



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0108381  
(43) 공개일자 2013년10월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 35/00 (2006.01) H01L 35/30 (2006.01)  
H01L 35/32 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7011384
- (22) 출원일자(국제) 2011년09월29일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년05월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2011/054295
- (87) 국제공개번호 WO 2012/046170  
국제공개일자 2012년04월12일
- (30) 우선권주장  
10186366.0 2010년10월04일  
유럽특허청(EPO)(EP)  
10190614.7 2010년11월10일  
유럽특허청(EPO)(EP)
- (71) 출원인  
바스프 에스이  
독일 테-67056 루트빅샤펜
- (72) 발명자  
렌제 피터  
독일 68163 만하임 에밀-헥켈-스트라쎄 16  
무어스 주르겐  
독일 67434 누스태트 매콘링 35  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
제일특허법인

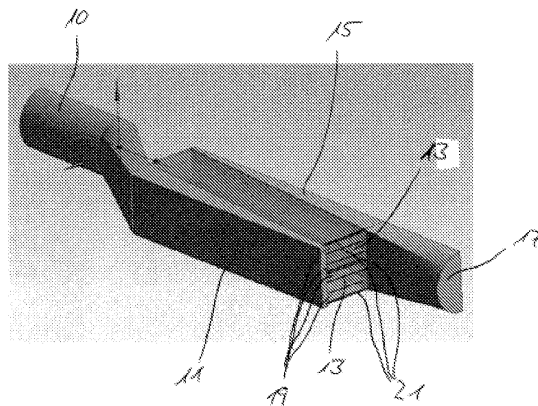
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 배기 시스템을 위한 열전 모듈

(57) 요약

본 발명은, 전기 전도성 접점을 통해 서로 교대로 연결된 p- 및 n-전도성 열전 물질 부품으로 구성된 일체형 열전 모듈로서, 상기 열전 모듈(19)이, 유체 열 교환기 매체가 통과해서 유동할 수 있는 1mm 이하 직경의 복수개의 연속 채널들을 포함하는 마이크로 열 교환기(13)와 열-전도적으로 연결되어 있는 일체형 열전 모듈에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

**데젠 게오르그**

독일 64653 로르쉬 빈가르텐스트라쎄 40

**바세르만 크누트**

미국 뉴저지주 08540 프린스턴 세이어 드라이브 58

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전기 전도성 접점을 통해 서로 교대로 연결된 p- 및 n-전도성 열전 물질 부품(piece)으로 구성된 열전 모듈로서, 상기 열전 모듈(19)이, 유체 열 교환기 매체가 통과해서 유동할 수 있는 1mm 이하 직경의 복수개의 연속 채널들을 포함하는 마이크로 열 교환기(13)와 열-전도적으로(thermally conductively) 연결되어 있는, 열전 모듈.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 열전 모듈(19)이 편평하고, 서로 연결된 열전 물질 부품들 위에서, 마이크로 열 교환기(13)와 열-전도적으로 연결되어 있는 뜨거운 쪽에 캐리어 판(carrier plate)을 갖는, 열전 모듈.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로 열 교환기(13)가 열전 모듈(19)과 일체형으로 형성되어 있는, 열전 모듈.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 열전 모듈(19)과 마이크로 열 교환기(13) 사이에 과도한 온도로부터 보호하기 위한 보호층이 제공되어 있는, 열전 모듈.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 보호 층이 250℃ 내지 1700℃ 범위의 용점을 갖는 무기 금속 염 또는 금속 합금으로 구성된, 열전 모듈.

### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로 열 교환기의 채널이 차량 배기 가스 촉매의 워시코트(washcoat)로 코팅되어 있는, 열전 모듈.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 촉매가, NO<sub>x</sub>로부터 질소로의 전환, 탄화수소로부터 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로의 전환, 및 CO로부터 CO<sub>2</sub>로의 전환 중 하나 이상을 촉매작용하는, 열전 모듈.

### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

가스 통과를 위한 열 교환기의 연속 채널을 통해 발생하는 압력 손실이 100 mbar 이하인, 열전 모듈.

### 청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로 열 교환기가, 연속 채널이 도입되어 있는 열 전도성 물질의 블록(block)으로 제조되는, 열전 모듈.

## 청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

마이크로 열 교환기의 체적과 관련된 비(specific) 열 전달 면적이  $0.1$  내지  $5 \text{ m}^2/\text{l}$ 인, 열전 모듈.

## 청구항 11

내연 엔진, 바람직하게는 차량 내 내연 엔진의 배기 시스템에서의 제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 열전 모듈의 용도.

## 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 배기 가스의 열로부터 전기를 발생시키기 위한 용도.

## 청구항 13

내연 엔진, 바람직하게는 차량의 내연 엔진의 상온 시동(cold start) 동안 배기 가스 촉매를 예열하기 위한, 제 6 항 또는 제 7 항에 따른 열전 모듈의 용도.

## 청구항 14

배기 시스템에 일체화되어 있는, 제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 하나 이상의 열전 모듈을 포함하는, 내연 엔진, 바람직하게는 차량의 내연 엔진의 배기 시스템.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은, 내연 기관의 배기 시스템에 설치하기에 적합한 열전 모듈에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 열전 발전기 및 펠티에 방식(Peltier arrangement) 등은 오랫동안 알려져 왔다. 한쪽에서는 가열되고 다른쪽에서는 냉각되는, p- 및 n-도핑된 반도체는, 전기 전하를 외부 회로를 통해 수송하여, 회로 내 부하에 대해 전기적 작업을 수행할 수 있다. 이로써 열의 전기 에너지로의 전환을 위해 달성된 효율은, 카르노 효율(Carnot efficiency)에 의해 열역학적으로 제한된다. 따라서, 뜨거운 쪽에서의 온도가  $1000 \text{ K}$ 이고 "찬" 쪽에서의 온도가  $400 \text{ K}$ 인 경우,  $(1000 - 400) \div 1000 = 60\%$ 의 효율이 가능하다. 그러나, 현재까지, 6%까지의 효율만이 달성되었다.

[0003] 다른 한편으로, 이러한 배열에 직류가 인가되는 경우, 열은 한쪽에서 다른쪽으로 수송된다. 이러한 펠티에 방식은 열 펌프로써 작용하고, 따라서 장치의 부품, 차량 또는 건물 등을 냉각하기에 적합하다. 펠티에 원리를 사용하는 가열은 또한 통상적인 가열에 비해 선호되는데, 그 이유는 공급되는 동등한 에너지에 비해 보다 많은 열이 항상 수송되기 때문이다.

[0004] 현재, 직류 발생을 위해 우주 탐색기에서, 파이프라인의 음극방식 도막 보호(cathodic corrosion protection)를 위해, 광 및 라디오 부표의 에너지 공급을 위해, 및 라디오 및 텔레비전의 작동을 위해 사용된다. 열전 발전기의 이점은 그의 뛰어난 신뢰도에 있다. 이것은, 상대습도와 같은 분위기 조건과 무관하게 작동하고, 간섭(interference)되기 쉬운 어떠한 물질 수송도 발생시키지 않고, 단지 전하 수송뿐이다.

[0005] 열전 모듈은, 전기적으로 직렬로 연결되어 있고 열적으로는 병렬로 연결되어 있는 p- 및 n-타입 부품들로 구성된다. 도 2는 이러한 모듈을 도시한다.

[0006] 통상적인 구조는 2개의 세라믹 판으로 구성되며, 이러한 세라믹 판들 사이에 개별적인 부품들이 교대로 설치되어 있다. 2개의 부품은 각각의 경우 말단면을 통해 전기-전도적으로 접촉하고 있다.

[0007] 전기 전도성 접촉 이외에, 보호층 또는 납땜층으로서 작용하는 다양한 추가층들이 실제 물질들 위에 제공된다.

- [0008] 그러나, 마지막으로, 2개의 부품들 사이의 전기 접점이 금속 브릿지를 경유하여 달성된다.
- [0009] 열전 모듈 컴포넌트의 필수 요소는 접점(contacting)이다. 상기 접점은 컴포넌트의 "심장"(컴포넌트의 목적하는 열전 효과를 제공함)에서의 물질과 "외부 세계" 사이를 물리적으로 연결한다. 이러한 접점의 구조는 도 1에 개략적으로 도시된다.
- [0010] 컴포넌트 내부의 열전 물질(1)은 컴포넌트의 실제 효과를 제공한다. 이것이 열전 부품이다. 이것이 전체 구조물에서 그의 기능을 이행하도록, 상기 물질(1)을 통해 전류 및 열 플럭스가 흐른다.
- [0011] 상기 물질(1)은 접점(4 및 5)을 경유하여 납(6 및 7)까지 각각 2개 이상의 측면에서 연결되어 있다. 이러한 경우에, 층(2 및 3)은, 상기 물질과 접점(4 및 5) 사이에 하나 이상의 선택적으로 요구되는 중간층(차단 물질, 납땜, 결합제 등)을 나타내고자 한 것이다. 서로의 쌍과 각각 관련된 2/3, 4/5, 6/7의 분절은 각각 동일할 수 있지만, 그래야만 하는 것은 아니다. 이것은, 결국, 특정한 구조 및 적용례, 뿐만 아니라 구조물을 통한 전류 또는 열 플럭스의 유동 방향에 비슷하게 좌우될 것이다.
- [0012] 접점(4 및 5)은 중요한 역할을 갖는다. 이들은 상기 물질과 납 사이의 단단한 결합을 보장한다. 접점이 불량한 경우, 여기에서 높은 손실이 발생하고 컴포넌트의 성능을 많이 제한할 수 있다. 이러한 이유로 인하여, 상기 부품들과 접점은 종종 사용을 위해 상기 물질 위로 가압된다. 따라서 상기 접점들은 강한 기계 하중에 노출된다. 상승한(또는 감소한) 온도 및/또는 열 사이클이 포함되는 경우에는 언제나 추가로 이러한 기계 하중이 상승한다. 상기 컴포넌트에 생긴 물질의 열 팽창은, 필연적으로 기계적 응력을 유도하고, 이는 극단적인 경우에 접점의 균열에 의한 컴포넌트의 손상을 유발한다.
- [0013] 이를 방지하기 위해서, 이러한 열적 응력들이 상쇄될 수 있도록, 사용된 접점들은 특정한 유연성 및 탄성 특성을 가져야만 한다.
- [0014] 전체 구조물에 안정성을 부여하고 요구되는 최대로 균일한 열 커플링을 상기 부품들 마다 보장하도록, 캐리어판이 필수적이다. 이것 때문에, 예를 들어  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  또는  $AlN$ 과 같은 옥사이드 또는 니트라이드로 구성된, 세라믹이 통상적으로 사용된다.
- [0015] 각각의 경우 단지 편평한 표면만이 열전 모듈과 접촉할 수 있기 때문에, 통상적인 구조물은, 적용에 있어서 종종 한계가 있다. 모듈면과 열원/열 싱크 사이의 단단한 결합은, 충분한 열 플럭스를 보장하기 위해서, 필수적이다.
- [0016] 예를 들어 등근 폐열 파이프와 같은 편평하지 않은 표면은, 통상적인 모듈과의 직접적인 접촉에 적합하지 않거나, 상기 편평하지 않은 표면을 편평한 모듈로 전환하기 위해서 상응하는 직선형 열 교환기 구조물이 요구된다.
- [0017] 현재, 배기가스 열의 일부로부터 전기 에너지를 얻기 위해서, 자동차 및 트럭과 같은 차량에, 배기 시스템 또는 배기가스 재순환에 열전 모듈을 제공하고자 하는 시도가 있어왔다. 이러한 경우, 열전 모듈 요소의 뜨거운 쪽이 배기 가스 또는 배기관에 연결되는 반면, 찬 쪽이 냉각기에 연결된다. 발전될 수 있는 전기의 양은, 배기 가스로부터 열전 물질로의 열 플럭스 및 배기 가스의 온도에 좌우된다. 열 플럭스를 극대화시키기 위해서, 장치들이 종종 배기관에 설치된다. 그러나, 예를 들어 열 교환기의 설치가 배기 가스 내 압력 손실을 유도하고, 이는 다시 내연 엔진의 용납할 수 없는 증가된 소비를 유도하기 때문에, 이것은 제한된다.
- [0018] 통상적으로, 열전 발전기는 배기 시스템 내 배기 가스 촉매 전환기 밑에서 사용하기 위해 설치된다. 배기 가스 촉매 전환기의 압력 손실을 비롯하여, 이것은 종종 과도한 압력 손실을 유도하여, 열적-전도성 장치는 상기 배기 시스템에 제공될 수 없고; 오히려, 상기 열전 모듈이 배기관의 외부에 놓인다. 이 때문에, 상기 배기관은 다각형 단면을 갖도록 구조화되어야만 하며, 이로써 편평한 외면이 열전 물질과 단단하게 연결될 수 있다.
- [0019] 열 전달 또는 발생하는 압력 손실 어떠한 것도 현재까지 만족스럽지 않다.

### 발명의 내용

- [0020] 본 발명의 목적은, 공지된 모듈의 단점을 피하고 낮은 압력 손실을 갖는 우수한 열 전달을 보장하는 것으로, 내연 엔진의 배기 시스템에 설치하기 위한 열전 모듈을 제공하는 것이다.
- [0021] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 전기 전도성 접점을 통해 서로 교대로 연결된 p- 및 n-전도성 열전 물질 부품들로 구성된 열전 모듈로서, 상기 열전 모듈이, 유체 열 교환기 매체가 통과해서 유동할 수 있는 1mm 이하 직경의 복수개의 연속 채널들을 포함하는 마이크로 열 교환기와 열-전도적으로 연결되어 있는 열전 모듈에 의해 달성된

다.

[0022] 특히, 차량 배기 가스 촉매에서, 마이크로 열 교환기의 채널들이 내연 엔진 배기 가스 촉매의 위시코트로 코팅 되는 것이 특히 유리하다. 이러한 방식에서는, 개별적인 배기 가스 촉매 전환기가 배제될 수 있고, 배기 시스템 내 압력 손실이 최소화된다. 일체형 디자인은 전체 구조물을 간단하게 만들고 배기 시스템 내 설치를 용이하게 한다.

[0023] 마이크로 열 교환기를 사용함으로써, 배기 가스로부터 열전 모듈로의 개선된 열 플럭스를 보장하고, 동시에 충분히 낮은 압력 손실을 보장하는 것이 가능하다. 본 발명에 따르면, 배기 가스는 마이크로 열 교환기의 마이크로 채널을 통해 유동한다. 이러한 경우, 채널들은, 특히  $\text{NO}_x$ 로부터 질소, 탄화수소로부터  $\text{CO}_2$  및  $\text{H}_2\text{O}$ , 및 CO로부터  $\text{CO}_2$ 의 전환 중 하나 이상을 촉매작용하는 배기 가스 촉매로 코팅되는 것이 바람직하다. 특히 바람직하게는, 모든 이러한 전환들이 촉매작용된다.

[0024] Pt, Ru, Ce, Pd와 같은 적합한 촉매 활성 물질이 공지되어 있고, 예를 들어 문헌[Stone, R. et al., Automotive Engineering Fundamentals, Society of Automotive Engineers 2004]에 기술된다. 이러한 촉매 활성 물질은 적절한 방식으로 마이크로 열 교환기의 채널에 적용된다. 바람직하게, 위시코트 형태의 적용이 예상될 수 있다. 이러한 경우에, 촉매는 현탁액의 형태로 박막으로서 마이크로 열 교환기의 내벽에 또는 그의 채널에 적용된다. 그다음, 촉매는 단일층 또는 동일하거나 다양한 조성을 갖는 다양한 층으로 구성될 수 있다. 그다음, 적용된 촉매는, 마이크로 열 교환기와 그의 코팅의 크기에 따라, 차량 내 사용 중인 내연 엔진에서 일반적으 사용되는 배기가스 촉매 전환기를 전체적으로 또는 부분적으로 대체할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 열전 모듈의 접점을 보여주는 개략도이다.

도 2는, p- 및 n- 타입 부품들로 구성된 열전 모듈의 통상적인 구조를 도시한다.

도 3은, 열전 발전기의 구성을 도시한 3차원 도면이다.

도 4는, 열전 발전기의 층 구성을 도시한 3차원 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명에 따르면, "마이크로 열 교환기"라는 용어는, 1mm 이하, 특히 바람직하게는 0.8mm 이하 직경의 복수개의 연속 채널들을 갖는 열 교환기를 의미하고자 한다. 최소 직경은, 기술적 실현가능성에 의해서만 설정되고 바람직하게는, 대략 50 $\mu\text{m}$ , 특히 바람직하게는 대략 100 $\mu\text{m}$ 이다.

[0027] 상기 채널은 임의의 적절한 단면, 예를 들어 등근형, 타원형, 다각형, 예를 들어 사각형, 삼각형 또는 별형을 가질 수 있다. 여기서, 채널의 마주보는 모서리 또는 지점들 사이 중 가장 짧은 거리를, 직경으로 한다. 채널들은 또한, 편평하도록 형성될 수 있고, 이러한 경우, 직경은 바운딩(bounding) 면들 사이의 거리로서 정의된다. 이것은, 특히 판들 또는 층들로 구성된 열 교환기의 경우이다. 작동하는 동안, 열 교환기 매체는 연속 채널을 통해 유동하고, 이때 열은 열 교환기로 이동한다. 열 교환기는 다른 한편으로 열전 모듈에 열적으로 연결되어, 열 교환기로부터 열전 모듈로 우수하게 열 전달된다.

[0028] 마이크로 열 교환기는, 임의의 적절한 물질로부터 임의의 적절한 방식으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 연속 채널이 도입되어 있는, 열 전도성 물질의 블록으로 제조될 수 있다.

[0029] 임의의 적절한 물질들, 예를 들어 플라스틱, 예를 들어 폴리카보네이트, 액정 중합체, 예를 들어 제니쓰(Zenith, 등록상표, 듀폰(DuPont)), 폴리에터 에터 케톤(PEEK) 등이 재료로서 사용될 수 있다. 금속들, 예를 들어, 철, 구리, 알루미늄 또는 적합한 합금, 예를 들어 알루미늄-철, 페크랄로이(Fecralloy)가 사용될 수 있다. 세라믹 또는 무기 옥사이드 물질, 예를 들어 알루미늄 옥사이드 또는 지르코늄 옥사이드 또는 코르디에라이트(cordierite)가 추가로 사용될 수 있다. 또한, 이것은 복수개의 전술한 물질로 구성된 복합 물질일 수도 있다. 마이크로 열 교환기는 바람직하게는 고온-내성 합금(1000-1200 $^{\circ}\text{C}$ ), 페크랄로이, Al-함유 철 합금, 스테인레스 강, 코르디에라이트로 구성된다. 마이크로채널은, 예를 들어 레이저 방법, 예칭, 천공 등에 의해 임의의 적절한 방식으로 열 전도성 물질의 블록에 도입될 수 있다.

[0030] 대안으로서, 마이크로 열 교환기는 또한 상이한 판, 층 또는 튜브로 구성될 수 있으며, 이는 후속적으로 서로 예를 들어 접착제 결합 또는 용접에 의해 연결된다. 판, 층 또는 튜브는, 이러한 경우에, 마이크로채널보다 미



리 제공될 수 있고, 그다음 조립될 수 있다.

- [0031] 소결 방법에 의해 분말로부터 마이크로 열 교환기를 제조하는 것이 특히 바람직하다. 금속 분말 및 세라믹 분말 둘다가 분말로서 사용될 수 있다. 금속 및 세라믹으로 구성된 혼합물, 또는 상이한 금속들로 구성된 혼합물, 또는 상이한 세라믹들로 구성된 혼합물도 가능하다. 적합한 금속 분말은 예를 들어 페라이트계 강, 페크랄로이 또는 스테인레스 강으로 구성된 분말을 포함한다. 소결 방법에 의한 마이크로 열 교환기의 생성은, 임의의 바람직한 구조물을 제조하는 것을 가능하게 한다.
- [0032] 마이크로 열 교환기를 위한 물질로서 금속을 사용하면, 우수한 열 전도도의 이점을 제공한다. 대조적으로, 세라믹은 우수한 열 저장능을 갖고, 이들은 온도 요동을 상쇄하기 위해서 특히 사용될 수 있다.
- [0033] 플라스틱이 마이크로 열 교환기를 위한 재료로서 사용되는 경우, 마이크로 열 교환기를 통해 유동하는 배기 가스의 온도로부터 플라스틱을 보호하기 위한 코팅을 적용하는 것이 필요하다. 이러한 코팅은 "열 배리어(barrier) 코팅"으로도 지칭된다. 배기가스의 고온을 고려할 때, 플라스틱 물질로 구성된 마이크로 열 교환기의 모든 표면을 코팅하는 것이 필요하다.
- [0034] 본 발명에 따라 사용된 마이크로 열 교환기의 외부 치수는 바람직하게는  $60 \times 60 \times 20\text{mm}^3$  내지  $40 \times 40 \times 8\text{mm}^3$  이다.
- [0035] 마이크로 열 교환기의 체적과 관련하여 마이크로 열 교환기의 비(specific) 열 전달 면적은 바람직하게는  $0.1$  내지  $5\text{m}^2/\text{l}$ , 특히 바람직하게는  $0.3$  내지  $3\text{m}^2/\text{l}$ , 특히  $0.5$  내지  $2\text{m}^2/\text{l}$ 이다.
- [0036] 적절한 마이크로 열 교환기는, 예를 들어 인스티튜트 뒤르 마이크로테크닉 마인츠 게임베하(Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH)에서 시판중이다. IMM은 다양한 구조의 마이크로구조화된 열 교환기를 제공하고, 특히  $900^\circ\text{C}$ 의 최대 작동 온도를 위한 마이크로구조화된 고온 열 교환기를 제공한다. 이러한 고온 열 교환기의 치수는 약  $80 \times 50 \times 70\text{mm}^3$ 이고 (다른 적용례의 경우) 역류(counterflow) 원리에 따라 작동한다. 이것의 압력 손실은  $50 \text{ mbar}$  미만이고, 비 열 전달 면적은 약  $1\text{m}^2/\text{l}$ 이다.
- [0037] 다른 마이크로 열 교환기는, VDI/VDE-테크놀로지센터룸 인포메이션스테크닉 게임베하(VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH([www.nanowelten.de](http://www.nanowelten.de)))에 의해 공개되었다. 마이크로 열 교환기는 추가로 에르펠트 마이크로테크닉 BTS 게임베하(Ehrfeld Mikrotechnik BTS GmbH, 벤텔스하임 소재) 및 도버마켓 서비스 게임베하(Dover Market Services GmbH)의 지사인 SWEP 마켓 서비스(뒤르트 소재)에서 공급된다.
- [0038] 마이크로 열 교환기는, 가능한 최고의 열 전도도를 갖도록 하는 방식으로 열전 모듈에 연결되도록 한다. 구조 및 재료 구성에 따라, 이것을 열전 모듈에 직접 열-전도적으로 연결할 수 있다. 또한 열전 모듈이 편평한 것이 가능하고, 열전 물질 부품 위에서, 열전 모듈이, 뜨거운 쪽에 마이크로 열 교환기에 열-전도적으로 연결된 캐리어 판을 갖는 것도 가능하다. 캐리어 판을 위한 적절한 재료는 도입부에서 언급하였다.
- [0039] 마이크로 열 교환기는 열전 모듈과 일체형으로 형성되는 것이 바람직하다. 이러한 경우에, 예를 들어 열전 모듈에 직접 마이크로 열 교환기를 소결하는 것도 가능하다. 이것은 열전 모듈의 표면의 형태와 무관하게, 고도로 열-전도성인 연결이 수득된다는 이점을 갖는다.
- [0040] 이를 통해 유동하는 가스에 대해 열 교환기의 연속 채널들을 통해 발생하는 압력 손실은, 바람직하게는  $100 \text{ mbar}$  이하, 특히  $50 \text{ mbar}$  이하이다. 이러한 압력 손실은 내연 엔진의 증가된 연료 소비를 유도하지는 않는다. 특히, 배기 가스가 유동하는 채널들이 평행하게 진행되고 한쪽의 주입구 및 다른쪽의 배출구에 연결되도록 마이크로 열 교환기가 배열되는 경우, 압력 손실이 발생할 수 있다. 배기 가스가 유동하는 채널의 길이는, 이러한 경우, 바람직하게는  $60 \text{ mm}$  이하, 특히  $40 \text{ mm}$  이하이다. 하나 초과 마이크로 열 교환기가 사용되는 경우, 개별적인 열 교환기들의 채널이 비슷하게 평행하게 진행되도록 마이크로 열 교환기는 비슷하게는 병렬로 연결되고 공통 주입구 및 공통 배출구로 연결된다.
- [0041] 마이크로 열 교환기의 열-교환면은, 내연 엔진, 특히 차량 내의 내연 엔진의 배기관 또는 배기 시스템에 직접 설치될 수 있다. 이러한 경우에 고정식으로 또는 제거가능하게 설치될 수도 있다. 열-교환면은 또한 열전 모듈로 단단히 캡슐화될 수 있다.
- [0042] 마이크로 열 교환기에 촉매 물질의 위시코트가 제공되면, 원래 배기가스 촉매 전환기의 위치에서 배기 시스템에 설치될 수도 있다. 이러한 방식으로, 높은 배기 가스 온도가 마이크로 열 교환기에 공급될 수 있다. 심지어

마이크로 열 교환기의 배기 가스 측매에서의 화학적 전환으로 인하여 온도가 증가하여, 공지된 시스템에서 보다 효율적인 열 전달이 발생할 수도 있다.

[0043] 열전 모듈의 개선된 효율은 또한 개선된 열 플럭스에 의해 달성된다.

[0044] 과도한 온도에 대한 보호를 위한 보호층이 추가로 열전 모듈과 마이크로 열 교환기 사이에 제공될 수도 있다. 상 변화 층으로서 지칭되는 이러한 층은, 바람직하게는 250℃ 내지 1700℃의 범위의 용점을 갖는, 무기 금속 염 또는 금속 합금으로 구성된다. 적절한 금속 염은, 예를 들어 리튬, 나트륨, 칼륨, 루비듐, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 스트론튬 및 바륨의 불소화물, 염소화물, 브롬화물, 요오드화물, 셀레이트, 니트레이트, 카보네이트, 크로메이트, 몰리브데이트, 바나데이트 및 텅스테이트이다. 이원 또는 삼원 공융물을 형성하는, 이러한 유형의 적절한 염의 혼합물이 바람직하게 사용된다. 이들은 또한 4원 공융물 또는 5원 공융물을 형성할 수도 있다.

[0045] 다르게는, 예를 들어 아연, 마그네슘, 알루미늄, 구리, 칼슘, 실리콘, 인 및 안티몬인 금속으로부터 출발하는 2원, 3원, 4원 또는 5원 공융물을 형성하는, 상-변화 물질 및 이들의 조합으로서 금속 합금을 사용하는 것도 가능하다. 금속 합금의 용점은, 이러한 경우에, 200℃ 내지 1800℃의 범위이다.

[0046] 열전 모듈은, 특히 니켈, 지르코늄, 티탄, 은 및 철과 같은 금속을 사용하는 경우, 또는 니켈, 크롬, 철, 지르코늄 및/또는 티탄에 기초한 합금을 사용하는 경우, 보호층으로 캡슐화될 수 있다.

[0047] 예를 들어 연속으로 연결된, 하나 이상의 열전 모듈들은 내연 엔진의 배기 시스템과 일체화될 수 있다. 이러한 경우에, 상이한 열전 물질을 포함하는 열전 모듈도 조합될 수 있다. 일반적으로, 내연 엔진의 배기 가스의 온도 범위에 적합한 것인 모든 적합한 열전 물질을 사용하는 것이 가능하다. 적합한 열전 물질의 예는 스쿠테루다이트(skutterudite), 예를 들어  $\text{CoSb}_3$ ,  $\text{RuPdSb}_6$ ,  $\text{TX}_6$ (여기서,  $T = \text{Co, Rh, Ir}$ 이고  $X = \text{P, As, Sb}$ );  $\text{X}_2\text{Y}_8\text{Z}_{24}$ (여기서,  $X =$  란탄족, 악티늄족, 알칼리 토금속, 알칼리 금속, Th, IV족 원소이다); 하프 헤이스러(Heusler) 화합물, 예를 들어  $\text{TiNiSn}$ ,  $\text{HfPdSn}$  및 금속간(intermetallic) 합금; 클라쓰레이트(clathrate), 예를 들어  $\text{Zn}_4\text{Sb}_3$ ,  $\text{Sr}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ ,  $\text{Cs}_8\text{Sn}_{44}$ ,  $\text{Co}_4\text{TeSb}_4$ ; 옥사이드, 예를 들어  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$ ,  $\text{CaCo}_4\text{O}_9$ ,  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_2\text{O}_y\text{Sr}_2\text{TiO}_4$ ,  $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Sr}_4\text{Ti}_3\text{O}_{10}$ ,  $\text{R}_{1-x}\text{M}_x\text{CoO}_3$ (여기서,  $R =$  희토금속이고  $M =$  알칼리 토금속이다);  $\text{Sr}_{n+1}\text{Ti}_n\text{O}_{3n+1}$ (여기서,  $n$ 은 정수이다);  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ; 실리사이드, 예를 들어  $\text{FeSi}_2$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{Mn}_{15}\text{Si}_{26}$ ; 보라이드, 예를 들어  $\text{B}_4\text{C}$ ,  $\text{CaB}_6$ ;  $\text{Bi}_2\text{Ce}_3$  및 그의 유도체,  $\text{PbCe}$  및 그의 유도체, 안티모나이드, 예를 들어 아연 안티모나이드, 진틀(Zintl)상, 예를 들어  $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_4$ 이다.

[0048] 본 발명은 바람직하게는 자동차 또는 트럭과 같은 차량에서 내연 엔진의 배기 시스템에서의 전술한 바와 같은 열전 모듈의 용도에 관한 것이다. 이러한 경우에, 상기 열전 모듈은, 배기 가스의 열로부터 전기를 발생시키기 위해 특히 사용된다.

[0049] 그러나, 마이크로 열 교환기 위에 위시코트가 존재하는 경우, 바람직하게는 차량의 내연 엔진의 상온 시동(cold start) 동안 배기 가스 측매를 예열하기 위해 열전 모듈이 반대로 사용될 수도 있다. 이러한 경우, 열전 모듈은 펠티에 요소로서 사용된다. 전압차가 상기 모듈에 적용되는 경우, 모듈은 찬쪽으로부터 뜨거운 쪽으로 열을 수송한다. 이로 인한 배기 가스 측매의 예열은 측매의 상온 시동 시간을 감소시킨다.

[0050] 본 발명은 추가로, 배기 시스템과 일체형인, 전술한 하나 이상의 열전 모듈을 포함하는, 내연 엔진, 바람직하게는 차량의 내연 엔진의 배기 시스템에 관한 것이다.

[0051] 이러한 경우, 배기 시스템은 내연 엔진의 배출구와 연결되고 여기에서 배기 가스가 가공되는 시스템을 의미하고자 한다.

[0052] 본 발명에 따른 열전 모듈은 많은 장점을 갖는다. 특히 마이크로 열 교환기가 배기 가스 측매의 위시코트로 코팅되는 경우, 내연 엔진의 배기 시스템 내 압력 손실이 낮다. 상기 배기 시스템의 구조는, 하나의 일체화된 컴포넌트에 의해 상당히 간략화될 수 있다. 일체화된 컴포넌트가 배기 시스템 내 내연 엔진에 더욱 가까이 일체화되기 때문에, 보다 높은 배기 가스 온도가 열전 모듈에 공급될 수 있다. 펠티에 요소로서의 열전 모듈의 가열적 사용에 의해, 배기 가스 측매가, 엔진의 상온 시동 동안 가열될 수 있다.

[0053] 본 발명의 예시적인 실시양태는 도면에 도시되어 있고 하기 설명에서 보다 상세하게 설명된다.

[0054] 도 3은, 예를 들어 차량의 배기 시스템으로 삽입될 수 있는 상태의 열전 발전기의 구성을 도시한 것이다.

[0055] 내연 엔진으로부터 배기 가스가 유도되는 배기 파이프(10)는, 다기관(manifold)(11)으로 유도된다. 다기관(11)은, 배기 가스의 유동 방향에서 감소하는 단면적을 갖는다. 다기관(11)은 마이크로 열 교환기(13)에 인접하



여 있다. 후자는, 배기 가스가 마이크로 열 교환기(13) 내 채널을 통해 유동하는 방식으로, 다기관(11)에 연결되어 있다. 마이크로 열 교환기 내 채널은 수집기(15)로 유도되고, 배기 가스가 마이크로 열 교환기 내 채널을 통해 유동한 후, 상기 수집기(15)를 통해 배기 가스는 추가 배기 파이프(17)로 안내되며, 추가 배기 파이프(17)가 일반적으로 내연 엔진의 배기가스에서 끝난다.

[0056] 마이크로 열 교환기(13)는 한쪽에서 열전 모듈(19)에 각각 연결되어 있다. 상기 열전 모듈(19)은 마이크로 열 교환기의 반대쪽에서 냉각된다. 이러한 목적을 위해, 열전 모듈(19) 위로 유동하는 냉각 액체, 예를 들어 냉각수를 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 경우, 우선 냉각수를 열 교환기, 예를 들어 마이크로 열 교환기 내 채널을 통해 유동시키는 것이 가능하다. 그러나, 이를 통해 냉각 액체가 냉각될 열전 모듈(19) 쪽 위로 유동하는 냉각 채널(21)을 제공하는 것이 바람직하며, 상기 냉각 채널(21)의 벽은 열전 모듈(19)로 형성된다.

[0057] 하나의 바람직한 실시양태에서, 마이크로 열 교환기(13), 열전 모듈(19) 및 냉각 채널(21)이 적층되되, 여기서 안쪽 부분에 위치한 상기 마이크로 열 교환기(13)는 각각의 경우 그의 대향 측면들에서 열전 모듈(19)과 연결되고, 따라서, 내부에 위치한 냉각 채널(21)은 각각의 경우 그의 대향 측면들에서 열전 모듈(19)과 연결된다. 상응하는 층 구조는 도 4의 예로 설명된다. 여기서, 층 구조물은 각각의 경우 상부쪽에서 및 밑면쪽에서 냉각 채널로 둘러싸여 있다. 냉각 채널(21)은 열전 모듈(19)에 인접하고, 상기 열전 모듈(19)은 반대쪽에서 마이크로 열 교환기(13)에 연결되어 있다. 마이크로 열 교환기(13) 다음에는 추가 열전 모듈(19) 및 추가 냉각 채널(21)이 뒤따른다.

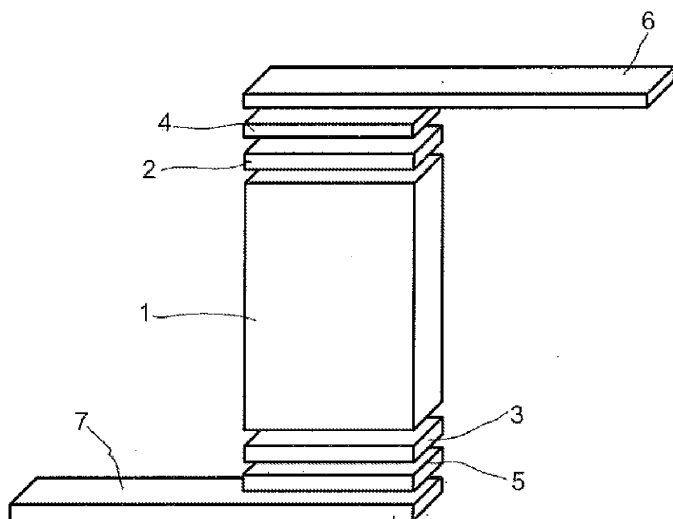
[0058] 층 구조는, 배기 가스의 열을 사용하는 것 뿐만 아니라 좁은 공간에서 복수개의 열전 모듈(19)을 사용하는 것을 가능하게 한다.

[0059] 개별적인 층들이 배기 파이프(10)의 주요 유동축에 대해 평행하게 진행되는 층 구조를 갖는 도 3 및 4에서 설명한 실시양태 이외에, 개별적인 층들이 배기 파이프(10)의 주요 유동축에 대해 수직으로 진행되도록 층 구조를 고안하는 것도 가능하다. 개별적인 층들의 배향과 무관하게, 마이크로 열 교환기(13) 내 채널은 바람직하게는, 다기관(11)으로부터 수집기(15)로의 배기 파이프(10)의 주요 유동 방향에 대해 항상 횡방향으로 진행한다.

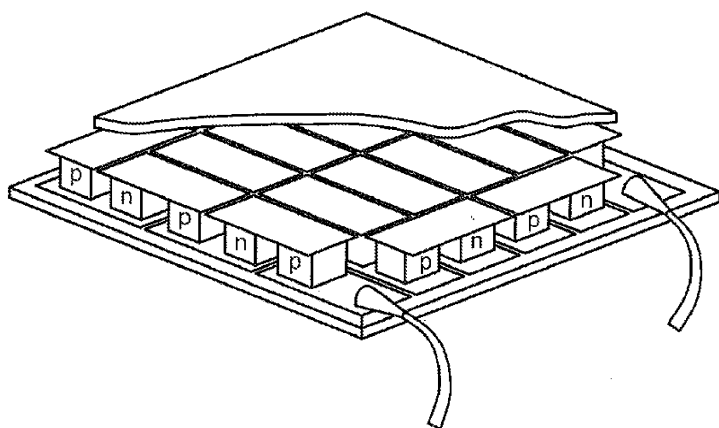
[0060] 도 3 및 4에서 설명한 바와 같은 층들의 배향의 경우, 개별적인 층들은 각각의 경우 하나의 마이크로 열 교환기(13) 및 하나의 열전 모듈(19)을 포함할 수 있거나, 다르게는 각각 서로 나란하게 위치한 복수개의 마이크로 열 교환기들(13) 및/또는 복수개의 열전 모듈(19)들을 포함할 수 있다. 복수개의 마이크로 열 교환기(13) 및 복수개의 열전 모듈(19)이 사용되는 경우, 그다음 이들은 동일한 크기 또는 상이한 크기를 갖는 겹겹 영역을 가질 수 있다. 바람직하게, 각각의 경우의 하나의 마이크로 열 교환기(13)가 하나의 열전 모듈(19)에 연결되도록 상기 겹겹 영역이 동일한 크기를 갖는다. 이러한 실시양태에서, 그다음 서로 연속하여 연결되어 있는 복수개의 스택들을 형성하되, 이때 개별적인 냉각 채널들(21)이 그의 주입구 및 배출구와 함께 서로 인접하도록 개별적인 스택들이 바람직하게 배향되어, 따라서 연속되는 스택들 위로 연속적인 냉각 채널을 형성하는 것이 바람직하다. 이러한 경우, 냉각 채널의 배향은, 냉각 액체 및 배기 가스가 서로에 대해 직교류로 안내되도록, 선택된다. 다르게는, 냉각 채널을 요구되는 임의의 다른 방향으로 배향하는 것도 가능하다. 따라서, 예를 들어, 냉각 채널은 마이크로 열 교환기 내 채널과 평행하게 진행할 수도 있다.

도면

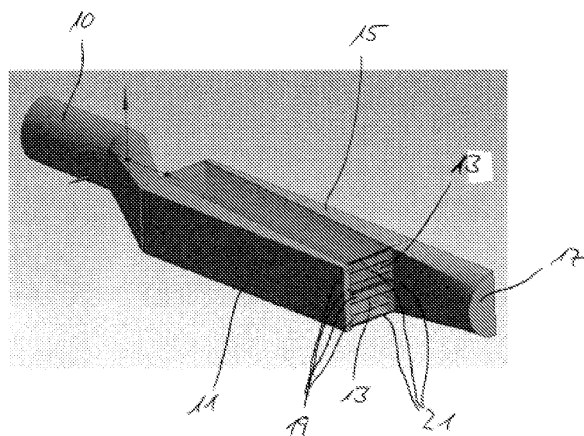
도면1



도면2



도면3



도면4

