

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/66 (2006.01)		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년08월17일 10-0613170 2006년08월09일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2004-0081309 2004년10월12일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0032378 2006년04월17일
(73) 특허권자	삼성전자주식회사 경기도 수원시 영통구 매탄동 416		
(72) 발명자	임운혁 경기 용인시 기흥읍 서천리 현대아파트 104동 1905호 강석채 경기 용인시 풍덕천2동 삼성5차아파트 516동 602호 이희석 경기 수원시 영통구 영통동 벽적골8단지아파트 802동 804호		
(74) 대리인	윤동열		
(56) 선행기술조사문헌	12097990 * 16184186 *		
* 심사관에 의하여 인용된 문헌			

심사관 : 맹성재

(54) 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치, 반도체 패키지 및 냉각 시스템

요약

본 발명은 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치, 반도체 패키지 및 냉각 시스템에 관한 것으로, 본 발명의 바람직한 실시 형태로서, 반도체 소자와; 상기 반도체 소자의 표면에 균일하게 형성된 다수개의 온도 센서와, 각각의 상기 온도 센서를 어드레스 방식으로 선택하여 선택된 상기 온도 센서에서만 페루프를 형성시켜 출력 신호를 출력시키는 매트릭스 스위치와; 상기 매트릭스 스위치에 의해 선택된 특정의 온도 센서에서 출력된 상기 출력 신호를 전송받아 상기 온도 센서 위치의 온도를 산출하는 계측기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치를 제공한다. 아울러 본 발명에 따른 온도 측정 장치의 온도 감지부를 갖는 반도체 패키지와 냉각 시스템을 제공한다.

대표도

도 3

색인어

온도, 핫 스팟, 매트릭스, 냉각, 열전대

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 반도체 소자에 형성된 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치를 보여주는 블록도이다.

도 2는 웨이퍼에 본 발명의 실시예에 따른 온도 측정 장치의 온도 센서가 형성된 상태를 보여주는 개략적인 평면도이다.

도 3은 도 2의 웨이퍼에 형성된 온도 센서를 보여주는 단면도이다.

도 4는 도 2의 "A" 부분을 확대하여 보여주는 회로도이다.

도 5는 본 발명의 제 1 활용예로서, 온도 감지부가 형성된 반도체 칩이 실장된 반도체 패키지의 냉각 시스템을 보여주는 블록도이다.

도 6은 본 발명의 제 2 활용예로서, 온도 감지부가 형성된 반도체 칩이 실장된 반도체 패키지의 냉각 시스템을 보여주는 블록도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 설명 *

10 : 온도 센서 20 : 매트릭스 스위치

22 : 행 스위치 24 : 열 스위치

26 : 행 어드레스 라인 28 : 열 어드레스 라인

30 : 시그널 포스트 프로세싱부 40 : 전송기

50 : 계측기 60 : 제어기

70 : 냉온 수단 80 : 반도체 소자

81 : 온도 감지부 82 : 웨이퍼

100 : 온도 측정 장치 184, 284 : 반도체 칩

186, 286 : 반도체 패키지 200, 300 : 냉각 시스템

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 반도체 소자의 국소적인 영역의 표면 온도 분포까지 정확하게 측정할 수 있는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치, 반도체 패키지 및 냉각 시스템에 관한 것이다.

반도체 패키지가 점차 고성능화되면서 급속도로 작동 전원(operating power)도 증가하고 있다. 반도체 패키지의 작동 전원의 증가는 고열 발생을 불러오게 되는데, 고열은 반도체 패키지의 제품 특성을 떨어뜨리는 요인으로 작용한다.

따라서 고열이 발생하는 마이크로 프로세서, 메모리 및 기타 전력소자의 경우, 반도체 칩이 동작하면서 발생하는 열을 효과적으로 외부로 방출시킬 수 있는 방열 설계가 이루어진다. 예컨대 반도체 패키지에 히트 싱크를 부착하거나 반도체 패키지가 설치되는 환경에 송풍기를 설치하는 것이 일반적이다.

이와 같은 반도체 패키지의 방열 설계를 하기 위해서는 무엇보다 반도체 칩의 표면의 온도 분포가 어떻게 이루어 졌는지를 정확히 측정할 필요가 있다. 하지만 종래에는 반도체 칩의 표면의 온도 분포와는 무관하게 히트 싱크를 부착하고 송풍기를 구동시켰다. 특히 마이크로 프로세서와 같은 반도체 장치의 경우, 내장된 반도체 칩의 국소적인 영역에서 다량의 열이 발생하는 핫 스팟(hot spot)이 이슈화되고 있지만, 종래와 같이 히트 싱크를 부착하거나 송풍기를 구동하는 것만으로는 핫 스팟이 발생된 영역을 효과적으로 냉각시킬 수 없었다.

한편 웨이퍼를 이용한 반도체 제조 공정에 있어서, 웨이퍼의 온도는 재료 표면 구조의 특성, 박막의 증착, 식각 등에 큰 영향을 주는 변수이다. 제조 공정을 안정적으로 제어하기 위해서는 웨이퍼의 온도 뿐만 아니라 온도의 균일성(uniformity)도 매우 중요하다.

현재 대부분의 반도체 업계는 프로세서 챔버 안의 온도가 균일한지를 알아내기 위해서 간접적인 온도 측정 방법을 활용하고 있다. 만약 웨이퍼의 온도를 직접 측정한다면, 온도를 균일하게 최적의 조건으로 제어할 수 있어 반도체 칩의 수율을 크게 향상시킬 것이다. 간접적인 온도 측정 방법은 특정의 반도체 제조 공정이 완료된 후 박막의 특성이나 전기적인 특성의 변화를 이용하여 웨이퍼의 온도를 측정하는 방법이다. 이 방법은 공정이 끝난 뒤 웨이퍼의 최고 온도 정도만 예측할 수 있을 뿐, 실질적으로 필요한 공정 중의 웨이퍼 온도는 알 수 없는 단점을 갖고 있다.

이와 같은 문제점을 극복하기 위해서 프로세스 챔버 안에 투입된 웨이퍼의 온도를 직접 측정할 수 있는 장치가, 일본공개특허 평10-62263호(1998.03.06), 미국등록특허 제5,969,639호(1999.10.19), 한국공개특허공보 제2004-3539호(2004.01.13)에 개시되어 있다.

즉 웨이퍼 표면에 열전대(thermocouple), 서미스터(thermistor) 또는 저항온도검출기(Resistive Thermal Detector; RTD)를 형성하여 웨이퍼 표면의 온도를 측정하는 장치가 개시되어 있다. 특히 열전대는 2종의 다른 금속으로 고리형의 폐회로를 구성한 후, 폐회로의 2조의 금속이 접촉하여 형성된 2개의 접점중 한쪽 접점을 고온에 연결하고 다른 쪽 접점을 저온에 연결하면 폐회로를 구성하는 금속의 종류와 두 접점의 온도차에 따라 기전력이 발생하는 제베크 효과(seebeck Effect)이 이용한 온도 센서이다. 열전대는 2조의 금속이 접촉하여 형성된 한쪽 접점을 온도를 측정하고자 하는 영역에 직접 접촉시키고, 2종의 금속이 접촉하지 않는 상태로 개방된 다른 한쪽 끝단 각각을 데이터 어퀴지션 시스템(Data Acquisition system)에 연결하면 기전력 신호를 이용하여 측정하고자 하는 영역의 온도를 측정할 수 있다.

일본공개특허의 경우 웨이퍼상에 측온부로서 다수개의 Cu 배선을 평행하게 형성하고, Cu 배선에 대해서 직교하게 다수개의 Cu-Ni 배선을 평행하게 형성한다. 그리고 Cu 배선과 Cu-Ni 배선의 일단은 변환 스위치를 통하여 전압계에 연결된다. 따라서 변환 스위치의 연결에 의해 특정의 Cu 배선과 Cu-Ni 배선이 교차하는 접점에서 발생하는 열기전력의 전위차를 전압계에서 측정함으로써, 웨이퍼의 표면 온도를 측정할 수 있다. Cu 배선과 Cu-Ni 배선의 접점이 하나의 열전대를 형성한다.

이때 변환 스위치의 연결에 의해 특정의 Cu 배선과 Cu-Ni 배선의 접점에서만 폐회로가 형성되어야만 특정의 Cu 배선과 Cu-Ni 배선의 접점의 온도를 정확하게 측정할 수 있다. 그런데 웨이퍼 상에 형성된 접점은 모두 Cu 배선과 Cu-Ni 배선에 의해 전기적으로 연결된 구조를 갖기 때문에, 특정의 Cu 배선과 Cu-Ni 배선의 접점을 비롯하여 그에 이웃하는 접점들의 영향으로 측정된 온도가 정확하지 못한 문제점을 안고 있다.

미국등록특허의 경우 웨이퍼 표면에 다수개의 열전대, 서미스터 또는 저항온도검출기와 같은 온도 센서를 하드 와이어(hard-wire)를 이용해 붙여 웨이퍼 표면을 온도를 직접 측정하는 장치가 개시되어 있다.

그런데 이와 같은 온도 측정 장치는 온도 센서의 수가 늘어날수록 하드 와이어의 연결이 복잡해지고, 하드 와이어가 끊어질 염려가 있다. 더욱이 웨이퍼 표면 전체를 하드 와이어로 연결하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에, 웨이퍼 표면 전체의 온도를 정밀하게 측정할 수 없고, 반도체 칩 단위로 적용하는 것은 불가능하다. 그리고 웨이퍼 표면에 연결된 하드 와이어 자체가 콜드 핑거(cold finger)의 역할을 하여 온도가 실제보다 낮게 측정될 수 있다.

한국공개특허의 경우 열전대를 구성하는 제1금속과 제2금속의 2종의 금속을 실리콘웨이퍼 상에 박막으로 형성하여 미소 영역의 온도를 측정하기 위한 미소 온도 센서가 개시되어 있다. 이때 미소 온도 센서는 제1금속과 제2금속의 각각의 한쪽

끝단이 서로 접촉하여 형성된 접점과, 접점과 연결된 제1금속과 제2금속의 각각의 다른 쪽 끝단은 서로 접촉하지 않고 개방된 채로 기판 외부의 배선을 연결할 수 있도록 형성된 배선부를 포함한다. 따라서 접점으로 연결된 열전대의 제1금속과 제2금속의 배선부를 연결하여 페루프를 형성함으로써 접점의 온도를 직접 측정할 수 있다.

한국공개특허의 경우 일본공개특허와 비교하여 열전대가 독립적으로 형성되기 때문에, 열전대의 접점의 온도를 정확하게 측정할 수 있는 장점을 갖고 있다.

하지만 열전대를 형성하는 제1금속 및 제 2금속이 접점을 제외하고는 모두 접촉하지 않도록 배선부를 형성해야 하기 때문에, 복잡한 배선을 필요로 한다. 복잡한 배선부로 인하여 접점을 형성할 수 있는 위치와 면적에 한계가 있다. 즉, 접점이 차지하는 영역에 비해서 상대적으로 배선부가 차지하는 영역이 크고, 복잡한 배선부로 인하여 웨이퍼 표면 전체의 온도를 정밀하게 측정할 수 없고, 반도체 칩 단위로 적용하는 데도 한계가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 제 1 목적은 반도체 소자 표면 전체의 온도를 정밀하게 측정할 수 있도록 하는 데 있다.

본 발명의 제 2 목적은 반도체 소자 표면에 복잡한 배선을 형성하지 않고도 온도를 효율적으로 측정할 수 있도록 하는 데 있다.

본 발명의 제 3 목적은 온도 센서를 반도체 칩 단위로 적용할 수 있도록 하는 데 있다.

본 발명의 제 4 목적은 반도체 칩의 표면 온도에 대한 정보를 활용한 반도체 패키지 냉각 시스템을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 반도체 소자의 표면 전체에 온도 센서를 균일하게 형성하고, 각각의 온도 센서를 어드레스 방식으로 선택하여 선택된 온도 센서에서만 페루프를 형성하여 출력 신호를 출력시키는 매트릭스 스위치를 포함하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치를 제공한다.

본 발명의 바람직한 실시 형태로서, 반도체 소자와; 상기 반도체 소자의 표면에 균일하게 형성된 다수개의 온도 센서와, 각각의 상기 온도 센서를 어드레스 방식으로 선택하여 선택된 상기 온도 센서에서만 페루프를 형성시켜 출력 신호를 출력시키는 매트릭스 스위치와; 상기 매트릭스 스위치에 의해 선택된 특정의 온도 센서에서 출력된 상기 출력 신호를 전송받아 상기 온도 센서 위치의 온도를 산출하는 계측기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치를 제공한다.

본 발명에 따른 온도 센서는 반도체 소자 표면에 형성되며 접속단을 가지며 접지된 제 1 금속 배선과, 제 1 금속 배선 위에 형성되며 접속단의 상단이 노출되게 형성된 절연층과, 절연층 위에 형성되며 제 1 금속 배선의 접속단에 한쪽 끝단이 접속되고 다른쪽 끝단은 매트릭스 스위치에 연결되며, 매트릭스 스위치에 의해 개폐되는 제 2 금속 배선을 포함한다.

본 발명에 따른 매트릭스 스위치는 행 어드레스 라인에 위치하는 온도 센서들에 각기 형성되어 있으며, 행 어드레스 신호에 의해 일괄적으로 개폐되는 행 스위치들과, 열 어드레스 신호에 의해 개폐되며, 행 어드레스 신호가 입력된 온도 센서들 중에서 열 어드레스 신호가 입력되는 열 위치의 온도 센서의 출력 신호를 출력시키는 열 스위치들을 포함한다.

본 발명에 따른 온도 측정 장치는, 반도체 소자에 형성되며, 매트릭스 스위치에 의해 선택된 특정의 온도 센서에서 발생된 출력 신호를 계측기가 인식할 수 있는 출력 신호로 변환시키는 시그널 포스트 프로세싱부를 더 포함한다. 이때 시그널 포스트 프로세싱부는 온도 센서에서 전송된 신호에서 노이즈를 제거하는 필터와, 필터를 통과한 신호를 증폭하는 증폭기와, 증폭기를 통과한 신호를 디지털 신호로 변환시키는 아날로그 디지털 변환기와, 디지털 신호를 계측기로 전송할 때 일어나는 시간의 차이나 신호의 흐름 속도의 차이를 보상하는 버퍼를 포함한다.

본 발명에 따른 온도 측정 장치는, 시그널 포스트 프로세싱부에 의해 변환된 출력 신호를 계측기로 전송하는 전송기를 더 포함한다. 이때 전송기는 유무선 통신망을 통하여 시그널 포스트 프로세싱부에 의해 변환된 출력 신호를 계측기로 전송한다.

본 발명에 따른 계측기는 데이터 어퀴지션 시스템으로, 반도체 소자의 내부 또는 외부에 설치될 수 있다.

본 발명에 따른 반도체 소자는 반도체 칩 또는 웨이퍼일 수 있다.

본 발명은 전술된 온도 측정 장치의 온도 감지부를 갖는 반도체 패키지를 제공한다. 즉, 표면에 온도 감지부가 형성된 반도체 칩과; 상기 반도체 칩과 전기적으로 연결되며, 상기 온도 감지부에서 출력된 출력 신호를 외부로 인출하는 온도출력단자를 포함하는 외부접속단자;를 포함하며, 상기 온도 감지부는, 상기 반도체 칩의 표면에 균일하게 형성된 다수개의 온도 센서와; 각각의 상기 온도 센서를 어드레스 방식으로 선택하여 선택된 상기 온도 센서에서만 페루프를 형성시켜 출력 신호를 상기 온도출력단자로 출력시키는 매트릭스 스위치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 패키지를 제공한다.

본 발명은 또한 반도체 패키지의 냉각 시스템을 제공한다. 즉, 전술된 반도체 패키지와; 상기 매트릭스 스위치에 의해 선택된 특정의 온도 센서에서 출력된 상기 출력 신호를 전송받아 상기 온도 센서 위치의 온도를 산출하는 계측기와; 상기 계측기에서 산출한 반도체 칩의 표면 온도에 따른 정보를 전송받아 상기 반도체 칩의 특정 영역의 표면온도가 임계온도를 벗어난 경우, 상기 특정 영역을 슬립 모드로 변환시켜 냉각시키는 제어기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 패키지의 냉각 시스템을 제공한다.

그리고 본 발명에 따른 냉각 시스템은 제어기로부터 신호를 전송받아 반도체 패키지를 냉각시키는 냉각 수단을 더 포함할 수 있다.

이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 반도체 소자(80)에 형성된 매트릭스 스위치(20)를 이용한 온도 측정 장치(100)를 보여주는 블록도이다.

도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 매트릭스 스위치(20; matrix switch)를 이용한 온도 측정 장치(100)는 반도체 소자(80)와, 반도체 소자(80)의 표면에 형성되어 반도체 소자(80)의 표면의 온도 변화를 감지하는 온도 감지부(81)와, 온도 감지부(81)에서 출력된 출력 신호를 이용하여 반도체 소자(80)의 표면의 온도 변화를 산출하는 계측기(50)를 포함한다. 이때 반도체 소자(80)는 웨이퍼나 반도체 칩일 수 있으며, 그 외 고밀도 온도 측정이 필요한 소자(device)일 수도 있다.

특히 본 발명의 실시예에 따른 온도 감지부(81)는 반도체 소자(80)의 표면에 균일하게 형성된 다수개의 온도 센서(10)와, 각각의 온도 센서(10)를 어드레스 방식(address method)으로 선택하여 선택된 온도 센서(10)에서만 페루프를 형성시켜 출력 신호를 출력시키는 매트릭스 스위치(20)와, 매트릭스 스위치(20)에 의해 선택된 특정의 온도 센서(10)에서 발생된 출력 신호를 전송하는 전송기(40; signal transmitter)를 포함한다. 이때 계측기(50)는 전송기(40)에서 전송된 출력 신호를 이용하여 온도 센서(10) 위치의 표면 온도를 산출한다.

온도 감지부(81)는 매트릭스 스위치(20)에 의해 선택된 특정의 온도 센서(10)에서 발생된 출력 신호를 계측기(50)가 인식할 수 있는 출력 신호로 변환시키며, 변환된 출력 신호를 전송기(40)로 보내는 시그널 포스트 프로세싱부(30; signal post processing part)를 더 포함한다. 즉 온도 센서(10)에서 발생하는 열에 의한 기전력은 수mV의 매우 낮은 전압이기 때문에, 시그널 포스트 프로세싱부(30)는 온도 센서(10)에서 전송되는 미세한 출력 신호에서 노이즈(noise)를 걸러내고 계측기(50)가 인지할 수 있는 출력 신호로 변환시킨다. 즉 각각의 온도 센서(10)는 어드레스를 가지고 있으며, 측정하고자 하는 온도 센서(10)에 매트릭스 스위치(20)를 통하여 어드레스 신호가 입력되면 해당 어드레스의 온도 센서(10)에서 발생한 수 mV의 기전력(출력 신호)이 시그널 포스트 프로세싱부(30)로 전달된다.

시그널 포스트 프로세싱부(30)는 온도 센서(10)에서 전송된 출력 신호에서 노이즈를 제거하는 필터(31; filter)와, 필터(31)를 통과한 신호를 증폭하는 증폭기(32; amplifier)와, 증폭기(32)를 통과한 아날로그 형태의 출력 신호를 디지털 신호로 변환시키는 아날로그 디지털 변환기(33; Analog to Digital Converter; ADC)와, ADC(33)에 의해 변환된 디지털 신호를 계측기(50)로 전송할 때 일어나는 시간의 차이나 신호의 흐름 속도의 차이를 보상하는 버퍼(34; buffer)를 포함한다.

전송기(40)는 유무선 통신망(42)을 통하여 출력 신호를 계측기(50)로 전송한다.

그리고 계측기(50)는 데이터 어퀴지션 시스템으로서, 전송기(40)로부터 전송된 출력 신호로부터 온도를 산출한다. 계측기(50)에서 산출된 온도로부터 반도체 소자(80)의 표면의 전체적인 온도 분포와 더불어 특정 온도 센서(10) 위치의 온도도 쉽게 알 수 있다. 한편 본 발명의 실시예에서는 계측기(50)가 반도체 소자(80)의 외부에 설치된 예를 개시하였지만 반도체 소자(80)의 내부에 설치할 수도 있다.

한편 계측기(50)에서 산출된 반도체 소자(80)의 표면 온도에 대한 정보는 제어기(60)로 전송되며, 냉온 수단(70)을 가동하여 반도체 소자(80)의 제조 또는 가동에 필요한 적절한 온도로 조절할 수 있다. 예컨대, 반도체 소자(80)가 반도체 제조 공정의 프로세스 챔버에 투입되는 웨이퍼인 경우, 웨이퍼의 표면 온도가 균일하게 유지될 수 있도록 냉온 수단(70)을 가동시킬 수 있다. 반도체 소자(80)가 플립 칩 형태로 사용되거나 반도체 패키지에 내장된 반도체 칩인 경우, 냉온 수단(70) 중 냉각 수단만을 작동시켜 반도체 패키지의 열방출 효과를 극대화할 수 있다. 구체적인 설명은 후술하도록 하겠다.

또한 제어기(60)는 계측기(50)에서 전송하는 온도 정보를 가공하여 반도체 소자(80) 표면 전체의 온도 분포를 수치 또는 그래픽 형태로 제공할 수 있다. 그리고 이와 같이 가동된 정보는 디스플레이(display)를 통하여 육안으로 쉽게 확인할 수 있도록 할 수 있음은 물론이다.

본 발명에 따른 온도 감지부(81)에 대해서 도 2 내지 도 4를 참조하여 구체적으로 설명하겠다. 여기서 도 2는 웨이퍼(82)에 본 발명의 실시예에 따른 온도 측정 장치의 온도 센서(10)가 형성된 상태를 보여주는 개략적인 평면도이다. 도 3은 도 2의 웨이퍼(82)에 형성된 온도 센서(10)를 보여주는 단면도이다. 그리고 도 4는 도 2의 "A" 부분을 확대하여 보여주는 회로도이다. 한편 본 발명에 따른 온도 감지부(81)는 웨이퍼(82)와 반도체 칩의 표면에 동일한 구조로 구현이 가능하며, 도 2 내지 도 4에서는 온도 감지부(81)가 웨이퍼(82)에 형성된 상태를 도시하고 있다.

온도 센서들(10)은 웨이퍼(82) 표면에 행과 열을 맞추어 격자 배열되며, 반도체 제조 공정을 이용하여 고밀도로 형성할 수 있다. 각각의 온도 센서(10)는 웨이퍼(82) 표면에 형성되며 접속단(13)을 가지며 접지된 제 1 금속 배선(12)과, 제 1 금속 배선(12) 위에 형성되며 접속단(13)의 상단이 노출되게 형성된 절연층(14)과, 절연층(14) 위에 형성되어 제 1 금속 배선의 접속단(13)에 한쪽 끝단이 접합된 제 2 금속 배선(16)을 포함한다. 이때 제 2 금속 배선(16)의 한쪽 끝단은 제 1 금속 배선의 접속단(13)에 접합되어 접점(15)을 이루고, 다른쪽 끝단은 매트릭스 스위치(20)를 통하여 시그널 포스트 프로세싱부(30)에 연결되며, 제 2 금속 배선(16)은 매트릭스 스위치(20)에 의해 개폐된다. 그리고 제 1 제 2 금속 배선(12, 16)은 스퍼터링 방법으로 형성될 수 있으며, 절연층(14)은 화학적 기상 증착 방법으로 형성될 수 있다.

한편 온도 센서(10)는 제베크 효과를 이용한 열전대로서, 제 1 및 제 2 금속 배선의 접점(15)에서의 온도 변화에 따른 기전력을 측정하여 접점(15)이 형성된 부분의 표면 온도를 측정할 수 있다. 이때 제 1 금속 배선(12)과 제 2 금속 배선(16)은 서로 다른 금속 소재를 사용한다. 온도 센서(10)의 제 1 금속 배선(12)/제 2 금속 배선(16)으로는 제베크 계수(Seebeck Coefficient)의 차가 큰 2종의 금속을 선택하는 것이 바람직하다. 예컨대 온도 센서(10)를 K타입인 알루멜(Alumel)과 크로멜(Chromel)의 2종의 금속으로 구성하거나, T타입인 콘스탄탄(Constantan)과 구리(Copper)의 2종의 금속으로 구성될 수 있다.

매트릭스 스위치(20)는 각각의 온도 센서(10)를 어드레스 방식으로 선택할 수 있도록 온도 센서들(10)의 배열에 대응되게 행 어드레스 라인(26; row address line)과 열 어드레스 라인(28; column address line)에 연결된 행 스위치들(22)과 열 스위치들(24)을 포함한다. 행 스위치(22)는 행 어드레스 라인(26)에 위치하는 온도 센서들(10)에 각기 형성되어 있으며, 행 어드레스 신호(26)에 의해 일괄적으로 개폐된다. 열 스위치(24)는 열 어드레스 신호에 의해 개폐되며, 행 어드레스 신호가 입력된 온도 센서들(10) 중에서 열 어드레스 신호가 입력되는 열 위치의 온도 센서(10)의 출력 신호를 시그널 포스트 프로세싱부(30)로 출력시킨다. 즉, 행 및 열 스위치(22, 24)의 교차하는 지점에 있는 온도 센서의 접점(15)의 출력 신호를 시그널 포스트 프로세싱부(30)로 출력시킨다.

예컨대, 도 3에 도시된 바와 같이, 제1행 어드레스 라인(26a)과 제2열 어드레스 라인(28b)에 어드레스 신호가 입력된 경우, 제1행 어드레스 신호(R1)에 의해 제1행에 위치하는 제1행 스위치(22)가 모두 켜진다. 아울러 제2열 어드레스 신호(C2)에 의해 제2열 스위치(24a)만 켜지기 때문에, 제1행의 온도 센서(TS_{11} , TS_{12} , TS_{13}) 중에서 2열에 위치하는 온도 센서(TS_{12})만 선택적으로 연결되어 제 1 및 제 2 금속 배선(12a, 16a)의 양단이 페루프를 형성한다. 따라서 1행2열에 위치하는 온도 센서(TS_{12})의 접점(15a)에서 발생된 열에 의한 기전력이 시그널 포스트 프로세싱부(30)로 전송된다.

이때 1행의 온도 센서(TS_{11} , TS_{12} , TS_{13})에 연결된 제1행 스위치(22)가 모두 켜지기는 하지만, 1행2열의 온도 센서(TS_{12})를 제외하고는 나머지 온도 센서들(TS_{11} , TS_{13})은 페루프를 형성하지 않기 때문에, 일본공개특허 평10-62263호에 비해서 1행2열의 온도 센서의 접점(15a)에서 발생된 온도를 정확하게 측정할 수 있다.

이와 같은 방식으로 나머지 각각의 온도 센서의 접점(15)에서 발생된 온도를 정확하게 측정할 수 있기 때문에, 웨이퍼(82) 표면의 전체적인 온도를 정확하게 측정할 수 있다. 더욱이 온도 센서들(10)이 반도체 제조 공정에 의해 웨이퍼(82) 표면에 고밀도로 형성되기 때문에, 웨이퍼(82) 표면의 온도를 아주 정밀하게 측정할 수 있다.

한편 이러한 어드레스 방식은 메모리 셀(memory cell)에 정보를 저장하거나 읽는 방식과 유사하며, 메모리와 다른 점은 캐패시터 대신에 온도 센서(10)가 있다는 점이다.

즉 웨이퍼(82) 표면을 온도를 측정하기 위해서, 한국공개특허공보 제2004-3539호에 개시된 바와 같이 웨이퍼 상에 복잡한 금속 배선을 형성하거나, 미국등록특허 제5,969,639호에 개시된 바와 같이 와이어링을 하지 않아도 웨이퍼(82) 표면에 고밀도로 배열/형성된 온도 센서(10)를 이용하여 웨이퍼(82) 표면의 온도를 측정할 수 있다.

따라서 프로세스 챔버에 투입된 웨이퍼(82)의 표면 온도를 공정을 진행하면서 직접 측정함으로써, 측정된 웨이퍼(82) 표면 온도에 따라서 프로세스 챔버 내의 온도를 조절할 수 있기 때문에, 웨이퍼(82)의 표면 온도를 균일하게 유지할 수 있다.

전술된 발명의 실시예에서는 반도체 소자의 표면 온도를 측정하는 데 주안점을 두고 설명하였지만, 이와 같이 측정된 반도체 소자 표면 온도 정보를 이용하여 반도체 패키지의 냉각 시스템을 효과적으로 구축할 수 있다.

도 5는 본 발명의 제 1 활용예로서, 온도 감지부(181)가 형성된 반도체 칩(184)이 실장된 반도체 패키지(186)의 냉각 시스템(200)을 보여주는 블록도이다. 도 5를 참조하면, 반도체 패키지(186)의 냉각 시스템(200)은 온도 감지부(181)가 형성된 반도체 칩(184)을 갖는 반도체 패키지(186)와, 계측기(150), 제어기(160) 및 냉각 수단(170)을 포함한다. 반도체 패키지(186)에 내장된 반도체 칩(184)에는 본 발명의 실시예에 개시된 바와 같이 반도체 칩(184)이 구동하면서 발생하는 반도체 칩(184) 표면의 온도를 측정하기 위한 온도 센서(110), 매트릭스 스위치(도시안됨), 시그널 포스트 프로세싱부(30)를 포함하는 온도 감지부(181)가 내설된다. 반도체 패키지(186)의 외부접속단자 중에서 시그널 포스트 프로세싱부(130)와 연결된 외부접속단자(187; 이하, 온도출력단자)는 계측기(150)와 연결된다. 계측기(150)는 시그널 포스트 프로세싱부(130)에서 전송된 신호를 제어기(160)로 전송하면, 제어기(160)는 반도체 칩(184)의 표면 온도에 따라서 냉각 수단(170)을 가동시켜 반도체 칩(184)의 표면을 냉각시킨다.

이때 냉각 수단(170)으로는 송풍기(fan)를 비롯하여 반도체 패키지(186)를 냉각할 수 있는 수단이라면 이에 한정되는 것은 아니다.

한편 반도체 칩에 따라서 특정 부분에서 고온이 발생하는 핫 스팟이 발생하는 경우가 있는데, 이 경우 반도체 패키지에 히트 싱크를 부착하거나 냉각 수단을 가동하더라도 효과적으로 대응할 수 없었다. 하지만, 본 발명에 개시된 바와 같이 반도체 칩의 표면에 온도 감지부를 형성할 경우, 핫 스팟이 발생한 위치를 정확히 알 수 있기 때문에, 도 6에 도시된 바와 같은 냉각 시스템(300)으로 핫 스팟에 따른 반도체 패키지의 성능이 떨어지는 것을 억제할 수 있다.

도 6은 본 발명의 제 2 활용예로서, 온도 감지부(281)가 형성된 반도체 칩(284)이 실장된 반도체 패키지(286)의 냉각 시스템(300)을 보여주는 블록도이다. 도 6을 참조하면, 반도체 패키지(286)의 냉각 시스템(300)은 온도 감지부(281)가 형성된 반도체 칩(284)을 갖는 반도체 패키지(286)와, 계측기(250) 및 제어기(260)를 포함한다. 이때 도 5에 도시된 바와 같이 냉각 수단을 더 구비할 수도 있다.

이때 계측기(250)는 시그널 포스트 프로세싱부(230)에서 전송된 신호를 온도출력단자(287)를 통하여 제어기(260)로 전송하면, 제어기(260)는 반도체 칩(284)의 표면 온도에 따라서 핫 스팟(288)이 발생된 반도체 칩의 셀 영역(285)을 슬립 모드(sleep mode)로 전환시켜 핫 스팟(289)에 따른 반도체 패키지(286)의 성능 저하를 최소화할 수 있다.

그리고 제어기(260)는 반도체 칩의 셀 영역(285)을 슬립 모드로 전환시키는 신호는 외부접속단자의 슬립모드단자(288)를 통하여 반도체 패키지(1286)로 입력된다. 한편 슬립 모드로의 전환이 반도체 칩(284) 내에서 이루어질 수 있도록 회로를 설계할 수도 있다.

또는 도시되지는 않았지만, 핫 스팟은 제조된 반도체 칩의 종류에 따라서 일정하게 나타나기 때문에, 본 발명에 따른 온도 측정 장치를 이용하여 핫 스팟의 위치를 알 수 있다. 따라서 핫 스팟의 위치에 대한 정보를 웨이퍼 제조 공정에 피드백하여 핫 스팟이 발생하는 지점 주위에 냉각 소자를 형성하여 핫 스팟이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 예컨대, 냉각 소자로는 펠티어 효과(Peltier effect)를 이용하는 소자가 사용될 수 있다.

한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

발명의 효과

따라서, 본 발명의 구조를 따르면 반도체 소자의 표면 전체에 온도 센서를 균일하게 형성하고, 매트릭스 스위치에 의해 각각의 온도 센서를 어드레스 방식으로 선택하여 선택된 온도 센서에서만 페루프를 형성하여 출력 신호를 출력시키기 때문에, 반도체 소자 표면 전체의 온도를 정밀하게 측정할 수 있다.

그리고 온도 센서를 반도체 소자의 표면 전체에 고밀도로 형성하더라도, 매트릭스 스위치가 선택적으로 온도 센서의 출력 신호를 출력시킬 수 있기 때문에, 종래와 같이 반도체 소자 표면에 복잡한 배선을 형성하지 않더라도 반도체 소자 표면 전체의 온도를 효율적으로 측정할 수 있다.

또한 온도 센서에서 출력된 미세한 출력 신호를 시그널 포스트 프로세싱부를 통하여 여과, 증폭 및 변환시켜 계측기로 전송하기 때문에, 온도 센서 위치의 온도를 정확하게 측정할 수 있다.

또한 본 발명에 따른 온도 감지부는 국소 영역에도 형성할 수 있기 때문에, 반도체 칩 단위에도 적용할 수 있다.

또한 반도체 칩에 형성된 온도 감지부에서 발생하는 반도체 칩의 표면에 대한 온도 정보를 활용하여 반도체 패키지로 제조된 이후에도 반도체 패키지에 대한 방열 설계를 효과적으로 구축할 수 있는 장점도 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

반도체 소자와;

상기 반도체 소자의 표면에 균일하게 형성된 다수개의 온도 센서와,

각각의 상기 온도 센서를 어드레스 방식으로 선택하여 선택된 상기 온도 센서에서만 페루프를 형성시켜 출력 신호를 출력시키는 매트릭스 스위치와;

상기 매트릭스 스위치에 의해 선택된 특정의 온도 센서에서 출력된 상기 출력 신호를 전송받아 상기 온도 센서 위치의 온도를 산출하는 계측기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 온도 센서는,

상기 반도체 소자 표면에 형성되며 접속단을 가지며 접지된 제 1 금속 배선과;

상기 제 1 금속 배선 위에 형성되며 상기 접속단의 상단이 노출되게 형성된 절연층과;

상기 절연층 위에 형성되며 상기 제 1 금속 배선의 접속단에 한쪽 끝단이 접속되고 다른쪽 끝단은 상기 매트릭스 스위치에 연결되며, 상기 매트릭스 스위치에 의해 개폐되는 제 2 금속 배선;을 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 3.

제 2항에 있어서, 상기 매트릭스 스위치는,

행 어드레스에 위치하는 상기 온도 센서들에 각기 형성되어 있으며, 상기 행 어드레스 신호에 의해 일괄적으로 개폐되는 행 스위치들과;

열 어드레스 신호에 의해 개폐되며, 상기 행 어드레스 신호가 입력된 상기 온도 센서들 중에서 상기 열 어드레스 신호가 입력되는 열 위치의 온도 센서의 출력 신호를 출력시키는 열 스위치들을 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 반도체 소자에 형성되며, 상기 매트릭스 스위치에 의해 선택된 특정의 온도 센서에서 발생된 출력 신호를 상기 계측기가 인식할 수 있는 출력 신호로 변환시키는 시그널 포스트 프로세싱부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 5.

제 4항에 있어서, 상기 시그널 포스트 프로세싱부는,

상기 온도 센서에서 전송된 신호에서 노이즈를 제거하는 필터와;

상기 필터를 통과한 신호를 증폭하는 증폭기와;

상기 증폭기를 통과한 신호를 디지털 신호로 변환시키는 아날로그 디지털 변환기와;

상기 디지털 신호를 상기 계측기로 전송할 때 일어나는 시간의 차이나 신호의 흐름 속도의 차이를 보상하는 버퍼;를 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 상기 시그널 포스트 프로세싱부에 의해 변환된 출력 신호를 상기 계측기로 전송하는 전송기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 전송기는 유무선 통신망을 통하여 상기 시그널 포스트 프로세싱부에 의해 변환된 출력 신호를 상기 계측기로 전송되는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 8.

제 1항에 있어서, 상기 계측기는 데이터 어퀴지션 시스템으로 상기 반도체 소자의 내부 또는 외부에 설치될 수 있는 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 9.

제 1항에 있어서, 상기 반도체 소자는 반도체 칩 또는 웨이퍼 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 매트릭스 스위치를 이용한 온도 측정 장치.

청구항 10.

표면에 온도 감지부가 형성된 반도체 칩과;

상기 반도체 칩과 전기적으로 연결되며, 상기 온도 감지부에서 출력된 출력 신호를 외부로 인출하는 온도출력단자를 포함하는 외부접속단자;를 포함하며,

상기 온도 감지부는,

상기 반도체 칩의 표면에 균일하게 형성된 다수개의 온도 센서와;

각각의 상기 온도 센서를 어드레스 방식으로 선택하여 선택된 상기 온도 센서에서만 페루프를 형성시켜 출력 신호를 상기 온도출력단자로 출력시키는 매트릭스 스위치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 패키지.

청구항 11.

제 10항에 따른 반도체 패키지와;

상기 매트릭스 스위치에 의해 선택된 특정의 온도 센서에서 출력된 상기 출력 신호를 전송받아 상기 온도 센서 위치의 온도를 산출하는 계측기와;

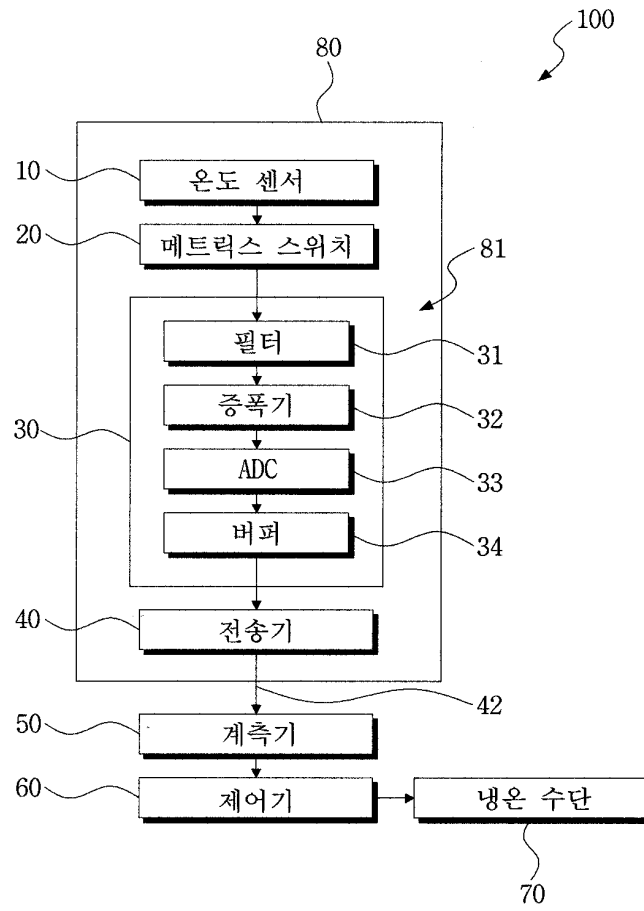
상기 계측기에서 산출한 반도체 칩의 표면 온도에 따른 정보를 전송받아 상기 반도체 칩의 특정 영역의 표면온도가 임계온도를 벗어난 경우, 상기 특정 영역을 슬립 모드로 변환시켜 냉각시키는 제어기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 패키지의 냉각 시스템.

청구항 12.

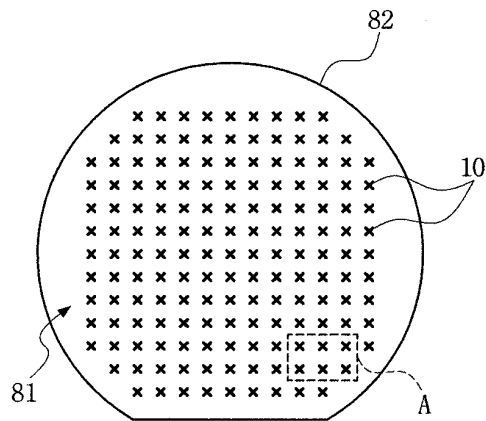
제 11항에 있어서, 상기 제어기로부터 신호를 전송받아 상기 반도체 패키지를 냉각시키는 냉각 수단;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 패키지의 냉각 시스템.

도면

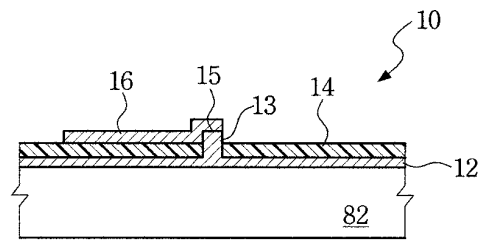
도면1



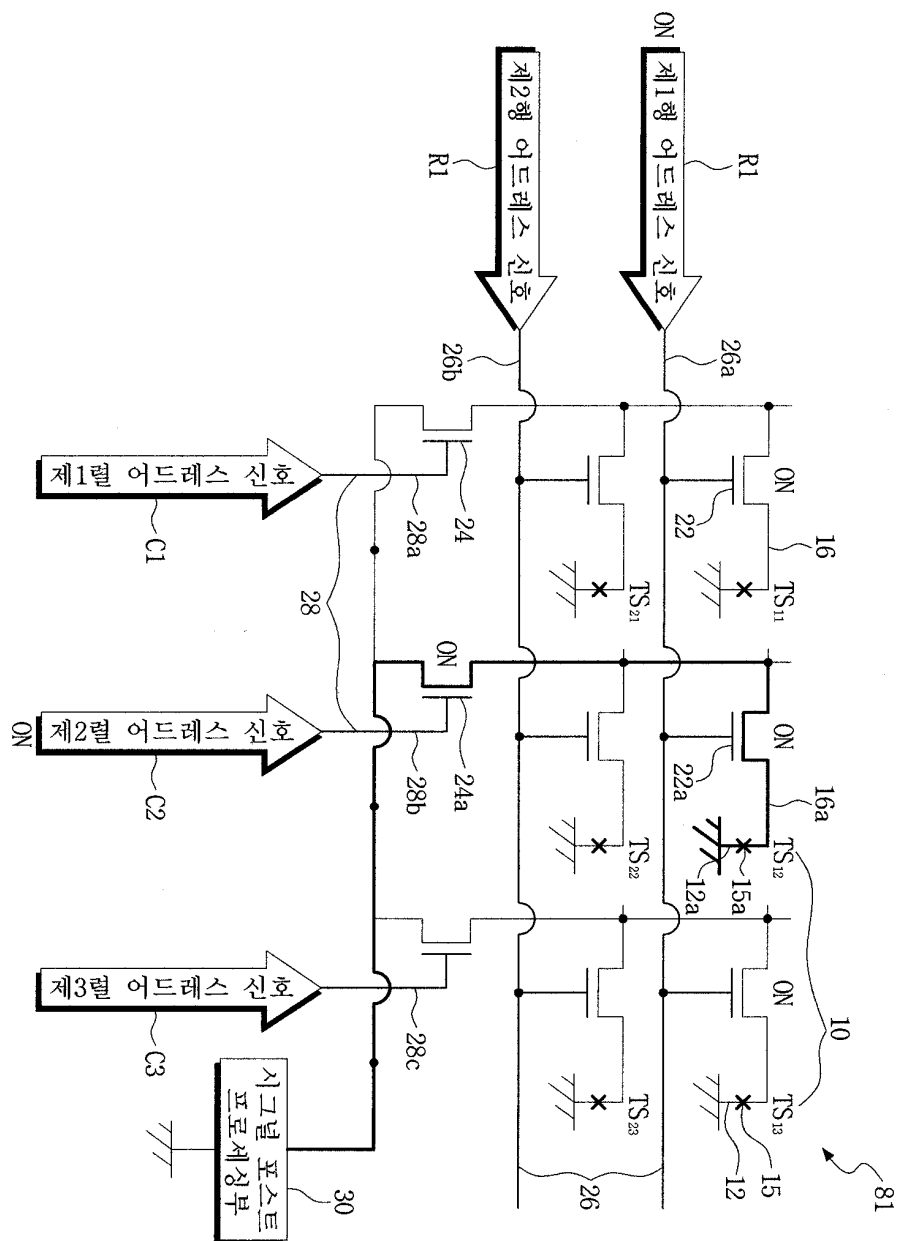
도면2



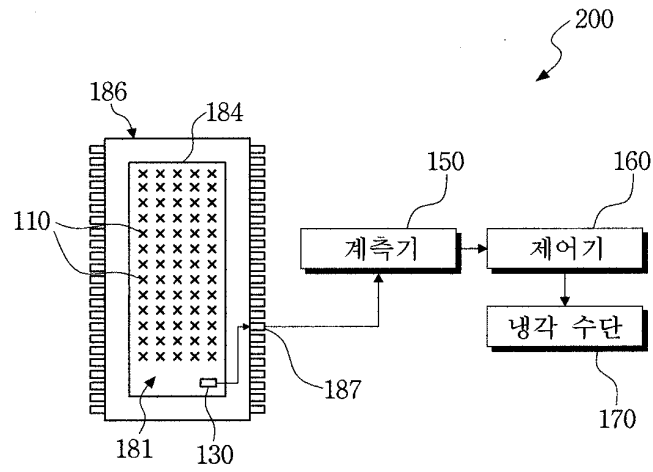
도면3



도면4



도면5



도면6

