



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0135894
(43) 공개일자 2017년12월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01K 17/00 (2006.01) G01N 25/20 (2006.01)
G21C 17/112 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01K 17/00 (2013.01)
G01N 25/20 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7031782
- (22) 출원일자(국제) 2016년04월08일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년11월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/057727
- (87) 국제공개번호 WO 2016/162470
국제공개일자 2016년10월13일
- (30) 우선권주장
1553136 2015년04월10일 프랑스(FR)

- (71) 출원인
폼미사리아 아 레네르지 아토미끄 에프 옥스 에너
지스 엘터네이티브즈
프랑스, 에프-75015 파리 바띠명 르 뽀낭 데 뒤
르블랑 25
위니베르시떼 텍스-마르세이유
프랑스, 에프-13007 마르세이유, 불바르 샤를르
리봉, 58
- (72) 발명자
카레뜨 미셸
프랑스 13013 마르세유 뒤 니폴라 아페르 20 - 도
멘 다쥐르 - 바띠명 에이2
리유시 압달라
프랑스 04100 마노스끄 몽페 데 아드레슈 119
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리아나

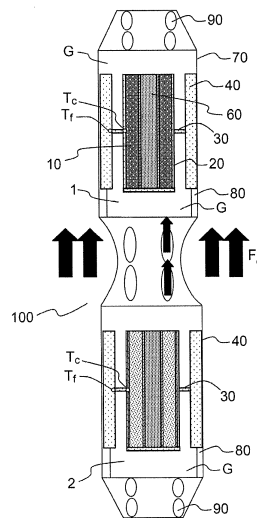
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 발명의 명칭 원자로에서 원자력 가열을 측정하기 위한 시험편, 및 적어도 하나의 이러한 시험편을 포함한 열량 측정 셀

(57) 요약

본 발명은 원자로에서 원자력 가열을 측정하기 위한 시험편 (1, 2) 에 관한 것으로, 이는 종방향 축선을 따라 열에 민감한 샘플 (10) 을 포함하도록 설계된 보디 (20); 및 보디 (20) 로부터 시험편 (1, 2) 의 외측을 향해 열을 배출하기 위한 수단 (30, 40) 을 포함하고, 보디 (20) 로부터 시험편 (1, 2) 의 외측을 향해 열을 배출하기 위한 수단 (30, 40) 은 상기 보디 (20) 의 주변에 위치한 주변 구조 (40); 및 상기 보디를 상기 주변 구조에 기계적으로 연결하기 위한 중심 구조 (30) 를 포함하고, 상기 중심 연결 구조는 보디 (20) 와 주변 구조 사이에서 반경방향으로 또는 종방향 축선에 수직으로 열을 전달하도록 설계되는 것을 특징으로 한다. 본 발명은 또한 본 발명에 따른 적어도 하나의 시험편 (1, 2); 상기 시험편이 배치되는 밀봉된 인클로저; 및 온도 측정 수단을 포함한, 원자로에서 원자력 가열을 측정하기 위한 열량 측정 셀 (100, 200) 에 관한 것이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G21C 17/112 (2013.01)

(72) 발명자

브뤽 쥘리

프랑스 13500 마르띠그 레지딩스 뚜레 드 발리에 -
바띠멍 디

레이나르-카레뜨 크리스텔

프랑스 13013 마르세유 튀 니폴라 아페르 20 - 도
멘 다쥐르 - 바띠멍 에이2

빌라르 장-프랑수아

프랑스 84120 미라보 슈맹 드 라 딜리장스 19

김발 필리쁘

프랑스 94270 르 크레플린-비세뜨르 튀 당퐁 50

명세서

청구범위

청구항 1

원자로에서 원자력 가열 (nuclear heating) 의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2) 로서,

- 종방향 축선을 따라 열에 민감한 샘플 (10) 을 포함하도록 구성된 보디 (20); 및
- 상기 보디 (20) 로부터 상기 샘플 홀더 (1, 2) 의 외부로 열을 제거하기 위한 수단 (30, 40) 을 포함하고, 상기 보디 (20) 로부터 상기 샘플 홀더 (1, 2) 의 외부로 열을 제거하기 위한 수단 (30, 40) 은:
 - 상기 보디 (20) 의 주변에 위치하는 주변 구조 (40); 및
 - 상기 보디와 상기 주변 구조를 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30) 를 포함하고, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 상기 보디 (20) 와 상기 주변 구조 (40) 사이에서 반경방향으로, 즉, 상기 종방향 축선에 수직으로 열을 전달하도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 상기 보디와 상기 주변 구조 사이에 반경방향으로 위치하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 3

제 1 항 및 제 2 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보디 (20) 는 그 중심에 가열 요소 (60) 를 더 포함하도록 구성되는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 한 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30) 는 상기 보디 (20) 의 치수보다 작은 종방향 축선을 따른 치수를 가지고, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조의 상기 종방향 축선을 따라 중심 위치는 상기 보디의 상기 종방향 축선을 따라 중심 위치에 가까운, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 보디 (20) 는 그 중심에 중심 절연 심 (61; central insulating shim) 을 더 포함하고, 상기 중심 절연 심은 상기 가열 요소 (60) 를 지지하고 상기 가열 요소를 상기 보디 (20) 로부터 전기적으로 절연하도록 되어 있는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 한 항에 있어서,

상기 보디 (20) 는 중공 실린더인, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 환형부인, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 8

제 6 항 및 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주변 구조 (40) 는 실린더형 환형 형상을 가지는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 한 항에 있어서,

상기 보디 및/또는 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조 및/또는 상기 주변 구조 (40) 는 스테인리스 강, 알루미늄, 그래파이트, 또는 핵 방사선에 적합한 (compatible) 임의의 재료로 만들어지는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 한 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 천공되지 않은 (unapertured), 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 11

제 1 항 내지 제 9 항 중 한 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 천공되어 있고 상기 보디 (20) 와 상기 주변 구조 (40) 사이에 반경방향으로 배치된 하나 이상의 유니터리 (unitary) 요소들을 포함하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30) 는 상기 보디 (20) 와 상기 주변 구조 (40) 사이에 균일하게 분포된 동등한 면적들의 N 개 섹터들의 형태를 취하고, N 은 2 이상인, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30) 는 상기 보디 (20) 와 상기 주변 구조 (40) 사이에 균일하게 분포된 동등한 면적들의 8 개 섹터들을 형성하도록 절단된 환형부인, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30) 는 상기 보디 (20) 와 상기 주변 구조 (40) 사이에 균일하게 분포된 동등한 면적들의 4 개 섹터들을 형성하도록 절단된 환형부 (30) 인, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더 (1, 2).

청구항 15

원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200) 로서,

- 제 1 항 내지 제 14 항 중 한 항에 따른 적어도 하나의 샘플 홀더 (1, 2);
- 상기 샘플 홀더가 배치되는 케이싱 (70); 및
- 온도 측정 수단을 포함하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 케이싱은 가스를 포함하고 기밀한 (gas-tight), 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 가스는 크세논 또는 질소 또는 네온 또는 헬륨인, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 18

제 15 항 내지 제 17 항 중 한 항에 있어서,

- 온도 (T_c) 를 측정하기 위한 제 1 온도 측정 수단으로서, 상기 제 1 온도 측정 수단은 샘플을 포함하도록 된 보디와 기계적으로 링크하는 중심 구조 사이 계면에 위치하는, 상기 제 1 온도 측정 수단;
- 온도 (T_f) 를 측정하기 위한 제 2 온도 측정 수단으로서, 상기 제 2 온도 측정 수단은 링크하는 중심 구조와 주변 구조 사이 계면에 위치하는, 상기 제 2 온도 측정 수단을 포함하고,
- 상기 제 1 온도 측정 수단 및 상기 제 2 온도 측정 수단은 열점에서 측정과 냉점에서 측정으로부터 원자력 가열이 결정될 수 있도록 허용하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 샘플 홀더로 통합된 온도 측정 수단은 상이한 금속들로 만들어진 상기 샘플 홀더의 구조 요소들에 의해 형성된 열전대들이고:

- 상기 보디는 제 1 금속으로 만들어진 샘플을 포함하도록 되어 있고;
- 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 제 2 금속으로 만들어지고;
- 상기 주변 구조는 제 3 금속 또는 제 1 금속으로 만들어지는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 20

제 15 항 내지 제 19 항 중 한 항에 있어서,

적어도 2 개의 샘플 홀더들 (1, 2) 을 포함하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 샘플 홀더들 (1, 2) 은 종방향으로 배향되고, 각각의 샘플 홀더의 반경방향 축선 (A_{r1} , A_{r2}) 에 수직인 주요 축선 (A_p) 을 따라 하나를 다른 하나 위에 배치하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 샘플 홀더들 (1, 2) 은 횡방향으로 배향되고, 각각의 샘플 홀더의 반경방향 축선 (A_{r1} , A_{r2}) 에 평행한 주요 축선 (A_p) 을 따라 하나를 다른 하나 위에 배치하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀

(100, 200).

청구항 23

제 15 항 내지 제 21 항 중 한 항에 있어서,

하나 이상의 샘플 홀더들 (1, 2) 을 캡슐화한 단일 케이싱 (70) 을 포함하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 케이싱 (70) 은 하나 이상의 샘플 홀더들의 하나 이상의 주변 구조들과 접촉하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 25

제 15 항 내지 제 24 항 중 한 항에 있어서,

상기 케이싱의 내부로 가스를 도입하기 위한 수단을 포함하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 26

제 24 항 및 제 25 항 중 한 항에 있어서,

상기 케이싱은 상기 샘플 홀더들을 서로 격리하도록 하나의 샘플 홀더를 각각 포함하는 유니터리 격실들을 포함하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 케이싱은 격실들을 함께 링크하는 링크부들을 포함하고, 상기 링크부들은 열 전달 유체를 상기 링크부들을 통해 유동시키기 위한 수단 (90) 을 포함하는, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀 (100, 200).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 원자로들에서 가열의 온라인 측정을 위한 샘플 홀더에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 적어도 하나의 샘플 홀더를 포함하는 열량계 셀에 관한 것이다.

[0003] 본 발명은 특히 원자력 산업 분야에 적용된다.

배경 기술

[0004] 원자력 가열은 특히 원자로 내에 존재하는 광자 및 중성자의 방사선에 의해 유도된다. 원자력 가열의 측정은 원자로 (노심 및 반사체/주변) 에서 방사선 필드가 간접적으로 액세스될 수 있도록 허용한다.

[0005] (중성자 및 광자)/물질의 방사성 상호작용에 의한 중량 및 시간당 에너지 (W/g) 의 축적 (deposition) 이 원자력 가열으로 불린다.

[0006] 중성자 방사선 및 보다 정확하게는 중성자 플루언스 (fluence) 또는 플럭스로도 불리는 중성자 입자의 수는 핵분열 전리함들 (fission chambers), 자기 출력형 검출기들 또는 심지어 방사화 검출기들과 같은 특정 시스템들을 사용해 정량화될 수도 있다. 광자 방사선은 그에 대해 이온화함들 또는 자기 출력형 검출기들과 같은 특정 시스템들을 사용해 정량화될 수도 있다. 중성자 및 광자 방사선은 그 에너지를 물질에 축적하여서 그것을 가열하는 특성을 갖는다. 물질이라는 것은 원자로들, 예를 들어 원자로 구조들, 실험 기기들, 및 (핵 연료를 포함하는) 원자로 노심에 존재하는 임의의 재료들에 포함된 물질이다.

[0007] 이 방사선 효과를 결정하기 위해서, 입자 플럭스보다는 방사선에 의해 발생된 전체 원자력 가열량을 정량화하는

것이 언급된다.

- [0008] 이것은 내부 구조들 및 시스템들 (예를 들어, 실험 기기들) 이 실험 채널에 따라 그리고 실험 프로그램에 따라 다른 실험 원자로들에서 특히 적합하다.
- [0009] 실험 원자로들에서 원자력 가열을 측정하는 것이 더욱더 필요한데, 왜냐하면 특히 기계적 강도 및 열 저항 (thermal withstand) 관점에서, 실험 기기들을 치수 결정할 때 고려되어야 하는 중요한 양이기 때문이다.
- [0010] 원자력 가열은 종래에는 열량 측정 방법에 의해 측정된다. 열량 측정 방법들은 본질적으로 작은 피스의 재료 또는 샘플의 원자력 가열을 결정하는 것으로 구성되고, 그 질량은 하나 이상의 온도 증가 또는 하나 이상의 온도 차이를 측정함으로써 알게 된다.
- [0011] 설명의 나머지 부분에서, 이런 작은 피스의 재료는 샘플로서 지칭될 것이다.
- [0012] 샘플은 종래에는 그래파이트로 만들어진다.
- [0013] 온도 증가 또는 온도 차이는 광자 및 중성자 방사선 때문일 수도 있다. 그것은 또한, 예를 들어 "de zero" 및 "d'addition de courant" 라고 말하는 측정 프로토콜을 원자로에서 구현하거나 원자로 외부에서 열량계를 보정하기 위해, 가능하다면 방사선과 함께, 열량계로 통합된 가열 시스템 때문일 수도 있다. 이러한 측정 프로토콜은 특허 FR 2 968 448 에서 설명된다.
- [0014] 차동 열량계가 통상적으로 사용된다. 이 경우에, 열량계는 2 개의 샘플 홀더들을 포함한다. 차동 열량계를 이용한 원자력 가열 측정은 2 개의 본질적으로 동일한 샘플 홀더들 사이 두 배의 온도 차이를 기반으로 하고, 제 1 샘플 홀더는 가득 차 있고, 즉, 축적 에너지가 측정되어야 하는 재료의 샘플을 포함하고, 비어있는 제 2 샘플 홀더가 기준으로서 역할을 한다. 축적 에너지는 2 개의 샘플 홀더들 사이 이런 두 배의 온도 차이로부터 추정되고, 통상적으로 W/g 로 표현된다. 온도는 열전대들에 의해 측정될 수도 있다.
- [0015] 한 가지 유형의 샘플 홀더 및 한 가지 유형의 차동 열량계는 공개 "*Nuclear Heating Measurements in Material Testing Reactor: a Comparison Between a Differential Calorimeter And a Gamma Thermometer*, D. Fourmentel, C. Reynard-Carette, A. Lyoussi, J.F. Villard, J.Y. Malo, M. Carette, J. Brun, P. Guimbal, Y. Zerega, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 60 권, 1 호, 2 부, 간행 년도: 2013, 328 - 335 페이지" 에서 설명된다.
- [0016] 차동 열량계는 열량계와 열량계 외부의 열 전달 유체 사이에서 열이 교환되는 한 비단열 열량계이다. 그것은 2 개의 샘플 홀더들을 포함한다.
- [0017] 각각의 샘플 홀더는 3 개의 부분: 헤드, 베이스 및 헤드와 베이스를 축선 방향으로 연결하는 로드를 포함한다. 3 개의 부분은 동일한 축선에 종방향으로 놓여 있다. 제 1 열전대는 로드를 구비한 링크와 같은 높이로 헤드의 베이스에 위치한다. 제 2 열전대는 베이스의 중간에 위치한다.
- [0018] 다른 유형의 샘플 홀더는 공개 "*Principle of calibration of the simple calorimeter for nuclear heating measurements in MARIA reactor and transposition to the case of JHR reactor.*, M. Tarchalski, K. Pytel, P. Sireta, A. Lyoussi, J. Jagielski, C. Reynard-Carette, C. Gonnier, G. Bignan, *ANIMMA 2013*, 6월 23-27 일, 마르세유, 프랑스, ISBN: 978-1-4799-1046-5" 에서 설명된다.
- [0019] 샘플 홀더는 스테인리스 강 케이싱에 장착된 실린더형 중심 샘플을 포함한다. 가스 충전된 공간이 실린더형 샘플과 케이싱 사이에 제공된다. 열전대는 중심 샘플의 중심으로 삽입된다. 다른 열전대는 케이싱의 외부에 체결된다. 두 열전대 사이 온도 차이가 측정된다.
- [0020] 임의의 레벨의 축적 에너지를 초과하면, 절연 가스 층이 샘플을 둘러싸기 때문에, 상기 공개에 따른 샘플 홀더는 열이 샘플로부터 제거될 수 있도록 허용하지 않는다 (높은 유도 온도). 구체적으로, 상기 공개의 도 2 는, 온도가 본질적으로 가스층 레벨까지 반경방향으로 감소하는 것을 보여준다. 높은 레벨의 축적 에너지를 제거하기 위해서, 층 두께를 감소시키고 그리고/또는 가스 성질을 변경할 필요가 있다.
- [0021] 전술한 두 공개에서, 샘플 홀더들과 열량계들은 반경방향 열교환을 촉진하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 본 발명의 한 가지 목적은, 상기 문제점에 응해서, 샘플 홀더 및 적어도 하나의 이러한 샘플 홀더를 포함한 열량계 셀을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 이 이유로 그리고 이와 관련해서, 본 발명의 주제들은 원자로에서 원자력 가열 측정을 위한 샘플 홀더 및 본 발명의 샘플 홀더를 포함한 열량계 셀에 대한 새로운 구성이다.

[0024] 보다 정확하게는, 본 발명의 한 가지 주제는 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더이고, 이는:

[0025] - 종방향 축선을 따라 열에 민감한 샘플을 포함하도록 구성된 보디; 및

[0026] - 상기 보디로부터 상기 샘플 홀더의 외부로 열을 제거하기 위한 수단을 포함하고,

[0027] 상기 보디로부터 상기 샘플 홀더의 외부로 열을 제거하기 위한 수단은:

[0028] - 상기 보디의 주변에 위치하는 주변 구조; 및

[0029] - 상기 보디와 상기 주변 구조를 기계적으로 링크하는 중심 구조를 포함하고, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 상기 보디와 상기 주변 구조 사이에서 반경방향으로, 즉 상기 종방향 축선에 수직으로 열을 전달하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0030] 본 발명에 따르면, 기계적으로 링크하는 중심 구조는 상기 보디와 상기 주변 구조 사이에 반경방향으로 위치한다.

[0031] 상기 보디는 그 중심에 가열 요소를 더 포함하도록 구성될 수도 있다. 그러면 보디는 유리하게도 그것의 중심에 절연 심 (shim) 을 포함할 수도 있고, 상기 심은 가열 요소를 지지하고 그것을 전기적으로 절연하도록 되어 있다.

[0032] 유리하게도, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 상기 보디의 치수보다 작은 종방향 축선을 따른 치수를 가지고, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조의 상기 종방향 축선을 따라 중심 위치는 상기 보디의 상기 종방향 축선을 따라 중심 위치에 가깝다.

[0033] 본 발명의 변형예들에서, 보디는 중공 실린더이다. 유리하게도, 상기 실린더의 내경 및 외경은 예를 들어 원자력 가열의 목표 레벨 (샘플의 질량), 샘플 홀더에 바람직한 감도, 및 검사될 채널의 크기에 따라 선택된다.

[0034] 본 발명의 변형예들에서, 기계적으로 링크하는 중심 구조는 환형부이다.

[0035] 본 발명의 변형예들에서, 주변 구조는 실린더형 환형 형상을 갖는다.

[0036] 주변 구조의 두께는, 그것이 기계적 강도를 보장해야 할지라도, 원자로 채널의 크기, 원자력 가열의 목표 감도 및 목표 레벨에 따라 선택될 수도 있다.

[0037] 본 발명의 변형예들에서, 상기 보디 및/또는 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조 및/또는 상기 주변 구조는 스테인리스 강, 알루미늄, 그래파이트, 또는 핵 방사선에 적합한 (compatible) 임의의 재료로 만들어질 수 있다.

[0038] 본 발명의 변형예들에서, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 천공되지 않는다 (unapertured).

[0039] 본 발명의 변형예들에서, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 천공되어 있고 상기 보디와 상기 주변 구조 사이에 반경방향으로 배치된 하나 이상의 유니터리 요소들을 포함한다. 따라서, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 상기 보디와 상기 주변 구조 사이에 균일하게 분포된 동등한 면적들의 N 개 섹터들의 형태를 취할 수도 있고, N 은 2 이상이다. 전형적으로, 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 상기 보디와 상기 주변 구조 사이에 균일하게 분포된 동등한 면적들의 4 개 또는 8 개의 섹터들을 형성하도록 절단된 환형부일 수도 있다.

[0040] 전형적으로, 기계적으로 링크하는 중심 구조는 원자력 가열의 원하는 감도 및 목표 레벨에 따라 선택된 높이를 가질 수도 있다.

[0041] 본 발명의 다른 주제는 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 열량계 셀이고, 이는:

[0042] - 본 발명에 따른 적어도 하나의 샘플 홀더;

[0043] - 상기 샘플 홀더가 배치되는 케이싱; 및

- [0044] - 온도 측정 수단을 포함한다.
- [0045] 케이싱은 유리하게도 가스, 가능하다면 예를 들어 크세논 또는 질소 또는 네온 또는 헬륨을 포함할 수 있고, 기밀할 (gas-tight) 수 있다.
- [0046] 본 발명의 변형예들에서, 온도 측정 수단은:
- [0047] - 온도를 측정하기 위한 제 1 온도 측정 수단으로서, 상기 수단은 샘플을 포함하도록 된 보디와 기계적으로 링크하는 중심 구조 사이 계면에 위치하는, 상기 제 1 온도 측정 수단;
- [0048] - 온도를 측정하기 위한 제 2 온도 측정 수단으로서, 상기 수단은 기계적으로 링크하는 중심 구조와 주변 구조 사이 계면에 위치하는, 상기 제 2 온도 측정 수단을 포함하고,
- [0049] - 상기 제 1 및 제 2 온도 측정 수단은 열점에서 측정과 냉점에서 측정으로부터 원자력 가열이 결정될 수 있도록 허용한다.
- [0050] 본 발명의 변형예들에서, 온도 측정 수단은 상이한 금속들로 만들어진 상기 샘플 홀더의 구조 요소들에 의해 형성된 열전대들일 수 있고:
- [0051] - 상기 보디는 제 1 금속으로 만들어진 샘플을 포함하도록 되어 있고;
- [0052] - 상기 기계적으로 링크하는 중심 구조는 제 2 금속으로 만들어지고;
- [0053] - 상기 주변 구조는 제 3 금속 또는 제 1 금속으로 만들어진다.
- [0054] 본 발명의 변형예들에서, 열량계 셀은 적어도 2 개의 샘플 홀더들을 포함한다.
- [0055] 상기 샘플 홀더들은 종방향으로 배향될 수도 있고, 각각의 샘플 홀더의 반경방향 축선에 수직인 주요 축선을 따라 하나를 다른 하나 위에 배치할 수도 있다.
- [0056] 상기 샘플 홀더들은 또한 횡방향으로 배향될 수도 있고, 각각의 샘플 홀더의 반경방향 축선에 평행한 주요 축선을 따라 하나를 다른 하나 위에 배치할 수도 있다.
- [0057] 본 발명의 변형예들에서, 열량계 셀은 하나 이상의 샘플 홀더들을 캡슐화한 단일 케이싱을 포함한다.
- [0058] 본 발명의 변형예들에서, 케이싱은 하나 이상의 샘플 홀더들의 하나 이상의 주변 구조들과 접촉한다.
- [0059] 본 발명의 변형예들에서, 열량계 셀은 상기 케이싱의 내부로 가스를 도입하기 위한 수단을 포함한다.
- [0060] 본 발명의 변형예들에서, 상기 케이싱은 상기 샘플 홀더들을 서로 격리하도록 하나의 샘플 홀더를 각각 포함하는 유니터리 격실들을 포함한다.
- [0061] 본 발명의 변형예들에서, 상기 케이싱은 격실들을 함께 링크하는 링크부들을 포함하고, 상기 링크부들은 열 전달 유체를 상기 링크부들을 통해 유동시키기 위한 수단을 포함한다.
- [0062] 본 발명은 도면들을 참조하여 제공된 하기 비제한적인 설명을 읽을 때 더 잘 이해될 것이고 다른 장점들이 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0063] - 도 1a 및 도 1b 는, 각각, 샘플을 가지지 않을 때 그리고 샘플을 가질 때 본 발명에 따른 샘플 홀더를 도시한다.
- 도 2 는 본 발명에 따른 샘플 홀더에서 사용될 수 있는 환형의 기계적으로 링크하는 중심 구조들의 다양한 실시예들을 도시한다.
- 도 3 은, 하나는 샘플을 포함한, 2 개의 샘플 홀더들을 포함하는 본 발명의 열량계 셀의 제 1 실시예를 도시한다.
- 도 4 는, 하나는 샘플을 포함한, 2 개의 샘플 홀더들을 포함하는 본 발명의 열량계 셀의 제 2 실시예를 도시한다.
- 도 5 는 본 발명의 샘플 홀더를 포함한 열량계 셀과 관련하여 열교환에 수반된 다양한 요소들의 다양한 열 저항의 다이어그램을 보여준다.

- 도 6 은 본 발명의 샘플 홀더를 포함한 열량계 셀과 관련하여 열 저항 계산에 고려되는 요소들의 높이들 및 반경들을 보여준다.
- 도 7 은 기계적으로 링크하는 중심 구조의 길이에 따른 본 발명의 샘플 홀더의 실시예로 획득된 샘플 홀더의 응답 감도 변화를 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 로 도시한다.
- 도 8 은 상기 샘플 홀더를 포함한 열량계 셀에서 이용된 가스의 전도율에 따른 본 발명의 샘플 홀더의 실시예로 획득된 이 감도 변화를 도시한다.
- 도 9 는 상기 샘플 홀더를 포함한 열량계 셀에서 기계적으로 링크하는 중심 구조의 두께/높이에 따른 본 발명의 샘플 홀더의 실시예로 획득된 이 감도 변화를 도시한다.
- 도 10 은 본 발명의 샘플 홀더들의 구성들의 2 가지 실시예들의 수직 단면도들, 위에서 본 도면들 및 3D 수직 단면도들을 도시한다.
- 도 11 은 주입력에 따른 온도 차이 면에서 응답 곡선들의 예들을 도시하고, 온도는 보디와 기계적으로 링크하는 중심 구조 사이 계면 및 기계적으로 링크하는 중심 구조와 주변 구조 사이 계면에서 측정된다.
- 도 12a 및 도 12b 는, 샘플 홀더가 그 케이싱에서 횡방향으로 배향된 구성, 및 각각의 샘플 홀더의 반경방향 축선에 평행한 주요 축선에 횡방향으로 배향된 2 개의 샘플 홀더들을 포함한 셀을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0064] 본 발명에 따르면, 원자로에서 원자력 가열의 측정을 위한 샘플 홀더는, 방사선/물질 상호작용에 의해 유도된 축적 에너지가 정량화될 샘플을 포함하도록 구성된 보디, 및 보디로부터 샘플 홀더의 외부로 열을 제거하기 위한 수단을 포함한다. 이 수단은 상기 보디의 주변에 위치한 주변 구조, 및 상기 보디와 상기 주변 구조를 기계적으로 링크하는 중심 구조를 포함하고, 상기 링크하는 중심 구조는 보디와 주변 구조 사이에 반경방향으로 열을 전달하도록 구성된다. 이러한 샘플 홀더는 밀봉 차단 (seal-tight) 케이싱을 포함하는 열량계 셀로 통합되도록 구성된다.
- [0065] 유리하게도, 기계적으로 링크하는 중심 구조는 보디 및 주변 구조보다 작은 종방향 치수를 가지고 보디의 중간에 위치결정되어서, 상부 및 하부 자유 공간으로 불리는 것을 생성한다.
- [0066] 실린더형 형상의 샘플 홀더는 이하 상세히 설명되지만, 기계적으로 링크하는 중심 구조가 열의 반경방향 제거를 허용하도록 구성된, 실린더형 형상과 다른 임의의 형상이 사용될 수도 있다.
- [0067] 도 1a 는 샘플로 충전되지 않은 샘플 홀더 (1) 의 실시예의 단면도를 개략적으로 보여주지만, 상기 샘플 홀더는 그 중심에 가열 요소를 갖추고 있다. 보다 정확하게는, 이 실시예에 따르면, 샘플 홀더는 종방향 축선 (A_1) 을 가지는 실린더형 중심 보디 (20), 환형의 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30), 주변 구조 (40), 및 가열 요소 (60) 를 포함하고, 반경방향 축선 (A_r) 은 중심에서 주변으로, 요소들 (20, 30, 40) 을 링크하면서 규정된다. 도 1b 는 샘플 (10) 로 충전된 동일한 유형의 샘플 홀더 (2) 의 단면도를 보여준다.
- [0068] 열량계 셀을 규정하기 위해서 샘플 홀더가 밀봉 차단 케이싱으로 통합될 때, 가열 요소는, 비방사 매체에서, 상기 셀을 예비 보정하는 역할을 한다. 그러면 그것은 원자력 가열이 줄 가열 (joule heating) 에 의해 국부적으로 시뮬레이션될 수 있도록 허용한다. 그것은 또한 "de zero" 또는 "d'addition de courant" 라고 말하는 측정 방법들과 관련하여 원자로에서 사용될 수도 있고, 상기 방법들에서는 특허 FR 2 968 448 에 설명된 대로 방사선/물질 상호작용에 의해 축적된 에너지 이외에 부가적 에너지를 전달할 필요가 있다.
- [0069] 기계적으로 링크하는 중심 구조는 열이 중심 보디로부터 주변 구조로 반경방향으로 전달될 수 있도록 하고 (전도성 방향 흐름), 상기 주변 구조는 열량계 셀의 케이싱과 접촉하여서 상기 열량계 셀에 축적된 에너지가 제거될 수 있도록 허용한다.
- [0070] 링크하는 중심 구조는 다양한 구성들을 가질 수도 있고 특히 센서의 감도를 조절하도록 천공될 수도 있고, 상기 구조는 그러면 더 크거나 더 작은 면적의 일련의 유니터리 요소들로 구성된다. 특정한 구성 예들이 이하 제공되고 중심 보디 (20) 와 주변 구조 (40) 를 기계적으로 링크하기 위한 중심 구조들 (30) 을 위한 다양한 환형부 구성들을 보여주는 도 2 에 의해 도시된다. 왼쪽에서 오른쪽으로, 기계적으로 링크하는 중심 구조의 이런 다양한 구성들은 각각 비천공 환형부 및 4 개의 큰 섹터들 또는 8 개의 섹터들, 또는 더 큰 면적의 4 개의 섹터들을 포함한 구성보다 더 적은 열교환 면적의 4 개의 섹터들을 포함하는 부분적으로 천공된 환형부이다.

- [0071] 열량 측정 셀을 제조하기 위해서, 샘플 홀더(들)는 케이싱에 위치결정되어서 샘플 홀더들 전부 캡슐화될 수 있도록 허용한다. 따라서, 도 3 은, 열량계 셀 (100) 이 본 발명에 따라 보디 (20), 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30) 및 주변 구조 (40) 를 포함하는 2 개의 샘플 홀더들을 캡슐화한 케이싱 (70) 을 포함하고, 상기 케이싱은 상기 주변 구조와 접촉하고, 상기 케이싱은 일반적으로 열 전달 유체 (F₁) 의 흐름과 접촉하는 열량계 셀 구성을 도시한다. 가스 (G) 가 상기 케이싱에 존재하여서, 열 전도율에 따라 감도가 조절될 수 있도록 허용한다. 차동 측정으로부터 원자력 가열을 결정하기 위해서, 샘플 홀더들 중 하나는 샘플 (10) 을 포함하지만, 다른 하나는 샘플을 포함하지 않는다 (샘플 없는 샘플 홀더 (1), 샘플을 갖는 샘플 홀더 (2)).
- [0072] 이 케이싱은 금속, 특히 스테인리스 강으로 만들어질 수도 있다. 그것은 도 3 에 도시된 대로 단순한 케이싱일 수도 있고, 또는 격실들을 포함하는 케이싱일 수도 있고, 각각의 격실은 도 4 에 도시된 대로 샘플 홀더를 둘러싸고, 구획화된 케이싱은 2 개의 셀들이 서로 열적으로 절연될 수 있도록 허용한다.
- [0073] 도 4 에서, 심들 또는 기계적 스페이서들 (80) 은 종방향으로 케이싱 (70) 에 샘플 홀더들을 유지하도록 충분한 개수로 제공된다.
- [0074] 유리하게도, 케이싱은 또한 그것의 중심부와 그것의 단부에 열량계 셀이 배치된 열 전달 유체가 통과할 수 있도록 허용하는 개구들 (90) 을 갖추고 있을 수도 있다.
- [0075] 이 구성에서, 샘플 홀더들은 주요 축선 (A_p) 을 따라 종방향으로 배향되고, 상기 축선은 각각 종방향 축선 (A₁₁, A₁₂) 의 샘플 홀더들의 각각의 반경방향 축선 (A_{r1}, A_{r2}) 에 수직이다.
- [0076] 출원인들은, 센서의 감도를 평가하도록 1D 열 분석 접근법 (정상 상태 레짐, 각 재료 상수의 열 전도율) 을 적용함으로써, 본 발명의 샘플 홀더를 포함한 열량계 셀의 열적 거동을 연구하였다. 그러면, 감도는 온도 (T_c, T_f) 가 측정되는 2 개의 지점들 사이, 즉, 보디와 기계적으로 링크하는 중심 구조 사이 계면 및 기계적으로 링크하는 중심 구조와 주변 구조 사이 계면에서, 각각, 계산된 등가의 열 저항 (R_{12equivalent}) 에 대응한다.

$$P = \frac{T_c - T_f}{R_{12\text{ equivalent}}}$$

[0077]

[0078] 다음 도면부호들을 갖는 다양한 열 저항 다이어그램이 도 5 에 제공된다:

[0079] R_c: 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30) 의 열 저항;

[0080] R_{g1}: 상부 주변 가스층의 가스의 열 저항;

[0081] R_{g2}: 하부 주변 가스층의 가스의 열 저항;

[0082] R_a: 주변 구조 (40) 의 열 저항;

[0083] R_e: 케이싱 (70) 의 열 저항; 및

[0084] R_f: 셀 외부 유체의 열 저항.

[0085] 순수하게 전도열 전달만 고려되는 경우에, 등가 저항은 3 개의 병렬 상대 전도 저항, 즉, R_c, R_{g1} 및 R_{g2} 각각에 대응한다.

[0086] 도 6 은:

[0087] - 가스의 높이 (H_g);

[0088] - 기계적으로 링크하는 중심 구조의 높이 (H_c);

[0089] - 각각, 기계적으로 링크하는 중심 구조의 내경 및 외경, 즉, r_{cint} 및 r_{cext};

[0090] - 가스 (G) 의 열 전도율 (λ_g); 및

[0091] - 기계적으로 링크하는 중심 구조의 열 전도율 (λ_c).

[0092] 따라서, 등가의 열 저항은 다음 식에 의해 규정된다:

$$R_{12equivalent} = \frac{1}{\frac{1}{\ln \frac{r_{cext}}{r_{cint}}} + \frac{1}{\ln \frac{r_{cext}}{r_{cint}}} + \frac{1}{\ln \frac{r_{cext}}{r_{cint}}}} \frac{2\pi\lambda_g H_g}{2\pi\lambda_c H_c}$$

[0094] 이것은 간략화된 모델을 통하여 열량계 셀의 감도 값에 영향을 미치는 제 1 파라미터들, 즉 기계적으로 링크하는 중심 구조를 만드는 재료 및 케이싱에 존재하는 가스의 열 전도율, 및 기계적 링크 구조의 크기 (두께/높이)를 확인할 수 있도록 한다.

[0095] 유한 요소법을 사용한 축대칭 열적 2D 수치 시뮬레이션은 또한 보이드가 없는 (void-free) 환형부 (비천공 환형부) 를 갖는 구성의 경우에 열량계 셀의 반응을 파라미터적으로 연구하기 위해서 실시되었다. 결과는 200 W/(°Cm²) 로 설정된 케이싱 외부로의 전달 계수와 그래파이트 샘플을 포함한 스테인리스 강으로 만들어진 "비천공 환형부" 유형 셀의 경우에 대해 제공되고, 기계적으로 링크하는 중심 구조의 (축선 A_r 에 따른) 길이에 따른 감도 변화에 대하여 도 7 에 도시되어 있다. 도 8 은 열량계 셀에 존재하는 가스의 전도율에 따른 감도 변화에 관한 것이다. 도 9 는 기계적으로 링크하는 중심 구조의 두께에 따른 감도 변화에 관한 것이다 (1D 시뮬레이션 모델: 점들 (C_{9a}) 및 2D 시뮬레이션 모델: 점들 (C_{9b}) 로 획득).

[0096] 이 곡선들은, 기계적으로 링크하는 중심 구조 (이 경우에는 환형부) 의 길이, 그것의 두께 및 센서의 감도를 목표 에너지 축적에 맞출 수 있는 가스 성질을 바꿀 수 있음을 보여준다. 예를 들어, 테스트되는 조건 하에, 셀의 감도는 환형부의 두께를 2.5 mm 에서 0.25 mm 로 변경함으로써 10 배만큼 바뀔 수도 있다. 두께가 더 작을수록, 감도가 더 커져서 열량계 셀은 축적 에너지의 작은 변화를 더 쉽게 감지할 수 있다.

[0097] 파라미터적 연구로부터 획득된 결과를 기반으로, 출원인들은 열량계 셀들의 2 가지 실시예들을 만들었고 가열 요소에 의한 줄 가열로 샘플의 중심에서 원자력 가열을 시뮬레이션함으로써 열량계 셀들을 비조사 매체에서 보정하였다. 도 10 은 스테인리스 강으로 제조된 2 개의 구성들, 즉, 비천공 환형부를 갖는 구성 (구성 A 로 불림) 및 규칙적으로 50% 천공된 구성을 갖는 구성 (구성 B 로 불림) 을 보여준다. 알루미늄으로 만들어질 수 있는 전기 절연 심 (61) 은 유리하게도 가열 요소를 지지하도록 제공될 수도 있다.

[0098] 상면도들은 위에서 규정된 온도 (Tf, Tc) 를 수집하도록 온도 측정이 이루어질 수 있는 위치들의 예들 (2 개의 지점에 위치결정된 열전대들) 을 보여준다. 단면도들은 가열 요소 전용 로케이션 (600), 샘플 (10), 천공되거나 비천공된 기계적으로 링크하는 중심 구조 (30), 주변 구조 (40), 및 절연 심 (61) 을 보여준다.

[0099] 도 11 은 주입력 (W 로 표현) 에 따른 온도 차이 Tc-Tf (°C 로 표현) 면에서 획득된 결과, 즉:

[0100] - 곡선 C_{11Aa}, 구성 A 에 대한 이론적 해석 계산;

[0101] - 곡선 C_{11Ab}, 구성 A 의 열적 시뮬레이션;

[0102] - 곡선 C_{11Ac}, 구성 A 에 대한 실험 결과; 및

[0103] - 곡선 C_{11Bc}, 구성 B 에 대한 실험 결과를 도시한다.

[0104] 이런 두 가지 구성의 응답 곡선들은 층류 (23 °C 에서 물의 외부 흐름) 와 대류 벽 관통 교환하는 경우에 획득되었다. 한편, 그 곡선들은 실험적 결과와 1D-이론적 결과 및 2D 수치 시뮬레이션이 구성 A 의 경우에 일치하는 것을 보여준다. 다른 한편으로는, 이 곡선들은, 천공된 환형부 구성 (구성 B) 에 대응하는 셀이 센서의 감도를 비천공 환형부를 구비한 셀 (구성 A) 에 비해 증가될 수 있도록 허용하는 것을 나타낸다. 구성 B 는 구성 A 의 감도보다 2 배보다 많이 더 높은 감도를 갖는다 (여기서 연구된 특정한 경우에 각각 대략 19.9 °C/W 및 대략 8.4 °C/W).

[0105] 이 결과는 원자력 가열의 더 낮은 레벨을 측정하는 경우에 또는 셀에서 총 축적을 감소시키면서 정확도를 증가시키기 위해 특히 관심을 갖는다.

[0106] (실험 원자로의 노심에서) 원자력 가열의 더 높은 레벨의 경우에, 다른 파라미터, 즉, 각각의 셀의 총 높이를 변화시킬 수 있다. 높이를 감소시키면 동등한 감도 (단위: $^{\circ}\text{C}/\text{W}$) 를 유지하면서 방사선과 상호작용하는 물질의 양을 감소시켜서, 축적된 에너지와 달성된 온도를 감소시키는 것을 가능하게 한다.

[0107] 이런 크기 감소는 또한 축선 방향 구배 영향을 감소시킬 수 있어서:

[0108] - 센서를 단일 측정 셀로 끼울 수 있고;

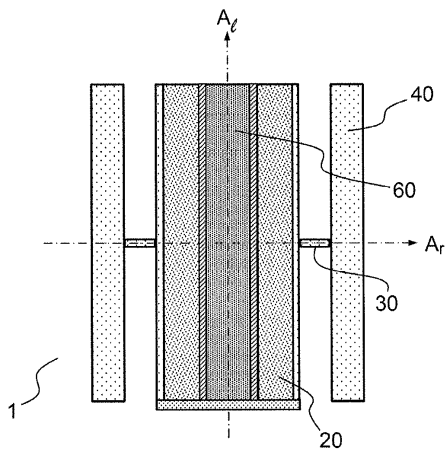
[0109] - 또는 2 개의 셀들 (각각 샘플을 갖는 셀과 샘플이 없는 셀) 로 그리고 어떠한 운동도 없이, 원자력 가열을 결정하도록, 측정을 실시할 수 있고;

[0110] - 또는 다른 성질의 샘플들을 갖는 셀들을 사용할 수 있다.

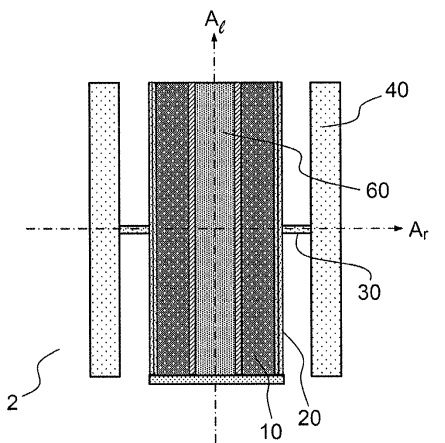
[0111] 각각의 셀의 크기를 감소 (높이 감소) 시킬 수 있는 능력 때문에, 1 개 또는 2 개의 셀들을 갖는 셀의 높이보다 큰 직경의 채널들로 센서를 수평으로 통합시킬 수 있게 된다. 이것은 샘플에서 축적에 대한 축선 방향의 구배 영향이 감소될 수 있도록 허용한다. 이러한 구성은 도 12a 에 도시되고, 이는 샘플 홀더의 종방향 축선 (A_1) 및 반경방향 축선 (A_r) 을 보여준다. 도 12b 는 축선들 (A_{r1} , A_{r2}) 에 평행한 주요 셀 축선 (A_p) 을 따라 주어진 열량계 셀 (200) 에 배치되는 종방향 유니터리 축선 (A_{11} , A_{12}) 및 반경방향 축선 (A_{r1} , A_{r2}) 을 가지는 2 개의 샘플 홀더들을 보여준다.

도면

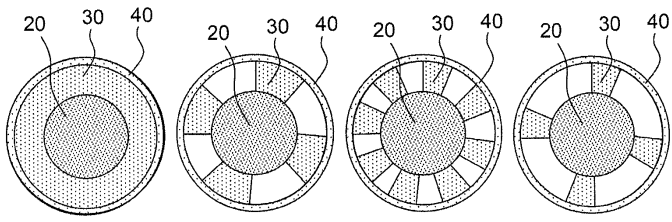
도면1a



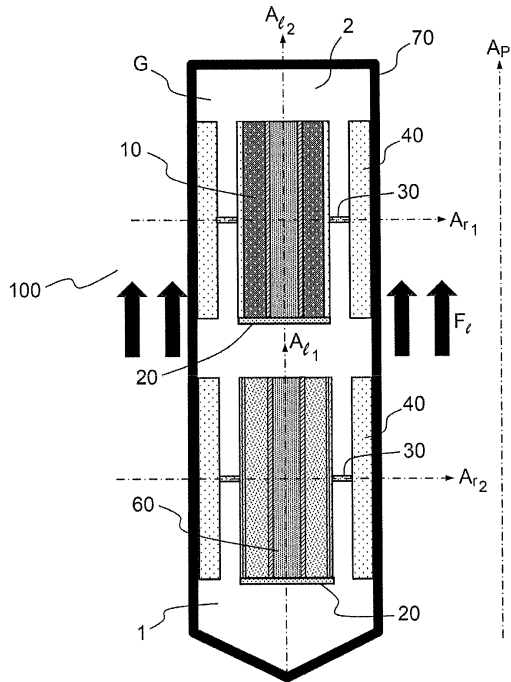
도면1b



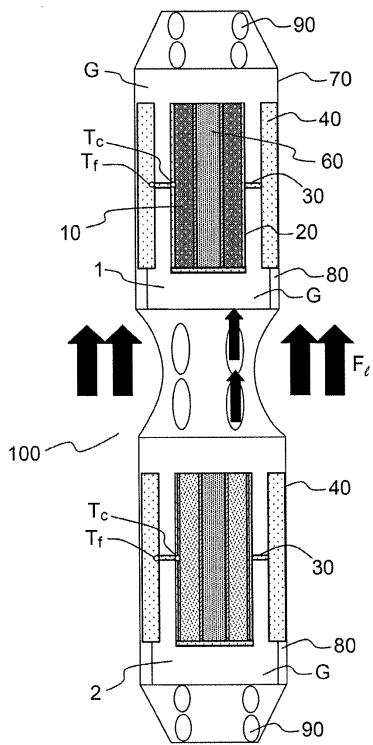
도면2



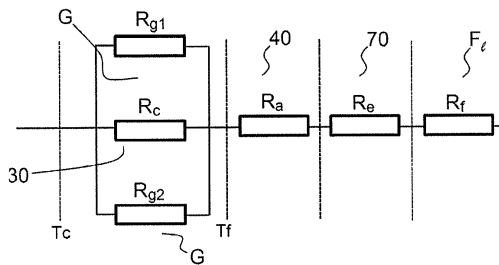
도면3



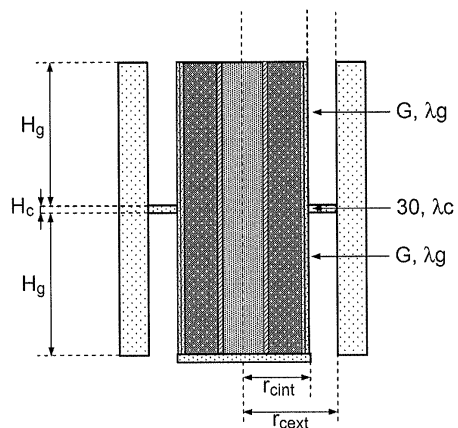
도면4



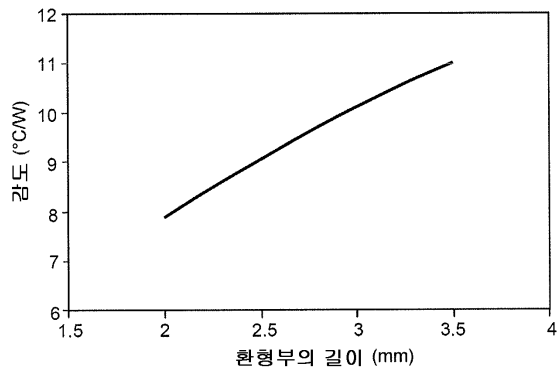
도면5



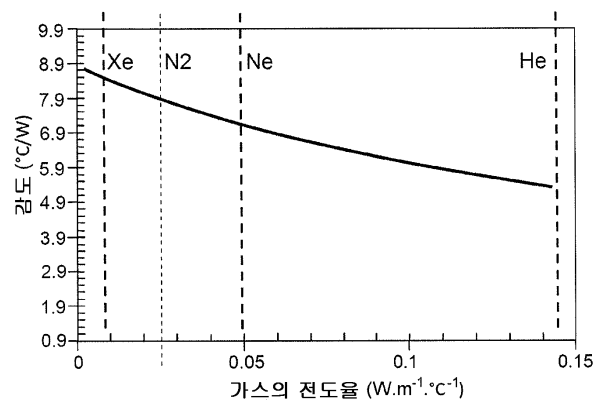
도면6



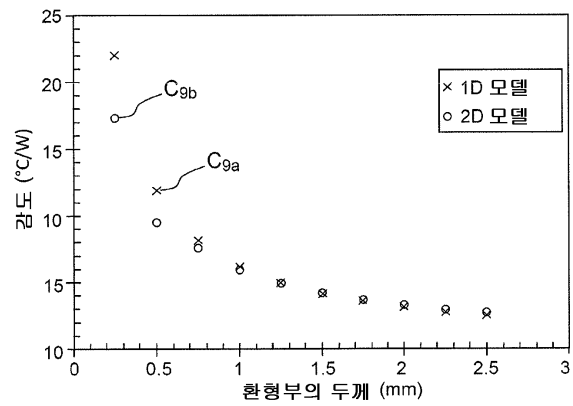
도면7



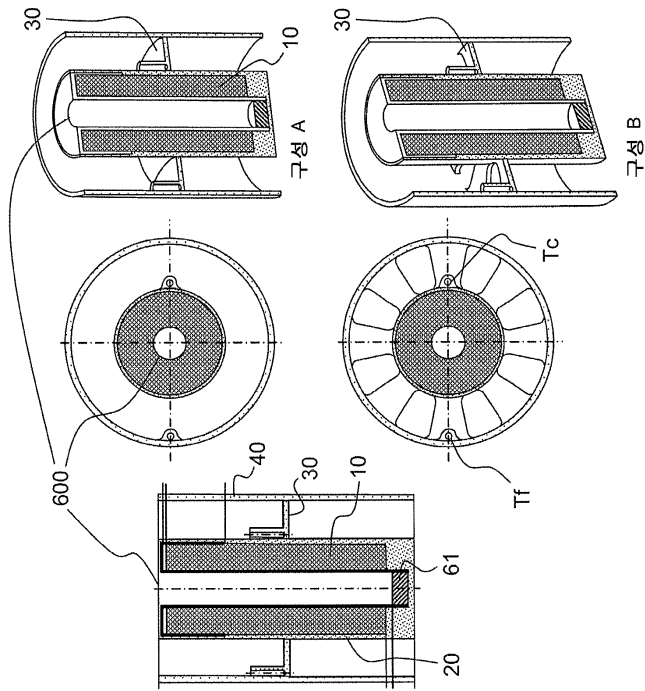
도면8



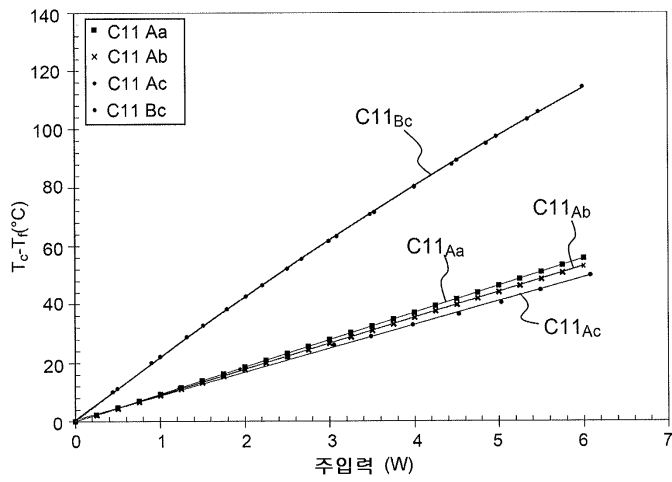
도면9



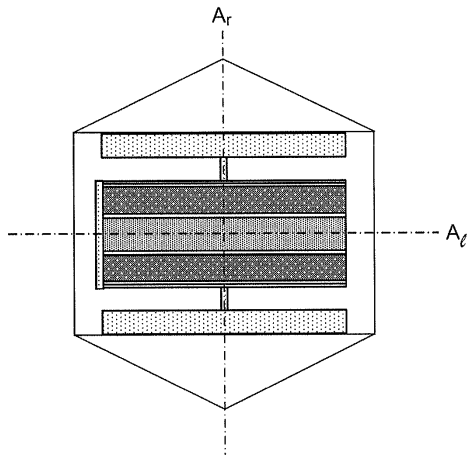
도면10



도면11



도면12a



도면12b

