



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0081815
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03H 9/64 (2006.01) H03H 9/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03H 9/6463 (2013.01)
H03H 9/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0171713
(22) 출원일자 2018년12월28일
심사청구일자 2018년12월28일

(71) 출원인
(주) 와이팜
경기도 성남시 분당구 판교로 255번길 9-22,
705,706호 (삼평동, 우림더블유-써티)
(72) 발명자
유대규
서울특별시 강남구 영동대로138길 12, 104동 100
4호
민경준
경기도 성남시 분당구 동판교로 275, 115동 804호
(74) 대리인
남충우

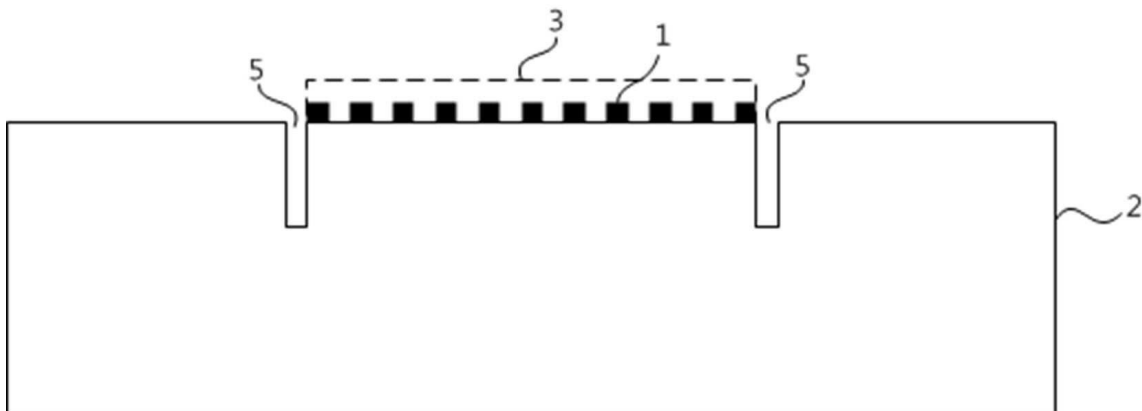
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 Q값을 향상시키기 위한 SAW 공진기 및 공정 방법

(57) 요약

Q값을 향상시키기 위한 SAW 공진기 및 공정 방법이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 SAW 공진기는, IDT와 IDT의 양끝 지점들에 형성된 공극들을 포함한다. 이에 의해, 종래의 SAW 공진기의 Bragg 반사기를 사용하는 대신에 SAW 반사지점에 공극을 형성하여 이상적인 반사조건을 만족시켜 종래의 SAW 공진기보다 더 높은 Q값을 가질 수 있게 된다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711076160

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 방송통신산업기술개발(R&D)

연구과제명 Ka 대역 5G 단말용 전력증폭기 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)와이팜

연구기간 2018.07.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

IDT(Interdigital Transducer); 및

IDT의 양끝 지점들에 형성된 공극들;을 포함하는 것을 특징으로 하는 SAW 공진기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

공극들의 너비는,

IDT의 전극 너비와 동일한 것을 특징으로 하는 SAW 공진기.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

공극들의 깊이는,

전파하는 SAW의 한 파장의 1배 이상 2배 이하인 것을 특징으로 하는 SAW 공진기.

청구항 4

IDT(InterDigital Transducer)의 전극을 생성하는 단계; 및

IDT의 양끝 지점들에 공극들을 형성하는 단계;을 포함하는 것을 특징으로 하는 SAW 공진기의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 SAW(Surface Acoustic Wave) 공진기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 송신용 SAW 필터에 주로 사용되는 사다리형 SAW 필터의 구성요소인 SAW 공진기의 Q값(Quality factor)을 향상시킬 수 있는 새로운 SAW 공진기의 구조 및 공정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 스마트폰과 같은 모바일 기기에는 소형이면서 높은 성능의 필터를 요구하기 때문에 SAW나 BAW(Bulk Acoustic Wave) 등과 같이 음향파를 이용한 필터들이 주로 사용된다. 특히 송신용 필터는 높은 전력 수용 능력을 필요로 하기 때문에 이중모드형 필터보다는 사다리형 필터가 주로 사용된다.

[0004] 사다리형 필터는 공진기를 사다리 형태로 직렬 또는 병렬로 연결하여 구성한다. 탄성파를 이용한 사다리형 필터는 SAW 공진기나 BAW 공진기 혹은 FBAR(Film Bulk Acoustic Resonator)로 구성되는데 일반적으로 BAW 공진기나 FBAR가 SAW 공진기보다 Q값이 더 좋기 때문에 BAW 공진기나 FBAR를 이용한 필터의 성능이 SAW 공진기를 이용한 필터보다 더 좋다.

[0005] 그 이유는 FBAR는 공극을 전극 위 아래로 형성하여 공극과 압전 물질간의 이상적인 음향 임피던스 불일치를 조

건을 만족시켜 전극으로부터 생성된 벌크파가 이상적으로 반사되기 때문이다.

[0006] 그러나 SAW 공진기의 경우는 Bragg의 반사조건을 만족시키는 반사기가 압전 물질 표면에 있기 때문에 FBAR에 비해 전극으로부터 생성된 SAW를 효율적으로 반사시킬 수 없다. 그렇기 때문에 SAW 공진기는 BAW 공진기나 FBAR에 비해 Q값이 낮으며, 이는 필터에서 삽입 손실과 스커트 특성에 직접적인 영향을 끼친다.

[0007] 종래에는 SAW 공진기의 Q값을 향상시키기 위해 IDT(Interdigital Transducer)에서 버스-바(bus-bar)로 누설되는 SAW를 차단하는 목적으로 Ta2O5를 사용한 더미(모조) 전극을 추가 배치하여 SAW 공진기의 Q값을 향상시켰다.

[0008] 그러나 더미 전극을 추가 배치하기 때문에 공정비용이 추가되며 추가되는 더미 전극의 물질이 기존의 전극 물질인 Al, AlCu, Cu 등과는 다른 물질이기 때문에 수율과 신뢰성을 저하시킨다. 또한 향상된 Q값의 정도가 미미하기 때문에 효율적인 면에서 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 종래의 SAW 공진기를 구성하는 반사기 대신에 식각을 통해 공극을 형성하여 SAW 공진기의 Q값을 향상시키는 새로운 SAW 공진기 및 제조 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, SAW 공진기는, IDT; 및 IDT의 양끝 지점들에 형성된 공극들;을 포함한다.

[0013] 그리고, 공극들의 너비는, IDT의 전극 너비와 동일할 수 있다.

[0014] 또한, 공극들의 깊이는, 전파하는 SAW의 한 파장의 1배 이상 2배 이하일 수 있다.

[0015] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른, SAW 공진기의 제조 방법은, IDT(InterDigital Transducer)의 전극을 생성하는 단계; 및 IDT의 양끝 지점들에 공극들을 형성하는 단계;을 포함한다.

발명의 효과

[0017] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따르면, 종래의 SAW 공진기의 Bragg 반사기를 사용하는 대신에 SAW 반사지점에 공극을 형성하여 이상적인 반사조건을 만족시켜 종래의 SAW 공진기보다 더 높은 Q값을 가질 수 있게 된다.

[0018] 또한, 본 발명의 실시예들에 따르면, SAW 공진기의 공극이 종래의 Bragg 반사기 보다 면적을 적게 차지하기 때문에, 더 많은 SAW 공진기를 집적화 함으로써 사다리형 SAW 필터의 성능을 향상시킬 뿐만 아니라 소형화도 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 종래 기술에 따른 SAW 공진기의 단면도,

도 2는 종래 기술에 따른 SAW 공진기의 상면도,

도 3은 본 발명에 따른 SAW 공진기의 단면도,

도 4는 본 발명에 따른 SAW 공진기의 상면도, 그리고,

도 5a 내지 도 5i는, 본 발명의 다른 실시예에 따른 SAW 공진기 제조 방법의 설명에 제공되는 공정 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0022] 본 발명의 실시예에서는, 송신용 SAW 필터에 사용되는 사다리형 SAW 필터의 구성요소인 SAW 공진기의 Q값을 향상시킬 수 있는 새로운 SAW 공진기의 구조를 제시한다.
- [0023] 구체적으로, 본 발명의 실시예에서는, SAW 공진기를 구성하는 Bragg의 반사조건을 이용한 반사기(Reflector) 대신에 압전 물질 표면을 식각하여 FBAR의 공극(air-gap)과 비슷한 구조를 표면에 형성함으로써 SAW 공진기의 Q값을 향상시킨다.
- [0024] 도 2는 종래의 SAW 공진기의 상면도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAW 공진기의 상면도이다.
- [0025] 도 4에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 SAW 공진기 구조는, 도 2에 도시된 종래의 SAW 공진기 구조와 비교해 볼 때, Bragg의 반사조건을 만족시키는 반사기(4)가 없이 공극(5)이 존재한다.
- [0026] 공극(5)의 특성 음향 임피던스는 수학적 식 1에 의해 상온에서 $409.4 \text{ [kg/m}^2 \cdot \text{s]}$ 이며 SAW 공진기에 주로 사용되는 리튬 탄탈레이트(LiTaO₃)의 특성 음향 임피던스는 약 $29.84 \times 10^6 \text{ [kg/m}^2 \cdot \text{s]}$ 이기 때문에, FBAR와 같은 원리로 압전 기관(2)과의 공극은 거의 이상적인 음향 임피던스 불일치를 만족 시키기 때문에 SAW 공진기의 Q값을 향상시킬 수 있다.
- [0027] [수학적 식 1]
- [0028] $Z_{\text{acoustic}} = \rho v \text{ [kg/m}^2 \cdot \text{sec]}$
- [0029] where ρ is a density of material $\text{[kg/m}^3]$
- [0030] v is a phase velocity [m/s]
- [0031] 도 1은 종래의 SAW 공진기의 단면도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SAW 공진기의 단면도이다.
- [0032] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 SAW 공진기의 공극(5)의 위치는 IDT(Interdigital Transducer)(3)의 양끝에 위치시킨다.
- [0033] 그리고 공극(5)의 너비는 IDT(3)를 구성하는 전극(1)의 너비와 동일하게 SAW의 $\lambda/4 \text{ um}$ 로 한다.
- [0034] 또한 압전 기관(2)의 표면을 전파하는 SAW의 대부분 에너지는 기관 표면으로부터 전파하는 SAW의 한 파장의 깊이 이상에 대부분 존재하므로, 식각하는 공극(5)의 깊이는 전파하는 SAW의 한 파장의 1배 이상 ~ 2배 이하로 한다.
- [0035] 도 5a 내지 도 5i는, 본 발명의 다른 실시예에 따른 SAW 공진기 제조 방법의 설명에 제공되는 공정 흐름도이다.
- [0036] 도 5a는 SAW 공진기를 구성하는 압전 기관(2)의 단면을 나타낸다. SAW 공진기에서 주로 사용되는 압전 기관(2)은 LiNbO₃(Lithium Niobate)나 LiTaO₃(Lithium Tantalate)이며, 압전 기관 웨이퍼의 두께는 보통 500 um이지만 패키징을 위해 대개 압전 기관(2)의 두께를 200 um까지 그라인딩을 한다.
- [0037] 도 5b는 IDT 패턴을 위해 압전 기관(2) 위에 감광제(6)을 코팅한 단면도이다. 여기서 사용되는 감광제(6)의 유형은 후속 패턴 공정에 따라 바뀐다. 만약 패턴 공정을 리프트-오프를 사용할 경우에는 음성감광제를 주로 사용하며, 식각 공정을 사용할 경우에는 양성 감광제를 주로 사용한다. 감광제는 스핀 코터를 이용해 일정한 두께로 코팅된다.
- [0038] 도 5c는 반도체의 포토 공정을 이용해 IDT 구조를 패턴링한 단면도이다.
- [0039] 도 5d는 금속 박막을 증착시키는 공정이며, 주로 사용되는 금속 박막은 Al, AlCu, Cu 등이다. 증착 방법은 스퍼터링(sputtering), CVD(Chemical Vapor Deposition), PVD(Physical Vapor Deposition), 증발(evaporation)식 공법 등이 있다. 여기서 금속 박막의 두께는 SAW 공진기의 성능에 민감한 영향을 끼치기 때문에 설계 변수이며, 보통 SAW의 0.07λ 에서 0.1λ 사이로 설정하면 전파 손실을 최소화 할 수 있다.
- [0040] 도 5e는 리프트-오프 이후의 SAW 공진기 단면도이다.
- [0041] 도 5f는 압전 기관에 공극 형성을 위해 감광제를 다시 코팅한 단면도이다. 여기서는 후속 공극 형성을 위해 식

각 공정을 사용하면 양성 감광제를 스핀 코터를 이용해 코팅한다.

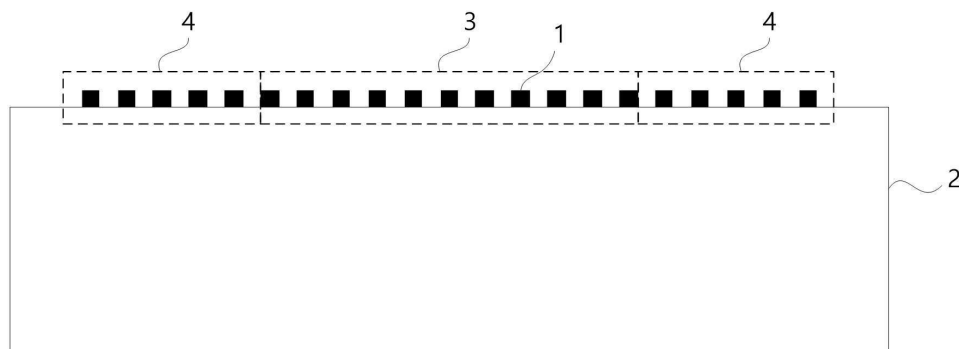
- [0042] 도 5g는 반도체의 포토 공정을 이용해 공극이 형성 될 위치를 패터닝한 단면도이다. 여기서 공극의 너비는 전극의 너비와 동일하게 SAW의 $\lambda/4$ 로 하며, 공극의 위치는 SAW의 공진 형성을 위해 IDT의 양끝으로 한다.
- [0043] 도 5h는 식각 공정을 이용해 공극을 형성한 단면도이다. 공극 형성을 위한 식각 공정은 건식 식각이나 습식 식각이 사용될 수 있으나 습식식각은 등방성이기 때문에 본 발명에서는 비등방성인 건식식각을 사용한다.
- [0044] 도 5i는 남아있는 감광제를 제거한 후의 단면도이다. 감광제 제거를 위해서는 플라즈마 애싱(ashing)이나 디벨로퍼(developer) 용액이 사용 될 수 있다.
- [0045] 지금까지, Q값을 향상시키기 위한 SAW 공진기 및 이를 제조하기 위한 공정 방법에 대해, 바람직한 실시예를 들어 상세히 설명하였다.
- [0046] 위 실시예에서 공극의 위치는 IDT의 양끝 지점인 것을 상정하였는데, 변형이 가능하다. 예를 들어, IDT의 양끝으로부터 일정 거리 만큼 떨어진 지점, 이를 테면, IDT의 양끝으로부터 SAW의 $\lambda/2$ 만큼 떨어진 지점에 공극을 위치시키는 것으로 구현할 수 있다.
- [0047] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

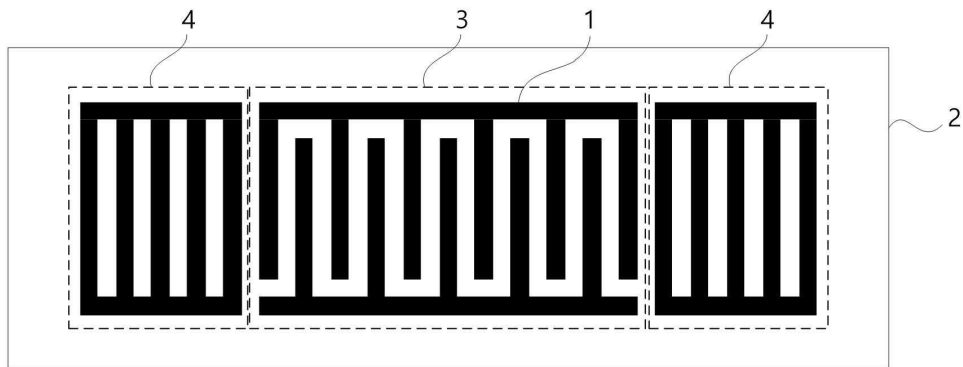
- [0049] 1: 전극
2: 압전 물질
3: IDT(Interdigital transducer) 부분
4: 반사기 부분
5: 공극(Air gap) 부분
6: 감광제(Photoresist)

도면

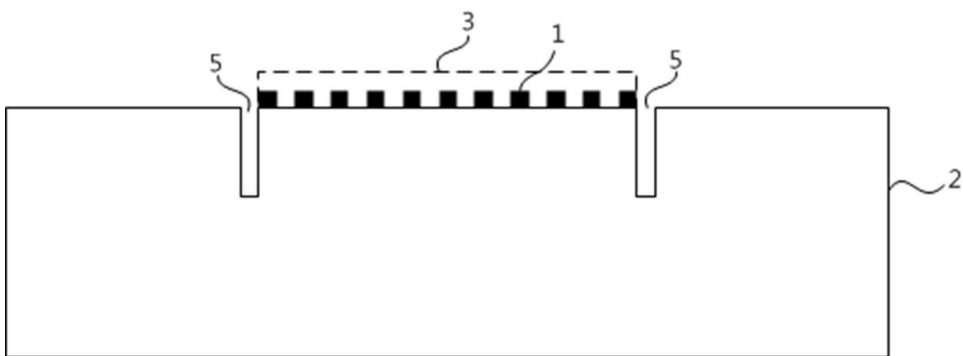
도면1



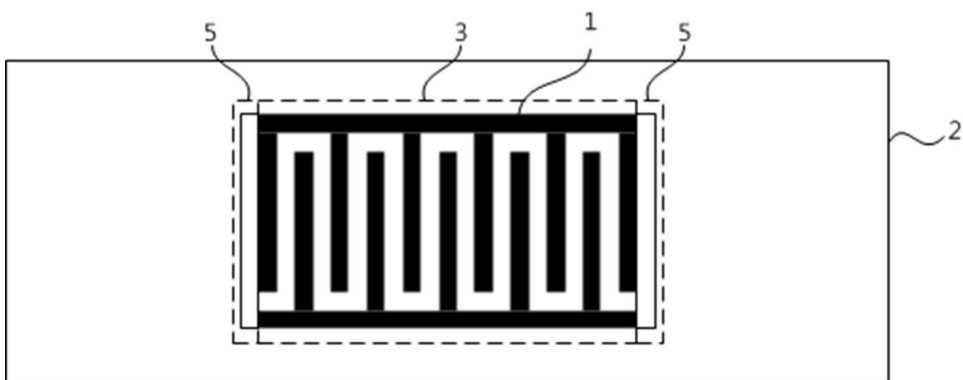
도면2



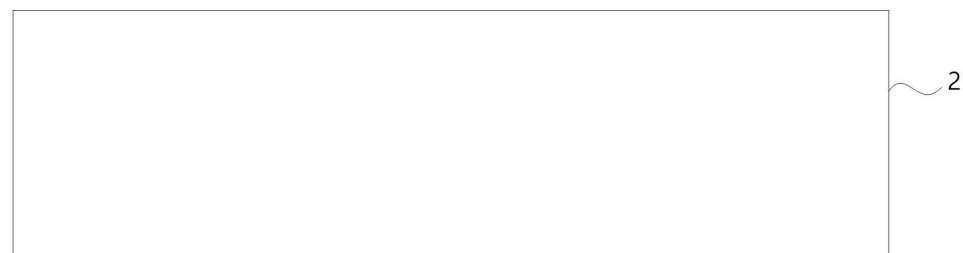
도면3



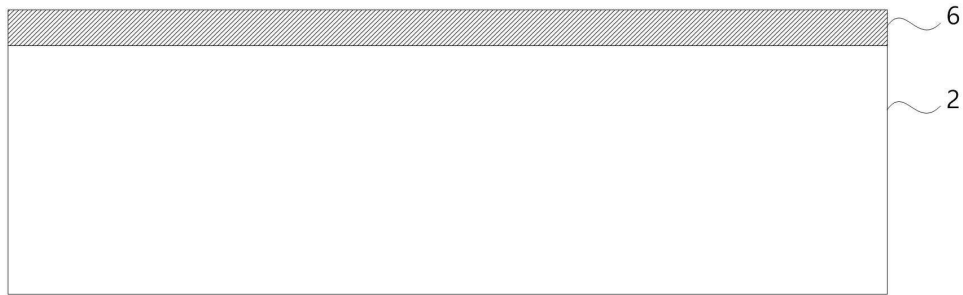
도면4



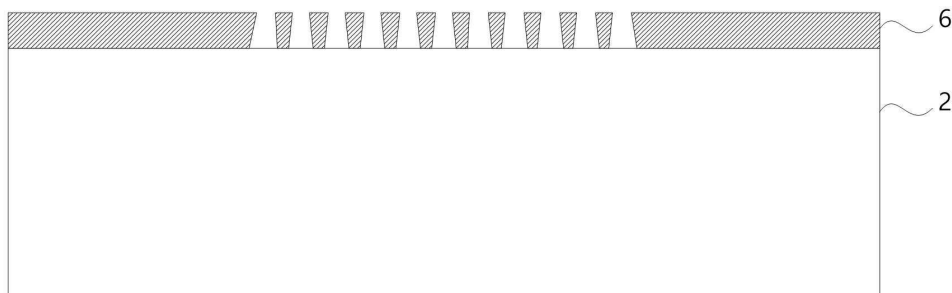
도면5a



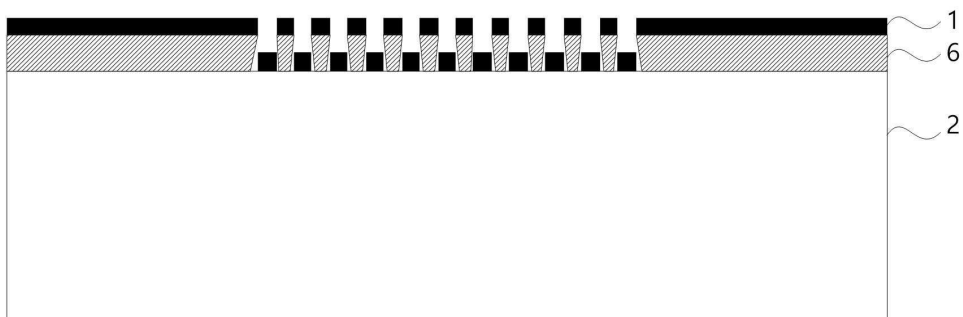
도면5b



도면5c



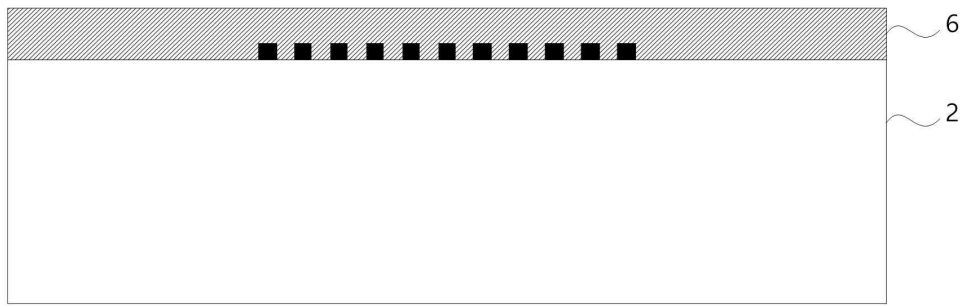
도면5d



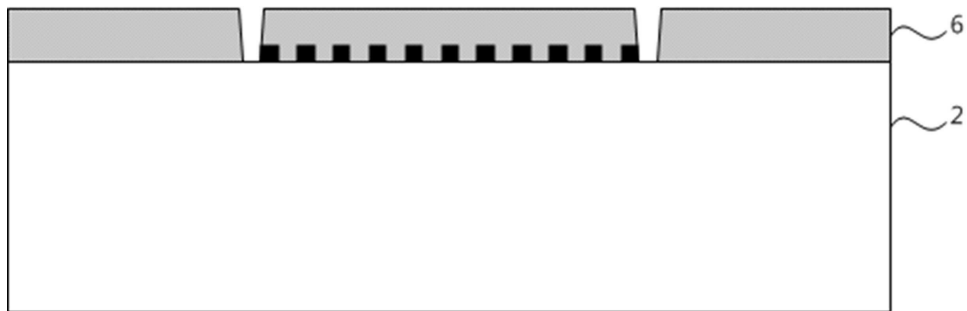
도면5e



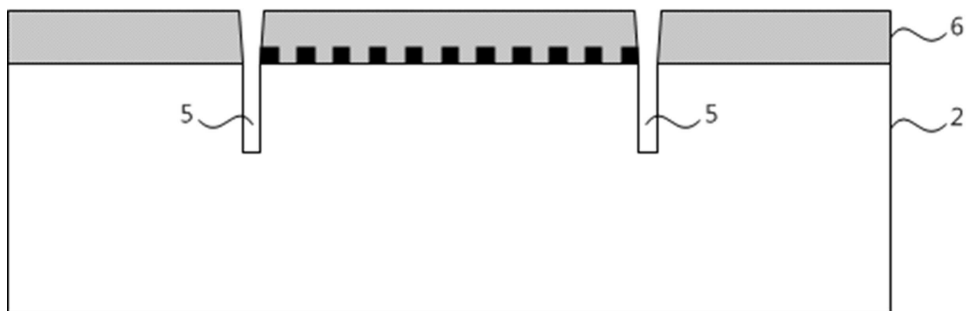
도면5f



도면5g



도면5h



도면5i

