



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월25일
 (11) 등록번호 10-0860015
 (24) 등록일자 2008년09월18일

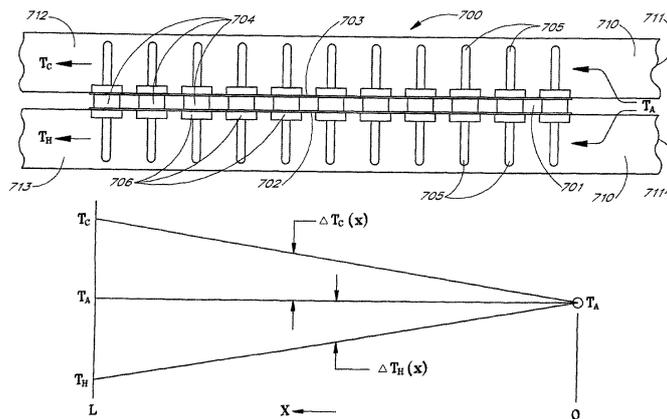
- (51) Int. Cl.
F25B 21/02 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2003-7010404
 (22) 출원일자 2003년08월07일
 심사청구일자 2007년01월22일
 번역문제출일자 2003년08월07일
- (65) 공개번호 10-2003-0082589
 (43) 공개일자 2003년10월22일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2002/003772
 국제출원일자 2002년02월07일
 (87) 국제공개번호 WO 2002/65030
 국제공개일자 2002년08월22일
- (30) 우선권주장
 60/267,657 2001년02월09일 미국(US)
 09/844,818 2001년04월27일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US5232516 A
 (뒷면에 계속)
- 특허권자 **비에스에스티, 엘엘씨**
 미국 캘리포니아 91706-2058 어윈데일 어윈데일에
 버뉴 5462
- (72) 발명자 **벨, 론, 이.**
 미국캘리포니아91001알타테나그랜드오크스1819
- (74) 대리인 **송호찬, 채윤**
- 전체 청구항 수 : 총 19 항
 심사관 : 윤기웅

(54) 단열을 이용하는 효율이 개선된 열전 시스템 및 그의 제조방법

(57) 요약

효율이 개선된 열전 시스템과 그러한 열전 시스템을 제조하는 방법이 제공된다. 열전 시스템(700)을 가로지르는 적어도 하나의 방향으로 열전소자(704) 사이에 있는 유의미한 단열이 종래의 열전 어레이를 넘는 증가된 효율을 제공한다. 이 유의미한 단열은 또한 열전소자에 연결된 적어도 하나의 열교환기에 대하여 제공된다. 일 실시예에서는 저항 또는 전류와 같은 열전소자의 특성이 어레이를 가로지르는 적어도 하나의 방향으로 변화할 수도 있다. 또한 일 실시예에서는 열전소자의 기계적인 구성도 동적 변화 기준에 따라 변화할 수도 있다.

대표도



(56) 선행기술조사문헌

GB817077

JP9042801 A

JP7253264 A

US5802856 A

US4730459 A

특허청구의 범위

청구항 1

하나 이상의 유체를 가열하거나 냉각하는 열전 시스템으로서,

다수의 열전소자와,

저온측 덕트와,

고온측 덕트와,

다수의 열교환기를 포함하며,

다수의 열전소자는 냉각측과 가열측을 가지는 열전 어레이를 형성하며, 상기 다수의 열전소자 중 둘 이상의 인접하는 열전소자 사이에 유체의 흐름 방향으로 서로 상당히 단열되어 있으며,

저온측 덕트에는 제1 유체가 냉각측을 따라 제1 방향으로 흐르도록 제공되며,

고온측 덕트에는 제2 유체가 가열측을 따라 제2 방향으로 흐르도록 제공되며,

다수의 열교환기는 냉각측 및 가열측 중 한 쪽 또는 양쪽 모두에 위치하며, 하나 이상의 열전 소자 및 제1 유체 또는 제2 유체와 열전달이 가능하고, 다수의 열전소자 중 둘 이상의 인접하는 열전소자 사이에 유체의 흐름 방향으로 상당한 단열이 유지되는 것을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 하나 이상의 유체가 상기 어레이의 냉각측과 가열측 중 한 쪽 또는 양쪽을 따라 유동하는 것을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 유체의 흐름 방향을 따라 가면서 볼 때, 다수의 열전소자 중 일부는 그 전기 저항, 열 저항 또는 전류가 서로 다른 것임을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 유체의 흐름 방향과 같은 방향으로 따라 가면서 볼 때, 상기 열전소자의 일부는 그 전기 저항 및 열 저항 중 어느 하나가 서로 다른 것임을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항에 있어서, 어레이 내의 열전소자들 중 일부를 흐르는 전류는 상기 어레이 내의 다른 열전소자를 흐르는 전류와 그 값이 상이한 것을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 10

제 2 항에 있어서, 상기 다수의 열 교환기는 하나 이상의 열전 소자와 열전달이 가능한 다수의 부재를 포함하며, 상기 다수의 부재 중 둘 이상의 인접하는 부재 사이에 유체 흐름 방향으로 서로 상당히 단열되어 있는 것을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 다수의 부재가 히트 파이프(heat pipe)를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 열전소자들이 하나 이상의 자기장에 놓인 것을 특징으로 하는 열전 시스템.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

제 3 항에 있어서, 상기 열전 시스템에 연결된 제어 시스템이 그로 입력되는 하나 이상의 입력에 따라 전기저항, 열저항 또는 전류 값을 조절하는 열전 시스템.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 제어 시스템은 하나 이상의 알고리즘에 따라 작동하는 열전 시스템.

- 청구항 26
삭제
- 청구항 27
삭제
- 청구항 28
삭제
- 청구항 29
삭제
- 청구항 30
삭제
- 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

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

하나 이상의 유체를 냉각하거나 가열하는 열전 시스템을 제조하는 방법으로서,

다수의 열전소자로 냉각측과 가열측을 가지는 열전 어레이(어레이를 가로지르는 유체의 흐름 방향으로, 다수의 열전소자 중 인접하는 둘 이상의 열전소자 사이에 서로 상당히 단열되어 있음)를 형성하는 단계와;

냉각측을 따라 저온측 덕트를 통하여 제1 유체를 유동시키는 단계와;

가열측을 따라 고온측 덕트를 통하여 제2 유체를 유동시키는 단계와;

상기 열전소자들 중 인접하는 둘 이상의 열전소자 사이에 유체 흐름 방향으로 상당한 단열이 유지되면서 상기 열전 어레이의 냉각측과 가열측 중 한 쪽 또는 양쪽과 열을 교환하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 50

제 49 항에 있어서, 상기 하나 이상 의 유체를 상기 어레이의 냉각측과 가열측 중 한 쪽 또는 양쪽을 따라 유동시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 51

제 50 항에 있어서, 유체 흐름 방향을 따라 가면서 볼 때, 상기 다수의 열전소자 중 일부의 전기 저항, 열 저항 또는 전류 값이 서로 달라지게 하는 단계를 더포함하는 방법

청구항 52

제 50 항에 있어서, 유체 흐름 방향을 따라 가면서 볼 때, 상기 다수의 열전소자 중 일부의 전기 저항 및 열 저항 중 하나가 서로 달라지게 하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

제 49 항에 있어서, 상기 어레이 내에 있는 다수의 열전소자 중 일부를 흐르는 전류의 값을 변화시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 58

제 50 항에 있어서, 하나 이상의 열전소자와 열전달이 가능한 다수의 부재를 포함하는 열 교환기를 제공하는 것을 더 포함하며 상기 부재 중 인접하는 둘 이상의 부재 사이에 유체 흐름 방향으로 서로 상당히 단열되어 있는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

제 49 항에 있어서, 상기 다수의 열전소자를 하나 이상의 자기장에 놓이도록 하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

제 51 항에 있어서, 하나 이상의 변수에 대한 평가에 대응하여 전기저항, 열저항 또는 전류 값을 조정하는 단계를 더 포함하는 방법

청구항 72

제 71 항에 있어서, 상기 조정 단계는 상기 하나 이상의 변수를 나타내는 하나 이상의 센서 입력에 대응하는 알고리즘에 따라 처리하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

명세서

기술분야

<1> 발명의 배경

<2> 발명의 분야

<3> 본 발명은 가열 및/또는 차가운 상태를 생성하는 개선된 열전 구조에 관한 것이다.

배경 기술

<4> 관련 기술의 설명

<5> 열전 장치(이하 본 명세서 또는 도면에서 "TE" 또는 "TEs"라고도 표시한다)는 전류의 인가 상태에서 재료에 걸쳐 열구배가 발생하는 특정 재료의 특성을 이용한다. 종래의 열전장치는 장치 내에 열전 재료로서 P-형 반도체와 N-형 반도체를 이용한다. 이들은 가열 또는 냉각 기능을 수행하도록 물리적 전기적으로 구성된다.

<6> 냉각 및 가열을 위한 열전 장치와 관련된 몇몇 기초적인 공식, 이론, 연구, 실험법과 데이터가 H. J. Goldsmid, Electronic Refrigeration, Pion Ltd., 207 Brondesbury Park, London, NW2 5JN, England (1986)에 기재되어 있다. 오늘날 열전 장치에서 이용하는 가장 통상적인 구성이 도1에 도시되어 있다. 전체적으로, P-형 열전소자와 N-형 열전소자(102)가 직사각형 조립체(100)에서 두 개의 기판(104) 사이에 배열되어 있다. 전류 I 가 두 형태의 소자 모두를 지나간다. 소자는 소자(102)의 끝단에 납땜된 구리 분로(copper shunts)(106)를 거쳐 직렬 연결된다. 직류 전원(108)을 가하면, 직류전원(108)은 열전소자에 걸쳐서 온도구배를 생성한다. 흐름을 나타낸 도 2와 장치를 나타낸 도3은 모두 도1의 열전소자 조립체(100)를 이용한 시스템의 일반적인 도면을 도시한다.

<7> 전류가 열전소자를 지나가면, 열전소자의 한쪽 끝은 차가워지고 다른 쪽 끝은 따뜻해진다. 열전장치는 통상 액체, 가스 및 물체를 냉각한다.

<8> 가장 일반적인 형태의 열전 장치의 기본식은 다음과 같다.

$$(1) \quad q_c = \alpha IT_c - \frac{1}{2} I^2 R - K \Delta T$$

$$(2) \quad q_{in} = \alpha I \Delta T + I^2 R$$

$$(3) \quad q_h = \alpha IT_h + \frac{1}{2} I^2 R - K \Delta T$$

<9>

<10> 여기에서 q_c 는 냉각율(차가운 쪽에서의 열제거율), q_{in} 은 시스템으로 입력된 동력, q_h 는 시스템의 열 출력이며,

<11> a = 제벡 계수 (Seebeck Coefficient)

<12> I = 전류

<13> T_c = 차가운 쪽의 절대온도

<14> T_h = 뜨거운 쪽의 절대온도

<15> R = 전기 저항

<16> K = 열 전도도

<17> 여기에서 α , R , K 는 상수 또는 적절한 온도 범위에서 적절하게 평균화한 값으로 가정한다.

<18> 정상상태에서 입력 에너지 및 출력 에너지는 균형을 이룬다.

<19> (4) $q_c + q_{in} = q_h$

<20> 더구나, 냉동 및 난방 산업 내에서 이용되는 범위에서 성능을 분석하기 위하여 다음과 같은 정의가 필요하다.

<21> (5) $\beta = \frac{q_c}{q_{in}}$

<22> = 냉각 성능계수(COP)

<23> (6) $\gamma = \frac{q_h}{q_{in}}$

<24> = 가열 성능계수

<25> 식 (4)로부터

<26> (7) $\frac{q_c}{q_{in}} + \frac{q_{in}}{q_{in}} = \frac{q_h}{q_{in}}$

<27> (8) $\beta + 1 = \gamma$

<28> 결국, β 는 γ 와 밀접하게 연결되어 있고, γ 는 항상 β 보다 1 만큼 크다.

<29> 이 식들을 조작한다면, β 또는 γ 가 최대값이 되게 하거나 q_c 또는 q_h 가 최대값이 되게 하는 조건을 찾을 수 있다.

<30> β 의 최대값을 β_m 이라 하고 최대 q_c 값에 대한 성능계수를 β_{cm} 이라 하면, 결과는 다음과 같다.

<31> (9) $\beta_m = \frac{T_c}{\Delta T_c} \left(\frac{\sqrt{1 + ZT_m} - \frac{T_h}{T_c}}{\sqrt{1 + ZT_m} + 1} \right)$

<32> (10) $\beta_{cm} = \left(\frac{\frac{1}{2}ZT_c - \Delta T}{ZT_c T_h} \right)$

<33> 이 경우

<34> (11) $Z = \frac{\alpha^2}{RK} = \frac{\alpha^2 \rho}{\lambda}$

<35> = 성능지수

<36> (12) $T_m = \frac{T_c + T_h}{2}$

<37> 그리고 여기에서

λ = 재료 열전도율

<38> ρ = 재료 전기 저항율

<39> 평행인 양측면을 갖는 단순한 고체 형상에 대하여, $K = \lambda \times \text{면적} / \text{길이}$ 임을 유념하자. 유사하게 $R = (\rho \times \text{길이}) / \text{면적}$ 임을 유념하자. 따라서, 길이, 면적, 코널리티(conality) 등의 변화와 같은 형상에 변화가 있으면 K 와 R 모두 영향을 받을 것이다. 또한, 유연한 요소의 형상이어서 기계적으로 또는 다른 수단으로 형상을 변화시켜도 K 와 R 모두 영향을 받을 것이다.

<40> β_m 와 q_{cm} 은 Z , T_c , T_h 에만 좌우된다. 따라서 Z 를 성능지수라 부르며, Z 는 열전장치 시스템의 성능을 특징짓는 기본적인 변수이다. Z 의 크기는 도1의 형상에서의 열전 성능을 좌우하고, 대부분의 모든 다른 형상 및 오늘날의 열전 장치의 적용에서 열전 성능을 좌우한다.

<41> 오늘날의 재료에 대하여, 열전 장치는 특정 항공 우주 공학 분야 및 특정 상업적 용도로 사용된다. 그러나, 용도는 제한되어 있는데, 이는 시스템의 효율이 너무 낮아 (냉장고, 차량 HVAC 시스템, 빌딩 HVAC 시스템, 가정용 공기조화기 등에 사용하는 것과 같은) 프레온류의 유체를 채용한 대부분의 냉동 시스템의 효율과 경쟁할 수 없기 때문이다.

<42> 이러한 한계는 식 9로부터 얻은 최대 열전 효율을 카르노 사이클의 효율 (냉각 시스템에 대한 이상적인 최대 시스템 효율) C_m 을 비교할 때 명확해진다.

$$(13) \quad \frac{\beta_m}{C_m} = \frac{\frac{T_c}{\Delta T} \left(\frac{\sqrt{1+ZT_m} - \frac{T_h}{T_c}}{\sqrt{1+ZT_m} + 1} \right)}{\frac{T_c}{\Delta T}} = \left(\frac{\sqrt{1+ZT_m} - \frac{T_h}{T_c}}{\sqrt{1+ZT_m} + 1} \right)$$

<43>

<44> 되짚어서 $Z \rightarrow \infty$ 이면 $\beta \rightarrow C_m$ 임을 유념하자. 최상의 상업적인 재료의 Z 값에 대해서는

<45> $ZT_a \approx 1$

<46> 몇몇 상업적인 재료는 약간의 좁은 온도 범위에서 $ZT_a = 1$ 이지만, 현재의 상업적인 재료에서는 ZT_a 는 1을 넘지 않는다. 이것이 도4에 도시되어 있다. 몇몇 실험적인 재료는 $ZT_a = 2$ 내지 4 를 보이지만, 이들은 생산 단계는 아니다. 일반적으로, 더 나은 재료는 상업적으로 얻을 수도 있는데, 그것들이 본 발명의 이익을 없애지는 않는다.

<47> 열전 장치의 몇몇 구성은 현재 자동차 시트 냉각 시스템, 휴대용 냉각장치 및 냉장고, 과학적 응용을 위한 고효율의 액체 시스템, 전자 및 광섬유 시스템의 냉각, 적외선 센서 시스템의 냉각에 사용된다.

<48> 이러한 장치 모두는 통상 T_h 가 열전장치의 뜨거운 쪽 위의 전체에 걸쳐 같게 되고, 유사하게 T_c 는 차가운 쪽 위의 전체에 걸쳐 같게 된다. 대다수의 그러한 장치에서, 열전 장치는 뜨거운 쪽과 차가운 쪽의 판으로서 알루미늄이나 기판 (양호한 열 전도체)을 사용하고 적어도 한쪽에서 열교환기로서 구리 또는 알루미늄 흰 또는 블록을 사용한다.

<49> 따라서, 개략적인 계산을 위해 조건들을 도5의 그림과 같이 나타낼 수 있다. 이 경우에 ΔT 는 차가운 쪽 ΔT_c 와 뜨거운 쪽 ΔT_h 로 나누어지고 $\Delta T = \Delta T_c + \Delta T_h$ 이다.

<50> 식 (1)과 (2)를 (5)에 넣으면

$$(14) \quad \beta = \frac{q_c}{q_m} = \frac{\alpha I T_c - \frac{1}{2} I^2 R - K \Delta T}{\alpha I \Delta T + I^2 R}$$

<51>

<52> 그러나, ΔT 는 ΔT_c 와 ΔT_h 의 합이다. 그래서, 예를 들면, $\Delta T_c = \Delta T_h$ 이면 $\Delta T = 2 \Delta T_c$ 가 된다. 효율은 ΔT 가 증가할수록 감소하므로, ΔT 를 가능한한 작게 만드는 것이 가장 바람직하다. 하나의 옵션은 뜨거운 쪽에 의한 유체 유동을 차가운 쪽에 의한 유체 유동에 비해 매우 크게하는 것이다. 이 경우에, 뜨거운 쪽으로부터

의 열 유동에 대한 식은

<53> (15) $q_h = C_p M \Delta T_h$

<54> 가 되는데, 여기에서 $C_p M$ 은 단위 시간(예를 들면 초)당 뜨거운쪽을 흐르는 유체의 열용량이다.

<55> 따라서, $C_p M$ 이 주어진 요구되는 q_h 에 대해 매우 크다면, ΔT_h 는 매우 작게 된다. 그러나, 이는 큰 팬(fans)이나 펌프를 요구한다는 단점과 많은 양의 유체가 버려진(즉, 더 효율적인 냉각을 얻기 위한 프로세스의 부분으로서 소모되거나 냉각되지 않는 유체)다는 단점이 있다.

<56> 두번째 옵션은 뜨거운 쪽에 히트 싱크를 매우 크게 만들어서 열이 수동적으로 방산되게 하는 것이다. 예를 들면, 차량 샴시에 매우 양호한 열 접촉을 하는 뜨거운 쪽을 갖는 낮은 동력의 열전 장치, 또는 외압피 즉 해수와 매우 양호한 열접촉을 하는 열전 장치를 구비한 열전 시스템을 들 수 있다. 그러나, 일반적으로, 이러한 방법은 구현하기가 어렵고, 비용, 무게, 크기 또는 다른 조건들이 사용을 제한한다. 그 결과, ΔT 는 ΔT_c 보다 대체로 크게 되고 효율은 떨어지게 된다.

발명의 상세한 설명

발명의 요약

<58> 대체로, 효율이 개선된 열전 장치는 열전소자의 전체 어셈블리를 단열된 서브-어셈블리 나누는 것에 의해 이루어진다. 전체 효율은, 단열을 이용하고 열전 장치의 부분들을 통과하면서 냉각되거나 가열되는 물질의 흐름의 위치와 방향을 제어함으로써 개선될 수도 있다. 효율은 또한 ΔT 와 전체 열전 장치의 부분들의 물리적인, 열적인, 전기적인 특성을 변화시켜서도 얻을 수도 있다.

<59> 본 발명의 일 측면은 냉각되거나 가열되는 적어도 하나의 매체용의 열전 시스템을 포함한다. 시스템은 차가운 쪽과 뜨거운 쪽을 갖는 열전 어레이를 형성하는 다수의 열전소자를 구비하는데, 다수의 열전소자는 어레이에 걸쳐 적어도 한 방향으로 서로로부터 실질적으로 단열된다. 적어도 하나의 열 교환기가 냉각측 및/또는 가열측 중 적어도 하나에, 적어도 하나의 열전소자와 열적인 연결을 이루며 구비된다. 열 교환기는 열전소자의 단열을 유의미한 정도로 유지하도록 구성된다.

<60> 일 실시예에서는 유체, 고체 또는 이들의 조합과 같은 매체가 어레이의 적어도 한쪽의 적어도 일부분을 지나 적어도 한 방향으로 이동한다. 다른 실시예에서는 저항과 같은 열전소자의 적어도 하나의 특성이 매체의 이동 방향을 따라 변화한다. 저항은, 열전소자의 길이를 변화시키는 것, 열전소자의 단면적을 변화시키는 것, 각 열전소자의 기계적인 구성 또는 적어도 하나의 열전 재료의 저항률을 변화시키는 것과 같은 여러가지 방법으로 그리고 용도에 맞는 어떤 적절한 방법으로 변화시킬 수도 있다.

<61> 또 다른 실시예에서는, 열전소자를 통하는 전류가 어레이의 적어도 몇개의 열전소자에 대해 다르다.

<62> 바람직하기로는, 열교환기는 기둥, 환, 히트파이프와 같은 복수의 부분들을 구비하며, 각 부분들은 적어도 하나의 열전소자와 열적으로 통해 있으며, 적어도 몇개의 부분은 매체 이동 방향을 따라 다른 부분들과 실질적으로 단열된다. 바람직하기로는, 열교환기 부분의 단열이 열전소자의 단열에 상응하여 이루어짐으로써, 유의미하게 단열된 서브-어셈블리를 제공한다. 일 실시예에서는, 열교환기는 각각의 냉각 쪽과 가열 쪽에 구비된다. 이와는 다른 경우에는, 한쪽은 히트싱크를 한쪽은 열교환기를 구비한다. 히트 싱크는, 일단부는 어레이와 열접촉하고 다른 단부는 히트싱크와 열접촉하는 히트 파이프를 거쳐 열전 어레이의 한쪽에 연결된다. 다른 실시예에서는 열전소자는 적어도 하나의 자기장이 놓인다.

<63> 바람직하기로는, 열전 시스템의 적어도 하나의 특성은 열전 시스템의 기계적구성의 조절을 통하여 동적으로 조절될 수 있다. 열전 시스템에 연결된 제어 시스템은, 제어 시스템으로의 적어도 하나의 입력에 기초하여 기계적인 구성을 조절할 수도 있다. 바람직하기로는, 제어 시스템은 이 조절을 통하여 동적으로 효율을 개선하도록 동작한다. 제어 시스템이 동작하는 바에 따라 알고리즘이 제공될 수도 있다. 일 실시예에서 제어 시스템은, 제어 시스템으로의 적어도 하나의 입력에 기초하여 적어도 하나의 특성을 조절할 수 있다.

<64> 단열, 특성 변화, 전류의 변화, 자기장의 인가, 제어 시스템과 같은 다양한 특징들이 다양하게 조합되어 또는 단독으로 특정 응용에 이용될 수도 있다.

- <65> 본 발명의 또 다른 측면은 냉각되거나 가열되는 유체, 고체 또는 유체와 고체의 조합과 같은 매체를 사용하는 열전 시스템을 제조하는 방법을 포함한다. 이 방법은 다수의 열전소자로 냉각 쪽과 가열 쪽을 갖는 열전 어레이를 형성하는 단계를 포함하는데, 여기에서 다수의 열전소자는 어레이를 가로지르는 적어도 한방향으로 서로로부터 단열되며, 열전소자의 단열을 유의미하게 유지하도록 하면서 열전 어레이의 적어도 한쪽으로부터 열교환 한다.
- <66> 본 방법의 일 실시예에서는, 매체는 적어도 하나의 방향에서 어레이의 적어도 한쪽의 적어도 일부분을 가로질러서 이동한다. 본 방법의 다른 실시예는 열전소자의 저항 또는 기계적 구성과 같은 적어도 하나의 특성을 매체 이동방향을 따라 변화시키는 단계를 더 포함한다. 예를 들면, 저항은 적어도 몇몇의 열전소자의 길이, 단면적, 기계적인 구성, 또는 저항률을 변화시키는 것과 같은 여러가지 방법으로 변화시킬 수도 있다. 일 실시예에서는 위와 같은 변화 단계는 적어도 하나의 특성을 동적으로 조절하는 것을 포함한다. 바람직하기로는, 이 조절은 센서 입력으로부터의 적어도 하나의 변수의 계산에 대응한 것이거나 사용자에게 의한 것이다. 알고리즘이 이 조절을 제어하기 위해 제공될 수 있다.
- <67> 일 실시예에서 열교환 단계는, 다수의 부분들을 구비하며 각 부분들이 적어도 하나의 열전소자와 열적으로 통해 있으며, 적어도 몇개의 부분은 매체 이동 방향을 따라 다른 부분들과 실질적으로 단열되는 열교환기를 제공하는 것을 포함한다. 이 부분들은 기둥, 환, 히트파이프, 또는 다른 적절한 열교환 소재와 같은 여러 구성을 가질 수 있다. 일 실시예에서는 열을 교환하는 단계는 열전 어레이의 적어도 한 쪽으로부터 히트싱킹(heat sinking) 단계를 포함한다.
- <68> 다른 실시예에서 본 방법은, 어레이에 있는 적어도 몇몇의 열전소자를 지나는 전류를 변화시키는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서 본 방법은, 열전소자를 적어도 하나의 자기장에 놓이게 하는 단계를 포함한다.
- <69> 본 발명의 이들 및 다른 특징들은 도면의 번호를 참조하여 아래에서 더 상세히 설명한다.

실시예

- <92> 바람직한 실시예의 상세한 설명
- <93> 본 발명은 설명을 목적으로 예와 특정 실시예를 이용하여 소개할 것이다. 어떻게 다양한 구성이 채용되어 바람직한 개선이 이루어질 수 있는가를 설명하기 위해 다양한 예가 제시될 것이지만, 특정 실시예는 단지 설명을 위한 것일 뿐 발명을 제한하려는 것은 아니다.
- <94> 도6은 열전 시스템(600) 전체에 대한 일반화한 블록 다이어그램을 도시한다. 뜨거운 쪽(603)과 차가운 쪽(604)이 있는 열전 조립체(601)는 전기적으로 전원(602)에 연결되어 있다. 열전 조립체(601)은 뜨거운 쪽(603)에서 뜨거운 쪽 열 교환기(607)과 양호한 열 접촉 상태에 있고, 차가운 쪽(604)에서 차가운 쪽 열 교환기(608)과 양호한 열 접촉 상태에 있다. 적절한 덕트나 파이프가 갖추어지고, 뜨거운 쪽(603)에 대한 유체 소스(605)와 차가운 쪽(604)에 대한 유체 소스(606)에서 유체가 각각의 열교환기(607,608)로 공급된다. 가열된 유체(609)와 냉각된 유체(610)은 도면 오른쪽에서 시스템을 빠져 나온다. 특정한 용도 (아래의 예)에 대하여 열교환기 607과 608 중 하나가 히트 싱크로 대체되면 그 쪽의 유체소스나 유체가 필요없게 된다.
- <95> 일반적으로, 그리고 본 명세서를 통하여 더 상세히 설명하는 바와 같이, 본 발명은 열전 시스템 효율의 개선에 관한 것인데, 이는 열전 시스템의 구성을 개선하여 가열되는 또는 냉각되는 매체의 흐름 방향으로 어레이를 따라 열전 시스템의 소자나 스테이지 사이에 단열을 제공함에 의해 이루어진다. 이하 여러 예들을 냉각에 초점을 맞추어 제시한다. 그러나, 이 원리는 가열에도 응용할 수 있다. 본 발명에 따라 효율을 실질적으로 개선한 열전 시스템(700)의 제1 실시예에 대한 도면이 도7a에 도시되어 있다. 도시한 바와 같이, 열전 시스템 어레이(701)는 뜨거운 쪽 기관(702)와 차가운 쪽 기관(703)을 구비하며, 이들 사이에 다수의 열전소자(704)가 끼여 있다. 다수의 핀(pins)(705)이 뜨거운 쪽 기관(702)과 차가운 쪽 기관(703)을 거쳐 열전소자(704)와 양호한 열 접촉을 이루고, 열전 시스템(700)의 열교환기가 된다. 도시한 바와 같이, 핀(705)은 형태가 못과 매우 비슷하며, 머리(706)가 열전소자(704)(뜨거운 쪽과 차가운 쪽)와 양호한 열 접촉을 이룬다. 바람직하게는, 핀(705)은 구리 또는 높은 열전도도를 갖는 다른 재료로 이루어진다. 용도 또는 열전달이 일어나는 유체에 따라서는, 핀(705)은 다른 열교환 구성 또는 형상으로 대체할 수도 있다. 히트 파이프나 환(fins; 통상 '핀' 이라고 하나 본 명세서에서는 pin의 핀과 구분을 위해 환이라고 한다)과 같은 몇몇 그러한 형상에 대해서는 아래에서 설명할 것이다. 열교환기는 핀으로부터 핀까지 유체 흐름 방향으로 열전달을 최소화하여야 하지만 열전소자(704)와 핀(705) 사이

는 양호한 열전달을 유지하여야 한다.

<96> 뜨거운 쪽 기관(702)과 차가운 쪽 기관(703)을 만드는 소재 및/또는 이들이 이루는 형상은 열전소자 어레이(701)를 가로지르는 유체 흐름 방향으로 열전도도가 떨어지게 하는 소재 및/또는 형상이다. 바람직하게는 뜨거운 쪽 기관(702)과 차가운 쪽 기관(703)은 얇게 하되, 그들의 비교적 떨어지는 열전도도가 열전소자(704)와 핀(705) 사이의 열전달에 심각한 영향을 미치지 않도록 하는 정도로 얇게 한다. 뜨거운 쪽 기관(702)과 차가운 쪽 기관(703)은 함께 열전소자 어레이(701)를 지지하며, 또한 전기전도성 부분을 갖는데, 이 전기전도성 부분은 열전소자(704) 사이에 요구되는 통상의 전기적 접속을 제공한다. 바람직하게는, 그 재료는 양쪽에 (회로를 제공하고 핀(705)과 열적인 결합을 제공하기 위하여) 필요한 부분에 구리로 또는 다른 전기전도성 클래딩 소재로 선택적으로 클래딩한 것인데, 구리는 0.050 mm 두께일 수 있다. 하나의 바람직한 소재는 캡톤 엠티(Kapton MT) 또는 다른 유연성의 전기적으로 절연되고 회로가 인쇄된 재료이다. 캡톤 엠티의 경우에는, 열전도도가 약 0.5 W/mK 이고 두께가 0.025 mm 이다. 이와는 다른 것으로, 열전도도가 실질적으로 더 높아 예를 들면 20 W/mK 이고, 뜨거운 쪽 기관(702)과 차가운 쪽 기관(703)이 충분히 얇거나(일실시예로서 0.05 mm 보다 작은 정도로), 인접하는 핀 사이에 흐름방향으로 단열이 이루어지는 형상으로 된다면, 여전히 성능에서 정미 플러스의 효과(net positive effect)를 갖게 될 것이다. 열전 시스템 구성의 목표는 개별 열전소자(704)가 유체 흐름 방향으로 서로로부터 실질적으로 단열되면서 각 열교환기 부분과는 양호한 열접촉 상태에 있는 것이다.

<97> 특정 열교환기에 대해 위에서 설명하였다. 본 발명을 통하여 얻을 수 있는 효율의 이득을 이용하기 위하여 가장 중요한 점은, 열교환기가 국소 지점 수준에서 효율적이어야 하는 점이다. 바꿔 말하면 중요한 점은, 열 교환기의 각 지점에서, 가열되거나 냉각되는 매체가 그 지점에서 열교환기의 온도에 근접하는 온도로 제공된다는 점이다. 열전 시스템을 통과하여 이동하는 냉각될 매체와 열교환기의 각 지점 사이의 온도 차이는 열 효율을 감소시킨다. 따라서, 본 발명에 따르면, 열전소자는 흐름 방향으로 실질적으로 단열되고, 열 교환기는 열전소자와는 열적으로 접속되지만 흐름방향으로는 실질적으로 단열되는 것이 바람직하며, 열교환기를 설계할 때 이동 매체의 성질을 고려하여 어떤 주어진 지점에서 열교환기와 냉각되거나 가열될 매체 사이의 온도 차이가 입력에서 출력까지의 전체 온도 차이와 비교하여 작게 되도록 한다.

<98> 또한, 열전소자 사이의 단열의 수준은 여러 조건의 균형과 개개의 용도에 따른다. 예를 들면, 열전도성은 열교환기에 바람직한 것이지만, 기관을 따라서 열전소자로부터 열전소자로는 단열성이 바람직한 것이다. 소자와 소자 사이의 더 양호한 단열은 효율을 개선할 수 있지만, 효율은 열전소자와 열교환기 사이의 양호하지 못한 열전도성으로 인한 효율 손실 또는 열교환기와 가열되거나 냉각되는 매체 사이의 비효율적인 열전달에 의해 상쇄될 수도 있다. 따라서, 개개의 용도에서는 이들 세개의 서로 연관된 특성 사이에 균형을 맞추어, 개별적인 용도에 대한-항상 최적의 것은 아닐지라도-실용적인 설계를 얻는 것이 요구된다.

<99> 도7a의 열전 시스템을 위한 하나의 가능한 구성이 도7b와 도7c에 더 상세하게 도시되어 있다. 도7b는 도7a의 열전 시스템(700)의 일부분의 도면이다. 도7c는 차가운 쪽 기관의 아래에서 본 열전소자로부터 알 수 있는 바와 같이 도7b에 도시된 것과 수직인 방향에서 본 기관의 도면이다. 도7c는 (4개의 소자 넓이에 대하여) 열전소자(704)의 어레이에 대한 하나의 가능한 회로 레이아웃을 보여준다. 폭방향 또는 길이방향의 소자의 개수는 용도에 맞게 선택할 수 있다. 차가운 쪽 기관(703)이 도시된다. 뜨거운 쪽 기관(702)도 이 예와 동일한 방법으로 구성된다. 차가운 쪽 기관(703)은 전기적 절연층(714)을 구비하는 것으로 도시되어 있는데, 그 위에 열전소자(704)에 접속된 회로(715)가 함께 만들어진다. 전기적 절연층의 반대쪽 면에는 금속 패드(716)(도7b 참조)가 마련되는데, 이 패드는 핀(705)과 양호한 열접촉을 이루며 닿아 있다. 이러한 구조는 예를 들면, 납땀 또는 에폭시 접착에 의해 이를 수 있다. 패드(716)는, 핀이 양호한 열 접촉을 이루며 양호한 열에너지 전달 특성을 가지면서 절연층(714)에 바로 부착된다면, 필요치 않다. 핀 또는 그 기능을 제공하는 다른 부분이 단일의 유닛으로서 구성되도록, 핀을 전기적 절연층의 연장부로 형성할 수도 있다. 이와는 달리 또는 위 구성과 조합해서, 그것의 열전도성이 열전소자에서 핀으로 가는 방향으로 더 높고 흐름 방향으로 더 낮아지도록 절연층을 비등방성으로 할 수도 있다. 평면에 대해 수직인 방향으로 양호한 열전달을 얻는 다른 방법은 절연층(714)를 매우 얇게 하는 것이다. 절연층(714)가 흐름 방향으로 양호한 단열체인 것이 바람직하지만, 절연층에 있는 틈새(717)에 의해 단열을 제공하거나 더 향상시킬 수도 있는데, 그런 구성에 의해 절연층의 열전도성은 열전소자 사이의 공기 또는 다른 매질의 열전도성으로 대체될 수도 있다. 일실시예에서는 이 틈새(717)는 높은 단열 소재로 채워질 수도 있다.

<100> 도7a의 열전 시스템(700)은 우측에서 좌측으로 유체가 흐르도록 구성되어 있다. 유체(710)은 주위 온도 T_A 에서 적절한 덕트(711)를 통해 들어가서 열교환기로 기능하는 핀(705)을 지나는 방향으로 향한다. 유체는 낮은 온도

T_c 의 냉각된 유체(712) 및 높은 온도 T_H 의 가열된 유체로 좌측에서 빠져 나간다. 이 실시예에서, 머리부(706)을 갖는 핀(705)은, 각각이 유체 흐름 방향으로 다른 것으로부터 효과적으로 단열되도록, 서로 간에는 양호한 열접촉을 하지 않고 있다. 바람직하게는, 열전소자 어레이(701)와 특히 기관(702,703)은, 유체 흐름방향으로는, 나쁜 열 전도성을 가지며 열전소자(704)와 핀(705) 사이에는 양호한 열 전도성을 제공하도록 설계된다.

<101> 열전소자(704)는 통상의 열전소자일 수도 있다. 그러나, 도7a의 설계에 따른 열전소자 어레이(701)의 열전소자(704)에 대하여 효율을 더 개선하는 수정이 이루어질 수도 있다. 어떤 실시예에서는, 도7a의 오른쪽 끝단에서 낮은 저항을 갖게 하고 왼쪽으로 가며 저항이 증가하도록 또는 역으로 구성을 하지만, 흐름의 방향에 맞추어 저항이 증가하도록 구성한다. 바람직하게는, 더 큰 저항을 갖는 끝에 있는 마지막 열전소자의 저항이 통상의 열전소자의 저항과 대략 동일하게 한다. 바람직하게는, x 방향으로(도7a에서는 우측에서 좌측으로) 저항 R 이 열전 장치에 걸친 일정한 전류에 대하여

$$(16) \quad R(x) \approx R_0 \left(\frac{x}{L} \right)$$

<102> 이 된다. 여기에서 R_0 는 종래의 열전 장치에서 열전소자의 전기 저항이고 $R(x)$ 는 x 에서의 열전소자의 전기 저항이다.

<104> 식 (16)은 $R(0)$ 가 0이 될 것이기 때문에 정확하게 따르지 않는다는 점에 유념하자. 그럼에도 불구하고, $R(0)$ 가 $\frac{1}{2}R_0$ 보다 작으면, (전류 I 가 열전 장치 전체에서 일정하다고 가정하면) 실질적인 이득이 있다. 또한, 다음 식에서 보이는 바와 같이, 끝단이 아닌 다른 어떤 점에서 유체가 빠져 나가는 경우, 효율은 통상의 장치에 비해 더 높다는 점에 유의하여야 하는데, 이는 $\Delta T(x)$ 와 $R(x)$ 가 다른 곳에서 더 낮기 때문이다. 어느 지점 x 에서 효율 또는 성능계수는 아래 식과 같이 근사치를 구할 수 있다.

$$(17) \quad \beta_p(x) = \frac{\alpha I T_c - \frac{1}{2} I R(x) - K \Delta T(x)}{\alpha I \Delta T(x) + I^2 R(x)}$$

<105> 여기에서,

<107> (18) $R(x) = x$ 에서의 열전소자의 전기 저항

<108> (19) $\Delta T(x) = x$ 에서의 ΔT

<109> (20) $\beta_p =$ 이 형상에서의 성능계수 (COP)

<110> 저항 $R(x)$ 가 R_0 보다 작으므로, $I^2 R(x)$ 가 $I^2 R_0$ 보다 작고 $\Delta T(x)$ 가 $\Delta T(L)$ 보다 작다. L 이 아닌 모든 지점 x 에서, 유리하게는 $R(x)$ 가 R_0 보다 작고 $\Delta T(x)$ 가 $\Delta T(L)$ 보다 작으며, 그래서 L 에서 분자가 가장 작은 값을 갖는다. 같은 이유로, 분모가 x 에서 더 작아서, $\beta(x)$ 가 L 보다 작은 모든 x 에 대하여 $\beta(L)$ 보다 큰 것이 바람직하다. $\beta(x)$ 를 0 에서 L 까지 적분하면 장치의 성능계수(COP)가 얻어지는데, 이 성능계수는 위에 기술한 바에 의해, 통상의 열전 시스템에서와 같이 유체 흐름의 패턴 또는 흐름방향으로의 열 전도성 때문에 β 가 실질적으로 일정하였을 경우의 성능 계수 보다 크다. 요약하면, 도7a의 열전 시스템은 종래의 열전 시스템을 뛰어 넘는 증가된 효율을 제공하는데, 이는 열전 시스템(700)에 걸쳐 뜨거운 쪽 기관(702)과 차가운 쪽 기관(703) 사이의 평균 온도 미분(ΔT)이 종래의 시스템보다 작아서 열역학적인 효율이 증가하기 때문이다. 이는 도7A의 온도 선도에 도시되어 있다. 성능계수를 상세히 계산해보면 β_p 는 비교되는 종래의 장치에 대한 성능계수보다 바람직하게는 50 내지 150 % 클 수 있다는 것을 보여준다.

<111> 열전 시스템 구성(720)의 일례로서 장치의 길이를 따라 저항이 증가하도록 하는 예가 도7d에 도시되어 있다. 다시 한번 설명하자면, 이 구성에서는 열전소자 어레이(721)는 뜨거운 쪽 기관(722)와 차가운 쪽 기관(723)을 구비하며, 이들 사이에 다수의 열전소자(724)가 끼여 있다. 다수의 핀(pins)(725)이 뜨거운 쪽 기관(722)과 차가운 쪽 기관(723)을 거쳐 열전소자(724)와 양호한 열 접촉을 이루고, 열전 시스템(720)의 열교환기가 된다. 다시, 열전소자 어레이(721)의 길이를 따라 열전도성을 최소화하는 것이 바람직한데, 도7d에서 기관(722,723)에서의 틸새(726)의 예로 설명한 바 있다. 흐름은 도7d에서 왼쪽에서 오른쪽으로 이루어지는데, 유체(727)는 주위 온도 T_A 로 들어가서 적절한 덕트(728)를 통해 열교환기로 기능하는 핀(725)을 지나 흐른다. 유체는 낮은 온도

T_c 의 냉각된 유체(729) 및 높은 온도 T_h 의 가열된 유체(730)로 오른쪽에서 빠져 나간다. 이 예에서, 열전소자(724)의 저항의 변화는 열전소자의 길이를 변화시켜 얻는 것이 바람직한데, 저항이 가장 작고 가장 짧은 열전소자(731)는 입구(736)에 위치하고 가장 저항이 크고 가장 긴 열전소자(731)는 열전 시스템(720)의 출구(736)에 위치한다. 열전소자(724)의 저항은, 따라서 그들의 길이는, 도7d의 아래에 도시한 온도 선도에서 두개의 선(734,735)의 $\Delta T(x)$ (733)와 비례하게 하는 것이 유리하다. 이 두 개의 선(734,735)은 도7a처럼 직선은 아니라는 점에 유념하자. $\Delta T(x)$ 선의 함수적인 형태는 $R(x)$ 와 전류 및 유체의 가열 냉각에 영향을 미치는 다른 요소들에 의해 조절된다. $\Delta T(x)$ 선의 함수적인 형태가 무엇이든지 소자의 저항은 그것의 일반적인 형태를 따르는 것이 바람직하다.

<112> 본 발명에 따른 열전 시스템(740)의 또 다른 예가 도7e에 도시되어 있다. 이 실시예는 도7d에 도시된 것과 동일하지만, 뜨거운 쪽 기관(742)이, 열전 시스템(740)에 의해 생성되는 열의 관점에서는 히트싱크인 열교환기라는 점이 다르다. 바람직하게는, 열전 시스템(740)이 생성하는 열의 관점에서는 히트 싱크는 실질적으로 무한대이다. 이 구성에서는, 열전소자 어레이(741)는 뜨거운 쪽 기관(742)과 차가운 쪽 기관(743)을 구비하며, 이들 사이에 다수의 열전소자(744)가 끼여 있다. 다수의 핀(pins)(745)이 차가운 쪽 기관(743)을 거쳐 열전소자(744)와 양호한 열 접촉을 이루고, 열전 시스템(740)의 열교환기가 된다. 뜨거운 쪽과 차가운 쪽은 용도가 냉각보다 가열을 요구한다면 전류방향을 바꾸어서 바꿀 수도 있다. 다시, 열전소자 어레이(741)의 길이를 따라 열전도성은 차가운 쪽 기관(743) 상에서 최소화된다. 도7e에 도시한 바와 같이, 단열은 기관(743)에 있는 틸새(746)에 의해 얻어지거나 향상될 것이다. 앞서 있었던 예와 같이, 틸새(746)은 공기 또는 낮은 열전도성을 갖는 다른 재료로 채워질 수 있다. 흐름은 도7E에서 왼쪽에서 오른쪽으로 이루어지는데, 유체(747)는 주위 온도 T_A 로 들어가서 적절한 덕트(748)를 통해 열교환기로 기능하는 핀(745)을 지나 흐른다. 유체는 낮은 온도 T_c 의 냉각된 유체(749)로 오른쪽에서 빠져 나간다. 열전소자(744)의 저항의 변화는 열전소자의 길이를 변화시켜 얻는 것이 유리한데, 가장 저항이 작고 가장 짧은 열전소자(751)와 입구에 위치하며 가장 저항이 크고 가장 긴 열전소자(752)를 가지고 열전소자(744)는 열전 시스템(740)의 출구(756)에 위치한다. 따라서 그들의 길이는 이 예에서, 도7e의 아래에 도시한 온도 선도에서 두개의 선(754,755)의 $\Delta T(x)$ (753)와 실질적으로 비례하게 하는 것으로 나타난다. 이 예에서 755로 지시된 선(755)는 직선인데, 이는 뜨거운 쪽 기관(742)가 유효한 무한의 히트 싱크이기 때문이다. 그러한 히트 싱크(742)는 용기의 벽일 수도 있는데, 다른 편은 외부의 수단에 의해 일정한 온도를 유지하는 커다란 양의 유체와 접촉한다.

<113> 도8에는 본 발명에 따른 열전소자의 단열을 채용한 열전 시스템(800)의 또 다른 구성이 도시되어 있다. 도7a에 서와 같이, 열전 시스템 어레이(801)는 뜨거운 쪽 기관(702)과 차가운 쪽 기관(703)과 다수의 열전소자(704)와, 열전소자(704)와 양호한 열 접촉을 이루는 다수의 핀(705)을 구비한다. 이 실시예에서는, 유체 흐름 방향으로의 단열이 앞서의 것들과 같이 채용되지만, 주위온도 T_A 로 차가운 쪽 덕트(808)로 들어가며 차가운 쪽을 따라 흐르게 되는 유체(807)와 주위온도 T_A 로 뜨거운 쪽 덕트(810)로 들어가며 뜨거운 쪽을 따라 흐르게 되는 유체(809)는 열전 시스템(800)의 서로 반대편 끝단에서 흐르기 시작한다. 유체(807,809)는 핀(705)를 지나서 흘러 각각의 덕트(808,810)의 반대쪽 끝단에서 나간다. 열전 시스템(800)의 뜨거운 쪽과 차가운 쪽 각각을 거쳐 흐른 후에, 결과적으로 가열된 유체(811)은 온도 T_h 에서 끝단으로부터 나가고 결과적으로 냉각된 유체(812)는 온도 T_c 에서 다른 끝단으로부터 나간다.

<114> 흥미있는 특정 경우는 $\Delta T(x)$ 와 $R(x)$ 가 일정한 경우인데, 이것이 열역학적 효율의 고려사항, 제조의 용이성과, 버려지는 측(뜨거운 쪽) 흐름을 줄일 필요성의 균형을 맞추는 실용적인 경우가 되는 경향이 있기 때문이다. 만일,

<115>
$$(21) \Delta T(x) = \Delta T_c = \Delta T_h = \Delta T$$

<116> 이면,

<117>
$$(22) \beta_c = \frac{\alpha I T_c - \frac{1}{2} I^2 R - K \Delta T}{\alpha \Delta T + I^2 R}$$

<118> (23) $\beta_c =$ 이 형상에서의 성능계수

<119> 가 된다.

- <120> 이 개선 결과식을 $\Delta T_h = \Delta T_c$ 인 종래의 장치에 대한 성능계수의 관련식과 비교하면 본 시스템이 더 효율적일 것인데, 본 시스템은
- <121> (23) $\Delta T = \Delta T_c$
- <122> 인 반면 종래의 장치는
- <123> (24) $\Delta T = \Delta T_c + \Delta T_h$
- <124> 이고 $\Delta T_c = \Delta T_h$ 이라 가정하면
- <125> (25) $\Delta T = 2 \Delta T_c$
- <126> 이기 때문이다.
- <127> 따라서, 식 (22)로부터 β_c 는 (식 14의) β 보다 클 것이고, 예로서, 다음의 설계 변수
- <128> $\alpha = 10^{-1} \text{ V/K}$
- <129> $I = 3 \text{ A}$
- <130> $R = 2 \ \Omega$
- <131> $K = 2 \text{ W/mK}$
- <132> $T_c = 280 \text{ C}$
- <133> $\Delta T_c = \Delta T_h = 10 \text{ C}$
- <134> 에 대하여, 식 (22)를 풀면,
- <135> (26) $\beta_c = 2.11$
- <136> 이고 $\Delta T = \Delta T_c$ 인 종래의 설계에 대해서는
- <137> (27) $\beta = 1.40$
- <138> 이다. 또한 시스템의 효율이 커질 때 버려지는 쪽(waste side)(809,811)에서의 총 흐름의 부분이 감소하고, 그래서 본 설계에서는 버려지는 쪽(809,811)으로부터 나오는 q_{in} 이 비교적 적다.
- <139> 도8의 열전 시스템(800)에 대한 유체의 온도 선도는 도면의 아래에 도시한 바와 같다.
- <140> 위에서 설명한 모든 형상들은 유체 흐름방향으로 열전소자를 단열하는 것에 관한 본 발명의 다양한 변화를 제시해 준다. 위에 개시된 단열식의 소자 형상의 이익은
- <141> (1) 열역학적 효율을 실질적으로 높일 수 있고
- <142> (2) 주된 쪽(특정 용도에서 관심을 갖는 차가운 쪽 또는 뜨거운 쪽) 상의 유체 흐름 부분이 실질적으로 커질 수 있다는 점이다.
- <143> 위에서는 특정 실시예를 개시하고 있지만, 위에서 설명한 단열 효과를 제공하거나 일으키는 어떠한 구성도 본 발명의 범위에 속하는 것이다. 또한, 저항을 감소 시키는 등과 같은 개량이 위에서 개시한 실시예를 통해 얻은 단열 효과 위에 추가된다.
- <144> 도7a 내지 도7e 및 도8은 흐름 방향으로 열전소자의 저항을 증가시키는 것으로 인한 성능의 향상과 함께 흐름 방향으로 열전소자의 단열이라는 중요한 특징을 설명하고 있다. 도9a 내지 도9e는 이러한 특징들이 포함된 다른 예의 실시예를 도시하는데, 열 교환기 및 열전 소자에 대한 다른 형상을 이용한다.
- <145> 도9a 및 도9b는 핀(pin)이 아닌 휨(fin)를 갖는 열교환기가 구비된 열전 시스템(900)의 실시예를 도시한다. 도9a는 측면도이고 도9b는 끝에서 본 도면이다. 도시한 바와 같이, 열전소자 어레이(901)는 뜨거운 쪽 기관(902)와 차가운 쪽 기관(903)을 구비하며, 이들 사이에 다수의 열전소자(904)가 끼여 있다. 다수의 열교환기(905)이 뜨거운 쪽 기관(902)과 차가운 쪽 기관(903)을 거쳐 열전소자(704)와 양호한 열 접촉을 이룬다. 소자 사이는 바

람직하게는 기관(902,903)과 열전소자(904)에 접합된 회로(908)을 통해 전기적으로 연결된다. 도시한 바와 같이, 열교환기(905)는 기관(902,903)을 통해 열전소자(뜨거운 쪽과 차가운 쪽)와 양호한 열접촉을 하는 얇은 금속 환(906)의 주름을 갖는다. 바람직하게는 열교환기(905)는 구리 또는 높은 열전도도를 갖는 다른 재료로 이루어지며, 가능한 한 편평한 바닥(907)를 가져서 기관과 접촉하는 최대의 표면적을 제공한다. 흐름 방향(도9b의 평면에 수직인 방향)으로의 열 전도성은 이 실시예에서는 틸새(909)에 의해 분리된 열전소자(904)의 각 열에 대하여 분리된 열교환기(905)를 구비함으로써 최소화된다.

<146> 도9c에는 히트 파이프(925)와 히트 싱크(926)을 사용하는 열전 시스템(920)의 다른 실시예가 도시되어 있다. 열전소자 어레이(921)는 뜨거운 쪽 기관(922)과 차가운 쪽 기관(923)을 구비하며, 이들 사이에 다수의 열전소자(924)가 끼여 있다. 이 구성은 냉각을 위한 열전 시스템으로 구성되어 있다. 다시 한번 설명하면, 차가운 쪽 기관(923)은 흐름 방향으로 열 전도성이 나쁘다. 다수의 히트 파이프(925)는 열전소자(924)와 차가운 쪽 기관(923)을 거쳐 열전소자(924)와 양호한 열접촉을 이루며, 차가운 쪽 기관(923)과 히트 파이프(925) 끝단에 예로서 도시한 열 교환기(926) 사이에서 열을 전달한다. 이 실시예에서는, 흐름의 방향은 도9c의 아래에서 위로 흐른다. 도9c에 도시한 열전 시스템(920)에서는 뜨거운 쪽 기관(922)이 히트 싱크(926)와 양호한 열접촉을 형성하고 있다. 열전 시스템(920)에 의해 생성된 열의 관점에서는, 히트 싱크(926)는 실질적으로 무한대인 것이 유리하다. 도시된 열전 시스템(920)은 또한 흐름방향으로 열전소자(924)의 저항에 변화가 있는 구성을 채택할 수 있다. 저항이 가장 낮은 소자(927)은 흐름 입구측(929)에 있으며 저항이 가장 큰 소자(928)은 흐름의 출구측(930)에 있다. 이러한 경우에 저항은 열전소자(924)의 단면적에 역으로 비례하며, 입구(929)에서 출구(930)으로 가면서 단면적을 감소시켜가면, 반대로 저항이 커지게 된다. 위에서 설명한 바와 같이 열전소자는 회로와 전기적으로 접속되어 있지만 상세히 도시하지는 않았다.

<147> 도9d와 도9e에 도시한 냉각을 위한 열전 시스템(940)의 차단된 소자의 또 다른 예가 도시되어 있다. 도9d는 끝에서 본 도면이고 도9e는 측면도이다. 도시된 구성은 환이 달린 열 교환기(945)를 형성하는 바람직한 방법을 제시한다. 도시한 바와 같이, 열전소자 어레이(941)은 뜨거운 쪽 기관(942)과 차가운 쪽 기관(943)을 구비한다. 적어도 차가운 쪽 기관(943)은 흐름방향으로 낮은 열 전도성을 갖는다. 이러한 기관(942,943) 사이에 다수의 열전소자(944)가 끼여 있는데, 이들은 전기적으로 회로(949)로 전기적으로 연결되어 있는데 위에서 설명한 바와 같다. 단일체의 환 어레이(945)가 차가운 쪽 기관(943)을 거쳐 열전소자(944)와 양호한 열접촉을 이룬다. 단일체로 이루어짐에도 불구하고, 인접하는 환 섹션 사이의 틸새(946)에 의해 환 어레이(945)를 통한 흐름 방향으로의 열전도성은 감소된다. 태브(tab)(947)가 전체 어레이를 지지한다. 이들 태브(947)은 틸새(946)과 비교하여 충분히 작아서 인접하는 환 섹션 사이의 열전달을 심각하게 증대시키지는 않는것이 바람직하다. 도9e에서는 흐름이 입구(950)에서 출구(951)로 진행할 때 열전소자의 길이를 증대시킴으로써 열전소자 저항의 변화하고 이를 통하여 얻을 수 있는 향상된 구성을 보이고 있다. 이전의 실시예와 같이, 저항을 변화시키는 것은 열전소자(944)의 단면을 변화시키거나, 열전소자 재료의 비저항을 변화시키거나, 길이와 단면과 열전소자의 비저항을 변화시키는 것을 조합하는 등과 같은 다른 방법들로 이를 수 있을 것이다. 히트 싱크(948)는 뜨거운 쪽 기관(942)과 양호한 열접촉을 이룬다. 이 히트 싱크는 도7e와 도9c에서 설명한 형태인 것이 바람직하다.

<148> 도10은 흐름의 방향으로 열전소자의 저항의 변화(및 단열되는 소자)로 인해 이미 설명한 것과 비슷한 성능 향상을 얻는 다른 실시예를 도시한다. 이 실시예에서는 열전소자의 저항이 장치에 걸쳐서 동일하지만, 소자에 인가되는 전압은 흐름 방향을 따라 변화한다.

<149> 도10에는 열전 시스템(1000)의 예가 도시되어 있는데, 열전소자 어레이(1001)은 뜨거운 쪽 기관(1002)과 차가운 쪽 기관(1003)을 구비하며 그 사이에 다수의 열전소자(1004)가 끼여 있다. 다수의 열 교환기(1005)가 뜨거운 쪽 기관(1002)과 차가운 쪽 기관(1003)를 거쳐 열전소자(1004)와 양호한 열 접촉을 이룬다. 열 교환기(1005)와 기관(1002,1003)은 이전 실시예에서 설명한 구성과 동일하게 할 수 있다. 열 교환기(1005)는 도9a 및 도9b에 나타난 것들과 같이, 기관(1002,1003)을 통하여 열전소자(1004)(뜨거운 쪽(1011)과 차가운 쪽(1010))와 양호한 열접촉을 한다. 도10에 도시한 바와 같이, 뜨거운 쪽(1011)과 차가운 쪽(1010)에서의 흐름은 좌측에서 우측으로 향한다. 유체(1009)는 주위 온도 T_A 에서 좌측에서 들어와서 열교환기(1008) 위를 또는 통과하여 지나서 열전 시스템(100)의 길이 전체에 걸쳐서 차츰 온도가 변화하여, 차가운 쪽에서는 낮아진 온도 T_C 인 유체(1010)로서 그리고 뜨거운 쪽에서는 증가한 온도 T_H 인 유체(1011)로서 오른쪽에서 빠져 나간다. 열전소자로부터 열전소자로 기관(1002,1003)에 그리고 열전소자(1004)에 연결된 회로(1008)를 거쳐 전기적으로 연결된다. 이전의 실시예에서와 같은 기관 상의 상호 회로 연결과는 달리, 기관 상의 회로(1008)은 모든 열전소자를 직렬로 연결되는 것은 아니다.

<150> 도10에서 회로(1008)를 구성할 때에는 개별 열전소자(1004) 또는 흐름방향에 수직인 열전소자(1004)의 열들이 서로 다른 전원을 가지도록 그래서 소자 또는 소자의 열을 통하여 흐르는 전류가 달라지도록 구성한다. 따라서, 도10에 도시한 바와 같이, 제어용 전압(1020)이 열전소자 어레이(1001)의 다양한 세그먼트 또는 섹션에 대하여 제공될 수 있다. 일 실시예에서는 다수의 센서(1013, 1014, 1015)가 열전 시스템을 모니터링하는 제어 시스템(1012)에 연결된다. 이 제어 시스템(1012)는 다수의 제어 전압(1020)에 연결되어 열전소자 어레이(1001)에 있는 서로 다른 소자들 또는 소자 열(rows)에 공급되는 전류를 제어한다. 열전 시스템(100)의 길이 방향을 따라 전압이 달라지는데, 외부의 조건 또는 시스템 자체의 조건에 의존하는 제어시스템(1012)를 통하여 변화하게 된다. 이러한 상태 또는 조건들 중 나타날 수 있는 몇몇 또는 모든 사항에는 외부온도 또는 흐름, 내부 온도 또는 흐름, 특정 열전소자 또는 열전소자의 열에 의한 원하는 가열량 또는 냉각량을 수동으로 제어하는 사용자의 선택적 입력을 포함한다.

<151> 외부온도 또는 흐름, 내부 온도 또는 흐름과 같은 조건들은 센서(1013, 1014)류의 센서를 통하여 모니터링할 수 있다. 사용자의 선택에 따른 입력은 노브(knobs), 다이얼, 푸시버튼, 또는 제어 시스템(1012)의 다른 프로그램 식 수단을 통해 제공될 수 있다. 예를 들면, 사용자 인터페이스(1015)는 사용자 선택 입력을 위해 구비된다. 사용자 인터페이스(1015)를 통하여, 센서(1013, 1014)를 거쳐 모니터링된 조건 또는 모니터링된 조건에 대한 트립 레벨이 특정 용도나 주어진 시간 동안 겪는 특정 조건에 대하여 열전 시스템을 맞추어 줄 수 있도록 수정되는 것이 바람직하다. 센서(1013, 1014, 1015)는 제어회로에 의해 모니터링되고, 제어회로는 (용도에 맞는 성질의) 하드 배선적인 연관성 또는 소프트웨어적인 연관성을 이용하면서 센서 입력에 따라 인가되는 전압을 달라지도록 한다.

<152> 이 시스템 형태의 장점은 열전 시스템이 생성하는 열 동력이 달라지게 하여 효율면에서 개선을 이룰 수 있다는 점이다. 예를 들면, 이 구성은 열전소자(1004)를 통하여 전류를 시시때때 흐름 상태의 변화에 맞추어 전류를 조정할 수 있게 해준다. 효율 이득을 얻게 하는 이 실시예를 통한 능력은 식(32)로부터 이해할 수 있는데, 길이를 따라 어떤 지점 x 에서 열전 시스템에 대한 최적 효율 $I_{opt}(x)$ 는 다음과 같다.

$$(28) \quad I_{opt}(x) = \frac{\alpha \Delta T(x)}{R(\sqrt{1+ZT} - 1)}$$

<153>
 <154> 식(28)에서 변수 α 와 Z 는 열전 재료의 특성이다. R 은 열전소자(1004)의 저항이고, 설명을 위해 도10의 실시예에서는 열전 시스템(1000)에 걸쳐서 일정한 것으로 생각한다. 따라서, 식(28)은 최적 효율 $I_{opt}(x)$ 은 ΔT 에 비례한다는 것을 보여준다. I_{opt} 를 얻기 위해서는 위치 x 에 있는 소자를 가로지르는 전압이 $I_{opt}(x)$ 와 R 로부터 얻어지는 것이 되도록 만들어야 한다. 이 예에서는 ΔT 는 좌측에서 0 으로부터 우측에서는 최대값으로 증가하므로, 가장 좌측의 소자는 실용적인 낮은 전압을 인가하여야 하고, 출구(1010, 1011)에서는 최대값으로 증가시켜 간다. 따라서, 도10에서는 $0 < V_1 < V_2 < V_3 \dots < V_n$ 이다. 흐름 방향을 따라 위치 x 에서 전압의 함수는 다음과 같이 하는 것이 유리하다.

$$(29) \quad V(x) = \frac{\alpha \Delta T(x)}{(\sqrt{1+ZT} - 1)}$$

<155>
 <156> 도11은 본 발명의 일측면에 따라 열전 시스템(1100)의 또 다른 예를 도시하는 것으로서, 저항 변화로 인한 특성 향상이 기계적인 수단으로 얻어지는 것이다. 열전소자 어레이(1101)은 뜨거운 쪽 기관(1102)와 차가운 쪽 기관(1103)을 구비하며, 이들 사이에 다수의 열전소자(1104)가 끼여 있다. 이 실시예에서는 열전소자(1104)는 튜브에 담긴 액체 열전 재료(1109)로 만들어지는데, 튜브의 끝단은 회로(1106)와 뜨거운 쪽 기관(1102) 및 차가운 쪽 기관(1103)의 조합에 의해 단혀 있다. 액체 열전 재료의 가능한 일 예는 액체가 되는 (실온 보다 높음) 온도에서의 탈륨과 텔루륨(p-형)의 혼합물과 수은/루비듐(n-형)의 혼합물이다. 또 다른 예는 수은에 P-형 비스무스와 텔루라이드를 슬러리화한 것과 수은에 N-형 비스무스와 텔루라이드를 슬러리화한 것이다. 몇몇 그러한 재료들은 Semiconductor Thermal Elements, and Thermoelectric Cooling, London, 1957 에 기재되어 있다.

<157> 다수의 열교환기(1105)가 차가운쪽 기관(1103)을 거쳐 열전소자와 양호한 열 접촉을 이루고 있다. 이 예에서 도시한 바와 같이, 열교환기(1105)는 도9a 및 도9b에서 설명한 것들과 같으며, 차가운 쪽 기관(1103)을 거쳐 열전소자(1104)와 양호한 열접촉을 이루고 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 열교환기는 다수의 다른 형태, 즉 못,

회, 히트 파이프 어떠한 다수의 다른 열교환기 형일 수도 있다. 앞에서와 같이, 열전소자(1104)는 실질적으로 또는 적어도 유의미하게 차가운 쪽(1103)에서의 유체 흐름 방향으로 단열된다. (열전소자(1100)의 관점에서 실질적으로 무한대인) 히트싱크(1114)가 뜨거운 쪽 기관(1102)을 거쳐 열전소자(1104)와 양호한 열접촉을 이룬다. 이 실시예에서는, 피스톤(1107)은 적어도 몇개 그리고 가능하다면 열전소자(1104) 모두에 대하여 구비된다. 피스톤은 구멍(1108)을 구비하며 구동기(1115)에 연결되는데, 구동기는 시스템 제어장치(1116)에 연결된다. 시스템 제어기(1116)는 다수의 센서(1117, 1118, 1119)와 연결된다. 예를 들면 센서는 외부 센서(1117), 내부 센서(1118)과 사용자 조정식 장치 또는 사용자 입력 장치(1119)일 수 있다. 유리하게는, 시스템 제어기(1116)은 액츄에이터(1115)를 위해 하드웨어 또는 마이크로프로세서형 컴퓨터 제어를 제공하며, 전원 또는 액츄에이터(1115)를 위한 드라이버를 구비하여 액츄에이터(1115)가 요구하는 충분한 전류를 제공한다. 열전소자로부터 열전소자로의 전기적 연결은 기관(1102, 1103)에 연결된 회로(1106)를 통해 이루어지고, 열전소자(1104)의 표면 및 피스톤(1107)과 접촉한다. 피스톤(1107)에서 뜨거운 쪽 기관(1102)로 이어지는 전기적 접촉은 슬라이딩 콘택트(sliding contacts)(1113)의 구성으로 이루어진다. 피스톤(1107)에 있는 구멍(1108)은 액체 열전 재료(1109)가 피스톤이 이동할 때, 그 구멍을 통해 지나가게 해준다. 어떠한 위치에서, 피스톤(1107)은 액체 열전 재료를 전방 부분(1111)과 후방 부분(1112)으로 나눈다. 이 실시예에서는, 피스톤(1107)은 전기 전도성 재료로 만드는데, 그 전도성이 액체 열전 재료(1109)보다 실질적으로 크다. 피스톤이 뜨거운 쪽 회로(1106)까지 충분히 오지 않아 후방 부분(1112)의 부피가 0이 아닐 때, 액체 열전 재료(1109)의 일부는 피스톤(1107)에 의해 유효하게 단락되어, 열전소자의 저항을 그들의 최대 저항값보다 작은 값으로 감소시킨다. 따라서, 피스톤(1107)의 위치를 조절하면, 고정 또는 시변 설계에 따라 열전소자(1104)의 저항을 열전 시스템(110)의 길이를 따라가면서 다르게 할 수 있다. 제어 체계는 도10에 도시한 것과 유사하지만, 바람직하게는 열전소자(1104)에 인가되는 전압을 변화시키는 대신에 피스톤의 위치를 외부 센서(1117), 내부 센서(1118), 사용자 입력 센서(1119) 또는 다른 신호를 보내는 장치로부터 받은 입력에서의 변화에 응하여 제어기 또는 다른 동력원에 의해 제어되는 액츄에이터(1117)를 사용하여 변화시킨다는 점이 다르다.

<158> 특정 열전 재료의 성능은 적절한 자기장을 걸어주어서 향상시킬 수도 있다. 도12는 열전 시스템(1200)의 실시예를 도시하는데, 이 시스템에서는 열전소자(1204) 재료 구조는 대체로 열전소자의 폭에 걸쳐 자기장이 걸리도록 구성된다. 도시한 바와 같이, 열전소자 어레이(1201)은 뜨거운 쪽 기관(1202)과 차가운 쪽 기관(1203)을 구비하며, 다수의 열전소자(1204)가 이들 사이에 끼여 있다. 열교환기(1205)는 기관(1202, 1203)을 거쳐 열전소자(1204)와 양호한 열접촉을 이룬다. 도시한 바와 같이, 열교환기(1105)는 도9a 및 도9b에 도시한 바와 같은 어떠한 구조의 구성으로 이루어진다. 이 실시예에서는 열전소자(1204)의 실질적인 또는 유의미한 단열이 유체 흐름 방향으로 앞서의 것과 같이 채용된다. 열전소자는 기관(1202, 1203)과 열전소자에 접합되거나 달리 고정된 회로(1206)에 의해 전기적인 직렬 연결이 이루어진다. 예를 들면 몇몇 열전 재료에 대해서, 적절한 자기장이 모두 (도12에 N극은 N, S극은 S라고 도시된) 그들의 극성에 대하여 동일한 방향으로 배향된 영구자석(1207)에 의해 걸린다. 점선으로 도시한 자기장(1208)은 따라서 열전소자(1204)의 폭을 통하여 흐른다.

<159> 도13은 열전 시스템(1300)의 실시예를 도시하는데, 이 시스템에서는 열전소자(1304) 재료의 구성이 열전소자의 길이에 걸쳐서 적절한 자기장이 걸림으로써 향상이 이루어지도록 한 구성이다. 도시한 바와 같이, 열전소자 어레이(1301)은 뜨거운 쪽 기관(1302)과 차가운 쪽 기관(1303)을 구비하며 그 사이에 다수의 열전소자(1304)가 끼여 있다. 이 실시예에서는 열교환기(1305)는 영구자석(1307)과 양호한 열접촉을 이루며, 차례로 차가운 쪽 기관(1303)을 거쳐 열전소자(1304)와 양호한 열접촉을 이룬다. 일 실시예에서는 자석이 열교환기를 구성한다. 이와는 달리, 열교환기(1305)가 도9a 및 도9b에 도시된 구성과 유사한 구성일 수 있다. 이 실시예에서는 실질적인 또는 상당한 열전소자(1304) 사이의 단열이 유체 흐름 방향으로 채용된다. (열전 시스템(1300)의 관점에서 실질적으로 무한대인) 히트 싱크(1309)는 뜨거운 쪽 기관(1302)를 거쳐 열전소자(1304)와 양호한 열접촉을 이룬다. 히트싱크(1309)는 철과 같은 고투자율을 갖는 재료로 만든다. 열전소자(1304)는 기관(1302, 1304)과 열전소자(1304)에 접합되거나 이와 달리 부착되는 회로(1306)를 거쳐 직렬로 전기적으로 연결된다. 자기장이 모두 (도13에 N극은 N, S극은 S라고 도시된) 그들의 극성에 대하여 짝을 이루며 배향된 영구자석(1307)에 의해 걸린다. 자기회로는 뜨거운 쪽의 고투자율의 히트 싱크(1309)를 통하여 완성된다. (점선으로 도시한) 자기장(1308)은 따라서 열전소자(1204)의 길이를 통하여 흐른다.

<160> 위에서 언급한 실시예에서는, 열을 전달하는 또는 뽑아내는 매체는 유체이었다. 도14는 유체가 고체로 대체된 구성을 도시한다. 도시된 열전 시스템(1400)은 열전소자 어레이(1401)를 갖는데, 이 어레이는 뜨거운 쪽 기관(1402) 및 차가운 쪽 기관(1403)을 구비하며 이들 사이에 다수의 열전소자(1404)가 끼여 있다. (열전 시스템(1400)의 관점에서 실질적으로 무한대인) 히트 싱크(1409)는 뜨거운 쪽 기관(1402)를 거쳐 열전소자(1404)와 양호한 열접촉을 이룬다. 열전소자의 전기적 직렬 연결이 기관(1402, 1403)과 열전소자에 접합되거나 달리 부착된

회로(1406)를 거쳐 이루어진다. (도시된 경우에서) 냉각될 고체 물질(1405)이 도면의 좌측에서 우측으로 이동하며, 차가운 쪽 기관(1403)을 거쳐 열전소자(1404)와 양호한 열접촉을 이룬다. 고체(1405)와 차가운 쪽 기관(1403) 사이의 만나는 곳에서 양호한 열전도성이, 예를 들면 써멀 그리스(thermal grease)(1406)에 의해 얻어진다. 고체(1405)가 차가운 쪽 기관(1403)을 따라 지나갈 때, 열전소자에 의해 차츰 냉각된다. 고체 물질은 기관(1403)과 그리스(1406)를 통해서는 열전소자(1404)로부터는 열전도성이 양호하지만, 이동방향에서의 고체를 따라 고체(1405)를 통해서는 그렇지 않다. 고체(1405)에 대한 적절한 물질은 복합재료 또는 다른 열적인 비등방성 재료일 수 있으며, 또는 고체(1405)는 이동 방향에 수직으로 구멍이 파인 것일 수 있으며 그 슬롯이 단열물로 채워진 것일 수도 있다.

<161> 도15a 내지 도15g는 차단된 소자의 열전 시스템의 길이를 따라 다양한 온도 선도의 예를 도시한다. 이들 모든 도면에서, 뜨거운 쪽 흐름은 우측에서 좌측으로 차가운 쪽 흐름은 좌측에서 우측으로 이루어지는 것으로 도시되어 있다. 한쪽에 히트 싱크를 갖는 경우에, 히트싱크가 있는 쪽은 흐름이 없다. 지점 O 는 항상 좌측에 있는데, 차가운 쪽 흐름의 입구단과 뜨거운 쪽 흐름의 출구단을 나타낸다. 지점 L 은 항상 오른쪽에 있는데, 차가운 쪽 흐름의 출구단과 뜨거운 쪽 흐름의 입구단을 나타낸다. 수평선은 항상 주위온도 T_A 를 나타낸다. 도15a는 $\Delta T_C = \Delta T_H$ 인 경우를 도시한다. 도15b는 $\Delta T_C > \Delta T_H$ 인 경우를 도시한다. 도15c는 $\Delta T_C < \Delta T_H$ 인 경우를 도시한다. 도15d는 뜨거운 쪽이 무한대의 히트 싱크를 구비하여 $\Delta T_H = 0$ 인 경우를 도시한다. 도15e는 차가운 쪽이 무한대의 히트 싱크를 구비하여 $\Delta T_C = 0$ 인 경우를 도시한다. 도15f는 차가운 유체가 $T_{CIN} < T_A$ 의 온도로 들어오는 경우를 도시한다. 도15g는 뜨거운 유체가 $T_{HIN} > T_A$ 의 온도로 들어오는 경우를 도시한다. 다른 온도 선로도 고려할 수 있으며 본 발명의 가르침에 따라 히트싱크, 유입 온도, 유출 온도의 가능한 모든 조합을 생성하도록 구성된 장치도 고려될 수 있다.

<162> 듀얼 모드 작동에서 이상화된 식 (9)는 냉각 모드의 성능계수를 최적화할 경우, 가열 모드에서 성능계수도 그렇게 되는 것을 나타내지만, 유속, 위치에 대한 열전소자의 저항 변화, 또는 위치에 대한 열전소자의 전류 변화가 실제 응용에 더 이상 적합하지 않을 수도 있다. 이러한 변수들을 맞추는 것은 열역학적 기본 식이 안내하는대로 전체 시스템 성능이 최적화되도록 만들 수 있다.

<163> 도16은 열전시스템(1600)의 다른 실시예를 도시하는데, 이 시스템에서는 버려지는 쪽 흐름이 섹션(1609)으로 나뉜 열전소자 어레이(1601)의 길이를 지나간다. 이전 실시예와 같이, 열전 어레이(1601)은 뜨거운 쪽 기관(1602) 및 차가운 쪽 기관(1603)을 구비하며 이들 사이에 다수의 열전소자(1604)가 끼여 있다. 다수의 핀(1605)이 뜨거운 쪽 기관(1602)와 차가운 쪽 기관(1603)을 거쳐 열전소자(1604)와 양호한 열접촉을 이루며, 열전 시스템(1600)의 열 교환기를 형성한다. 도시한 바와 같이, 핀(1605)는 못과 비슷한 형상을 가지며, 머리(1606)는 열전소자(1604) (뜨거운 쪽과 차가운 쪽)과 양호한 열접촉을 이룬다. 바람직하기로는, 핀(1605)는 구리 또는 높은 열전도성을 갖는 다른 재료로 이루어진다. 용도나 열전달이 이루어지는 유체에 따라서는 핀(1605)는 위에서 설명한 몇몇 다른 열교환기 구성이나 형상으로 대체될 수 있다.

<164> 뜨거운 쪽 기관(1602)와 차가운 쪽 기관(1603)이 회로(1606)과 함께 도7a 내지 도7c에 도시된 바와 같이 구성되므로, 열전 어레이(1601)를 따라 열전소자(1604)의 단열의 특성을 유지한다. 뜨거운 쪽 덕트(1607)는 열전 시스템(1600)의 뜨거운 쪽에 부착되어 있어 유체의 흐름 방향이 좌측에서 온도 T_A 의 온도로 들어가 뜨거운 쪽에서 열교환기(1605)를 지나 온도 T_H 의 온도로 나가도록 방향이 잡힌다. 열전 시스템의 차가운 쪽에는 다수의 덕트(1608)가 부착되어 있는데, 유체가 열교환기(1605)의 다수의 섹션(1609)을 지나게 한다. 가장 좌측의 두개의 덕트(1608)에는 온도 T_A 의 유체가 각각의 좌측단에서 들어와 그들 각각의 우측단으로 나간다. 가장 우측의 덕트(1608)에는 온도 T_A 의 유체가 우측단에서 들어와 그것의 좌측단으로 나간다. 도시된 실시예에서는 도면은 버려지는 쪽으로서 차가운 쪽에 세개의 섹션(1609)을 두었지만, 어떤 개수도 가능하며 모두가 같은 길이나 같은 흐름방향일 필요는 없다. 차가운 쪽 유출온도 T_{C1} , T_{C2} 등은 같을 필요가 없으며 각각을 흐르는 유체의 양도 동일할 필요가 없다.

<165> 차가운 쪽 공기가 열전 시스템(1600)의 길이를 따라 다수의 지점에서 T_A 로 도입되기 때문에, 열전소자(1604)에 걸쳐 ΔT 는, 차가운 쪽 공기가 차가운 쪽에서 배출되기 전에 모든 열교환기(1605)를 지나는 경우보다 더 작게 할 수 있다. 식 (10)에서 보인 바와 같이, 성능계수는 ΔT 가 작을 때 커지고, 따라서 열전 시스템(1600)의 뜨거운 쪽은 단일의 차가운 쪽 덕트를 가질 때 보다 더 따뜻하게 할 수 있는 것이다. 이러한 것이 도16의 온도 선

도에 나타나 있다. 온도 T_A 로 유체가 도입되는 각 지점($0, L_1, L_2 \dots$)에서 이전의 섹션에서의 성능계수는 상대적으로 줄어들어 왔다. T_A 에서 새로운 유체가 그것이 도입되는 스테이지의 성능계수를 높이고, 그럼으로써 그 섹션을 통하여 추가적인 ΔT 를 얻을 수 있는 것이다. 일반적으로 각 섹션에 의해 부가된 정미 ΔT 는 장치의 길이를 축소시킬 것인데, 뒤의 스테이지 (L_2 등)에서 도입된 유체가 T_A 보다 높은 온도이거나 히트 싱크의 능력이 뒤의 스테이지에서 충분히 크지 않는 한 그렇게 될 것이다.

<166> 도16에서 도시한 실시예는 가열 모드에서 작동하는 열전 시스템을 보인다. 이와 동일한 기술이 비슷하게 냉각 모드로 구성된 열전 시스템의 성능을 높이는 데에 사용할 수 있고 이 경우 버려지는 쪽의 유체는 하나의 지점보다 더 많은 지점에서 들어가는 것이다.

<167> 도17은 열전 시스템(1700)의 다른 실시예를 도시하는데, 이 시스템에서는 흐름이 버려지는 쪽(차가운 쪽)의 섹션(1709)으로 나뉜 열전 어레이(17701)의 길이를 따라 지나간다. 도17은 도16과 다른데, 도17에서는 흐름이 열전시스템(1700)의 반대쪽 단부로부터 이루어진다는 점이 다르다. 열전 어레이(1701)은, 도16에서와 같이, 뜨거운 쪽 기관(1702) 및 차가운 쪽 기관(1703)을 구비하며, 다수의 핀(1705)과, 회로(1706), 뜨거운 쪽 덕트(1707)과, 열교환기(1705)를 나누는 다수의 섹션(1709)에 대한 다수의 덕트(1708)를 구비한다.

<168> 다시, 도17에 도시한 실시예는 가열 모드에서 작동하는 열전 시스템을 보인다. 이와 동일한 기술이 냉각 모드로 비슷하게 구성된 열전 시스템의 성능을 높이는 데에도 이용될 수 있는데, 여기에서 버리는 쪽에서의 유체가 하나의 지점보다 많은 지점에서 들어간다. 더구나, 버려지는 쪽 유체는 모두, 같은 방향의 흐름일 필요도 없으며 같은 온도로 유입될 필요도 없으며, 동일한 간격 또는 동일한 길이의 섹션의 흐름일 필요도 없으며, 같은 유속일 필요도 없다.

<169> 도18은 열전 시스템(1800)의 다른 실시예를 도시하는데, 이 시스템에서는 버려지는 쪽의 흐름이 열전 어레이(1801)의 전체 길이를 지나지 않을 수도 있다. 이 열전시스템(1801)은 도16에서와 같이, 뜨거운 쪽 기관(1702) 및 차가운 쪽 기관(1703)을 구비하며, 다수의 핀(1705)을 구비한다.

<170> 뜨거운 쪽 덕트(1807)는 열전 시스템(1800)의 뜨거운 쪽에 부착되어 있어, 유체가 좌측에서 온도 T_A 의 온도로 들어가 뜨거운 쪽에서 열교환기(1805)를 지나 온도 T_H 의 온도로 나가도록 방향을 잡는다. 열전 시스템의 차가운 쪽에 부착된 덕트(1808)는 열교환기(1805)를 지나도록 방향을 잡는다. 유체는 도면의 좌측에서 온도 T_A 의 온도로 차가운 쪽 덕트로 들어온다. 밸브(1809)가 두개의 위치를 갖는데, 하나의 위치(열린 위치)에서는 유체가 덕트(1808) 전체를 지나 흐르게 하여 온도 T_C 로 우측단에서 빠져 나간다. 밸브(1809)의 다른 위치(닫힌 위치)에서는 유체가 단지 덕트(1809)의 일부분만을 통하여 흐르게 하여 온도 T_C^* 로 중간 위치(1810)에서 빠져 나간다. 도면은 두개의 섹션(1812)를 도시하는데, 어떤 갯수로도 될 수 있으며 그것들이 반드시 같은 길이가 아닐 수도 있지만, 같은 방향의 유체 흐름을 가질 수 있거나 동일한 온도로 유입되는 유체를 가질 수 있다.

<171> 만일 밸브(1809)가 열린 위치이고 열전 시스템(1800)이 단지 작은 ΔT 를 요구하는 경우, 온도 선도는 도18의 아래에 도시한 바와 같이 1820과 1821(기다란 점선)이 된다. 출구 지점 L_2 에서 차가운 쪽 선의 경사가 0이 아니면 열 흐름이 0이 아닌 점을 유념하자. 따라서, 이러한 상황에서는, 열전 시스템(1800)은 여전히 열을 냉각측으로부터 제거하고, 여전히 열을 뜨거운 쪽에 공급한다. 만일, 밸브가 계속 열린 위치에 있다면, 열전 시스템(1800)은 큰 ΔT 를 생성하기를 요구 받고, 열전소자(1804)에 더 많은 동력이 충분한 ΔT 를 위해 요구되며, 차가운 쪽 온도 선도는 선 1822와 1823을 개략적으로 따라간다. 중간 지점 L_1 에서 냉각쪽 온도의 경사(slope)는 실질적으로 0이다. 만일 흐름이 L_1 을 지나서 계속될 수 있다면, 차가운 쪽 온도는 선 1823(짧은 점선)을 따라 계속될 것이다. 만일 밸브를 닫으면, 유체가 출구 지점(1810)에서 쏟아져 나가고, 실질적으로 열손실을 제외한 모든 주열이 뜨거운 쪽 온도 선도를 따라 뜨거운 쪽 온도를 T_H^* 까지 더 올릴 수 있다.

<172> 열전 어레이(1801)의 일 지점으로부터 흐름을 제거하는 기술은 반대쪽 끝단으로부터 흐름이 이루어지는 구성의 장치에도 적용할 수 있다. 더우기, 밸브(1809)와 단일의 차가운 쪽 덕트(1808)는 다수의 밸브 및 다수의 덕트로 대체될 수 있다.

<173> 위에서 언급된 모든 실시예에는 도10 및 도11의 시스템 제어장치가 있을 수 있다. 거기에서는 열전소자의 전압을 조절하는 제어장치(도10)와 피스톤의 위치를 제어하는 제어장치(도11)의 사용에 초점이 맞추어져 있다. 제어

장치는 또한 예를 들면, 전류(열전소자의 직렬 연결에 대한) 또는 뜨거운 쪽 또는 차가운 쪽 유속을 조절하도록 하드 배선의 또는 소프트웨어적인 연관 관계와 함께 동일한 또는 유사한 센서 입력으로부터의 정보를 사용할 수도 있다. 이 연관 관계는 검색 도표, 공식 또는 다른 알고리즘 프로세스의 형태일 수도 있다. 그러한 제어기의 사용은 따라서 평균 투입 동력이 감소하도록 또는 시스템 출력을 변화시키도록 전체 효율을 개선하는 기회를 제공한다.

- <174> 설명하는 제어 장치는 몇몇 변수들을 감시하고 이들 변수에 응답하여 시스템을 동적으로 조절할 수 있는 가능성을 제공한다. 그러나, 제어 시스템은 스위치와 같은 사용자가 제어하는 매우 단순한 시스템일 수도 있다. 예를 들면, 제어 시스템은 열전 시스템의 전류를 반대로 해서 냉각으로부터 가열로 변화시키거나 전류를 조절하여 전류량을 동적으로 조절함으로써 냉각 또는 가열의 양을 변화시키는 스위치에 불과할 수도 있는데, 센서 입력이 온도가 너무 뜨겁거나 너무 차갑다는 것으로 결정하는 사람일 수도 있는 것이다.
- <175> 위에서의 설명들이 시사하는 바는 열전소자의 각 열(row)이 길이, 면적, 저항을 또는 인가되는 전압에서 다를 수 있다는 점이다. 생산성, 단순화, 비용 측면에서 그룹들을 이루는 열전소자들은 동일할 수도 있고 또는 서브 모듈처럼 구성될 수도 있다. 따라서, 모든 열이 달라야 할 필요도 없다. 그러한 단순화는 계속 효율을 증가시킬 것이고, 얼마나 많은 다른 사이즈, 파워, 레벨 등이 사용될 것인가에 따른 개선도 있을 것이다.
- <176> 위의 실시예에서, 히트 싱크가 채용될 수 있는데, 히트 싱트는 히트 파이프 또는 다른 열 전달 기구로 대체될 수도 있다. 따라서, 히트 싱크 등은 원격지에 위치하거나 조립체가 열을 버리려는 하나 또는 그 이상의 다른 조립체들과 연결될 수도 있다. 또한, 유체 및 고체가 냉각 또는 가열되는 매체로 설명하였으나, 슬러리와 같은 유체 및 고체의 조합도 냉각되거나 가열되는 매체가 될 수도 있다. 결국, 효율을 개선하는 다양한 방법을 단일 구성과 함께 설명하였다. 그러나, 효율 향상 즉, 저항을 변화시키는 것과 전류를 다르게 하는 것, 위에서 설명한 다른 것들은 함께 또는 하나씩 특정 용도에 맞추어 적절히 사용할 수도 있다.
- <177> 위에서 언급한 실시예들은 차가운 쪽에 대해서 또는 제시된 열전시스템의 냉각 특성에 대한 설명에 초점을 맞추어 왔다. 그러한 장치에 흐르는 전류의 방향을 반대로 하거나 뜨거운 쪽으로부터 차가운 쪽으로 출력을 바꾸면 가열 또는 가열과 냉각 모두도 동일한 또는 유사한 구성에서 얻어질 수 있다. 특정 용도에 대해 최적화하는 것은 열전 시스템의 특별한 응용에 따를 것이다. 그럼에도 약간의 잠재적인 차이점들이 특정 용도에서는 일어날 수 있는데, 이는 다음과 같다.
- <178> 1) 가열 모드에서, 자동차, 가정, 산업 가열 시스템에서, 예를 들면 요구되는 ΔT_H 는 실질적으로 ΔT_C 보다 더 높을 수 있고,
- <179> 2) 성능을 최적화하기 위해 질량 유량 비율(주된 쪽 대 버리는 쪽)에 조절이 필요할 수 있고,
- <180> 3) 오늘날의 열전식 열 펌핑 파워의 능력은 ΔT 를 장치에 걸쳐 약 70 °C 정도로 제한하여, 높은 성능계수를 갖는 큰 ΔT_H 를 얻으려면, 구성과 흐름 패턴이 특정용도에서 요구되는 바와 같이 조절될 필요가 있을 것이고,
- <181> 4) 요구가 있는 즉시 시스템이 가열 또는 냉각 모드의 어느 하나로 동작하여야 한다면, (HVAC 또는 히트 펌프 시스템) 설계는 양쪽 모드에서 효율적으로 동작하도록 충분히 유연하게 하는 것이 유리할 것이다.

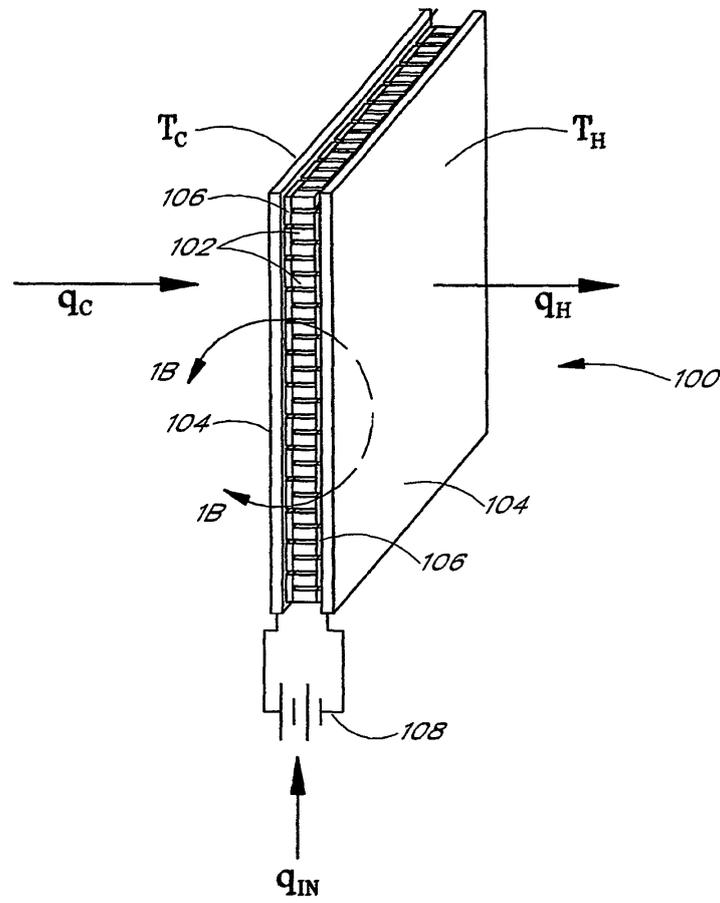
도면의 간단한 설명

- <70> 도면의 간단한 설명
- <71> 이하 상세한 설명에서는 아래의 도면을 참조하여 설명할 것이다.
- <72> 도1a 및 도1b는 종래의 열전장치를 도시한다.
- <73> 도2는 종래의 유체 가열 또는 냉각 장치에 있는 종래의 열전 장치를 도시한다.
- <74> 도3은 종래의 재료 또는 콤포넌트의 냉각용 열전소자를 도시한다.
- <75> 도4는 다양한 열전 재료의 효율 측정 결과를 도시한다.
- <76> 도5는 종래의 열전 장치에 대하여 일반화한 조건을 나타내는 도면이다.
- <77> 도6은 열전 시스템의 일반화한 블록 다이어그램이다.

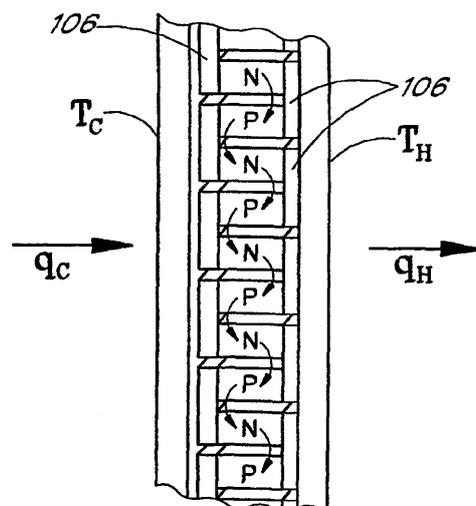
- <78> 도7a는 본 발명에 따른 열전 시스템의 제1 실시예와 온도전도를 도시한다.
- <79> 도7b 및 도7c는 도7a의 열전 시스템의 구성을 더 상세하게 도시한다.
- <80> 도7d 및 도7e는 도7a의 열전 시스템의 다른 실시예를 도시하는 것으로서, 본 발명에 따라 추가적인 개량을 한 것이다.
- <81> 도8은 반대편으로부터 흐름이 있는 본 발명에 따른 열전 시스템을 도시한다.
- <82> 도9a 내지 도9e는 도7a 내지 도7e 및 도8의 특징을 포함하는 열전 장치를 예시적으로 도시하지만, 열교환기 및 열전소자에 대하여는 다른 형상을 이용한다.
- <83> 도10은 제어시스템을 이용하는 본 발명에 따른 열전 시스템의 다른 실시예를 도시하며, 시스템의 여러 부분에 흐르는 전류를 변화시킨 것이다.
- <84> 도11은 본 발명의 일 측면에 따른 열전 시스템의 또 다른 실시예를 도시한 것으로서 열전소자의 저항변화가 기계적인 수단에 의해 이루어진다.
- <85> 도12는 본 발명에 따른 열전 시스템의 또 다른 실시예를 도시한 것으로서 자기장을 적용하여 효율을 더 향상시킨 것이다.
- <86> 도13은 열전소자의 길이를 지나 놓인 자기장에 의해 효율이 더 향상된 실시예를 도시한다.
- <87> 도14는 본 실시예에 따른 열전 시스템을 도시한 것으로 냉각되는 물질이 유체 대신 고체인 경우이다.
- <88> 도15a 내지 도15g는 본 발명에 따른 차단 소자 열전 시스템의 길이를 따라 도시한 온도 전도의 예를 도시한다.
- <89> 도16은 열전 시스템의 또 다른 실시예를 도시한 것으로, 여기에서는 버려지는 쪽에서의 흐름이 각 섹션에서 열전소자 어레이의 길이방향으로 가로지른다.
- <90> 도17은 열전 시스템의 또 다른 실시예를 도시한 것으로, 여기에서는 버려지는 쪽의 흐름이, 각 섹션에서 어레이의 길이방향으로 가로지르지만, 도16과는 달리 흐름이 반대쪽으로부터 이루어진다.
- <91> 도18은 열전 시스템의 또 다른 실시예를 도시한 것으로, 여기에서는 버려지는 쪽의 흐름이 어레이의 길이 전체를 가로지르지는 않는다.

도면

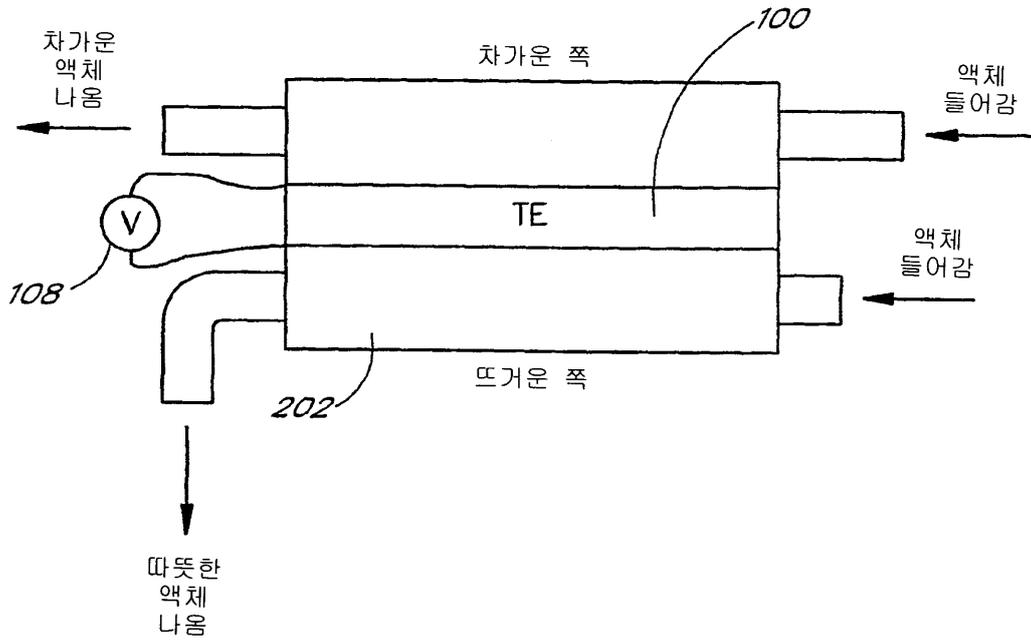
도면1a



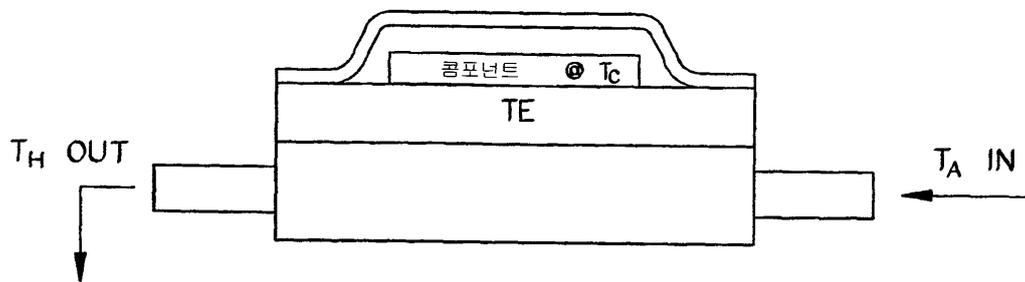
도면1b



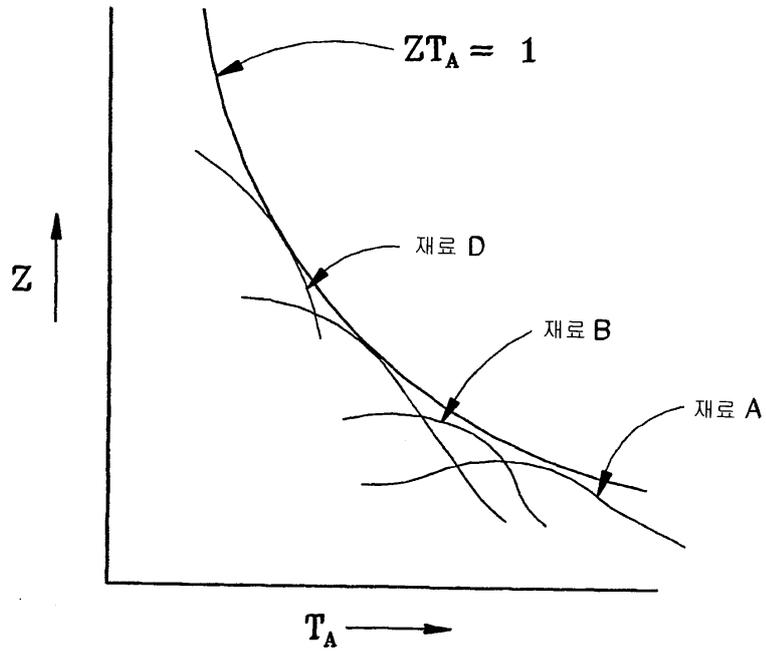
도면2



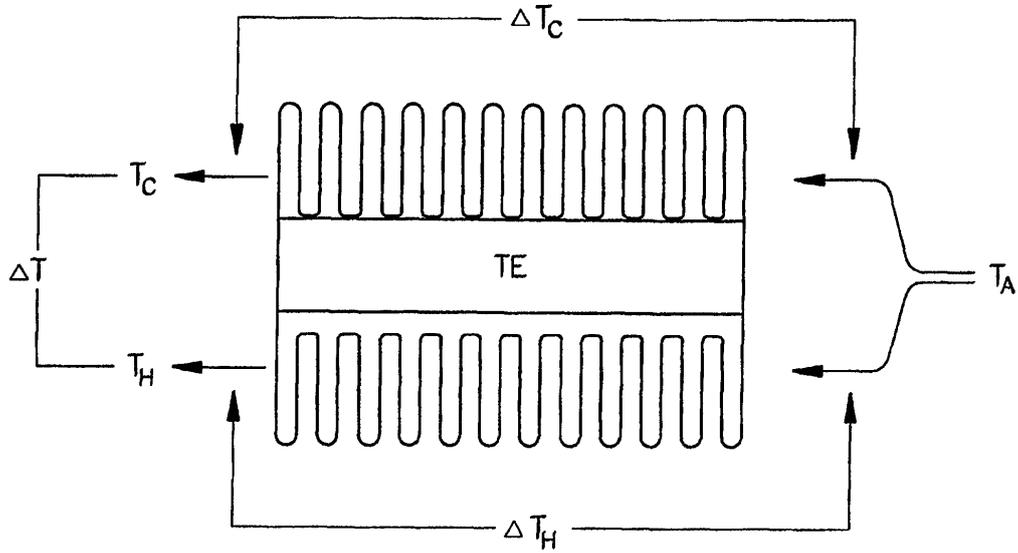
도면3



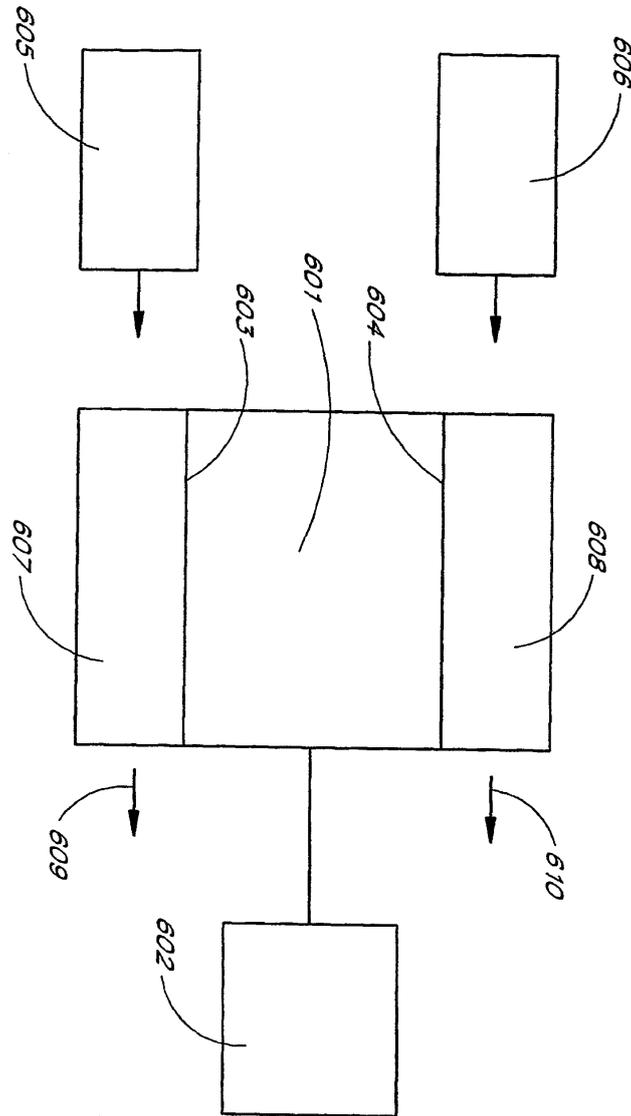
도면4



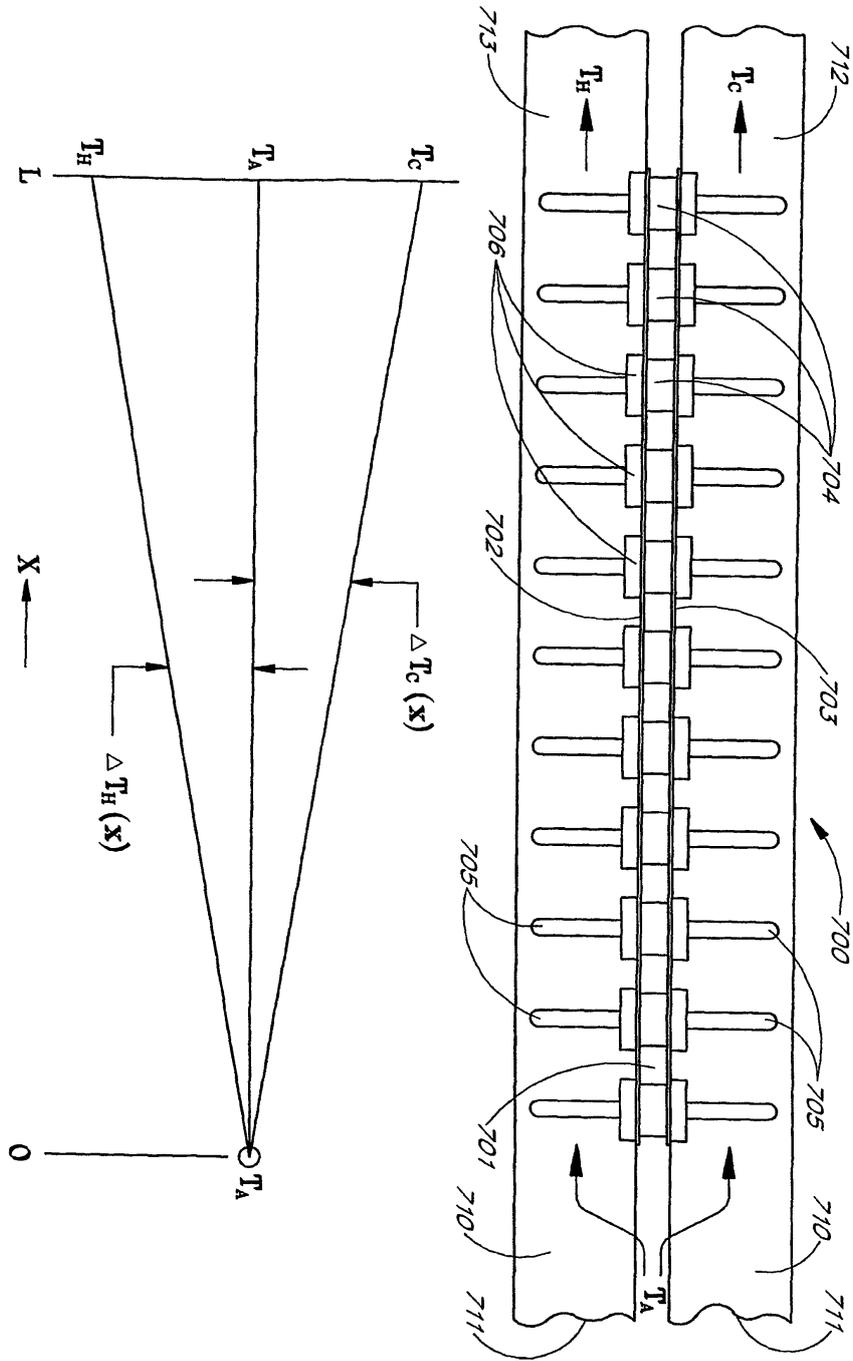
도면5



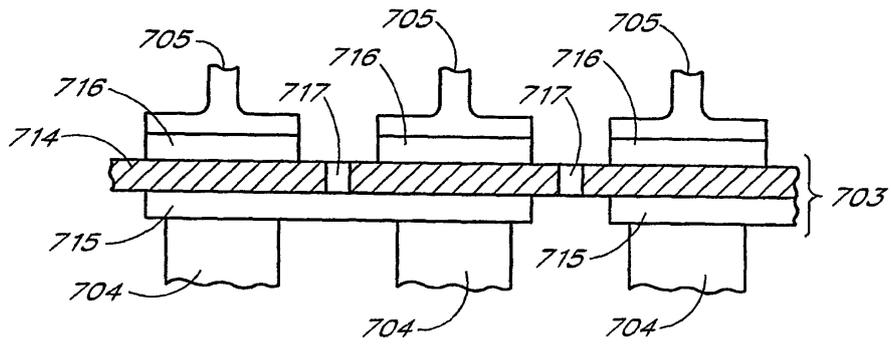
도면6



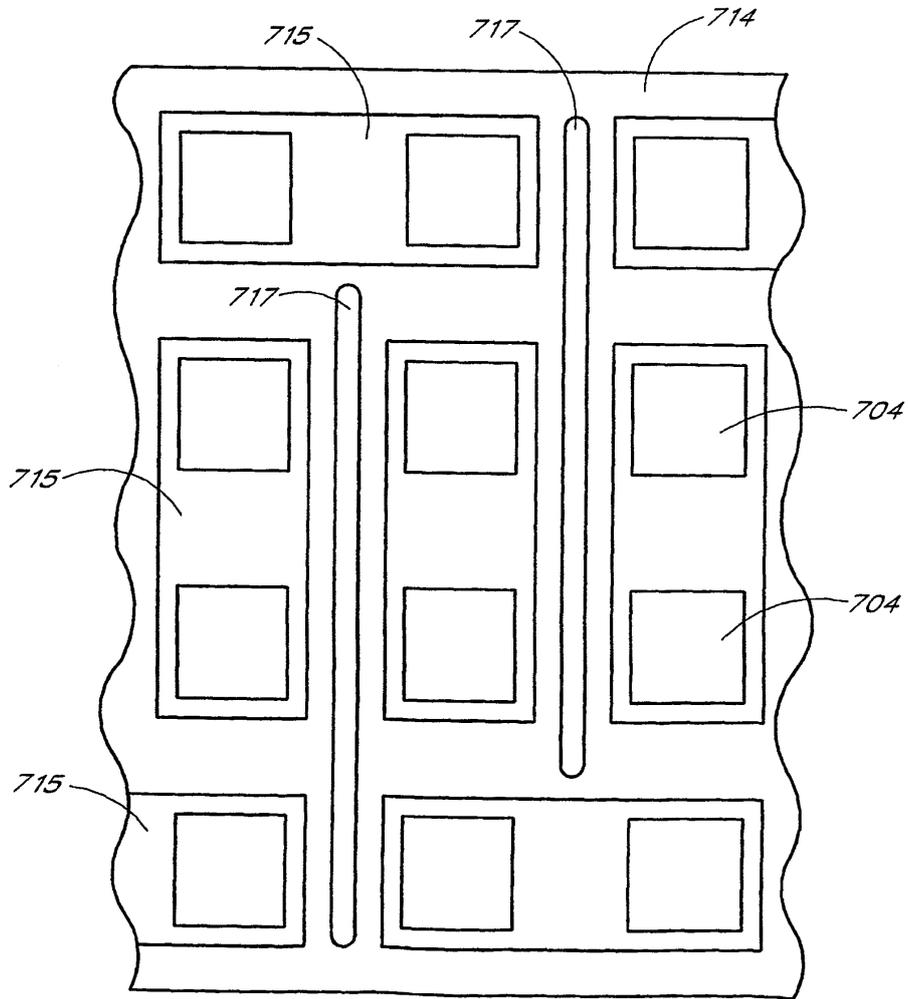
도면7a



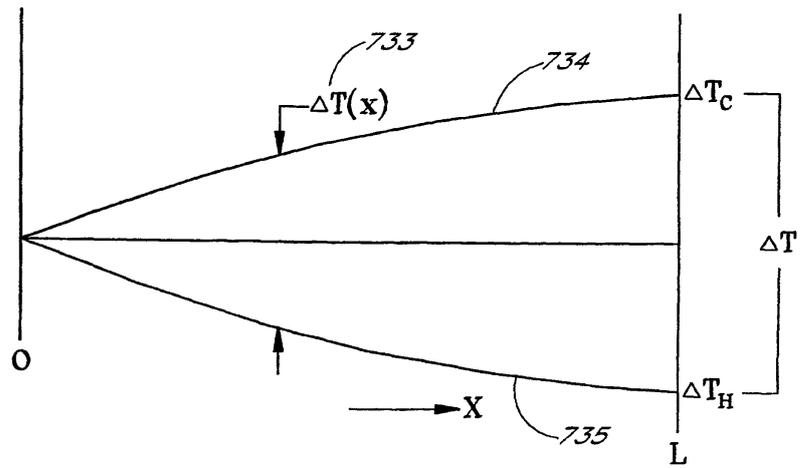
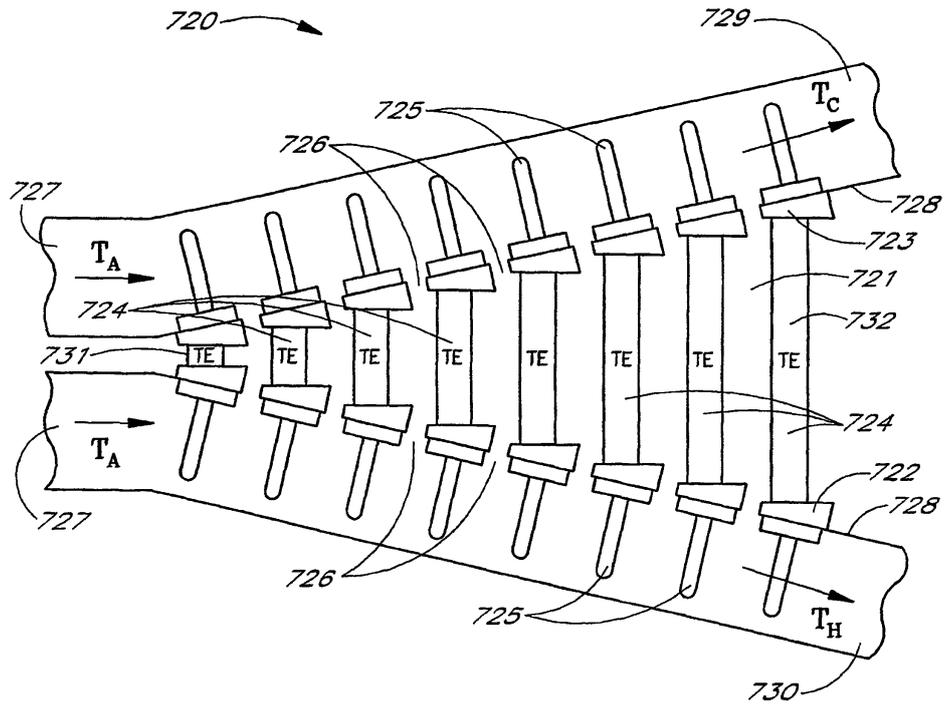
도면7b



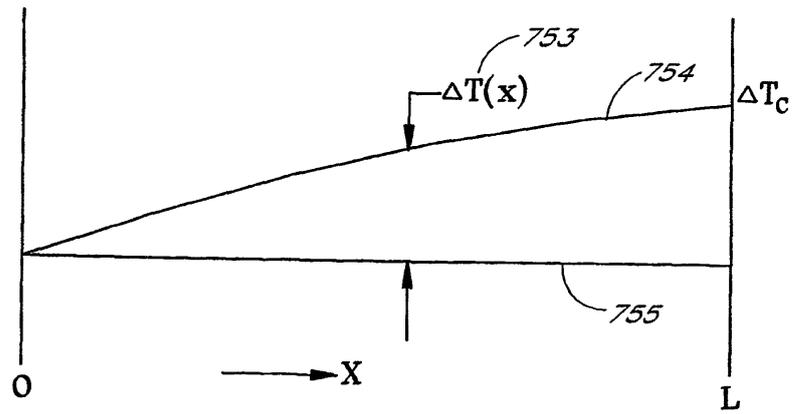
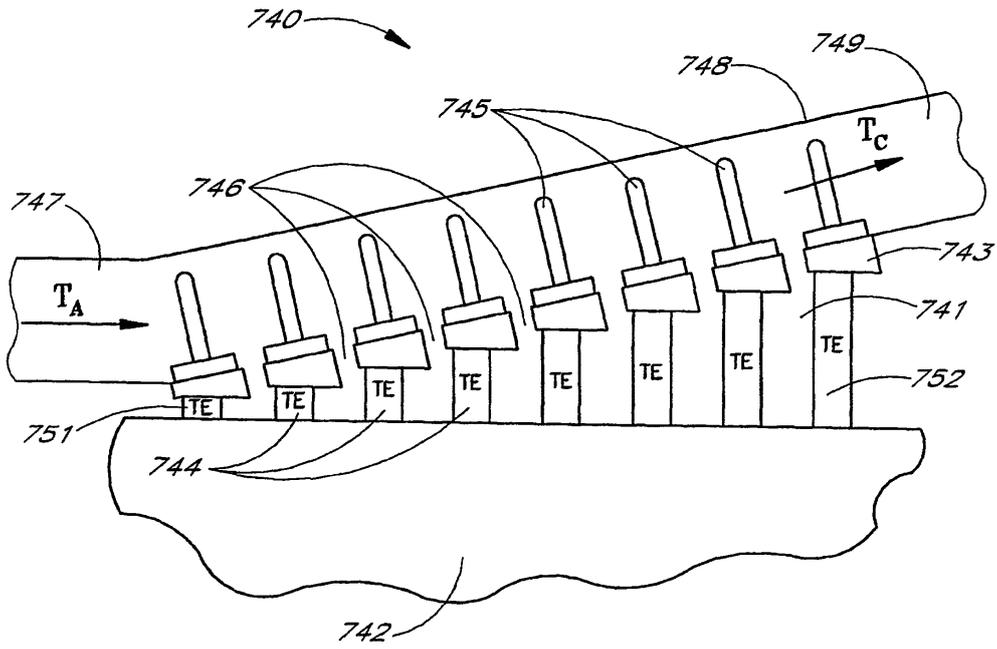
도면7c



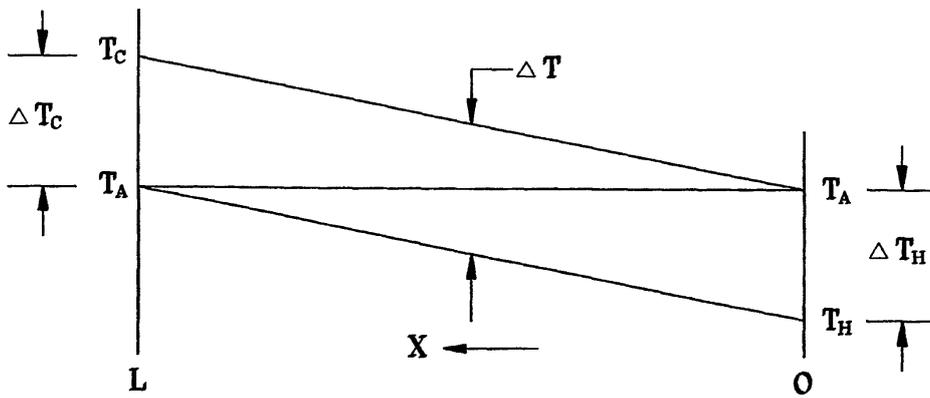
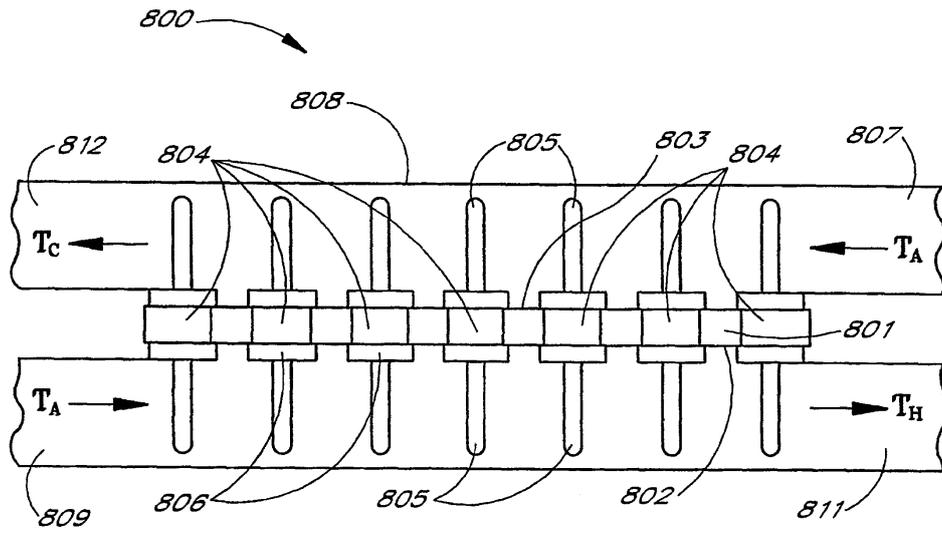
도면7d



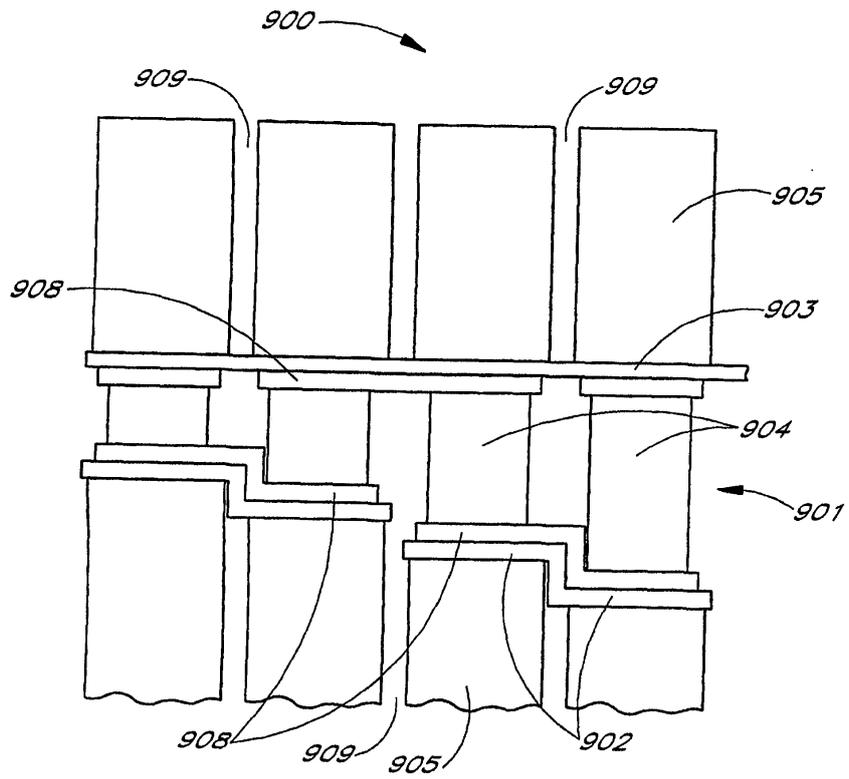
도면7e



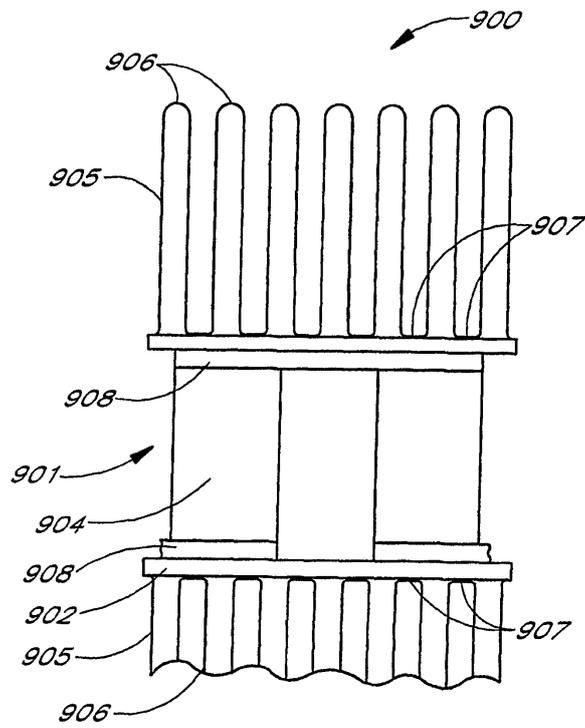
도면8



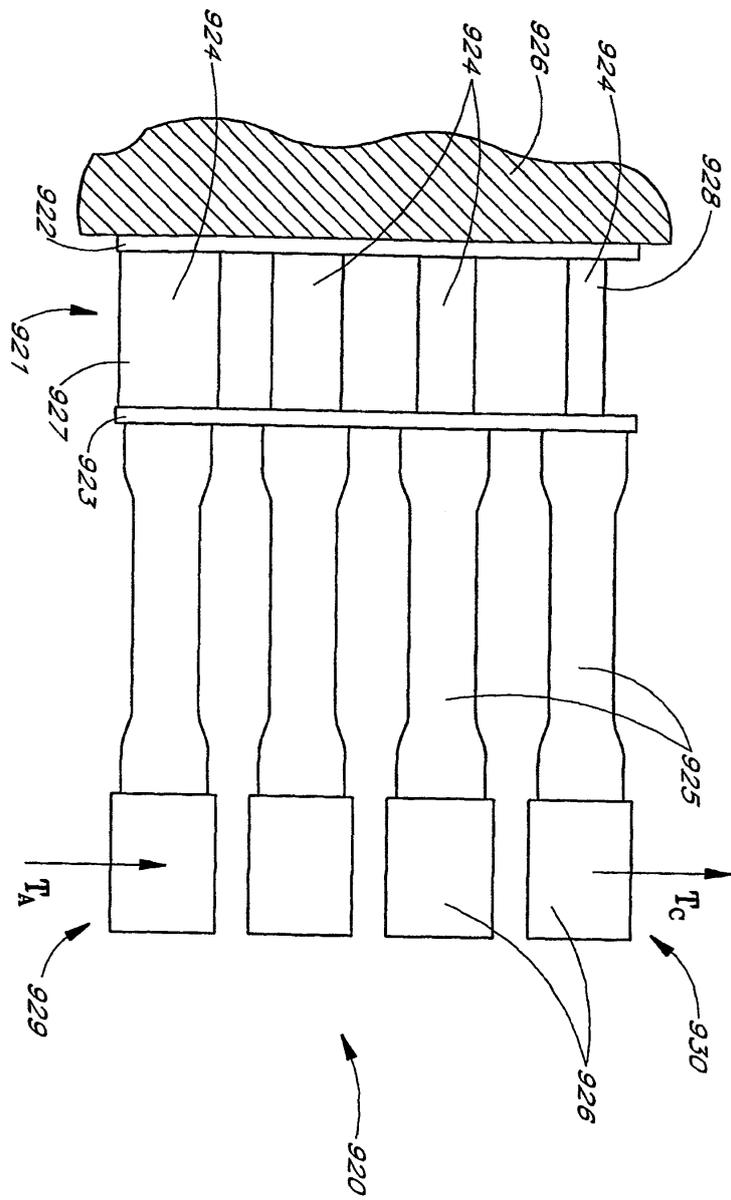
도면9a



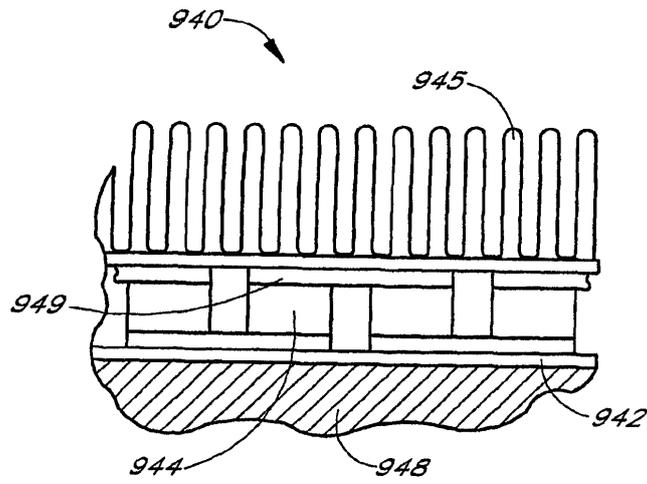
도면9b



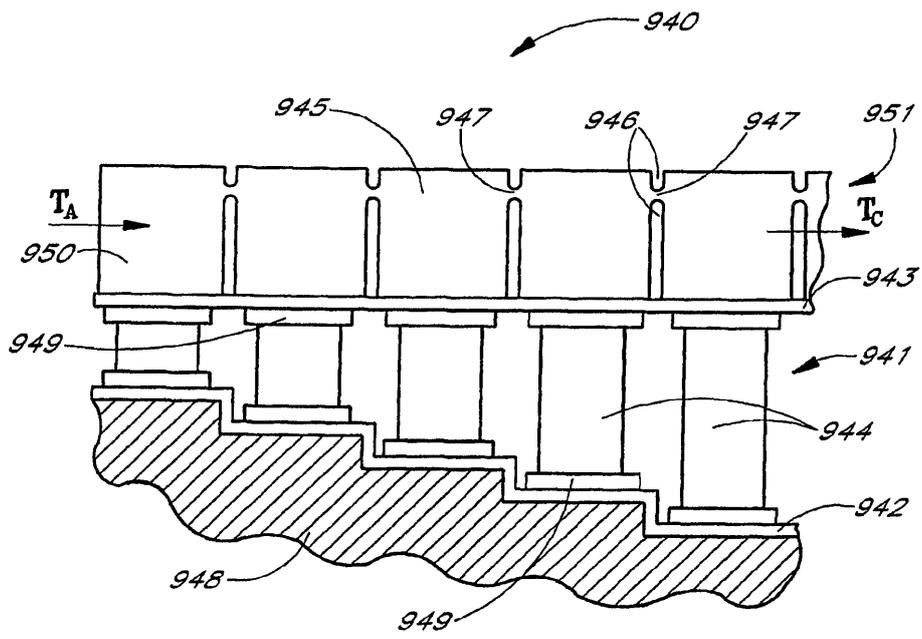
도면9c



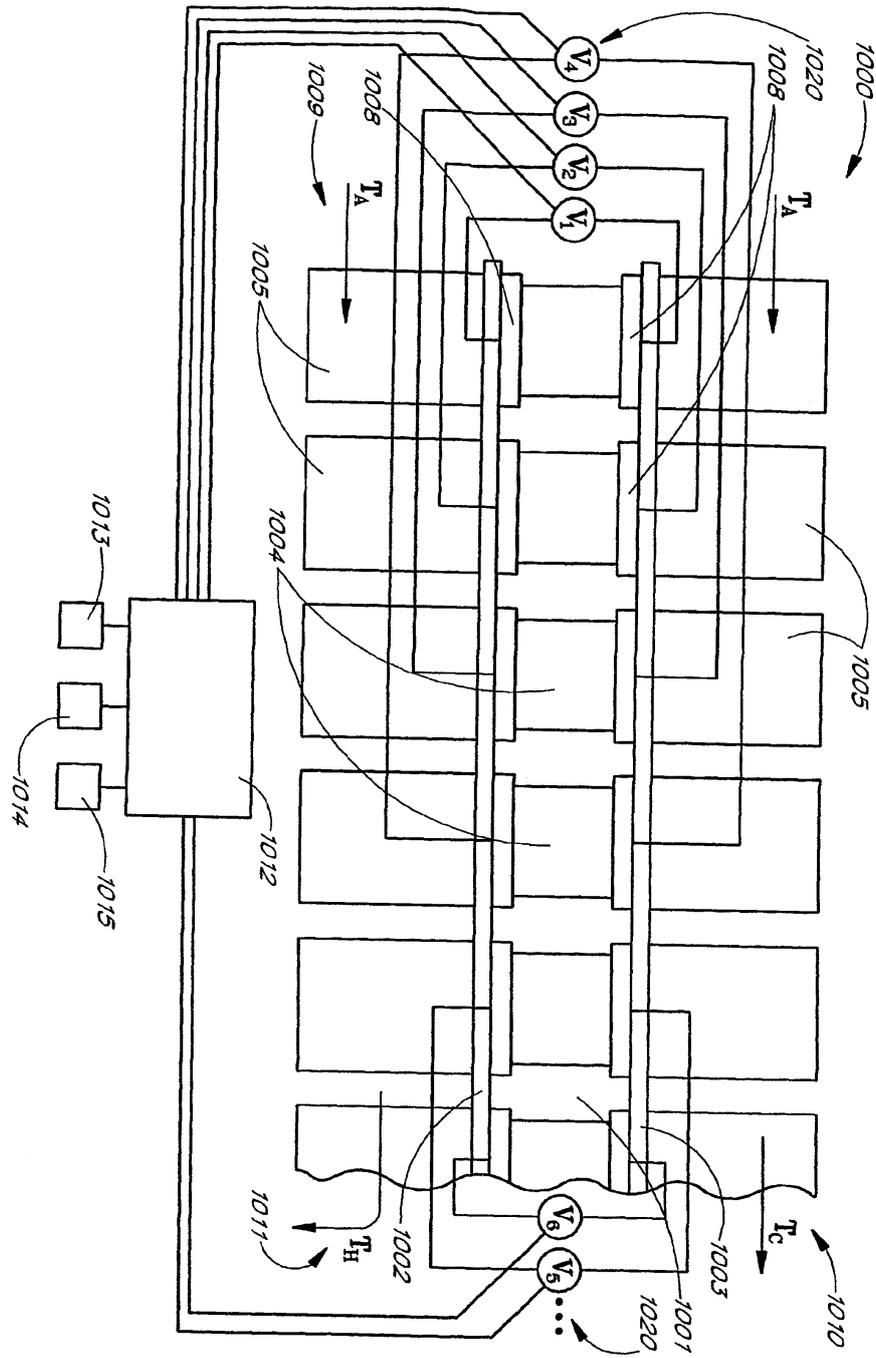
도면9d



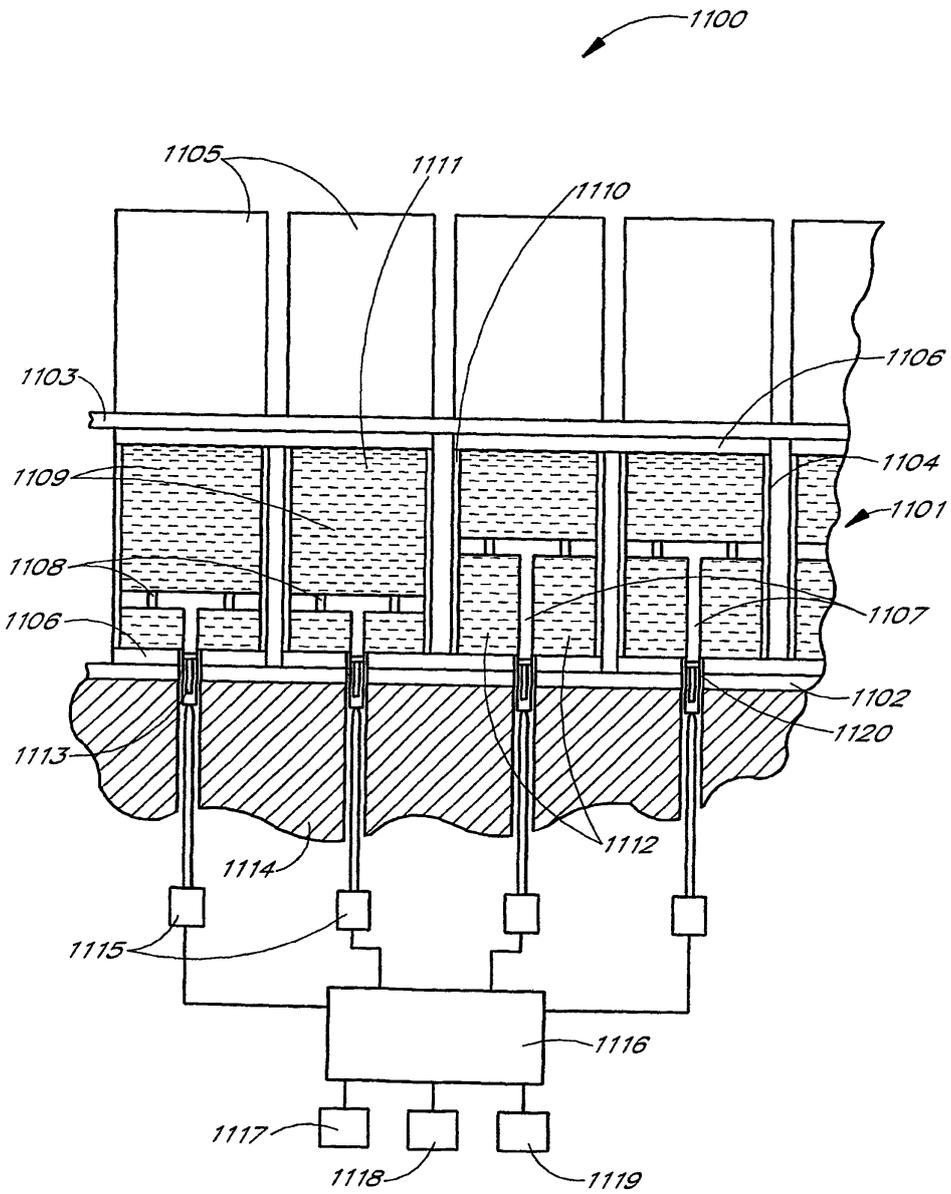
도면9e



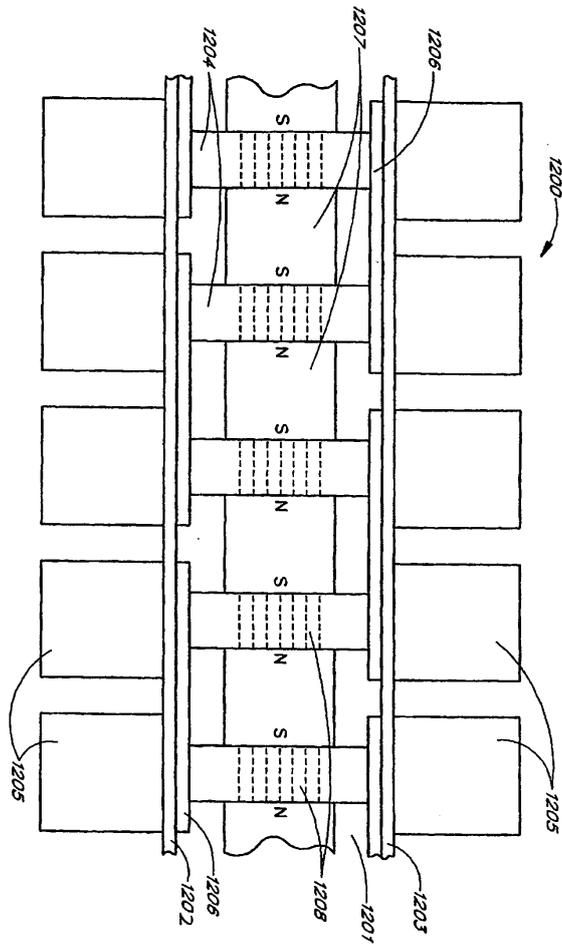
도면10



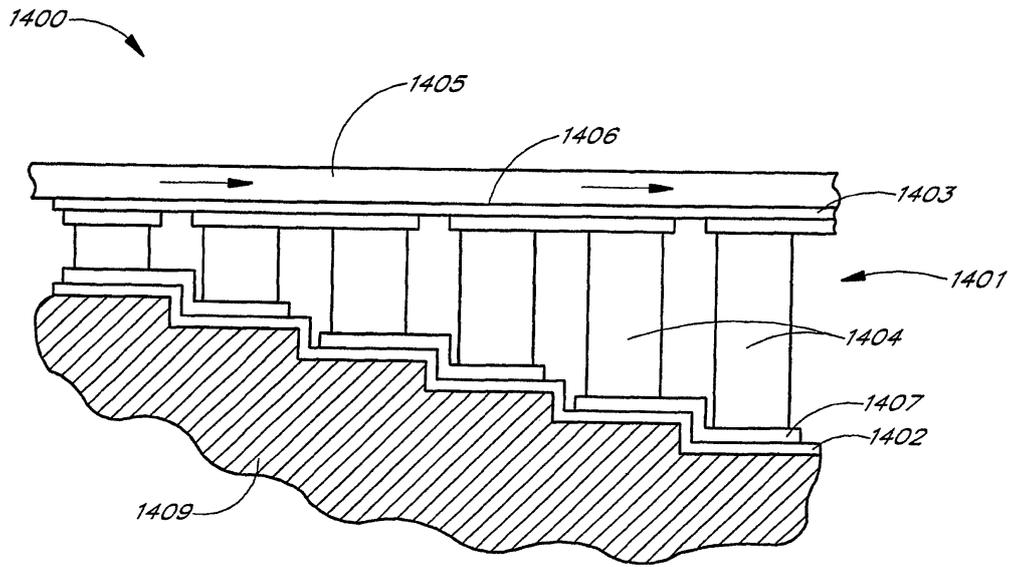
도면11



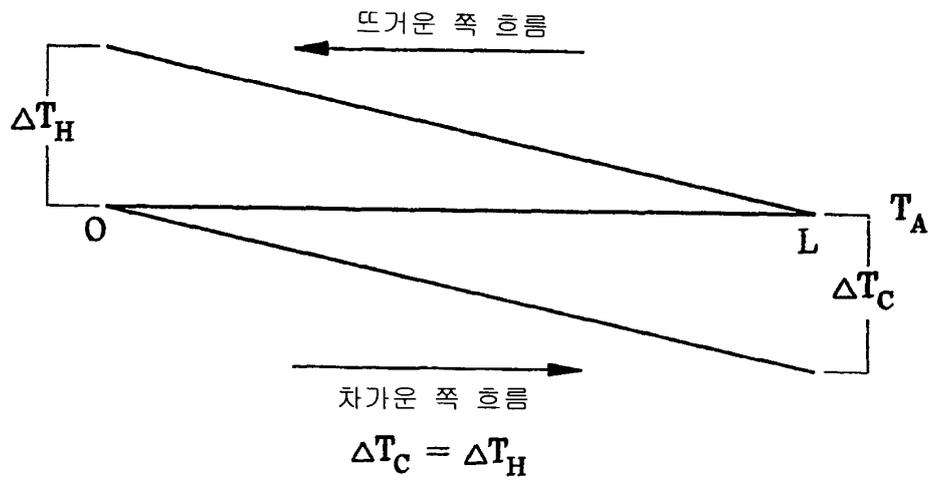
도면12



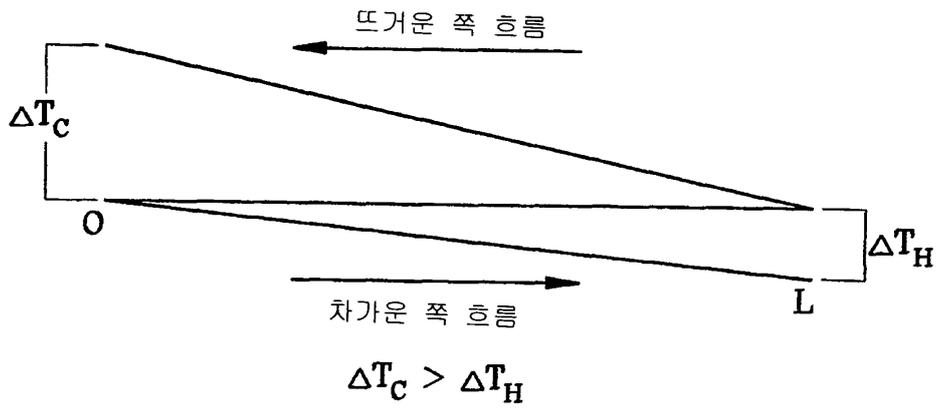
도면14



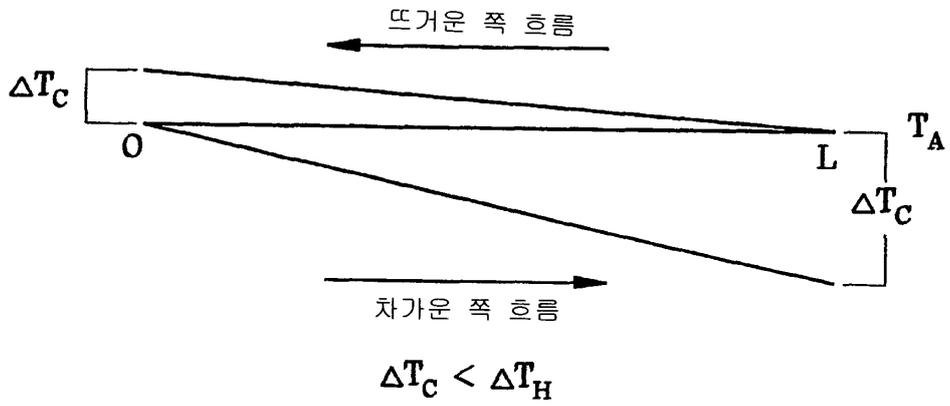
도면15a



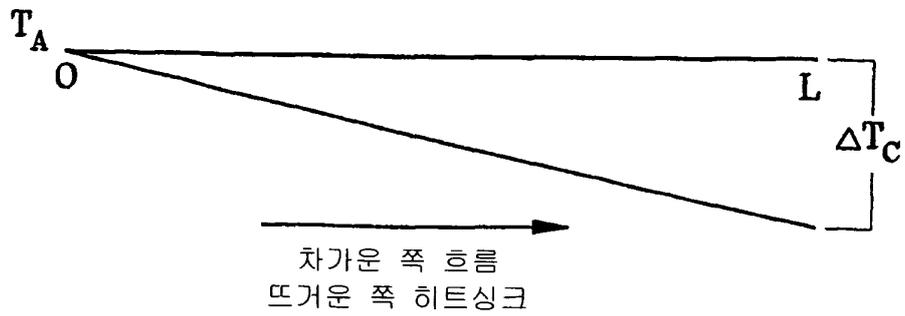
도면15b



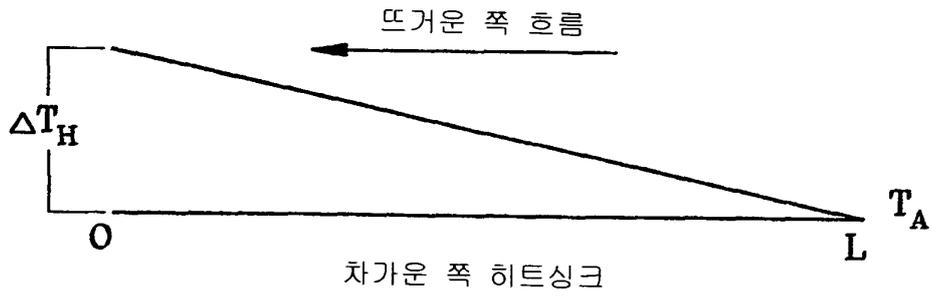
도면15c



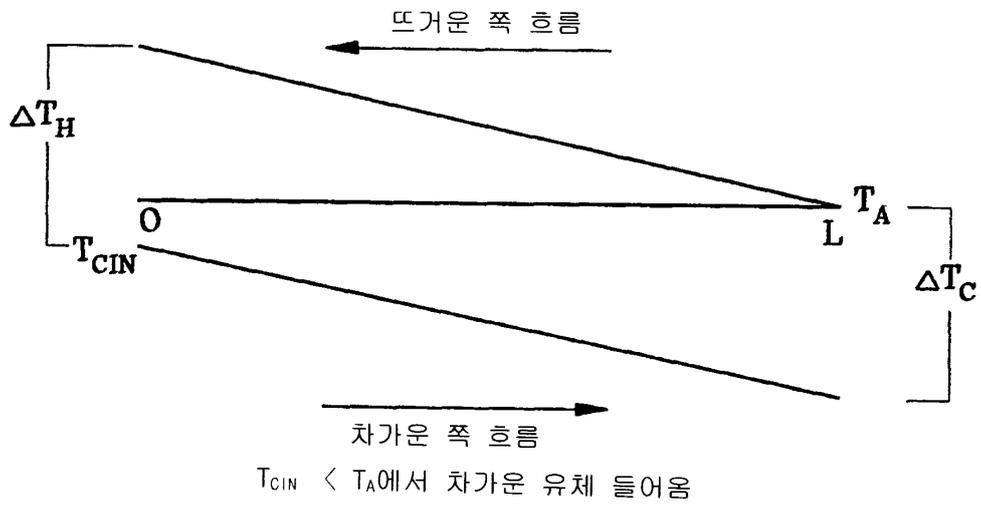
도면15d



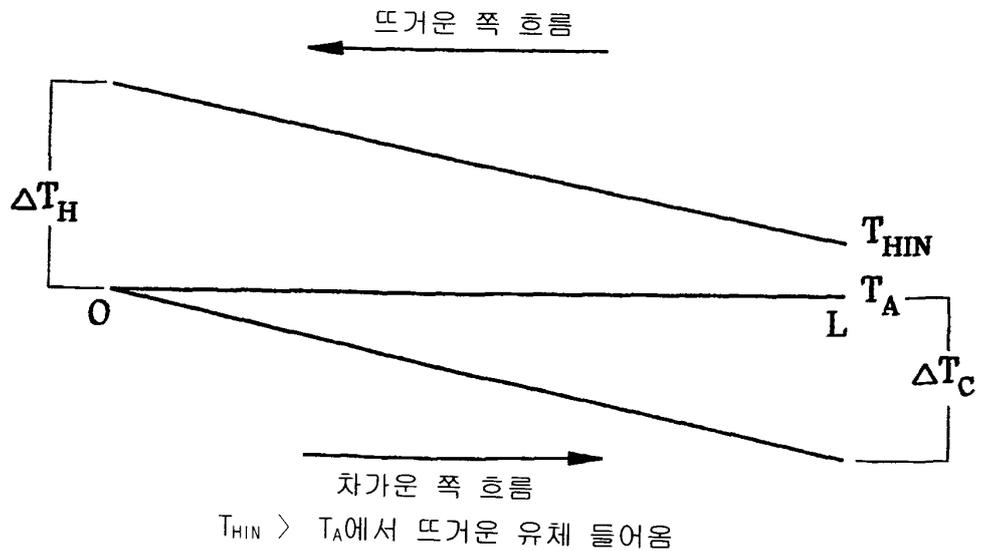
도면15e



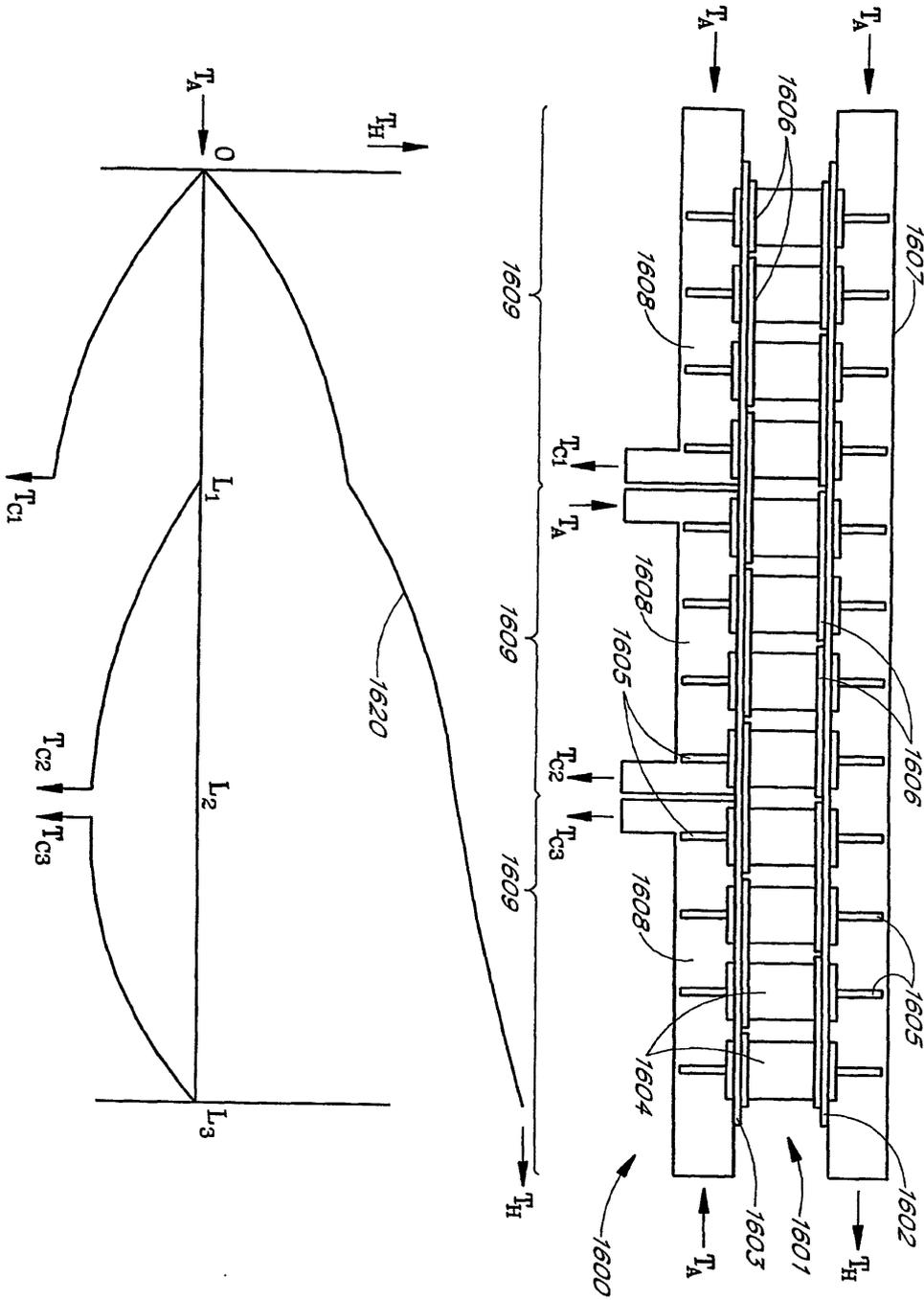
도면15f



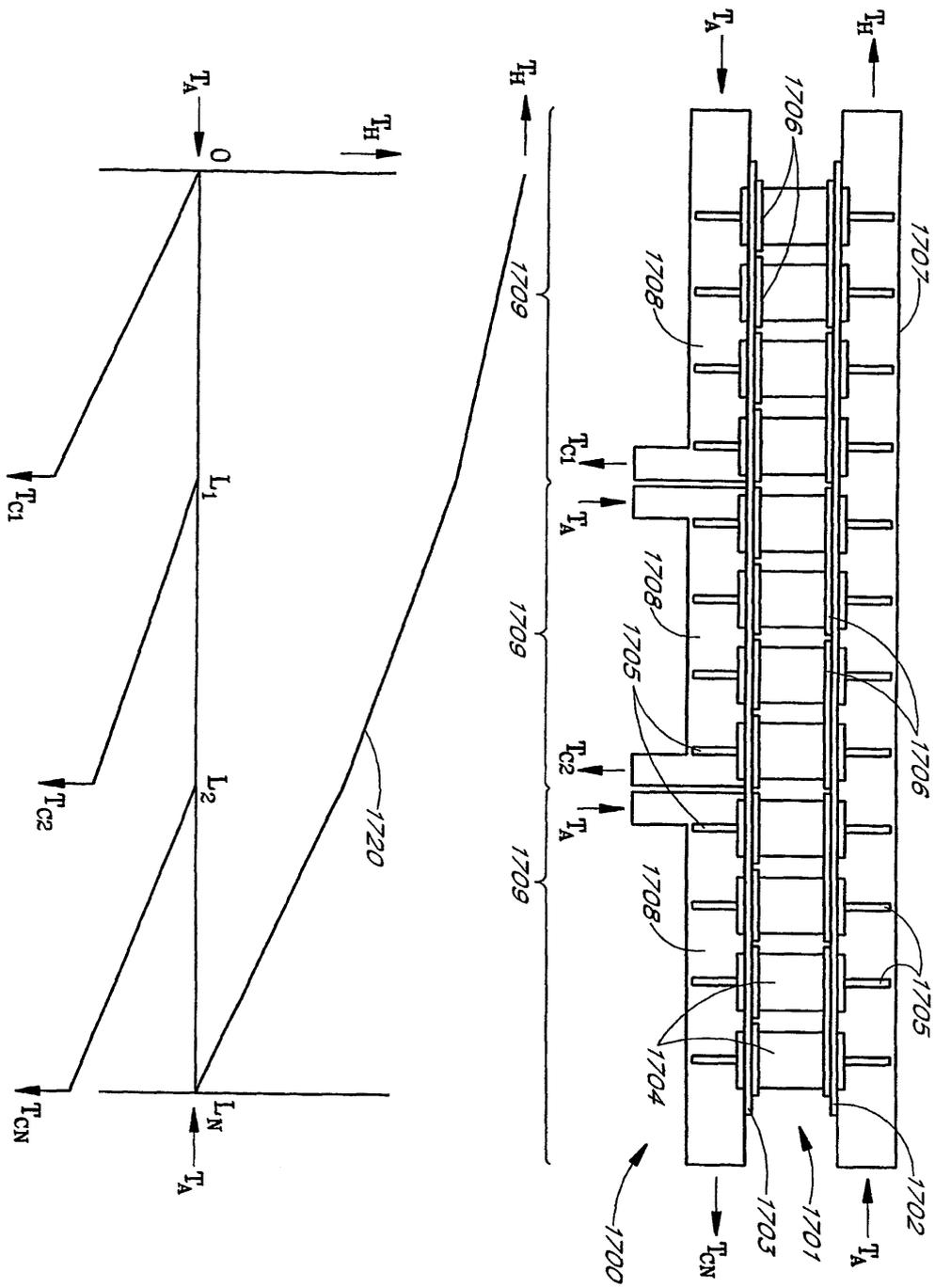
도면15g



도면16



도면17



도면18

