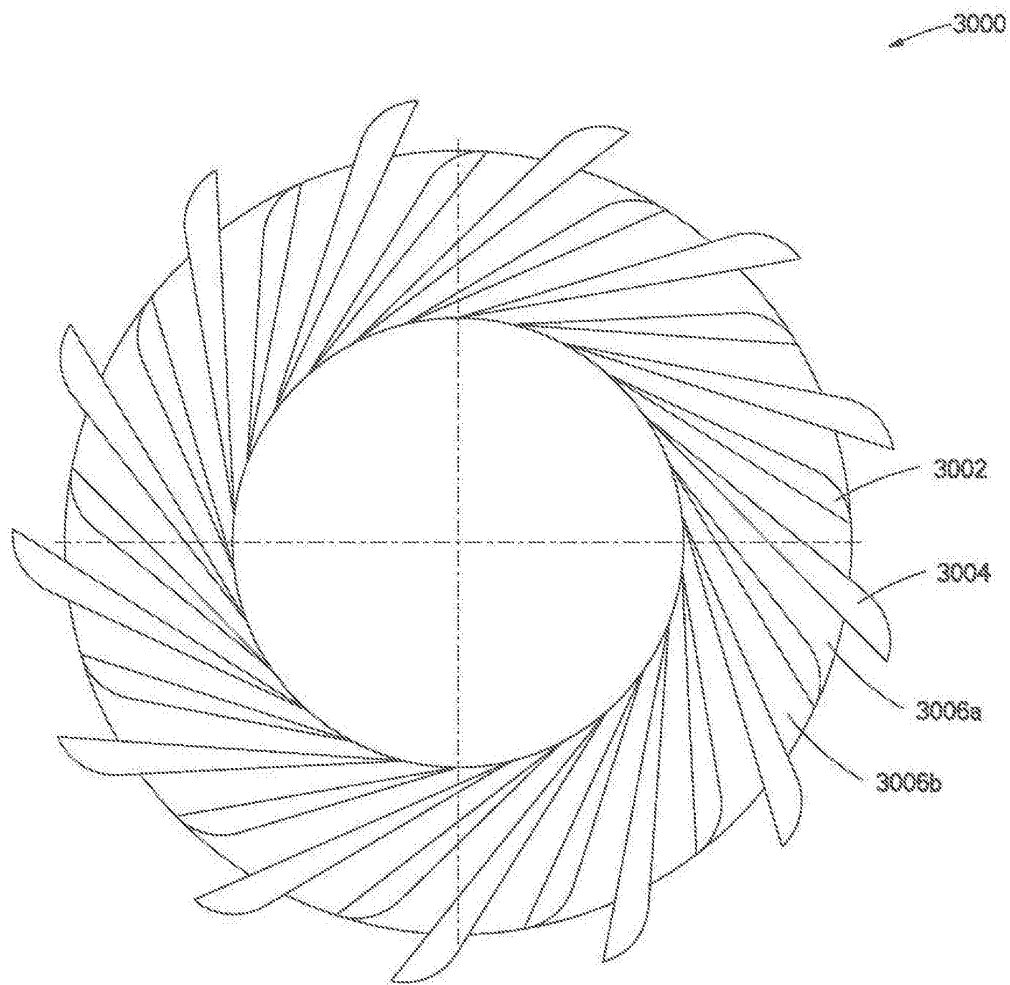
도면28



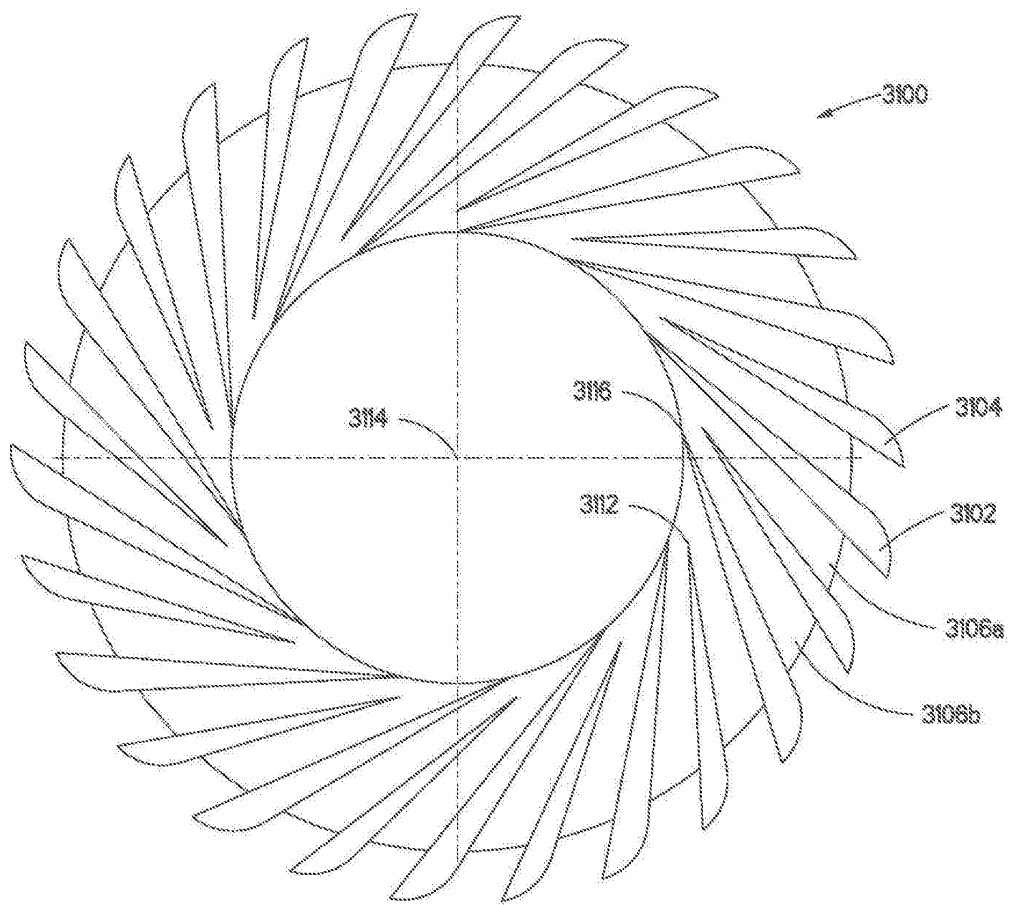
도면29



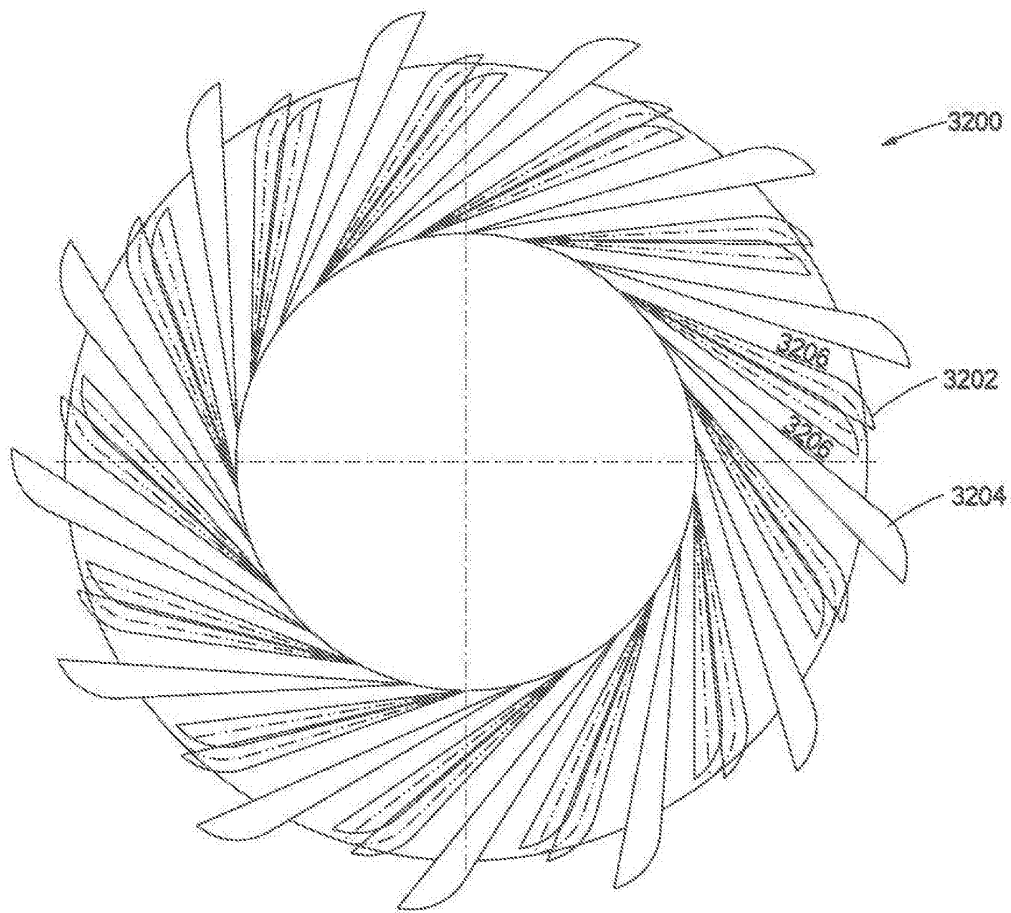
도면30



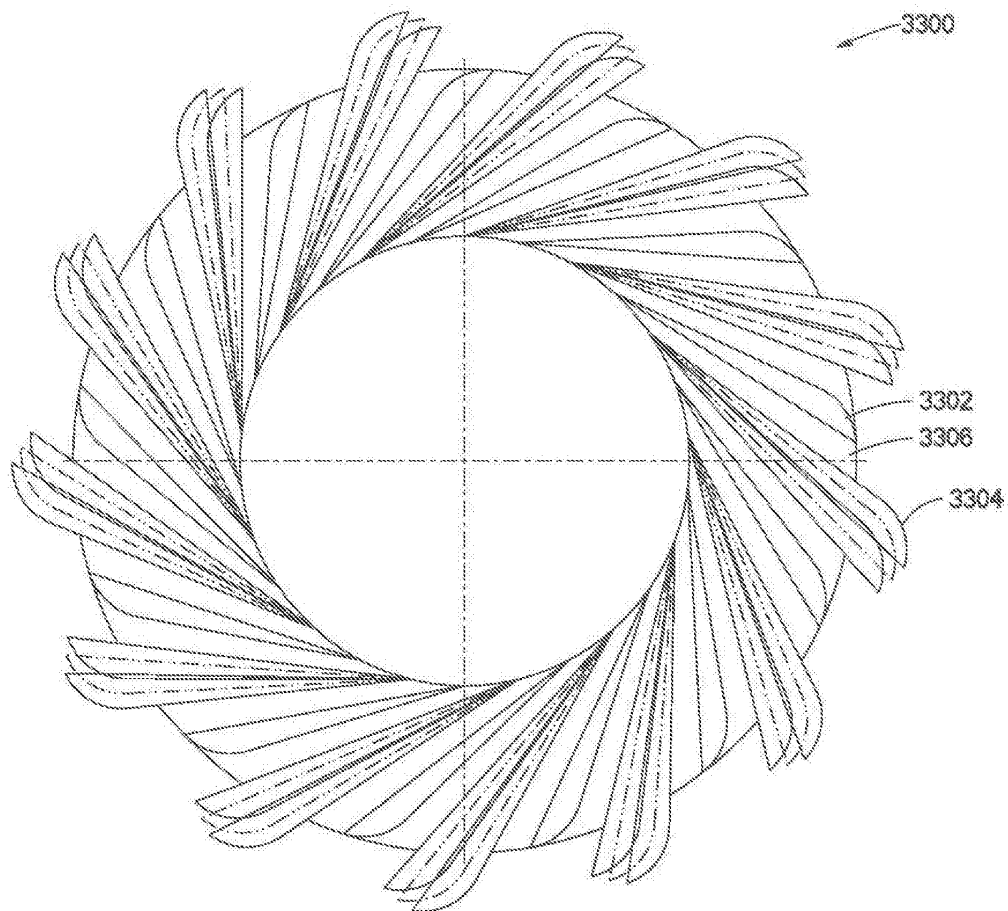
도면31



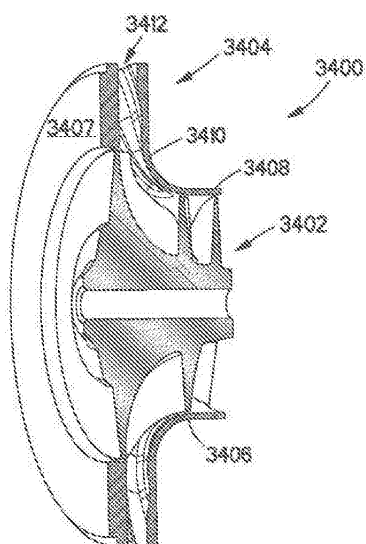
도면32



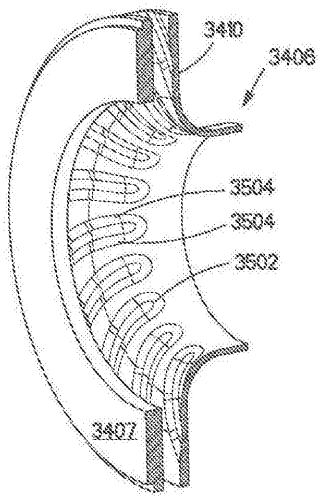
도면33



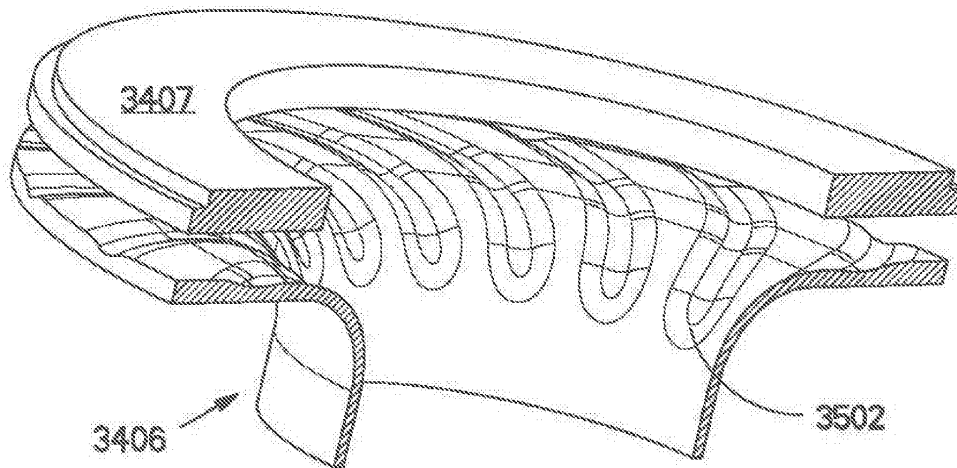
도면34



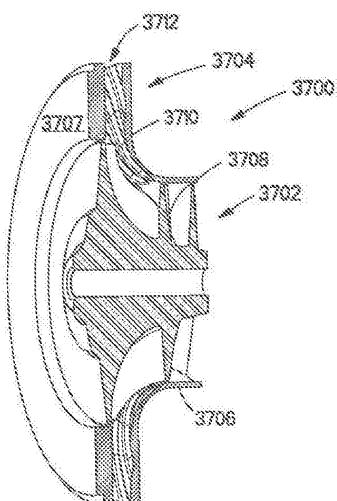
도면35



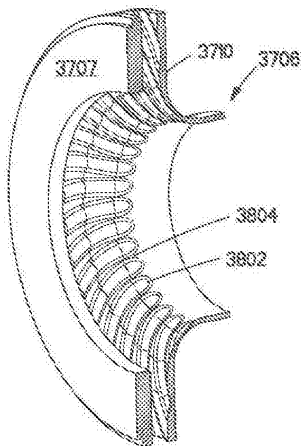
도면36



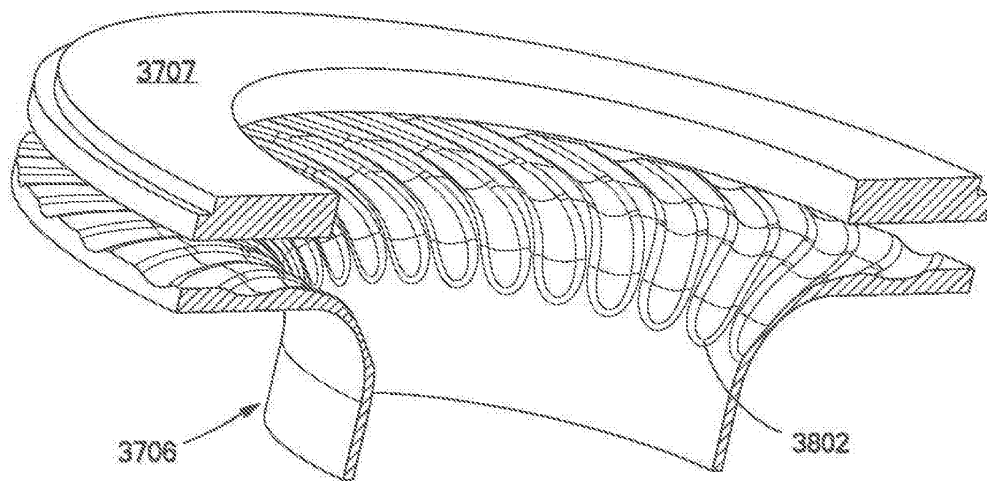
도면37



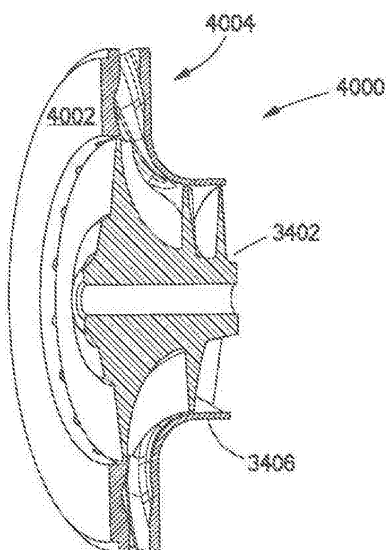
도면38



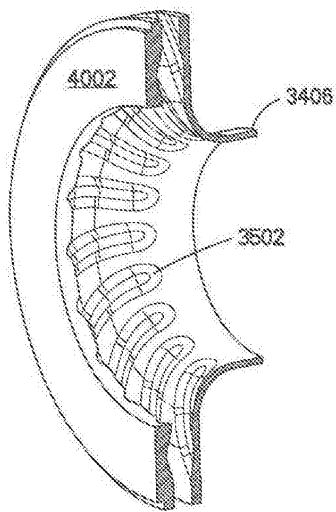
도면39



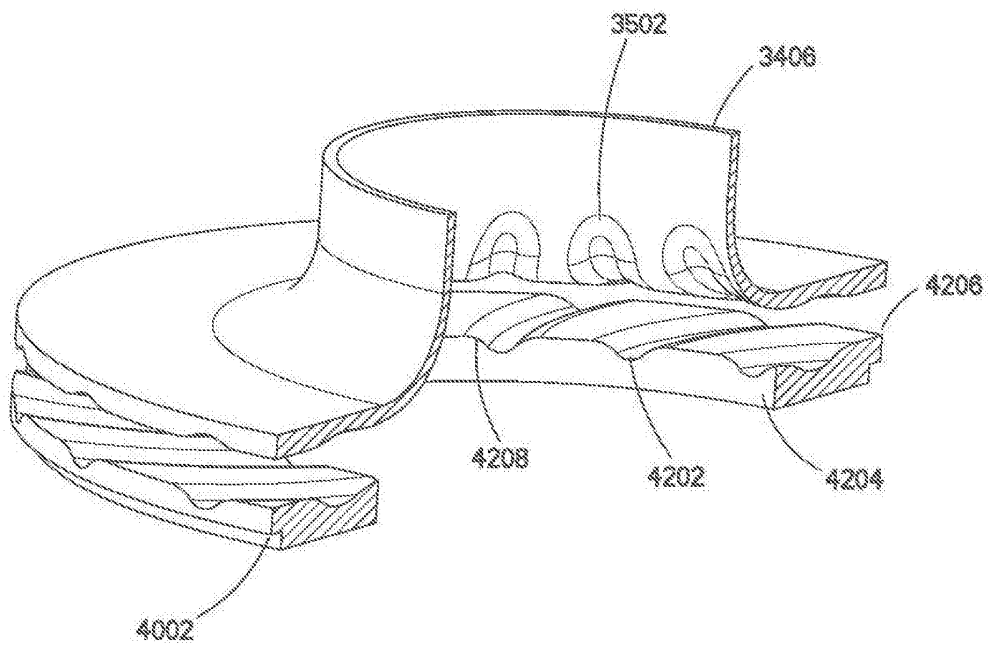
도면40



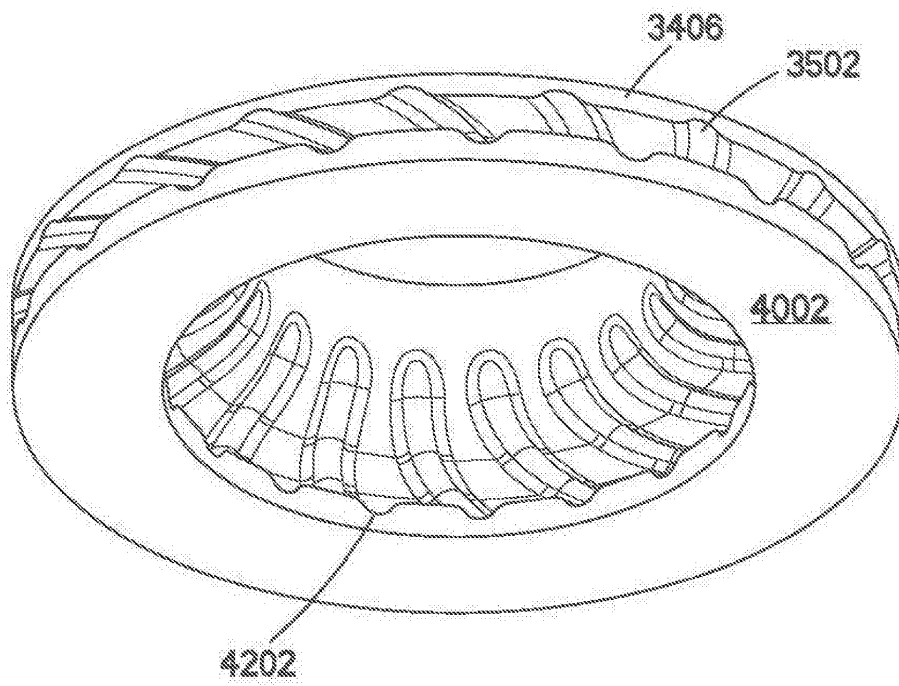
도면41



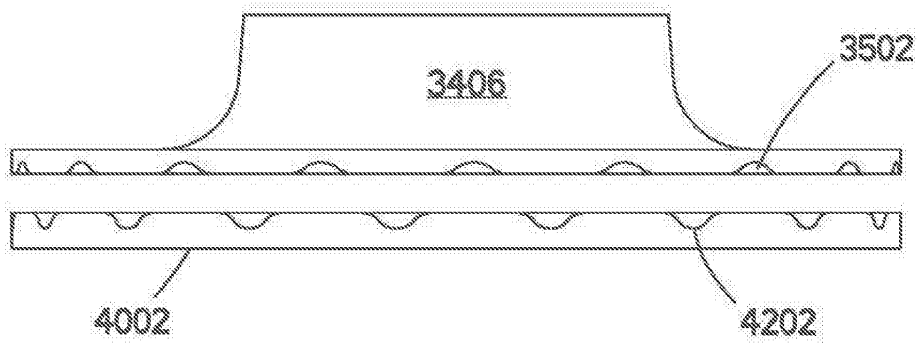
도면42



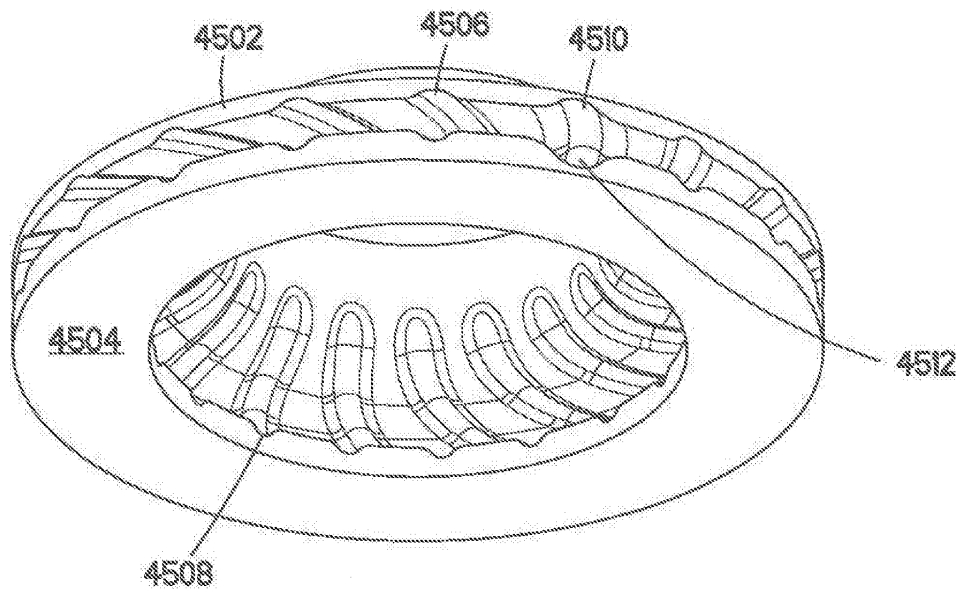
도면43



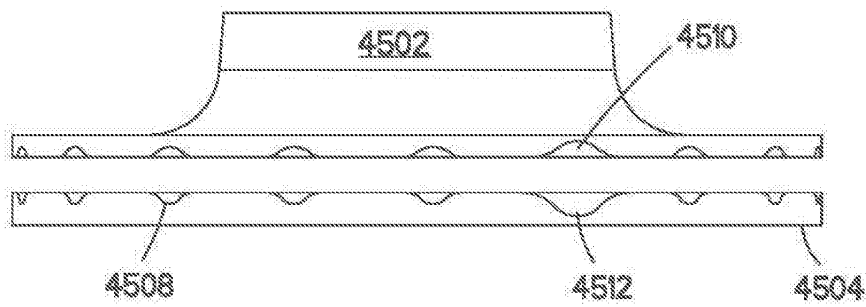
도면44



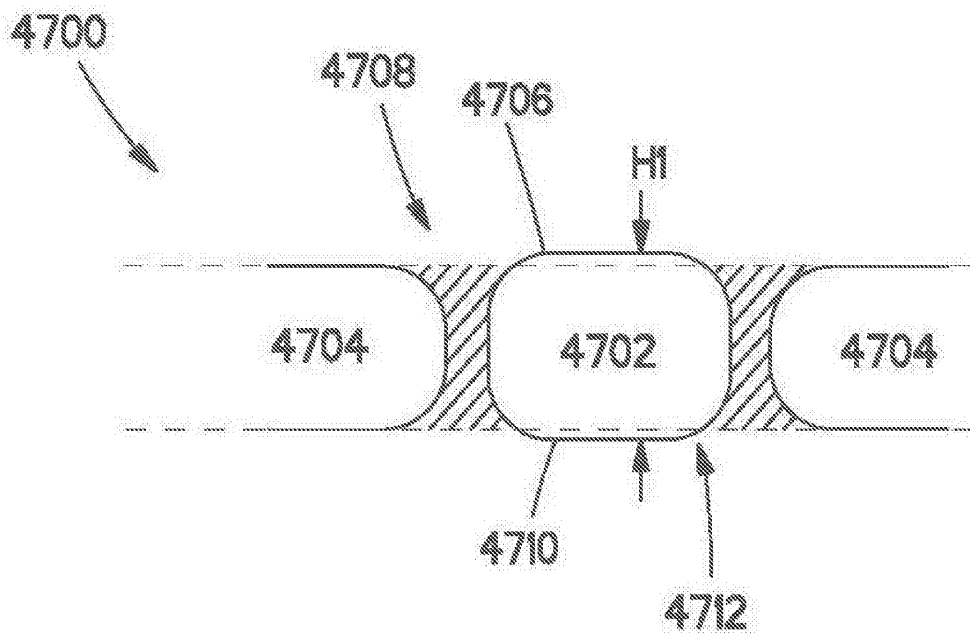
도면45



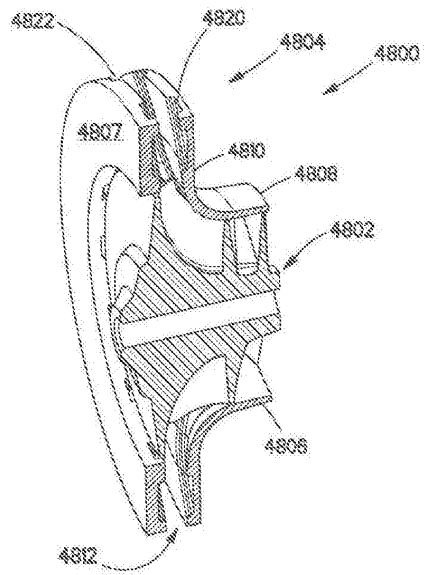
도면46



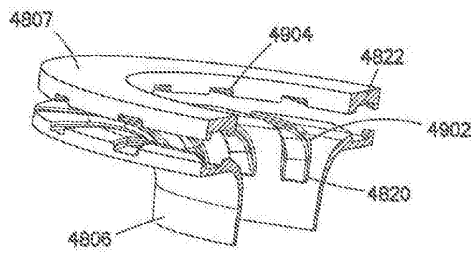
도면47



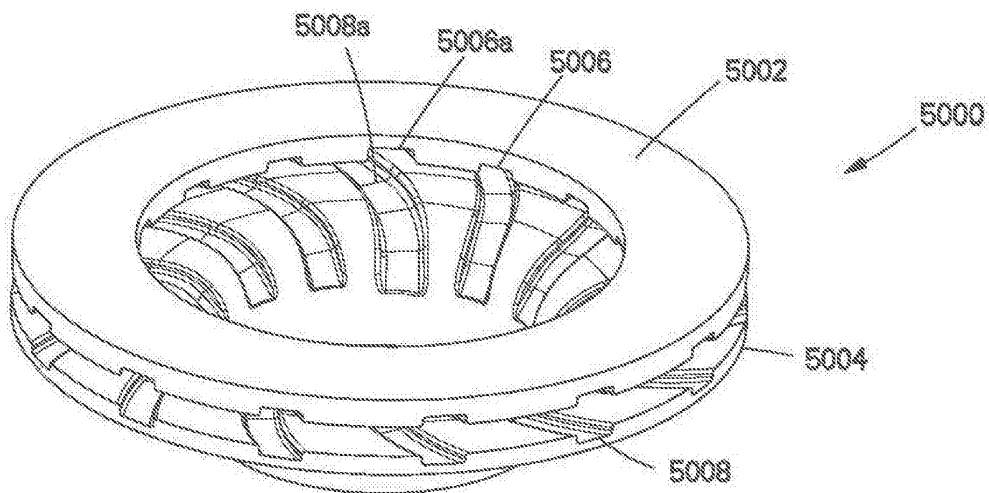
도면48



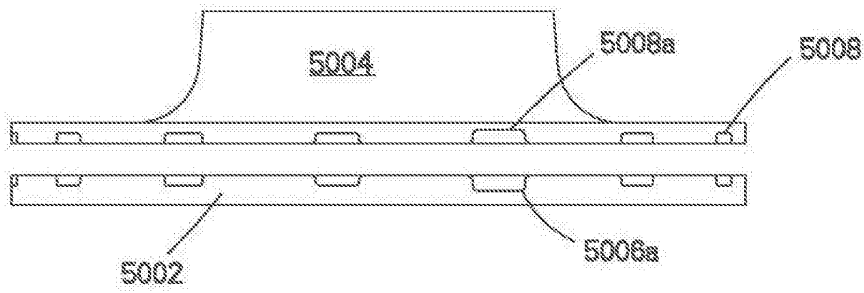
도면49



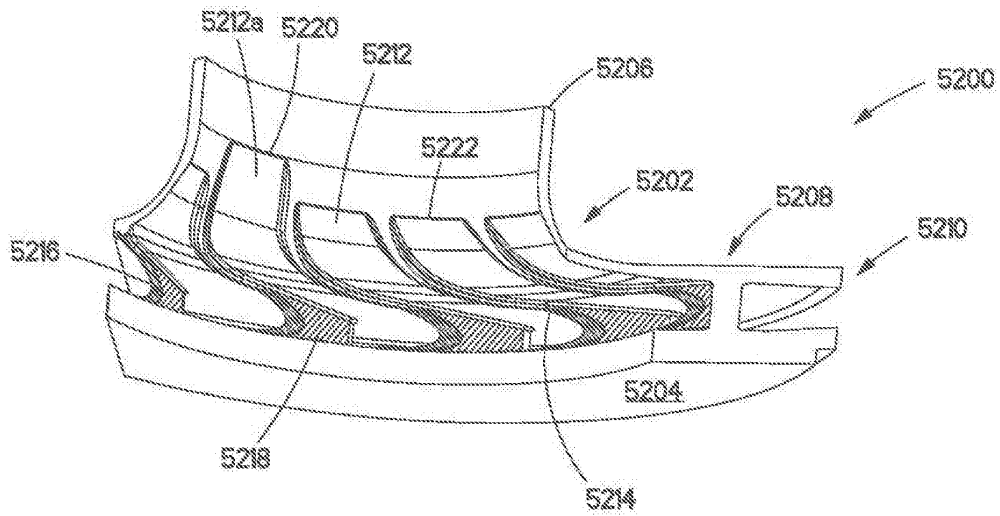
도면50



도면51



도면52



도면53

