



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

(45) 공고일자 2014년08월08일  
 (11) 등록번호 10-1427601  
 (24) 등록일자 2014년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B01D 45/12* (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)  
*G01N 1/22* (2006.01) *G01N 15/02* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0136125  
 (22) 출원일자 2011년12월16일  
 심사청구일자 2011년12월16일

(65) 공개번호 10-2013-0068772  
 (43) 공개일자 2013년06월26일

(56) 선행기술조사문헌  
 Kim, Y.-H. et al., APPLIED PHYSICS LETTERS, Vol.91, 043512 (2007.7.26.)\*  
 Park, D. et al., Aerosol Science, Vol.40, pp. 415-422 (2009.)\*  
 Abgrall, P. et al., J. Micromech. Microeng., Vol.17, pp.R15-R49 (2007.4.24.)\*  
 Childs, W. R. et al., J. AM. CHEM. SOC., Vol.124, pp. 13583-13596 (2002.10.19.)\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**한국과학기술원**  
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자  
**김상수**  
 대전 유성구 대학로 291  
**강준상**  
 대전 유성구 대학로 291, 입자공학연구소 (구성동, 한국과학기술원)  
**이강수**  
 대전 유성구 대학로 291, 입자공학연구소 (구성동, 한국과학기술원)

(74) 대리인  
**유미특허법인**

전체 청구항 수 : 총 7 항

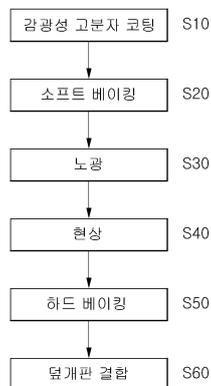
심사관 : 김상준

(54) 발명의 명칭 **미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

소량의 유량만으로도 효율적으로 입자를 검출하는 것이 가능한 경우에 적합하며 저가로 대량생산이 가능하며 소형화가 가능하여 휴대성이 우수하도록, 외부와 차단된 상태로 다단으로 구획되어 유체가 저류 및 이동하는 복수의 유동공간이 형성되는 관형상의 본체와, 유동공간을 서로 연결하며 마이크로 또는 나노 단위로 형성되는 복수의 노즐과, 본체의 맨위 상단 유동공간과 연결되며 외부로부터 유체를 공급하는 유입구와, 본체의 맨아래 하단 유동공간과 연결되며 내부의 유체를 외부로 배출하는 유출구와, 노즐의 출구 부분에 인접하여 각각의 유동공간에 설치되고 노즐로부터 분사되는 유체가 충돌한 다음 유동공간의 다른 부분으로 이동하도록 설치되는 복수의 충돌판을 포함하는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법을 제공한다.

**대표도** - 도4



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

기판에 리소그래피 공정을 사용하여 다단으로 구획되는 복수의 유동공간과 상기 유동공간을 연결하는 복수의 노즐, 외부로부터 유체가 유입되는 유입구, 내부의 유체를 배출하는 유출구를 형성하는 측벽부를 형성하고, 그 위에 덮개판을 상기 기판과 일체로 결합하는 과정을 포함하고,

상기 복수의 노즐은 마이크로 또는 나노 단위의 미소채널로 형성하며, 상기 각 노즐의 출구 부분에 인접하여 상기 각각의 유동공간에 층돌판을 상기 측벽부와 동일한 과정으로 형성하고, 상기 층돌판을 점성이 있는 액체로 코팅하는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법.

**청구항 6**

청구항 5에 있어서,

상기 리소그래피 공정으로는 마이크로컨택 프린팅(microcontact printing), 나노트랜스퍼 프린팅(nanotransfer printing), 데칼 트랜스퍼 리소그래피(Decal transfer lithography), 나노임프린팅 리소그래피(nanoimprinting lithography) 중에서 선택한 소프트 리소그래피(soft-lithography) 기술을 적용하는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

청구항 5에 있어서,

상기 복수의 노즐은 맨위 상단 유동공간측으로부터 맨아래 하단 유동공간측으로 갈수록 각 단계마다 단계적으로 단면적의 크기가 감소하도록 형성하는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법.

**청구항 10**

청구항 5에 있어서,

상기 유출구와 맨아래 하단 유동공간은 상기 각 노즐보다 단면적의 크기가 큰 유출로를 통하여 서로 연결되도록 형성하는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법.

**청구항 11**

청구항 5에 있어서,

상기 덮개판에는 상기 유입구와 연통하는 공급구멍을 형성하고, 상기 기관에는 상기 유출구와 연통하는 배출구멍을 형성하는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법.

**청구항 12**

청구항 5에 있어서,

상기 덮개판에 상기 유입구와 연통하는 공급구멍 및 상기 유출구와 연통하는 배출구멍을 형성하는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

청구항 5에 있어서,

상기 충돌판은 덮개판에 설치하고,

상기 덮개판을 상기 기관과 분리 가능하게 결합시키는 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법.

**청구항 15**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 리소그래피(lithography) 공정을 이용하여 마이크로 또는 나노 단위의 미소 채널을 형성하므로 저가로 대량생산이 가능하며 소형화가 가능하여 휴대성이 우수한 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 대기오염의 문제가 심각한 사회문제로 대두되고 있으며, 정부의 환경규제 강화에 따라 오염원에서 발생하는 오염입자들의 크기와 특성에 대한 관심이 증가하고 있다. 따라서 효율적이면서 간단하게 이들 오염입자들을 파악하기 위한 방법으로 관성충돌기가 많이 활용되고 있다.

[0003] 관성충돌기는 에어로졸상의 입자들이 가지는 관성력을 이용하여 입자를 크기에 따라 분리하는 장치이며, 다단임팩터, 가상임팩터, 사이클론 등의 종류가 있다.

[0004] 상기에서 다단임팩터는 간단한 조작으로 높은 입자 분리효율을 가지므로, 용이하게 입자들을 샘플링할 수 있어 널리 사용되고 있다.

[0005] 상기 다단임팩터는 공기 중에 부유하는 입자들을 임팩터 노즐로 주입시켜 에어로졸상의 입자들이 가지는 관성을 이용하여 설계된 노즐 폭과 작동유체의 유량, 노즐과 임팩터와의 거리, 레이놀즈 수 등의 조건에 따라 입자를 크기에 따라 분리 및 샘플링하는 장치이다.

[0006] 상기와 같은 다단임팩터에 있어서, 설계시 사용되는 변수에 따라 주입되는 입자들 중에 특정 크기 이상의 입자들은 임팩트 플레이트에 부착되고, 특정 크기 이하의 입자들은 임팩트 플레이트에 부착되지 않고 공기 유동의 유선을 따라 이동하여 외부로 배출되는 원리로 작동이 이루어진다.

[0007] 대한민국 등록특허 제10-0426275호, 제10-0536948호 등에는 다단임팩터의 기술이 공개되어 있다.

[0008] 종래 다단임팩터의 경우에는 대기 중의 미세 입자들을 다량으로 샘플링하여 특성을 파악하도록 고유량으로 작동한다. 따라서 장치의 크기가 커지고, 휴대성이 떨어지며, 제조원가가 많이 소요되며, 대량생산에 적합하지 못하다는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상기와 같은 점에 조감하여 이루어진 것으로서, 바이오에어로졸 같은 입자들을 검출하고자 하는 경우에는 소량의 유량만으로도 효율적으로 검출하는 것이 가능하다는 점에 착안하여, 리소그래피(lithography) 공정을 이용하여 마이크로 또는 나노 단위의 미소 채널을 형성하므로 저가로 대량생산이 가능하며 소형화가 가능하며 휴대성이 우수한 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 및 그 제조방법을 제공하는데, 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터는 외부와 차단된 상태로 다단으로 구획되어 유체가 저류 및 이동하는 복수의 유동공간이 형성되는 관형상의 본체와, 상기 유동공간을 서로 연결하며 마이크로 또는 나노 단위로 형성되는 복수의 노즐과, 상기 본체의 맨위 상단 유동공간에 연결되는 주입 노즐과 연결되며 외부로부터 유체를 공급하는 유입구와, 상기 본체의 맨아래 하단 유동공간과 연결되며 내부의 유체를 외부로 배출하는 유출구와, 상기 노즐의 출구 부분에 인접하여 상기 각각의 유동공간에 설치되고 상기 노즐로부터 분사되는 유체가 충돌한 다음 유동공간의 다른 부분으로 이동하도록 설치되는 복수의 충돌판을 포함하여 이루어진다.

[0011] 상기 본체는 바닥을 이루는 기판과, 상기 기판과 일정 간격을 두고 위치하는 덮개판과, 상기 기판과 덮개판 사이를 채우며 상기 복수의 유동공간을 구획하여 형성하는 측벽부를 포함하여 이루어진다.

[0012] 상기 덮개판에는 상기 유입구와 연통하는 공급구멍을 형성하고, 상기 기판에는 상기 유출구와 연통하는 배출구멍을 형성한다.

[0013] 상기 복수의 노즐은 맨위 상단 유동공간쪽으로부터 맨아래 하단 유동공간쪽으로 갈수록 각 단계마다 단계적으로 단면적의 크기가 감소하도록 형성한다.

[0014] 상기 충돌판은 상기 본체의 기판에 설치하는 것도 가능하고, 상기 본체의 덮개판에 설치하는 것도 가능하다.

[0015] 상기 본체는 기판과 측벽부 및 덮개판을 일체로 형성하는 것도 가능하고, 상기 기판과 덮개판을 분리 및 결합이 가능한 형태로 구성하는 것도 가능하다.

[0016] 상기에서 유동공간, 복수의 노즐, 유입구, 배출구, 복수의 충돌판은 리소그래피(lithography) 공정을 사용하여 형성한다.

[0017] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법은 기판에 리소그래피(lithography) 공정을 사용하여 유동공간과 복수의 노즐, 유입구, 배출구를 형성하고, 그 위에 덮개판을 기판과 일체로 결합하는 과정을 포함하여 이루어진다.

[0018] 상기에서 리소그래피 공정으로는 마이크로컨택 프린팅(microcontact printing), 나노트랜스퍼 프린팅(nanotransfer printing), 데칼 트랜스퍼 리소그래피(Decal transfer lithography), 나노임프린팅 리소그래피(nanoimprinting lithography) 등의 소프트 리소그래피(soft-lithography) 기술을 적용하는 것도 가능하다.

[0019] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 제조방법은 기판에 감광성 고분자를 도포하고, 코팅된 감광성 고분자에 대하여 소프트 베이킹(soft-baking)을 행하고, 유동공간과 복수의 노즐, 유입구 및 유출구 등에 대한 패턴을 갖는 마스크를 이용하여 노광(exposure)을 행하고, 현상(develop)을 행하여 유동공간과 복수의 노즐, 유입구 및 유출구 등에 해당하는 부분의 감광성 고분자를 제거하고, 남아 있는 측벽부를 이루는 감광성 고분자에 대하여 하드 베이킹(hard-baking)을 행하고, 측벽부 위에 덮개판을 덮어 상기 기판과 일체로 결합하는 과정을 포함하여 이루어지는 것도 가능하다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 및 그 제조방법에 의하면, 리소그래피(lithography) 공정을 사용하여 노즐을 형성하므로, 마이크로 또는 나노 단위의 단면을 갖는 미소채널로 노즐을 형성하는 것이 가능하고, 저유량에서도 효과적으로 입자들을 포집하는 것이 가능하다. 특히 바이오에어로졸 검출 분야에서 유용하게 사용하는 것이 가능하다.

[0021] 또 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터 및 그 제조방법에 의하면, 리소그래피

(lithography) 공정을 사용하여 제조하므로, 저가로 대량생산하는 것이 가능하며, 소형화가 가능하여 휴대성이 우수한 다단입팩터를 제공하는 것이 가능하다.

[0022] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 및 그 제조방법에 의하면, 상기 본체를 기관과 덮개판으로 분리하여 구성하고 상기 덮개판에 충돌판을 설치할 수 있으므로, 상기 충돌판에 포집된 입자들을 덮개판을 기관으로부터 분리한 다음 샘플링하는 것이 가능하며, 샘플링작업을 매우 효율적으로 행하는 것이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 나타내는 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 제2실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 제3실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 제조방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 제조방법을 나타내는 공정도이다.
- 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 사용하여 PSL 입자(Polystyrene late particle) 검출을 행한 경우 맨위 상단 유동공간에 설치된 충돌판에 입자가 포집되는 효율을 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 제1실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 사용하여 PSL 입자(Polystyrene late particle) 검출을 행한 경우 두번째 유동공간에 설치된 충돌판에 입자가 포집되는 효율을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 사용하여 황산암모늄(ammonium sulfate) 검출을 행한 경우 맨아래 하단 유동공간에 설치된 충돌판에 입자가 포집되는 효율을 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 제1실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 사용하여 PSL 입자(Polystyrene late particle) 검출을 행한 경우 충돌판에 포집되는 입자를 촬영한 사진의 확대 이미지이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 다음으로 본 발명에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 및 그 제조방법의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 본 발명은 여러가지 다양한 형태로 구현하는 것이 가능하며, 이하에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0025] 이하에서는 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 본 발명과 밀접한 관계가 없는 부분은 상세한 설명을 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이고, 반복적인 설명을 생략한다.
- [0026] 먼저 본 발명의 제1실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터는 도 1 및 도 2에 나타난 바와 같이, 관형상의 본체(10)와, 복수의 충돌판(40)을 포함하여 이루어진다.
- [0027] 상기 본체(10)에는 외부와 차단된 상태로 다단으로 구획되어 유체가 저류 및 이동하는 복수의 유동공간(13), (14), (15)이 형성된다.
- [0028] 상기 본체(10)는 바닥을 이루는 기관(12)과, 상기 기관(12)과 일정 간격을 두고 위치하는 덮개판(18)과, 상기 기관(12)과 덮개판(18) 사이를 채우며 상기 복수의 유동공간(13), (14), (15)을 구획하여 형성하는 측벽부(20)를 포함하여 이루어진다.
- [0029] 상기 본체(10)에는 상기 측벽부(20)에 의하여 상기 복수의 유동공간(13)을 서로 연결하는 복수의 노즐(24), (25)이 형성된다.
- [0030] 그리고 상기 본체(10)에는 상기 측벽부(20)에 의하여 맨위 상단 유동공간(13)에 연결되는 주입 노즐(23)과 연결되며 외부로부터 유체를 공급하는 유입구(33)가 형성된다.
- [0031] 상기 주입 노즐(23) 및 각 노즐(24), (25)은 소프트 리소그래피 공정을 사용하여 마이크로 또는 나노 단위로 형

성한다.

- [0032] 상기 주입 노즐(23) 및 각 노즐(24), (25)은 맨위 상단 유동공간(13)쪽으로부터 맨아래 하단 유동공간(15)쪽으로 갈수록 각 단계마다 단계적으로 단면적의 크기가 감소하도록 형성한다.
- [0033] 또 상기 본체(10)에는 상기 측벽부(20)에 의하여 맨아래 하단 유동공간(15)과 연결되며 내부의 유체를 외부로 배출하는 유출구(36)가 형성된다.
- [0034] 상기 유출구(36)와 맨아래 하단 유동공간(15)은 상기 주입 노즐(23) 및 각 노즐(24), (25)보다 단면적의 크기가 큰 상태로 형성되는 유출로(35)를 통하여 서로 연결된다.
- [0035] 상기 유출로(35)는 맨아래 하단 유동공간(15)으로 유입된 유체가 용이하게 배출될 수 있도록 상기 주입 노즐(23) 및 각 노즐(24), (25)보다 큰 단면을 갖도록 형성하는 것이 바람직하다.
- [0036] 상기 덮개판(18)에는 상기 유입구(33)와 연통하는 공급구멍(19)을 형성하고, 상기 기관(12)에는 상기 유출구(36)와 연통하는 배출구멍(16)을 형성한다.
- [0037] 또는 상기 배출구멍(16)을 덮개판(18)에 형성하고, 상기 기관(12)에 공급구멍(19)을 형성하는 것도 가능하다.
- [0038] 그리고 상기 덮개판(18)에 공급구멍(19)과 배출구멍(16)을 모두 형성하는 것도 가능하고, 상기 기관(12)에 공급구멍(19)과 배출구멍(16)을 모두 형성하는 것도 가능하다.
- [0039] 상기 충돌판(40)은 상기 주입 노즐(23) 및 각 노즐(24), (25)의 출구 부분에 인접하여 상기 각각의 유동공간(13), (14), (15)에 설치되고 상기 주입 노즐(23) 및 각 노즐(24), (25)로부터 분사되는 유체가 충돌한 다음 유동공간(13), (14), (15)의 다른 부분으로 이동하도록 설치된다.
- [0040] 상기 충돌판(40)은 상기 본체(10)의 기관(12)에 설치하는 것도 가능하다.
- [0041] 상기 충돌판(40)은 도 3에 나타낸 바와 같이, 상기 본체(10)의 덮개판(18)에 설치하는 것도 가능하다.
- [0042] 상기 본체(10)는 기관(12)과 측벽부(20) 및 덮개판(18)을 일체로 고정되는 형태로 구성하는 것도 가능하다.
- [0043] 상기 본체(10)는 상기 기관(12)과 덮개판(18)을 분리 및 결합이 가능한 형태로 구성하는 것도 가능하다.
- [0044] 도 3에 나타낸 바와 같이, 상기에서 기관(12)과 덮개판(18)을 분리가능한 형태로 구성하는 경우에는 상기 덮개판(18)에 충돌판(40)을 형성하는 것이, 충돌판(40)에 포집된 입자들을 효과적으로 수집할 수 있으므로 바람직하다.
- [0045] 상기에서 기관(12)과 덮개판(18)을 분리가능한 형태로 구성하는 경우에는 덮개판(18)을 기관(12)과 결합시킨 경우에 수밀과 기밀이 유지되도록, 패킹이나 클립 등을 사용하여 강고한 결합을 유지시키도록 구성하는 것이 바람직하다.
- [0046] 상기와 같이 덮개판(18)을 분리가능하게 구성하고, 덮개판(18)에 충돌판(40)을 형성하는 경우에는 덮개판(18)을 카트리리지 형태로 구성하여, 덮개판(18)만을 교체하는 것으로 용이하게 반복하여 입자를 검출하는 것이 가능하다.
- [0047] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단임팩터는 상기 공급구멍(19)을 통하여 입자가 함유된 유체가 강제로 유입됨에 따라, 유입된 유체는 상기 주입 노즐(23)을 통과하면서 상기 주입 노즐(23)을 끝부분에서 분사되어 맨위 상단 유동공간(13)에 설치된 충돌판(40)에 충돌하게 되고, 입자의 일부가 충돌판(40)에 부착되어 포집된다.
- [0048] 상기와 같이 충돌판(40)에 충돌한 유체는 충돌판(40)과 유동공간(13)을 형성하는 측벽부(20) 사이의 공간을 따라 이동하게 되고, 유동공간(13)을 통과하여 다음에 형성된 노즐(24)을 통과하여 다음의 유동공간(14)으로 이동하게 되며, 동일한 과정으로 두번째 유동공간(14)에 설치된 충돌판(40)에 일부의 입자가 포집되고, 유체는 다시 유동공간(14)을 통과하여 다음 노즐(25)을 통과하여 다음의 유동공간(15)으로 이동하게 된다.
- [0049] 상기와 같이 각 유동공간(13), (14), (15)을 향하여 주입 노즐(23) 및 각 노즐(24), (25)로부터 분사되어 각 충돌판(40)에 충돌함에 따라 입자가 순차적으로 포집되고, 맨아래 하단 유동공간(15)을 통과한 유체는 유출로(35)와 유출구(36)를 거쳐 배출구멍(16)을 통하여 외부로 배출된다.
- [0050] 상기에서 배출구멍(16)과 연결하여 흡입펌프(도면에 나타내지 않음)를 설치하거나, 상기 공급구멍(19)과 연결하여 송풍기 또는 가압펌프(도면에 나타내지 않음)를 설치하는 것에 의하여, 입자가 포함된 유체가 공급구멍(19)

으로부터 배출구멍(16)으로의 강제적인 흐름이 형성되도록 구성하는 것이 가능하다.

- [0051] 상기와 같은 과정을 거쳐 일정 유량에 대하여 입자의 검출을 완료한 다음에는 상기 공급구멍(19)으로 세척액을 주입하여 충돌판(40)에 대한 세척을 행한 다음, 건조시키고 재사용하는 것이 가능하다.
- [0052] 다음으로 상기와 같이 구성되는 본 발명의 일실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 제조하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 제조방법에 대하여 설명한다.
- [0053] 예를 들면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 제조방법은 상기 기관(12)에 리소그래피(lithography) 공정을 사용하여 유동공간(13), (14), (15)과 복수의 노즐(23), (24), (25), 유입구(33), 배출구(36)를 형성하고, 그 위에 덮개판(18)을 기관(12)과 일체로 결합하는 과정을 포함하여 이루어진다.
- [0054] 상기에서 리소그래피 공정으로는 마이크로컨택 프린팅(microcontact printing), 나노트랜스퍼 프린팅(nanotransfer printing), 데칼 트랜스퍼 리소그래피(Decal transfer lithography), 나노임프린팅 리소그래피(nanoimprinting lithography) 등의 소프트 리소그래피(soft-lithography) 기술을 적용하는 것도 가능하다.
- [0055] 그리고 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 제조방법은 도 4 및 도 5에 나타난 바와 같이, 기관(12)에 감광성 고분자(52)를 코팅하는 단계(S10)와, 코팅된 감광성 고분자(52)에 대하여 소프트 베이킹(soft-baking)을 행하는 단계(S20)와, 유동공간(13), (14), (15)과 복수의 노즐(23), (24), (25), 유입구(33) 및 유출구(36) 등에 대한 패턴을 갖는 마스크(60)를 이용하여 노광(exposure)을 행하는 단계(S30)와, 현상(develop)을 행하여 유동공간(13), (14), (15)과 복수의 노즐(23), (24), (25), 유입구(33) 및 유출구(36) 등에 해당하는 부분의 감광성 고분자(52)를 제거하는 단계(S40)와, 남아 있는 측벽부(20)를 이루는 감광성 고분자(52)에 대하여 하드 베이킹(hard-baking)을 행하는 단계(S50)와, 측벽부(20) 위에 덮개판(18)을 덮어 상기 기관(12)과 일체로 결합하는 단계(S60)를 포함하여 이루어진다.
- [0056] 상기에서 감광성 고분자(52)의 코팅은 스핀 코팅(spin coating) 등의 방법을 사용하여 행하는 것이 가능하다.
- [0057] 상기에서 기관(12)에 코팅된 감광성 고분자(52)에 소프트 베이킹을 행하면, 용제가 증발되면서 감광성 고분자(52)의 건조가 이루어지고, 접착도가 향상되며, 열에 의한 어닐링(annealing) 효과로 응력이 완화된다.
- [0058] 상기에서 1회의 스핀 코팅에 의하여 얻어지는 감광성 고분자(52)층의 두께가 설정된 높이보다 낮을 경우에는 상기 코팅하는 단계(S10)와 소프트 베이킹을 행하는 단계(S20)를 수회 반복하여 수행하는 것도 가능하다.
- [0059] 상기에서 감광성 고분자(52)에 대하여 노광을 행하면, 마스크(60)의 패턴에 따라 제거될 부분(예를 들면, 유동공간(13), (14), (15), 복수의 노즐(23), (24), (25), 유입구(33), 유출구(36) 등)은 결합력이 약해지게 되고, 현상과정을 통하여 해당 부분(결합력이 약해진 부분)의 감광성 고분자(52)를 제거하는 것으로 측벽부(20)를 형성하게 된다.
- [0060] 상기에서 하드 베이킹을 행하면, 남아있는 측벽부(20)의 조직이 단단하게 되며, 기관(12)에 대한 접착도가 증가된다.
- [0061] 상기에서 충돌판(40)을 덮개판(18)에 형성하는 경우에는 덮개판(18)에 감광성 고분자를 도포하고, 소프트 베이킹, 노광, 현상, 하드 베이킹 과정을 순차적으로 행하여 덮개판(18)에 충돌판(40)을 형성하는 것도 가능하다.
- [0062] 상기에서 복수의 노즐(23), (24), (25)은 미크론단위 또는 나노단위의 단면을 갖는 미소채널로 형성한다.
- [0063] 상기 복수의 노즐(23), (24), (25)은 상기 유입구(33)로부터 맨위 상단 유동공간(13)으로 연결되는 주입 노즐(23)로부터, 맨위 상단 유동공간(13)과 다음 유동공간(14)을 연결하는 노즐(24) 및 유동공간(14)과 맨아래 하단 유동공간(15)을 연결하는 노즐(25)로 갈수록 단면의 크기가 단계적으로 감소하는 형태로 제조한다.
- [0064] 도 6 내지 도 9에는 상기와 같은 과정을 거쳐 제조되는 본 발명의 일실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터를 이용하여 에어로졸의 입자를 검출하는 포집효율곡선(collection efficiency curve)을 나타낸다.
- [0065] 상기 포집효율곡선은 입자의 분리 효율을 나타내는 곡선으로, 입자가 가지는 크기(예를 들면, aerodynamic diameter)에 따라 입자가 충돌판(40)에 부착되는 효율을 나타내는 그래프이다.
- [0066] 도 6에는 맨위 상단 유동공간(13)에 설치된 충돌판(40)에 포집되는 입자의 분리 효율을 나타내며, 도 7에는 두 번째 유동공간(14)에 설치된 충돌판(40)에 포집되는 입자의 분리 효율을 나타내며, 도 8에는 맨아래 하단 유동공간(15)에 설치된 충돌판(40)에 포집되는 입자의 분리 효율을 나타낸다.
- [0067] 도 6 내지 도 8에 있어서, 가로축은 충돌판(40)에 포집된 입자의 크기(Aerodynamic diameter)를 나타내고, 세로

측은 포집효율(Collection efficiency)을 나타낸다.

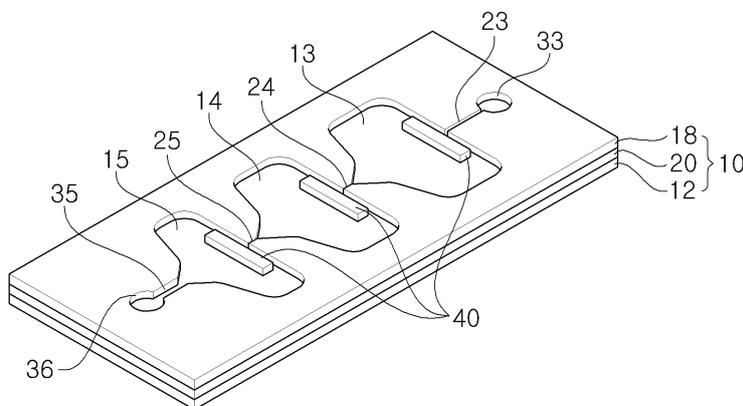
- [0068] 도 6을 보면, 절단경(cutpoint)이  $1\mu\text{m}$  부근(실험값으로는  $1.15\mu\text{m}$ )에서 입자들의 50% 이상이 충돌판(40)에 부착되는 것을 확인할 수 있다.
- [0069] 도 7 및 도 8을 보면, 각각의 그래프에서 절단경이  $0.5\mu\text{m}$ ,  $0.25\mu\text{m}$  부근(실험값으로는  $0.48\mu\text{m}$ ,  $0.24\mu\text{m}$ )에서 입자의 50% 이상이 충돌판(40)에 부착되는 것을 확인할 수 있으며, 종래의 다단입팩터 수준의 분리정밀도(sharpness of collection efficiency)를 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0070] 도 6 내지 도 8에 있어서, 내부가 검게 채워진 사각형은 다단입팩터의 내부 (예를 들면, 유동공간(13), (14), (15) 및 충돌판(40) 등)를 점성력을 가지고 있는 액체(예를 들면, 실리콘 오일) 등으로 코팅한 경우의 포집 효율을 나타내는 것이고, 내부가 빈 사각형은 코팅하지 않은 경우의 포집 효율을 나타내는 것이다.
- [0071] 도 6 내지 도 8을 보면, 코팅한 경우에 코팅하지 않은 경우에 비하여 절단경이 큰 입자들이 충돌판(40)에 부착되는 효율이 크게 향상됨을 확인할 수 있다.
- [0072] 도 9에는 상기 충돌판(40)에 부착된 입자들을 촬영한 사진의 이미지를 나타낸다.
- [0073] 도 9로부터 확인되는 바와 같이, 입자의 크기가  $1.5\mu\text{m}$  이하의 아주 미세한 입자들이 포집됨을 알 수 있다.
- [0074] 도 6 내지 도 9로부터 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 제조방법에 의하여 제조되는 다단입팩터를 사용하여 바이오에어로졸 검출을 행하면, 미크론 또는 나노 크기의 입자들을 효과적으로 검출하는 것이 가능하다.
- [0075] 상기에서는 본 발명에 따른 미소채널을 갖는 저유량용 다단입팩터 및 그 제조방법의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고, 특허청구범위와 명세서 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다.

**부호의 설명**

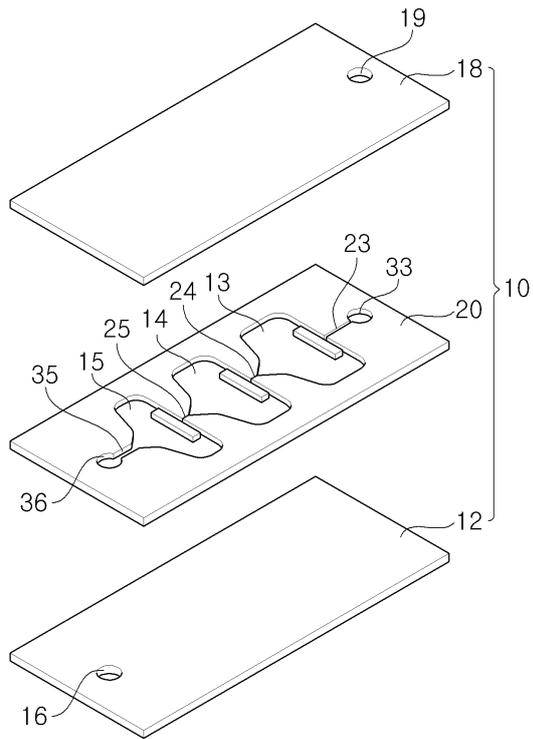
- [0076] 10 - 본체, 12 - 기관, 13,14,15 - 유동공간, 16 - 배출구멍, 18 - 덮개판
- 19 - 공급구멍, 20 - 측벽부, 23 - 주입 노즐, 24,25 - 노즐, 33 - 유입구
- 35 - 유출로, 36 - 유출구, 40 - 충돌판

**도면**

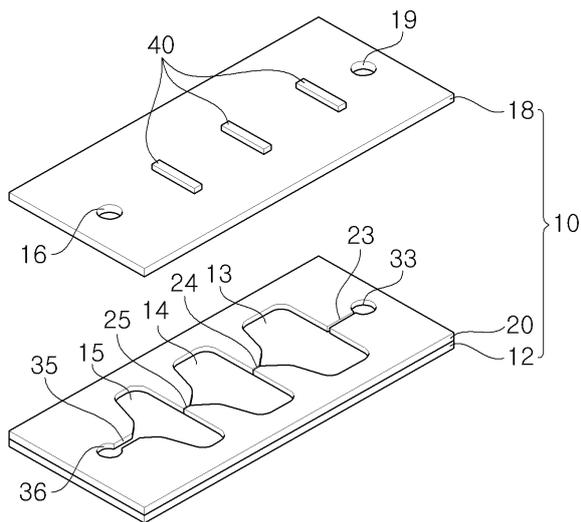
**도면1**



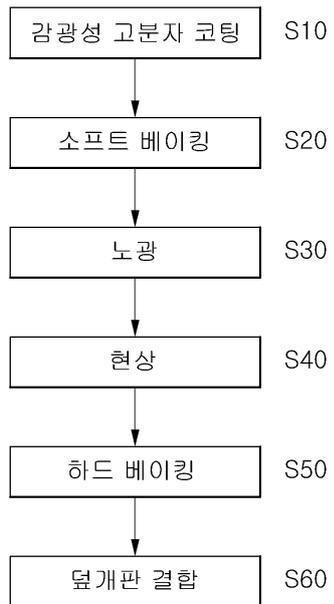
도면2



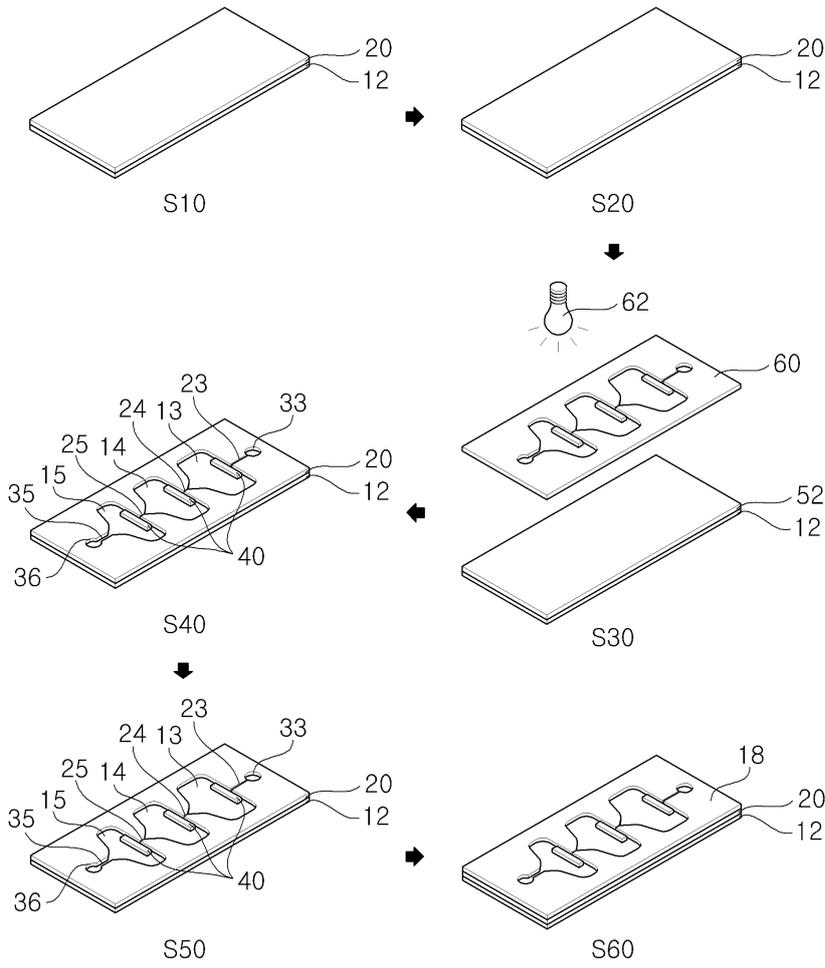
도면3



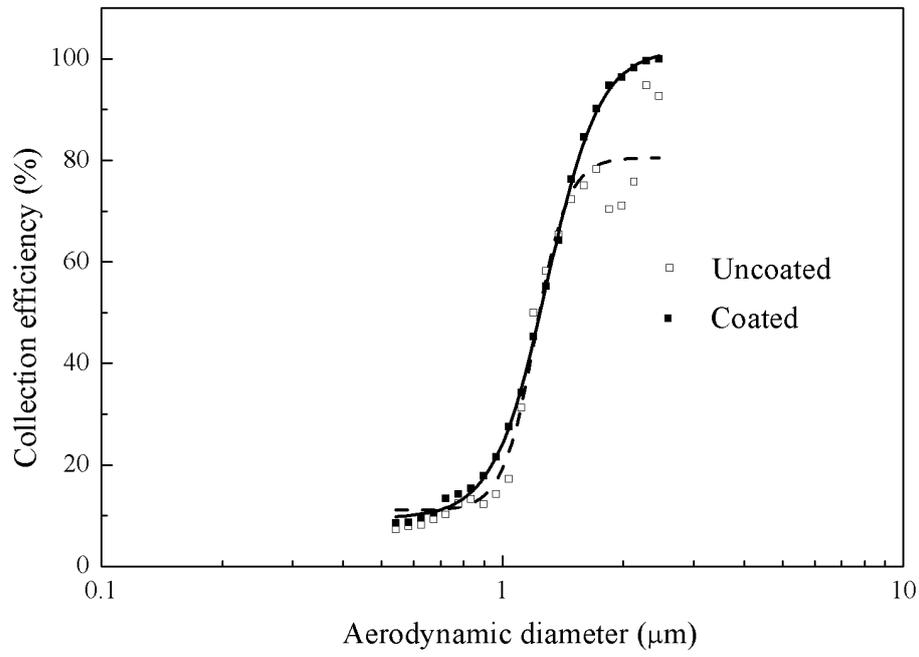
도면4



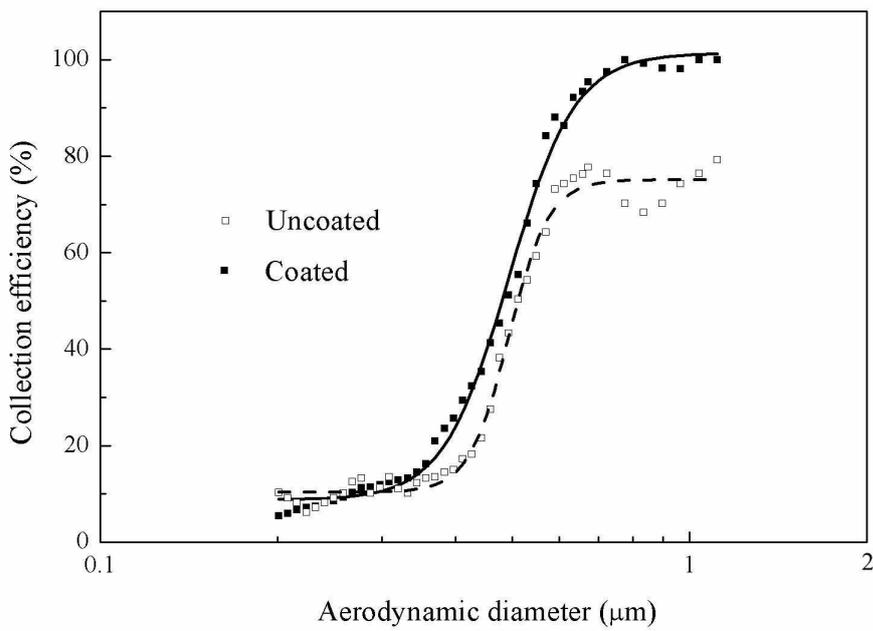
도면5



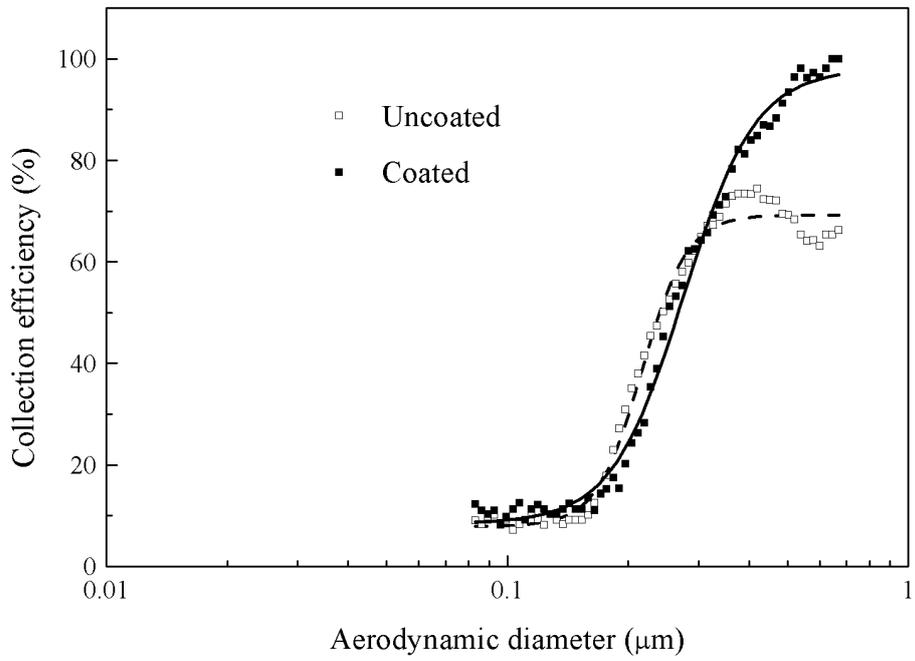
도면6



도면7



도면8



도면9

