



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0077475
(43) 공개일자 2017년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B03C 5/00 (2006.01) B03C 5/02 (2006.01)
G01N 27/447 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B03C 5/005 (2013.01)
B03C 5/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0187392
(22) 출원일자 2015년12월28일
심사청구일자 2015년12월28일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
장재성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 유니스트
한창호
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 유니스트
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 7 항

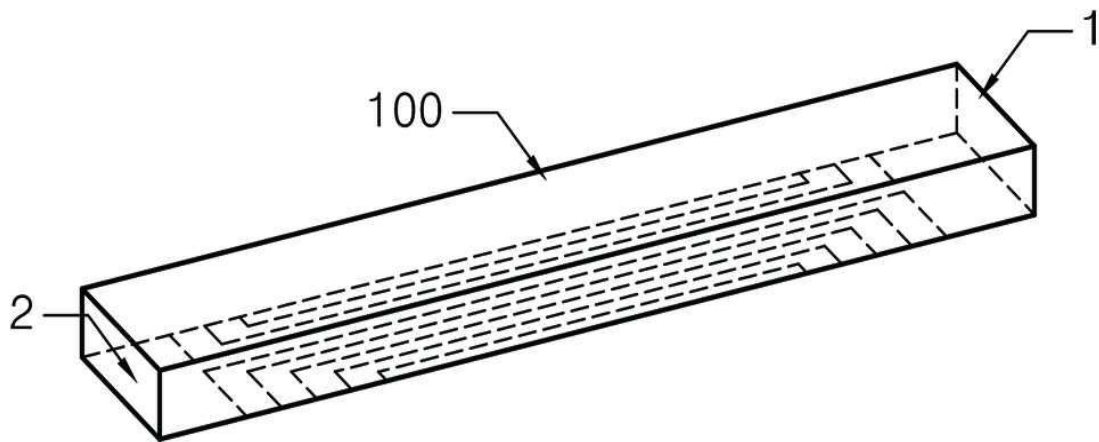
(54) 발명의 명칭 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극

(57) 요약

본 발명은 동일한 채널 구조에서 최적의 분리 및 채집 효율을 달성할 수 있는 새로운 형태의 미세 전극 구조를 갖는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 일정한 단면으로 형성되는 채널의 내면에 형성되는 유전영동기반 입자 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



분리 및 채집 장치용 전극에 있어서, 채널 내부면의 일끝단에 길이 방향으로 형성되는 제1수평 전극; 상기 제1수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제2수평 전극; 상기 제2수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제3수평 전극; 상기 제3수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제4수평 전극; 상기 채널 내부면의 타끝단에 길이 방향으로 형성되며, 상기 제4수평 전극에 일정 거리 이격되어 형성되는 제5수평 전극; 상기 제2수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 일끝단 방향으로 연장형성되는 제2수직부; 상기 제3수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 타끝단 방향으로 연장형성되는 제3수직부; 및 상기 제4수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 타끝단 방향으로 연장형성되는 제4수직부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

G01N 1/18 (2013.01)

G01N 27/44704 (2013.01)

G01N 27/44756 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711025514

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원

연구과제명 공기필터 기반의 공기 중 바이러스의 신속 감지 센서 시스템 개발에 대한 연구

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

일정한 단면으로 형성되는 채널의 내면에 형성되는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극에 있어서,
 채널 내부면의 일끝단에 길이 방향으로 형성되는 제1수평 전극;
 상기 제1수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제2수평 전극;
 상기 제2수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제3수평 전극;
 상기 제3수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제4수평 전극;
 상기 채널 내부면의 타끝단에 길이 방향으로 형성되며, 상기 제4수평 전극에 일정 거리 이격되어 형성되는 제5수평 전극;
 상기 제2수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 일끝단 방향으로 연장형성되는 제2수직부;
 상기 제3수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 타끝단 방향으로 연장형성되는 제3수직부; 및
 상기 제4수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 타끝단 방향으로 연장 형성되는 제4수직부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 수평 전극들은 동일한 폭으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 수평 전극들의 이격 거리는 동일한 것을 특징으로 하는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 수직부의 폭은 상기 수평 전극의 폭 이상 수평 전극 폭의 두배 이하인 것을 특징으로 하는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 제2수평 전극은 상기 제1수평 전극을 감싸는 형태인 것을 특징으로 하는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 제3수평 전극의 중심은 상기 채널면의 중심과 일치하는 것을 특징으로 하는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 제3수평 전극은 상기 제2수평 전극은 감싸는 형태이고, 상기 제4수평 전극은 상기 제5수평 전극을 감싸는 형태인 것을 특징으로 하는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극에 관한 것으로 더욱 상세하게는 우수한 분리 및 채집 효율을 갖는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유전영동이란 자유전하를 띠지 않은 유전입자가 불균일한 전기장 하에서 전기장의 크기가 크거나 혹은 작은 곳으로 움직이는 현상을 의미한다. 일반적으로 이러한 유전영동 현상으로 얻을 수 있는 힘의 크기는 매우 작아서 종래의 일반 기계 시스템에서는 사용되는 예가 거의 없었으나 최근들어 초소형 정밀 기계 시스템(Micro Electro Mechanical System; MEMS) 분야가 발전함에 따라 전체적인 시스템의 크기가 작아지면서 그 활용이 급격하게 증가하고 있다.

[0003] 상기한 유전영동 현상은 바이오-MEMS 분야에서 사용되는 예가 많은데, 예를 들면 죽은 세포와 살아있는 세포의 분리, 암 세포와 정상 세포의 분리, 서로 다른 크기나 종류의 입자 분리, 입자, 세포 및 액체 방울 등의 이송, 트래핑 및 이송 경로의 변경 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

[0004] 상기와 같은 특징의 유전영동 현상은 별도의 이동수단이 없어도 단순히 전극만으로 작동이 가능하고 샘플을 라벨링할 필요가 없고, 특히 MEMS의 경우에는 10V 이하의 작은 전압에서도 작동이 가능하므로 다른 방법에 비하여 안정성이 높고, 세포 분리 등의 경우에 성공율이 매우 높은 장점이 있어 다양한 방식들의 구성들이 제안되고 있다.

[0005] 예를 들면, 공개특허 제2008-0087404호에는 하부 기판과, 상기 하부 기판의 윗면에 평행하게 적층되는 복수의 띠 형상의 제 1 전극과, 상기 하부 기판의 윗면 가장자리에 형성되어 소정의 유전입자를 포함하는 유체를 담지하는 스페이서와, 상기 스페이서 위에 형성되어 상기 하부 기판을 덮는 상부 기판과, 상기 상부 기판의 아랫면의 적어도 일부에 도포되는 제 2 전극을 포함하는 3차원 전극 구조를 갖는 유전영동 장치의 구성이 개시되어 있다.

[0006] 또한 공개특허 제2009-0002980호에는 미소입자를 포함하는 미세유체가 이동하는 유로; 전압원에서 인가되는 전압으로 미소입자를 유전영동으로 이동되도록 전기장을 형성하는 전극; 및 상기 전기장을 변형시켜 양의 유전영동으로 미소입자를 집중시키도록 구비되는 절연체 구조물; 을 포함하여 이루어지는 미소입자 처리장치의 구성이 개시되어 있다.

[0007] 상기한 바와 같이, 유전 영동 기반의 입자 분리 장치는 일반적으로 채널 바닥에 있는 일자형 전극(interdigitated electrodes; IDE)에 교류 전압을 가하여, 채널을 통과하는 입자를 입자의 전기적 성질에 따라 분리 또는 채집하는 방식으로 다양한 입자들을 분리 또는 채집할 수 있는 장점이 있어, 미세 입자들의 분리 및 채집에 널리 사용되고 있다.

[0008] 그러나 상기 방법에 따른 분리 장치는 유속이 작은 경우 입자의 분리 성능이 뛰어나지만 유속이 빠른 경우, 입자에 미치는 전기력보다 유동에 의한 관성력이 더 커, 분리 및 채집 효율이 떨어지는 단점이 있어, 본 출원인은 특허출원 제2014-0029285를 출원한 바 있다.

[0009] 상기 특허는 내부에 형성된 채널의 측벽에 격벽을 설치하여 낮은 유속에서는 종래와 비슷한 채집 효율을 나타내고, 유체 유속이 증가하는 경우 격벽에 의하여 입자의 관성력을 감소시켜, 유속의 영향을 최소화하여 유속의 상승에 따른 채집 및 입자 분리 효율의 감소를 예방하는 효과가 있다.

[0010] 상기 특허는 격벽을 추가하여 분리성을 향상시킨 구성이나, 전극은 채널 길이 방향의 수직으로 다수개 설치한 종래 방식으로 구현하여, 전극 형상에 따른 분리성 향상에 대해서는 고려하지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 단점을 극복하기 위하여 안출된 것으로, 동일한 채널 구조에서 최적의 분리 및 채집 효율을 달성할 수 있는 새로운 형태의 미세 전극 구조를 갖는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 일정한 단면으로 형성되는 채널의 내면에 형성되는 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극에 있어서, 채널 내부면의 일끝단에 길이 방향으로 형성되는 제1수평 전극; 상기 제1수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제2수평 전극; 상기 제2수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제3수평 전극; 상기 제3수평 전극에서 일정 거리 이격되어 형성되는 제4수평 전극; 상기 채널 내부면의 타 끝단에 길이 방향으로 형성되며, 상기 제4수평 전극에 일정 거리 이격되어 형성되는 제5수평 전극; 상기 제2수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 일끝단 방향으로 연장형성되는 제2수직부; 상기 제3수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 타 끝단 방향으로 연장형성되는 제3수직부; 및 상기 제4수평 전극 양끝단에 채널 내부면의 타 끝단 방향으로 연장 형성되는 제4수직부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 수평 전극들은 동일한 폭으로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 더욱 바람직하게는, 상기 수평 전극들의 이격 거리는 동일한 것을 특징으로 한다.
- [0015] 더욱 바람직하게는, 상기 수직부의 폭은 상기 수평 전극의 폭 이상 수평 전극 폭의 두배 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 더욱 바람직하게는, 상기 제2수평 전극은 상기 제1수평 전극을 감싸는 형태인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 더욱 바람직하게는, 상기 제3수평 전극의 중심은 상기 채널면의 중심과 일치하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 더욱 바람직하게는, 상기 제3수평 전극은 상기 제2수평 전극을 감싸는 형태이고, 상기 제4수평 전극은 상기 제5수평 전극을 감싸는 형태인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따른 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극은 일반적으로 많이 사용하는 일자형 전극 (IDE)을 개량한 것으로, 채널 길이 방향과 동일한 방향으로 배치되는 복수의 단위 전극과 상기 단위 전극에 전원을 인가하기 위한 수직부를 포함하여 구성되는 것으로, 종래 일자형 전극에 비하여 높은 채집 효율을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극의 설치 위치를 설명하는 구성도이며,
 도 2는 도 1에 도시된 전극의 구성도이며,
 도 3은 실시예와 비교예를 설명하는 구성도이며,
 도 4는 도 3의 전산 시뮬레이션 결과이며,
 도 5는 도 3의 포집 시뮬레이션 결과이며,
 도 6은 도 3의 포집 효율을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0022] 본 발명에 따른 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극(100)은 도 1에 도시된 바와 같이, 내부에 공간이 형성되는 채널(1)의 바닥면(2)에 형성되며, 상기 채널(1)을 통하여 유체가 흘러가면 유체 내부에 포함된 입자들이 상기 전극을 통하여 인가되는 전원에 의하여 발생하는 유전영동력에 의하여 상기 전극(100) 면에 부착되어

입자를 분리하는 입자 분리 및 채집용 장치에 적용된다.

- [0023] 상기 전극(100)은 도 2에 도시된 바와 같이, 채널 바닥면(2)의 상방향 끝단에 수평으로 형성되는 제1수평 전극(10), 상기 제1수평 전극(10)에 일정 거리 이격되어 수평으로 형성되는 제2수평 전극(20), 상기 제2수평 전극(20)에 일정 거리 이격되어 수평으로 형성되는 제3수평 전극(30), 상기 제3수평 전극(30)에서 일정 거리 이격되어 수평으로 형성되는 제4수평 전극(40) 및 상기 제4수평 전극(40)에 일정 거리 이격되어 형성되는 제5수평 전극(50)을 포함하여 구성된다.
- [0024] 이때 상기 전극(10, 20, 30, 40, 50)은 동일한 폭으로 구성되고, 또한 동일한 간격으로 배치되는 것이 바람직하다.
- [0025] 한편, 상기 제1수평 전극(10)과 제5수평 전극(50)은 바닥면(2) 측면에 형성되므로, 바로 외부 전원을 인가할 수 있으므로, 별도의 수직 전극부를 포함하지 않는다.
- [0026] 또한, 제3수평 전극(30)은 채널 바닥면(2) 중앙에 수평으로 배치되고, 양끝단에는 하방향으로 연장되는 2개의 제3수직부(31)가 형성된다.
- [0027] 이때 상기 제3수직부(31)의 폭은 상기 제3수평 전극(30)의 폭보다 크게 형성하는 것이 바람직하며, 특히 2배가 가장 바람직하다.
- [0028] 그리고 상기 제2수평 전극(30)의 끝단 역시 상방향으로 연장되는 2개의 제2수직부(21)가 형성되며, 이때 상기 제2수직부(21)의 폭은 제2수평 전극(20) 폭보다 크게 형성하는 것이 바람직하며, 역시 2배가 가장 바람직하다.
- [0029] 한편, 제4수평 전극(40) 역시 양끝단에 제4수직부(41)가 하방향으로 형성되며, 상기 제4수직부(41)의 폭 역시 다른 수직부와 동일한 관계로 형성된다.
- [0030] 따라서, 본 발명에 따른 유전영동기반 입자 분리 및 채집 장치용 전극(100)은 제5수평 전극(50)이 바닥면(2)에 하방향 끝단에 수평으로 배치되고, 제1수평 전극(50)이 상기 제5수평 전극(50)의 반대편 바닥면(2) 상방향 끝단에 수평으로 배치되고, 제4수평 전극(40)이 상기 제5수평 전극(50)을 감싸는 형태로 배치되고, 제3수평 전극(30)은 바닥면(2) 중앙에서 상기 제4수평 전극(40)을 감싸는 형태로 배치되고, 제2수평 전극(20)은 상기 제1수평 전극(10)을 감싸는 형태로 배치되는 것을 그 특징으로 한다.
- [0031] 그리고 상기 각 수직부(21, 31, 41)는 유전영동력을 발생시키기 위한 외부 전원 연결부로 활용할 수 있다.
- [0032] 상기 전극(100)은 채널 바닥면(2)에 형성되는 것으로 설명하였으나, 필요한 경우 채널(1)의 다른 면에도 형성할 수 있다.
- [0033] 실시예
- [0034] 채널의 길이×너비×높이를 $720\ \mu\text{m} \times 90\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$ 로 형성하고, 유량 $2\ \mu\text{l}/\text{min}$, 인가 전압 $1\ \text{V}_{\text{pp}}$, 인가 교류 주파수 $1\ \text{MHz}$ 로 인가하였다.
- [0035] 전극의 형태는 도 3(b)에 도시된 바와 같은 형태이며, 수평 전극은 수직 전극 폭의 $1/2$ 로 설정하였으며, 전극의 간격은 수평 전극의 폭과 동일하게 배치하였다.
- [0036] 비교예
- [0037] 실시예와 동일한 채널 규격이며, 또한 실시예와 비교를 위하여 도 3(a)에 도시된 바와 같은 형태의 종래 방식의 수직 전극을 형성하였다.
- [0038] 전극이 영역은 실시예와 동일한게 형성하였으며, 특히 실시예의 수직부 폭과 동일한 전극을 형성하고, 전극 사이의 배치 간격은 수직 전극의 폭과 동일하게 형성하였다.
- [0039] 시험예
- [0040] 실시예와 비교예를 대상으로 전산 시뮬레이션을 수행하였다.
- [0041] 수행결과 $20\ \mu\text{m}$ 높이의 입자 분리 장치에서 $10\ \mu\text{m}$ 높이 지점에서의 유전영동력을 도 4에 도시하였다. 이때 도 4(a)가 비교예이고 도 4(b)가 실시예이다.
- [0042] 상기 도 4를 통하여 실시예의 유전영동력이 우수함을 확인할 수 있었다.

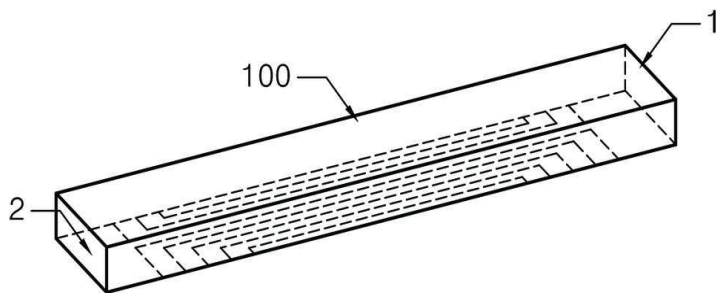
- [0043] 또한, 입자들(E. coli)의 포집 시뮬레이션을 실시하였으며, 실시 결과를 도 5에 도시하였다.
- [0044] 역시 실시예 도 5(b)가 비교예 도 5 (a)에 비하여 높은 포집 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다.
- [0045] 그리고 E. coli 효율 그래프를 도 6에 도시하였다. 역시 실시예가 높은 포집 효율을 나타냄을 확인할 수 있었다.
- [0046] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

부호의 설명

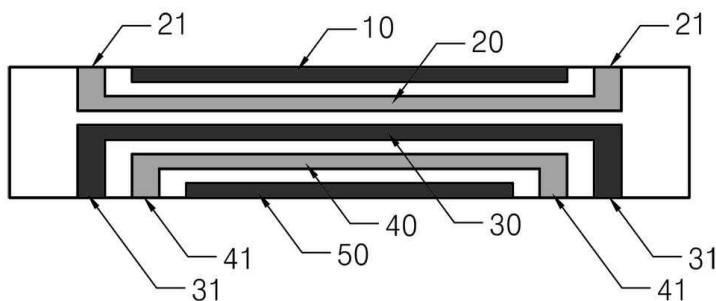
- [0047]
- | | |
|-------------|-------------|
| 1: 채널 | 2: 채널 바닥면 |
| 10: 제1수평 전극 | 20: 제2수평 전극 |
| 21: 제2수직부 | 30: 제3수평 전극 |
| 31: 제3수직부 | 40: 제4수평 전극 |
| 41: 제4수직부 | 50: 제5수평 전극 |
| 100: 전극 | |

도면

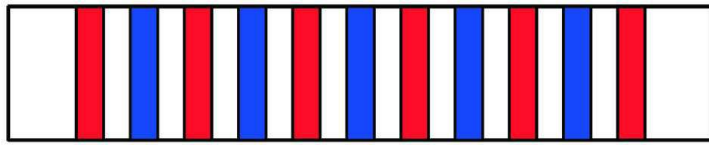
도면1



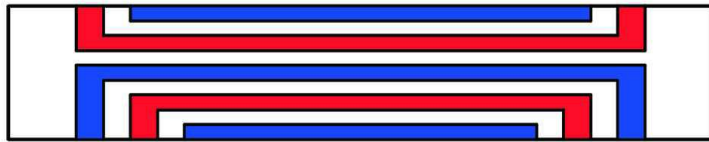
도면2



도면3

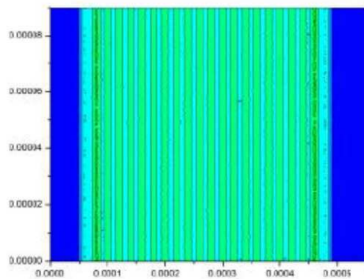


(a)

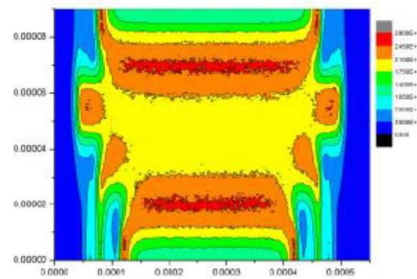


(b)

도면4

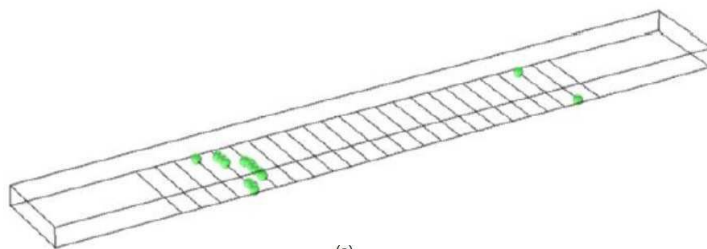


(a)

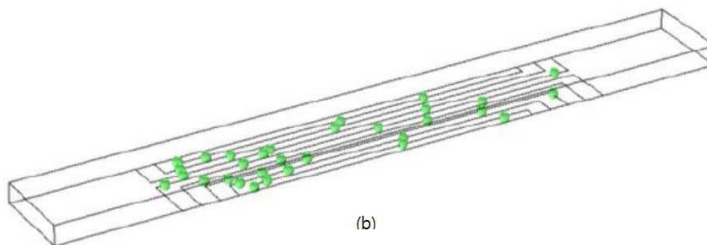


(b)

도면5



(a)



(b)

도면6

