(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[6]
B01J 19/24
B01J 35/04

(11) 공개번호 특1999-022004
(43) 공개일자 1999년03월25일

(21) 출원번호 특1997-708479
(22) 출원일자 1997년11월26일
번역문제출일자 1997년11월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP 96/01449 (87) 국제공개번호 WO 96/38224
(86) 국제출원출원일자 1996년05월29일 (87) 국제공개일자 1996년12월05일
(81) 지정국 AP ARIPO특허 : 가나 감비아 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 짐바브웨

EA EURASIAN특허 : 아르메니아 키르기즈 몰도바

EP 유럽특허 : 핀랜드

OA OAPI특허 : 부르키나파소 베넹 중앙아프리카 콩고 코트디브와르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고

국내특허 : 알바니아 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 중국 체크 에스토니아 그루지야 헝가리 아이슬란드 대한민국 스리랑카 라이베리아 리투아니아 라트비아 마다가스카르 마케도니아 몽고 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 터어키 트리니다드토바고 우크라이나 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 루마니아 싱가포르

(30) 우선권주장 95-158280 1995년05월31일 일본(JP)

95-349381 1995년12월19일 일본(JP)

(71) 출원인 세타 기켄(주)

일본 오사카후 이바라키시 미사와쵸 19-21오무론 가부시기가이샤 타테이시 요시오

일본국 쿄토후 쿄토시 우쿄쿠 하나조노 쯔치노쪼 10반지

(72) 발명자 가와무라 야수조

일본 오사카후 이바라키시 미사와쵸 19-21

우치호리 요시타카

일본 오사카후 이바라키시 미사와쵸 19-21

(74) 대리인 이병호, 최달용

심사청구 : 있음

(54) 촉매반응장치, 촉매반응방법 및, 촉매반응용적층체

요약

유체 통로에 설치된 적층체를 가지는 촉매반응장치 또는 촉매반응방법이며 상기 적층체를 촉매 금속으로 형성된 금속판, 또는 표면에 촉매 입자가 개략 균일하게 부착된 금속판을 적층하여 구성하고 상기 적층체의 적층하는 모양을 상기 금속판간에 다수의 규칙적인 작은 유로를 형성하고, 상기 적층체를 통과하는 유체에 개략 균일한 확산을 발생시키며, 상기 적층체를 구성하는 금속판 자체를 전체에 걸쳐서 개략 균일한 발열판 또는 흡열판에 형성하고 상기 금속판을 따라서 흐르는 유체에 발열 또는 흡열과 동시에 촉매반응을 일으키게 한 촉매반응 장치 또는 촉매반응방법이다.

또, 촉매반응용적층체는 촉매 금속으로 형성된 금속판, 또는 표면에 촉매 입자가 개략 균일하게 붙여진 금속판을 적층한 적층체에 상기 금속판간에 다수의 규칙적인 작은 유로를 형성하는 동시에 상기 적층체를 구성하는 금속 자체를 전체에 걸쳐서 개략 균일한 발열 또는 흡열판으로 형성한 것이다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 소정의 온도 아래에서 원료유체를 촉매금속과 접촉시켜서 촉매반응을 일으키는 촉매반응장치,

촉매반응방법 및, 촉매반응용적층체에 관한 것이다.

배경기술

이같은 촉매반응장치의 전형적인 것은 개질장치이다. 이 개질장치는 천연가스, 메탄올, 나프타와 같은 경질유, LNG, LPG, 석탄가스 등의 기본연료에 수증기를 가해서 소정온도하에서 촉매금속에 접촉시켜서 수소가 많은 기체로 변하게 하는 개질반응을 행하는 것이다. 이 개질반응은 흡열반응이므로 개질장치에 에너지가 보급된다.

상기 촉매 금속 자체는 에너지를 갖고 있지 않기 때문에 기본연료를 가스버너, 여열기, 과열기(수퍼히터)등으로 적절한 온도까지 가열하고 개질장치에 이송한다. 또, 개질장치 자체도 촉매 금속을 수납하는 파이프를 열매체를 사용하여 가열하는 열교환기로 구성하고 개질장치내에서 촉매반응을 지속시킬 필요가 있다.

그러나 여열기 또는 과열기 등과 열교환기에 구성된 개질장치와의 조합에 의한 촉매반응장치는 습도제어가 어렵고 기기구성이 복잡하고 대형화되고 기동시간이 오래 걸리며 부하변동에 대한 추종성이 나쁘다는 단점을 갖고 있다.

이같은 단점을 부분적으로 해결하는 촉매반응장치로서는 특개소 61-275103호에 전자 유도가열을 쓰는 것이 제안되어 있다. 불량 도체 재료의 단열재로 이루는 개질관내에 도전성물질과 촉매입자를 혼재시키고 상기 개질관 외벽에 설치된 도전 코일내 고주파전류를 통전하고 상기 도전성 물질의 표면에 흐르는 전류를 발생시켜서 가열하고 도전성을 물질과 혼재하는 촉매 입자를 소정의 온도에 유지하는 것이다.

그리고 도전성 물질과 촉매입자를 혼재시키는 형태로서 통전성물질의 입자와 촉매 입자를 혼재시키는 형태와 촉매입자중에 코일상의 도전성물질을 배설하는 형태와 도전성 물질의 입자의 주위를 촉매 물질로 포함한 촉매 입자로 하는 형태가 제안되어 있다. 촉매반응을 발생시키는 촉매입자 자체 또는 이 촉매입자에 접촉하는 것이 발열하기 때문에 장치의 소형화, 기동시간의 단축, 부하변동에 대한 추종성이 이론적으로는 향상되어야 한다.

그러나, 상술한 전자유도가열에 의한 촉매반응장치는 이하와 같은 결점을 갖고 있다. 이 촉매 매설장치는 랜덤으로 배열설치된 촉매입자자체 또는 이 촉매입자에 접촉하는 것을 전자유도로 가열하기 위해서 촉매입자를 따르는 유체의 흐름도 필연적으로 불균일하게 된다. 그 때문에 촉매 입자를 따라서 가장 흐르기 쉬운 길이 개질관내에 생기게 되기 때문에 균일가열이 불가능하게 된다.

또한, 도전성 물질의 알갱이를 촉매 금속으로 포함시킨 경우나 촉매 입자와 도전성 입자를 혼재시킨 경우에 전자유도로 가열되는 대상이 전기적으로 랜덤으로 배열설치되어 전자유도로 가열되는 상태도 불균일하고 효율적으로도 좋지 않다.

결국, 촉매 입자와 도전성물질을 혼재시켜서 전자유도가열하는 촉매반응장치는 가열의 불균일과 흐름의 불균일을 발생하기 때문에 개질반응이 이론 계산대로 진행하지 않으며 부분적으로 미반응이 생긴다. 그 때문에 실제의 사용에 있어선 촉매반응장치의 복수를 직렬로 배치하지 않으면 개질이 불충분해진다. 그 결과, 에너지 손실이 크고 장치의 소형화, 기동시간의 단축, 부하변동에 대한 우수한 추종성도 실현할 수 없게 된다.

또한, 출원인은 특개평 3-98286호 공보에 개시되듯이 유체 통로내에 규칙적으로 형성된 충전재를 수납하고 이 규칙적으로 형성된 충전재를 전자유도로 가열하는 가열장치를 제안하고 있다. 이 장치는 어디까지나 유체의 가열장치이며 충전재에 촉매를 적용함에 있어서의 최적 조합을 형태를 시사하는 것은 아니다.

마찬가지로 출원인은 특공평 9-44189호 공보에 개시되듯이 규칙적인 충전재의 표면에 전열관을 고착한 열교환기를 제안하고 있다. 이 기기도 어디까지나 유체를 냉각하기 위한 열교환기이며 충전재에 촉매를 적용함에 있어서 최하의 조합형태를 시사하는 것은 아니다.

본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해서 이뤄진 것이며 그 목적은 전자 유도가열 등을 쓰고 촉매반응을 균일하게 발생시키므로서 장치의 소형화, 기동시간의 단축, 부하 변동에 대한 우수한 추종성을 실현할 수 있는 획기적인 촉매반응장치, 촉매반응방법 및, 촉매반응용적층체를 제안하는 것에 있다.

발명의 상세한 설명

제 1 실시예에 관한 발명중, 촉매반응장치는 유체통로와;

상기 유체 통로의 주위에 설치되고 고주파전류가 통선되는 코일과;

상기 코일에 접속된 고주파 전류 발생기와;

상기 유체 통로내에 배열설치되고 도전성재료의 금속판을 서로 전기적으로 도통가능하게 접합해서 적층한 적층체와;

상기 적층체내를 통과하는 유체에 개략적으로 균일한 확산이 발생하지 않게 상기 금속판간에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로와;

상기 금속판 그 자체를 형성하든가 또는 상기 금속판의 표면에 개략 균일하게 붙여진 촉매 금속을 구비하고 이루며;

상기 적층체내를 확산하면서 흐르는 유체에 상기 적층체의 발열에 의한 가열과 동시에 촉매반응을 일으키게 한 것이다.

이것에 의하면 적층체내를 흐르는 유체는 개략 균일하게 확산된다. 또한, 전기적으로 접합된 금속판이 전자유도가열로 개략균일하게 확산되며 이 금속판에 접하는 유체가 균일하게 가열되며, 이 금속판에 접하는 유체가 균일하게 가열된다. 덧붙여서 유체가 금속판의 촉매 금속에 균일하게 접하므로 소정이 촉매반응을

얼룩없이 효율적으로 진행시킬 수 있다. 특히, 적층체의 표면적을 크게하므로서 유체와의 온도차를 적게 한 소정온도에 유지된 촉매반응을 균일하게 발생시킬 수 있다.

또, 상기 제 1 실시예의 금속판 간에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로(小流路), 서로 교차하는 제 1 작은 유로 및, 제 2 작은 유로와 서로 교차되는 제 1, 제 2 작은 유로 사이를 왕래 가능 하게 하는 제 3 작은 유로를 포함하도록 형성된 것이 바람직하다.

이것에 의해 금속판을 규칙적으로 적층한 발열체에 흐르는 유체를 제 1 내지 제 3 작은 유로로 유도하면서 균일하게 확산시킬 수 있다. 또, 발열체를 통과하는 통과하는 유체는 개략 균일하게 확산되기 때문에 유체는 강제적으로 금속판의 표면에 균일하게 접촉되어지며 촉매반응이 균일하게 진행한다.

또, 상기 제 1 실시예의 상기 금속판의 표면에 엠보싱 등의 凹凸이 실시되고 있는 것이 바람직하다.

이것에 의해 유체에 난류를 일으켜서 금속에 개략 균일하게 배치된 촉매 작용을 유효케할 수 있다.

또, 상기 제 1 실시예의 적층체를 형성하는 상기 금속판의 두께가 30미크론 이상 1㎜ 이하이며 상기 코일에 통전되는 고주파전류의 주파수가 15 내지 150KHz의 범위에 있는 것이 바람직하다.

이것에 의해서 금속판이 두께가 30 미크론이상 1㎜ 이하이면 전력이 흐르기 쉽고, 또, 절연면적을 크게 잡기 위한 파형등의 가공에 의하여 작은 유로의 확보가 용이해진다. 또, 사용하는 주파수가 15KHz 내지 150KHz의 범위이면 코일의 동손이나 스위칭 소자의 손실을 방지할 수 있다. 특히, 손실이 작은 주파수대로선 20 내지 70KHz이다.

또, 상기 제 1 실시예의 상기 적층체의 1 입방센치미터 당의 전열면적이 2.5평방 센치미터 이상일 것이 바람직하다.

이것에 의해 발열체의 1 입방 센치미터당의 전열면적이 2.5 평방센치미터 이상, 보다 바람직하기는 5평방센치미터이상으로 되게 금속판을 적층하면 열교환의 효율이 올라간다.

또, 상기 제 1 실시예의 상기 적층체의 전열면적 1평방 센치미터당으로 가열해야할 유체량이 0.4 입방 센치미터이하일 것이 바람직하다.

이것에 의해서 발열체의 전열면적 1 평방 센치미터당의 유체량을 0.4 입방 센치미터 이하, 보다 바람직하게는 0.1 입방센치미터 이하로 하면 유체에 대한 전열의 급속응답성이 얻어진다.

또, 제 1 실시예에 관한 발명중 촉매반응방법은 유체 통로내에 도전성 재료의 금속판을 서로 전기적으로 도통가능하게 접합해서 적층한 배열 설치하고 상기 적층체내에 서로 전기적으로 도통가능하게 접합해서 적층한 적층체를 배열 설치하고 상기 적층체내에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로를 통과시키므로서 유체에 개략 균일한 확산을 발생시키는 단계와;

상기 유체 통로의 주위에 설치된 코일에 흘려지는 고주파전류에 의해서 상기 작게 흐르는 길목을 형성하는 금속판을 개략 균일하게 발열시키고 적층체내를 개략균일하게 확산하면서 통과하는 유체를 개략 균일하게 가열하는 단계와;

상기 금속판 2자체를 형성하든가 또는 상기 금속판의 표면에 개략 균일하게 붙여진 촉매 금속에 상기 유체를 접촉시키고 균일한 가열과 도시된 균일한 촉매반응을 발생시키는 단계를 구비하고 이루는 것이다.

이것에 의하면 제 1 실시예의 촉매반응장치와 마찬가지로 적층체의 표면적을 크게 하므로서 유체와의 온도차가 적은 소정 온도로 유지된 촉매반응을 균일하게 발생시킬 수 있다.

다음에 제 2 실시예에 관한 발명중, 촉매반응 장치는 유체 통로와;

상기 유체 통로의 주위에 설치되고 고주파 전류가 통전되는 코일과, 상기 코일에 접속된 고주파 전류 발생기와;

상기 유체 통로내에 배열설치되고 상기 유체 통로의 축방향에 흐르는 복수의 유로를 형성하게 도전성재료를 서로 전기적으로 도통가능으로 접합해서 조립된 조립체와;

상기 조립체의 적어도 유체 입측에 배열설치되고 다수의 상기 유료에 유체는 분배하는 분산부재와;

상기 조립체의 통전성재료 그 자체를 형성하든가 또는 상기 도전성재료의 표면에 개략 균일하게 붙여진 촉매금속을 구비하고 이루며;

상기 조립체의 유로를 흐르는 유체에 상기 조립체의 발명에 의한 가열과 동시의 촉매반응을 일으키게 한 것이다.

또, 제 2 실시예에 관한 발명중 촉매반응방법은;

유체 통로내에 도전성재료를 서로 전기적으로 도통가능올 접합해서 축방향의 복수의 유로를 형성하는 조립체를 배열설치하고 상기 조립체에 이르는 유체를 상기 유체통로의 면내에서 분산시켜서 상기 유로에 균일한 개략 균일한 흐름을 형성하는 단계와, 상기 유체 통로의 주위에 설치된 코일에 흘려지는 고주파 전류에 의해서 상기 조립체를 형성하는 도전성부재를 개략 균일하게 발열시키고 상기 통로 내를 통과하는 유체를 개략 균일하게 가열하고 단계와;

상기 도전성부재 그 자체를 형성하든가 또는 상기 도전성부재의 표면에 개략균일하게 붙여진 촉매금속에 상기 유체를 접촉시키고 균일한 가열과 동시에 균일한 촉매반응을 발생시키는 단계를 구비하고 이루는 것이다.

이것들의 제 2 실시예의 촉매반응장치 및 촉매반응방법에 의하면 조립체의 유로에 균일한 흐름이 형성되며 이 흐름을 따라서 균일한 전자유도가열과 촉매반응이 행해진다. 이 조립체의 표면적을 적당한 정도의 크기로 하고 유체의 단위용적에 대한 비표면적을 작게하고 유체와 촉매 금속 사이에 어느 정도의 온도차

가 필요한 경우에 있어서의 촉매반응을 촉진시킬 수 있다.

다음에 제 3 실시예에 관한 발명중 촉매반응장치는 유체통로와;

상기 유체 통로내에 배열설치된 적층체와;

상기 적층체 내를 통과하는 유체에 개략 균일한 확산을 발생시키게 상기 적층체를 구성하는 금속판간에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로와;

상기 작은 유로를 따라서 배열설치되고 상기 금속판을 개략 균일하게 덮도록 고착된 전열관을 구비하고;

상기 적층체내를 확산하면서 흐르는 유체에 상기 전열관의 흡열과 동시의 촉매반응을 일으키게 한 것이다.

또, 제 2 실시예에 관한 발명중, 촉매반응방법은;

유체 통로내에 적층체를 배열설치하고 상기 적층체내에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로를 통과시키므로서 유체에 개략 균일한 확산을 발생시키는 단계와;

상기 작은 유로를 따라서 배열설치되고 상기 금속판을 개략 균일하게 덮도록 고착된 전열관에 의해서 적층체내를 균일하게 확산하면서 통과하는 유체 사이에 개략 균일한 전열을 발생시키는 단계와;

상기 적층체를 구성하는 금속판 그 자체를 형성하거나 또는 상기 금속판의 표면에 개략 균일하게 붙여진 촉매 금속에 상기 유체를 접촉시키고 균일한 전열과 동시의 균일한 촉매반응을 발생시키는 단계를 구비하고 이루는 것이다.

이것들의 제 2 실시예의 촉매반응장치 및 촉매반응방법에 의하면 전자 유도를 쓰는 경우에 한하지 않고 전열관을 쓰므로서 균일한 흡열과 균일한 촉매반응을 동시에 행할 수 있다.

또, 촉매반응용적층체는;

도전성 재료의 금속판을 서로 전기적으로 도통가능하게 접합해서 적층한 적층체와;

상기 적층체내를 통과하는 유체에 개략 균일한 확산을 발생시키게 상기 금속판에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로와;

상기 금속판 그 자체를 형성하거나 또는 상기 금속판의 표면에 개략 균일하게 붙여진 촉매금속을 구비하고 이루는 것이다.

이 촉매반응용 적층체에 의하면 적층체를 구성하는 금속판의 균일한 전자유도 가열과 금속판간을 통과하는 유체의 균일한 확산 또는 혼합과 금속판의 촉매 금속에 있어서의 균일한 반응이 동시에 진행한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 제 1 실시예에 관한 촉매반응장치 기기본체의 사시도.

도 2는 발열체의 구조도.

도 3은 발열체의 온도분포를 도시하는 상면도.

도 4는 전자유도에 의한 촉매반응장치의 기기구성도.

도 5는 장치본체의 기기구성도를 도시하는 단면도.

도 6은 판두께와 열효율의 관계를 도시하는 그래프도.

도 8은 발열체의 산높이와 열효율과의 관계를 도시하는 그래프도.

도 10은 발열체의 산높이와 수막두께의 관계를 도시하는 그래프도.

도 11은 제 2 실시예에 관한 촉매반응장치의 기기본체를 도시하는 도면.

도 12는 제 3 실시예에 관한 촉매반응장치의 요부를 도시하는 도면.

도 13은 흡열체의 구조도.

도 14는 본 발명의 촉매반응장치를 적용한 연료전지의 시스템도.

도 15는 본 발명의 촉매반응장치를 적용한 다른 연료전지의 시스템도.

실시예

이하, 본 발명의 실시예에 대하여 도면을 참조로하여 설명한다. 도 1 내지 도 10은 본 발명의 제 1 실시예에 관한 것이며 그 중 도 1은 전자 유도 가열에 의한 촉매반응장치의 요부사시도이며 도 2는 적층체의 구도조이다.

도 1에 있어서 촉매반응장치의 장치본체(1)는 유체 통로를 형성하기 위한 비전도성재료인 파이프(11)와 이 파이프(11)내에 배열설치된 적층체(12)와 상기 파이프(11)의 주위에 감긴 코일(13)과 적층체(12)를 구성하는 금속판의 표면에 개략 균일하게 부착된 촉매입자(14)로 되어 있다.

도 2는 장치본체(1)에 조립되는 촉매반응용적층체(12)의 구조를 도시하고 있다. 지그재그의 산형으로 구부려진 제 1 금속판(31)과 평평한 제 2 금속판(32)을 교대로 적층하고 전체로서 원통형의 적층체(12)로 형성한 것이다. 이 제 1 금속판(31)이나 제 2 금속판(32)의 재질로선 SUS 447J고 같은 마르텐사이트계 스테인레스가 쓰인다. 그리고 제 1 금속판(31)의 산(또는 골짜기)(33)는 중심축(34)에 대해서 각도 α만큼

경사지게 배열설치되고 제 2 금속판(32)을 끼고 이웃하는 제 1 금속판(31)의 산(또는 골짜기)(33)는 각도 -α 만큼 경사지도록 서로 교차하게 배열설치되어 있다. 그리고 이웃하는 제 1 금속판(31)에 있어서의 산(또는 골짜기)(33)의 교차점에 있어서 제 1 금속판(31)과 제 2 금속판(33)이 점용접으로 용착되고 전기적으로 도통가능하게 접합되어 있다.

결국, 바로 앞축의 제 1 금속판(31)과 제 2 금속판(32)과 사이엔 각도 α 만큼 경사진 제 1 작은 유로(35)가 형성되며 제 2 금속판(32) 안쪽측의 제 1 금속판(31) 사이에는 각도 -α 만큼 경사진 제 2 작은 유로(36)가 형성되며 이 제 1 작은 유로(35)와 제 2 작은 유로(36)는 각도 2×α 로 교차된다. 또, 제 1 금속판(31)이나 제 2 금속판(32)의 표면에는 유체의 난류를 발생시키기 위한 제 3 작은 유로인 구멍(37)이 설치되어 있다. 또한, 제 1 금속판(31)이나 제 2 금속판(32)의 표면은 평탄하지 않고 엠보싱가공에 의해서 미소한 凹凸(38)이 설치되어 있다. 이 凹凸(38)은 산(또는 골짜기)(38)의 높이에 비교해서 무시할 수 있을 정도로 작다.

그리고 제 1 금속판(31)과 제 2 금속판(32)의 이면에는 균일하게 소정 금속의 촉매입자(14)가 붙어 있다. 이 촉매입자(14)의 부착 방법엔 도포, 부착, 증착, 압착등이 있다. 그 어느 부착방법이건 촉매 입자(14)가 금속판(31, 32)의 단위면적당 개략적으로 같은 양이 되게 분산해서 또는 전체적으로 부착된다. 가장 균일한 촉매입자의 부착방법은 금속판(31, 32) 자체를 촉매 금속으로 구성하는 것이며 입수하기 쉽고 염가이며 또한 전자유도로 전력이 들어가기 쉬운 촉매금속을 사용하는 경우는 채용가능한 방법이다.

코일(13)에 고주파전류를 흘리고 적층체(12)에 고주파자계를 작용시키면 제 1 금속판(31)과 제 2 금속판(32) 전체에 흐르는 전류가 발생하고 적층체(12)가 개략 균일하게 발열한다. 이때의 온도분포는 도 3에 도시되듯이 제 1 금속판(31)과 제 2 금속판(32)의 세로방향으로 연장한 타원형으로 되며 주변부보다 중심부쪽이 발열되며 중앙부를 흐르려는 유체의 가열에 유리하게 되어 있다.

또, 도 2와 같이 적층체(12)내엔 교차하는 제 1 작은 유로(35)와 제 2 작은 유로(36)가 형성되며 주변과 중앙과의 확산이 행해지며 덧붙여서 제 3 소통로를 형성하는 구멍(37)의 존재에 의해서 제 1 작은 유로(35)와 제 2 작은 유로(36)간의 두께방향의 확산도 행해진다. 따라서 이것들의 작은 유로(35, 36, 37)에 의해서 적층체(12)의 전체에 걸치는 유체의 마크로적인 분산, 방산, 휘산이 생긴다. 덧붙여서 표면의 미소한 凹凸(38)에 의해서 미크로 적인 확산, 방산, 휘산도 생긴다. 그 결과, 적층체(12)를 통과하는 유체는 개략 균일한 흐름으로 되어 제 1 금속판(31) 및 제 2 금속판(32)과 유체와의 균일한 접촉기회가 얻어진다. 그 결과 균일한 열전달과 균일한 촉매반응의 양쪽이 확보된다. 또한, 적층체(12)에서의 유체의 온도가 소정의 값이 되어 반응이 생기는 부분에만 촉매입자(14)를 붙이는 것이어도 좋고 촉매입자가 없는 적층체(12)와 촉매입자(14)를 붙인 적층체(12)를 원주방향의 방향을 바꿔서 직렬다단으로 배열설치하는 것이어도 좋다.

또한, 도 1의 코일(13)은 리스선을 꼬아 붙인 것이며 파이프(11)의 외주에 감아주든가 또는 파이프(11)의 두꺼운 두께 안으로 감아서 매립된다. 파이프(11)는 코일(13)을 유지하고 유체 통로를 구획하고 그 통로내에 적층체(12)를 수납하는 것이기 때문에 내식성, 내열성, 내압성이 있어서 비자성체의 재질로 형성된다. 구체적으로는 세라믹 등의 무기질 재료, FRP(섬유강화 플라스틱), 불소수지 등의 수지재료, 스테인레스 등의 비자성 금속 등이 쓰이는데 세라믹이 가장 바람직하다.

다음에 제 1 실시예에 관한 전자유도가열의 전체의 기기구성을 도 4에 의해 설명한다. 촉매반응장치는 장치본체(1)와 2 자유도 PID 온도 제어부(2)와 위상 시프트 제어부(3)와 게이트 드라이버(4)와 센서없는 높은 힘의 비율을 갖는 고주파 인버터부(5)로 되어 있다. 장치 본체(1)의 유체 출구엔 온도 센서(17)가 설치되며 온도 센서(17)는 온도 제어부(2)에 접속되어 있다.

고주파 인버터부(5)는 교류전원(21)에 대한 정류부(22)와 비평탄 필터(23)와 고주파 인버터부(24)로 되어 있다. 고주파 인버터부(24)의 출력 전력과 주파수는 위상 시프트 제어부(3)와 게이트 드라이버(4)에 의해서 제어되며 상업용의 교류전원(21)을 효율적으로 고주파전류로 변환해서 전기 에너지가 유효이용된다.

온도제어부(2)는 퍼지+오토터닝 2 자유도 PID 온도 제어기로 구성되며 출력 전압 제어신호를 위상 시프트 제어부(3)에 출력한다.

이 같이 출력제어를 위한 온도 센서(17)가 파이프(11)의 출구에 설치되고 있기 때문에 인버터(5)나 코인(13)의 손실을 고려할 출력의 제어가 가능하다.

고주파 인버터부(24)는 4개의 스위칭 소자(Q1 내지 Q4)를 쓴 것이며 Q1과 Q4를 직렬로 접속한 것과 Q3과 Q4를 직렬로 접속한 것을 병렬로 접속하여 되어 있다. 또, 코일(13)이 감긴 비금속 파이프(11)와 도전성 금속의 적층체(12)로 이루는 가열체계는 누설 인덕턴스가 큰 트랜스 회로 모델로 나타낼 수 있고 단순한 R-L 회로로 표시할 수 있다. 이 R-L 회로에 보상 콘덴서(C1)를 직렬로 접속하면 전기회로 정수가 변화되지 않는 불변회로계로 할 수 있다. 그 때문에 공진 콘덴서(C1)로 R-L부하계의 L분을 보상한 동조를 취하기 쉽고 작동주파수와 공진 콘덴서(C1)의 최적 설계회로가 행해진다. 이 스위칭 소자(Q1 내지 Q4)는 스위치(S1 내지 S4)와 다이오드(D1 내지 D4)를 병렬로 접속한 회로로 나타내어지며

SIT(Static Induction Transistor), B-SIT, MOSFET(Metal-Oxide Semiconductor FET), IGBT, MCT 등의 반도체 파워 디바이스를 써서 형성된다.

스위치(S1, S4)가 폐쇄되면 a점에서 부하(L1, R1)를 거쳐서 a점에 이르는 회로에 전류가 흐른다. 즉, 부하(L1, R1)에서 보면 정 또는 역에 전류가 흐른 것으로 된다. 각 스위치(S1 내지 S4)는 각각 50% 정도의 약한 듀티사이클의 전압 펄스로 구동한다. 스위치(S1, S2)의 전압 구동펄스를 기준상 펄스로 하고 스위치(S3, S4)의 전압구동펄스를 제어상 펄스로 한다. 기준상과 제어상과의 전압 구동 펄스의 위상차 φ를 0 내지 180° 까지 연속적으로 변화시키므로서 출력전압을 PWM(Pulse Width Modulation)에 의해서 제어할 수 있으며 이론적으로는 출력전력을 0에서 부하 회로정수와 인버터 동작주파수로 결정되는 최대 출력까지 연속적으로 변화시킬 수 있다.

또한, 전력제어의 방식으로서 위상 시프트 PWM 방식을 설명했는데 일반으로 그외의 전력 제어방법으로서 액티브 PWM 정류회로나 고주파 트랜지스터 쵸퍼에 의한 직류전원제어(PAM 방식), 가변주파수제어(PFM 방

식), 펄스 밀도변조제어(펄스사이클 제어)(PDM 방식)등이 있다. 요컨대 반도체 파워 디바이스를 교대로 전환하는 인버터이며 온도조정을 위해서 어느 정도의 전력 제어가 가능하며 고역율의 인버터이면 제 2 도의 적층체와 조합할 수 있다.

파이프라인에 직접 조립가능한 제 1 실시예의 장치 본체(1)의 구체예가 제 5 도에 도시된다. 동 도면에 있어서 장치본체(1)는 주 부분으로서 플런저(101, 102)와 단관(103, 104)와 파이프(11)와 코일(13)고 적층체(12)가 관(105, 106)으로 되어 있다. 또한, 부호(2)는 습도 제어부이며 부호(5)는 인버터부이며 부호(17)는 온도 센서이다.

플런저(101, 102) 및 단관(103, 104)의 소재는 화학 플랜트에서 취급되는 여러가지의 유체에 대해서 내식성을 가질 것이 필요한 동시에 또 코일(13)이 형성하는 자속의 영향을 받기 어렵게 비자성인 SUS316 같은 오스테나이트계 스테인레스가 쓰인다. 이 오스테나이트계 스테인레스는 일반으로는 비자성이지만 완전한 비자성은 아니고 자속의 영향을 다소 받는다. 플런저(101)와 단관(103)은 용접등으로 단관부착 플런저에 형성되고 플런저(102)와 단관(104)도 용접 등으로 단관부착 플런저에 형성된다. 특히, 유체(107)의 축구측에 위치하는 단관(103)엔 같은 SUS316제의 소켓(111)이 용접등으로 고정되고 온도센서(17)를 부착하기 위한 부속품(112)이 비틀어 넣어지게 되어 있다. 그리고 누름쇠볼이(113)를 부속품(112)에 대해서 비틀어 넣으면 온도 센서(17)의 선단이 단관(103)의 중심부근에 위치하는 상태로 고정할 수 있다. 이 소켓(111)의 위치는 부속품(112)등의 온도 센서의 부품이 플런저(101)에 간섭하지 않을 정도로 플런치(101)에 근접시켜서 설치할 것이 요구된다. 플런저(101, 102) 및 단관(103, 104)은 용접 등으로 부착하는 것에 한하지 않으며 단관부착 플런저로서 일체 성형된 것이어도 좋다. 또, 단관(103)에 부착되는 센서는 온도 센서에 한하지 않고 압력 센서등의 다른 센서이어도 좋다.

파이프(11)내의 축방향 중앙에 적층체(12)가 수납되고 파이프(11)의 외주이며 적층체(12)가 위치하는 부분에 코일(13)이 감겨 있다. 파이프(11)는 제작상의 제한에서 2개 이어진 이상의 파이프이어도 좋다.

그리고, 파이프(11)의 양단과 단관(103, 104)은 직접접합하는 것은 아니며 관(105, 106)을 거쳐서 접합하고 있다. 관(105), (106)의 소재엔 Fe-Ni-Co 합금과 같이 고력내열 합금이 선정된다. 또, 일반으로 세라믹의 열팽창계수는 작고 오스테나이트계 스테인레스의 열 팽창계수는 크다. 따라서 파이프(11)에 세라믹을 사용하고 단관(103, 104)엔 오스테나이트계 스테인레스를 사용하고 파이프(11)와 단관(103, 104)을 직접 접합하면 큰 열응력이 발생한다. 그 때문에 파이프(11)와 단관(103, 104)간에 개재시키는 관(105, 106)의 열팽창계수는 세라믹과 오스테나이트계 스테인레스의 열팽창계수의 중간이 되는 것을 선정한다. 또, 단관(103, 104)과 관(105, 106) 사이의 접합 및 관(105, 106)과 파이프(11)와 사이의 접합은 은납이나 니켈납을 사용한 융착으로 행한다.

관(106)은 스트레이트인데 관(105)은 콜게이트상으로 물결되고 있으며 축방향에 신축가능으로 되어 있다. 장치(1)에서 유체를 가열하면 열팽창에 의해서 장치본체(1)뿐 아니라 파이프라인도 축방향으로 연장한다. 그 때문에 파이프라인에 플런저 접합으로 장치 본체(1)를 조립한 경우, 장치 본체(1)의 가장 약한 부분에 예상외의 열 응력을 발생시킬 우려가 있기 때문에 장치본체(1)내에 열팽창을 피하기 위한 콜게이트상의 관(106)을 설치했다. 이 콜게이트상의 관(106)에 의해서 파이프라인이나 장치 본체(1)의 축방향이나 축심방향의 제작상의 오차의 흡수도 가능하다.

또, 이 콜게이트상의 관(106)은 굴곡가능하기도 하므로 플런저(101, 102)사이의 평행도의 어긋남의 흡수도 가능하다.

적층체(12)는 그 외주면과 파이프(11)의 내주면과 사이에 환상간극(Rs)을 형성하는 직경(D)으로 되어 있다. 파이프(11)내에 그 축심과 적층체(12)의 축심을 일치시키게 적층체(12)를 삽입하고 유지부재(121)로 유지하고 있다. 그리고 적층체(12)의 직경(D)을 장치본체(1)에서 유체(107)를 가열했을 때, 파이프(11)가 그 지름방향에 열팽창하는 양과 적층체(12)가 그 지름방향에 열팽창하는 양과의 열팽창차이 이상의 환상간극(Rs)을 적층체(12)와 파이프(11)간에 갖도록 결정된다. 또, 유지부재(121)는 유입측(A)의 단관(104)에 용접 등으로 용착되고 지름내방향에 연장하는 금속제 바(122)와 이 금속제 바(122)의 선단에 적층체(12)의 축심과 일치하게 고정되고 비자성체의 유지봉(123)로 구성되어 있다. 그리고 적층체(12)의 직경(D)은 장치본체(1)에서 유체(107)를 가열했을 때, 파이프(11)가 그 지름방향에 열팽창하는 양과 적층체(12)가 그 지름방향에 열팽창하는 양과의 열팽창차이 이상의 환상간극(RS)을 적층체(12)와 파이프(11)간에 갖게 결정되어 있다. 또, 유지부재(121)는 유입측(A)의 단관(104)에 용접등으로 용접되고 지름안 반방에 연장하는 금속제 바(122)와 이 금속제 바(122)의 선단에 적층체(12)의 축심과 일치하게 고정되고 비자성체의 유지봉(123)으로 구성되어 있다. 그리고 비자성, 내열성 및 내식성이 우수한 세라믹 등으로 제작된 유지봉(123)는 유입측(A)에서 유출측(B)으로 향해서 연장되고 있으며 그 선단에서 적층체(12)를 코일(11)에 대한 위치에 자리매김하도록 유지된다. (124)는 링형상스토퍼이며 비자성, 내열성 및 내식성의 우수한 세라믹 등으로 제작되어 있다. 이 링형상 스토퍼(124)는 유체(107)의 유출측(B)에서 파이프(11)내에 감합되며 적층체(12)와의 사이에 해당적층체(12)의 측방향의 열팽창의 양과 동일, 또는 다소 적은 간극(Vs)을 갖도록 고정되어 있다. 또, 링형상 스토퍼(124)는 유출측(B)에서 환상간극(Rs)을 지름방향으로 가로지르고 적층체(12)상에 위치하고 있으며 적층체(12)의 열팽창으로 이 적층체(12)에 걸어맞춰져서 환상간극(Rs) 유출측(B)에서 폐쇄된다. 확대부분 같이 링형상 스포터(124)에 적층체(12)의 끝이 끼는 끼워넣는 부분(124a)을 설치해두면 적층체(12)의 파이프(11)내의 자리매김을 하기 쉽게 된다.

그리고 장치 본체(1)의 유입측(A)에서 유출측(B)에 유체(107)를 흘리면 더불어 코일(13)에 의한 전자 유도로 파이프(11), 적층체(12)를 거쳐서 유체(107)를 가열하면 파이프(11) 및 적층체(12)에 그 지름방향의 열팽창에 차가 생기는데 파이프(11)와 적층체(12)간에는 그 열팽창차 이상의 환상간극(Rs)이 형성되고 있으므로 이 환상간극(Rs)을 좁히면서 열팽창차를 흡수하고 적층체(12)가 파이프(11)에 맞닿아서 누르는 것에 의한 응력이 작용이 방지되며 또, 적층체(12)는 그 축방향에도 열팽창하지만 이 열팽창은 링형상 스토퍼(124)와 새에 형성된 간극(Vs)을 열팽창시키는 것에 의해서 흡수된다.

이때 파이프라인(131, 132)에서 장치본체(1)의 유입측(A)에 유입된 유체(107)는 적층체(12)내에 유입해서 가열되고 유입측(B)으로 흐르는 동시에 유체(107)의 일부는 유입측(A)에서 직접적으로 또는 적층체(12)에서 환상간극(Rs)에 유입되서 환상간극(Rs)을 통과하여 유입측(B)으로 흐르려고 한다. 그러나, 적층체(1

2)가 축방향의 열팽창에 의해 링형상 스토퍼(124)에 걸어 맞춤하므로서 환상간극(Rs)의 유출측(B)을 폐쇄해서 유체(107)가 직접으로 유출측(B)에 흐르는 것을 저지하므로 환상간극(Rs)내엔 유입측(A)에서의 유체(107)의 흐름에 의해서 유출측(B)에 누르는 압력이 발생하고 환상간극(Rs)내에 흘러들어간 유체(107)를 이 압력에 의해서 적층체(12)내에 흘러들어가게 할 수 있다.

이것에 의해 코일(13)에 의한 전자유도로 적층체(12)를 가열해도 적층체(12)의 열팽창에 기인하는 파이프(11)의 파손을 방지할 수 있음과 더불어 적층체(12)의 열팽창을 흡수하기 위한 환상간극(Rs)을 형성했다고 해도 적층체(12)가 열팽창해서 링형상 스토퍼(124)에 걸어맞춤하므로서 환상간극(Rs)을 유출측(B)에서 폐쇄하고 이 환상간극(Rs)에 유출하는 유체(107)를 적층체(12)내에 흘러들어가게 할 수 있으므로 유체(107)를 적층체(12)로 균일하게 가열시키는 것이 가능하다.

또, 플런저(101, 102)에 SUS 316을 쓴 경우, 플런저(101, 102)와 적층체(12)까지의 거리(L3, L4)는 파이프(11)의 안지름(D)이 10센치미터까지는 D×0.8배 이상이며 파이프(11)의 안지름(D)이 10센치미터 이상에선 8센치미터 이상으로 라면 플런저(101, 102)가 발열하지 않게 된다. 또, 적층체(12)에서 관(105, 106)까지 거리(L1, L2)는 5센치미터 이상 간격을 주는 것이 바람직하다.

다음에 제 1 실시예의 적층체(12)에 대한 주파수의 영향, 적층체(12)를 구성하는 박판부재의 두께의 영향, 적층체(12)의 전열면적의 영향, 적층체(12)의 전열면적의 집적도의 영향을 조사한 결과를 이하에 설명한다.

도 6은 판두께와 열효율의 관계를 도시한다. 또한, 직경 10㎝ 또는 5㎝의 적층체를 써서 20 내지 40kHz의 범위에서 가열실험을 행함에 있어서 금속판의 두께를 50미크론 전후로 변경하고 전체의 열효율을 측정했다. 금속판의 재질은 SUS447J1이었다. 도면에 의하면 30미크론을 넘어서면 열효율의 상승율이 급속히 저하되고 30미크론 이상에선 90%이상의 개략 일정의 열효율로 되어 있다. 또, 30미크론 이하에서의 열 효율의 저하비율은 금속판의 두께가 얇을 수록 크다는 것이 확인되었다.

도 7은 주파수와 열효율의 관계를 도시한다. 또한, 직경 10㎝, 판의 두께 50미크론으로 산형의 높이는 3㎜의 적층체를 써서 주파수를 변경해서 전체의 열효율을 측정했다. 금속판의 재질은 SUS447J1이었다. 도면에 의하면 주파수가 낮은 영역에선 서서히 열효율이 저하되고 주파수가 높은 영역에선 급속히 열효율이 저하되고 있다. 열효율을 90% 전후로 높게 유지하기 위해선 20 내지 70kHz의 범위가 통하는 것을 알 수 있다. 다만, 열효율 70% 이상이라는 실용적으로 이용가능한 범위로선 15 내지 150kHz의 범위이다.

도 8은 산높이와 열효율의 관계를 도시한다. 또한, 직경 10㎝, 금속판의 두께 50미크론으로 여러가지의 산높이의 물결로 한 적층체를 써서 주파수 20 내지 30kHz의 범위로 전체의 열효율을 측정했다. 또, 이 경우의 산 높이와 전열면적의 관계를 도 9에 도시한다. 동 도면의 A선은 제 2 금속판을 가진 것인데 동 도면의 B선은 제 2 금속판의 생략된 것이다. 도 8에서 열효율 70% 이상의 실용적으로 이용가능한 것을 산높이 11㎜이며 도 9의 시선에서 1 입방 센치미터 마다의 전열면적은 2.5 평방센치미터 이상이다. 열효율을 90% 전후로 하기 위해선 산높이가 5㎜이며 1 입방 센치미터 마다의 전열면적은 5평방센치미터 이상이 바람직하다.

도 10은 산 높이와 수막 두께와의 관계를 도시한다. 직경 10㎝, 판의 두께 50미크론으로 여러가지의 산높이의 물결로 한 적층체의 평균 수막 두께를 조사한 것이다. 동 도면의 시선은 제 2 금속판을 가진 것인데 동 도면의 B선은 제 2 금속이 생략된 것이다. 열효율이 70% 이상에 대응하는 수막 두께는 4㎜(적층체의 전열면적이 평방센치미터에 상당)이하로 한다. 그러나, 신속 가열과 높은 응답성을 확보하기 위해선 경험적으로 수막 두께는 1㎜(적층체의 전열면적 1 평방 센치미터 마다에서 가열해야 할 유체량의 0.1 평방 센치미터에 상당)이하로 할 것이 바람직하다.

다음에 도 11A 및 도 11B에 의해 본 발명의 제 2 실시예를 설명한다. 상술된 제 1 실시예에 있어선 도 2에 도시하는 적층체(12)의 구조로서 유체의 단위 용적에 대한 비 표면적을 크게 하므로서 적층체와 유체와의 온도차를 적게 하면서 유체의 촉매반응을 촉진케 한 것을 사용했다. 그러나 유체의 촉매반응에 있어선 유체의 단위 용적에 대한 비표면적을 상술된 실시형태와 같이 크게하지 않고 적층체의 표면에 있어서의 온도를 크게하고 유체의 촉매반응을 촉진할 것이 바람직한 경우가 있다.

이 경우에 있어선 도 11A 및 도 11B에 도시하는 조립체(79)를 쓰면 효과적이다. 도 11A는 세로방향의 단면도이며 도 11B는 가로방향의 단면도이다. 즉, 조립체(79)는 파이프(11)의 축방향으로 연장되는 소직경 파이프 부재(80)의 다수를 규칙적으로 또한 밀접하게 묶고 또는 용접 또는 금속 납땜으로 접합한 것이며 소직경 파이프 부재(80) 및 소직경 파이프 부재(80) 사이의 공간을 유체의 유로로 한 것이다. 이 경우에 조립체(79)은 파이프(11) 내주면에 대해서 각 소직경 파이프 부재(88)의 외주를 접촉시키면서 삽입되어 있다. 또한, 파이프(11)의 양단측에서 유체의 흐름을 확산하는 분산부재(81)가 설치되고 있으며 기타는 도 1에 도시하는 장치 본체(1)와 동일한 구성을 갖는 것이다.

이같이 조립체(79)의 단면이 소직경 파이프 부재(80)를 규칙적으로 조립하고 이것들의 부재가 전기적으로 독립하는 일 없고 특히, 반경 방향으로 도통하기 쉬운 구조로 하면 전자 유도에 의하여 흐르는 전류의 발생이 조립체(12) 단면의 전역에 걸쳐서 생기고 조립체의 단면에 있어서의 발열 얼룩이 적어진다. 또, 유체는 분산부재(81)로 균등하게 분산된 후에 조립체(1)의 각 소직경 파이프 부재(80)로 구분된 작은 유로를 따라서 축방향으로만 흐른다. 그리고 도 2에 도시되는 적층체(12)에 비해서 단위 용적에 대한 비표면적을 작게하면서 유체의 압력 손실이 작은 것에 비해 표면 온도가 높게된 소경 파이프 부재(80)로 구분된 작은 유로의 벽에 유체가 접촉하는 기회가 얻어지며 그 촉매반응이 촉진된다. 또한, 도 11A 및 도 11B와 마찬가지의 효과를 얻기 위해서 각 소직경 파이프 부재(80)를 대신해서 다수의 판 부재를 조립하므로써 단면이 격자 형상이 되게 하고 유체가 통과하는 축방향의 작은 부수의 유로를 형성케 한 것이어도 좋다.

이같이 금속판을 밀접하게 적층한 도 2와 같은 적층체(12)를 쓰지 않고 도 11A 및 도 11B에 도시하듯이 다수의 소경 파이프 부재(80)로 조립체(79)를 구성하면 주파수를 150KHz 이상(150 내지 200KHz)으로 유체의 1 입방 센치미터 마다의 전열면적도 2.5 평방 센치미터 이하여도 촉매반응 장치로서 실용적으로 이용할 수 있다. 즉 조립체의 형상이 바뀌면 입력 가능한 주파수도 바뀌며 두께가 얇은 파이프를 쓰면 150KHz

이상이어도 가열가능하다. 또 촉매 금속과 반응 유체의 종류에 따라서는 온도차(Δt)가 큰쪽이 좋은 경우도 있으며 이 경우엔 전열면적은 2.5 평방 센치미터 이하로 한다.

이상의 제 1 실시예 및 제 2 실시예는 발열반응에 쓰이는 촉매반응장치 및 촉매반응방법에 관한 것이었는데 이하에 흡열 반응에 쓰이는 제 3 실시예를 설명한다. 도 12는 이 촉매반응장치의 요부를 도시하는 도면이며 도 13A 및 도 13B는 흡열체의 구조도이다.

도 12의 촉매반응 장치의 장치 본체(40)는 파이프(48)중에 흡열체(41)를 수납하고 있다. 도 13A 및 도 13B와 같이 흡열체(41)은 지그재그의 산형으로 구부려진 금속판(42)의 산(또는 골짜기)(43)에 용접이나 금속납으로 고착된 전열질(44)이 배열 설치된다. 이 금속판(42)은 열전달율이 높고 유체에 대한 내부식성이 우수한 재질이 선정된다. 이 금속판(42)의 표면에 개략 균일 분포가 되게 촉매입자(45)가 도포, 부착, 증착, 압착 등으로 붙여지고 있다. 또한, 금속판(42)의 표면엔 구멍(46)이 뚫리는 동시에 엠보싱 가공 같은 미소한 凹凸(47)이 설치되어 있다.

전열관(44)은 냉각액을 흘리는 것이며 산(또는 골짜기)(43)을 따라서 굴곡상태로 배열 설치되어 있다. 이 전열관(44)에 소정의 냉각액을 흘리면 금속판(42)의 전체가 개략 균일한 흡열체로 된다. 전열관(44)내의 냉각액의 열 구배를 적게하기 위해서 전열관(44)의 하측 굴곡부분을 입구측 헤드 파이프에 연결하고 전열관(44)의 상측 굴곡부분을 출구측 헤드파이프에 연결할 수도 있다.

이같은 전열관(44) 부착의 금속판(41)은 도 2의 제 2 금속판(32) 대신에 전열관이 배열 설치되었을 경우의 제 1 금속판(31)과 같이 산 또는 골짜기의 작은 유로가 교차하게 적층되어서 적층체(41)에 구성된다. 그리고 도 12와 같이 파이프(48)내에 수납된다. 동 도면의 촉매반응 장치(40)의 밑에서 유체를 흘리면 도 13A 및 도 13B의 금속판(42)의 산(또는 골짜기)(43)을 따른 작은 유로가 이웃하는 금속판(42) 간에서 교차하고 있으며 또, 이웃하는 금속판(42)을 연통시키는 구멍(46)이 있기 때문에 유체는 적층체의 두께 방향 및 축방향으로 확산된다. 즉, 금속판(42)에 개략 같은 조건으로 접촉하는 유체는 촉매 입자로 개략 같은 촉매반응을 일으키고 그때의 발열은 전열관(44)으로 개략 같은 조건으로 흡수된다. 그 결과, 촉매반응장치(40)에 유체를 통과시키는 것만으로 개략 균일한 촉매반응을 일으킬 수 있다.

다음에 제 1 실시예 내지 제 3 실시예의 촉매반응장치 또는 촉매반응방법이 적용되는 연료 전지 시스템을 도 14에 의해 설명한다. 천연 가스를 원료로 한 연료 전지에선 천연 가스를 수소가 많은 가스로 변환하고 인산계 연료 전지 본체에 수소를 공급하는 시스템으로 되어 있다. 그 때문에 천연 가스를 탈황기 → 개질기 → 변성기의 차례로 통해서 소정의 촉매반응을 일으키고 수소가 많게 개질시킨다.

개질기는 탄화수소의 수증기 개질을 이용한 것의 경우, Ni 계 또는 Ru 계의 촉매를 쓰고 650 내지 800℃, 1 내지 10kg/cm^2의 조건 아래에서 행해진다. 이 반응은 흡열 반응이다.

이 Ni 계 또는 Ru 계 촉매의 수명은 탈황의 정도로 대폭적으로 변화되기 때문에 개질기의 앞에 탈황기가 쓰인다. 수소 탈황법에 의한 탈황기의 경우, Co-Mo계 또는 Ni-Mo 계의 촉매하에서 300 내지 350℃의 온도로 수소와 반응시켜서 유기 유황화합물을 유화수소(H_2S)로 바꾸고 산화아연에 흡착시킨다.

또, 개질기에서의 수소가 많은 가스는 인산계 연료 전지 본체의 촉매가 되는 1 산화산소를 포함하기 때문에 변성기로 1 산화탄소와 수증기를 반응시켜서 2 산화탄소와 수소로 바꾼다. 이 변성기는 철-크롬계 촉매를 써서 350 내지 370℃의 핫시프트를 행하게 하고 잔류하는 1 산화 탄소에 대해서 구리 아연계 촉매를 써서 200 내지 230℃의 콜드 시프트를 행하게 하는 것이다. 이 핫 시프트와 콜드시프트는 발열 반응이다.

상술된 탈황기 → 개질기 → 변성기 → 연료전지 본체의 프로세스는 가열하 또는 흡열하의 촉매반응을 포함하기 때문에 통상은 다관식 열 교환기형의 촉매반응장치를 써서 프로세스를 수행하고 있다. 다관식 열교환기의 경우, 열 매체를 쓴 간접가열이기 때문에 시스템이 복잡하고 파형화되고 기동시간이 오래 걸리며 부하 변동에 관한 추종성도 나빠진다.

그래서, 상술된 본 발명의 촉매 반응 장치를 쓰면 도 14와 같이 단순한 프로세스로 된다. 탈황기(51)와 수증기 발생기(52)를 병렬로 접속하고 차례로 개질기(63), 제 1 변성기(54), 제 2 변성기(55), 연료 전지 본체(56)를 직렬로 접속한 프로세스이다.

탈황기(51)는 원료가 되는 천연 가스를 Co-Mo 계 또는 Ni-Mo 계의 촉매하에서 300 내지 350℃ 까지 가열하는 것이기 때문에 이 탈황기(51)에 도 1의 전자유도 가열에 의한 촉매반응장치가 쓰인다. 수증기 발생기(52)는 단순히 물을 가열할 뿐이기 때문에 도 1의 금속판에 촉매 입자가 붙어 있지 않은 것을 쓸 수 있다.

개질기(53)는 Ni 계 또는 Ru 계 의 촉매하에서 650 내지 800℃까지 천연 가스를 가열하고 흡열반응이 일어나기 때문에 이 개질기(53)에 도 1의 전자유도 가열에 의한 촉매반응장치가 쓰인다. 제 1 변성기(54) 및 제 2 변성기(55)는 촉매하의 발열 반응이기 때문에 도 12의 전열관 부착 촉매반응 장치가 쓰인다. 또, 필요에 따라서 라인의 (A)점에 도 1의 금속판에 촉매 입자가 붙어 있지 않은 단순한 여열기를 부가하고 라인의 (B)점에 도 12에 금속판에 촉매 입자가 붙어 있지 않은 단순한 열교환기를 부가할 수도 있다.

개개의 촉매반응 장치는 상술된 바와 같이 소형화, 기동시간의 단축화, 부하변동에 대한 높은 추종성을 갖고 있다. 그 때문에 시스템 전체로서 현저한 소형화, 기동시간의 단축화, 부하변동에 대한 높은 추종성이 추구된다.

도 15는 메탄올 개질기(57)를 쓰는 경우의 프로세스를 도시한다. 메탄올을 수증기와 더불어 개질하는 경우, 통상 구리계 촉매가 쓰이며 200 내지 300℃로 10kg/cm^2 이하의 저압 조건하에서 행해진다. 그 때문에 도 15와 같이 본 발명의 촉매반응장치를 쓰면 프로세스가 단순화되고 차량 전원 등 같이 이동하는 경우에 특히 유효하다.

또한, 상술된 실시예의 설명에서는 흡열반응 또는 발열 반응에 관한 촉매반응의 경우를 설명했는데 흡열반응 또는 발열반응에 속하지 않은 대기 오염 및 환경 보전의 분야에 있어서도 본 발명의 촉매반응장치 및 촉매반응방법을 쓸 수 있다. 예를 들면 배 가스중의 이산화탄소, 질소화물, 유황 산화물의 제거의 경

우에도 촉매 금속에 접촉시켜서 이를 제거 대상물의 경감 효과를 도모하는 수가 있다. 이 경우, 배가스를 소정 온도까지 올리기 위해서 여열기 또는 과열기(수퍼히터)가 쓰인다. 이 여열기 또는 과열기로서 상술한 발열형의 촉매반응장치를 쓸 수 있다. 또, 역으로 냉각기로서 상술한 흡열형의 촉매반응장치를 쓸 수 있다. 즉, 발열 또는 흡열이라고 하면 발열 반응 또는 흡열 반응만을 의미하는 것은 아니고 발열의 양태에 단순한 예열이나 과열을 포함하고 흡열의 양태엔 단순한 냉각을 포함한다.

산업상이용가능성

본 발명의 촉매반응장치 또는 촉매반응방법 및 촉매반응용적층체는 연료의 개질에 한하지 않으며 화학 플랜트에 있어서 고온하에서 이뤄지는 여러가지의 반응에 적용할 수 있고 또한 흡열반응 또는 발열반응에 속하지 않는 대기오염 또는 환경 보전의 분야 등의 광범위한 분야에서 이용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

유체 통로와, 상기 유체 통로의 주변에 설치되며 고주파 전류가 통전되는 코일과, 상기 유체 통로내에 배열 설치되고 도전성 재료인 금속판을 서로 전기적으로 도통 가능하게 접합해서 적층한 적층체 및, 상기 적층체내를 통과하는 유체에 균일한 확산을 발생시키도록 상기 금속판간에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로를 포함하며, 상기 금속판 자체를 형성하거나 또는 상기 금속판 표면에 균일하게 붙여진 촉매 금속을 가지며, 상기 적층체내로 확산되면서 흐르는 유체를 적층체의 발열에 의하여 가열과 동시에 촉매반응을 일으키게 하는 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 금속판간에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로는 서로 교차하는 제 1 작은 유로 및 제 2 작은 유로와, 교차하는 제 1, 제 2 작은 유로사이를 왕래 가능하게 하는 제 3작은 유로를 포함하도록 형성된 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 3

제 1 또는 2 항에 있어서, 상기 금속판의 표면에 엠보싱 등의 凹凸이 설치된 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 적층체를 형성하는 상기 금속판의 두께가 30 미크론 이상 1㎜ 이하이며 상기 코일에 통전되는 고주파 전류의 주파수가 15 내지 150KHz 의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 5

제 1 항 또는 4 항에 있어서, 상기 적층체의 1 평방 센치미터 마다의 전열면적이 2.5 평방 센치미터 이상인 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 6

제 1 항 또는 4 항 또는 5 항에 있어서, 상기 적층체의 전열면적 1 평방 센치미터당 가열해야 할 유체량이 0.4 입방 센치미터 이하인 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 7

유체 통로내에 도전성 재료의 금속판을 서로 전기적으로 도통 가능하게 접합해서 적층한 적층체를 배열 설치하고 상기 적층체내에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로를 통과시키므로서 유체에 균일한 확산을 발생케하는 단계와, 상기 유체 통로의 주위에 설치된 코일에 흘려지는 고주파 전류에 의해서 상기 작은 유로를 형성하는 금속판을 균일하게 발열시키고 적층체내로 개략 균일하게 확산되면서 통과하는 유체를 균일하게 가열하는 단계 및, 상기 금속판 자체를 형성하거나 또는 상기 금속판의 표면에 균일하게 붙여진 촉매 금속에 상기 유체를 접촉시키고 균일한 가열과 동시에 균일한 촉매반응을 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매반응방법.

청구항 8

유체 통로와, 상기 유체 통로의 주위에 설치되고 고주파 전류가 통전되는 코일과, 상기 유체 통로내의 배열 설치되고 상기 유체 통로의 축방향에 흐르는 복수의 유로를 형성하게 도전성 재료를 서로 전기적으로 도통 가능하게 접합해서 조립된 조립체와, 상기 조립체의 유체입측에 배열 설치되고 다수의 상기 유로에 유체를 분배하는 분산 부재와, 상기 조립체의 도전성 재료의 자체를 형성하거나 또는 상기 도전성 재료의 표면에 개략 균일하게 붙여진 촉매 금속을 구비하며, 상기 조립체의 유로를 흐르는 유체에 상기 조립체의 발열에 의한 가열과 동시에 반응을 일으키게 하는 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 9

유체 통로내에 도전성 재료를 서로 전기적으로 도통 가능하게 접합해서 축방향의 복수의 유로를 형성하는 조립체를 배열 설치하고 상기 조립체에 이르는 유체를 상기 유체 통로의 면내에서 분산시켜서 상기 유로에 균일한 흐름을 형성하는 단계와, 상기 유체 통로의 주위에 설치된 코일에 흘려지는 고주파 전류에 의해서 상기 조립체를 형성하는 도전성 부재를 균일하게 발열시키고 상기 통로내를 통과하는 유체를 개략 균일하게 가열하는 단계 및, 상기 도전성 부재 자체를 형성하거나 또는 상기 도전성 부재의 표면에 균일하게 붙여진 촉매 금속에 상기 유체를 접촉시키고 균일한 가열과 동시에 일한 촉매반응을 발생시키는 단

계를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매반응방법.

청구항 10

유체 통로와, 상기 유체 통로내에 배열 설치된 적층체와, 상기 적층체내를 통과하는 유체에 균일한 확산을 발생시키게 상기 적층체를 구성하는 금속판간에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로와, 상기 작은 유로를 따라서 배열 설치되고 상기 금속판을 균일하게 덮게 고착된 전열관을 구비하며, 상기 적층체내로 확산되면서 흐르는 유체에 상기 전열관의 흡열과 동시에 촉매반응을 일으키게 하는 것을 특징으로 하는 촉매반응장치.

청구항 11

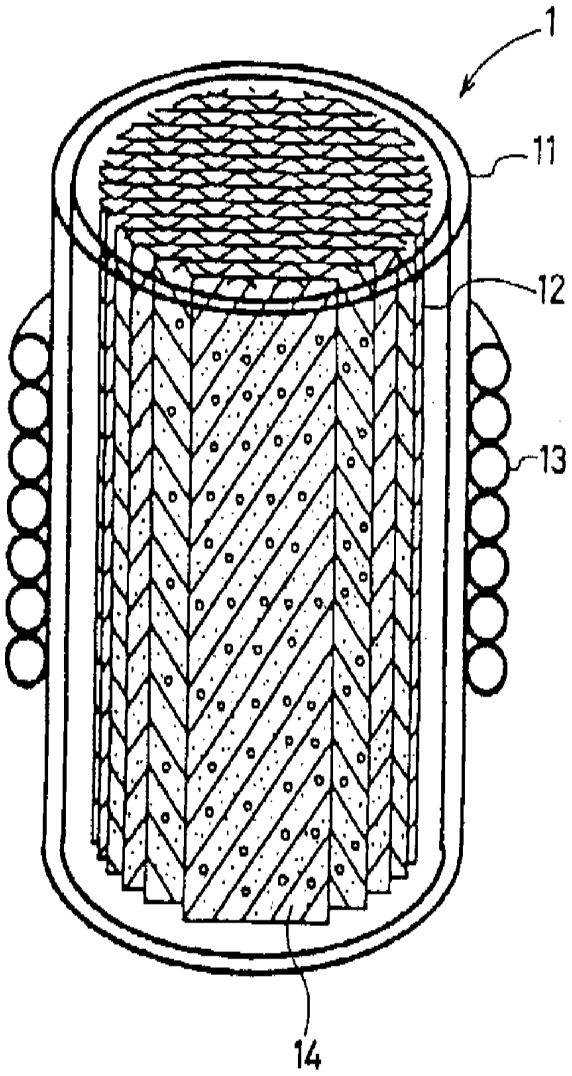
유체 통로내에 적층체를 배열 설치하고 상기 적층체내에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로를 통과시키므로서 유체에 균일한 확산을 발생시키는 단계와, 상기 작은 유로를 따라서 배열 설치되고 상기 금속판을 개략 균일하게 덮도록 고착된 전열관에 의해서 적층체내로 개략 균일하게 확산되면서 통과하는 유체 사이에 균일한 전열을 발생시키는 단계 및, 상기 적층체를 구성하는 금속판 그 자체를 형성하거나 또는 상기 금속 금속판의 표면에 균일하게 붙여진 촉매 금속에 상기 유체를 접촉시키고 균일한 전열과 동시에 균일한 촉매반응을 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매반응방법.

청구항 12

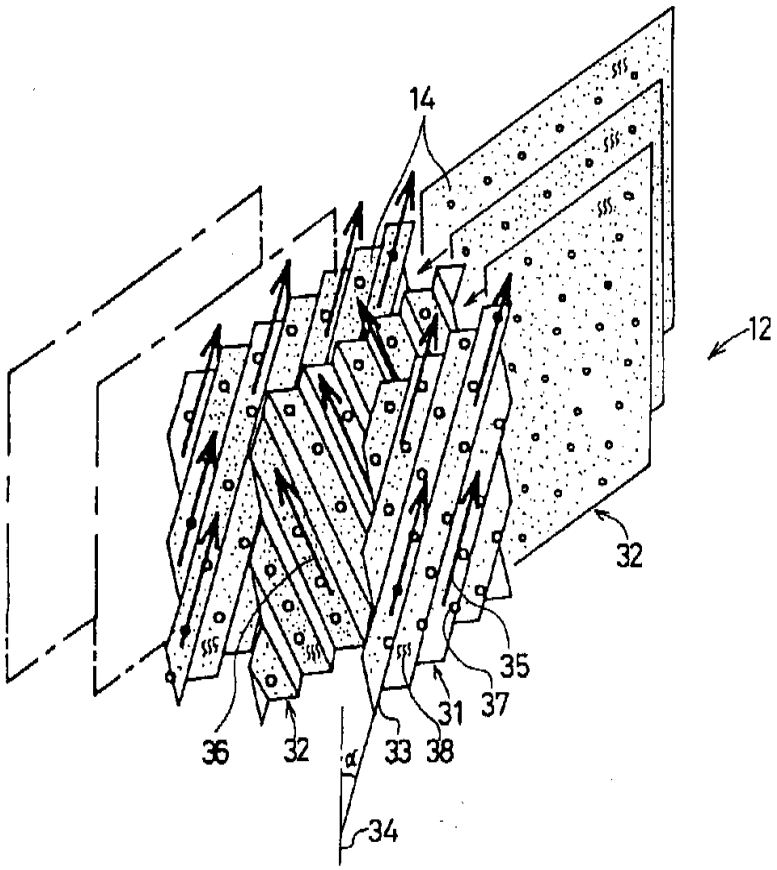
도전성 재료의 금속판을 서로 전기적으로 도통 가능하게 접합해서 적층한 적층체와, 상기 적층체내를 통과하는 유체에 균일한 확산을 발생시키도록 상기 금속 판간에 형성된 다수의 규칙적인 작은 유로 및, 상기 금속판 자체를 형성하거나 또는 상기 금속판의 표면에 균일하게 붙여진 촉매 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매반응용적층체.

도면

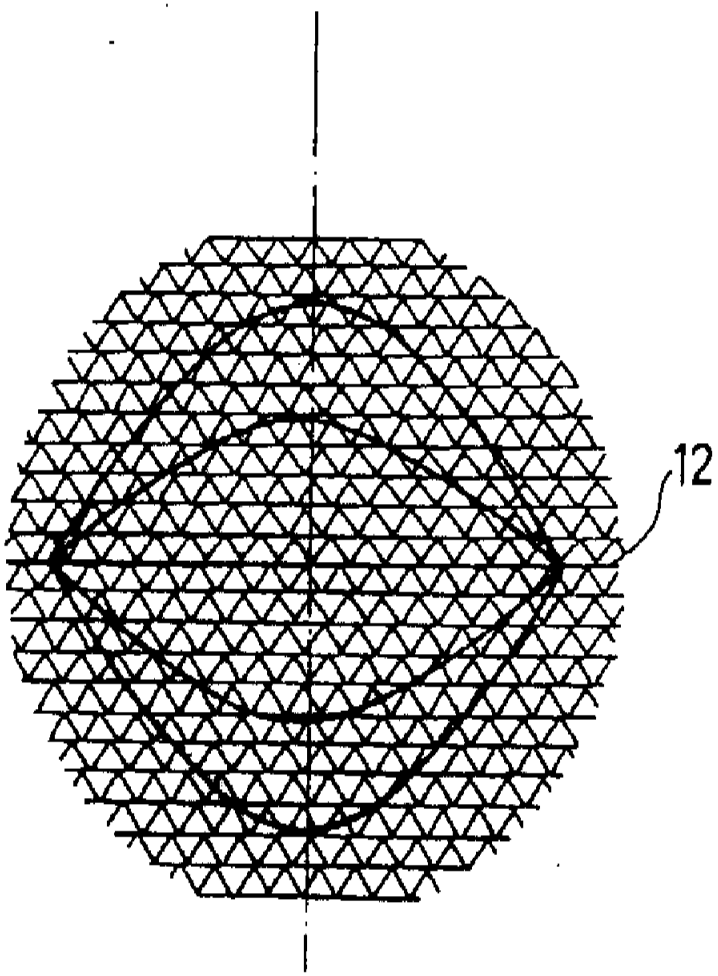
도면1



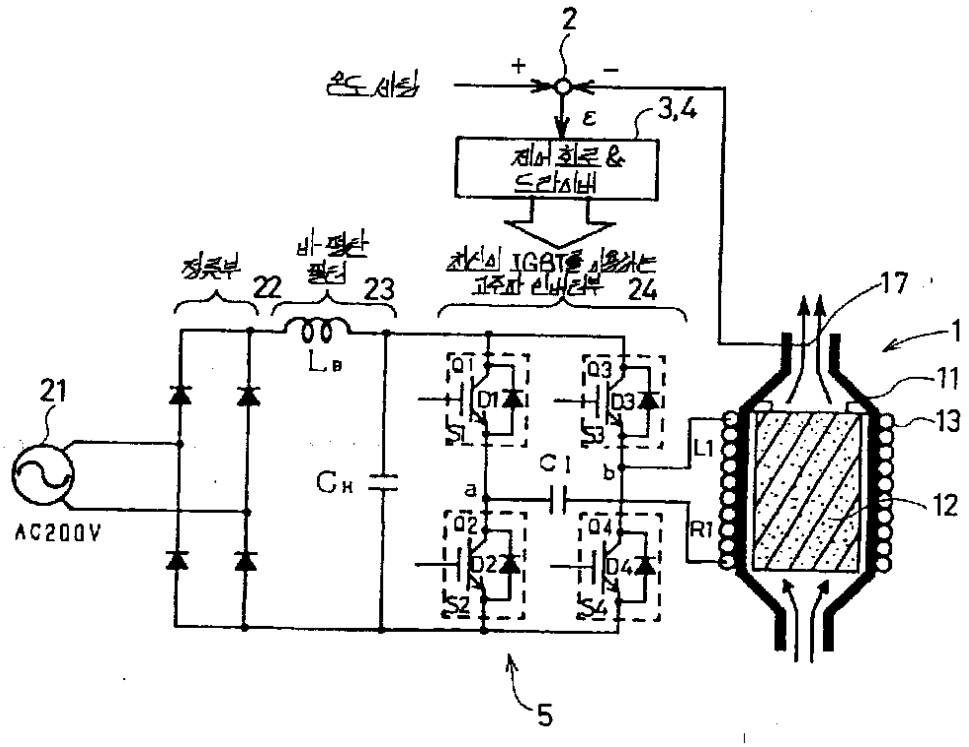
도면2



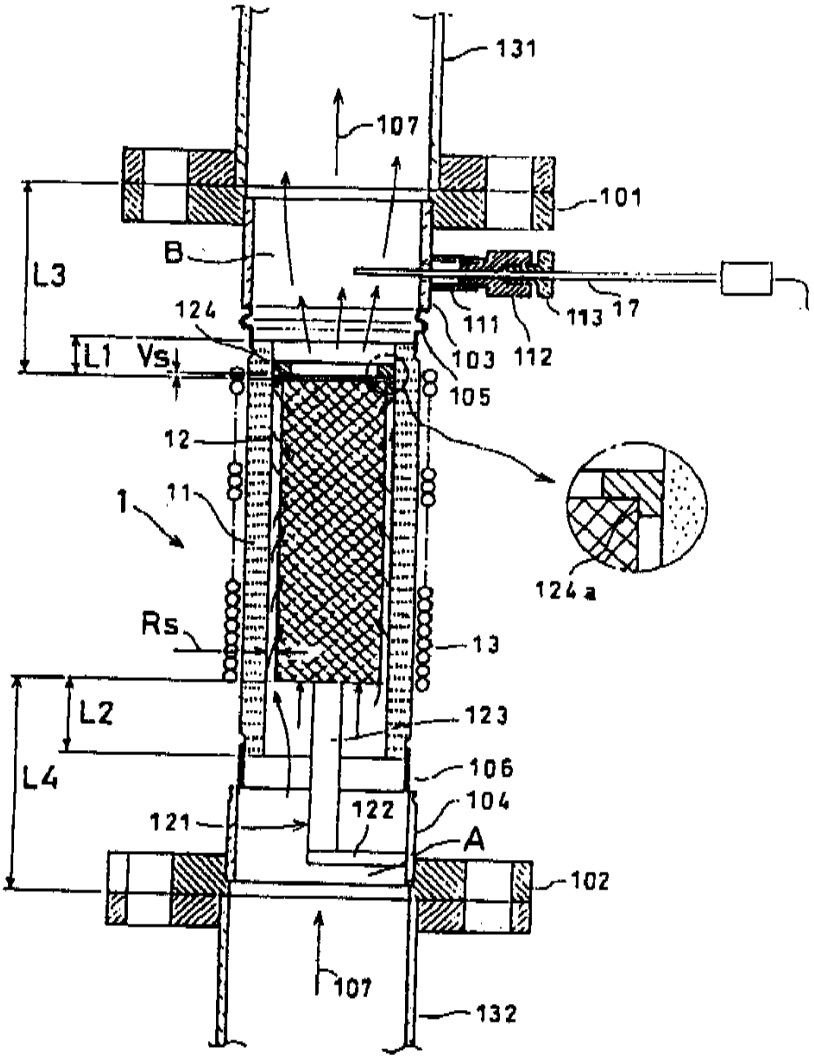
도면3



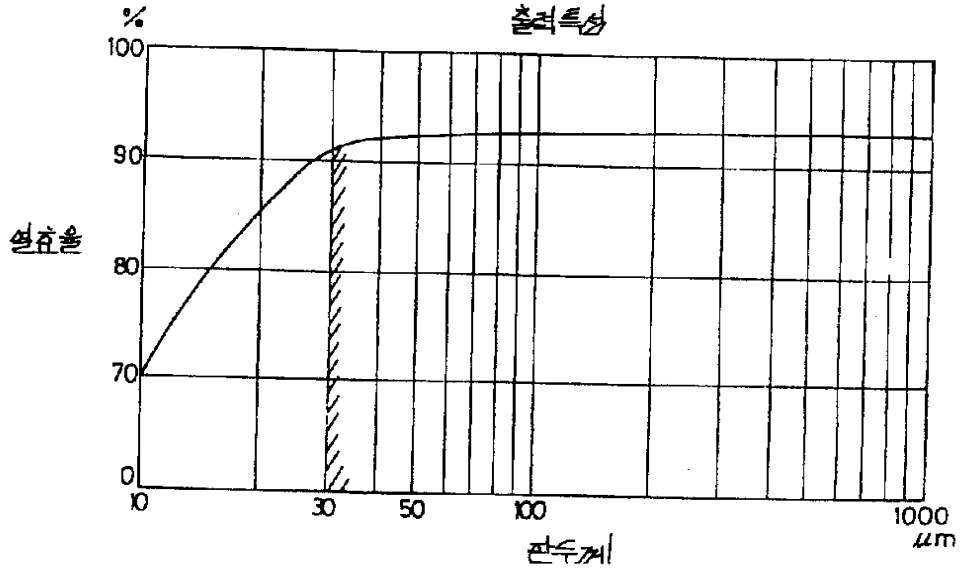
도면4


2
온도 세팅
+
−
ε
3,4
제어 회로 &
드라이버
정류부
22
비-평탄
필터
23
최신의 IGBT를 이용하는
고주파 인버터부
24
17
1
11
13
12
21
AC200V
LB
CH
Q1
D1
S1
Q3
D3
S3
C1
a
b
Q2
D2
S2
Q4
D4
S4
L1
R1
5

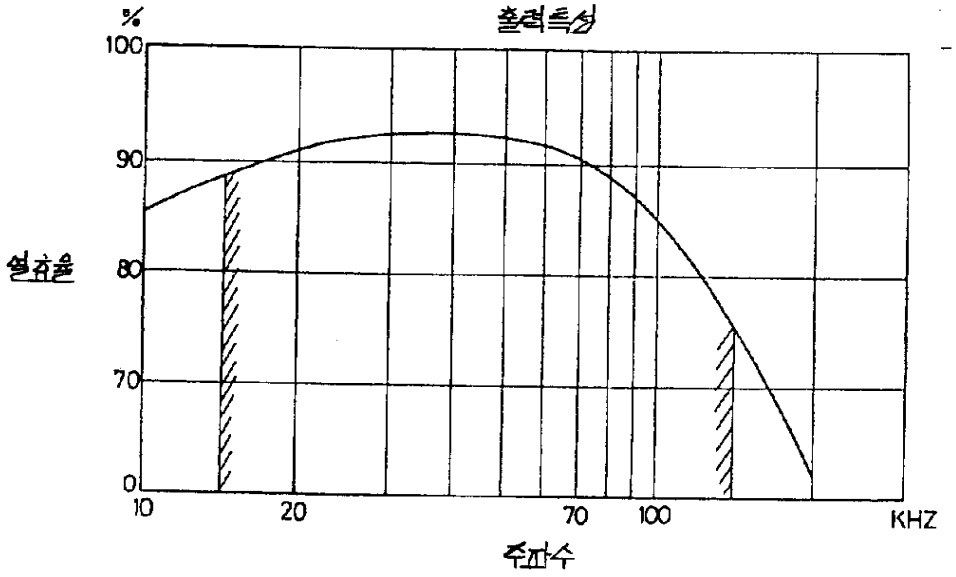
도면5


131
107
101
B
L3
124
111
113
17
L1
Vs
103
112
105
12
11
1
124a
Rs
13
L2
123
L4
106
104
121
122
A
102
107
132

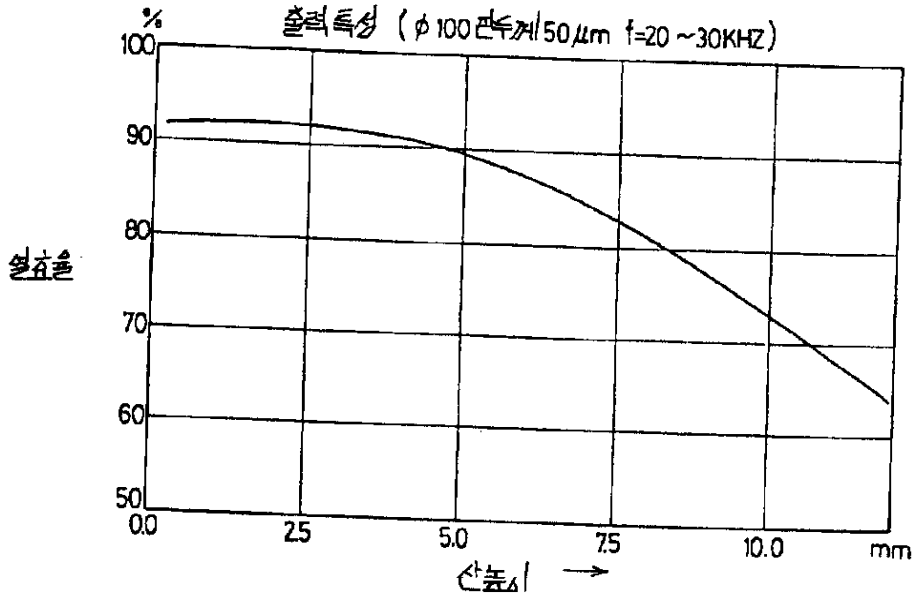
도면6


%
출력특성
100
90
80
70
0
상대효율
10
30
50
100
1000
μm
관수계

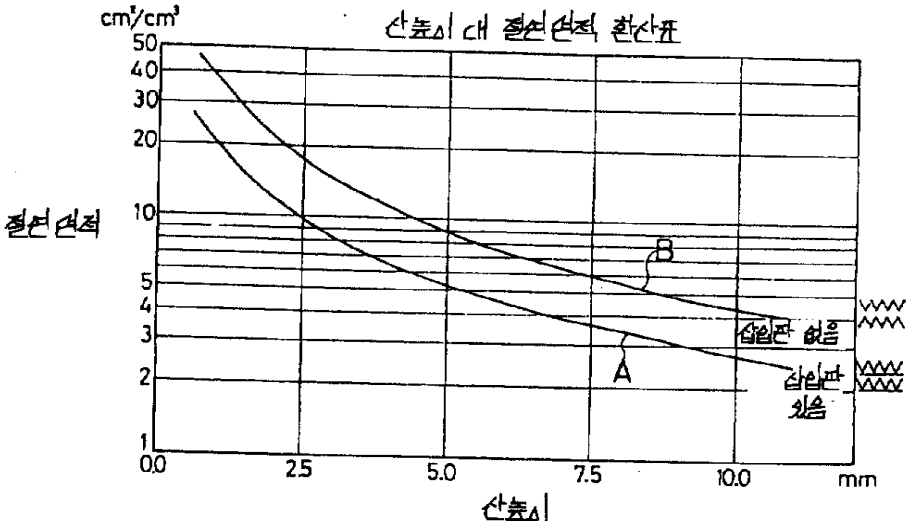
도면7


%
출력특성
100
90
80
70
0
상대효율
10
20
70
100
KHZ
주파수

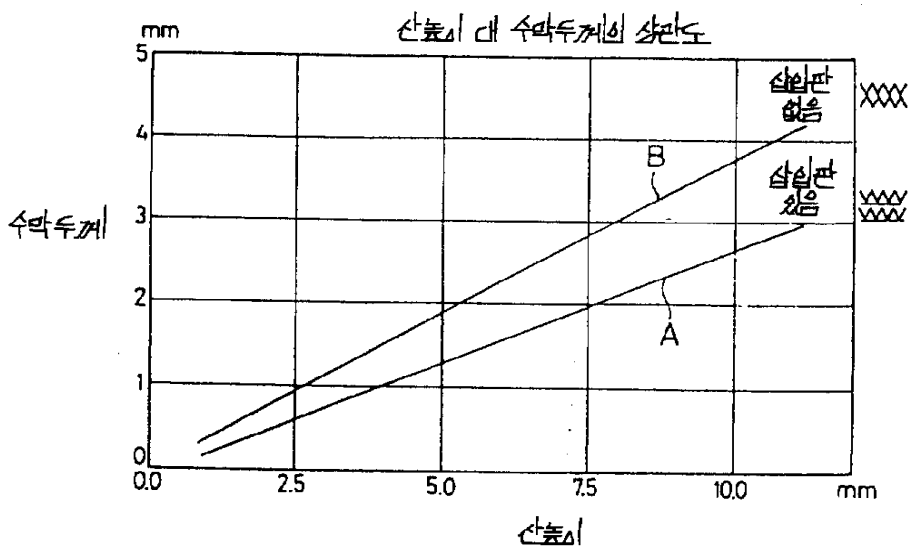
도면8


%
출력특성 (φ100관두께50μm f=20~30KHZ)
100
90
80
70
60
50
상대출력
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
mm
산높이 →

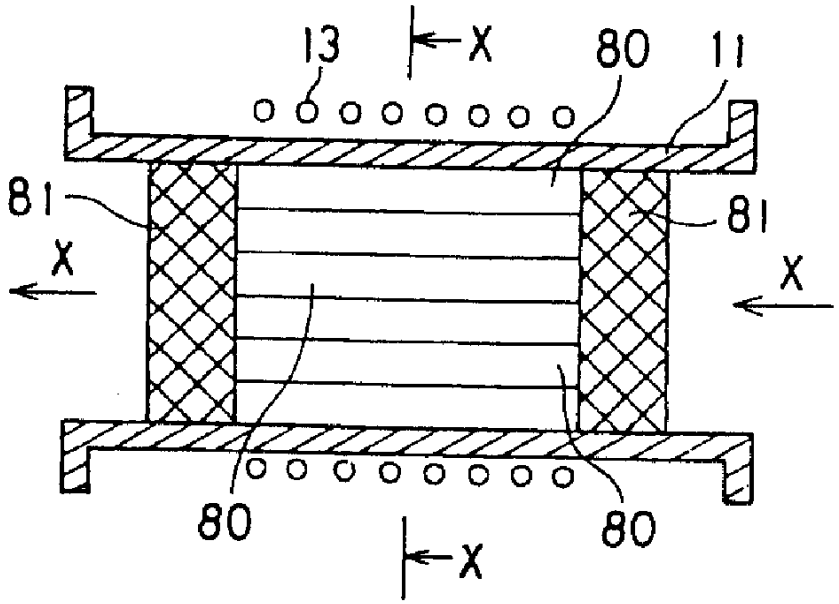
도면9


cm²/cm³
산높이 대 절삭면적 환산표
50
40
30
20
10
5
4
3
2
1
절삭면적
B
A
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
mm
산높이

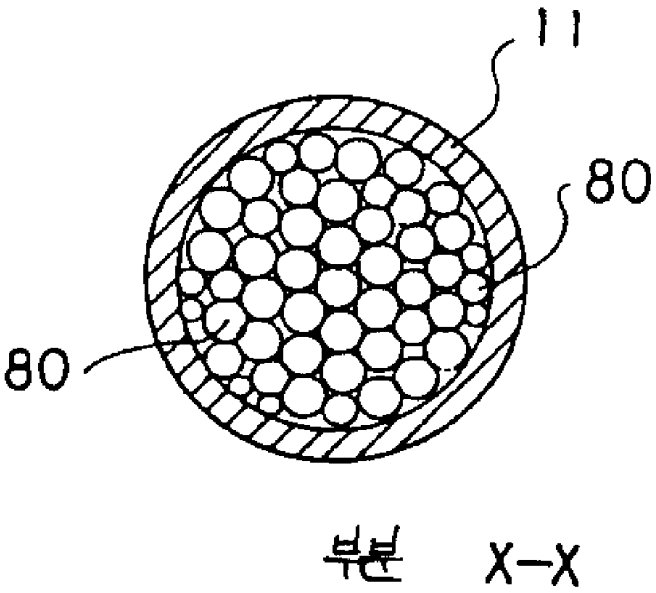
도면10


산높이 대 수막두께의 상관도
mm
5
4
3
2
1
0
수막두께
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
mm
산높이
삽입판 없음
삽입판 있음
B
A

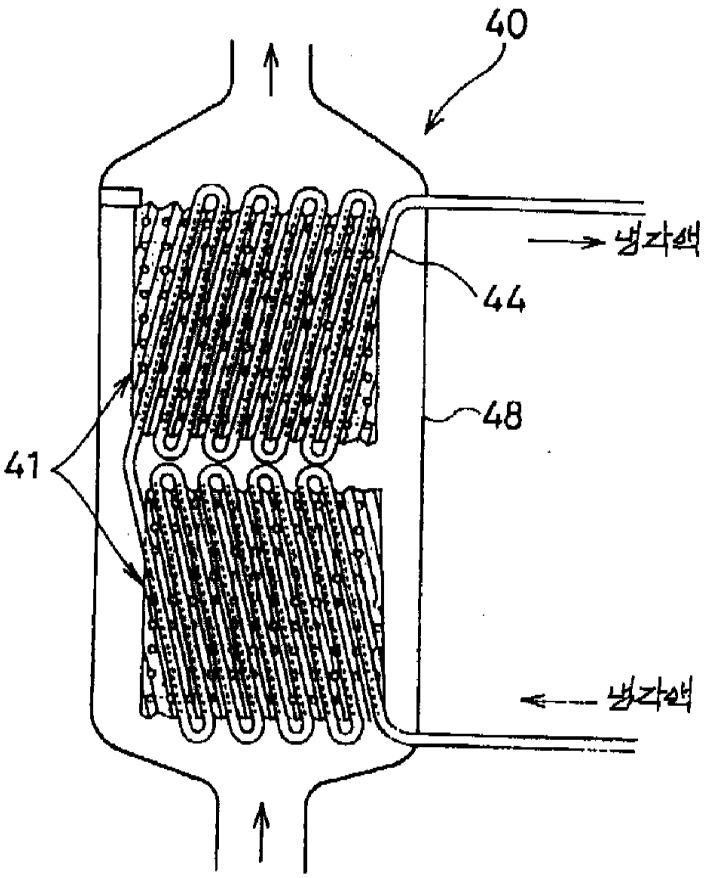
도면11a


13
X
80
11
81
81
X
X
80
80
X

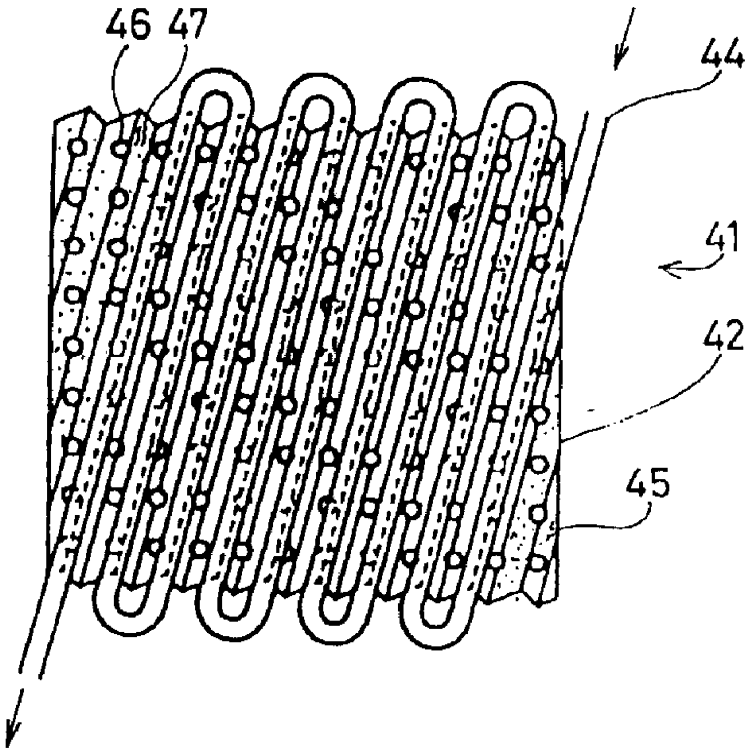
도면11b



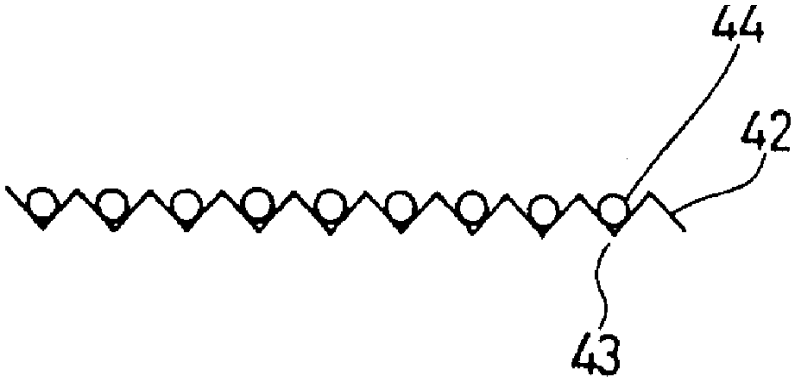
도면12



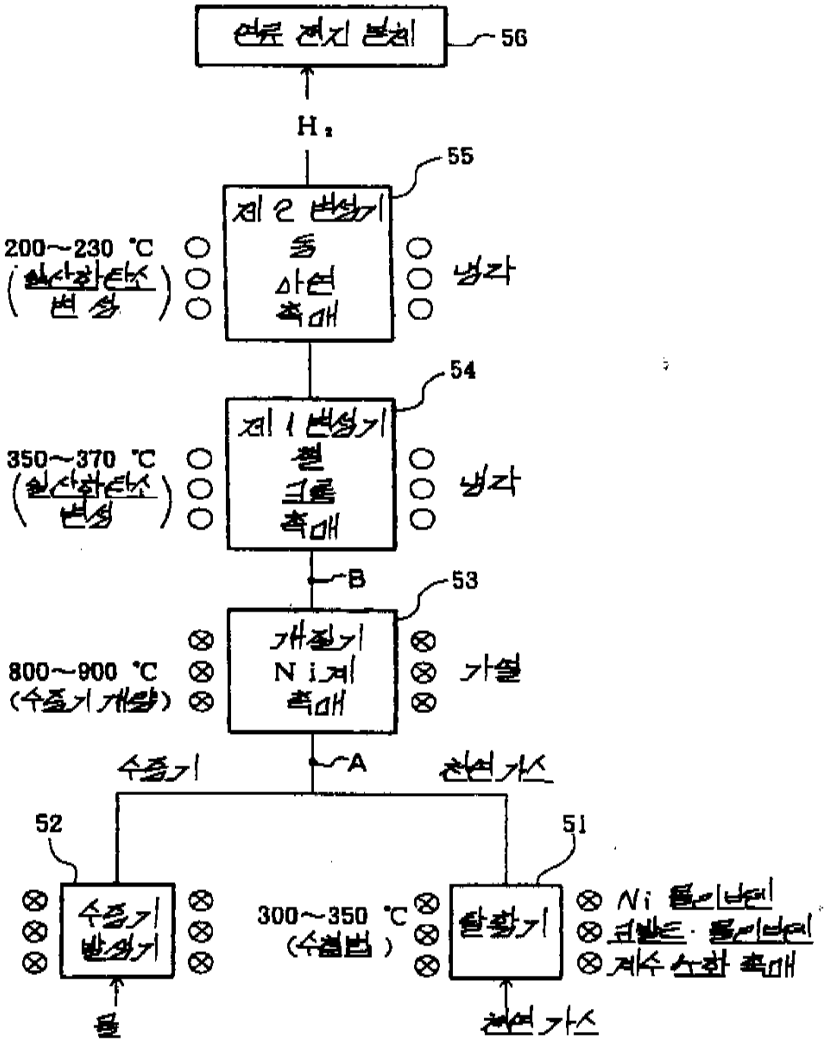
도면13a



도면13b



도면14


연료 전지 본체
56
H₂
55
제 2 변성기
200~230 ℃
(일산화탄소 변성)
구리
아연
촉매
냉각
54
제 1 변성기
350~370 ℃
(일산화탄소 변성)
백금
크롬
촉매
냉각
B
53
개질기
800~900 ℃
(수증기 개질)
Ni계
촉매
가열
수증기
A
천연가스
52
51
수증기 발생기
물
300~350 ℃
(수첨법)
탈황기
Ni 몰리브덴
코발트·몰리브덴
계수 수화 촉매
천연가스

도면15

