



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0030066
(43) 공개일자 2014년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02F 1/16 (2006.01) *F02F 1/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0103282
(22) 출원일자 2013년08월29일
 심사청구일자 없음

(30) 우선권주장
 12182592.1 2012년08월31일
 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
베르트질레 슈바이츠 악티엔게젤샤프트
스위스 체하-8401 빈터투르 쥬르헤르슈트라세 12

(72) 발명자
레쓰 콘라트
스위스 8457 훔리콘 운데레스 귀에틀리 3

(74) 대리인
특허법인코리아나

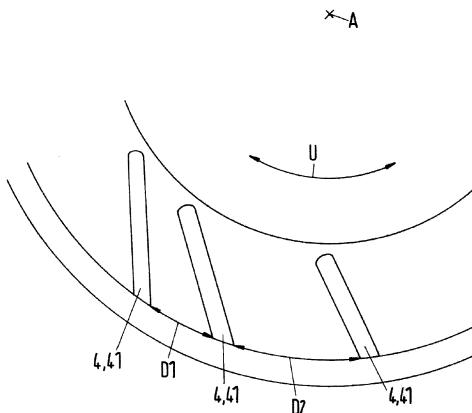
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 왕복 피스톤 연소 기관용 실린더 라이너

(57) 요약

본 발명은 왕복 피스톤 연소 기관, 특히 유니플로 소기식 (uniflow scavenged) 대형 2 행정 디젤 기관용 실린더 라이너 (1)에 관한 것으로, 피스톤은 실린더 라이너 (1) 내에 배치될 수 있고, 피스톤은 작동 상태 및 설치 상태에서 상사점 (OT)과 하사점 사이에서 실린더 라이너의 실린더 축선 (A)을 따라 전후로 이동가능하게 배치되어서, 실린더 라이너 (1)의 작동 표면 (2) 및 실린더 라이너 (1)에 배치된 실린더 커버와 함께, 피스톤의 상축은 연소 공간 (3)을 경계 짓는다. 본 발명에 따라, 실린더 라이너 (1)의 비대칭 냉각을 위해 제공된 상사점 (OT)의 부근의 미리 규정 가능한 영역에서 실린더 라이너 (1)의 실린더 벽 (11)에는 실린더 라이너 (1)의 실린더 축선 (A)에 대하여 그리고/또는 둘레 방향 (U)에 대하여 열적으로 비대칭으로 형성된 냉각 시스템 (4)이 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

왕복 피스톤 연소 기관, 특히 유니플로 소기식 (uniflow scavenged) 대형 2 행정 디젤 기관용 실린더 라이너로서,

상기 실린더 라이너에 피스톤이 배치될 수 있고, 상기 피스톤이 작동 상태 및 설치 상태에서 상사점 (OT) 과 하사점 사이에서 상기 실린더 라이너의 실린더 축선 (A) 을 따라 전후로 이동가능하게 배치되어서, 상기 실린더 라이너의 작동 표면 (2) 과 상기 실린더 라이너에 배치된 실린더 커버와 함께 상기 피스톤의 상측이 연소 공간 (3) 을 경계 짓고,

상기 실린더 라이너의 비대칭 냉각을 위해 상기 상사점 (OT) 의 부근의 미리 규정 가능한 영역에서 상기 실린더 라이너의 실린더 벽 (11) 에는 상기 실린더 라이너의 상기 실린더 축선 (A) 에 관하여 그리고/또는 둘레 방향 (U) 에 관하여 열적으로 비대칭으로 형성된 냉각 시스템 (4) 이 제공되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 냉각 시스템 (4) 은 냉각제로 충전될 수 있는 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 상기 실린더 라이너의 상기 실린더 벽 (11) 에 형성되고, 상기 냉각제는 바람직하게는 상기 냉각 공간 (41, 42) 을 통해 순환될 수 있는 실린더 라이너.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 실린더 벽 (11) 의 상기 냉각 시스템 (4) 은 냉각제가 순환될 수 없는 열적으로 상이한 특성들을 갖는 영역의 형태로 형성되는 실린더 라이너.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 실린더 라이너의 상기 실린더 벽 (11) 의 상기 냉각 시스템 (4) 은 단일의 연속된, 비대칭으로 형성된 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 형성되는 실린더 라이너.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 실린더 라이너의 상기 실린더 벽 (11) 의 상기 냉각 시스템 (4) 은 상기 실린더 벽 (11) 내에서 비대칭으로 형성된 적어도 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 형성되는 실린더 라이너.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 은 상기 실린더 벽 (11) 내에서 서로 연결되지 않는 실린더 라이너.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 둘레 방향 (U) 에서의 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 사이의 제 1 간격 (D1) 은 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 사이의 제 2 간격 (D2) 과는 상이한 실린더 라이너.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 실린더 축선 (A)에 관하여 제 1 축선 레벨 (H1)에 제 1 냉각 공간 (41, 42)이 배치되고, 상기 실린더 축선 (A)에 관하여 제 2 축선 레벨 (H2)에 제 2 냉각 공간 (41, 42)이 배치되는 실린더 라이너.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각 공간 (41, 42)은 상기 실린더 축선 (A)에 관하여 수직하게 또는 평행하게 또는 경사각을 이루며 연장하는 보어형 냉각 공간 (41, 42)의 형태로, 특히 실린더 벽 (11)의 보어의 형태로 형성되는 실린더 라이너.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 1 냉각 공간 (41)은 제 2 냉각 공간 (42)과는 상이한 냉각 용적을 갖는 실린더 라이너.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 1 냉각 공간 (41)은 제 2 냉각 공간 (42)과는 상이한 직경을 가지고, 상기 제 1 냉각 공간 (41) 및/또는 상기 제 2 냉각 공간 (42)은 보어형 냉각 공간 (41, 42)의 형태로 바람직하게는 제공되는 실린더 라이너.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각 공간 (41, 42)은 상기 둘레 방향 (U)으로 미리 규정 가능한 영역에서 상기 실린더 벽 (11)에서 연장하는 실린더 라이너.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각 시스템 (4)에는 상기 실린더 라이너의 비대칭 냉각을 위해 열 절연부 (5)가 부분적으로 제공되는 실린더 라이너.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 냉각 시스템 (4)은 보어형 냉각 공간 (41, 42)을 포함하고, 적어도 하나의 보어형 냉각 공간 (41, 42)에는 절연 튜브의 형태로 열 절연부 (5)가 제공되는 실린더 라이너.

청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각체는 액체 냉각체, 특히 물 또는 오일이고, 그리고/또는 상기 냉각체는 기체 냉각체, 특히 공기이고 그리고/또는 상기 냉각체는 상기 실린더 벽에 제공되어 상기 실린더 라이너의 벽에 기하학적으로 비대칭의 열 유동을 설정할 수 있는 고체인 실린더 라이너.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 독립 청구항 1의 전제부에 따라 실린더 라이너의 비대칭 냉각을 위해 열적으로 비대칭으로 형성된 냉각 시스템을 갖는 왕복 피스톤 연소 기관, 특히 유니플로 소기식 (uniflow scavenged) 대형 2 행정 디젤 기관용 실린더 라이너에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 대형 디젤 기관은 예컨대 전기 에너지의 생산을 위한 대형 발전기의 구동을 위해 정지 작동에서의 또는 선박용

의 구동 유닛으로서 자주 사용된다. 이와 관련하여, 기관은 일반적으로 연속 작동으로 상당한 기간에 걸쳐 작동하여, 작동상 안전성 및 가용성에 대한 요구가 높다. 따라서 특히 긴 정비 간격, 낮은 마모, 및 연료 및 작동 재료의 경제적인 처리는 작동자를 위한 기계 운전의 가장 중요한 기준이다. 그 중에서도, 대형-보어 저속 작동 디젤 기관의 실린더 라이너에서의 피스톤 작동 거동은 정비 간격의 길이에 대해, 가용성에 대해, 그리고 유후제 소비에 있어서는 직접적으로는 작동 비용에 대해, 따라서 작동 효율에 대해 결정적인 인자이다.

따라서, 대형 디젤 기관의 피스톤-작동 거동의 복잡한 문제점은 점점 더 중요성을 가진다.

[0003] 알려진 바와 같이, 작동 상태에서 실린더 라이너가 노출되는 응력은 실린더 라이너의 상부 영역에서, 즉 피스톤이 작동 상태에서 실린더 커버의 부근에서 상사점을 통과하여 작동하는 경우에 특히 크다. 피스톤의 상사점 위치에 근접하여, 즉 실린더 라이너, 실린더 커버 및 피스톤에 의해 애워싸인 연소 공간의 용적이 거의 최소인 때에, 공기/연료 혼합물을 점화된다. 이로 인해 실린더 라이너에는 높은 온도 및 압력이 작용하는데, 이 온도 및 압력은 또한 특히 피스톤의 운동, 및 그에 따라 연소 공간의 일정하게 변하는 동적 용적으로 인해 강한 동적 변화를 받는다.

[0004] 따라서, 발생하는 열 응력의 적어도 일부가 냉각 링을 통해 실린더 라이너로부터 이끌리도록 수냉부 (water cooling) 가 바람직하게는 장착되는 냉각 링을 예컨대 실린더 커버의 부근의 실린더 라이너의 상단에 제공하는 것이 오랫동안 공지되어 왔다. 간단한 냉각 링은 또한 예컨대 US 937,200 에서 이미 설명된 것과 같이 때때로 사용된다.

[0005] 이와 관련하여, 크로스헤드 (crosshead) 2 행정 기관은 필수는 아니지만 일반적으로는 실린더 라이너 당 2 개 또는 3 개의 주입 밸브를 가지며, 상기 주입 밸브는 일반적으로 연소 공간으로 접선방향으로 주입된다. 이와 관련하여, 실린더 라이너의 실린더 형상이 다각형의 한 종류로 변형되도록 실린더 라이너의 실린더 형상은 연소 공간에서의 상이한 온도 분배에 의해 특히 상사점 (OT) 의 영역에서 부정적인 영향을 받을 수 있다. 전술한 바와 같이, 매우 높은 압력 및 온도가 상사점 (OT) 의 영역에서 측정된다. 예컨대, 이상적인 등근 원통형 형상으로부터의 실린더의 임의의 편향은 극도의 경우에 가스, 특히 연소 가스의 "누설 (blowing through)" 을 야기할 수 있고, 심지어 실린더 작동 표면의 유후유 필름의 손상 또는 파괴를 야기할 수 있는 유해한 피스톤 링 변형을 초래할 수 있다.

[0006] 이로 인해, 실린더 라이너, 피스톤 링, 피스톤 등과 같은 관련된 부품의 크게 감소된 사용 기간이 예상될 수 있을 뿐만 아니라, 기관의 작동 중의 성능 손실도 상당히 예상될 수 있는데, 이는 증가된 연료 소비를 야기하고, 결국 대체로 보다 높은 비용 및 작동 효율성의 저하를 야기한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 종래 기술로부터 공지된 문제점을 회피하고, 특히 발생되는 정적 및 동적 열 팽창이 보다 잘 제어될 수 있어서, 내연 기관의 보다 높은 작동상 안전성이 보장되고, 정비 간격이 증가될 수 있으며, 실린더 라이너와 추가의 부품의 사용 기간이 상당히 증가하고, 따라서 마침내 기관의 작동을 위한 비용이 현저하게 낮아질 수 있는, 왕복 피스톤 연소 기관, 특히 유니플로 소기식 (uniflow scavenged) 저속 작동 (slow-running) 대형 2 행정 디젤 기관용의 개선된 실린더 라이너를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 목적을 만족시키는 본 발명의 주제는 독립 청구항 1 의 특징부에 의해 특징지어진다.

[0009] 종속 청구항은 본 발명의 특히 유리한 실시형태에 관한 것이다.

[0010] 따라서, 본 발명은 왕복 피스톤 연소 기관, 특히 유니플로 소기식 대형 2 행정 디젤 기관용 실린더 라이너에 관한 것으로, 피스톤은 실린더 라이너 내에 배치될 수 있고 피스톤은 작동 상태 및 설치 상태에서 상사점과 하사점 사이에서 실린더 라이너의 실린더 축선을 따라 전후로 이동가능하게 배치되어서, 실린더 라이너의 작동 표면 및 실린더 라이너에 배치된 실린더 커버와 함께 피스톤의 상축이 연소 공간을 경계 짓는다. 본 발명에 따라, 실린더 라이너의 비대칭 냉각을 위해 상사점의 부근의 미리 규정 가능한 영역에서 실린더 라이너의 실린더 벽에는 실린더 라이너의 실린더 축선에 관하여 그리고/또는 둘레 방향에 관하여 열적으로 비대칭으로 형성된 냉각 시스템이 제공된다.

[0011] 상사점 (OT) 의 부근의 실린더의 영역에 부착된 냉각 보어는, 종종 실린더 표면으로부터 동일한 거리로, 지금까

지 종래 기술에서 대칭으로 배치되었다. 하지만, 전술한 바와 같이 실린더의 실린더 벽으로 불규칙한 열의 입력이 작동 상태에서 일어나므로, 이는 초기에 설명한 비대칭 실린더 변형을 야기할 수 있다.

[0012] 이는, 본 발명에 따라 실린더 라이너의 실린더 축선에 관하여 그리고/또는 둘레 방향에 관하여 열적으로 비대칭으로 형성된 냉각 시스템이 실린더 라이너의 비대칭 냉각을 위해 상사점의 부근의 미리 규정 가능한 영역에서 실린더 라이너의 실린더 벽에 제공되는 본 발명에 의해 처음으로 수정될 수 있다.

[0013] 특히, 실제로 실린더 라이너의 실린더 벽에는 실린더 표면으로부터 일정하지 않은 간격을 갖는 냉각 보어가 바람직하게는 제공된다.

[0014] 추가의 가능성은, 종래 기술로부터 그 자체가 공지된 바와 같이, 냉각 보어를 대칭으로 그리고 일정한 간격으로 적용하는 것이고, 예컨대 절연 수단, 특히 동일하거나 상이한 강도의 열 절연성 절연 튜브를 예컨대 냉각 보어에 국부적으로 제공하는 것이다. 이로 인해, 실린더 라이너의 냉각은 연소 공간으로 공간 타겟 방식 (spatially targeted manner) 으로 도입되는 연료 주입 제트에 의해 특히 야기되는 작동 상태에서 발생하는 비대칭으로 분포된 작동 표면 온도에 적합해질 수 있고, 이는 상이한 정도로 가열되는 실린더 라이너의 실린더 벽의 위치를 야기한다.

[0015] 또한, 냉각 공간을 대신 가질 수 있는 냉각 보어가 없는 실린더 라이너가 국부적으로 절연되는 것이 가능하다.

[0016] 본 발명에 따르면, 조치가 특히 상사점 (OT) 의 영역에 바람직하게는 제공되지만, 실린더의 다른 위치에서도 제공될 수도 있다. 예컨대, 국부적인 냉각수 유입구를 냉각 팬이 실린더를 향해 차가운 공기를 송풍하는 지점에 제공할 수도 있다.

[0017] 본 발명에 따른 실시형태의 임의의 적합한 조합뿐만 아니라 당업자에게 자명한 본 발명의 추가의 개발은 본 출원에서 분명하게 설명되지 않았을지라도 본 발명에 의해 또한 보호된다는 것은 자명하다.

[0018] 제안된 조치는 결국 실린더 라이너가 초기에 설명된 유해한 영향을 방지하기 위하여 작동 상태에서 가능한 한 열적으로 균일하게 응력을 받게 되는 결과를 갖는다는 점이 본 발명에 있어 중요하다.

[0019] 본 발명은 개략적인 도면을 참조하여 이하에서 더 상세하게 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1 은 축선 방향으로 오프셋된 냉각 공간을 구비하는 본 발명에 따른 실린더 라이너의 제 1 실시형태이다.

도 2 는 둘레 방향으로 상이하게 이격된 냉각 공간을 구비하는 제 2 실시형태이다.

도 3 은 상이한 직경의 냉각 공간을 구비하는 도 2 에 따른 다른 실시형태이다.

도 4 는 절연 튜브를 구비하는 실시형태이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 왕복 피스톤 연소 기관, 특히 유니플로 소기식 대형 2 행정 디젤 기관 용의 본 발명에 따른 각각의 실린더 라이너 (1) 는 명확성의 이유로 도 1 ~ 도 4 에서 개략적으로 그리고 단지 부분 단면으로 도시된다. 이 점에 있어서, 피스톤은 그 자체가 공지된 방식으로 실린더 라이너 (1) 내에 배치되고, 피스톤은 더 이상 상세하게 도시되지 않으며 작동 상태 및 설치 상태에서 상사점과 하사점 사이에서 실린더 라이너 (1) 의 실린더 축선 (A) 을 따라 전후로 이동가능하게 배치되어서, 실린더 라이너 (1) 의 작동 표면 (2) 및 실린더 라이너 (1) 에 배치되고 마찬가지로 도시되지 않은 실린더 커버와 함께 피스톤의 상측은 연소 공간 (3) 을 경계 짓는다. 본 발명에 따라, 실린더 라이너의 실린더 축선 (A) 에 대하여 그리고/또는 둘레 방향 (U) 에 대하여 열적으로 비대칭으로 형성된 냉각 시스템 (4) 은 실린더 라이너의 비대칭 냉각을 위해 상사점 (OT) 의 부근의 미리 규정 가능한 영역에서 실린더 라이너 (1) 의 실린더 벽 (11) 에 제공된다. 도 1 의 구체적인 실시예에 있어서, 제 1 냉각 공간 (4, 41, 42) 은 제 1 축선 레벨 (H1) 에 배치되고, 제 2 냉각 공간은 제 2 축선 레벨 (H2) 에 배치되고, 이로 인해 본 발명에 따른 실린더 라이너 (1) 의 비대칭 냉각이 가능해 진다.

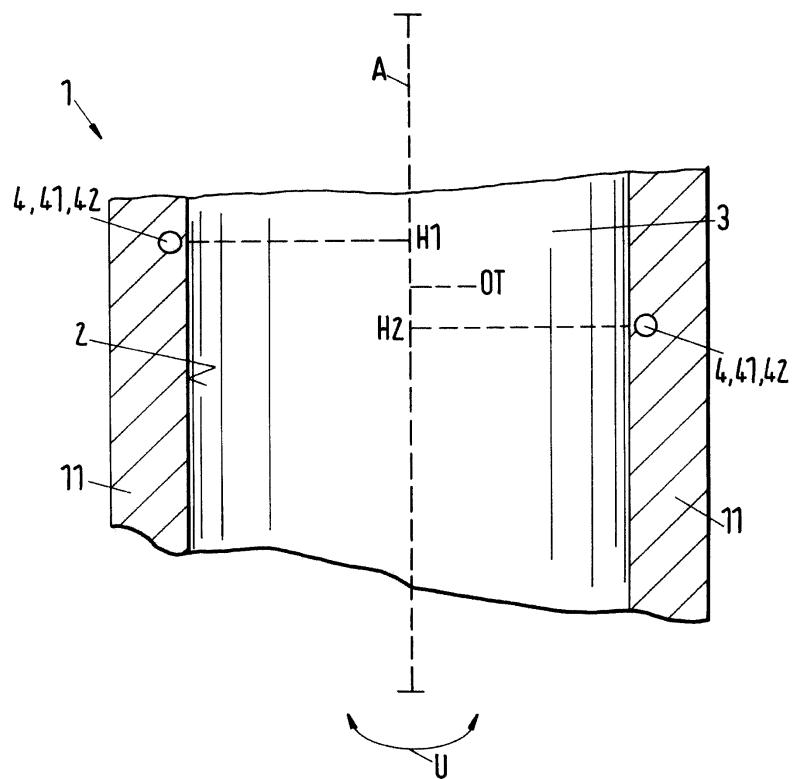
[0022] 따라서, 도 1 내지 도 4 에 따른 실린더 라이너 (1) 는 실린더 벽 (11) 내에 비대칭으로 형성된 적어도 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 실린더 라이너 (1) 의 실린더 벽 (11) 에 형성되는 냉각 시스템 (4) 을 구비하고, 상기 실린더 벽 (11) 내의 적어도 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 은 여기에서 도시된 특정 실시형태에서 서로 연결되지 않지만, 당연히 냉각 공간 (41, 42) 의 전부 또는 일부는 다른 실시형태에서 서로 연결될 수

있다.

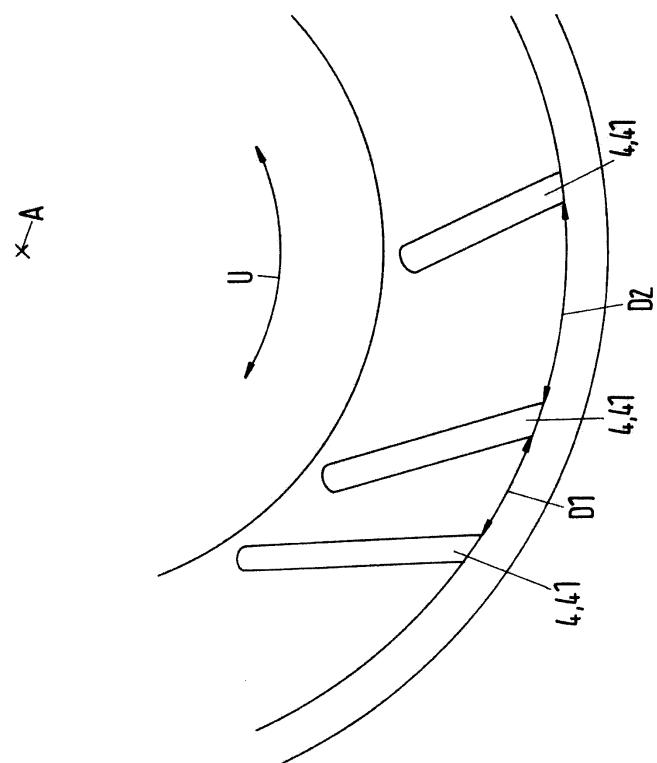
- [0023] 도 1 의 특정 실시형태에서 냉각 공간 (41, 42) 은 이 점에 있어서 실린더 축선 (A) 에 대하여 수직하게 또는 평행하게 또는 경사각을 이루며 연장하는 보어형 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 형성되고 특히 도 1 내지 도 4 의 특정 실시형태에서 실린더 벽 (11) 의 보어의 형태로 형성된다.
- [0024] 도 2 내지 도 4 의 특정 실시형태들은 이 점에 있어서 본 발명에 따른 실린더 라이너를 통한 수직 단면을 나타내고, 예컨대 도 1 에 따른 실린더 라이너 (1) 를 통한 단면일 수 있지만; 이러한 실시형태들은 또한 일부 또는 전체 냉각 공간 (41, 42) 이 동일한 축선 레벨에 배치되는 실시형태들에 관한 것일 수 있다.
- [0025] 도 2 에 따른 특정 실시형태에서, 둘레 방향 (U) 으로 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 사이의 제 1 간격 (D1) 은 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 사이의 제 2 간격 (D2) 과는 상이하고, 이로 인해 실린더 라이너 (1) 의 기하학적인 비대칭 냉각이 본 발명에 따라 달성된다.
- [0026] 도 3 을 참조하여 개략적으로 도시된 특정 실시형태에서, 제 1 냉각 공간 (41) 은 추가로 제 2 냉각 공간 (42) 과는 상이한 냉각 용적을 가지고, 이는 특히 제 1 냉각 공간 (41) 이 제 2 냉각 공간 (42) 과는 상이한 직경을 가지는 점에서 실현되고, 제 1 냉각 공간 (41) 및/또는 제 2 냉각 공간 (42) 은 바람직하게는 보어형 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 제공된다. 이 점에 있어서, 도 3 에 따른 다른 실시형태에서, 상이한 용적의 두 개의 냉각 공간 (41, 42) 사이의 간격 (D1, D2) 은 또한 동일해질 수 있다는 것은 자명하다.
- [0027] 이 점에 있어서, 본 발명에 따른 모든 실시형태에서, 실린더 벽 (11) 의 냉각 공간 (41, 42) 은 미리 규정 가능한 영역에서 둘레 방향 (U) 으로 또한 연장할 수 있지만, 이는 당연히 전적으로 필요하진 않다.
- [0028] 본 발명에 따른 실시형태는 도 4 를 참조하여 마침내 개략적으로 도시되고, 도 4 에서 실린더 라이너 (1) 가 실린더 라이너 (1) 의 비대칭 냉각을 위해 열 절연부 (5) 가 부분적으로 제공되는 냉각 시스템 (4) 을 갖고, 이러한 특정 실시형태에서, 냉각 시스템 (4) 은 절연 튜브의 형태로 열 절연부 (5) 가 제공되는 보어형 냉각 공간 (41, 42) 을 포함한다.
- [0029] 매우 일반적으로, 본 발명에 따른 냉각 시스템 (4) 은 냉각제로 채워질 수 있는 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 실린더 라이너 (1) 의 실린더 벽 (11) 에 형성될 수 있고, 냉각제는 바람직하게는 그 자체가 공지된 방식으로 냉각 공간 (41, 42) 을 통해 순환될 수 있다.
- [0030] 이 점에 있어서, 매우 특정 실시형태에서 실린더 벽 (11) 의 냉각 시스템 (4) 은 또한 냉각제가 순환될 수 없는 상이한 열 특성을 갖는 영역의 형태로 형성될 수 있다. 예컨대, 실린더 벽 (11) 은 국부적으로 상이한 재료의 두께를 가질 수 있거나 실린더 라이너 (1) 와는 상이한 열전도성을 갖는 열 브리지 (thermal bridge) 가 그러한 것으로서 제공될 수 있으며, 또는 실린더 라이너 (1) 의 비대칭 열 부하가 적절하게 보상될 수 있는 임의의 다른 적합한 조치가 제공될 수 있다.
- [0031] 실린더 라이너 (1) 의 실린더 벽 (11) 의 냉각 시스템 (4) 은 또한 당연히 단일의 연속된 비대칭으로 형성된 냉각 공간 (41, 42) 의 형태로 구성될 수 있다.
- [0032] 하지만, 바람직하게는, 필수는 아니지만 전술한 바와 같이, 냉각제는 액체 냉각제, 특히 물 또는 오일일 수 있고, 그리고/또는 냉각제는 기체 냉각제, 특히 공기일 수 있으며, 그리고/또는 냉각제는 실린더 벽, 예컨대 전술한 열 브리지에 제공되어 기하학적으로 비대칭인 열 유동을 실린더 라이너의 벽에 설정할 수 있는 고체일 수 있다.

도면

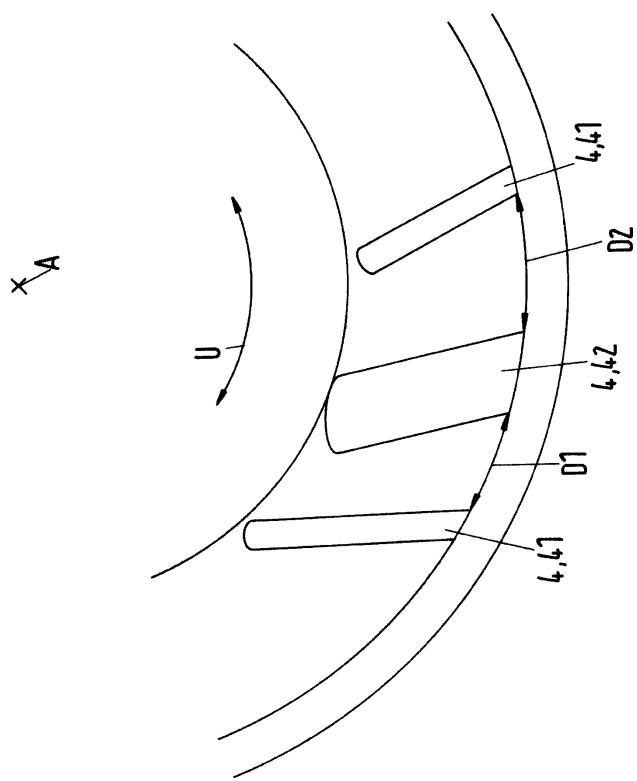
도면1



도면2



도면3



도면4

