



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월14일
(11) 등록번호 10-1978381
(24) 등록일자 2019년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02B 37/00 (2006.01) F01D 5/26 (2006.01)
F02B 39/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7032660
(22) 출원일자(국제) 2013년04월22일
심사청구일자 2018년01월09일
(85) 번역문제출일자 2014년11월21일
(65) 공개번호 10-2015-0004870
(43) 공개일자 2015년01월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/037534
(87) 국제공개번호 WO 2013/165716
국제공개일자 2013년11월07일
(30) 우선권주장
61/642,016 2012년05월03일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP61164001 A*
W02006117847 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
보르그워너 인코퍼레이티드
미합중국, 48326 미시간, 어번 힐즈, 햄린 로드 3850
(72) 발명자
찬드라모하난, 라즈모한 티.
미국, 28732 노스 캐롤라이나, 플래처, 63 체셔켓 웨이
앤젤, 폴 케이.
미국, 28803 노스 캐롤라이나, 애슈빌, 45 윈드워드 드라이브
(74) 대리인
특허법인오리진

전체 청구항 수 : 총 10 항

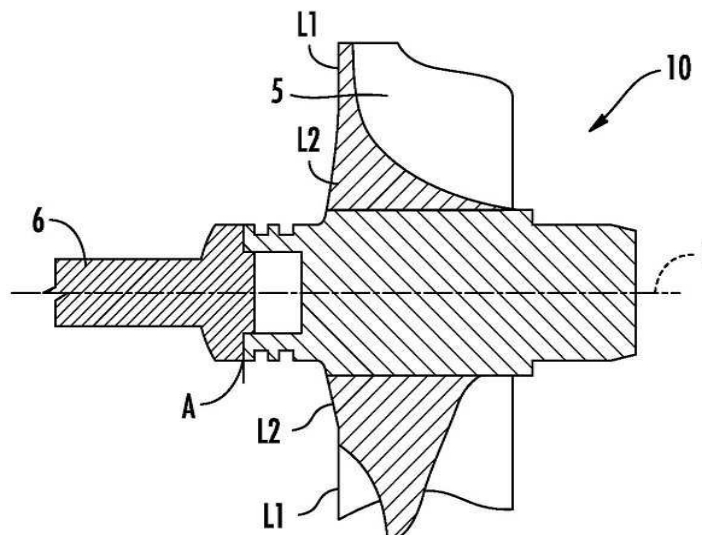
심사관 : 장기정

(54) 발명의 명칭 **용력 감소 수퍼백 휠**

(57) 요약

터보차저 터빈 휠은 빠르게 가속되며 매우 높은 RPM으로 회전되도록 설계된다. 터빈 휠은 개선된 저주기 피로 저항성을 가진다. 휠은 종래의 방법들에 의해 밸런싱될 수 있다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

보강된 원추형 영역 및 편평한 후방벽 영역을 특징으로 하는 슈퍼백 후방벽을 구비한 터보차저 터빈 휠에 있어서,

상기 원추형 영역과 상기 편평한 후방벽 영역 사이의 전이는 상기 터빈 휠의 직경의 적어도 10%에 상응하는 반경을 가진 호에 의해 한정되는, 터보차저 터빈 휠.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 원추형 영역과 상기 편평한 후방벽 영역 사이의 전이는 상기 터빈 휠의 직경의 적어도 15%에 상응하는 반경을 가진 호에 의해 한정되는, 터보차저 터빈 휠.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 원추형 영역과 상기 편평한 후방벽 영역 사이의 전이는 상기 터빈 휠의 직경의 20% 내지 30%의 반경을 가진 호에 의해 한정되는, 터보차저 터빈 휠.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 슈퍼백 후방벽의 단면은 삼각형에 의해 한정되며, 상기 삼각형의 측면들은 회전축, 상기 후방벽의 평면 영역, 및 상기 원추의 표면을 한정하는 선에서 유래된 선들에 의해 형성되고, 상기 원추의 표면을 한정하는 선은 샤프트 축과 터빈 휠의 외경 사이의 거리의 50% 내지 90%의 지점에서 상기 후방벽의 평면 영역을 한정하는 선과 교차하는, 터보차저 터빈 휠.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 슈퍼백 후방벽의 단면은 삼각형에 의해 한정되며, 상기 삼각형의 측면들은 회전축, 상기 후방벽의 평면 영역, 및 상기 원추의 표면을 한정하는 선에서 유래된 선들에 의해 형성되고, 상기 원추의 표면을 한정하는 선은 샤프트 축과 터빈 휠의 외경 사이의 거리의 55% 내지 75%의 지점에서 상기 후방벽의 평면 영역을 한정하는 선과 교차하는, 터보차저 터빈 휠.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 슈퍼백 후방벽의 단면은 삼각형에 의해 한정되며, 상기 삼각형의 측면들은 회전축, 상기 후방벽의 평면 영역, 및 상기 원추의 표면을 한정하는 선에서 유래된 선들에 의해 형성되고, 상기 원추의 표면을 한정하는 선은 샤프트 축과 터빈 휠의 외경 사이의 거리의 60% 내지 70%의 지점에서 상기 후방벽의 평면 영역을 한정하는 선과 교차하는, 터보차저 터빈 휠.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 슈퍼백 후방벽의 단면은 삼각형에 의해 한정되며, 상기 삼각형의 측면들은 회전축, 상기 후방벽의 평면 영역, 및 상기 원추의 표면을 한정하는 선에서 유래된 선들에 의해 형성되고, 상기 회전축에서 유래된 상기 삼각

형의 측면의 길이는 상기 터빈 휠의 직경의 적어도 2%인, 터보차저 터빈 휠.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 회전축에서 유래된 상기 삼각형의 측면의 길이는 상기 터빈 휠의 직경의 2% 내지 10%인, 터보차저 터빈 휠.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 회전축에서 유래된 상기 삼각형의 측면의 길이는 상기 터빈 휠의 직경의 3% 내지 6%인, 터보차저 터빈 휠.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 후방벽은 전체형 후방벽인, 터보차저 터빈 휠.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 터보차저의 터빈 휠과 같이, 빠르게 가속되며 매우 높은 RPM으로 회전되도록 설계된 휠의 응력 감소에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 터보차저는 차량 배기가스로부터 에너지를 추출하여 압축기를 구동하여, 공기를 높은 밀도로 엔진 흡기구에 전달하고, 그에 따라 더 많은 연료를 연소시켜 엔진 마력을 증가시킨다. 엔진 배기가스 배출에 대한 더 엄격한 규제는 더 높은 압력비를 전달할 수 있는 과급 장치에 대한 관심으로 이어졌다. 이를 달성하는 하나의 방식은, 압축기 휠의 직경에 따라, 통상 80,000RPM 내지 300,000RPM으로 전환되는 더 높은 팁 속도로 압축기 휠을 구동하는 것이다. 높은 회전 속도뿐만 아니라 압축기 휠을 빠르게 가속하는 샤프트의 힘도 압축기 휠의 높은 인장 하중을 발생시킨다. 이러한 하중은 특히 보어 인근에서 더욱 심각하다. 종래에는, 압축기 휠의 후방벽을 중앙 벌지(central bulge)로 보강한다.

[0003] 압축기 휠과 비교할 때, 터빈 휠은 보통 터빈 휠이 노출되는 높은 온도와 부식성 가스를 견딜 수 있는 더 고가의 합금으로 이루어진다. 터빈 휠은 또한 샤프트에 결합되는 방식에 있어서 압축기 휠과 상이하다. 즉, 압축기 휠은 통상적으로 샤프트 상에 끼워지는 관통 보어를 포함하고, 너트를 통해 샤프트에 고정되는 반면, 터빈 휠은 솔리드형이며, 예컨대 용접 또는 납땜에 의해 샤프트에 물질적으로 고정된다. 터빈 휠 후방벽은 또한 압축기 휠 후방벽과 상이하다. 종래에는, 터빈 휠 후방벽이 실질적으로 편평하다. 도 1 및 도 2를 위한 근거를 형성하는 본 출원의 양수인에게 양도된 미국 특허출원번호 제2010/0003132호(Holzschuh)를 참조한다.

[0004] 터빈 휠 및 압축기 휠이 동일한 샤프트에 고정되기 때문에, 터빈 휠은 압축기 휠과 동일한 높은 RPM으로 회전해야 한다. 터빈 휠은 또한 반복 응력을 겪고, 저주기 피로 파괴를 경험할 수 있다. 따라서, 터빈 휠의 저주기 피로 파괴 가능성을 추가로 대비할 필요성이 있다.

[0005] 상용 터보차저 업계는 비용주도적이다. 저주기 피로 파괴를 감소시킬 필요성은 있지만, 이러한 목적은 경제적으로(즉, 다중-합금 휠 제조 기법, 특수 합금(exotic alloy), 빌릿의 5축 밀링, 표면 결함을 제거하기 위한 시간 소모적 냉간 가공 등과 같은 고비용 방안들에 의존함 없이) 달성되어야 한다.

[0006] 최근에는, 약간 더 긴 프로파일형 허브 단부를 구비한 압축기 휠이 저주기 피로에 반하여 개선된 수명을 가진다는 것이 밝혀졌다. 이러한 설계의 압축기 휠은 "수퍼백"으로 지칭되었다. 수퍼백 압축기 휠의 추가된 길이를 수용하기 위해, 업계에서는 플린저 및 디퓨저와 같은 터보차저의 다른 연관된 특징부들을 재설계해야 할 필요성을 발견하였다.

[0007] 압축기 휠과 터빈 휠 사이에는 구조, 야금, 및 결합에 있어서 상당한 차이가 있지만, 본 발명자들은 허브 길이의 증가가 저주기 피로의 방지와 관련하여 터빈 휠에도 이점을 제공할 수 있는지 여부를 연구하였다. 터빈 하우

징은 일반적으로 편평한 후방을 가진 터빈 휠을 수용하도록 설계되기 때문에, 그리고 후방벽의 편평한 영역으로부터 재료를 제거함으로써 터빈 휠을 밸런싱하는 것이 관행이기 때문에, 한편으론 아마도 원하는 이점을 제공하고, 다른 한편으론 업계에 최소한의 혼란을 야기하도록(예컨대, 업계가 종래의 밸런싱 공정을 지속하게 하고, 연동하는 터보차저 구성요소들의 최소한의 재설계 및 제조작으로 터빈 하우징의 사용 가능한 라인에 통합되게 함), 어떻게 "수퍼백" 터빈 휠을 설계할 것인지에 관한 의문이 있었다.

[0008] 초기 터빈 휠 수퍼백 설계는 터빈 휠의 편평한 후방벽과 기다란 용접 허브 사이의 대략 원추형 전이를 제공하였다(도 2). 이러한 터빈 휠 수퍼백 설계는 상업적으로 시험되었고, 기대를 충족하는 것으로 밝혀졌다. 그럼에도, 본 발명자들은 더 큰 개선이 가능한지 여부를 확인하기 위해 연구하였다. 본 발명자들은 상이한 합금, 기계적 표면 처리, 화학적 표면 처리, 코팅, 열 처리, 및 기타 옵션들을 고려하였다.

발명의 내용

[0009] 놀랍게도, 터빈 휠의 저주기 피로 저항성을 추가로 향상시키는 것은, 복잡하고 비용추가적인 종래의 기법들이 아니라, 전체 수퍼백 설계의 추가 개량에 달려있다는 것이 밝혀졌다. 이러한 견보기에는 작은 변화로, 종래에 사용 가능한 기법들에 의해 계속 쉽게 밸런싱될 수 있는 반면, 응력 및 저주기 피로 파괴에 덜 영향을 받을 수 있는 터빈 휠을 추가적인 비용 없이 제공하는 것이 가능하였다.

[0010] 본 발명은 용접 허브와 편평한 후방벽 영역 사이의 원추형 영역을 특징으로 하는 수퍼백 후방벽을 구비한 터보차저 터빈 휠에 의해 달성되고, 수퍼백 후방벽의 단면은 삼각형에 의해 한정되며, 상기 삼각형의 측면들은 회전축(1), 후방벽의 평면 영역(L1), 및 원추의 표면을 한정하는 선에서 유래된 선들에 의해 형성되고, 원추의 표면을 한정하는 선(L2)은 샤프트 축(1)과 터빈 휠의 외경 사이의 거리의 50% 내지 90%의 지점에서 후방벽의 평면 영역을 한정하는 선(L1)과 교차하고, 회전축에서 유래된 삼각형의 측면의 길이는 터빈 휠의 직경의 적어도 2%이며, 원추형 영역과 편평한 후방벽 영역 사이의 전이는 터빈 휠의 직경의 적어도 10%, 바람직하게는 휠의 직경의 적어도 15%, 가장 바람직하게는 터빈 휠의 직경의 20% 내지 30%에 상응하는 반경을 가진 호에 의해 한정된다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명은 유사한 도면부호들이 유사한 구성요소들을 나타내는 첨부 도면에 제한이 아닌 예로써 도시된다:

도 1은 통상적인 회전형 조립체의 단면도를 도시한다.

도 2는 본 발명에 따라 수정되지 않은 수퍼백 후방벽을 도시한다.

도 3은 본 발명에 따라 수정된 후방벽을 구비한 회전형 조립체를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 1은 종래의 터빈 휠(10)의 단면도를 도시한다. 샤프트(6)와 휠(10) 사이의 결합부(A) 및 휠의 후방벽(13) 사이에 저널 또는 용접 보스(17)가 있다. 휠은 축(1)을 따라 회전하는 샤프트-휠 조립체를 형성하기 위해 결합부(A)에서 샤프트(6)에 융합된다.

[0013] 방사상 유입 유동 터빈 휠은 (터빈 휠의 관성을 줄이기 위해 블레이드들 사이에서 약간의 허브 재료를 제거한) "스캘럽형 후방벽" 및 (더 큰 효율을 제공하기 위해 허브 재료를 제거하지 않은) "전체형 후방벽"으로 분류될 수 있다. 그러나, 전체형 후방벽 원반의 추가적인 재료는 터빈의 배면에 응력 상승을 야기한다. 이러한 응력 증가는 저주기 피로 수명의 예측 가능한 감소를 야기하여, 통상적인 상용 디젤 응용에서 요구되는 수명보다 수명을 감소시킬 수 있다. 본 발명은 전체형 후방벽 터빈 휠에 최대 이점을 제공하지만, 스캘럽형 후방벽 터빈 휠에도 적용될 수 있다.

[0014] 본 발명은 또한 후방벽 및 허브가 팁 직경까지 연장되지 않은 혼합 유동 터빈(유동이 반경방향 및 축방향으로 터빈 휠에 부딪침)에 적용될 수 있다.

[0015] 도 1은 스캘럽형 후방 터빈 휠을 도시하며, 도 1의 상반부는 후방벽이 전체형이어서 풀백(fullback)을 나타낼 수 있는 지점의 단면도이다. 도 1의 하반부는 스캘럽형 영역을 통한 단면도를 도시한다.

[0016] (단면이 연속적인 곡선을 형성하는) 종모양이 아닌, (단면의 표면이 선에 의해 한정되는) 원추의 원리에 근거하여 후방벽 보강부가 설계되는 경우, 터빈 휠은 본 발명에 따라 "수퍼백"으로 지칭될 수 있다. 보다 구체적으로, 단면을 기준으로, 터빈 휠 후방벽의 종래의 평면 영역을 따른 연장선이 선(L1)으로 한정된다. 후방벽의 보강된

원추형 부분은 제2 선(L2)에 의해 한정된다. 샤프트 축은 제3 선을 한정한다. 슈퍼백이 되기 위해, 샤프트를 따른 삼각형의 측면의 길이는 터빈 휠의 직경의 적어도 2%, 바람직하게는 2% 내지 10%, 가장 바람직하게는 3% 내지 6%여야 한다.

[0017] 선(L2)은 샤프트 축과 휠의 외경 사이의 거리의 50% 내지 90%, 바람직하게는 55% 내지 75%, 가장 바람직하게는 60% 내지 70%의 지점에서 선(L1)과 교차한다.

[0018] 본 발명에 따르면, 선(L2)은 터빈 휠의 직경의 적어도 10%, 바람직하게는 휠의 직경의 적어도 15%, 가장 바람직하게는 휠의 직경의 20% 내지 30%에 상응하는 반경을 가진 호를 따라 선(L1)으로 전이된다.

[0019] 다시 도 1을 참조하면, 블레이드들(5)은 후방벽(13)의 반대편에서 허브 상에 구비된다. 후방벽은 신규의 슈퍼백 설계의 특징인 보강된 원추형 부분 없이 실질적으로 평면이라는 것이 명확하다.

[0020] 도 2는 본 발명에 따라 수정되지 않은 슈퍼백 설계를 도시한다. L1과 L2 사이의 전이는 후방벽의 직경의 5% 미만의 길이의 반경을 가진 호에 의해 한정된다.

[0021] 도 3은 3개의 선들(1, L1, L2)에 의해 형성된 삼각형을 개략적으로 도시한다. 도 3은 터빈 휠의 직경의 적어도 10% 내지 최대 40%, 바람직하게는 터빈 휠의 직경의 적어도 15% 내지 최대 35%, 가장 바람직하게는 터빈 휠의 직경의 20% 내지 30%에 상응하는 반경을 가진 호를 따라 L1이 L2로 전이된다는 점에서 도 2와 상이하다.

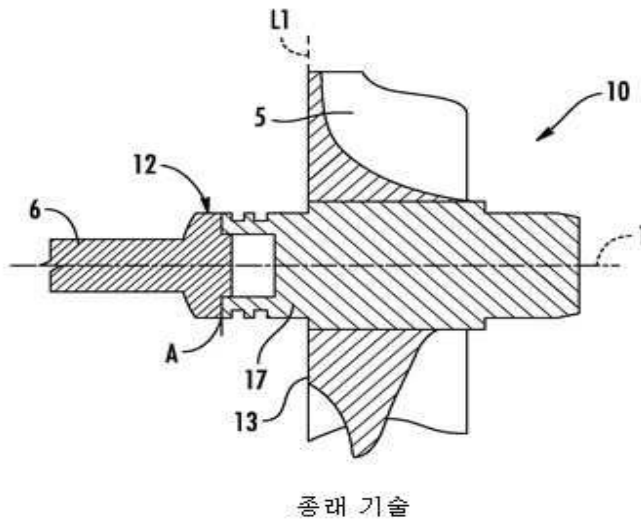
[0022] 선(L1)에 상응하는 "편평한" 후방벽의 최소량은 밸런싱 작업용 표면을 제공할 양이다.

[0023] 선택적으로, 터빈 휠은 그 배면에 기준링(datum ring)이 구조될 수 있다. 압축기 커버와 터빈 하우징 내의 원하는 장소에 회전형 조립체 공기역학부들(압축기 휠 및 터빈 휠)을 축방향으로 위치지정하기 위해, 터빈 휠 블레이드들의 반대편을 향하는 기준링의 축방향 돌출 표면을 기하학적으로 사용하므로, 이는 중요한 표면이다. 그러나, 신규의 터빈 휠은 기준링을 필요로 하지 않는다.

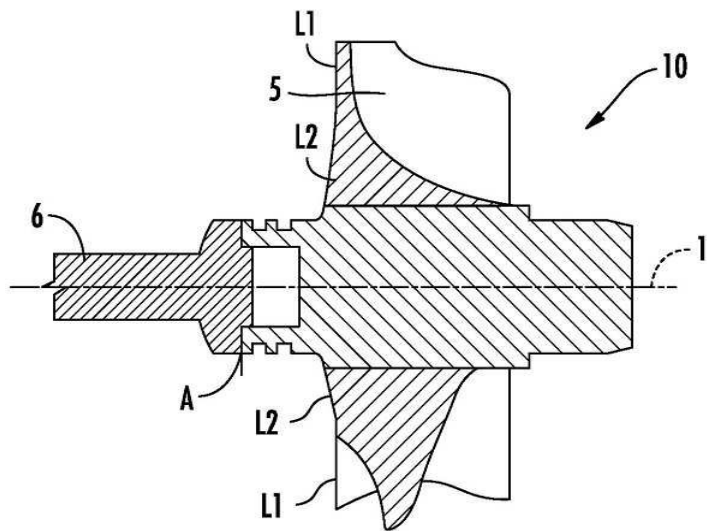
[0024] 이제 본 발명이 설명되었다.

도면

도면1



도면2



도면3

