



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년04월02일  
(11) 등록번호 10-1130698  
(24) 등록일자 2012년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
GOIN 35/08 (2006.01) GOIN 37/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2009-0105349  
(22) 출원일자 2009년11월03일  
심사청구일자 2009년11월03일  
(65) 공개번호 10-2011-0048673  
(43) 공개일자 2011년05월12일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020090014871 A  
KR1020090020086 A  
KR1020080112573 A  
US20070092409 A1

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
박종면  
인천광역시 부평구 갈월동로 34, 팬더아파트 1동 611호 (갈산동)  
김도균  
경기도 용인시 기흥구 연월로 49, 성원아파트 10 2동 704호 (보정동)  
박상범  
경기도 수원시 영통구 인계로 239, 매탄 201동 1002호 (매탄동, 성일아파트)  
(74) 대리인  
특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 29 항

심사관 : 유창용

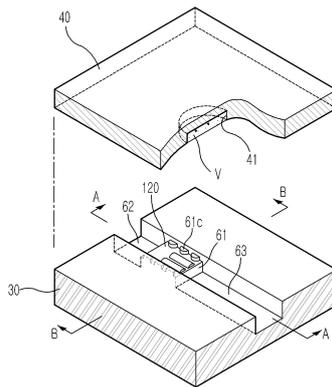
(54) 발명의 명칭 벨브 유닛과 이를 구비한 미세유동장치 및 벨브 유닛의 구동방법

**(57) 요약**

본 발명은 벨브의 구동시 채널을 영구히 폐쇄할 수 있는 노말 오픈형의 벨브 유닛과 이를 구비한 미세유동장치 및 벨브 유닛 구동방법을 제공한다.

개시된 벨브유닛은 유체의 흐름 통로를 제공하는 채널을 개폐하기 위한 것으로, 상전이물질을 포함하는 벨브물질과, 상기 채널과 연통되며 내부에 상기 벨브물질을 수용하는 벨브물질챔버와, 상기 채널에 마련되는 채널부와, 상기 미세채널부에 배치되는 용착구조물을 포함하고, 상기 벨브물질챔버의 벨브물질은 에너지가 가해지면 용융되어 상기 채널부로 유입되고, 상기 채널부에 유입된 상기 벨브물질은 가열되어 상기 용착구조물을 녹여 상기 채널부를 용착시킴으로써 상기 채널을 폐쇄한다.

**대표도 - 도2**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

유체의 흐름 통로를 제공하는 채널을 개폐하기 위한 것으로,  
 상전이물질을 포함하는 밸브물질과,  
 상기 채널과 연통되며 내부에 상기 밸브물질을 수용하는 밸브물질챔버와,  
 상기 채널에 마련되는 채널부와,  
 상기 채널부에 배치되는 용착구조물을 포함하고,  
 상기 밸브물질챔버의 밸브물질은 에너지가 가해지면 용융되어 상기 채널부로 유입되고, 상기 채널부에 유입된  
 상기 밸브물질은 가열되어 상기 용착구조물을 녹여 상기 채널부를 용착시킴으로써 상기 채널을 폐쇄하는 것을  
 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,  
 상기 밸브유닛은 회전 가능한 디스크형 미세유동장치에 마련되고,  
 상기 미세유동장치는 제1기판과, 상기 제1기판과 결합하여 상기 채널과 상기 밸브물질챔버를 구획하는 제2기판  
 을 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 3**

제 1항에 있어서,  
 상기 밸브물질챔버의 상기 밸브물질이 용융되는 경우 상기 채널부로 상기 용융된 밸브물질을 안내하는 안내채널  
 을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 4**

제 1항에 있어서,  
 상기 용착구조물은 상기 채널로부터 돌출되어 상기 유체의 흐름방향을 따라 길게 형성된 적어도 하나의 제1용  
 착구조물을 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 5**

제 4항에 있어서,  
 상기 용착구조물은 채널부의 측면으로부터 돌출 형성된 제2용착구조물을 포함하는 것을 특징으로 하는  
 밸브유닛.

**청구항 6**

제 2항에 있어서,  
 상기 제1,2기판은 열가소성 수지로 이루어진 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 7**

제 1항에 있어서,  
 상기 밸브물질은 상기 상전이물질에 분산되며 전자기파를 흡수하여 열에너지를 방출하는 미세발열물질을 더 포  
 함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 8**

제 7항에 있어서,

상기 미세발열물질은 중합체 비드, 퀀텀 닷(quantum dot), 금 나노입자, 은 나노입자, 금속화합물 비드, 탄소입자 및 자성비드로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 9**

제 7항에 있어서,

상기 미세발열물질은 금속 산화물 입자인 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 10**

제 7항에 있어서,

상기 미세발열물질은 외부 전자기파에 의해서 발열하는 염료를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 11**

제 1항에 있어서,

상기 상전이 물질은 왁스, 겔(gel), 열가소성 수지로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 12**

제 11항에 있어서,

상기 왁스는 파라핀 왁스(paraffin wax), 마이크로크리스탈린 왁스(microcrystalline wax), 합성 왁스(synthetic wax), 천연 왁스(natural wax) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 13**

제 11항에 있어서,

상기 겔은 폴리아크릴아미드(polyacrylamide), 폴리아크릴레이트(polyacrylates), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylates), 폴리비닐아미드(polyvinylamides) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 14**

제 11항에 있어서,

상기 열가소성 수지는 COC(cyclic olefin copolymer), PMMA(polymethylmethacrylate), PC(polycarbonate), PS(polystyrene), POM(polyoxymethylene), PFA(perfluoroalkoxy), PVC(polyvinylchloride), PP(polypropylene), PET(polyethylene terephthalate), PEEK(polyetheretherketone), PA(polyamide), PSU(polysulfone), PVDF(polyvinylidene fluoride) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 15**

제 1항에 있어서,

상기 채널의 높이는 0.01mm~1.0mm인 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 16**

제 1항에 있어서,

상기 채널부의 높이는 5 $\mu$ m~100 $\mu$ m인 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

**청구항 17**

제 1항에 있어서,

상기 채널부는 상기 채널내의 소정구간에 형성되며 상기 채널의 단면적보다 작은 단면적을 가지는 것을 특징으로 하는 밸브유닛.

로 하는 밸브유닛.

**청구항 18**

유체의 흐름 통로를 제공하는 채널과, 상기 채널을 개폐하는 밸브유닛을 포함하는 미세유동장치에 있어서,

상기 밸브유닛은 상전이물질을 포함하는 밸브물질과,

상기 채널과 연통되며 내부에 상기 밸브물질을 수용하는 밸브물질챔버와,

상기 채널에 형성되는 용착구조물을 포함하고,

상기 밸브물질챔버의 밸브물질은 가해지는 에너지에 의해 용융되어 상기 밸브물질이 상기 용착구조물측으로 유입되고, 상기 용착구조물측의 밸브물질은 가열되어 상기 용착구조물을 녹여 상기 채널을 용착시키는 것을 특징으로 하는 미세유동장치.

**청구항 19**

제 18항에 있어서,

상기 밸브물질은 상기 상전이물질에 분산되며 전자기파를 흡수하여 열에너지를 방출하는 미세발열물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세유동장치.

**청구항 20**

제 18항에 있어서,

상기 채널에 마련되며 상기 채널의 타 구간에 비해 단면적이 좁은 소정구간의 채널부를 더 포함하고,

상기 용착구조물은 상기 채널부에 형성되는 것을 특징으로 하는 미세유동장치.

**청구항 21**

제 18항에 있어서,

상기 용착구조물은 상기 미세유동장치와 일체로 사출 성형되는 것을 특징으로 하는 미세유동장치.

**청구항 22**

제 20항에 있어서,

상기 밸브물질이 용융되어 상기 채널부로 유입되도록 상기 밸브물질에 열 또는 전자기파를 가해주는 것을 특징으로 하는 미세유동장치.

**청구항 23**

제 20항에 있어서,

상기 용착구조물은 상기 유체의 흐름방향을 따라 길게 형성된 적어도 하나의 제1용착구조물과, 상기 채널부의 측면으로부터 돌출 형성된 제2용착구조물을 포함하는 것을 특징으로 하는 미세유동장치.

**청구항 24**

유체의 흐름 통로를 제공하는 채널과, 상기 채널을 개폐하는 밸브유닛과, 온도에 따라 상전이가 가능한 밸브물질을 수용하는 밸브물질챔버와, 상기 채널에 마련된 용착구조물을 포함하는 밸브유닛의 구동방법에 있어서,

상기 밸브물질에 에너지를 가하여 용융시키고,

상기 용융된 밸브물질을 상기 용착구조물측으로 유입시키고,

상기 채널을 용착시켜 폐쇄하기 위해 상기 용착구조물측으로 유입된 상기 밸브물질을 상기 용착구조물의 용융점 이상으로 가열하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛의 구동방법.

**청구항 25**

제 24항에 있어서,

상기 밸브물질을 상전이물질과, 상기 상전이물질에 분산되며 외부로부터 전자기파를 받아 열에너지를 방출하는 미세발열물질을 포함하고,

상기 밸브물질을 상기 용착구조물의 용융점이상으로 가열하는 것은 상기 밸브물질에 전자기파를 소정시간 조사하여 상기 미세발열물질을 발열시키는 것을 특징으로 하는 밸브유닛의 구동방법.

**청구항 26**

제 24항에 있어서,

상기 밸브물질에 에너지를 가하는 것은 비접촉식 히터를 소정시간 구동하여 상기 밸브물질을 가열하는 것을 특징으로 하는 밸브유닛의 구동방법.

**청구항 27**

제 24항에 있어서,

상기 밸브물질에 에너지를 가하는 것은 광원으로부터 방출되는 전자기파를 이용하여 상기 밸브물질을 가열시키는 것을 특징으로 하는 밸브유닛의 구동방법.

**청구항 28**

제 24항에 있어서,

상기 용융된 밸브물질을 용착구조물측으로 유입시키는 것은, 상기 용착구조물이 형성된 상기 채널의 단면적을 작게 하여 용융된 밸브물질이 모세관 현상에 의해 상기 용착구조물측으로 안내되도록 하는 것을 특징으로 하는 밸브 유닛의 구동방법.

**청구항 29**

제 24항에 있어서,

상기 밸브물질에 에너지를 가하여 용융시키는 것과, 상기 밸브물질을 상기 용착구조물의 용융점이상으로 가열하는 것은 전자기파의 연속적인 조사과정에 의해 진행되는 것을 특징으로 하는 밸브유닛의 구동방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 밸브 유닛과 이를 구비한 미세유동장치 및 밸브 유닛의 구동방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 미세 유체의 흐름을 제어하는 밸브 유닛 및 이를 구비한 미세유동장치 및 미세 유체의 흐름을 제어하기 위한 밸브 유닛의 구동방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 소량의 유체를 조작하여 생물학적 또는 화학적인 반응을 수행하는데 사용되는 장치를 미세유동장치라 한다. 미세유동장치는 칩(chip), 디스크 등 다양한 형상의 플랫폼(platform) 내에 배치된 미세유동 구조물을 포함한다.

[0003] 미세유동 구조물은 유체를 가두어둘 수 있는 챔버(chamber), 유체가 흐를 수 있는 채널(channel), 유체의 흐름을 조절할 수 있는 밸브(valve)를 포함하고, 챔버, 채널, 밸브는 플랫폼 내에서 다양한 조합으로 배치된다.

[0004] 소형의 칩(chip) 상에서 생화학적 반응을 포함한 시험을 수행할 수 있도록 칩 형태의 플랫폼에 이러한 미세유동 구조물을 배치한 것을 일컬어 바이오 칩이라고 하고, 특히 여러 단계의 처리 및 조작을 하나의 칩에서 수행할 수 있도록 제작된 장치를 랩온어칩(lab-on-a chip)이라 한다.

[0005] 미세유동 구조물 내에서 유체를 이송하기 위해서는 구동 압력이 필요한데, 구동 압력으로서 모세관압이 이용되

기도 하고, 별도의 펌프에 의한 압력이 이용되기도 한다. 최근에는 디스크 형상의 플랫폼에 미세유동 구조물을 배치하고 원심력을 이용하여 유체를 이동시키면서 일련의 작업을 수행하는 원심력 기반의 미세유동 장치들이 제안되고 있다. 이를 일컬어 랩씨디(Lab CD) 또는 랩온어씨디(Lab-on a CD)라 하기도 한다.

- [0006] 미세유동장치에 구비된 밸브는 자기력을 이용하여 채널을 개폐하는 방식, 상전이 물질을 이용하여 채널을 개폐하는 방식 등이 채용될 수 있다.
- [0007] 상전이 물질을 이용하는 경우 노말 오픈 밸브를 작동시키기 위해서는 채널에 인접하는 위치에 상전이 물질이 수용된 챔버를 마련하고, 챔버내의 상전이 물질을 가열하게 되면 상전이 물질이 채널내로 유입되어 채널을 폐쇄하게 된다.
- [0008] 그러나, 원심력을 이용하여 유체를 이동시키는 원심력 기반의 미세유동 장치에서는 상전이 물질에 의해 채널이 완벽하게 폐쇄되지 못하는 경우가 있다.
- [0009] 또한, DNA추출이나 PCR(Polymerase Chain Reaction)를 위한 작업 등은 고온에서 이루어지게 되는데, 상전이 물질은 열이 약하기 때문에 폐쇄상태를 유지해야 하는 경우에도 고온 환경시 채널을 폐쇄하고 있는 상전이 물질이 녹아 채널이 개방되는 문제점이 있다.

### 발명의 내용

- [0010] 본 발명의 실시예의 일측면은 밸브의 구동시 채널을 영구히 폐쇄할 수 있는 노말 오픈형의 밸브 유닛과 이를 구비한 미세유동장치 및 밸브 유닛 구동방법을 제공한다.
- [0011] 본 발명의 실시예의 다른 측면은 밸브의 구동시 온도에 관계없이 채널의 폐쇄상태를 유지할 수 있는 밸브 유닛과 이를 구비한 미세유동장치 및 밸브 유닛 구동방법을 제공한다.
- [0012] 이를 위해 본 발명의 일 측면에 따른 밸브유닛은 유체의 흐름 통로를 제공하는 채널을 개폐하기 위한 것으로, 상전이물질을 포함하는 밸브물질과, 상기 채널과 연통되며 내부에 상기 밸브물질을 수용하는 밸브물질챔버와, 상기 채널에 마련되는 채널부와, 상기 미세채널부에 배치되는 용착구조물을 포함하고, 상기 밸브물질챔버의 밸브물질은 에너지가 가해지면 용융되어 상기 채널부로 유입되고, 상기 채널부에 유입된 상기 밸브물질은 가열되어 상기 용착구조물을 녹여 상기 채널부를 용착시킴으로써 상기 채널을 폐쇄하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 밸브유닛은 회전 가능한 디스크형 미세유동장치에 마련되고, 상기 미세유동장치는 제1기판과, 상기 제1기판과 결합하여 상기 채널과 상기 밸브물질챔버를 구획하는 제2기판을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 밸브물질챔버의 상기 밸브물질이 용융되는 경우 상기 채널부로 상기 용융된 밸브물질을 안내하는 안내채널을 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 용착구조물은 상기 채널로부터 돌출되어 상기 유체의 흐름방향을 따라 길게 형성된 적어도 하나의 제1용착구조물을 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 용착구조물은 채널부의 측면으로부터 돌출 형성된 제2용착구조물을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 제1,2기판은 열가소성 수지로 이루어질 수 있다.
- [0018] 상기 밸브물질은 상기 상전이물질에 분산되며 전자기파를 흡수하여 열에너지를 방출하는 미세발열물질을 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 미세발열물질은 중합체 비드, 퀀텀 닷(quantum dot), 금 나노입자, 은 나노입자, 금속화합물 비드, 탄소입자 및 자성비드로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나 일 수 있으며, 또는 금속 산화물 입자일 수 있으며, 또는 외부 전자기파에 의해서 발열하는 염료를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 상전이 물질은 왁스, 겔(gel), 열가소성 수지로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있다.
- [0021] 상기 왁스는 파라핀 왁스(paraffin wax), 마이크로크리스탈린 왁스(microcrystalline wax), 합성 왁스(synthetic wax), 천연 왁스(natural wax) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 겔은 폴리아크릴아미드(polyacrylamide), 폴리아크릴레이트(polyacrylates), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylates), 폴리비닐아미드(polyvinylamides) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 열가소성 수지는 COC(cyclic olefin copolymer), PMMA(polymethylmethacrylate), PC(polycarbonate),

PS(polystyrene), POM(polyoxymethylene), PFA(perfluoroalkoxy), PVC(polyvinylchloride), PP(polypropylene), PET(polyethylene terephthalate), PEEK(polyetheretherketone), PA(polyamide), PSU(polysulfone), PVDF(polyvinylidene fluoride) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

- [0024] 상기 채널의 높이는 0.01mm~1.0mm일 수 있으며, 상기 채널부의 높이는 5 $\mu$ m~100 $\mu$ m일 수 있다.
- [0025] 상기 채널부는 상기 채널내의 소정구간에 형성되며 상기 채널의 단면적보다 작은 단면적을 가진다.
- [0026] 그리고, 미세유동장치는 유체의 흐름 통로를 제공하는 채널과, 상기 채널을 개폐하는 밸브유닛을 포함하는 미세 유동장치에 있어서, 상기 밸브유닛은 상전이물질을 포함하는 밸브물질과, 상기 채널과 연통되며 내부에 상기 밸브물질을 수용하는 밸브물질챔버와, 상기 채널에 형성되는 용착구조물을 포함하고, 상기 밸브물질챔버의 밸브물질은 가해지는 에너지에 의해 용융되어 상기 밸브물질이 상기 용착구조물측으로 유입되고, 상기 용착구조물측의 밸브물질은 가열되어 상기 용착구조물을 녹여 상기 채널을 용착시키는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 상기 밸브물질은 상기 상전이물질에 분산되며 전자기파를 흡수하여 열에너지를 방출하는 미세발열물질을 더 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 채널에 마련되며 상기 채널의 타 구간에 비해 단면적이 좁은 소정구간의 채널부를 더 포함하고, 상기 용착구조물은 유체가 상기 채널부를 용이하게 통과하도록 하는 형상으로 상기 채널부에 형성될 수 있다.
- [0029] 상기 용착구조물은 상기 미세유동장치와 일체로 사출 성형될 수 있다.
- [0030] 상기 밸브물질이 용융되어 상기 채널부로 유입되도록 상기 밸브물질에 열 또는 전자기파를 가해준다.
- [0031] 상기 용착구조물은 상기 유체의 흐름방향을 따라 길게 형성된 적어도 하나의 제1용착구조물과, 상기 채널부의 측면으로부터 돌출 형성된 제2용착구조물을 포함할 수 있다.
- [0032] 그리고, 밸브유닛의 구동방법은 유체의 흐름 통로를 제공하는 채널과, 상기 채널을 개폐하는 밸브유닛과, 온도에 따라 상전이가 가능한 밸브물질을 수용하는 밸브물질챔버와, 상기 채널에 마련된 용착구조물을 포함하는 밸브유닛의 구동방법에 있어서, 상기 밸브물질에 에너지를 가하여 용융시키고, 상기 용융된 밸브물질을 상기 용착구조물측으로 유입시키고, 상기 채널을 용착시켜 폐쇄하기 위해 상기 용착구조물측으로 유입된 상기 밸브물질을 상기 용착구조물의 용융점이상으로 가열하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 상기 밸브물질을 상전이물질과, 상기 상전이물질에 분산되며 외부로부터 전자기파를 받아 열에너지를 방출하는 미세발열물질을 포함하고, 상기 밸브물질을 상기 용착구조물의 용융점이상으로 가열하는 것은 상기 밸브물질에 전자기파를 소정시간 조사하여 상기 미세발열물질을 발열시킨다.
- [0034] 상기 밸브물질에 에너지를 가하는 것은 비접촉식 히터를 소정시간 구동하여 상기 밸브물질을 가열한다.
- [0035] 상기 밸브물질에 에너지를 가하는 것은 광원으로부터 방출되는 전자기파를 이용하여 상기 밸브물질을 가열시킨다.
- [0036] 상기 용융된 밸브물질을 용착구조물측으로 유입시키는 것은, 상기 용착구조물이 형성된 상기 채널의 단면적을 작게 하여 용융된 밸브물질이 모세관 현상에 의해 상기 용착구조물측으로 안내되도록 한다.
- [0037] 상기 밸브물질에 에너지를 가하여 용융시키는 것과, 상기 밸브물질을 상기 용착구조물의 용융점이상으로 가열하는 것은 전자기파의 연속적인 조사과정에 의해 진행된다.
- [0038] 이상에서 설명한 본 발명의 일 측면에 따른 밸브유닛은 채널내에 용착구조물을 마련하고, 밸브물질을 용착구조물의 용융점 이상으로 가열하여 채널을 용착함으로써 채널을 영구적으로 폐쇄할 수 있다.
- [0039] 밸브물질을 이용하여 용착구조물을 가열하여 채널을 용착 폐쇄함으로써 고온의 환경이 요구되는 검사시에도 밸브물질의 용융에 의한 채널의 개방을 방지할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0040] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 밸브 유닛과, 이를 구비한 미세유동장치와, 밸브 유닛의 구동방법을 상세하게 설명한다.
- [0041] 도면에서 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 나타낸다. 도시된 챔버 및 채널 등의 구조물은 그 형상이 단 순화되고, 그 크기의 비가 실제와 달리 확대되거나 축소된 것일 수 있다. 미세유동장치(microfluidic device),

미세 입자(micro-particle) 등의 표현에서 '마이크로(micro-)'는 매크로(macro-)에 대비되는 의미로 사용된 것 일 뿐 크기 단위로서 한정적으로 해석되어서는 안 될 것이다.

- [0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유동장치를 도시한 사시도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유동장치(10)는 회전 가능한 디스크형의 플랫폼(platform, 20)을 구비한다.
- [0043] 플랫폼(20)은 성형이 용이하고, 그 표면이 생물학적으로 비활성인 아크릴, PDMS 등의 플라스틱 소재로 만들어질 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니고 화학적, 생물학적 안정성을 가지며, 광학적 투과성 및 기계적 가공성이 좋은 소재이면 족하다.
- [0044] 플랫폼(20)은 여러 층의 판으로 이루어질 수 있으며, 판과 판이 서로 맞닿는 면에 챔버나 채널 등에 해당하는 음각 구조물을 만들고 이들을 접합함으로써 플랫폼(20) 내부에 챔버와 채널을 제공할 수 있다.
- [0045] 플랫폼(20)은 일 예로 제1기판(30)과 제1기판(30)에 부착된 제2기판(40)으로 이루어진다. 제1기판(30) 및 제2기판(40)은 열가소성 수지로 이루어진다.
- [0046] 제1기판(30)과 제2기판(40)의 접합은 접착제나 양면 접착테이프를 이용한 접착이나 초음파 용착, 레이저 용착 등 다양한 방법으로 이루어질 수 있다.
- [0047] 미세유동장치(10)는 그 내부에 유체를 수용하기 위한 적어도 하나 이상의 챔버(chamber, 50)와, 챔버(50)와 연결되며 유체의 흐름 통로를 제공하는 채널(channel, 60)과, 채널(60)의 개폐를 통해 유체의 흐름을 제어하기 위한 밸브 유닛(100)을 구비한다. 또한, 미세유동장치(10)는 스핀들 모터(미도시)에 장착되어 고속 회전할 수 있다. 미세유동장치(10)의 중앙부에는 스핀들 모터에 장착될 수 있도록 장착 통공(21)이 형성되어 있다. 스핀들 모터의 회전에 의해 발생하는 원심력에 의해 미세유동장치(10)의 챔버(50) 또는 채널(60)에 남겨진 유체는 플랫폼(20)의 외주부를 향한 방향으로 가압된다.
- [0048] 미세유동장치(10)는 예컨대, 유체 시료의 원심 분리, 면역 혈청 반응, 유전자 분석, 유전자 추출 및 유전자 증폭 등 생화학 분야의 특정 용도에 적합하게 챔버(50), 채널(60) 및, 밸브 유닛(100)의 배치가 결정된다. 즉, 일 실시예의 미세유동장치(10)는 도 1에 도시된 챔버(50), 채널(60) 및, 밸브 유닛(100)의 배치 형태에 한정되지 않으며, 그 용도에 따라 다양한 형태로 설계될 수 있다.
- [0049] 도 2는 제1,2기판이 분리된 상태에서 일 실시예에 따른 밸브 유닛측을 도시한 사시도이고, 도 3은 도 2의 A-A방향의 단면도이고, 도 4는 도 2의 B-B방향의 단면도이다.
- [0050] 일 실시예에 따른 밸브 유닛은 챔버와 채널이 만나는 지점 또는 미세유동장치(10)의 채널(60)의 중도에 마련될 수 있으며, 일 실시예에서는 채널의 중도에 마련된 것을 일 예로 하고 있다.
- [0051] 채널(60)은 제1기판(30)의 상측면에서 하방으로 음각 형성된 제1영역(61)과, 제1영역(61)보다 더 깊게 음각 형성되고 제1영역(61)의 일 측에 단차지게 접한 제2영역(62)과, 제1영역(61)보다 더 깊게 음각 형성되고 제1영역(61)의 타 측에 단차지게 접한 제3영역(63)을 구비한다.
- [0052] 제2영역(62) 및 제3영역(63)의 깊이(D2)는 같고, 제1영역(61)의 깊이(D1)는 이보다 얇다. 제1영역(61), 제2영역(62), 및 제3영역(63)은 채널(60)의 중도에 마련된다.
- [0053] 일 실시예에 따른 밸브 유닛(100)은 도 2,3에 도시된 바와 같이, 제2기판(40)의 하측면에서 상방으로 음각 형성된 밸브물질챔버(41)와, 경화된 상태로 밸브물질챔버(41)에 수용되는 밸브물질(V)과, 제1영역(61)의 상부에 마련되어 외부의 에너지원에 의해 밸브물질챔버(41)에서 용융된 밸브물질(V)이 채널(60)을 폐쇄시키도록 유입되는 미세채널부(110)와, 제1영역(61)에서 돌출 형성되어 고온에 의해 용융되어 미세채널부(110)를 용착시키는 용착 구조물(120)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0054] 밸브물질챔버(41)는 제2기판(40)에서 소정깊이로 음각 형성된 원통형 형상으로 형성되는데, 밸브물질챔버(41)에는 밸브물질(V)이 경화된 상태로 수용된다.
- [0055] 밸브물질(V)은 고온에서 용융되는 상전이 물질(phase transition material)과, 상전이물질에 분산되며 외부에서 조사되는 전자기파 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세발열물질(P)을 포함한다.
- [0056] 밸브물질챔버(41)에는 예컨대, 디스펜서(미도시)와 같은 도구를 이용하여 용융된 밸브물질(V)을 주입하고, 이를 경화시킨다. 상술한 바와 같이 밸브물질(V)은 상전이 물질에 다수의 미세발열물질(P)을 혼합하여 제조되며, 경화되면 밸브물질챔버(41)에 들러붙는다.

- [0057] 외부에서 조사되는 전자기파 에너지의 에너지원은 레이저 빔을 조사하는 레이저 광원이거나, 가시광선 또는 적외선을 조사하는 발광소자(light emitting diode) 또는 제논램프(Xenon)일 수 있다. 레이저 광원인 경우 적어도 하나의 레이저 다이오드(laser diode)를 포함할 수 있다. 외부에너지원은 밸브물질(V)에 포함된 미세발열물질(P)이 흡수할 수 있는 전자기파의 파장에 따라 선택될 수 있다.
- [0058] 전자기파를 조사하는 외부에너지원은 그 위치 또는 방향을 조정하여 미세유동장치(10)중의 원하는 영역 즉, 다수의 밸브물질챔버(41)에 에너지를 집중적으로 조사할 수 있도록 외부에너지원의 위치를 조정하는 조정수단(미도시)을 포함할 수 있다. 미세유동장치(10)의 반경방향을 따라 이동할 수 있을 수 있으며, 이러한 조정수단은 다양한 메커니즘을 통해 구현할 수 있으며, 본 발명의 기술 분야에서 통상의 기술을 가진 자에서 자명한 것이므로 이에 대한 설명을 생략하기로 한다.
- [0059] 상전이 물질은 왁스(wax)일 수 있으며 왁스는 가열되면 용융하여 액체 상태로 변하며 부피 팽창한다. 왁스로는, 예컨대 파라핀 왁스(paraffin wax), 마이크로크리스탈린 왁스(microcrystalline wax), 합성 왁스(synthetic wax), 또는 천연 왁스(natural wax) 등이 채용될 수 있다.
- [0060] 한편, 상전이 물질은 겔(gel) 또는 열가소성 수지일 수도 있다. 겔로는, 폴리아크릴아미드(polyacrylamide), 폴리아크릴레이트(polyacrylates), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylates), 또는 폴리비닐아미드(polyvinylamides) 등이 채용될 수 있다. 또한, 열가소성 수지로는, COC(cyclic olefin copolymer), PMMA(polymethylmethacrylate), PC(polycarbonate), PS(polystyrene), POM(polyoxymethylene), PFA(perfluoroalkoxy), PVC(polyvinylchloride), PP(polypropylene), PET(polyethylene terephthalate), PEEK(polyetheretherketone), PA(polyamide), PSU(polysulfone), 및 PVDF(polyvinylidene fluoride) 등이 채용될 수 있다.
- [0061] 미세발열물질(P)은 미세한 채널(60)을 자유롭게 통과할 수 있게 1 nm 내지 100  $\mu\text{m}$  의 직경을 갖는다. 미세발열물질(P)은 예컨대 레이저 조사와 같은 방법으로 전자기파 에너지가 공급되면 온도가 급격히 상승하여 발열하는 성질을 가지며, 상전이 물질에 고르게 분산되는 성질을 갖는다. 이러한 성질을 갖도록 미세발열물질(P)은 금속 성분을 포함하는 코어(core)와, 소수성(疏水性) 셸(shell) 구조를 가질 수 있다. 예컨대, 미세발열물질(P)은 Fe로 이루어진 코어와, Fe에 결합되어 Fe를 감싸는 복수의 계면활성성분(surfactant)을 구비한 분자구조를 가질 수 있다.
- [0062] 통상적으로, 미세발열물질(P)들은 캐리어 오일(carrier oil)에 분산된 상태로 보관된다. 소수성 표면구조를 갖는 미세발열물질(P)이 고르게 분산될 수 있도록 캐리어 오일도 소수성인 것이 바람직하다. 용융된 상전이 물질에 미세발열물질(P)들이 분산된 캐리어 오일을 부어 혼합함으로써 밸브물질(V)을 제조할 수 있다.
- [0063] 미세발열물질(P)은 상기 예로 든 중합체(polymer) 비드에 한정되는 것은 아니며, 퀀텀 도트(quantum dot), 자성 비드(magnetic bead), 금 나노입자(Au nanoparticles), 은 나노입자(Ag nanoparticles), 금속화합물 비드(beads with metal composition) 또는 탄소입자(carbon particles)일 수도 있다. 탄소입자에는 흑연(graphite)입자도 포함된다. 또한, 미세 발열입자(P)는 예컨대, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 또는 HfO<sub>2</sub> 와 같은 금속 산화물 입자일 수 있다.
- [0064] 또한, 미세발열물질(P)은 외부전자기파의 소정의 스펙트럼을 흡수하여 발열할 수 있는 염료일 수 있으며, 염료는 상전이 물질과 혼합될 수 있는 구조의 물질이면 족하다. 일 예로, 염료는 ADS905AM과 같은 광학 특성을 가지는 염료, 화학식이 C<sub>62</sub>H<sub>96</sub>N<sub>6</sub>SbF<sub>6</sub> 또는 Epolight2057과 같은 American Dye Source Inc.사의 적외선 염료, 흡수 스펙트럼이 근적외선 소스에 적합한 Epolin Inc.사의 적외선 염료 일 수 있으며, Epolight2180, Epolight2189, 카본 블랙 등과 같은 염료일 수 있다.
- [0065] 밸브유닛(100)은 평상시 채널(60)을 개방하였다가 밸브물질챔버(41)에 수용된 밸브물질(V)에 전자기파 에너지를 조사(照射)함에 의해 밸브물질챔버(41)의 밸브물질(V)이 채널(60)을 폐쇄하는 소위 개방된 밸브(normally opened valve, 노말 오픈 밸브)이다. 레이저 광원(11)은 밸브물질(V)에 전자기파를 조사하기 위한 에너지원의 일 예로서, 전자기파의 일종인 레이저(L)를 밸브물질(V)을 향해 조사함으로써 밸브물질(V)에 에너지를 공급한다. 레이저광원(11)은 레이저 다이오드(LD: laser diode)를 포함할 수 있다.
- [0066] 이와 같이 형성된 제1,2기관(30,40)은 제1영역(61)의 일부분이 밸브물질챔버(41)와 엇갈리게 배치되며 제1영역(61)의 나머지부분이 밸브물질챔버(41)와 겹쳐지게 된다. 밸브물질챔버(41)와 겹쳐지는 제1영역(61)의 일부분은 중첩부(61a)로 칭하고, 밸브물질챔버(41)와 겹쳐지지 않는 제1영역(61)의 나머지 부분은 비중첩부(61b)로 칭한다.

- [0067] 제1영역(61)과 밸브물질챔버(41)는 비중첩부(61b)가 밸브물질챔버(41)의 양 측에 마련되도록 그 폭과 엇갈림 정도를 설정할 수도 있으나, 일 실시예에서는 밸브물질챔버(41)의 어느 일측에서만 비중첩부(61b)가 마련되도록 제1영역(61)과 밸브물질챔버(41)의 폭과 엇갈림 정도를 적절하게 설정할 수 있다.
- [0068] 밸브물질챔버(41)의 밸브물질(V)이 용융되는 경우 비중첩부(61b)에서의 채널(60)의 단면적은 중첩부(61a)에서의 채널(60)의 단면적보다 좁기 때문에 용융된 밸브물질(V)의 일부는 모세관현상에 의해 비중첩부(61b)에 대응하는 채널(60)로 이동하여 채널(60)을 폐쇄하게 된다. 즉, 채널(60) 중 비중첩부(61b)에 대응하는 부분이 상기 미세 채널부(110)에 해당하게 된다.
- [0069] 제1영역(61)의 상부에는 제2기관(40)을 향해 돌출된 용착구조물(120)이 형성된다.
- [0070] 용착구조물(120)은 수지재로 형성되어 소정온도이상에서 용융된다. 미세유동장치(10)의 외부에서 용착구조물(120)에 대응하는 위치에 전자기과를 가하는 경우 용착구조물(120)에 접하는 밸브물질(V)의 온도가 용착구조물(120)의 용융점이상이 되어 용착구조물(120)을 용융시킴으로써 미세채널부(110)의 용착이 일어날 수 있도록 한다. 즉, 용착구조물(120)은 열에 의해 용융되는 용착돌기의 기능을 한다. 이 때 미세채널부의 높이(D1)는 일 예로 5 $\mu$ m~100 $\mu$ m일 수 있다.
- [0071] 용착구조물(120)은 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 채널(60)내에서 유동하는 유체의 흐름을 방해하지 않도록 유체의 유동방향으로 길게 형성된 제1용착구조물(121)과, 제1영역(61)의 측면(61c)에서 채널 내측으로 돌출 형성된 제2용착구조물(122)을 포함할 수 있다.
- [0072] 제1용착구조물(121)은 도면상 B-B방향을 따라 적어도 하나 이상으로 형성될 수 있으며 제1실시예에서는 2개로 형성됨을 일 예로 하고 있다.
- [0073] 제2용착구조물(122)은 도면상 A-A방향을 따라 적어도 하나 이상으로 형성될 수 있으며, 일 실시예에서는 3개로 형성됨을 일 예로 하고 있다.
- [0074] 또한, 제2용착구조물(122)은 다양한 형상으로 형성될 수 있으나, 일 실시예에서는 반원통형으로 마련된다. 제2용착구조물(122)은 측면(61c)에 마련됨으로써 용착시 제1영역(61)의 측면측에서 용착성이 저하되는 것을 방지할 수 있다.
- [0075] 또한, 용착구조물(120)의 높이는 제1영역(61)의 깊이(D1: 미세채널부의 높이)과 동일한 높이로 형성될 수도 있으며, 제1영역(61)의 상면보다 높고 미세채널부(110)의 높이(D1) 이하인 임의의 높이로 돌출될 수 있다.
- [0076] 도 5a, 도 5b는 변형예에 따른 밸브유닛에 포함되는 용착구조물을 나타내는 단면도이다.
- [0077] 도 5a에 도시된 바와 같이, 용착구조물(220)은 제1기관(30')에 형성되지 않고 제2기관(40')의 배면으로부터 하 방향으로 돌출 형성될 수 있다. 이와 같은 경우 일 실시예에서와 대응하는 형태의 제1용착구조물(221) 및 제2용착구조물(222)이 제2기관(40')의 배면에 형성될 수 있다.
- [0078] 또한, 도 5b에 도시된 바와 같이, 용착구조물(320)은 제1영역(61')의 상면과 제2기관(40'')의 배면에서 각각 돌출 형성될 수 있다.
- [0079] 용착구조물(220,320)은 노말 오픈 상태에서 유체의 흐름을 방해하지 아니하는 동시에 용착시 최적의 용착효율을 나타낼 수 있도록 하는 형태, 크기 및 개수 등은 실험에 의해 적절하게 선택할 수 있음은 자명하다.
- [0080] 용착구조물(220,320)은 제1기관(30,30') 또는 제2기관(40,40',40'')과 동일한 재질로 마련되어 제1기관(30,30') 또는 제2기관(40,40',40'')의 사출성형시 일체로 형성될 수 있다.
- [0081] 도 6은 일 실시예에 따른 밸브유닛의 작동을 나타내는 단면도이고, 도7은 일 실시예에 따른 밸브유닛이 채널을 폐쇄한 상태를 나타내는 단면도이다.
- [0082] 도 3은 밸브물질챔버(41)내에 밸브물질이 수용되어 있는 상태이다.
- [0083] 이러한 상태에서 밸브물질챔버(41)에 레이저를 조사하는 등의 방법으로 밸브 물질(V)에 에너지를 공급하여 밸브 물질(V)을 용융시키면, 도 6와 같이, 용융된 밸브물질(V)의 일부는 모세관 현상에 의해 제1영역(61)의 비중첩부(61b)(=미세채널부)에 유입되어 잔존한다.
- [0084] 이 후 지속적으로 레이저 등의 전자기과를 밸브물질(V)에 조사하면 미세발열물질(P)이 발열하여 밸브물질(V)의 온도가 용착구조물(120)의 용융점 이상으로 상승하여 비중첩부(61b)에 남겨진 밸브물질(V)이 용착구조물(120)을

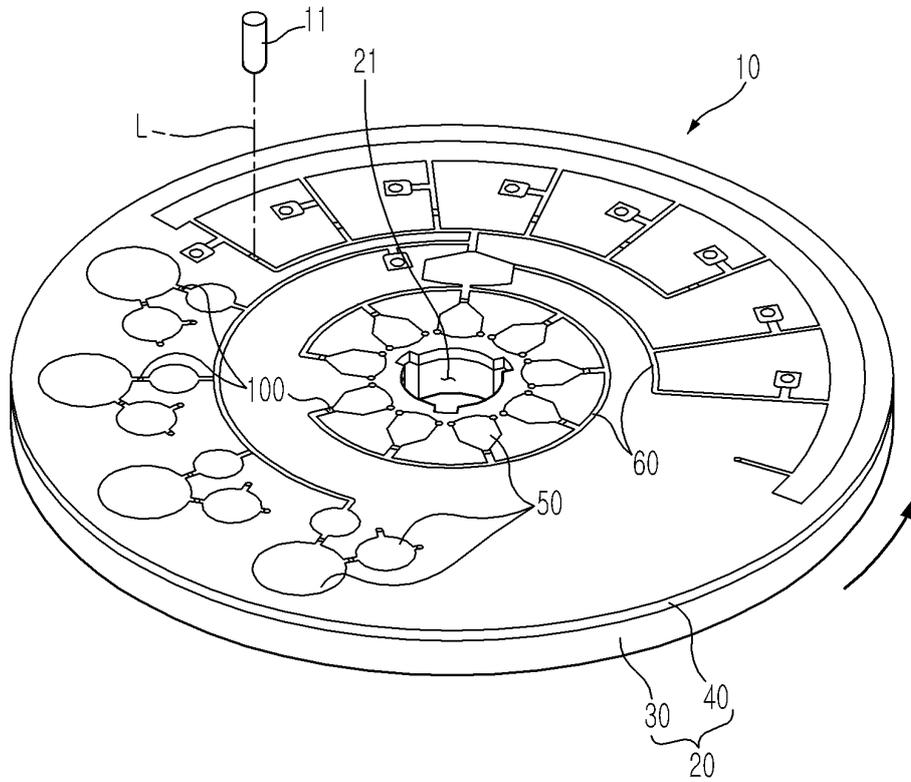
녹인다.

- [0085] 용착구조물(120)이 녹은 후 전자기파의 조사가 종료되면 도 7과 같이, 용착구조물(120)이 재경화하여 용착부(W)가 형성되어 비중첩부(61b)(=미세채널부)에서 제1기관(30)과 제2기관(40)이 용착됨으로써 채널(60)이 폐쇄된다.
- [0086] 이때, 필요에 따라 레이저가 조사되는 폭 및 조사시간을 조절하여 어느 한 위치에서 한 차례의 레이저 조사를 통해 밸브물질(V)을 가열하여 비중첩부(61b)로 밸브물질(V)을 안내한 후, 밸브물질(V)을 가열함으로써 용착구조물(120)을 녹여 비중첩부(61b)를 용착시킬 수 있다. 즉, 동일한 위치에서 한번의 레이저 조사과정을 통해 밸브물질(V)을 비중첩부(61b)로 이동시키고, 비중첩부(61b)를 용착시킬 수 있다.
- [0087] 또한, 밸브물질챔버(41)에 레이저를 조사시켜 밸브물질(V)을 비중첩부(61b)로 안내한 후 용착구조물(120)이 용융되기 전에 공급되는 에너지를 제어하여 밸브물질(V)을 재경화하여 밸브물질(V)이 채널(60)을 폐쇄한 상태에서 필요한 검사를 수행하고, DNA추출이나 PCR(Polymerase Chain Reaction)를 위한 작업 등 고온의 환경이 요구되는 프로세스를 수행하여야 하는 경우 레이저 등을 비중첩부(61b)에 대응하는 미세유동장치(10)의 외부에 위치시키고, 비중첩부(61b)의 밸브물질(V)에 전자기파를 조사함으로써 미세발열물질(P)을 발열시키고, 이에 따라 밸브물질(V)을 고온으로 가열되어 용착구조물(120)을 녹임으로써 비중첩부(61b)를 용착시킬 수 있다. 즉, 필요에 따라 선택적으로 비중첩부(61b)를 용착시킬 수 있게 된다.
- [0088] 또한, 본 실시예에서는 레이저를 이용하여 밸브물질(V)을 녹여 비중첩부(61b)로 안내하고 있으나, 밸브물질(V)을 녹여 비중첩부(61b)로 안내하는 단계는 전자기파의 조사없이 히터(미도시)를 이용하여 밸브물질(V)을 가열함으로써 밸브물질(V)을 녹인 후 밸브물질(V)을 비중첩부(61b)로 안내할 수 있다.
- [0089] 이 후, 비중첩부(61b)를 용착하기 위해서는 비중첩부(61b)로 안내된 밸브물질(V)에 레이저를 조사하여 미세발열물질(P)을 발열시켜 밸브물질(V)을 용착구조물(120)의 용융점 이상으로 가열시킴으로써 용착구조물(120)을 녹여 비중첩부(61b)를 용착시켜 채널(60)을 영구히 폐쇄할 수 있다.
- [0090] 다음은 다른 실시예에 따른 밸브유닛을 포함하는 미세유동장치에 대해 설명하도록 한다.
- [0091] 도 8은 다른 실시예에 따른 밸브 유닛의 단면도이고, 도 9,10은 다른 실시예에 따른 밸브 유닛의 동작을 나타내는 단면도이다.
- [0092] 다른 실시예는 일 실시예와 동일한 미세유동장치에 마련될 수 있으며 밸브 유닛의 형태에 다소 차이가 있다. 이하, 일 실시예와 동일한 구성은 동일한 도면부호를 부여하고 그 설명을 생략하도록 한다.
- [0093] 다른 실시예에 따른 밸브유닛(200)은 도 8 내지 도 10에 도시된 바와 같이, 채널(60)에 인접한 위치에서 제1기관(230)에서 하방으로 음각 형성된 밸브물질챔버(130)와, 경화된 상태로 밸브물질챔버(130)에 수용되는 밸브물질(V)과, 외부의 에너지원에 의해 밸브물질챔버(130)에서 용융된 밸브물질(V)을 채널(60)로 안내하는 안내채널(132)과, 제1영역(61)의 상부에 마련되어 안내채널(132)을 통해 유입된 밸브물질(V)을 수용하는 미세채널부(110)와, 제1영역(61)에서 돌출 형성되어 고온에 의해 용융되어 미세채널부(110)를 용착시키는 용착구조물(120)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0094] 밸브물질챔버(130)에는 채널(60)의 중간에 연결되며 상온인 초기에는 고체 상태로서 밸브물질챔버(130) 내에 충전되어 있다가 가열되면 용융 및 팽창되면서 안내채널(132)을 통해 채널(60)로 유입되고 다시 응고되면서 채널(60)을 통한 유체의 흐름을 차단하는 밸브물질(V)을 수용한다.
- [0095] 밸브물질(V)은 일 실시예와 동일하게 형성되고, 밸브물질(V)에 전자기파를 제공하는 에너지원에 관한 사항도 일 실시예와 동일하다.
- [0096] 밸브물질챔버(130)의 밸브물질이 용융되는 경우 미세채널부(110)에서의 채널(60)의 단면적은 안내채널(132)의 단면적보다 좁기 때문에 용융된 밸브물질(V)은 모세관현상에 의해 미세채널부(110)로 이동하여 채널(60)을 폐쇄하게 된다. 이 때 안내채널(132)은 용융된 밸브물질(V)을 미세채널부(110)로 안내하는 기능을 할 수 있는 것이라면 그 단면적의 크기에 구애받지 아니한다.
- [0097] 제2기관(240)에는 전자기파가 밸브물질(V)에 더 잘 입사할 수 있도록 생기 밸브물질챔버(130)에 대응되는 천공부(131)를 가질 수도 있다.
- [0098] 용착구조물(120)은 일 실시예 또는 변형예와 동일하게 제1영역(61)의 상부에서 돌출 형성될 수 있으며, 용착구조물(120)은 노말 오픈 상태에서 유체의 흐름을 방해하지 아니하는 동시에 용착시 최적의 용착효율을 나타낼 수

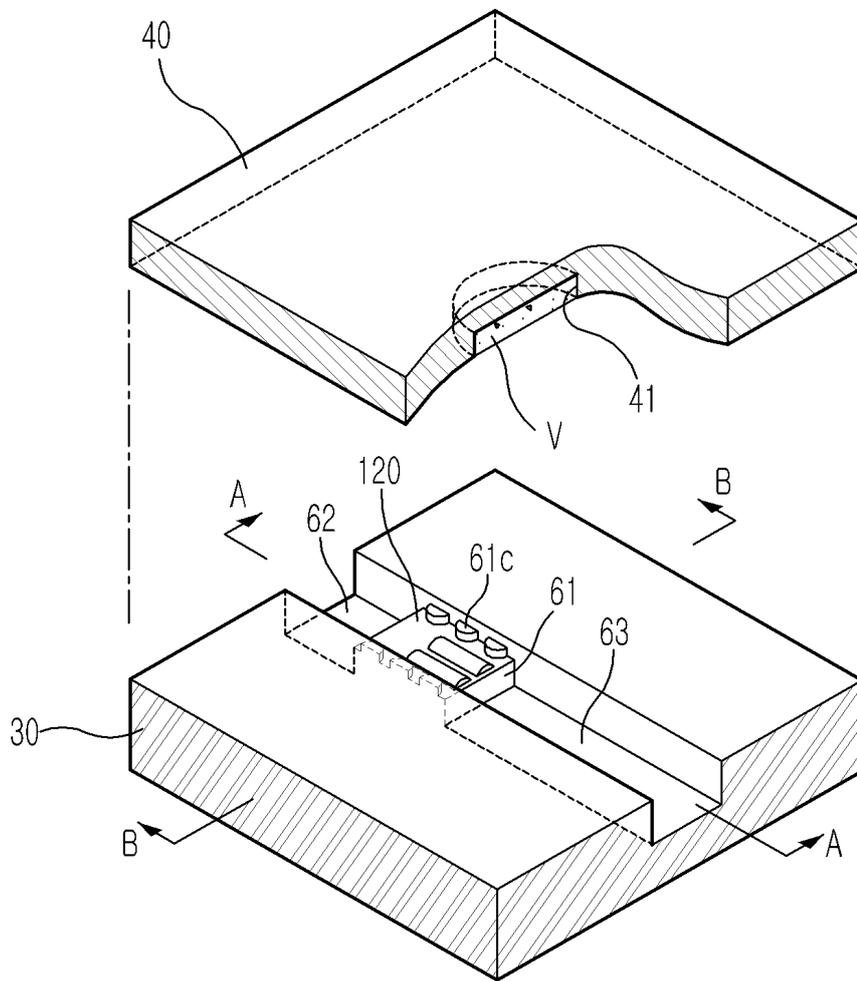


도면

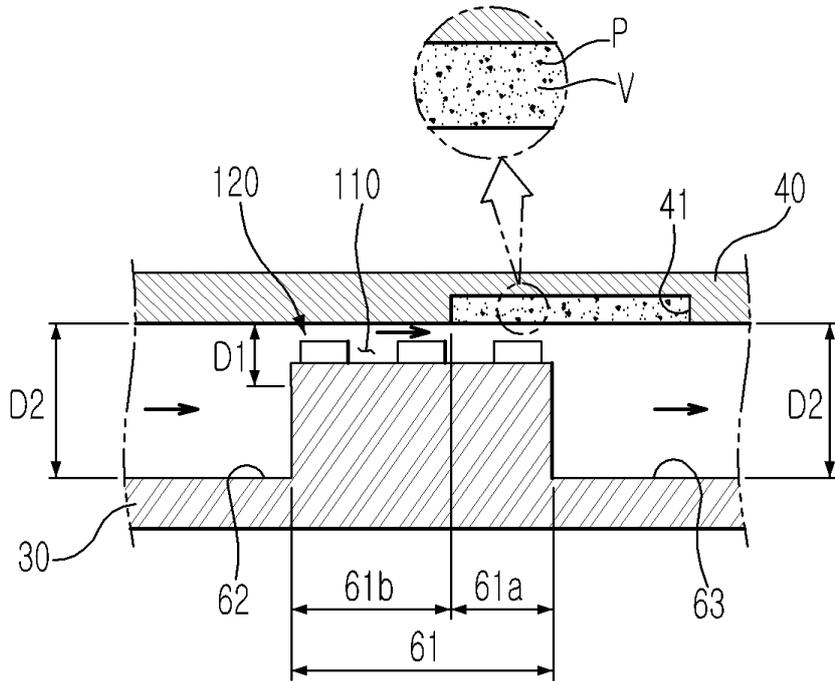
도면1



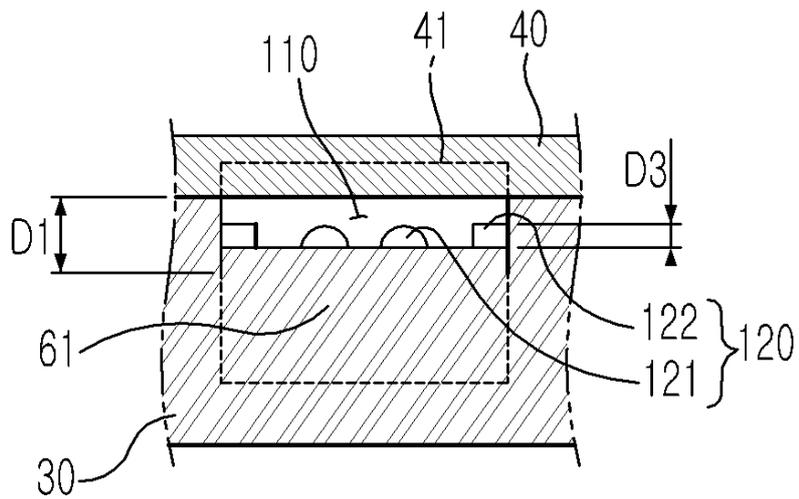
도면2



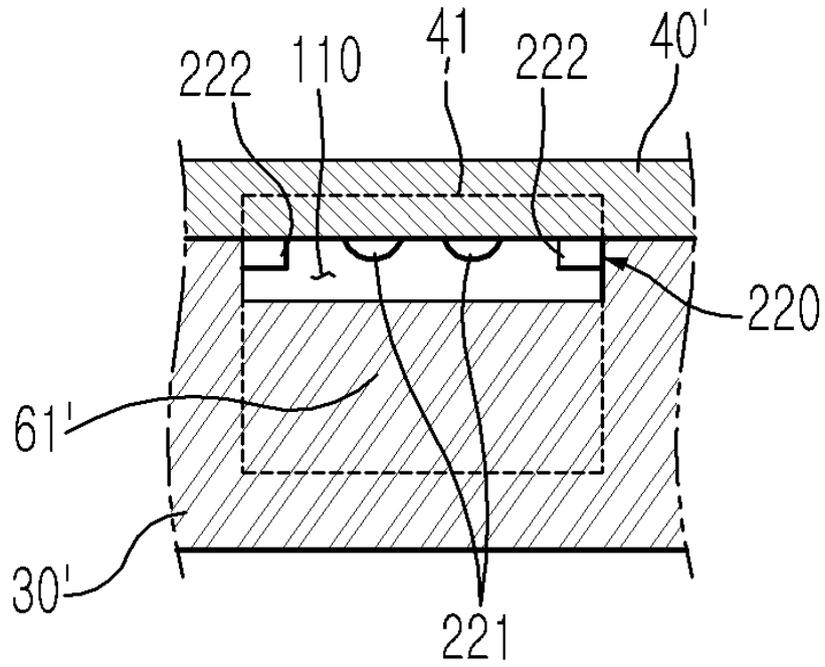
도면3



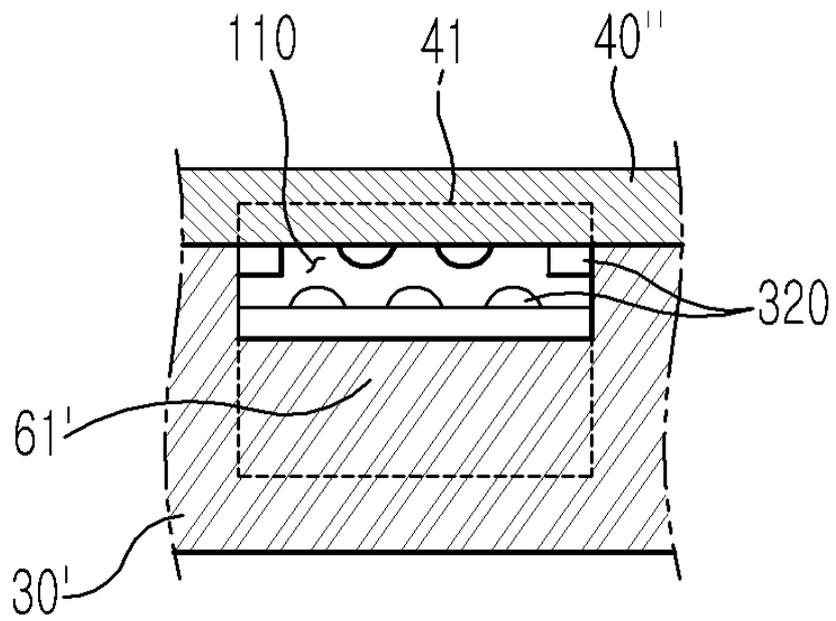
도면4



도면5a

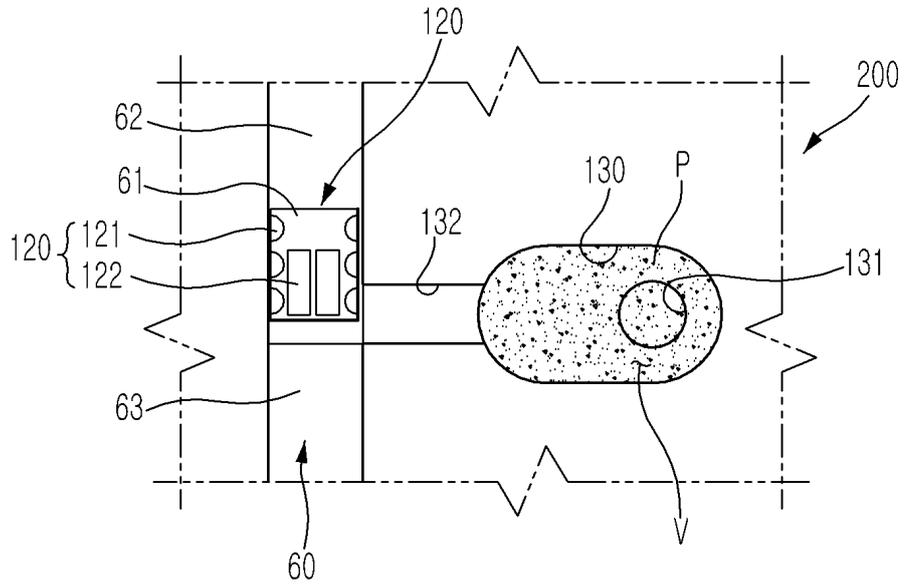


도면5b

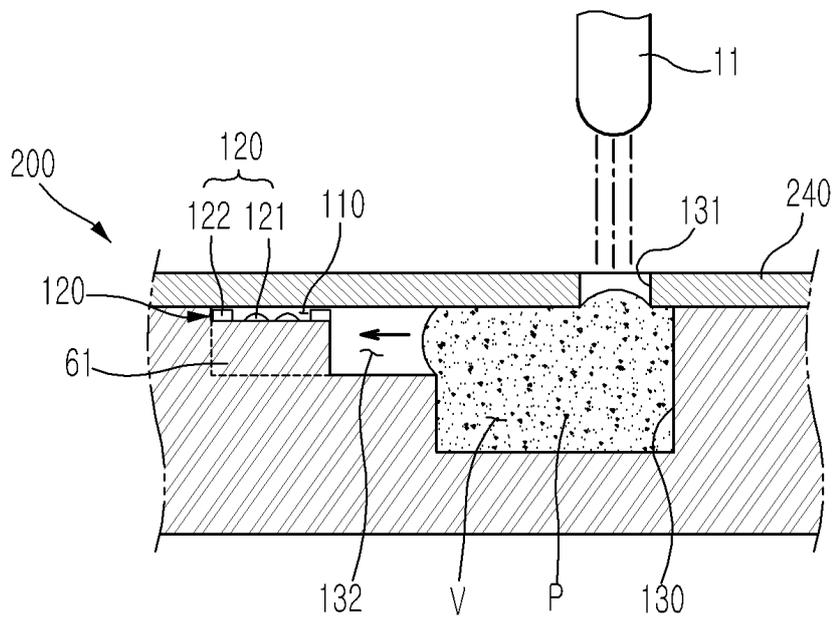




도면8



도면9



도면10

