



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0052380
(43) 공개일자 2014년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01P 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0118435

(22) 출원일자 2012년10월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

송인상

경기 오산시 양산로398번길 58-5, 107동 1701호
(양산동, 늘푸른오스카빌)

박호수

경기 용인시 기흥구 삼성2로 97, 기숙사 (농서동, 삼성종합기술원)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

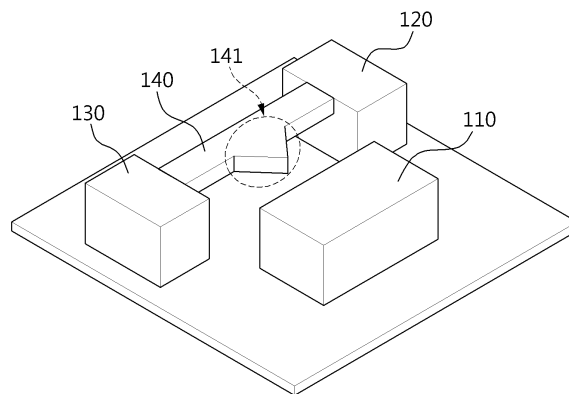
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 나노 공진 장치 및 방법

(57) 요약

게이트 전극 또는 나노 와이어에 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 나노 공진 장치 및 방법이 개시된다. 나노 공진 장치는 자기장을 발생시키는 적어도 하나의 게이트 전극; 및 소스 전극과 드레인 전극을 연결하며 상기 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하고, 상기 자기장에 따라 공진하는 나노 와이어를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김덕환

경기 고양시 일산동구 노루목로 80, 303동 1601호
(장항동, 호수마을3단지아파트)

손상욱

경기 용인시 수지구 탄천상로 7, 102동 901호 (죽
전동, 인현마을현대홈타운7차아파트)

신제식

경기 화성시 영통로26번길 24, 304동 904호 (반월
동, 반달마을푸르지오아파트)

이재성

서울 마포구 백범로37길 12, 109동 2002호 (신공덕
동, 신공덕1차삼성래미안아파트)

주병권

서울 성북구 안암로 145, 전자전기공학부 (안암동
5가, 고려대학교)

황동훈

서울특별시 성북구 안암동5가 1번지

특허청구의 범위

청구항 1

자기장을 발생시키는 적어도 하나의 게이트 전극; 및

소스 전극과 드레인 전극을 연결하며 상기 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하고, 상기 자기장에 따라 공진하는 나노 와이어

를 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 게이트 전극은,

상기 나노 와이어의 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 돌출 영역은,

적어도 하나의 다각형 형태, 또는 적어도 하나의 곡선 형태를 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 게이트 전극은,

상기 나노 와이어의 일측에 근접한 위치에 설치되거나, 상기 나노 와이어의 다측에 각각 설치되는 나노 공진 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 나노 와이어는,

소스 전극과 드레인 전극이 설치된 기판에서 일정 거리 이상 이격되는 나노 공진 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 게이트 전극은,

상기 기판과 상기 나노 와이어의 사이에 설치되는 나노 공진 장치.

청구항 7

소스 전극과 드레인 전극을 연결하는 나노 와이어; 및

자기장을 발생시키고, 나노 와이어가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하며, 상기 자기장에 따라 나노 와이어와 공진하는 게이트 전극

를 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 나노 와이어는,

상기 게이트 전극의 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 9

자기장을 발생시키고, 나노 와이어가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 게이트 전극; 및

소스 전극과 드레인 전극을 연결하며 상기 자기장에 따라 상기 게이트 전극과 함께 공진하는 나노 와이어를 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 나노 와이어는,

상기 게이트 전극의 돌출 영역에 대응하는 적어도 하나의 식각 영역을 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 11

자기장을 발생시키는 게이트 전극; 및

소스 전극과 드레인 전극을 연결하며 상기 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하고, 상기 자기장에 따라 상기 게이트 전극과 함께 공진하는 나노 와이어

를 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 게이트 전극은,

나노 와이어의 돌출 영역에 대응하는 적어도 하나의 식각 영역을 포함하는 나노 공진 장치.

청구항 13

나노 공진 장치가 수행하는 공진 방법에 있어서,

나노 공진 장치의 게이트 전극이 자기장을 형성하는 단계;

상기 형성된 자기장에 따라 나노 공진 장치의 나노 와이어가 공진하는 단계

를 포함하고,

상기 나노 와이어는,

상기 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 공진 방법,

청구항 14

나노 공진 장치가 수행하는 공진 방법에 있어서,

나노 공진 장치의 게이트 전극이 자기장을 형성하는 단계;

상기 형성된 자기장에 따라 나노 공진 장치의 게이트 전극이 공진하는 단계

를 포함하고,

상기 게이트 전극은,

상기 나노 와이어가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 공진 방법,

청구항 15

나노 공진 장치가 수행하는 공진 방법에 있어서,
 나노 공진 장치의 게이트 전극이 자기장을 형성하는 단계;
 상기 형성된 자기장에 따라 나노 공진 장치의 나노 와이어와 게이트 전극이 함께 공진하는 단계
 를 포함하고,
 상기 게이트 전극은,
 상기 나노 와이어가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 공진 방법,

청구항 16

나노 공진 장치가 수행하는 공진 방법에 있어서,
 나노 공진 장치의 게이트 전극이 자기장을 형성하는 단계;
 상기 형성된 자기장에 따라 나노 공진 장치의 나노 와이어와 게이트 전극이 함께 공진하는 단계
 를 포함하고,
 상기 나노 와이어는,
 상기 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 공진 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 이하의 일실시예들은 나노 공진 장치 및 방법에 관한 것으로 게이트 전극 또는 나노 와이어에 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 나노 공진 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 나노 공진 장치는 저주파뿐 아니라 고주파에서도 높은 민감도와 빠른 반응시간을 가지고, 저전력 구동이 가능하므로 나노/바이오 헬스 케어 분야에서 다양한 응용이 가능하다.

[0003] 종래의 나노 공진 장치는 크기가 증가할 수록, 나노 공진 장치의 Q 값(Q-factor)은 증가하여 민감도가 증가할 수 있다. 그러나, 종래의 나노 공진 장치는 크기가 증가할 수록, 공진 주파수가 감소하므로 저주파에서만 동작하게 된다. 반면, 종래의 나노 공진 장치는 크기가 감소할 수록, 공진 주파수가 증가하여 고주파에서 동작할 수 있지만, Q 값이 작아져 민감도가 낮아지게 된다.

[0004] 따라서, 나노 공진 장치의 크기를 증가시키지 않으면서 민감도를 높이는 나노 공진 장치가 요구된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 자기장을 발생시키는 적어도 하나의 게이트 전극; 및 소스 전극과 드레인 전극을 연결하며 상기 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하고, 상기 자기장에 따라 공진하는 나노 와이어를 포함할 수 있다.

[0006] 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 게이트 전극은 상기 나노 와이어의 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함할 수 있다.

[0007] 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 돌출 영역은 적어도 하나의 다각형 형태, 또는 적어도 하나의 곡선 형태를 포함할 수 있다.

[0008] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 소스 전극과 드레인 전극을 연결하는 나노 와이어; 및 자기장을 발생시키고, 나노 와이어가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하며, 상기 자기장에 따라 나노 와이어와 공진하는 게이트 전극을 포함할 수 있다.

[0009] 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 나노 와이어는 상기 게이트 전극의 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함

할 수 있다.

[0010] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 자기장을 발생시키고, 나노 와이어가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하는 게이트 전극; 및 소스 전극과 드레인 전극을 연결하며 상기 자기장에 따라 상기 게이트 전극과 함께 공진하는 나노 와이어를 포함할 수 있다.

[0011] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 자기장을 발생시키는 게이트 전극; 및 소스 전극과 드레인 전극을 연결하며 상기 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함하고, 상기 자기장에 따라 상기 게이트 전극과 함께 공진하는 나노 와이어를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 동작을 도시한 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 나노 와이어와 게이트 전극의 일례를 도시한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 5는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 동작을 도시한 도면이다.

도 6은 일실시예에 따른 나노 와이어와 게이트 전극의 일례를 도시한 도면이다.

도 7은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 8은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 동작을 도시한 도면이다.

도 9는 일실시예에 따른 나노 와이어와 게이트 전극의 일례를 도시한 도면이다.

도 10은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 11은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 12는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 13은 일실시예에 따른 나노 공진 방법을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0014] 도 1은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0015] 도 1을 참고하면, 나노 공진 장치는 게이트 전극(110), 소스 전극(120), 드레인 전극(130), 및 나노 와이어(140)를 포함할 수 있다. 이때, 도 1의 나노 공진 장치는 바이브레이팅 바디(Vibrating body) 타입의 나노 공진기일 수 있다.

[0016] 나노 와이어(140)는 소스 전극(120)과 드레인 전극(130)을 연결하며 게이트 전극(110)이 발생시킨 자기장에 따라 공진할 수 있다. 이때, 나노 와이어(140)는 게이트 전극(110)이 발생시킨 자기장에 따라 공진하기 위하여 소스 전극(120)과 드레인 전극(130)이 설치된 기판에서 일정 거리 이상 이격될 수 있다.

[0017] 이때, 나노 와이어(140)는 게이트 전극(110)이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역(141)을 포함할 수 있다. 이때, 게이트 전극(110)은 도 1에 도시된 바와 같이 돌출 영역, 또는 식각 영역을 포함하지 않을 수도 있고, 도 3에 도시된 바와 같이 나노 와이어(140)의 돌출 영역(141)에 대응하는 식각 영역을 포함할 수 있다.

[0018] 그리고, 나노 와이어(140)의 돌출 영역(141)은 적어도 하나의 다각형 형태, 또는 적어도 하나의 곡선 형태를 포함할 수 있다. 돌출 영역(141)의 형태는 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.

[0019] 또한, 게이트 전극(110)은 도 1에 도시된 바와 같이 나노 와이어(140)의 일측에 근접한 위치에 설치될 수 있다. 그리고, 복수의 게이트 전극들이 나노 와이어의 다측에 각각 설치될 수도 있다. 복수의 게이트 전극들이 나노 와이어의 다측에 각각 설치되는 실시예는 도 11을 참조하여 상세히 설명한다.

[0020] 그리고, 게이트 전극(110)은 기판과 나노 와이어(140)의 사이에 설치될 수도 있다. 게이트 전극이 기판과 나노

와이어의 사이에 설치되는 실시예는 도 10을 참조하여 상세히 설명한다.

- [0021] 이때, 게이트 전극(110)와 나노 와이어(140)는 Si, Ge, poly-Si, amorphous silicon (a-Si), GeSi 또는 III-V족 반도체 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 게이트 전극(110), 소스 전극(120), 드레인 전극(130), 및 나노 와이어(140)는 불순물 이온(Ion)을 이용하여 N타입 또는 P타입으로 도핑(doping)될 수 있다. 이때, 나노 와이어 제작 장치는 돌출 영역(141)을 포함하지 않는 나노 와이어를 도핑하고, 도핑한 나노 와이어에서 게이트 전극(110)이 위치한 방향에 돌출 영역(141)을 형성할 수도 있다.
- [0023] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 나노 와이어(140)에 돌출 영역을 형성하여 게이트 전극(110)에 대응하는 방향의 표면적을 넓힘으로써 공진 민감도, 또는 Q값을 높일 수 있다.
- [0024] 도 2는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 동작을 도시한 도면이다.
- [0025] 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 나노 와이어(140)는 게이트 전극(110)이 발생시킨 자기장에 따라 공진할 수 있다. 구체적으로 나노 와이어(140)는 자기장에 따라 게이트 전극(110)의 반대 방향으로 밀린 상태(210)와 게이트 전극(110) 방향으로 당겨진 상태(220)를 반복할 수 있다.
- [0026] 이때, 나노 와이어(140)는 도 2에 도시된 바와 같이 돌출 영역이 형성되어 게이트 전극(110)에 대응하는 방향의 표면적이 넓으므로 게이트 전극이 발생시키는 자기장에 민감하게 공진할 수 있다.
- [0027] 도 3은 일실시예에 따른 나노 와이어와 게이트 전극의 일례를 도시한 도면이다.
- [0028] 일실시예에 따른 나노 와이어(910)는 도 3의 케이스 1(case 1)에 도시된 바와 같이 삼각형과 같은 형태의 돌출 영역을 포함할 수 있다. 이때, 게이트 전극은 케이스 1에 도시된 바와 같이 종래와 동일한 게이트 전극(911), 또는 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함하는 게이트 전극(912)일 수 있다.
- [0029] 일실시예에 따른 나노 와이어(920)는 도 3의 케이스 2(case 2)에 도시된 바와 같이 곡선으로 이루어진 형태의 돌출 영역을 포함할 수 있다. 이때, 게이트 전극은 케이스 2에 도시된 바와 같이 종래와 동일한 게이트 전극(921), 또는 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함하는 게이트 전극(922)일 수 있다.
- [0030] 일실시예에 따른 나노 와이어(930)는 도 3의 케이스 3(case 3)에 도시된 바와 같이 복수의 다각형 영역으로 구성된 빗(come) 형태의 돌출 영역을 포함함으로써, 게이트 전극에 대응하는 방향의 표면적을 최대화할 수 있다. 이때, 게이트 전극은 케이스 3에 도시된 바와 같이 종래와 동일한 게이트 전극(931)일 수 있다. 또한, 게이트 전극은 나노 와이어(930)의 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함함으로써, 나노 와이어에 대응하는 표면적을 더 넓힌 게이트 전극(932)일 수 있다.
- [0031] 일실시예에 따른 나노 와이어(940)는 도 3의 케이스 4(case 4)에 도시된 바와 같이 복수의 곡선 영역으로 구성된 빗(come) 형태의 돌출 영역을 포함할 수 있다. 이때, 게이트 전극은 케이스 4에 도시된 바와 같이 종래와 동일한 게이트 전극(941)이거나, 나노 와이어(940)의 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함하는 게이트 전극(942)일 수 있다.
- [0032] 도 4는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0033] 도 4를 참고하면, 나노 공진 장치는 게이트 전극(410), 소스 전극(420), 드레인 전극(430), 및 나노 와이어(440)를 포함할 수 있다. 이때, 도 4의 나노 공진 장치는 서스펜디드 게이트(suspended gate) 타입의 나노 공진 기일 수 있다.
- [0034] 게이트 전극(410)는 도 4에 도시된 바와 같이 나노 와이어(440)가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역(411)을 포함할 수 있다. 이때, 돌출 영역(411)은 적어도 하나의 다각형, 또는 적어도 하나의 곡선의 형상을 포함할 수 있다. 돌출 영역(411)의 형태는 도 6을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0035] 또한, 게이트 전극(410)는 자기장을 발생시키고, 발생시킨 자기장에 따라 나노 와이어(440)와 공진할 수 있다. 이때, 게이트 전극(410)은 나노 와이어(140)와 공진하기 위하여 소스 전극(420), 드레인 전극(430), 및 나노 와

이어(440)가 설치된 기관에서 일정 거리 이상 이격될 수 있다. 따라서, 게이트 전극(410)을 기관에서 일정 거리 이상 이격된 위치에 고정하기 위한 고정부가 기관에 설치될 수 있다. 구체적으로 게이트 전극은 제1 고정부(401)와 제2 고정부(402)에 연결될 수 있다.

[0036] 또한, 나노 와이어(440)는 소스 전극(420)과 드레인 전극(430)을 연결할 수 있다. 이때, 나노 와이어(440)는 도 4에 도시된 바와 같이 돌출 영역, 또는 식각 영역을 포함하지 않을 수도 있고, 도 6에 도시된 바와 같이 게이트 전극(410)의 돌출 영역(411)에 대응하는 식각 영역을 포함할 수도 있다.

[0037] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 게이트 전극(410)에 돌출 영역을 형성하여 나노 와이어(440)에 대응하는 방향의 표면적을 넓힘으로써 공진 민감도, 또는 Q값을 높일 수 있다.

[0038] 도 5는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 동작을 도시한 도면이다.

[0039] 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 게이트 전극(410)은 자기장을 발생시키고, 자신이 발생시킨 자기장에 따라 기관에 고정되어 있는 나노 와이어(440)와 공진할 수 있다. 구체적으로 게이트 전극(410)은 자기장에 따라 나노 와이어(440)의 반대 방향으로 밀린 상태(510)와 나노 와이어(440) 방향으로 당겨진 상태(520)를 반복할 수 있다.

[0040] 이때, 게이트 전극(410)은 도 2에 도시된 바와 같이 돌출 영역이 형성되어 나노 와이어(440)에 대응하는 방향의 표면적이 넓으므로 게이트 전극(410)이 발생하는 자기장에 따라 나노 와이어(440)와 민감하게 공진할 수 있다.

[0041] 도 6은 일실시예에 따른 나노 와이어와 게이트 전극의 일례를 도시한 도면이다.

[0042] 일실시예에 따른 게이트 전극(410)은 도 6에 도시된 바와 같이 복수의 다각형 영역으로 구성된 빗(come) 형태의 돌출 영역을 포함함으로써, 나노 와이어(440)에 대응하는 방향의 표면적을 최대화할 수 있다.

[0043] 이때, 나노 와이어(440)는 도 6의 케이스 1(case 1)에 도시된 바와 같이 돌출 영역이나 식각 영역을 포함하지 않을 수 있다.

[0044] 또한, 나노 와이어(440)는 도 6의 케이스 2(case 2)에 도시된 바와 같이 게이트 전극의 돌출 영역(610)에 대응하는 식각 영역(620)을 포함함으로써, 게이트 전극(410)에 대응하는 표면적을 더 넓힐 수도 있다.

[0045] 도 7은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0046] 도 7을 참고하면, 나노 공진 장치는 게이트 전극(710), 소스 전극(720), 드레인 전극(730), 및 나노 와이어(740)를 포함할 수 있다. 이때, 도 7의 나노 공진 장치는 바이브레이팅 바디(Vibrating body)와 서스펜디드 게이트(suspended gate)를 혼합한 타입의 나노 공진기일 수 있다.

[0047] 게이트 전극(710)은 도 7에 도시된 바와 같이 나노 와이어(740)가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역(711)을 포함할 수 있다. 이때, 돌출 영역(711)은 적어도 하나의 다각형, 또는 적어도 하나의 곡선의 형상을 포함할 수 있다. 돌출 영역(711)의 형태는 도 9를 참조하여 상세히 설명한다.

[0048] 또한, 게이트 전극(710)은 자기장을 발생시키고, 발생시킨 자기장에 따라 나노 와이어(740)와 공진할 수 있다. 이때, 게이트 전극(710)은 나노 와이어(740)와 공진하기 위하여 소스 전극(720), 드레인 전극(730), 및 나노 와이어(740)가 설치된 기관에서 일정 거리 이상 이격될 수 있다. 따라서, 게이트 전극(710)을 기관에서 일정 거리 이상 이격된 위치에 고정하기 위한 고정부가 기관에 설치될 수 있다. 구체적으로 게이트 전극은 제1 고정부(701)와 제2 고정부(702)에 연결될 수 있다.

[0049] 나노 와이어(740)는 소스 전극(720)과 드레인 전극(730)을 연결할 수 있다. 이때, 나노 와이어(740)는 게이트 전극(710)의 돌출 영역(711)에 대응하는 적어도 하나의 식각 영역(741)을 포함하고, 게이트 전극(710)이 발생시킨 자기장에 따라 게이트 전극(710)과 함께 공진할 수 있다. 이때, 나노 와이어(740)는 돌출 영역(741)을 대신하여 게이트 전극(710)의 돌출 영역(711)에 대응하는 적어도 하나의 돌출 영역을 포함할 수도 있다.

[0050] 게이트 전극(710)의 돌출 영역(711) 및 나노 와이어(740)의 식각 영역(741)은 적어도 하나의 다각형, 또는 적어도 하나의 곡선의 형상을 포함할 수 있다. 돌출 영역(710)의 형태는 도 9를 참조하여 상세히 설명한다.

- [0051] 또한, 나노 와이어(740)가 돌출 영역을 포함하고, 게이트 전극(710)이 나노 와이어(740)의 돌출 영역에 대응하는 식각 영역을 포함할 수도 있다.
- [0052] 도 8은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 동작을 도시한 도면이다.
- [0053] 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 게이트 전극(710)은 자기장을 발생시키고, 자신이 발생시킨 자기장에 따라 나노 와이어(740)와 함께 공진할 수 있다. 구체적으로 게이트 전극(710)은 자기장에 따라 나노 와이어(740)의 반대 방향으로 밀린 상태(820)와 나노 와이어(740) 방향으로 당겨진 상태(821)를 반복할 수 있다. 이때, 나노 와이어(740)는 자기장에 따라 게이트 전극(710)의 반대 방향으로 밀린 상태(810)와 게이트 전극(710) 방향으로 당겨진 상태(811)를 반복할 수 있다.
- [0054] 이때, 게이트 전극(710)과 나노 와이어(740)는 도 8에 도시된 바와 같이 돌출 영역이 형성되어 서로 대응하는 방향의 표면적이 넓으므로 게이트 전극(710)이 발생하는 자기장에 따라 나노 와이어(740)와 민감하게 공진할 수 있다.
- [0055] 도 9는 일실시예에 따른 나노 와이어와 게이트 전극의 일례를 도시한 도면이다.
- [0056] 일실시예에 따른 게이트 전극(710)은 도 9에 도시된 바와 같이 복수의 다각형 영역으로 구성된 빗(comes) 형태의 돌출 영역을 포함함으로써, 나노 와이어(740)에 대응하는 방향의 표면적을 최대화할 수 있다.
- [0057] 이때, 나노 와이어(740)는 도 9의 케이스 1(case 1)에 도시된 바와 같이 돌출 영역이나 식각 영역을 포함하지 않을 수 있다.
- [0058] 또한, 나노 와이어(740)는 도 9의 케이스 2(case 2)에 도시된 바와 같이 게이트 전극의 돌출 영역(710)에 대응하는 돌출 영역(720)을 포함함으로써, 게이트 전극(710)에 대응하는 표면적을 더 넓힐 수도 있다.
- [0059] 도 10은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0060] 도 10은 게이트 전극(1010)이 나노 와이어(1040)에서 일정 거리 이격된 하부에 위치하는 나노 공진 장치이다.
- [0061] 도 10을 참고하면, 나노 공진 장치는 게이트 전극(1010), 소스 전극(1020), 드레인 전극(1030), 및 나노 와이어(1040)를 포함할 수 있다.
- [0062] 게이트 전극(1010)은 도 10에 도시된 바와 같이 소스 전극(1020) 및 드레인 전극(1030)이 설치된 기판(1000)과 나노 와이어(1040)의 사이에 설치되어 자기장을 발생시킬 수 있다.
- [0063] 나노 와이어(1040)는 소스 전극(1020)과 드레인 전극(1030)을 연결하며 게이트 전극(1010)이 발생시킨 자기장에 따라 공진할 수 있다. 이때, 나노 와이어(1040)는 게이트 전극(1010)에 대응하는 아래 방향에 적어도 하나의 돌출 영역(1041)을 포함할 수 있다. 또한, 나노 와이어(1040)는 공진하는 경우, 게이트 전극(1010)의 위치에 따라 상하로 진동할 수 있다.
- [0064] 이때, 게이트 전극(1010)은 돌출 영역, 또는 식각 영역을 포함하지 않을 수도 있고, 나노 와이어(1040)의 돌출 영역(1041)에 대응하는 식각 영역을 포함할 수 있다. 그리고 나노 와이어(1040)의 돌출 영역(1041)은 적어도 하나의 다각형 형태, 또는 적어도 하나의 곡선 형태를 포함할 수 있다.
- [0065] 도 11은 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0066] 도 11은 2개의 게이트 전극을 포함하는 나노 공진 장치이다.
- [0067] 도 11을 참고하면, 나노 공진 장치는 제1 게이트 전극(1110), 제2 게이트 전극(1120), 소스 전극(1130), 드레인 전극(1140), 및 나노 와이어(1150)를 포함할 수 있다.
- [0068] 나노 와이어(1150)는 소스 전극(1130)과 드레인 전극(1140)을 연결하며 제1 게이트 전극(1110) 및 제2 게이트 전극(1120)이 발생시킨 자기장에 따라 공진할 수 있다. 이때, 나노 와이어(1150)는 제1 게이트 전극(1110) 및 제2 게이트 전극(1120)이 발생시킨 자기장에 따라 공진하기 위하여 소스 전극(1130)과 드레인 전극(1140)이 설

치된 기관에서 일정 거리 이상 이격될 수 있다.

- [0069] 그리고, 제1 게이트 전극(1110) 및 제2 게이트 전극(1120)에 인가되는 전압 또는 신호는 서로 다르게 인가될 수도 있다. 즉, 나노 공진 장치는 제1 게이트 전극(1110) 및 제2 게이트 전극(1120)에 인가하는 전압 또는 신호를 제어함으로써, 나노 와이어(1150)가 공진할 경우 진동의 방향과 크기를 제어할 수 있다.
- [0070] 예를 들어, 제1 게이트 전극(1110)이 나노 와이어(1150)의 대각선 방향에 설치될 수 있다. 이때, 나노 와이어(1150)는 제1 게이트 전극(1110)과 공진할 경우, 대각선 방향으로 진동할 수 있다. 또한, 제1 게이트 전극(1110)에 제2 게이트 전극(1120)보다 큰 전압이 인가되는 경우, 나노 와이어(1150)는 제1 게이트 전극(1110) 방향으로 진동하는 폭이 제2 게이트 전극(1110) 방향으로 진동하는 폭보다 클 수 있다.
- [0071] 그리고, 나노 와이어(1150)는 제1 게이트 전극(1110)이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역(1151)와 제2 게이트 전극(1120)이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역(1152)을 포함할 수 있다. 이때, 제1 게이트 전극(1110) 및 제2 게이트 전극(1120)은 돌출 영역, 또는 식각 영역을 포함하지 않을 수도 있고, 나노 와이어(1150)의 돌출 영역(1151, 1152)들에 대응하는 식각 영역을 포함할 수도 있다.
- [0072] 그리고, 나노 와이어(140)의 돌출 영역(1151, 1152)들은 적어도 하나의 다각형 형태, 또는 적어도 하나의 곡선 형태를 포함할 수 있다.
- [0073] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 나노 와이어(1150)에 돌출 영역을 형성하여 제1 게이트 전극(1110) 및 제2 게이트 전극(1120)에 대응하는 방향의 표면적을 넓힘으로써 공진 민감도, 또는 Q값을 높일 수 있다.
- [0074] 도 12는 일실시예에 따른 나노 공진 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0075] 도 12는 2개의 게이트 전극을 포함하는 나노 공진 장치이다.
- [0076] 도 12를 참고하면, 나노 공진 장치는 제1 게이트 전극(1210), 제2 게이트 전극(1220), 소스 전극(1230), 드레인 전극(1240), 및 나노 와이어(1250)를 포함할 수 있다.
- [0077] 나노 와이어(1250)는 소스 전극(1230)과 드레인 전극(1240)을 연결하며 제1 게이트 전극(1210) 및 제2 게이트 전극(1220)이 발생시킨 자기장에 따라 공진할 수 있다. 이때, 나노 와이어(1250)는 제1 게이트 전극(1210) 및 제2 게이트 전극(1220)이 발생시킨 자기장에 따라 공진하기 위하여 소스 전극(1230)과 드레인 전극(1240)이 설치된 기관에서 일정 거리 이상 이격될 수 있다.
- [0078] 그리고, 제1 게이트 전극(1210) 및 제2 게이트 전극(1220)에 인가되는 전압 또는 신호는 서로 다르게 인가될 수도 있다. 즉, 나노 공진 장치는 제1 게이트 전극(1210) 및 제2 게이트 전극(1220)에 인가하는 전압 또는 신호를 제어함으로써, 나노 와이어(1250)가 공진할 경우 진동의 방향과 크기를 제어할 수 있다.
- [0079] 예를 들어, 제1 게이트 전극(1210)에 제2 게이트 전극(1220)보다 큰 전압이 인가되는 경우, 나노 와이어(1250)는 수평 방향으로 진동하는 폭이 수직 방향으로 진동하는 폭보다 클 수 있다.
- [0080] 그리고, 나노 와이어(1250)는 제1 게이트 전극(1210)이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역(1251)와 제2 게이트 전극(1220)이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역(1252)을 포함할 수 있다. 이때, 제1 게이트 전극(1210) 및 제2 게이트 전극(1220)은 돌출 영역, 또는 식각 영역을 포함하지 않을 수도 있고, 나노 와이어(1250)의 돌출 영역(1251, 1252)들에 대응하는 식각 영역을 포함할 수도 있다.
- [0081] 그리고, 나노 와이어(140)의 돌출 영역(1251, 1252)들은 적어도 하나의 다각형 형태, 또는 적어도 하나의 곡선 형태를 포함할 수 있다.
- [0082] 일실시예에 따른 나노 공진 장치는 나노 와이어(1250)에 돌출 영역을 형성하여 제1 게이트 전극(1210) 및 제2 게이트 전극(1220)에 대응하는 방향의 표면적을 넓힘으로써 공진 민감도, 또는 Q값을 높일 수 있다.
- [0083] 도 13은 일실시예에 따른 나노 공진 방법을 도시한 도면이다.
- [0084] 단계(1310)에서 나노 공진 장치의 게이트 전극은 자기장을 형성할 수 있다. 이때, 나노 공진 장치가 서스펜디드 게이트 타입의 나노 공진기, 또는 바이브레이팅 바디와 서스펜디드 게이트를 혼합한 타입의 나노 공진기인 경우, 게이트 전극은 나노 와이어가 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함할 수 있다.

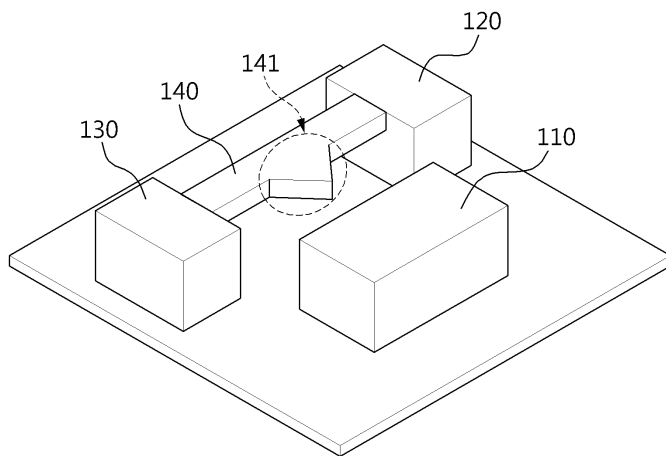
- [0085] 단계(1320)에서 나노 공진 장치는 단계(1310)에서 형성된 자기장에 따라 공진할 수 있다. 이때, 나노 공진 장치가 바이브레이팅 바디 타입의 나노 공진기, 또는 바이브레이팅 바디와 서스펜디드 게이트를 혼합한 타입의 나노 공진기인 경우, 나노 와이어는 게이트 전극이 위치한 방향으로 형성된 적어도 하나의 돌출 영역을 포함할 수 있다.
- [0086] 예를 들어, 나노 공진 장치가 바이브레이팅 바디 타입의 나노 공진기인 경우, 나노 공진 장치의 나노 와이어가 단계(1310)에서 형성된 자기장에 따라 공진할 수 있다. 또한, 나노 공진 장치가 서스펜디드 게이트 타입의 나노 공진기인 경우, 나노 공진 장치의 게이트 전극이 단계(1310)에서 형성된 자기장에 따라 공진할 수 있다. 그리고, 나노 공진 장치가 바이브레이팅 바디와 서스펜디드 게이트를 혼합한 타입의 나노 공진기인 경우, 나노 공진 장치의 나노 와이어와 게이트 전극이 단계(1310)에서 형성된 자기장에 따라 함께 공진할 수 있다.
- [0087] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0088]
- [0089] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0090]
- [0091] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

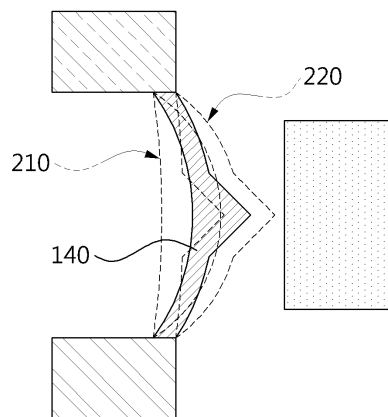
- [0092] 110: 게이트 전극
140: 나노 와이어

도면

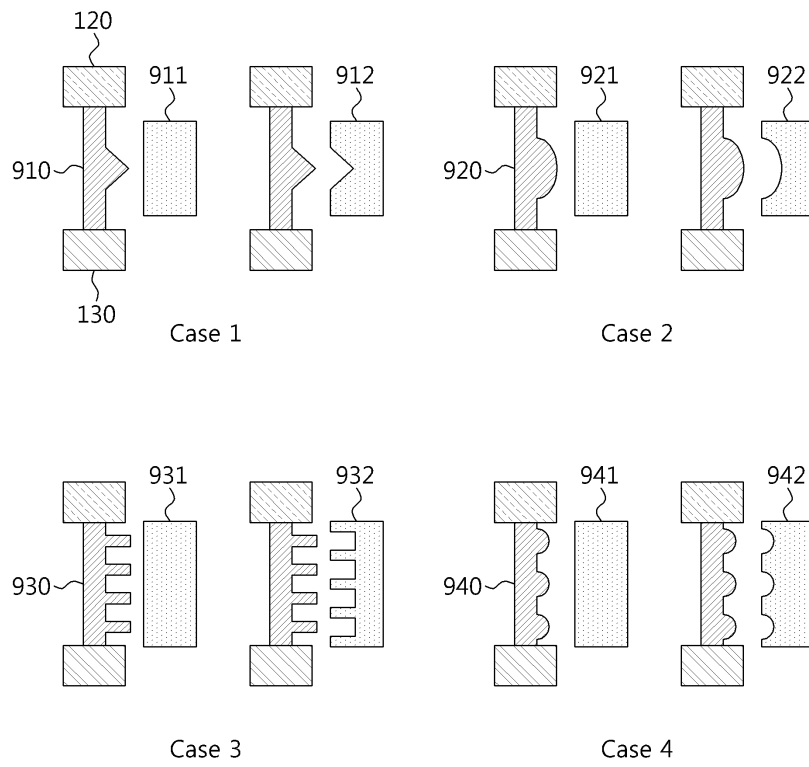
도면1



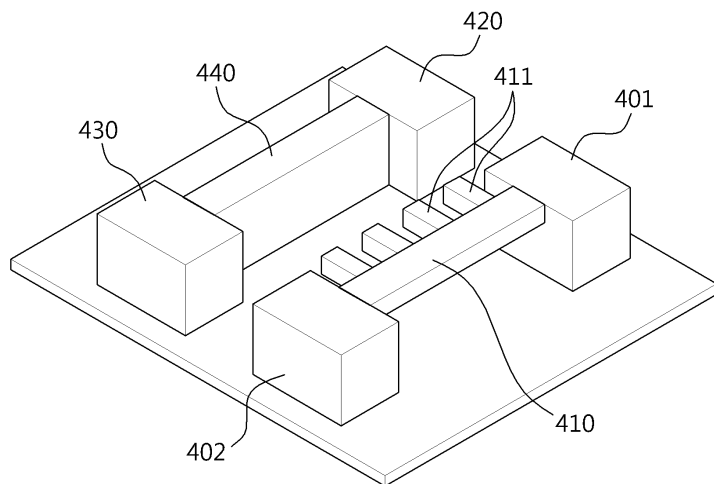
도면2



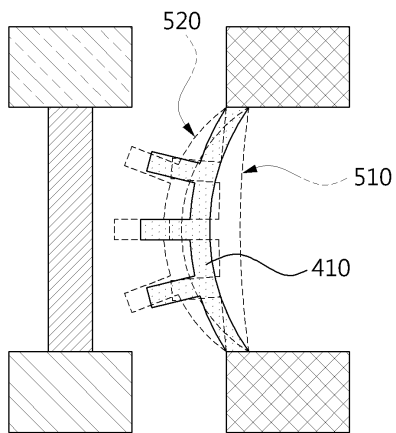
도면3



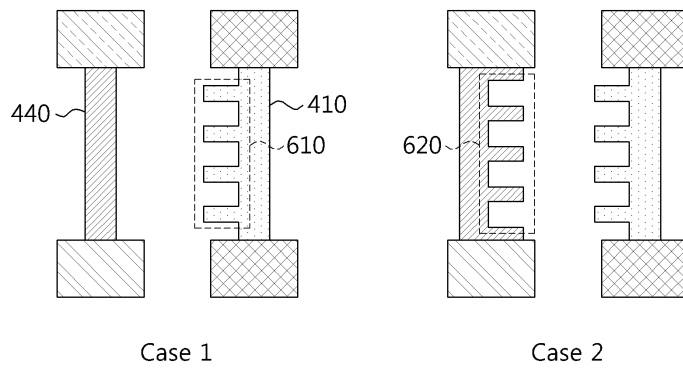
도면4



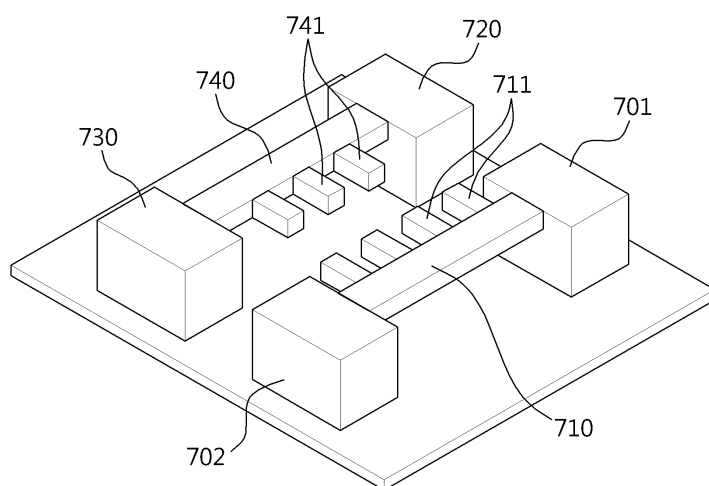
도면5



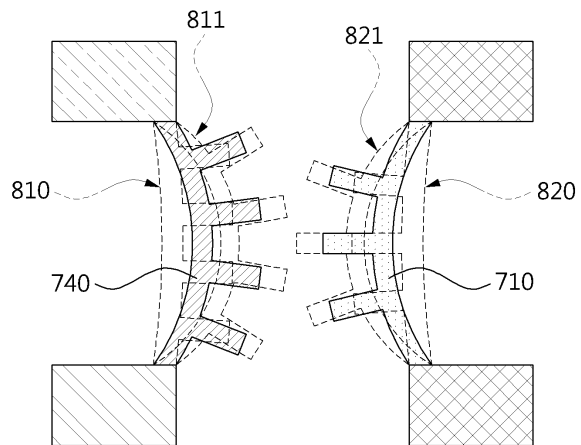
도면6



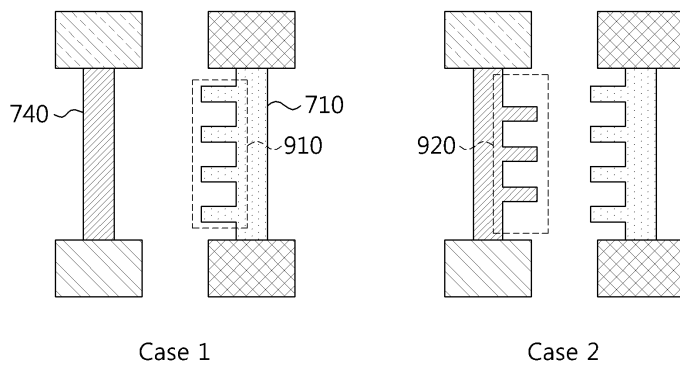
도면7



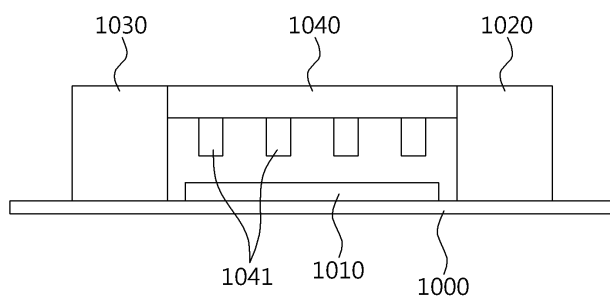
도면8



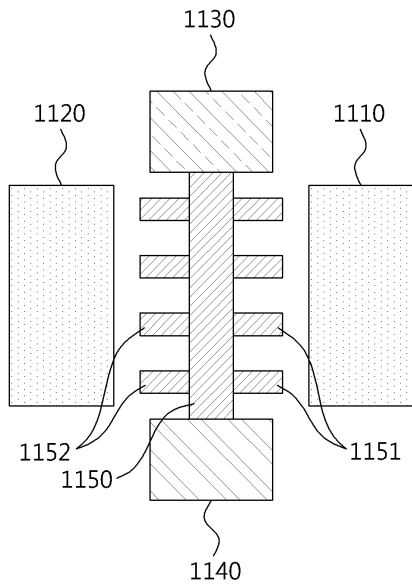
도면9



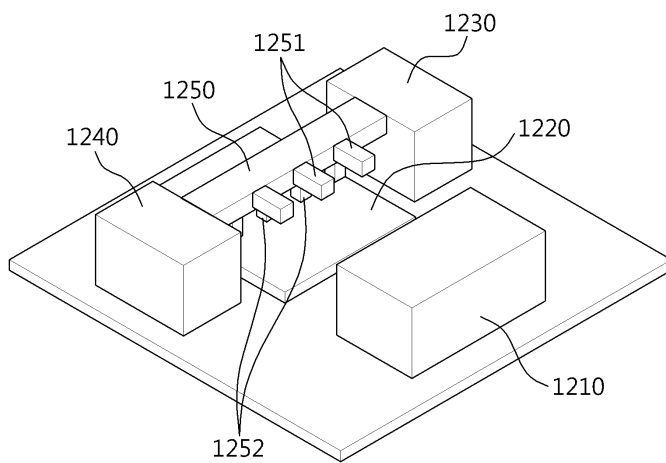
도면10



도면11



도면12



도면13

