(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
G01J 5/34

(45) 공고일자 2005년11월23일
(11) 등록번호 10-0530440
(24) 등록일자 2005년11월16일

(21) 출원번호 10-1999-7011134
(22) 출원일자 1999년11월29일
번역문 제출일자 1999년11월29일
(86) 국제출원번호 PCT/GB1998/001379
국제출원일자 1998년05월14일
(65) 공개번호 10-2001-0013151
(43) 공개일자 2001년02월26일
(87) 국제공개번호 WO 1998/54554
국제공개일자 1998년12월03일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탐, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크맨, 터어키, 트리니아드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 가나, 감비아, 기니 비사우, 인도네시아, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 감비아, 가나, 케냐, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탐, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크맨,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장 9710843.5 1997년05월28일 영국(GB)

(73) 특허권자
키네티큐 리미티드
영국 에스더블유1 6티디 런던 버킹엄 게이트 85

(72) 발명자
와튼렉스
데라말번,앤드류로드스트리트,말번,웰스더블유알143피에스

힐섬시럴
이스트글래드,모스레인,피널,미들섹스에이치에이53에이엔

(74) 대리인
이병호
정상구
신현문
이범래

심사관 : 조천환

(54) 열 검출기 어레이

요약

열 검출기 장치는 열 검출기 소자들의 어레이, 열 검출기 소자들의 어레이를 포함하는 마이크로브리지 구조들의 어레이, 판독 실리콘 집적 회로(ROIC), 마이크로브리지 구조의 어레이가 배열된 상호접속 층을 포함한다. 상호접속층은 마이크로브리지 구조들이 판독 실리콘 집적 회로와 전기적으로 접촉하지만 판독 실리콘 집적 회로로부터 분리되도록 마이크로브리지 구조들과 ROIC상의 입력 콘택트들 사이에 전기 접속부를 제공하는 다수의 도전 상호접속 채널들을 포함한다. 상호접속층이 ROIC로부터 마이크로브리지 구조들을 분리시킬 때, 검출기 재료, 일반적으로 강유전체 재료는 ROIC의 손상을 피하는데 한계되지 않는 침착 또는 어닐링 온도에서 마이크로브리지 구조들상에 제조될 수 있다. 적어도 500℃의 침착 온도 또는 바람직하게 예를 들면 700℃ 내지 900℃의 고온이 고성능 강유전체 또는 마이크로볼로미터 열 검출기 어레이들의 제조에 사용될 수 있다. 또한, 본 발명은 상호접속층을 포함하는 고성능 열 검출기 어레이들을 제조하는 방법에 관한 것이다.

대표도

도 1

색인어

열 검출기 어레이, 마이크로브리지 구조, 열 검출기 소자, 판독 실리콘 집적 회로

명세서

기술분야

본 발명은 개별 열 검출기 소자들의 어레이를 포함하는 혼합 열 검출기 어레이에 관한 것이다. 어레이는 선형 또는 2차원 어레이일 수 있다. 선형 어레이들은 특히 검출기 헤드와 영상화된 임의의 물체들 사이에 상대적인 움직임이 있는 경우의 애플리케이션에 적합하다. 2차원 검출기 어레이들은 적외선 영상 애플리케이션에 광범위하게 사용된다.

배경기술

강유전체 검출기들 및 저항 볼로미터(bolometer)들과 같은 열 검출기들은 냉각용의 극저온의 모듈들을 필요로 하는 광자(또는 반도체) 검출기들과는 달리 주변 온도에서 작동하기 때문에 이에 대해 관심이 많아지고 있다. 일반적으로, 열 검출기들의 개발은 현재 소자간(inter-element)의 피치를 작게 한 다수의 소자들을 갖는 어레이들의 달성과, 검출기 어레이의 고유 노이즈 레벨을 넘는 장면에서 관찰될 수 있는 온도 판별 레벨과 비디오 영상을 보기 위해 설계된 영상 시스템을 향상시키는 방향으로 진행된다.

선형 및 2차원 어레이의 열 검출기들은, 방사 감지 소자로서 강유전체 재료들과 또한 저항 볼로미터 재료들을 사용하여 구성되며, 후자의 재료는 산화물, 금속 및 반도체 재료들의 범위에 있다. 세라믹 블록들로부터 준비되고 얇은 부분(section)들로 연마된 강유전체 웨이퍼들은 미국 특허 제 4,142,207호에 기술된 바와 같이 금속 범프 본딩(metal bump bonding)에 의해 실리콘 판독 집적 회로(IC)에 직접 접착된다. 이 특허는 실리콘 IC 상에 제조된 얇은 금속 컬럼들의 상단에 각 소자에 대해서 이를 접착함으로써 실리콘 IC로부터의 검출기 소자의 열 고립(thermal isolation)을 개선시키는 것이 바람직함을 강조하고 있다. 열 고립을 개선시키기 위해서는(즉, 소자에 대한 열 컨덕턴스가 낮음) 장면에 집중된 적외선 방사를 흡수할 때 소자로부터의 높은 응답도(responsivity)를 확보하는 것이 필요하다. 범프 본딩 처리는 실리콘 IC의 소자 및 입력 회로 상에서의 금속면들간의 냉간 용접 또는 습윤성 금속 패드들간의 솔더 범프 본드를 포함할 수 있다[*D J Pedder, Hybrid Circuits, Vol. 15, p4, 1988*].

미국 특허 제 5,450,053호에서는 소자마다 1개의 마이크로브리지가 있도록 실리콘 판독 집적 회로(ROIC)의 표면에 마이크로브리지 구조들의 어레이들을 구성함으로써 검출기 소자들의 열 고립이 얻어진다. 마이크로브리지는 저열 컨덕턴스를 달성하기 위해 IC상의 가늘고 좁은 다리들상에 검출기 소자를 지지하고 있다. 검출기 소자 재료는 마이크로브리지 구조상의 박막이나 마이크로브리지 구조로서 침착되고, 그 재료에는 신호를 수집하고 다리를 통해 그 신호를 IC내의 실리콘 판독 회로로 보내는데 적절한 전극들이 제공된다. 저항 볼로미터 재료를 침착하는 기술은 저항 마이크로-볼로미터들의 큰 어레이를 제조할 수 있게 한다. 기술은 달성될 수 있는 저열 컨덕턴스들로 인해 범프 본딩 기술을 사용하여 제조된 것보다 고성능 검출기 어레이들을 제조할 수 있게 한다.

고성능의 강유전체 열 검출기 어레이들은 마이크로브리지 구조들을 사용하여 제조될 수 있다는 것이 제안되었다[*R Watton, Ferroelectrics, Vol.133, pp.5-10, 1992*]. 강유전체 재료는 여러 가지의 기술들, 솔-겔(sol-gel) 처리, 알에프 자전관 스퍼터링(rf magnetron sputtering), 레이저 제거(laser ablation) 또는 MOCVD에 의해 침착될 수 있다. 그러나, 마이크로브리지 구조들 위에 강유전체 막을 침착하는데 있어서 엄격한 제한은, 마이크로브리지 구조들의 어레이를 갖는 기판으로 기능하는 실리콘 IC가 침착되는 동안 올라갈 수 있는 온도의 한도가 된다. 실리콘 IC 최대 온도는 어레이 판독 기능들(즉, 증폭과 소자 매트릭스 스위칭)을 제공하는 회로의 손상을 피하기 위해 500℃의 범위까지 제한된다. 그러나, 침착된 강유전체 막으로 양호한 강유전체 특성들을 달성하기 위해 침착 처리 또는 다음의 어닐링 중 어느 하나에 높은 기판 온도들이 필요할 수 있다는 것이 제안되었다[*R. Watton. ibid. and R. Watton, Integrated Ferroelectrics, Vol.4, pp.175-186, 1994*].

미국 특허 제 3,801,949호는 검출기 소자들의 어레이가 검출기 소자들에 대한 판독 회로를 포함하는 실리콘 기판위에 제조되는 열 검출기 장치에 관한 것이다. 기판위에 침착된, 실리콘 2산화물의 얇은 층은 적외선 방사 검출 동안 검출기 소자들로부터 기판을 열적으로 고립시킨다. 검출기 소자들은 검출기 동작 동안 회로로부터 검출기 소자들을 열적으로 고립시키는 역할을 하는 기판에 개구들을 에칭하기 전에 검출기 판독 회로를 포함하는 기판상에 제조된다. 그러나, 상술한 바와 같이, 판독 회로를 포함하는 실리콘 기판이 양호한 강유전체 특성들을 갖는 검출기 소자들을 제조하는데 요구되는 높은 온도들에 견딜 수 없다는 문제점이 존재한다.
따라서, 열 검출기 어레이들에 있어서 가장 바람직한 특성들을 얻기 위해, 강유전체 막들의 침착 또는 어닐링시에 요구되는 온도와 실리콘 판독 IC상의 금속화 및 회로들에 손상을 피하도록 설정된 제한 온도 사이에 모순(incompatibility)이 존재하는 것이 공지되었다. 예를 들면, 강유전체 납 스칸듐 탄탈레이트(tantalate)의 스퍼터된 막들을 800℃와 900℃사이의 온도까지 어닐링하면 막들의 강유전체 특성들은 상술한 범프 본딩된 기술에서 사용된 세라믹 재료로 측정된 것에 근접해진다[*R Watton and M A Todd, Ferroelectrics, Vol.118, pp279-295,1991*]. 강유전체 특성들의 이러한 값들은, 마이크로브리지 소자 구조들을 보다 높은 열적 고립과 조합한다면, 고성능 열 검출기 어레이들을 실현시킬 수 있다.

납 지르콘산염(zirconate) 티탄산염(titanate)과 납 스칸듐 탄탈레이트의 강유전체 막들은 500℃의 온도 범위에서 침착되거나 또는 어닐링될 수 있지만 열 검출기 어레이들의 영상 성능을 결정하는 강유전체 특성들의 값이 감소되는 것도 제시되고 있다[*R Watton, Ferroelectrics, Vol.184, pp141-150,1996*]. 감소된 값들은 이러한 처리들에 의해 준비된 어레이들로부터 유용한 영상 성능을 배제하지는 않지만 온도 제한이 없어지는 경우 성능이 현저하게 개선될 수 있다.

발명의 상세한 설명

상기에서 약술된 온도 제한 문제는 본 발명에 의해 극복된다. 본 발명은 판독 집적 회로의 손상을 피하기 위한 제한에 의해 현재 허용된 것보다 고온에서 마이크로브리지 구조들상에 강유전체 소자 어레이들의 제조를 허용하는 열 검출기 어레이들의 혼합 구조에 관한 것이다.

본 발명의 제 1 양태에 따르면, 열 검출기 장치는,

적외선 방사를 검출하고 출력 검출기 신호들을 생성하기 위한 열 검출기 소자들의 어레이와,

상기 검출기 소자들을 포함하는 마이크로브리지 구조들의 어레이로서, 각 마이크로브리지 구조는 공통 콘택트와 출력 콘택트를 포함하고, 상기 각각의 공통 콘택트들은 각각의 다른 공통 콘택트들과 전기적으로 접촉하는, 상기 마이크로브리지 구조들의 어레이와,

다수의 입력 콘택트들을 가지며 출력 검출기 신호들을 처리하는 판독 집적 회로와,

앞면과 뒷면을 가지며, 판독 집적 회로로부터 마이크로브리지 구조들의 어레이를 열적으로 고립시키고, 상기 앞면과 뒷면 사이에 다수의 상호접속 채널들을 포함하는 상호접속층으로서, 상기 상호접속 채널들은 상기 마이크로브리지 구조들이 판독 실리콘 집적 회로와 전기적으로 접촉하지만 판독 실리콘 집적 회로로부터 분리되도록, 각각의 마이크로브리지 구조들의 출력 콘택트와 상기 판독 집적 회로상에 연관된 입력 콘택트 사이에 전기적 접속부를 제공하는, 상기 상호접속층을 포함하며,
상기 상호접속층은 마이크로브리지 구조들을 제조하는 동안 마이크로브리지 구조들의 어레이를 지지하는 웨이퍼이고, 상기 판독 집적 회로의 입력 콘택트들은 출력 콘택트들와 실질적으로 수직으로 정렬된다.

상호접속층의 뒷면에서, 상호접속 채널들은 판독 집적 회로의 입력 콘택트들에 범프 본딩될 수 있다.

검출기 소자들외에도, 각 마이크로브리지 구조는 또한 추가적인 지지층들을 포함한다. 추가적인 지지층들은 특히 마이크로브리지 구조에 충분한 지지대를 제공하지 않는 얇은 검출기 소자들을 포함하는 마이크로브리지 구조들에 필요할 수 있다.

양호한 실시예에 있어서, 검출기 소자들은 강유전체 재료를 포함할 수 있다.

상호접속 채널들은 각각 예를 들면 폴리실리콘 또는 전기도금, 화학 도금 또는 기상 증착된 금속 등의 도전 재료의 채널을 포함한다. 각 상호접속 채널은 상호접속층 재료로부터 도전 재료를 전기적으로 절연하기 위해 유전체 재료의 채널을 더 포함할 수 있다. 전형적으로, 유전체 재료는 상호접속층 재료로부터 형성된 산화물 또는 질화물 층일 수 있다.

상호접속층은 실리콘, 유리 또는 세라믹 재료 중 임의의 한 재료일 수 있으며 또는 상호접속층의 도전 채널들을 지지할 수 있는 임의의 다른 재료일 수 있다. 대안적으로, 상호접속층은 도전 또는 반도 재료일 수 있다. 바람직하게, 상호접속층 재료는 열 팽창 특성이 밑에 놓인 실리콘층과 열적으로 매칭된다.

전형적으로, 각각의 검출기 소자들은 1 피코패러드(picofarad)와 1 나노패러드 (nanofarad) 사이의 전기 용량을 가질 수 있고, 각 상호접속 채널의 전기 용량은 각 강유전체 검출기 소자의 전기 용량보다 적어도 10분의 1 작은 것이 바람직하다.

본 발명의 제 2 양태에 따르면, 열 검출기 장치를 제조하는 방법은,

(ⅰ) 앞면과 뒷면을 갖는, 상호접속층을 제공하는 단계로서, 상기 상호접속층은 상기 앞면과 뒷면 사이에 다수의 상호접속 채널들을 포함하는 웨이퍼인, 상기 상호접속층을 제공하는 단계와,
(ⅱ) 상기 상호접속층상에 마이크로브리지 구조들의 어레이로서 열 검출기 소자들의 어레이를 제조하는 단계로서, 각 마이크로브리지 구조는 공통 콘택트와 출력 콘택트를 포함하고, 각각의 공통 콘택트들은 각각의 다른 공통 콘택트들과 전기적으로 접촉하고, 각 상호접속 채널은 마이크로브리지 구조들 중 하나의 출력 콘택트와 접촉하는, 상기 열 검출기 소자들의 어레이를 제조하는 단계와,
(ⅲ) 그 다음에 상기 마이크로브리지 구조들이 판독 실리콘 집적 회로와 전기적으로 접촉하지만 판독 실리콘 집적 회로로부터 분리되도록 상호접속층의 뒷면에서 상기 상호접속 채널들을 판독 실리콘 집적 회로에 접착하는 단계를 포함한다.

삭제

삭제

상기 방법은 상기 마이크로브리지 구조들의 일부로서 적어도 하나의 추가적인 지지대를 제조하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 상호접속 채널들은 반응성 이온 에칭 기술에 의해 형성될 수 있다.

상기 열 검출기 소자들은 침착 처리에 의해 마이크로브리지 구조들로서 제조될 수 있다. 상기 열 검출기 소자들의 어레이의 제조는 또한 상기 열 검출기 소자들을 어닐링하는 단계를 포함할 수 있다. 바람직하게, 침착 처리 또는 어닐링 처리 중

적어도 하나는 실리콘 판독 웨이퍼상에서의 처리에 직접 이용되는 제한 온도를 훨씬 넘는 온도에서 실행된다. 예를 들면, 침착 처리 또는 어닐링 처리 중 적어도 하나는 적어도 500℃의 온도에서 실행될 수 있으며, 적어도 700℃의 온도에서 실행되는 것이 보다 바람직하다.

본 발명은 예로써, 다음의 도면들에 관해 설명하고자 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 실리콘 상호접속층을 포함하는 본 발명의 열 검출기 어레이의 일부를 개략적으로 도시한 단면도.

도 2는 다공성의 세라믹 상호접속층을 포함하는 열 검출기 어레이의 일부를 개략적으로 도시한 단면도.

도 3은 도 1에서 마이크로브리지(microbridge) 구조들 중 하나를 도시한 확대 평면도.

도 4는 열 검출기 어레이에서 마이크로브리지 구조 소자들의 어레이를 개략적으로 도시한 평면도.

도 5는 열 검출기 어레이에서 마이크로브리지 구조 소자들의 어레이의 다른 구성을 개략적으로 도시한 평면도.

실시예

도 1은 마이크로브리지 구조들(3)의 어레이로서 제조된 검출기 소자들(2)의 어레이를 포함하는 열 검출기 장치(1)의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다. 완성된 장치는 선형 또는 2차원 어레이(예를 들면, 256 x 128 또는 256 x 256)내에 다수의 마이크로브리지 구조들을 포함할 수 있다하더라도, 3개의 마이크로브리지 구조들(3)이 도시된다.

각 마이크로브리지 구조(3)는 2개의 '다리들'(3a, 3b)을 갖는다. 도시된 예에서, 각 마이크로브리지 구조(3)는 검출기 소자(2)를 샌드위치하고 마이크로브리지 구조(3)용의 전극들을 제공하는 2개의 전극층들(4)을 포함하며, 이 전극층들은 각각의 다리(3a, 3b)에 결합되어 있다. 전형적으로, 검출기 소자들(2)은 침착 또는 어닐링 또는 이 두가지 처리의 결합에 의해 마이크로브리지 구조(3)로서 제조될 수 있는 강유전체 재료들로 구성될 수 있다.

검출기 소자들(2)은 마이크로브리지 구조 자체를 형성하는데 충분한 지지대를 제공할 수 있다(전극들(3)은 임의의 지지대를 제공하지 않는다). 그러나, 다른 지지층들(도시되지 않음)도 마이크로브리지 구조들을 보강하는데 필요할 수 있다. 특히, 추가된 지지층들은 충분한 지지대를 제공할 수 없는 얇은 검출기 소자들(2)을 포함하는 마이크로브리지 구조들을 필요로 할 수 있다.

마이크로브리지 구조(3)의 어레이는 기판 재료의 웨이퍼(5)의 앞면상에 제조된다. 본 명세서의 목적을 위해, 이 기판 재료의 웨이퍼(5)는 '상호접속층' 또는 '상호접속 웨이퍼'로 불린다. 각 마이크로브리지 구조(3)상의 2개의 전극층들(4)은 상호접속층(5)의 표면상의 금속층들 또는 전극들(6 및 7)과 접촉한다. 금속층(6)은 공통 전극을 형성하며 공통 접속부에서 각 마이크로브리지 구조(3)의 한 다리(3b)에 접속되어 있다(즉, 금속층(6)은 마이크로브리지 소자들(3) 사이에 접합되어 있다). 금속층(7)들은(한 금속층(7)은 각 마이크로브리지 구조(3)와 결합되어 있다) 각각의 개별적인 마이크로브리지 구조(3)의 다른 다리(3a)에 접속되어 있다. 상호 접속층(5)이 실리콘 웨이퍼인 경우, 웨이퍼(5)는 도 1에 도시된 바와 같이, 앞면과 뒷면이 패시베이팅(passivating) 유전층(5a)으로 코팅될 수 있다. 전극층들(4)은 검출기 소자들(2)로부터 출력 신호들을 수집하고, 다리들(3a, 3b)을 통해 이 신호들을 금속층들(6, 7)에 전달된다. 상호접속층(5)의 중요한 특징은 그것이 활성 회로를 포함하지 않고, 단지 공통 금속층(6)이 층(5)의 상면을 지난다는 것이다.

상호접속층(5)은 또한 도전 채널들(8)의 어레이를 포함하고 있으며, 마이크로브리지 구조(3)당 한 채널을 포함하고 있다. 채널들(8)은 "상호접속 채널들"로 불릴 것이다. 상호접속층(5)은 실리콘, 유리 또는 세라믹 재료이거나 상호접속 채널들(8)을 지지할 수 있는 임의의 다른 재료일 수 있다. 바람직하게, 재료는 열 팽창 특성이 밑에 놓인 실리콘과 열적으로 부합된다.

상호접속 채널들(8)은 앞면에서 뒷면까지 상호접속층(5)을 통해 실질적으로 수직으로 지나도록 도시된다. 도전 상호접속 채널들(8)은 상호접속층(5)을 통과하는 홀(hole)들 또는 포어(pore)들을 도전 필라멘트(9)로 채움으로써 형성될 수 있다. 이 도전 필라멘트들(9)은 예를 들어 실리콘 상호접속층이 사용되면, 상호접속층(5)의 재료 대부분으로부터 전기적으로 절연되도록 유전체 재료(10)에 배치될 수 있다.

열 검출기 장치(1)는 또한 일반적으로 판독 실리콘 웨이퍼(11)상에 형성되며 검출기 소자들(2)로부터 출력 신호들을 처리하는 판독 집적 회로(ROIC)를 포함한다. 상호접속층(5)의 앞면에서, 각각의 상호접속 채널(8)은 전극층(4)을 경유하여 관련된 마이크로브리지 구조(3)의 다리(3a)와 접촉하는 금속층(7)과 접촉한다. 그러므로 각각의 상호접속 채널(8)은 연관된 검출기 소자(2)와 전기적으로 접촉한다. 그러므로 검출기 소자들(2)로부터 출력 신호들은 다리들(3a, 3b)을 통해 금속층들(6, 7)에 전달되고, 금속층들(7)로부터 그 신호들은 상호접속 채널들(8)로 보내진다. 그러므로 상호접속층(5)은 검출기 소자들(2)로부터의 출력 신호를 판독 웨이퍼(11)로 안내하는 수단을 제공하는 동시에, 상호접속층(5)은 물리적으로 마이크로브리지 구조들(3)을 분리시키고 나아가서는 검출기 소자들(2)을 판독 웨이퍼(11)로부터 분리시킨다.

상호접속층(5)의 뒷면에서 상호접속 채널들(8)은 도전 패드들(12)에 접속되어 있다. 솔더(solder) 본드들(13)은 이 도전 패드들(12)을 실리콘 판독 웨이퍼(11)상의 입력 패드들(14)에 접속시키는데 사용될 수 있다. 솔더를 사용하는 범프 본딩 처리는 당업자들에게 통상적인 것이다.

실리콘 판독 웨이퍼(11)상의 입력 패드들(14)은 유전체 패시베이션 또는 상호금속의 유전체층들(15)상에 배열될 수 있다. 명료하게 하기 위해, 실제로 이 층이 적어도 2개의 유전층들을 포함할 수 있다 하더라도, 도 1은 단일층으로서 층(15)을 도시한다. 이 층(또는 층들)(15)내에서, 입력 패드들(14)은 판독 웨이퍼(11)상에 금속 구조의 일부를 형성하는 금속층들(16)과 접속된다. 금속층들(16)은 입력 패드들(14)에서의 신호를 다음의 전치 증폭기 입력들(도시되지 않음)에 접속한다.

도 1에 도시된 열 검출기 장치에 대해서, 마이크로브리지 구조들(3)의 제조와, 그 다음의 강유전체 검출기 재료(2)의 침착 또는 어닐링은 실리콘 판독 웨이퍼(11)가 상호접속층(5)에 범프 본딩되기 전에 실행될 수 있다. 그러므로 강유전체 검출기 재료(2)의 침착 또는 어닐링에 관한 온도 제한들은 실리콘 판독 웨이퍼(11)와 그 회로의 잔존물뿐만 아니라, 상호접속층(5)과 공통 전극 및 도전 콘택트들 및 채널들에 사용되는 재료들에 의해 제한된다.

바람직하게, 보다 높은 강유전체 열 검출기 성능을 달성하기 위해, 마이크로브리지 구조들로서 강유전체 재료를 제조하는 것은 실리콘 판독 웨이퍼가 마이크로브리지 소자와 강유전체 재료에 직접 접속되는 장치 구성들을 제조하는 것이 가능한 온도보다 더 높은 온도에서 실행된다. 이 공지된 장치 구성들에 대해서, 이 온도 제한은 통상 450℃와 550℃ 사이이다. 검출기 성능이 강유전체 재료의 침착 또는 어닐링 온도에 의해 증가하기 때문에, 보다 높은 온도에서 강유전체의 침착 또는 어닐링을 실행하면 검출기 성능은 향상되게 된다. 훨씬 높은 온도(예를 들면 700℃ 내지 900℃)에서는 성능이 향상된 장치가 얻어진다. 본 발명에서는 이러한 보다 높은 제조 온도들이 사용될 수 있고, 그러므로 보다 높은 성능의 강유전체 열 검출기 어레이들이 제조될 수 있다는 이점이 있다.

마이크로브리지 구조들(3)로서 강유전체 재료(2)를 제조하는 처리는 강유전체 재료의 침착에 의해 바람직하게는 500℃보다 큰 온도에서, 또는 보다 바람직하게는 예를 들면 700℃보다 훨씬 높은 온도에서 달성될 수 있다. 대안적으로, 제조 처리는 처음에 마이크로브리지 구조상에 재료를 침착하고 그 다음에 재료를 어닐링하는 단계를 포함할 수 있으며, 그 경우에 침착 처리는 더 낮은, 보다 실용적인 온도에서 실행될 수 있으며, 어닐링은 요구된 검출기 성능을 달성하기 위해 더 높은 온도에서 실행될 수 있다. 검출기 소자들을 침착 또는 어닐링하는 처리들은 당업자에게 있어서 통상적인 것이다.

사용되고 있는 임의의 도전 및 절연 재료들을 포함하는 상호접속층(5), 그 공통 전극(6), 그 웨이퍼를 통한(through-wafer) 상호접속 재료들은 강유전체 재료들에 대해 높은 침착 또는 어닐링 온도들을 허용할 수 있도록 선택된다. 그러므로 재료들은 500℃를 초과하는 온도들을 견딜 수 있어야 하고, 700℃보다 높은 온도를 견딜 수 있는 것이 바람직하다. 본 명세서의 용도상, 필요로 하게 되는 침착 또는 어닐링 온도를 견딜 수 있는 재료는 침착 또는 어닐링 온도에서 용해되지 않고, 금가지 않고, 쪼개지지 않고, 얇은 층으로 갈라지지 않는 재료를 의미한다.

상호접속층(5)은 실리콘 웨이퍼 또는 예를 들면 내열(pyrex) 유리™ 또는 알루미나와 같은 열 팽창점이 실리콘과 유사한 유리 또는 세라믹 재료, 또는 상호접속 채널들(8)을 지지할 수 있는 임의의 다른 재료일 수 있고, 열 팽창 특성이 밑에 놓인 실리콘과 열적으로 부합되는 것이 바람직하다. 전형적으로, 상호접속 채널들(8)의 도전 재료(9)는 폴리실리콘일 수 있으며, 이는 통상적으로 기체 상태로부터 침착될 수 있다. 대안적으로, 도전 필라멘트는 기상 증착, 전기 도금 또는 화학도금된 금속들, 예를 들면 동, 금, 텅스텐 또는 니켈을 사용하여 형성될 수 있고 또는 알루미늄의 확산 채널로부터 형성될 수 있다. 전형적으로, 상호접속 채널들(8)의 유전체 재료(10)는 상호접속층 재료로부터 형성된 산화물 또는 질화물 층일 수 있고 또는 유전체 재료의 침착된 막일 수 있다.

강유전체 특성들을 향상시키는데 필요한 높은 온도에서 마이크로브리지 구조 어레이를 제조한 후에, 상호접속층(5)은 금속 패드들(12 및 14)을 적시는 솔더 본드들(13)을 경유하여 실리콘 판독 층(11)에 솔더 범프 본딩될 수 있다. 이는 솔더와 공지된 기술들을 사용하여 행해질 수 있다. 대안적으로, 금속 패드들(12 및 14) 사이의 접착은 접속될 표면들을 적합한 금속으로 코팅하여 콘택트에 냉간 용접을 하여 압력을 가함으로써 실행될 수 있다.

솔더 본딩에 사용된 온도에 의해 발생하는 스트레스와 손상을 피하기 위해, 바람직하게 상호접속 웨이퍼(5)의 재료의 요건은 열 팽창이 실리콘 판독 웨이퍼(11)와 근접하게 부합되는 것이다. 실리콘 자체 또는 내열 유리™를 포함하는 몇몇 유리들과 같은 재료들은 특히 실리콘의 열 팽창과의 차가 30% 미만으로 변하는 열 팽창을 갖는 것이 적합하다. 상술한 바와 같이, 실리콘 상호접속층(5)이 사용된다면, 상호접속층(5)의 재료 대부분으로부터 도전 채널들(9)을 전기적으로 절연하는 것이 바람직하다.

전형적으로, 상호접속층(5)은 0.1 내지 1㎜ 사이의 두께를 가질 수 있으며, 그 상면 및 하면상에서 실행될 처리 단계들에 대해 충분한 강도를 제공하도록 두께가 0.5㎜ 범위에 있는 것이 바람직하다. 전형적으로, 상호접속 채널들(8)의 지름은 10 내지 50㎛ 사이에 있을 수 있다.(도 1 및 2는 일정한 비율로 그려지지 않음)

대안적으로, 상호접속 채널들(8)을 상호접속층(5)을 통해 용이하게 형성하기 위해서, 층(5)은 주위를 둘러싸는 보다 두꺼운 지지 재료의 "픽처 프레임"내의 어레이의 소자들의 영역에(즉, 어레이의 마이크로브리지 구조들(3)의 영역에) 두께가 100 내지 200㎛ 범위로 얇아질 수 있다. 또한 이러한 층(5)은 마이크로브리지 구조들(3)의 어레이의 제조를 허용하기 위해 기계적으로 안정될 것이다.

다공성의 실리콘 기술[*예컨대 V. Lehmann, J. Electrochem. Soc., Vol. 143, No.1, pp. 385-390, January 1996*]은 실리콘 상호접속 웨이퍼(5)의 상호접속 채널들(8)을 에칭하는데 사용될 수 있다. 이 기술은 작은 직경의 폴들이나 채널들을 실리콘 웨이퍼들을 통해 큰 애스팩트(길이/직경)비들로 에칭할 수 있다. 이 기술을 사용하면, 실리콘 상호접속층(5)의 상호접속 채널들(8)의 실질적으로 규칙적인 어레이를 달성하는 것이 가능하다. 상호접속 채널들(8)의 벽들은, 예를 들어, 폴리실리콘 도전 재료(9)의 침착전에 산화될 수 있다. 상호접속 채널들(8)의 벽들의 산화와 폴리실리콘 도전 재료(9)의 침착은 마이크로일렉트로닉 제조에 사용된 통상적인 기술들이다. 대안적으로, 상호접속 채널들(8)은 플라스마에서 반응성 기체들을 사용하여 반응성 이온 에칭 기술로 실리콘 웨이퍼를 통해 규칙적인 어레이에 에칭될 수 있다.

도 2는 알루미나 상호접속층(5)을 포함하는 본 발명의 대안적인 실시예를 도시한다. 이전과 마찬가지로, 마이크로브리지 구조들(3)은 2개의 다리들(3a, 3b)을 갖도록 도시되어 있으며, 이는 2개의 전극층들(4) 사이에 샌드위치된 강유전체 재료(2)를 포함한다. 이 구성에서, 상호접속층(5)은 웨이퍼를 관통하는 접속부들이 필요로 하는 범위들을 제외하고(그늘진 마이크로채널들(18)), 전기 절연 재료(5a)로 씌워진 마이크로채널들(또는 마이크로포어(micropore)들)(17)의 어레이를 갖도록 도시된다. 이 영역들에서, 마이크로채널들(18)은 요구된 도전 수단을 형성하도록 전기도금, 화학도금 또는 다른 방법에 의해 금속으로 채워진다. 대안적으로, 금속으로 마이크로채널들 전부를 채우는 것이 더 편리할 수 있으며, 접속부를 제공할 필요가 없는 그 마이크로채널들은 전기 절연 재료(5a)로 씌워진다. 세라믹 또는 유리 재료로 만들어진 상호접속층들에 대해서, 도전 필라멘트를 대부분의 상호접속층 재료 자체로부터 절연시킬 필요는 없다.

알루미나 상호접속 웨이퍼가 사용되면, 전기화학의 양극 처리 기술들이 상호접속층(5)의 마이크로채널들(17, 18)을 형성하는데 사용될 수 있다(예컨대 *'Theoretical modelling of porous oxide growth on aluminium', M Saito et al, J. Phys. D: Appl. Phys. 25, pp 1258-1263, 1992*). 전기화학의 양극 처리가 사용되면, 상호접속층(5)에 형성된 마이크로채널들(17, 18)은 도 2에 도시된 바와 같이 통상 불규칙적이게 이격될 것이다. 이 경우에, 마이크로채널들(17, 18)의 간격이 규칙적이지 않거나, 마이크로채널들의 수가 마이크로브리지 구조들(3)의 수 및 검출기 소자들(2)의 수와 일치하지 않으면, 마이크로채널들의 그룹들은 총괄적으로 마이크로브리지 구조 전극들(7)의 위치들에 대응하는 위치들에 요구된 상호접속들을 형성하는데 사용될 수 있다. 접속부를 규칙적으로 이격된 마이크로브리지 구조들(3)에 제공하도록 마이크로채널들의 상호접속 그룹들은 실질적으로 규칙적으로 이격되는 것이 중요하다. 이는 층을 통과하는 상호접속부들이 필요한 곳을 제외하고 마이크로채널들(18)을 산화물(또는 전기적으로 절연 재료)(5a)로 채우거나 씌움으로써 달성될 수 있다. 표준 도금 기술들은 이러한 콘택트 영역들안에 채울 금속을 제공하는데 사용될 수 있다. 예컨대, 이 방법에서 알루미나 상호접속 웨이퍼(5)를 사용하면, 통상 직경이 60㎚에 이르는 균일한 마이크로 채널들은 통상 깊이가 100㎛의 범위로 형성될 수 있다.

유리 상호접속층이 사용되고, 어레이의 소자들의 영역에서 두께가 100 내지 200㎛ 범위로 얇아지게 되면, 유리는 마이크로브리지 구조들의 어레이의 제조를 허용할 수 있도록 기계적으로 안정될 것이다. 그러나, 검출기 소자들의 제조시 침착 또는 어닐링을 허용하는 온도는, 예컨대 600℃ 범위내의, 유리의 연화 온도로 제한된다. 알루미나와 같은 세라믹 막에는 훨씬 고온이 사용될 수 있을 것이다.

공통 전극(6) 및 상호접속 채널들의 형상 및 구조는 높은 표유 전기 용량이 장치 성능을 줄이기 때문에 실리콘 판독 웨이퍼에의 입력에 높은 표유 전기 용량을 지우지 않는다는 것이 중요하다. 강유전체 검출기 재료로부터 유도된 반응도는 장면으로부터 적외선 방사 영상을 흡수할 때 그 다음 증폭기(도시되지 않음)에의 입력에서 검출기 소자 용량과 표유 용량의 합에 반비례한다. 그러므로, 검출기 소자 용량과 비교하면 표유 용량은 작게 유지되어야 한다.

본 발명은 25㎛ 내지 100㎛의 범위에서 소자간(inter-element) 피치(즉, 검출기 소자들(2)의 간격)를 갖는 열 검출기 어레이들에 관한 것이다. 침착된 강유전체 재료(2)의 두께는 0.1㎛에서 1㎛까지 변한다. 검출기 소자들을 위해 사용되는 강유전체 재료들의 상대 유전율(permittivity)은 실제 재료와 그 작동 전기 바이어스 및 온도에 의해 300에서 5000까지 변할 것이다. 그러므로 소자 용량은 1pF에서 3nF까지의 범위일 수 있지만, 그 용량이 2 내지 50pF인 것이 바람직하다.

예컨대, 실리콘 상호접속 웨이퍼를 사용하면, 도 1에 도시된 바와 같이, 상호접속 채널들(8)은 상호접속층(5)을 통하여 20㎛ 정도의 두께의 채널들을 에칭하고, 수 미크론(micron)의 두께를 가진 산화물로 채널을 코딩하고, 전기도금된 금속의 중심 코아(9)로 채움으로써 형성될 수 있다. 이러한 상호접속 채널(8)은 실리콘의 두께 1㎜ 당 0.3pF 범위의 용량을 가진다. 이와 같이 ㎜의 두께를 갖는 상호접속층(5)은 원하는 바와 같이, 표유 용량(stray capacitance)이 검출기 소자 용량보다 훨씬 아래의 레벨로 유지되도록 보장할 것이다.

인접한 상호접속 코어들(9) 사이의 표유 용량으로 인한 소자들 사이에 교차 결합을 피하기 위해서, 적절한 도전율을 갖는 도체 또는 반도체 상호접속 웨이퍼(5)를 사용하여, 이것이 공통 전극(6)에 접속될 수 있게 하고 어레이 소자들에 대한 공통 접지를 형성할 수 있게 하는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 실리콘의 상호접속 웨이퍼는 필요한 도전율을 달성하기 위해 마이크로일렉트로닉 공학에 사용된 통상의 기술들에 의해 도핑될 수 있다.

도 3은 도 1에 도시된 어레이의 간략화된 단일 마이크로브리지 구조(3)의 확대 평면도를 도시한다. 2개의 다리들(3a, 3b)은 상부 전극층(4)의 양쪽에서 아래로 내려오며 그 아래는 검출기 소자(2)이며, 더 아래는 금속층(5)(층들(2 및 5)은 도 3에 도시되지 않음)들이며, 다리(3a)의 베이스는 상호접속층(5)의 앞면의 금속층(7)과 접촉한다. 콘택트가 다리(3a)의 베이스를 따라 임의의 점에서 만들어질 수 있다하더라도, 본 도면에서는 콘택트의 위치는 다리(3a)의 베이스의 중심에서 대략적으로 도시된다. 다리(3a)의 베이스와 금속층(7) 사이에 전극층(4)를 통한 적절한 콘택트를 만들기 위해서는 적어도 1㎛²의 콘택트 영역을 제공하기 위해 상호접속층(5)의 표면위에 적합한 금속이 필요하다. 이 도면에서, 상호접속 채널의 도전 채널(9)은 지면의 안쪽을 향하고 있다. 도 3에 도시된 구조의 형상은 소자에서 상호접속 웨이퍼로 가장 낮은 열 전도를 제공할 것으로 예상되지 않으며 소자면 아래로 연장되는 가늘고, 긴 다리들을 갖거나 또는 아래가 구부러진 구조들이 바람직할 수 있으며, 이는 당업자들에게 공지되어 있다.

도 4 및 5는 혼합 열 검출기 장치(1)의 평면도들을 도시하며, 마이크로브리지 구조 방향이 상이한 2개의 다른 구성들을 도시한다. 명료하게 하기 위해, 마이크로브리지 구조들(3)과 그들의 구성요소들 전부에 번호를 매기지 않았으며 각 마이크로브리지와 상호접속층의 상세한 구조는 도시하지 않는다. 도 3에서, 마이크로브리지 구조들(3) 전부는 다리들(3a, 3b)과 동일한 방향을 가지며 따라서 금속 콘택트들(6, 7)(도 1에 도시함)이 규칙적으로 이격된다. 이 방향은 도 1 및 2에 도시된 바와 같이, 규칙적으로 이격된 상호접속 채널들(8)을 갖는 상호접속층(5)과 양립할 수 있다.

상호접속층(5)을 통하여 형성된 채널들의 직경이 상호접속 채널 피치의 대부분을 변화시킬 수 있기 때문에, 1개보다 많은 필라멘트 도전체가 개별 도전체 필라멘트들 사이에 전기 접속부가 없는 개별적인 상호접속 채널(8)에 확립될 수 있다. 그러므로 도 5에 도시된 구성에서, 예를 들어 4개의 인접한 마이크로브리지 구조들(3)의 다리(3a)위의 콘택트들이 매우 근접하도록 마이크로브리지 구조들(3)이 배열되고, 이에 의해 상호접속층(5)의 표면의 전극 형상이 간략화되게 된다. 그러나, 이와 같은 형상은, ROIC의 인터페이싱(interfacing)에 솔더 또는 범프 본딩하기 위해 보다 근접하게 채워진(pack) 형상을 포함한다.

상호접속층의 표면위에 마이크로브리지 구조들(3)의 배열들은 도 4 및 5의 예에 도시된 바와 같이 특정 형상으로 한정되지 않는다.

산업상 이용 가능성

상기 열 검출기 장치(1)는 높은 제조 온도를 사용하여 마이크로브리지 구조상에 검출기 소자들을 침착 또는 어닐링할 수 있고 그러므로 높은 성능의 강유전체 또는 마이크로볼로미터 열 검출기 어레이가 제조될 수 있다는 이점이 있다. 따라서 장치를 제조하는 방법은 실리콘 처리 기술들과 용이하게 양립될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

열 검출기 장치(1)를 제조하는 방법에 있어서,

(ⅰ) 앞면과 뒷면을 갖는, 상호접속층(5)을 제공하는 단계로서, 상기 상호접속층(5)은 상기 앞면과 뒷면 사이에 다수의 상호접속 채널들(8)을 포함하는 웨이퍼인, 상기 상호접속층(5)을 제공하는 단계와,

(ⅱ) 상기 상호접속층(5)상에 마이크로브리지 구조들(3)의 어레이로서 열 검출기 소자들(2)의 어레이를 제조하는 단계로서, 각 마이크로브리지 구조(3)는 공통 콘택트(6)와 출력 콘택트(7)를 포함하고, 각각의 공통 콘택트들은 각각의 다른 공통 콘택트들과 전기적으로 접촉하고, 각각의 상호접속 채널(5)은 마이크로브리지 구조들(3) 중 하나의 출력 콘택트(7)와 접촉하는, 상기 열 검출기 소자들(2)의 어레이를 제조하는 단계와,

(ⅲ) 그 다음에 상기 마이크로브리지 구조들(3)이 판독 실리콘 집적 회로와 전기적으로 접촉하지만 판독 실리콘 집적 회로로부터 분리되도록 상호접속층(5)의 뒷면에서 상기 상호접속 채널들(8)을 판독 실리콘 집적 회로에 접착시키는 단계를 특징으로 하는, 열 검출기 장치 제조 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로브리지 구조들(3)의 일부로서 적어도 하나의 추가적인 지지층을 제조하는 단계를 더 포함하는, 열 검출기 장치 제조 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 상호접속 채널들(8)은 반응성 이온 에칭 기술에 의해 형성되는, 열 검출기 장치 제조 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 열 검출기 소자들(2)은 침착 처리에 의해 마이크로브리지 구조들(3)로서 제조되는, 열 검출기 장치 제조 방법.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 열 검출기 소자들(2)의 어레이의 제조는 상기 열 검출기 소자들(2)을 어닐링하는 단계를 포함하는, 열 검출기 장치 제조 방법.

청구항 6.

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

열 검출기 소자들(2)의 침착 또는 어닐링 중 적어도 하나는 적어도 500℃의 온도에서 실행되는, 열 검출기 장치 제조 방법.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

열 검출기 소자들(2)의 침착 처리 또는 어닐링 중 적어도 하나는 적어도 700℃의 온도에서 실행되는, 열 검출기 장치 제조 방법.

청구항 8.

열 검출기 장치(1)에 있어서,

적외선 방사를 검출하고 출력 검출기 신호들을 생성하기 위한 열 검출기 소자들(2)의 어레이와,

상기 검출기 소자들(2)을 지지하는 마이크로브리지 구조들(3)의 어레이로서, 각 마이크로브리지 구조는 공통 콘택트(6)와 출력 콘택트(7)를 포함하고, 상기 각각의 공통 콘택트들은 각각의 다른 공통 콘택트들과 전기적으로 접촉하는, 상기 마이크로브리지 구조들(3)의 어레이와,

다수의 입력 콘택트들(14)을 가지며 출력 검출기 신호들을 처리하기 위한 판독 집적 회로와,

앞면과 뒷면을 가지며, 판독 집적 회로로부터 마이크로브리지 구조들(3)의 어레이를 열적으로 고립시키고, 상기 앞면과 뒷면 사이에 다수의 상호접속 채널들(8)을 포함하는 상호접속층(5)으로서, 상기 상호접속 채널들(8)은 상기 마이크로브리지 구조들(3)이 판독 실리콘 집적 회로와 전기적으로 접촉하지만 판독 실리콘 집적 회로로부터 분리되도록, 각각의 마이크로브리지 구조들(3)의 출력 콘택트(7)와 상기 판독 집적 회로상에 관련된 입력 콘택트(14) 사이에 전기적 접속부를 제공하는, 상기 상호접속층(5)을 포함하며,

상기 상호접속층(5)은 마이크로브리지 구조들을 제조하는 동안 마이크로브리지 구조들(3)의 어레이를 지지하는 웨이퍼이고, 상기 판독 집적 회로의 상기 입력 콘택트들(14)은 상기 출력 콘택트들(7)과 실질적으로 수직으로 정렬되는 것을 특징으로 하는, 열 검출기 장치.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

각 마이크로브리지 구조(3)는 또한 상기 검출기 소자들외에 추가적인 지지층들을 포함하는, 열 검출기 장치(1).

청구항 10.

제 8 항에 있어서,

상기 검출기 소자들(2)은 강유전체 재료로 이루어진, 열 검출기 장치(1).

청구항 11.

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 상호접속층(5)은 실리콘, 유리 또는 세라믹 재료 중 임의의 하나인, 열 검출기 장치(1).

청구항 12.

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 상호접속층(5)은 도체 또는 반도체 재료인, 열 검출기 장치(1).

청구항 13.

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 상호접속 채널들(8)은 각각 도전 재료(9)의 채널을 포함하는, 열 검출기 소자(1).

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 도전 재료(9)는 폴리실리콘인, 열 검출기 장치(1).

청구항 15.

제 13 항에 있어서,

상기 도전 재료(9)는 전기도금 또는 화학도금 금속인, 열 검출기 장치(1).

청구항 16.

제 13 항에 있어서,

상기 도전 재료는 기상 증착된(vapour deposited) 금속인, 열 검출기 장치(1).

청구항 17.

제 13 항에 있어서,

각 상호접속 채널(8)은 상기 상호접속층 재료로부터 도전 재료(9)를 전기적으로 절연하기 위한 유전체 재료(10)의 채널을 더 포함하는, 열 검출기 장치(1).

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 유전체 재료는 상기 상호접속층 재료로부터 형성된 산화물 또는 질화물 층인, 열 검출기 장치(1).

청구항 19.

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

각각의 검출기 소자들(2)은 1피코패러드와 1나노패러드사이의 전기 용량을 갖는, 열 검출기 장치(1).

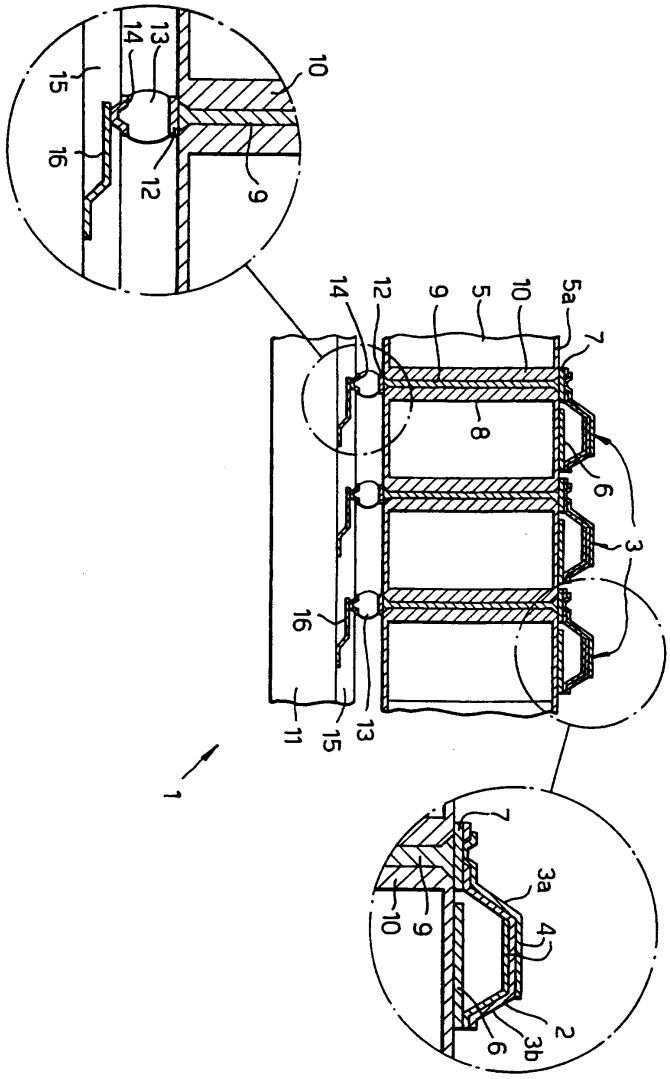
청구항 20.

제 19 항에 있어서,

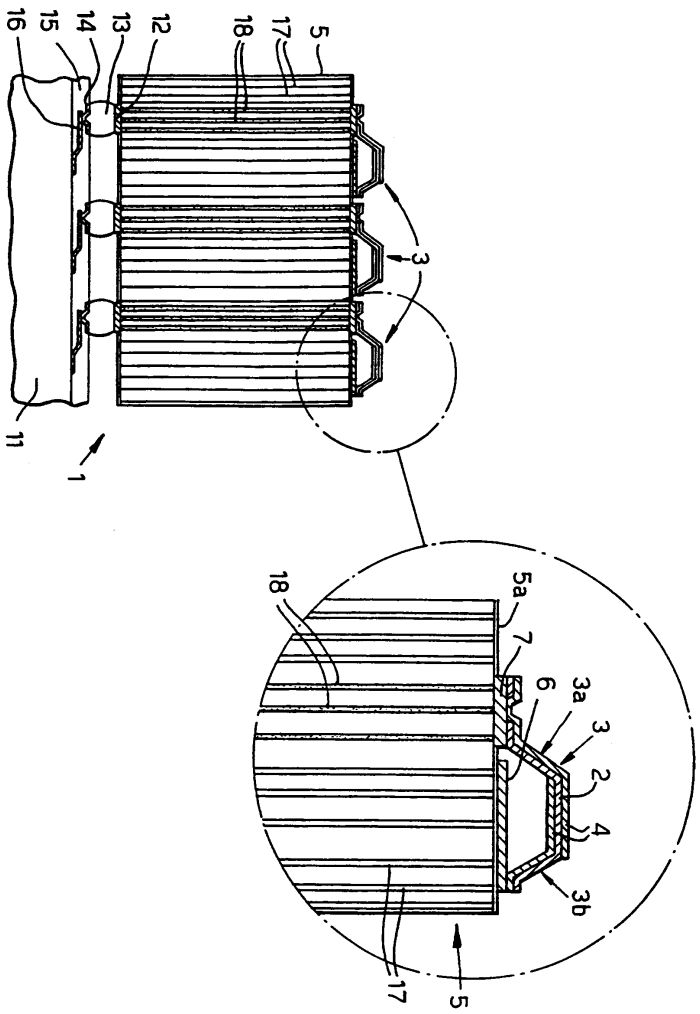
각각의 상호접속 채널(8)의 상기 전기 용량은 각 강유전체 검출기 소자(2)의 전기 용량의 적어도 10분의 1보다 적은, 열 검출기 장치(1).

도면

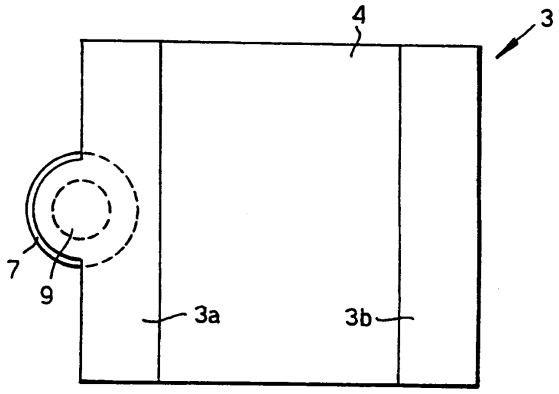
도면1



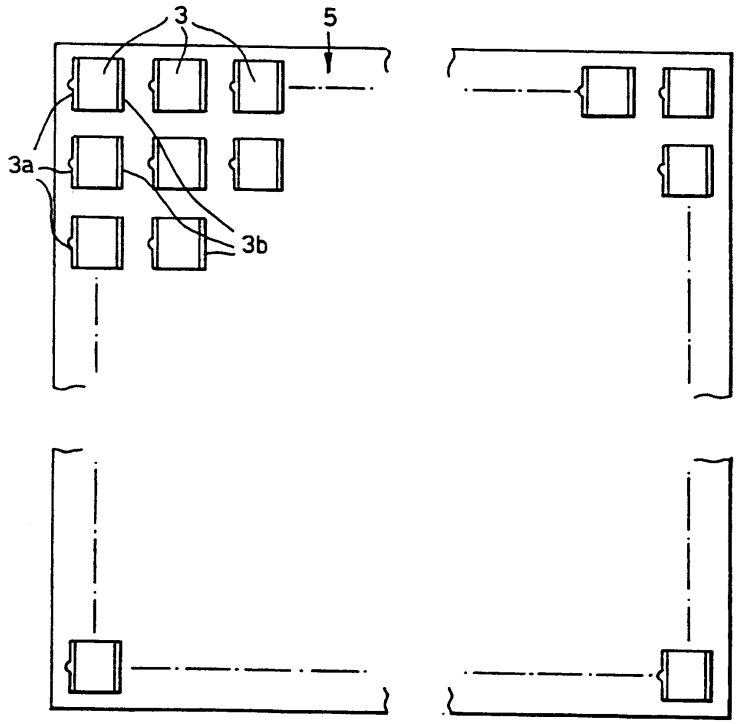
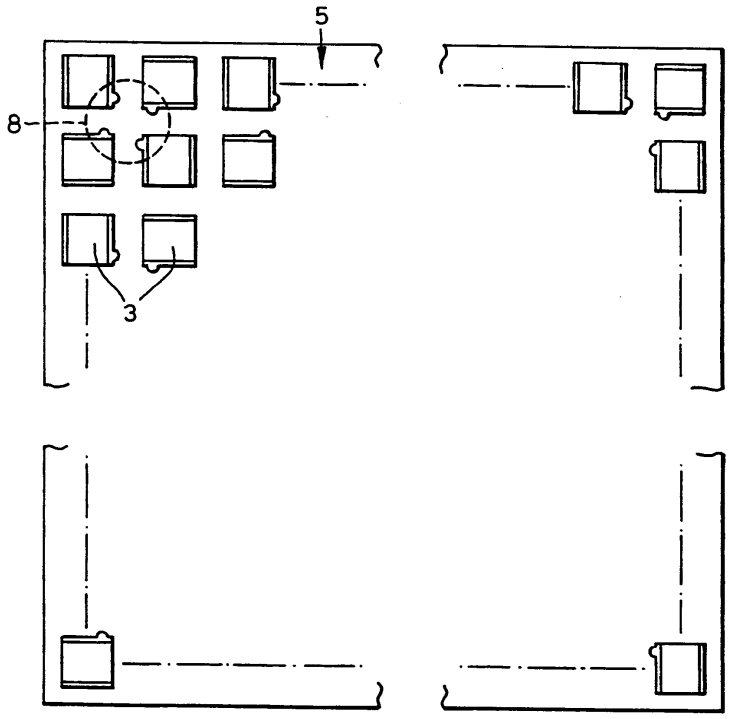
도면2



도면3



도면4



도면5