



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년02월28일
 (11) 등록번호 10-1018146
 (24) 등록일자 2011년02월21일

(51) Int. Cl.
F04D 29/58 (2006.01) *F04D 29/16* (2006.01)
F04D 29/38 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-7031930
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2007년05월31일
 심사청구일자 2008년12월30일
 (85) 번역문제출일자 2008년12월30일
 (65) 공개번호 10-2009-0014308
 (43) 공개일자 2009년02월09일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2007/070028
 (87) 국제공개번호 WO 2007/140438
 국제공개일자 2007년12월06일
 (30) 우선권주장
 60/803,576 2006년05월31일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009539033 A
 전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
로베르트 보쉬 게엠베하
 독일 데-70442 스투트가르트 포스트파흐 30 02 20
 (72) 발명자
스티븐스 윌리엄
 미국 01754 메사추세츠주 메이나드뱅크로프트 스트리트 13
스테어즈 로버트 더블유.
 미국 02090 메사추세츠주 웨스트우드 윈터 스트리트 22
 (74) 대리인
양영준, 안국찬

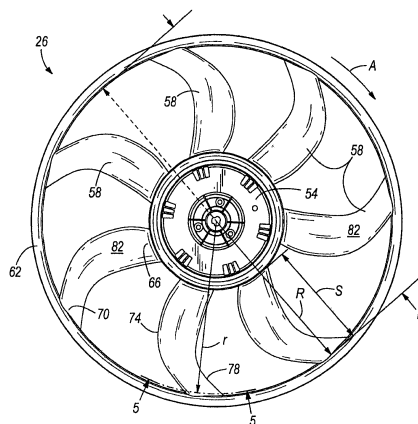
심사관 : 김충호

(54) 축류팬 조립체

(57) 요약

본 발명은 중심축에 대해 회전하도록 구성된 허브와 허브로부터 반경 방향 외향으로 연장하고 중심축 주위에 배열된 복수의 블레이드를 포함하는 축류팬을 제공한다. 블레이드 각각은 루트, 팁, 루트와 팁 사이의 선단 에지 및 루트와 팁 사이의 후단 에지를 포함한다. 블레이드 각각은 블레이드 팁과 중심축 사이에서 블레이드 반경을 형성한다. 블레이드 각각은 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 감소하는 스윙 각을 형성한다. 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 최저값으로부터 최고값까지 증가한다. 최고값은 최저값보다 약 30% 내지 약 75% 더 크다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

축류팬이며,
 중심축에 대해 회전하도록 구성된 허브와,
 허브로부터 반경 방향 외향으로 연장되고 중심축 주위에 배열된 복수의 블레이드를 포함하며, 블레이드 각각은,
 루트와,
 팁과,
 루트와 팁 사이의 선단 에지와,
 루트와 팁 사이의 후단 에지를 포함하며,
 블레이드 각각은 블레이드의 팁과 중심축 사이에서 블레이드 반경을 형성하며,
 블레이드 각각은 스큐 각을 형성하고, 상기 스큐 각은 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 감소하며,
 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 반경 방향으로 블레이드 반경의 외측부 20% 내의 최저값으로부터 블레이드 반경의 외측부 20% 내의 최고값까지 증가하며,
 최고값은 최저값보다 30% 내지 75% 더 큰 축류팬.

청구항 2

제1항에 있어서, 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경의 외측부 10% 내의 최저값으로부터 블레이드 반경의 외측부 10% 내의 최고값까지 증가하며, 블레이드 반경의 외측부 10% 내에서 최고값은 블레이드 반경의 외측부 10% 내에서 최저값보다 20% 내지 60% 더 큰 축류팬.

청구항 3

제1항에 있어서, 블레이드의 스큐 각은 블레이드 반경의 외측부 20%에 걸쳐 연속적으로 감소하는 축류팬.

청구항 4

제1항에 있어서, 블레이드의 각각은 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 증가하는 레이크를 형성하는 축류팬.

청구항 5

제4항에 있어서, 레이크는 블레이드 반경의 외측부 20%에 걸쳐 연속적으로 증가하는 축류팬.

청구항 6

제4항에 있어서, 최대 블레이드 직경에 대한 레이크의 비는 무차원 블레이드 레이크를 포함하며, 블레이드 반경의 외측부 20%에 걸쳐 무차원 반경에 대한 무차원 블레이드 레이크의 변화율은 0.08 내지 0.18인 축류팬.

청구항 7

축류팬 조립체이며,
 보호 덮개와,
 보호 덮개에 결합된 모터,
 축류팬을 포함하고,
 모터는 중심축에 대해 회전 가능한 출력 샤프트를 포함하며,
 축류팬은,
 중심축에 대해 회전하도록 출력 샤프트에 결합된 허브와,

허브로부터 반경 방향 외향으로 연장되고 중심축에 대해 배열된 복수의 블레이드를 포함하며, 블레이드 각각은 루트와, 팁과, 루트와 팁 사이의 선단 에지와, 루트와 팁 사이의 후단 에지를 포함하며, 블레이드 각각은 블레이드의 팁과 중심축 사이에서 블레이드 반경을 형성하고, 블레이드 각각은 스큐 각을 형성하고, 상기 스큐 각은 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 감소하며, 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 반경 방향으로 블레이드 반경의 외측부 20% 내의 최저값으로부터 블레이드 반경의 외측부 20% 내의 최고값까지 증가하며, 최고값은 최저값보다 30% 내지 75% 더 큰 축류팬 조립체.

청구항 8

제7항에 있어서, 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경의 외측부 10% 내의 최저값으로부터 블레이드 반경의 외측부 10% 내의 최고값까지 증가하며, 블레이드 반경의 외측부 10% 내에서 최고값은 블레이드 반경의 외측부 10% 내에서 최저값보다 20% 내지 60% 더 큰 축류팬 조립체.

청구항 9

제7항에 있어서, 블레이드의 스큐 각은 블레이드 반경의 외측부 20%에 걸쳐 연속적으로 감소하는 축류팬 조립체.

청구항 10

제7항에 있어서, 블레이드 각각은 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 증가하는 레이크를 형성하는 축류팬 조립체.

청구항 11

제10항에 있어서, 레이크는 블레이드 반경의 외측부 20%에 걸쳐 연속적으로 증가하는 축류팬 조립체.

청구항 12

제10항에 있어서, 최대 블레이드 직경에 대한 레이크의 비는 무차원 블레이드 레이크를 포함하며, 블레이드의 외측부 20%에 걸쳐 무차원 반경에 대한 무차원 블레이드 레이크의 변화율은 0.08 내지 0.18인 축류팬 조립체.

청구항 13

제7항에 있어서, 팬은 블레이드의 팁에 결합된 대체로 원형인 밴드를 포함하며, 보호 덮개는 중심축 상에 중심 설정된 대체로 환형의 출구 벨을 포함하는 축류팬 조립체.

청구항 14

제13항에 있어서, 밴드로부터 반경 방향 외향으로 위치되고 출구 벨에 인접하여 위치되는 복수의 누설 스테이터를 추가로 포함하며, 누설 스테이터는 중심축 주위에 배열된 축류팬 조립체.

청구항 15

제14항에 있어서, 출구 벨은 반경 방향-최내측 표면, 반경 방향-최외측 표면 및 반경 방향-최내측 표면에 인접한 단부 표면을 포함하며, 누설 스테이터는 반경 방향-최내측 표면과 반경 방향-최외측 표면 사이에 위치되고, 밴드는 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면, 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면 및 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면과 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면에 인접한 단부 표면을 포함하며, 밴드 및 출구 벨의 각각의 단부 표면은 축방향 겹 만큼 이격되고, 최대 블레이드 직경에 대한 축방향 겹의 비는 0 내지 0.01이며, 밴드의 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면은 출구 벨의 반경 방향-최내측

표면의 반경 방향 내향으로 반경 방향 갭 만큼 이격되고, 최대 블레이드 직경에 대한 반경 방향 갭의 비는 0.01 내지 0.02인 축류팬 조립체.

청구항 16

제15항에 있어서, 허브는 허브 반경(R_{hub})을 형성하는 반경 방향-최외측 표면을 포함하며, 밴드의 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면은 밴드 반경(R_{band})을 형성하고, 출구 벨의 반경 방향 최외측 표면은 출구 반경(R_{out})을 형성하며, 출구 벨은 하류 차단부로부터 축방향으로 길이 치수(L) 만큼 이격되고, 차단율은 다음의 공식에 의해 형성되며,

$$\text{차단율} = \frac{R_{band}^2 - R_{hub}^2}{2 \times L \times R_{out}}$$

최대 블레이드 직경에 대한 축방향 갭의 비는 0 내지 0.01이며, 차단율이 0.83 이상일 때 최대 블레이드 직경에 대한 반경 방향 갭의 비는 0.01 내지 0.02인 축류팬 조립체.

청구항 17

제14항에 있어서, 출구 벨은 반경 방향-최내측 표면, 반경 방향-최외측 표면 및 반경 방향-최내측 표면에 인접한 단부 표면을 포함하며, 누설 스테이터는 반경 방향-최내측 표면과 반경 방향-최외측 표면 사이에 위치되고, 밴드는 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면, 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면 및 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면과 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면에 인접한 단부 표면을 포함하며, 밴드의 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면은 출구 벨의 반경 방향-최내측 표면의 반경 방향 외향으로 반경 방향 갭 만큼 이격되고, 최대 블레이드 직경에 대한 반경 방향 갭의 비는 0 내지 0.01이며, 밴드 및 출구 벨의 각각의 단부 표면은 축방향 갭 만큼 이격되고, 최대 블레이드 직경에 대한 축방향 갭의 비는 0.01 내지 0.025인 축류팬 조립체.

청구항 18

제17항에 있어서, 허브는 허브 반경(R_{hub})을 형성하는 반경 방향-최외측 표면을 포함하며, 밴드의 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면은 밴드 반경(R_{band})을 형성하고, 출구 벨의 반경 방향-최외측 표면은 출구 반경(R_{out})을 형성하며, 출구 벨은 하류 차단부로부터 축방향으로 길이 치수(L)만큼 이격되고, 차단율은 다음 공식에 의해 형성되며,

$$\text{차단율} = \frac{R_{band}^2 - R_{hub}^2}{2 \times L \times R_{out}}$$

최대 블레이드 직경에 대한 반경 방향 갭의 비는 0 내지 0.01이고, 차단율이 0.83 미만일 때 최대 블레이드 직경에 대한 축방향 갭의 비는 0.01 내지 0.025인 축류팬 조립체.

청구항 19

제1항에 있어서, 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경의 외측부 20% 내로 감소하지 않는 축류팬.

청구항 20

제7항에 있어서, 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경의 외측부 20% 내로 감소하지 않는 축류팬 조립체.

명세서

기술 분야

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은 전체 내용이 본 출원에 참조로서 포함되는 2006년 5월 31일자로 출원된 미국 특허 가출원 번호 제 60/803,576호의 우선권의 이익을 주장한다.
- [0003] 본 발명은 축류팬에 관한 것이며, 보다 구체적으로는 자동차의 축류팬 조립체에 관한 것이다.

배경 기술

- [0004] 자동차 용도로 이용될 때, 축류팬 조립체는 대개 보호 덮개, 보호 덮개와 결합된 모터 및 모터에 의해 구동되는 축류팬을 포함한다. 축류팬은 축류팬 블레이드(blade)의 각각의 팁(tip)을 연결하는 밴드(band)를 대개 포함함으로써, 축류팬 블레이드를 보강하고 블레이드의 팁이 압력을 더 발생시키게 한다.

발명의 상세한 설명

- [0005] 자동차 용도에 이용되는 축류팬 조립체는 고 효율 및 저 소음으로 작동해야 한다. 그러나, 종종 다양한 제약들이 이러한 설계 목표를 복잡하게 한다. 그러한 제약들은 예컨대, 축류팬과 상류 열 교환기 사이의 제한된 간격 [즉, "팬-대-코어 간격(fan-to-core spacing)"], 축류팬의 바로 하류의 엔진 구성요소로부터의 공기역학적 차단, 축류팬 블레이드의 스위핑(swept) 영역에 대한 보호 덮개의 영역의 큰 비율(즉, "영역 비") 및 축류팬의 밴드와 보호 덮개 사이의 재순환을 포함할 수 있다.
- [0006] 몇몇의 인자들이 축류팬의 효율을 감소시키는데 기여할 수 있다. 작은 팬-대-코어 간격과 결합된 큰 영역 비는 축류팬 블레이드의 팁 근처에서 대개 비교적 높은 내향 반경의 유입 속도를 생성한다. 이 구역 내의 기류는 또한 밴드 주위에서 재순환 기류와 종종 혼합된다. 밴드 주위에서 이러한 재순환 기류는 비교적 고도의 "선행 와류(pre-swirl)" 또는 축류팬의 회전 방향으로 비교적 높은 접선 속도를 가질 수 있다. 개별적으로 또는 조합으로 고려될 때 이러한 인자들은 효율적으로 압력을 발생시키기 위한 축류팬 블레이드의 팁의 기능을 종종 저하시킨다.
- [0007] 일 태양에서, 본 발명은 축류팬의 효율을 감소시키는데 기여할 수 있는 상기 나열된 인자들 중 하나 이상이 존재함에도 불구하고, 축류팬 블레이드의 팁 및 밴드(즉, 팬 블레이드 반경의 외측부 20%에 상응하는 팬 블레이드의 구역 내)에 부착되는 높은 속도의 기류를 유지하도록 구성된 축류팬 블레이드를 제공한다.
- [0008] 다른 태양에서, 본 발명은 중심축에 대해 회전하도록 구성된 허브 및 허브로부터 반경 방향 외향으로 연장되며 중심축 주위에 배열된 복수의 블레이드를 포함하는 축류팬을 제공한다. 각각의 블레이드는 루트(root), 팁, 루트와 팁 사이의 선단 에지(leading edge) 및 루트와 팁 사이의 후단 에지(trailing edge)를 포함한다. 각각의 블레이드는 블레이드의 팁과 중심축 사이에서 블레이드 반경을 형성한다. 각각의 블레이드는 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 감소하는 스큐 각(skew angle)을 형성한다. 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 최저값으로부터 최고값까지 증가한다. 최고값은 최저값보다 약 30% 내지 약 75% 더 크다.
- [0009] 또 다른 태양에서, 본 발명은 보호 덮개 및 보호 덮개와 결합된 모터를 포함하는 축류팬 조립체를 제공한다. 모터는 중심축에 대해 회전 가능한 출력 샤프트를 포함한다. 축류팬 조립체는 또한 중심축에 대해 회전하도록 출력 샤프트와 결합된 허브 및 허브로부터 반경 방향 외향으로 연장되고 중심축 주위에 배열된 복수의 블레이드를 갖는 축류팬을 포함한다. 각각의 블레이드는 루트, 팁, 루트와 팁 사이의 선단 에지 및 루트와 팁 사이의 후단 에지를 포함한다. 각각의 블레이드는 블레이드의 팁과 중심축 사이에서 블레이드 반경을 형성한다. 각각의 블레이드는 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 감소하는 스큐 각을 형성한다. 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경의 외측부 20% 내에서 최저값으로부터 최고값까지 증가한다. 최고값은 최저값보다 약 30% 내지 약 75% 더 크다.
- [0010] 본 발명의 다른 특징 및 태양들은 하기의 상세한 설명 및 첨부 도면을 고려함으로써 명백해질 것이다.

실시 예

- [0022] 본 발명의 임의의 실시예들이 상세하게 설명되기 전에, 본 발명은 그 용도에 있어서 하기의 상세한 설명에 기재되거나 하기의 도면에 도시된 구성 요소의 상세한 구성 및 배열에 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다.

본 발명은 다른 실시예들이 가능하며 다양한 방법으로 실시 또는 실행될 수 있다. 또한, 본 명세서 내에 사용된 어구 및 용어는 서술의 목적을 위한 것이며 제한으로 간주되어서는 안된다는 것이 이해되어야 한다. 본 명세서 내의 "포함하는(including)", "포함하는(comprising), 또는 "갖는(having)" 및 그 변용들의 사용은 추가적인 품목들과 그들의 동등물 및 그 후에 나열된 품목들을 포함하는 것으로 의미된다. 달리 상술되거나 제한되지 않으면, 용어 "장착된(mounted)", "연결된(connected)", "지지된(supported)" 및 "결합된(coupled) 및 그 변용들은 폭넓게 사용되며 직접 및 간접적인 장착, 연결, 지지 및 결합을 모두 포함한다. 또한, "연결된(connected)" 및 "결합된(coupled)"은 물리적인 또는 기계적인 연결 또는 결합에 제한되지 않는다.

[0023] 도1은 자동차의 라디에이터와 같은 열 교환기(14)에 결합된 축류팬 조립체(10)를 도시한다. 그러나, 축류팬 조립체(10)는 임의의 많은 다른 용도에서 열 교환기(14)와 조합되어 이용될 수 있다. 축류팬 조립체(10)는 보호 덮개(18), 보호 덮개(18)와 결합된 모터(22) 및 모터(22)에 결합되고 모터(22)에 의해 구동되는 축류팬(26)을 포함한다. 특히, 도1에 도시된 바와 같이, 모터(22)는 출력 샤프트(30)를 포함하며, 출력 샤프트(30)는 출력 샤프트(30)와 축류팬(26)의 중심축(34)에 대해 축류팬(26)을 구동시킨다.

[0024] 축류팬(26)이 열 교환기(14)를 통해 기류를 흡입하도록 축류팬 조립체(10)는 "관통 흡인(draw-through)" 구성 내에서 열 교환기(14)에 결합된다. 이와 달리, 축류팬(26)이 열 교환기(14)를 통해 기류를 방출시키도록 축류팬 조립체(10)는 "관통 방출(push-through)" 구성 내에서 열 교환기(14)에 결합될 수 있다. 임의의 많은 다른 커넥터들이 축류팬 조립체(10)를 열 교환기(14)에 결합시키기 위해 이용될 수 있다.

[0025] 도1의 축류팬 조립체(10)의 도시된 구조에서, 보호 덮개(18)는 모터(22)가 상부에 결합되는 마운트[mount(38)]를 포함한다. 마운트(38)는 축류팬(26)에 의해 방출된 기류의 방향을 바꾸는 복수의 경사진 베인[vanes(42)]에 의해 보호 덮개(18)의 외측 부분에 결합된다. 그러나, 축류팬 조립체(10)의 대안적인 구조는 보호 덮개(18)의 외측 부분에 마운트(38)를 결합시키기 위해, 축류팬(26)으로부터 방출된 기류의 방향을 대체로 바꾸지 않는 다른 지지 부재들을 이용할 수 있다. 모터(22)는 임의의 많은 다른 체결구들 또는 다른 연결 기구들을 이용하여 마운트(38)에 결합될 수 있다.

[0026] 보호 덮개(18)는 또한 축류팬(26)의 외측 주연 주위에 위치한 대체로 환형의 출구 벨[outlet bell(46)]도 포함한다. 복수의 누설 스테이터[leakage stators(50)]는 출구 벨(46)에 결합되고 중심축(34) 주위에 배열된다. 축류팬(26)의 작동 중에, 누설 스테이터(50)는 재순환하는 기류(즉, "선행 와류")의 점선 성분을 감소 또는 분열시킴으로써 축류팬(26)의 외측 주연 주위의 재순환을 감소시킨다. 그러나, 축류팬 조립체(10)의 대안적인 구조는 도1에 도시된 것과는 상이하게 구성된 누설 스테이터(50) 및 출구 벨(46)을 이용할 수 있다. 또한, 축류팬 조립체(10)의 또 다른 대안적인 구조는 출구 벨(46) 또는 누설 스테이터(50)를 포함하지 않을 수 있다.

[0027] 도1 내지 도4를 참조하면, 축류팬(26)은 중심 허브(54), 허브(54)로부터 외향으로 연장되는 복수의 블레이드(58), 블레이드(58)를 연결하는 밴드(62)를 포함한다. 특히, 각각의 블레이드(58)는 허브(54)에 인접하고 허브(54)에 결합된 루트(66) 또는 루트 부분 및 루트(66)로부터 외향으로 이격되고 밴드(62)에 결합된 팁(70) 또는 팁 부분을 포함한다. 중심축(34)과 블레이드(58) 각각의 팁(70) 사이의 반경 거리는 축류팬(26)의 최대 블레이드 반경("R")으로 정의되는 반면(도4 참조), 블레이드(58) 각각의 루트(66)와 블레이드 각각의 상응 팁(70) 사이의 반경 거리는 블레이드의 스패น("S")으로 정의된다. 블레이드(58)의 직경은 최대 블레이드 직경("D")으로 정의되며 블레이드 반경("R")의 두 배와 동일하다.

[0028] 각각의 블레이드(58)는 또한 루트(66)와 팁(70) 사이의 선단 에지(74) 및 루트(66)와 팁(70) 사이의 후단 에지(78)를 포함한다. 도4는 화살표 "A"로 표시된, 축류팬(26)의 시계 방향 회전에 대한 블레이드(58)의 선단 및 후단 에지(74, 78)를 도시한다. 축류팬 조립체(10)의 다른 구조에서, 블레이드(58)는 축류팬(26)의 반시계 방향 회전에 따라 상이하게 구성될 수 있다. 또한, 각각의 블레이드(58)는 압력 표면(86)(도2 및 도4 참조) 및 흡입 표면(82)(도3 참조)을 포함한다. 압력 및 흡입 표면(86, 82)은 축류팬(26)이 기류를 발생시키게 하는 날개꼴(airfoil) 형상을 각각의 블레이드(58)에 부여한다.

[0029] 도1 및 도3을 참조하면, 모터(22)의 도처에 냉각 기류를 제공하기 위해 복수의 2차 블레이드(90)가 중심축(34) 주위에 배열되고 허브(54)의 내측 주연에 결합된다. 모터(22)는 모터의 전기적 구성 요소들을 대체로 수납하는 모터 하우징(94)을 포함할 수 있다(도1 참조). 도1에 도시되지는 않았지만, 모터 하우징(94)은 2차 블레이드(90)에 의해 발생된 냉각 기류가 모터의 전기적 구성 요소를 냉각시키기 위해 하우징(94)을 통과하게 하는 복수의 구멍들을 포함할 수 있다. 다르게는, 모터 하우징(94)은 구멍을 포함하지 않을 수 있고, 2차 블레이드(90)에 의해 발생된 냉각 기류는 하우징(94)의 도처에만 유도될 수 있다. 축류팬 조립체(10)의 또 다른 구조에서, 축류팬(26)은 2차 블레이드(90)를 포함하지 않을 수 있다.

- [0030] 도4를 참조하면, 블레이드(58)의 몇몇 특성들은 스패ن(S)에 따라 변한다. 특히, 이 특성들은 블레이드(58)의 루트(66)로부터 블레이드(58)의 팁(70)으로 이동하는 반경("r")에 상응하는 개별 원통형 블레이드 단면에서 측정될 수 있다. 따라서 반경("r")을 갖는 블레이드 단면은 반경("r")을 갖는 실린더를 구비한 팬(26)과 팬(26)의 중심축(34)과 동일선(colinear) 상인 축의 교차부에 형성된다. 상기 논의된 바와 같이, 블레이드(58)의 팁(70)에 상응하는 블레이드 단면은 축류팬(26)의 블레이드(58)의 최대 반경과 동일한 반경("R")을 갖는다. 따라서, 스패น(S)에 따라 변하는 블레이드(58)의 특성들은 블레이드 반경(R)의 비율(즉, "r/R")로 특정 블레이드 단면을 참조하여 기술될 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 비율("r/R")은 또한 "무차원 반경(non-dimensional radius)"으로 지칭될 수 있다.
- [0031] 도5를 참조하면, 스패น(S)의 단부 근처의 블레이드 단면(즉, $r/R \sim 1$)이 도시된다. 이 특정 블레이드 단면에서, 블레이드(58)는 곡률을 갖는다. 블레이드(58)의 곡률의 범위는, "캠버(camber)"로서 본 기술 분야에 공지된 다른 방법으로, 특정 블레이드 단면에서 블레이드(58)의 평균선(mean line:98) 및 선단-후단선[nose-tail line(102)]을 참조함으로써 측정된다. 도5에 도시된 바와 같이, 평균선(98)은 블레이드(58)의 선단 에지(74)로부터 후단 에지(78)로, 블레이드(58)의 압력 표면(86)과 흡입 표면(82) 사이의 중간에서 연장한다. 선단-후단선(102)은 블레이드(58)의 선단 에지(74)와 후단 에지(78) 사이에서 연장하고 블레이드(58)의 선단 에지(74) 및 후단 에지(78)에서 평균선(98)과 교차하는 직선이다.
- [0032] 캠버는 선단-후단선(102)에 따른 위치의 함수인 무차원량이다. 특히, 캠버는 다르게는 블레이드 "현(chord)"으로 공지된 선단-후단선(102)의 길이에 의해 분할되는 선단-후단선(102)으로부터 평균선(98)까지의 수직 거리("D")를 기술하는 함수이다. 대개, 캠버의 무차원량이 클수록 블레이드(58)의 곡률이 크다.
- [0033] 도5는 또한 스패น(S)의 단부 근처의 블레이드 단면(즉, $r/R \sim 1$)에서 블레이드(58)의 피치각("β")를 도시한다. 피치각(β)은 중심축(34)에 대체로 수직인 평면(106)과 선단-후단선(102) 사이의 각도로 정의된다. 블레이드(58)의 루트(66)로부터 블레이드(58)의 팁(70)으로 이동하는 반경("r")에서 각각의 후속적인 블레이드 단면에 상응하는 블레이드(58)의 피치각(β)을 알면, 블레이드의 "피치"가 다음 공식으로 계산될 수 있다.
- [0034]
$$\text{피치} = 2\pi r \tan\beta$$
- [0035] 블레이드(58)의 피치는 대개 반경 길이에 따라 블레이드(58)에 의해 발생하는 정압(static pressure)의 양을 결정하는 특성이다. 상기 공식으로부터 분명한 바와 같이, 피치는 차원량이며, 목재면에 나사 결합되는 나사와 유사하게, 고상 매체 내에서 회전하는 경우에 샤프트 1회전을 통해 반경("r")에서 특정 블레이드 단면에 의해 이론적으로 이동되는 축상 거리로 시각화된다.
- [0036] 도9는 축류팬(26)의 스패น(S)에 걸친 블레이드 피치를 도시한다. 특히, X축은 특정 블레이드 단면의 스패น(S)에 따른 비율("r/R")을 나타내며, Y축은 블레이드(58)의 루트(66)와 블레이드(58)의 팁(70) 사이의 모든 블레이드 단면들의 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비를 나타낸다. 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비를 이용함으로써, 도9에 도시된 곡선이 정규화(normalize)되고 고-피치 및 저-피치 축류팬(26) 양자 모두를 묘사한다. 또한, 도9에 도시된 곡선은 상이한 블레이드 직경(D)을 갖는 축류팬(26)을 묘사한다. "평균 블레이드 피치"는 단지 스칼라량이기 때문에, "블레이드 피치"를 대표하는 곡선의 형태는 "블레이드 피치/평균 블레이드 피치"를 묘사하는 것과 동일하다.
- [0037] 도9를 계속 참조하면, 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서, 또는 $0.8 \leq r/R \leq 1$ 사이에서 감소하지 않는다. 또한, 평균 블레이드 피치에 대한 블레이드 피치의 비는 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 증가한다. 도9의 곡선에 의해 나타난 블레이드(58)의 구조에서, "블레이드 피치/평균 블레이드 피치" 값은 약 0.88에서 약 1.22로 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 약 40% 만큼 증가한다. 그러나, 블레이드(58)의 다른 구조에서, "블레이드 피치/평균 블레이드 피치" 값은 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 적어도 약 5% 만큼 증가할 수 있다. 또한, 도9의 곡선에 의해 나타난 블레이드(58)의 구조에서, "블레이드 피치/평균 블레이드 피치" 값은 블레이드 반경(R)의 외측부 10%에 걸쳐, 또는 $0.9 \leq r/R \leq 1$ 사이에서 연속적으로 증가한다. 블레이드(58)의 다른 구조에서, "블레이드 피치/평균 블레이드 피치" 값은 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 약 30% 내지 약 75% 만큼 증가할 수 있는 반면, 블레이드(58)의 또 다른 구조에서 "블레이드 피치/평균 블레이드 피치" 값은 블레이드 반경(R)의 외측부 10% 내에서 약 20% 내지 약 60% 만큼 증가할 수 있다.
- [0038] 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 블레이드(58)의 피치가 증가함에 따라, 도9에 도시된 바와 같이, 블레이드(58)의 팁(70)은 밴드(62)에서 고속 축방향 기류를 유지하도록 증가하는 정압을 전개할 수 있고, 따라서 유입

기류의 반경 방향-내향 성분이 존재함에도 불구하고, 축류팬(26)의 효율을 개선시킨다.

- [0039] 도6을 참조하면, 축류팬(26)의 블레이드(58)는 변하는 스큐 각(θ)을 가지면서 형성된다. 블레이드(58)의 스큐 각(θ)은 블레이드(58)의 루트(66)에 상응하는 블레이드 단면을 참조하여, 반경("r")에 상응하는 특정 블레이드 단면에서 측정된다. 구체적으로, 기준점(110)은 블레이드(58)의 루트(66)에 상응하는 블레이드 단면의 중간-현(mid-chord)에 표시되며, 기준선(114)은 기준점(110)과 축류팬(26)의 중심축(34)을 지나 도시된다. 도6에 도시된 바와 같이, 기준선(114)은 "음의" 스큐 각(θ)으로부터 "양의" 스큐 각(θ)을 구분한다. 본 명세서에 정의된 바와 같이, 양의 스큐 각(θ)은 블레이드(58)가 축류팬(26)의 회전 방향으로 기울어진 것을 나타내는 반면, 음의 스큐 각(θ)은 블레이드(58)가 축류팬(26)의 회전 방향과 반대 방향으로 기울어진 것을 나타낸다.
- [0040] 그런 다음 중간-현(118)이 블레이드(58)의 선단 에지(74)와 후단 에지(78) 사이에 도시된다. 증가하는 반경("r")에 상응하는 각각의 후속적인 블레이드 단면은 중간-현(118) 상에 놓인 중간-현 지점[예컨대, 도5에 도시된 블레이드 단면 상의 지점("P")]를 갖는다. 반경("r")에 상응하는 특정 블레이드 단면에서 블레이드(58)의 스큐 각(θ)은 특정 블레이드 단면의 중간-현 지점[예컨대, 지점("P")]과 중심축(34)을 연결하는 선(122)과 기준선(114) 사이에서 측정된다. 도6에 도시된 바와 같이, 블레이드(58)의 일부는 양의 방향으로 기울어지며, 블레이드(58)의 일부는 음의 방향으로 기울어진다.
- [0041] 도10은 축류팬(26)의 스펜(S)에 걸친 스큐 각(θ)과 블레이드 피치를 도시한다. 특히, X축은 특정 블레이드 단면의 스펜(S)에 따른 무차원 반경 또는 비율("r/R")을 나타내고, 좌측 Y축은 축류팬 직경 또는 블레이드 직경(D)에 대한 블레이드 피치의 비를 나타내며, 우측 Y축은 기준선(114)에 대한 스큐 각(θ)을 나타낸다. 블레이드 직경(D)에 대한 블레이드 피치의 비를 이용함으로써, 도10에 도시된 곡선은 무차원이며 상이한 블레이드 직경(D)을 갖는 축류팬(26)을 묘사한다. 블레이드 직경(D)은 단지 스칼라량이기 때문에, "블레이드 피치"를 묘사하는 곡선의 형상은 "블레이드 피치/블레이드 직경(D)"을 묘사하는 것과 동일하다.
- [0042] 도10을 계속 참고하면, 블레이드(58)는 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 감소하는 스큐 각(θ)을 형성한다. 즉, 스큐 각(θ)은 $0.8 \leq r/R \leq 1$ 범위 내에서 감소한다. 또한, 블레이드(58)의 스큐 각(θ)은 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸쳐 연속적으로 감소한다. 도10의 곡선에 의해 나타난 블레이드(58)의 구조에서, 스큐 각(θ)은 약 (+)2.75도에서 약 (-)9.98도로, 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 약 12.75도 만큼 감소한다. 다르게는, 블레이드(58)는 스큐 각(θ)이 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 약 12.75도보다 더 또는 덜 감소하도록 구성될 수 있다. 그러나, 팬(26)의 양호한 구조에서, 블레이드(58)의 스큐 각(θ)은 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 적어도 약 5도 만큼 감소해야 한다.
- [0043] 도5 및 도11을 참조하면, 축류팬(26)의 블레이드(58)는 변하는 레이크 프로파일(rake profile)을 가지면서 형성된다. 도5에 도시된 바와 같이, 블레이드 레이크는 [기준선(124)에 의해 근사된] 블레이드(58)의 루트(66)에 상응하는 블레이드 단면의 중간-현 지점을 참조하여 반경("r")에 상응하는 특정 블레이드 단면의 중간-현 지점[예컨대, 지점("P")]의 축방향 오프셋(" Δ ")으로 측정된다. 반경("r")에 상응하는 블레이드 단면의 중간-현 지점[예컨대, 지점("P")]이 블레이드(58)의 루트(66)에 상응하는 블레이드 단면의 중간-현 지점의 상부에 위치될 때 축방향 오프셋(Δ)의 값은 음수인 반면, 반경("r")에 상응하는 블레이드 단면의 중간-현 지점이 블레이드(58)의 루트(66)에 상응하는 블레이드 단면의 중간-현 지점의 하부에 위치될 때 축방향 오프셋(Δ)의 값은 양수이다.
- [0044] 도11은 축류팬(26)의 스펜(S)에 걸친 블레이드 레이크를 도시한다. 특히, X축은 특정 블레이드 단면의 스펜(S)에 따른 무차원 반경 또는 비율("r/R")을 나타내며, Y축은 축류팬 직경 또는 블레이드 직경(D)에 대한 블레이드 레이크의 비를 나타낸다. 블레이드 직경(D)(즉, "무차원 블레이드 레이크")에 대한 블레이드 레이크의 비를 이용함으로써, 도11에 도시된 곡선은 무차원이며, 상이한 블레이드 직경(D)을 갖는 축류팬(26)을 묘사한다. 블레이드 직경(D)이 단지 스칼라량이기 때문에, "블레이드 레이크"를 묘사하는 곡선의 형상은 "블레이드 레이크/블레이드 직경(D)"을 묘사하는 것과 동일하다.
- [0045] 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸친 블레이드(58)의 레이크 프로파일은 블레이드(58)의 압력 표면(86)으로부터 연장하는 표면 법선의 반경 방향-내향 및 반경 방향-외향 성분을 감소시키도록 도10에 도시된 스큐 각 및 피치 프로파일에 따라 조정된다. 즉, 블레이드(58)의 레이크 프로파일을 변화시키지 않으면서 블레이드(58)를 전방으로(즉, 도6에 나타난 양의 방향으로) 기울이는 것은 축방향 및 접선 성분에 더하여 반경 방향-내향 성분을 갖는 블레이드(58)의 압력 표면(86)으로부터 직각으로 연장하는 표면 법선 또는 방사선을 산출한다. 마찬가지로, 블레이드(58)를 후방으로(즉, 도6에 나타난 음의 방향으로) 기울이는 것은 축방향 및 접선 성분에 더하여 반경-방향 외향 성분을 갖는 표면 법선을 산출한다. 블레이드(58)의 압력 표면(86)으로부터 연장하는 표면 법

선의 반경 방향-내향 및 반경 방향-외향 성분들은 축류팬(26)의 효율을 저하시킬 수 있다. 그러나, 도11에 도시된 바와 같이 블레이드(58)의 레이크 프로파일을 변화시킴으로써, 표면 법선의 반경 방향-내향 및 반경 방향-외향 성분은 감소될 수 있고, 따라서 블레이드(58)의 구조적 안정성 뿐만 아니라 축류팬(26)의 효율성을 증가시키며, 각각의 블레이드(58)에 의해 전개된 압력이 기류의 방향과 최적으로 정렬되는 것이 보장된다.

[0046] 도11은 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸친 하나의 무차원 레이크 프로파일을 도시한다. 특히, 도시된 레이크 프로파일에서, 무차원 블레이드 레이크는 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸쳐 연속적으로 증가한다. 또한, 도시된 블레이크 프로파일에서, 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸쳐 무차원 반경에 대한 무차원 블레이크 레이크의 변화율은 약 0.08 내지 약 0.18이다. 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸쳐 도시된 레이크 프로파일은 하기의 공식에 의해 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸쳐 스큐 각 변화 및 피치 변화의 함수로 기술될 수 있으며, "D"는 블레이드 직경(D)과 동일하다.

$$\frac{rake_{100\%} - rake_{90\%}}{D} = \left(\frac{Skew_{90\%} - Skew_{100\%}}{360^\circ} \times \frac{Pitch_{100\%} + Pitch_{90\%}}{D \times 2} \right) \pm 0.004$$

$$\frac{rake_{90\%} - rake_{80\%}}{D} = \left(\frac{Skew_{80\%} - Skew_{90\%}}{360^\circ} \times \frac{Pitch_{90\%} + Pitch_{80\%}}{D \times 2} \right) \pm 0.004$$

[0047]

[0048] 공지된 블레이드 직경(D)의 축류팬(26)에 대한 스팬(S)의 각각의 증가량(즉, $0.8 \leq r/R \leq 0.9$ 및 $0.9 \leq r/R \leq 1$)에 대하여 레이크의 변화를 계산하기 위하여, 피치 및 스큐에 대한 각각의 값들이 먼저 경험적으로 결정될 필요가 있다. 그런 다음, 레이크의 변화에 대한 값이 계산될 수 있다.

[0049] 축류팬(26)의 다른 구조에서, 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸쳐 생성된 레이크 프로파일이 도11에 도시된 무차원 레이크 프로파일과 상이하도록, 블레이드(58)는 블레이드 반경(R)의 외측부 20%에 걸쳐 상이한 피치 프로파일 및 스큐 각을 포함할 수 있다.

[0050] 도7을 참조하면, 축류팬 조립체(10)는 개략적으로 도시된 하류의 "차단부"(126)에 대해 위치되어 도시된다. 그러한 차단부(126)는 예컨대, 자동차 엔진의 일부가 될 수 있다. 축류팬 조립체(10)의 효율은 출구 벨(46) 및 누설 스테이터(50)로부터 밴드(62)의 간격에 어느 정도 의존하며, 출구 벨(46)과 차단부(126) 사이의 간격에 어느 정도 의존한다.

[0051] 도8은 축류팬 조립체(10)의 한 구조 내에서 누설 스테이터(50) 및 밴드(62)와 출구 벨(46) 사이의 간격을 도시한다. 특히, 밴드(62)는 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면(134) 및 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면(138)에 인접하는 단부 표면(130)을 포함한다. 출구 벨(46)은 반경 방향-최내측 표면(146)에 인접하는 단부 표면(142)을 포함한다. 축방향 갭("G1")은 밴드 및 출구 벨(46) 각각의 단부 표면들(130, 142) 사이에서 측정된다. 도8은 또한 밴드(62)의 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면(138)과 출구 벨(46)의 반경 방향-최내측 표면(146) 사이에서 측정된 반경 방향 갭("G2")을 도시한다.

[0052] 축방향 갭(G1) 및 반경 방향 갭(G2)은 출구 벨(46)과 차단부(126) 사이의 간격("L") (도7 참조), 밴드의 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면(134)의 반경("R_{band}"), 허브(54)의 반경("R_{hub}") 및 출구 벨(150)의 반경 방향-최외측 표면의 반경("R_{out}")에 대해 결정된다. 특히, 축방향 갭(G1) 및 반경 방향 갭(G2)은 다음 공식에 따라 계산된 "차단율"에 대해 결정될 수 있다.

$$\text{차단율} = \frac{R_{band}^2 - R_{hub}^2}{2 \times L \times R_{out}}$$

[0053]

[0054] 도8을 참조하면, 차단율이 약 0.83 미만인 축류팬 조립체(10)의 구조에서, 블레이드 직경(D)에 대한 축방향 갭(G1)의 비는 약 0.01 내지 약 0.025일 수 있다. 그러나, 차단율이 약 0.83 이상인 축류팬 조립체(10)의 구조에서, 블레이드 직경(D)에 대한 축방향 갭(G1)의 비는 약 0 내지 약 0.01일 수 있다. 도8에 도시된 축류팬 조립체(10)에서, 축방향 갭(G1)은 단부 표면(142)의 상류에 단부 표면(130)을 위치시킴으로써 형성된다. 그러나, 차단율이 약 0.83 이상일 때, 축방향 갭(G1)은 단부 표면(142)의 하류에 단부 표면(130)을 위치시킴으로써 형성될 수 있다. 도9 내지 도11에 도시된 피치, 스큐 각(θ) 및 축방향 오프셋(Δ)(즉, 레이크)에 대한 양호한 프

로파일과 조합된 이 양호한 축방향 갭(G1)들은 누설 스테이터(50)의 효율을 증가시키면서 밴드(62)와 출구 벨(46) 사이의 기류의 재순환 및 선행 와류를 감소시킴으로써 축류팬 조립체(10)의 전체적인 효율을 증가시킬 수 있다.

[0055] 도8을 계속 참조하면, 차단율이 약 0.83 이상인 축류팬 조립체(10)의 구조에서, 블레이드 직경(D)에 대한 축방향 갭(G2)의 비는 약 0.01 내지 약 0.02일 수 있다. 도8에 도시된 축류팬 조립체(10)에서, 반경 방향 갭(G2)은 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면(138)을 출구 벨(46)의 반경 방향-최내측 표면(146)의 반경 방향 내향으로 위치시킴으로써 형성될 수 있다. 그러나, 차단율이 약 0.83 미만일 때, 반경 방향 갭(G2)은 축방향으로 연장하는 반경 방향-최외측 표면(138)을 출구 벨(46)의 반경 방향-최내측 표면(146)의 반경 방향 외향으로 위치시킴으로써 형성될 수 있다.

[0056] 차단율이 약 0.83 미만인 축류팬 조립체(10)의 구조에서, 축방향으로 연장하는 반경 방향-최내측 표면(134)은 출구 벨(46)의 반경 방향-최내측 표면(146)과 대체로 정렬된다. 따라서, 블레이드 직경(D)에 대한 반경 방향 갭(G2)의 비는 약 0 내지 약 0.01일 수 있다. 그러한 축류팬 조립체(10)의 구조에서, 누설 스테이터(50)는 밴드(62)를 위한 충분한 간극(clearance)을 제공하도록 구성될 수 있다. 도9 내지 도11에 도시된 피치, 스큐 각(θ) 및 축방향 오프셋(Δ)(즉, 레이크)에 대한 양호한 프로파일과 조합된 이 양호한 반경 방향 갭(G2)들은 웨이크(wake) 분리 및 불필요한 압축을 감소시킴으로써 축류팬 조립체(10)의 전체적인 효율성을 증가시킬 수 있다.

[0057] 축류팬 조립체(10)는 작은 팬-대-코어 간격 및 큰 보호 덮개 영역 비와 축류팬 블레이드(58)의 스펠에 걸쳐 비교적 일정한 정압 상승을 통합한다. 특징부들의 이러한 조합은 종종 팬 블레이드(58)의 팁(70)에서 비교적 높은 내향-반경의 유입 속도를 산출한다. 또한, 블레이드(58)의 팁(70) 근처의 비교적 높은 정압 상승은 밴드(62)와 출구 벨(46) 사이에서 기류의 재순환을 증가시킨다. 이는 결국 블레이드(58)의 팁(70)으로의 유입에 대한 선행 와류를 증가시킨다. 비교적 높은 반경 방향-내향의 유입 속도는 밴드(62) 및 출구 벨(46)로부터 기류가 분리되게 할 수 있다. 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 블레이드(58)의 피치를 증가시키면 블레이드(58)의 팁(70)이 비교적 높은 유입 속도에 적응된다. 블레이드(58)에 의해 전개된 압력이 기류의 방향과 최적으로 배열되는 것을 보장하도록 블레이드 반경(R)의 외측부 20% 내에서 블레이드(58)를 레이킹시킴으로써, 웨이크(wake)-분리 및 불필요한 수축이 생기지 않도록 차단율에 따라 특정 범위 내에서 밴드(62) 및 출구 벨(46)을 반경 방향으로 이격시킴으로써, 그리고 선행 와류 및 재순환을 감소시키기 위해 누설 스테이터(50)의 기능을 최적화하도록 차단율에 따라 특정 범위 내에서 밴드(62) 및 출구 벨(46)을 축방향으로 이격시킴으로써, 결과적인 유입 속도의 증가 및 정압 상승이 유지된다.

[0058] 본 발명의 다양한 특징들이 하기의 특허청구범위에 기재된다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도1은 보호 덮개, 보호 덮개와 결합된 모터 및 모터에 의해 구동되는 축류팬을 도시하는, 본 발명의 축류팬 조립체의 부분 단면도이다.

[0012] 도2는 도1의 축류팬 조립체의 축류팬의 상부 사시도이다.

[0013] 도3은 도1의 축류팬 조립체의 축류팬의 하부 사시도이다.

[0014] 도4는 도1의 축류팬 조립체의 축류팬의 평면도이다.

[0015] 도5는 도4의 선5-5를 따라 취한 축류팬의 확대 단면도이다.

[0016] 도6은 도1의 축류팬 조립체의 축류팬의 일부의 확대 평면도이다.

[0017] 도7은 축류팬으로부터 이격된 하류 차단부를 도시하는, 도1의 축류팬 조립체의 일부의 확대 단면도이다.

[0018] 도8은 축류팬과 보호 덮개 사이의 간격을 도시하는, 도7의 축류팬 조립체의 단면의 확대도이다.

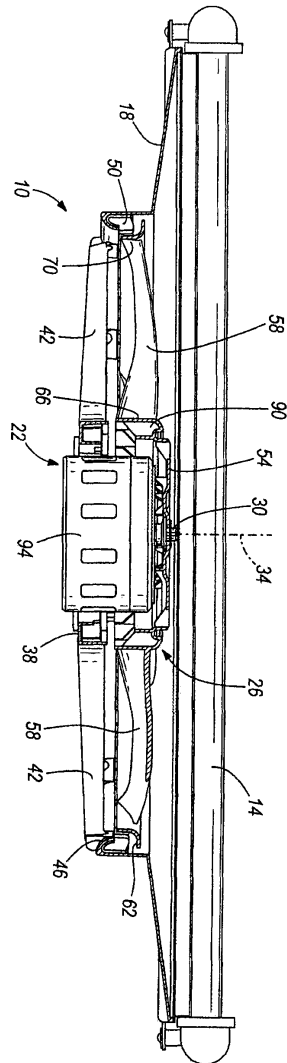
[0019] 도9는 도1의 축류팬 조립체의 축류팬의 스펠(span)에 걸쳐 블레이드 피치를 도시하는 그래프이다.

[0020] 도10은 도1의 축류팬 조립체의 축류팬의 스펠에 걸쳐 블레이드 스큐 각 및 블레이드 피치를 도시하는 그래프이다.

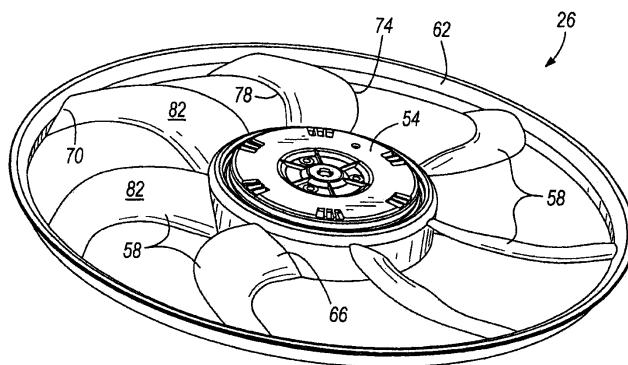
[0021] 도11은 도1의 축류팬 조립체의 축류팬의 스펠에 걸쳐 블레이드 레이크(rake)를 도시하는 그래프이다.

도면

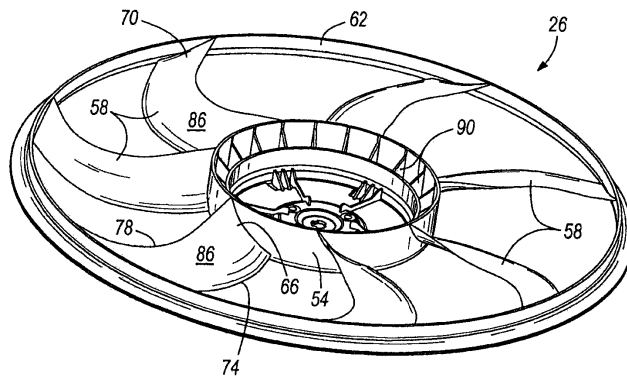
도면1



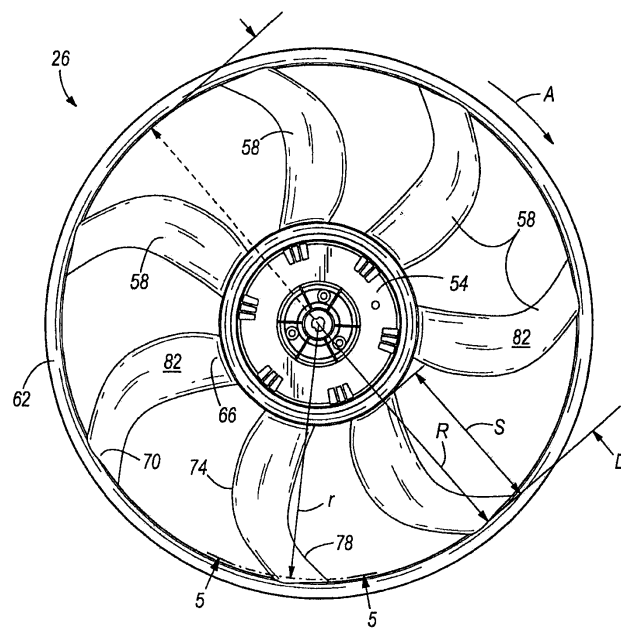
도면2



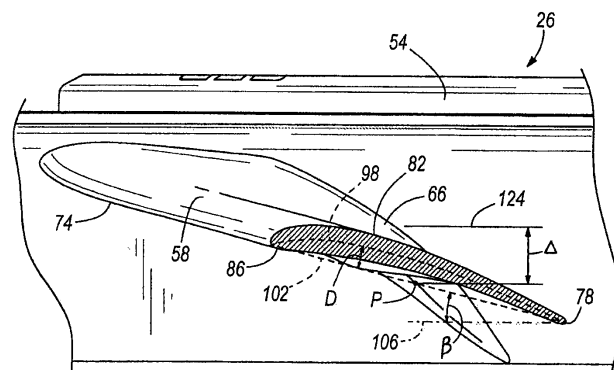
도면3



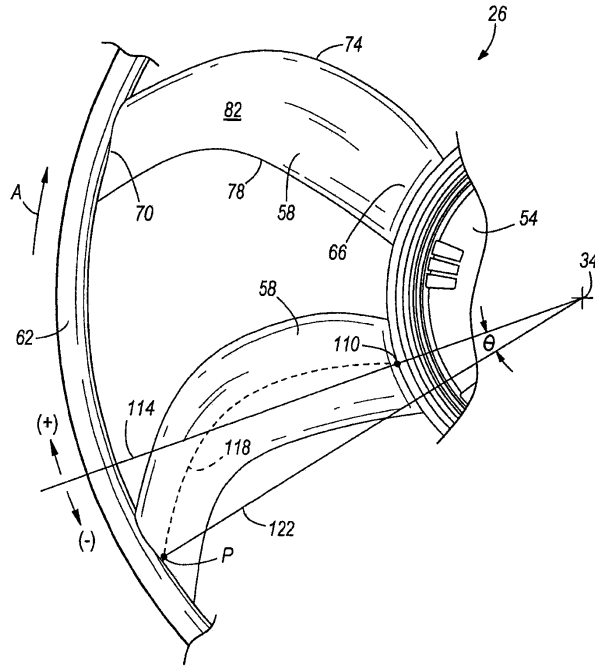
도면4



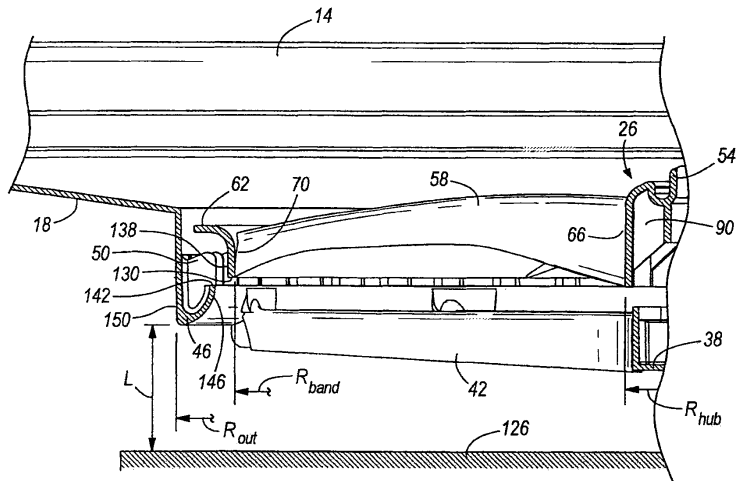
도면5



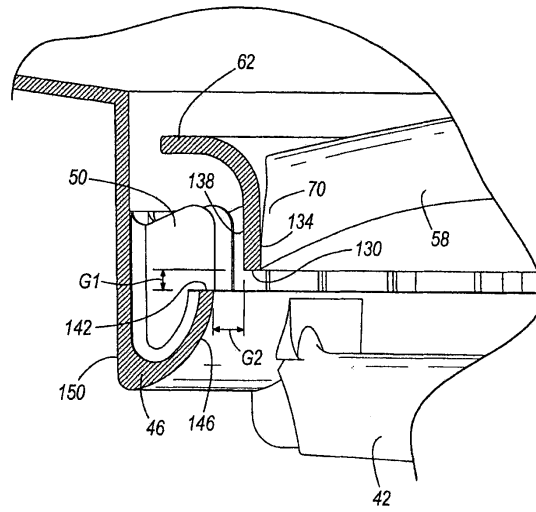
도면6



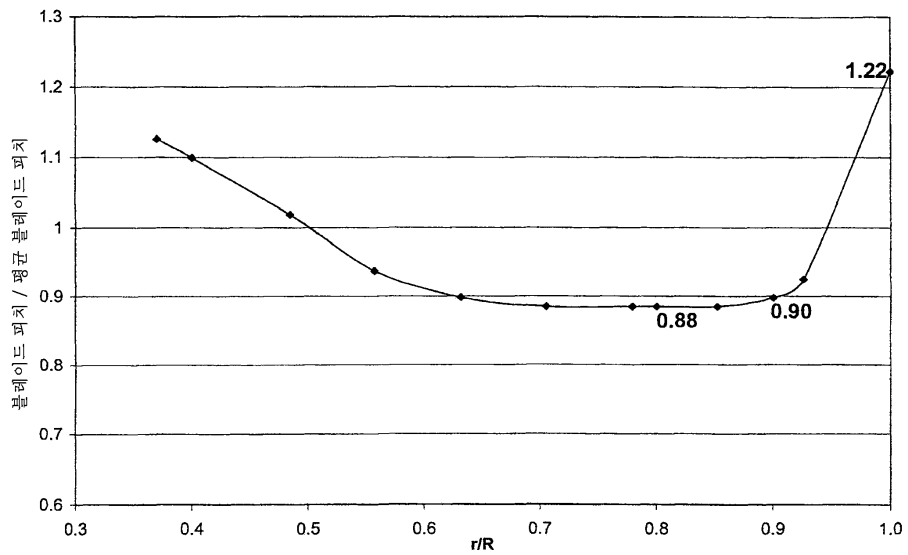
도면7



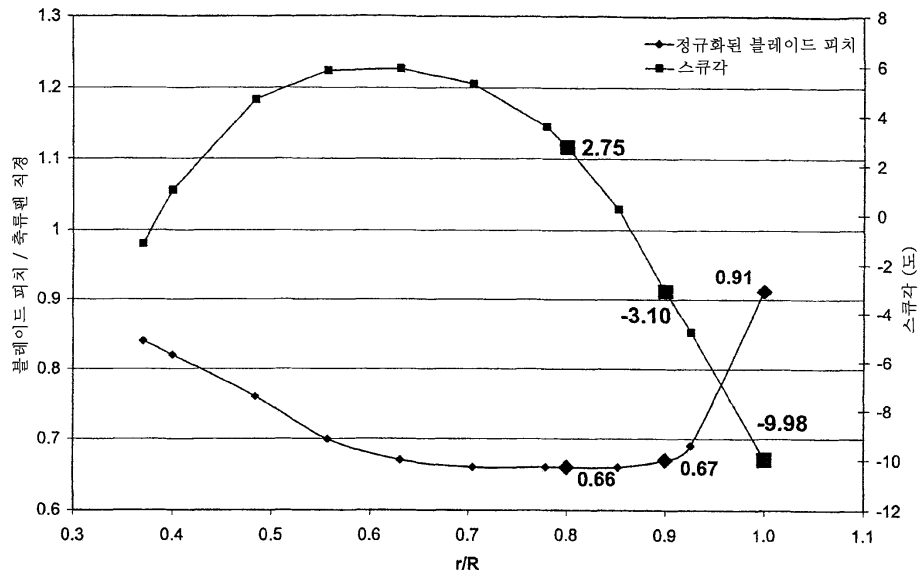
도면8



도면9



도면10



도면11

