



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년09월17일
(11) 등록번호 10-1183754
(24) 등록일자 2012년09월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 23/34 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7011528
(22) 출원일자(국제) 2005년11월04일
심사청구일자 2010년07월15일
(85) 번역문제출일자 2007년05월21일
(65) 공개번호 10-2007-0084429
(43) 공개일자 2007년08월24일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2005/053623
(87) 국제공개번호 WO 2006/048844
국제공개일자 2006년05월11일
(30) 우선권주장
60/625,452 2004년11월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2002146672 A
JP2002363395 A
전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자
타이완 세미콘덕터 매뉴팩처링 컴퍼니 리미티드
중화민국, 타이완 300-77, 신쥬, 사이언스-베이스
드 인더스트리얼 파크, 리신 로드. 6, 8호
(72) 발명자
월랜드 크리스
미국 캘리포니아주 95131-1706 산 호세 엠/
에스-41에스제이맥케이 드라이브 1109
수넨 헨드리쿠스 요한네스 요카부스
미국 캘리포니아주 95131-1706 산 호세 엠/
에스-41에스제이맥케이 드라이브 1109
(74) 대리인
제일특허법인

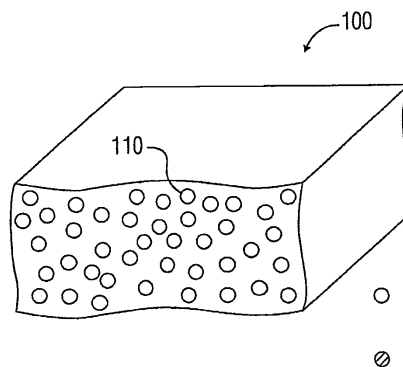
심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 집적 회로 칩 장치

(57) 요약

본 발명은 칩과 패키지-유형 기판을 구비하는 집적 회로 칩 장치의 다양한 특성을 용이하게 한다. 다양한 예시적인 실시예에서, 탄소 나노튜브-충진 재료(110)는 장치 내에서 집적 회로 칩(220, 340)과 패키지-유형 기판(210, 350) 사이에 사용된다. 탄소 나노튜브-충진 재료는 패키지 인캡슐레이션(몰드 화합물(330)처럼), 다이 부착(374) 및 플립-칩 언더필(240)과 같은 다양한 애플리케이션에서 사용된다. 탄소 나노튜브는 강도, 열 전도성, 전기 전도성, 내구성 및 유연성과 같은 다양한 특성을 조장한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

집적 회로 칩 장치(200)에 있어서,

집적 회로 칩(220)과,

상기 집적 회로 칩을 물리적으로 지지하도록 배치된 지지 기판(a supporting substrate)(210)과,

탄소 나노튜브 재료를 포함하는 인터페이스 영역(240)을 포함하되,

상기 인터페이스 영역은 상기 지지 기판을 갖는 장치에 상기 집적 회로 칩의 구조적 지지를 제공하도록 구성 및 배치되고,

상기 집적 회로 칩과 상기 지지 기판 사이에는 복수의 회로 커넥터(230, 232)가 배치되며,

상기 복수의 회로 커넥터는 상기 인터페이스 영역으로부터 분리되고 전기적 절연되도록 전기적 절연 재료로 코팅된

집적 회로 칩 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 영역은 상기 지지 기판 상의 상기 집적 회로 칩을 인캡슐레이션하는(encapsulates) 몰드 화합물(a mold compound)을 포함하고,

상기 몰드 화합물은 상기 집적 회로 칩을 상기 지지 기판에 연결하도록 구성되고 배치되는

집적 회로 칩 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 영역은, 상기 집적 회로 칩과 상기 지지 기판 사이를 인터페이싱하고(interfacing) 상기 집적 회로 칩과 상기 지지 기판에 접촉하도록 구성되고 배치되는 언더필 재료(an underfill material)를 포함하고,

상기 집적 회로 칩과 상기 지지 기판은 도전성 인터페이스 재료를 통해 물리적 및 전기적으로 접속되며,

상기 언더필 재료는 상기 도전성 인터페이스 재료에 인접하게 배치되고, 상기 도전성 인터페이스 재료로부터 열을 전도시킴으로써, 상기 지지 기판을 갖는 상기 장치에 상기 집적 회로 칩의 구조적 지지를 제공하도록 구성되고 배치되는

집적 회로 칩 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 언더필 재료는 상기 도전성 인터페이스 재료의 서로 다른 부분들 사이의 전기 전도를 차단하도록 구성되고 배치되는

집적 회로 칩 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 언더필 재료는 상기 집적 회로 칩과 상기 지지 기판 사이의 상기 회로 커넥터를 구조적으로 지지하도록 구성되고 배치되어, 열-관련 응력을 수반하는 애플리케이션 중에 상기 회로 커넥터(connector)의 크래킹

(cracking)을 방지하는

집적 회로 칩 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 영역은 상기 집적 회로 칩을 상기 지지 기판에 연결시키는 연결 재료(a coupling material)를 포함하고,

상기 연결 재료는 상기 집적 회로 칩과 상기 지지 기판 사이의 도전성 재료 층을 포함하며,

상기 도전성 재료 층은 상기 집적 회로 칩과 상기 지지 기판 사이에서 전기를 전도시키도록 구성되고 배치되는 복수의 탄소 나노튜브를 포함하는

집적 회로 칩 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 집적 회로 칩 장치는,

상기 인터페이스 영역의 적어도 한 부분을 통과하여 연장되는 적어도 하나의 회로와,

상기 인터페이스 영역 내의 상기 복수의 탄소 나노튜브를 상기 적어도 하나의 회로로부터 전기적으로 절연시키도록 구성되고 배치되는 절연 재료(insulative material)를 더 포함하는

집적 회로 칩 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 재료는 경사형 밀도(graded concentration)의 탄소 나노튜브 필러를 구비하되,

상기 나노튜브 필러의 밀도는 상기 집적 회로 칩 장치 내의 회로에 근접할수록 낮아서, 상기 나노튜브 필러와 상기 회로 사이의 전기적 전도를 차단하고,

상기 나노튜브 필러의 밀도는 상기 회로로부터 멀어질수록 높아져, 상기 회로로부터 발생된 열을 열전도시키는

집적 회로 칩 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 재료는 전기를 전도시키기 위한 탄소 나노튜브 재료를 갖고,

상기 탄소 나노튜브 재료는 상기 집적 회로 칩 내에서 전송선로 효과(transmission line effect)가 발생되도록 구성되고 배치되는

집적 회로 칩 장치.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 몰드 화합물은 몰드 재료 내에 혼합된 필러 재료를 포함하되,

상기 필러 재료는 실리카(silica) 필러 재료 및 탄소 나노튜브 필러 재료를 포함하며,

상기 탄소 나노튜브 필러 대 상기 실리카 필러의 비율은 상기 몰드 화합물이 전기적으로 도전성이 되지 않도록 선택되는

집적 회로 칩 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 집적 회로 디바이스 및 그 접근법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 나노튜브 재료를 사용하는 집적 회로 몰드(mold) 또는 부착 필러(attachment filler)에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 몰드 화합물 및 언더필과 같은 집적 회로 칩 애플리케이션에 대한 필러 재료는 회로의 제조 및 구현에 있어서 중요한 역할을 한다. 예를 들어, 집적 회로, 프립-칩 유형 회로 및 그외의 회로는 종종 기판 상에 장착되는데, 이때 몰드 유형 재료가 기판 상에 회로를 인캡슐레이션한다. 이러한 애플리케이션에서, 필러 재료는 회로(예를 들어, 칩) 아래, 솔더 볼 유형 커넥터와 같은 회로 접속부 내부 및 주변에서 언더필로서 사용된다. 필러 재료는, 인캡슐레이션 몰드 유형 애플리케이션 또는 언더필 애플리케이션에서, 회로 및/또는 칩을 자신의 위치에 고정하는 역할을 한다. 또한, 필러 재료는 이러한 회로 및 커넥터를 전기적으로 절연시키는 데에 사용될 수 있다.

[0003] 이러한 목적으로 다양한 필러 재료가 사용될 수 있다. 실리카는 언더필 및 몰드 화합물로서 사용되는 필러 재료의 한 유형이다. 실리카는 일반적으로 에폭시와 같은 다른 재료와 혼합되고, 집적 회로 및 패키지를 구비하는 애플리케이션에 있어서, 그러한 회로 및 패키지를 지지하는 세기와 같은 원하는 재료 특성을 제공한다. 다른 유형의 필러 재료는 은이다. 은 또한 일반적으로 에폭시와 혼합하여 사용되고, 이것은 종종 다이를 패키지에 부착하는 데에 사용된다.

[0004] 다양한 회로 애플리케이션에서, 회로에 의해 발생된 열을 다루는 것은 중요하다. 집적 회로 디바이스가 작아지면서, 회로는 서로 보다 가깝게 패키징되고, 따라서, 상당한 양의 전류가 작은 영역을 통해 흐른다. 증가된 밀도 및/또는 전력 소비는 일반적으로 열 발생의 증가를 나타내고, 이것은 회로 구성 요소에 대한 잠재적인 문제를 내포할 수 있다.

- [0005] 몰드 화합물, 언더필 재료(칩과 패키지 사이) 및 다이 부착 재료를 갖는 필터 재료 및 애플리케이션의 열 전도성은 두 개를 접속시키는 회로뿐 아니라, 칩과 패키지 내의 회로로부터의 열을 제거하는 것에 영향을 미친다. 실리카는 일반적으로 예를 들어, 금속과 같은 전기적으로 전도성인 재료에 비하여 낮은 열 전도성을 갖는다. 이러한 특성으로, 실리카 필터를 사용하는 패키징 재료를 포함한 회로로부터 열을 제거하는 것을 쉽지 않다.
- [0006] 일부 예에서, 열의 부적절한 제거는 수명과 성능 문제로 이어질 수 있다. 집적 회로 디바이스가 보다 높은 밀도로 제조됨에 따라, 이러한 문제가 부각된다. 또한, 집적 회로로부터 고성능이 요구됨에 따라, 열 문제에 관한 성능의 변동이 성능 문제점을 야기할 수 있다.
- [0007] 상기의 난점과 다른 난점들이 다양한 애플리케이션에서의 회로 기관의 구현 시에 존재한다.

발명의 상세한 설명

- [0008] 본 발명의 다양한 측면은 집적 회로 및 다른 디바이스에서 구현될 수 있는 기관 및/또는 패키징을 포함한다. 본 발명은 다수의 구현 및 애플리케이션에서 예시적으로 기술되었으며, 그 중 일부가 하기에 요약되었다.
- [0009] 본 발명의 다양한 애플리케이션은 탄소-나노튜브가 강화된 집적 회로 칩 패키지 장치에 관한 것이다. 다양한 예시적인 실시예에서, 탄소 나노튜브가 강화된 재료는 지지 기관과 집적 회로 칩 사이의 장치 및 관계를 용이하게 하는 데에 사용된다.
- [0010] 예시적인 실시예에 따르면, 집적 회로 인터페이스-유형 재료는 탄소 나노튜브를 포함한다. 인터페이스-유형 재료는 지지 기관을 구비하는 장치 내의 집적 회로 칩의 구조적 지지를 용이하게 한다.
- [0011] 본 발명의 다른 예시적인 실시예에서, 집적 회로 칩 장치는 탄소 나노튜브 강화된 몰드 화합물을 포함한다. 집적 회로 칩은 지지 기관에 연결된다. 몰드 화합물은 집적 회로 칩과 지지 기관의 일부분 위에 전반적으로 위치한다. 일부 애플리케이션에서, 몰드 화합물은 집적 회로 칩, 칩과 지지 기관 또는 다른 구성 요소 사이의 전기 접속부를 실질적으로 인캡슐레이션한다. 몰드 화합물 내의 탄소 나노튜브 재료는 집적 회로 칩 및/또는 그들 사이의 전기 접속부로부터의 열 전달을 용이하게 한다.
- [0012] 본 발명의 다른 예시적인 실시예에서, 집적 회로 칩 장치는 탄소 나노튜브 강화된 언더필 재료를 포함한다. 집적 회로 칩은 집적 회로 칩과 지지 기관 사이의 전기 컨덕터를 통해 지지 기관으로 연결된다. 탄소 나노튜브 개선했던 언더필 재료는 일반적으로 전기 컨덕터를 둘러싸고 지지하는 집적 회로 칩과 기관 사이로 흐른다. 언더필 재료 내의 탄소 나노튜브 재료는 컨덕터 및/또는 집적 회로 칩 및/또는 지지 기관으로부터의 열 전달을 용이하게 한다.
- [0013] 탄소 나노튜브 강화된 본딩 재료는 본 발명의 다른 예시적인 실시예와 관련하여 집적 회로 칩을 지지 기관에 고정하도록 사용된다. 본딩 재료는 집적 회로 칩과 지지 기관 사이에 형성되어 그 둘을 물리적으로 연결시킨다. 본딩 재료 내의 탄소 나노튜브 재료는 집적 회로 칩, 지지 기관 및/또는 그들 사이의 커넥터로부터의 열 전달을 용이하게 한다. 일 구현에서, 본딩 재료는 전기적으로 전도성인 본딩 재료를 형성하기에 충분한 밀도의 탄소 나노튜브 재료를 포함한다.
- [0014] 본 발명의 상기 요약은 본 발명에 대해 설명된 각 실시예 또는 모든 구현을 기술하고자 하는 것은 아니다. 첨부된 도면과 하기의 상세한 설명이 이러한 실시예를 보다 구체적으로 예시한다.

실시예

- [0019] 본 발명은 첨부된 도면에 관련된 본 발명의 다양한 실시예에 대한 하기의 상세한 설명으로부터 보다 완벽하게 이해될 수 있다.
- [0020] 본 발명이 다양한 변경 및 대체의 형태로 수정될 수 있지만, 본 발명에 대한 명세가 예시의 방법으로 도면에 도시되었으며 하기에서 상세하게 기술될 것이다. 그러나, 본 발명이 기술된 특정 실시예로 제한되는 것은 아님을 이해해야 한다. 그와 반대로, 본 발명은 첨부된 특허청구범위에 의해 정의되는 바와 같은 본 발명의 범주 내에 포함되는 모든 변경, 균등물 및 대안을 커버한다.
- [0021] 본 발명은 패키지 재료, 특히 칩-패키지 장치에 사용되는 몰드 또는 필터 재료와 같은 패키징 재료를 포함하고

이것으로부터 이익을 얻는 다양한 회로 및 접근법에 대해 적용가능하다. 본 발명이 이러한 적용에 제한되어야 하는 것은 아니지만, 이러한 환경에서의 예시에 대한 기술을 통해 본 발명의 다양한 측면에 대한 이해가 가장 잘 획득될 것이다.

- [0022] 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 탄소 나노튜브-유형 필러 재료가 집적 회로 칩 패키지 장치에 사용된다. 다양한 애플리케이션은 패키지 유형 기판에 집적 회로 칩을 고정하는 것을 포함한다. 다른 애플리케이션은 칩과 패키지 기판의 사이와 같이, 회로 사이에서의 (반드시 고정되지는 않은) 인터페이싱을 포함한다. 또 다른 애플리케이션은 칩을 패키지 유형 기판에 고정하고 칩과 기판 사이를 인터페이싱하는 것을 포함한다.
- [0023] 다른 예시적인 실시예에서, 몰드-유형 탄소 나노튜브 화합물은 패키지 기판 상의 집적 회로 칩 위에 및/또는 집적 회로 칩을 인캡슐레이션하도록 사용된다. 집적 회로 칩은 일반적으로 패키지 기판 상에 배치되고, 이때 회로는 칩을 패키지에 접속시켜 그들 사이에서 신호(즉, 입력 및 출력)를 전달하도록 한다. 몰드-유형 탄소 나노튜브 화합물은 집적 회로 칩 위에 형성되어 회로를 접속시키고 (예를 들어, 본드와이어, 솔더 볼 및/또는 리드프레임), 칩과 임의의 커넥터를 서로로부터 전기적으로 절연시킨다. 몰드 내의 탄소 나노튜브는 집적 회로 칩 및/또는 패키지 기판으로부터 이것이 장착된 곳으로의 열의 전달을 촉진한다.
- [0024] 다른 예시적인 실시예에서, 집적 회로 패키지 인터페이스 재료는 탄소 나노튜브 필러를 포함한다. 인터페이스 재료는 집적 회로 칩과 패키지 유형 기판이 서로 연결되었을 때 이들 사이의 빈 공간을 충전하는 데에 사용된다. 일부 애플리케이션에서, 인터페이스 재료는 플립-칩 유형 애플리케이션에 구현된 솔더 범프 (solder bumps)의 둘레와 같이, 집적 회로 칩과 패키지 기판 사이의 회로 접속부 주변의 영역을 충전한다. 탄소-나노튜브 유형 재료는 이 재료로 구현된 집적 회로 칩(또는 칩들)에 의해 발생한 열을 전도하도록 구현된다.
- [0025] 일 애플리케이션에서, 인터페이스 재료는 집적 회로 칩과 패키지 기판 사이에서 흐르도록 구성된 언더필 재료이다. 탄소 나노튜브는 칩과 패키지 사이의 회로 커넥터 주변의 빈 공간을 충전하는 것을 용이하게 하는 유동 특성을 획득하도록 선택된 언더필 재료 전체에서 혼합된다. 언더필 재료는, 예를 들어 앞서 언더필 애플리케이션에서 사용된 재료로 구현될 수 있다. 나노튜브는 언더필 재료와 함께 빈 공간으로 흘러들어가 회로 커넥터 및 장치에 따라서는, 칩 및/또는 패키지로부터의 열을 이동시키는 것을 촉진한다.
- [0026] 다른 예시적인 실시예에서, 탄소 나노튜브는 전술된 바와 같은 집적 회로 칩에 사용되는 기판-유형 재료를 지지하거나, 또는 강화하는 데에 사용된다. 탄소 나노튜브-강화 재료는 집적 회로 칩과 패키지 기판 사이의 고정 인터페이스를 형성하거나 또는 패키지 기판을 인캡슐레이션함으로써 집적 회로 칩을 패키지 기판에 고정하도록 배치된다.
- [0027] 일부 애플리케이션에서, 탄소 나노튜브-강화 재료는 집적 회로 칩과 패키지 기판 사이의 배열을 유지하도록 실질적인 지지를 제공한다. 예를 들어, 탄소 나노튜브-강화 재료는 집적 회로 칩을 패키지 기판에 대한 자신의 위치에 고정하는 물리적 지지력의 대부분을 제공하도록 배치될 수 있다. 다른 애플리케이션에서, 탄소 나노튜브-고정 재료는 집적 회로 칩을 자신의 위치에 고정하는 물리적 지지력의 75% 이상을 제공한다. 이러한 애플리케이션에서, 물리적인 지지력은 집적 회로 칩을 패키지 기판에 대해 유지시키는 탄소 나노튜브-고정 재료의 능력에 관련될 수 있다(즉, 이러한 재료가 없는 경우, 칩은 패키지에 대해 미세한 압력 하에서도 움직일 수 있다).
- [0028] 다른 예시적인 실시예에서, 탄소 나노튜브 필러를 갖는 몰드-유형 재료는 회로, 회로 구성 요소, 집적 회로 칩 및 접속 회로와 같은 열-발생 구성 요소에 인접하게 선택적으로 위치된다. 일반적으로, 몰드-유형 재료는 인캡슐레이션 몰드 화합물, 언더필 재료 및 다이 부착 재료 중 하나 이상으로 구현될 수 있다. 몰드-유형 재료는 열-발생 구성 요소에 의해 발생된 열에너지를 전도한다. 몰드 유형 재료는 회로 기판을 기판 자신 및/또는 회로 패키지 구성 요소를 함께 본딩하는 데에 사용되는 재료를 갖는 패키지의 다른 부분과 패키징하는 데에 사용되어 칩을 인캡슐레이션하거나 또는 회로 구성 요소들 사이의 빈 공간을 충전한다. 일부 애플리케이션에서, 몰드-유형 재료는 특정 회로로부터 열을 전도시키도록 배치된다. 다른 애플리케이션에서, 몰드-유형 재료는 일반적으로 특정 층 또는 기판에서의 열을 균일하게 방산하도록 배치된다.
- [0029] 다양한 유형의 탄소 나노튜브 재료는 본 명세서에서 기술된 다양한 애플리케이션에서 사용될 수 있고, 특정 애플리케이션에서 선택된 필요성에 부합하도록 다른 재료와 혼합된다. 예를 들어, 탄소 나노튜브 더스트(dust), 복수-측벽 및 단일-측벽의 탄소 나노튜브 및 그외의 탄소-나노튜브 기반의 재료가 서로 다른 애플리케이션에서 사용된다. 이러한 탄소 나노튜브 재료는 일반적으로, 실리카 또는 그외 일반적인 충전 재료보다 작다.
- [0030] 또한, 탄소 나노튜브 재료의 유형은 견고함, 세기, 열 전도성, 전기 전도성(또는 그것의 결여) 및 재료를 에폭시 또는 레진과 같은 다른 재료와 혼합하는 능력과 같은, 특정하게 나타난 애플리케이션 필요성에 대해 선택될

수 있다. 예를 들어, 탄소 나노튜브 재료와 이것이 혼합되는 재료가 예로서 언더필 애플리케이션에서 흘러야 할 때, 탄소 나노튜브 재료의 크기는 흐름을 용이하게 하도록 충분히 작아야 한다. 이에 관하여, 작은-크기의 탄소 나노튜브 더스트가 언더필 유형 재료와 쉽게 혼합된다. 따라서, 탄소 나노튜브 재료가 포함되는 재료 유형은 세기, 내구성 및 가연성과 같은 다양한 특성을 획득하도록 혼합된다.

[0031] 다양한 지지 및/또는 열 소산 실시예에서, 탄소 나노튜브는 특정한 지지 또는 열 소산에 대한 필요성을 만족시키도록 특정 방향으로 배향된다. 일부 애플리케이션에서, 탄소 나노튜브 재료는 에폭시 또는 플라스틱과 같은 몰드-유형 재료 전체에서 임의로 또는 균일하게 혼합된다. 다른 애플리케이션에서, 탄소 나노튜브는 임의의 견고함 및/또는 지지 애플리케이션에서의 세기를 획득하도록 특정 방향으로 배열된다.

[0032] 이제 도면을 참조하면, 도 1a는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 탄소 나노튜브 필러를 갖는 기관-유형 재료(100)의 단면도이다. 탄소 나노튜브 필러는 기관-유형 재료(100) 내의 작은 원으로 도시되었으며, 이 필러 재료는 (110)로 표시되었다. 예시로서 원으로 도시되었지만, 필러 재료는 더스트, 단일 및/또는 복수-측벽의 탄소 나노튜브와 같은 다양한 유형의 탄소 나노튜브 재료로 구현될 수 있다. 또한 도시된 장치는 단지 예시적인 것으로, 장치 및 탄소 나노튜브 필러의 배치에 대한 다양한 접근법이 이러한 예시적인 실시예에서 적용될 수 있다. 이에 관하여, 전술된 바와 같은 도 1a 및 도 1b에서의 탄소 나노튜브 필러의 도시된 형태 및 배치는 예시를 위한 것이며 다양한 형태 및 배치를 포함한다.

[0033] 도 1b는 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른, 탄소 나노튜브 및 실리카 필러를 갖는 기관-유형 재료(120)의 단면도이다. 기관-유형 재료(120)는 도 1a의 재료(100)와 유사하며, 이때 탄소 나노튜브 필러에 실리카 필러가 추가된다. 작은 또렷한 원은 도 1a에 도시된 것과 유사한, 탄소 나노튜브 필러의 예시적인 표현을 도시하는 데에 사용되고, 이때 대표적인 탄소 나노튜브 필러가 (130)으로 표시된다. 작은 빗금친 원은 실리카 필러의 예시적인 표현을 도시하는 데에 사용되고, 이때 대표적인 실리카 필러는 (132)로 표시된다.

[0034] 도 1a의 기관-유형 재료(100) 및 도 1b의 기관-유형 재료(120)는 인캡슐레이션 몰드 화합물, 다이 부착 재료 및 언더필과 같은 다양한 애플리케이션으로 구현될 수 있다. 이에 관하여, 재료(100, 120)는 하기에서 기술된 특성을 포함하는 본 명세서에 개시된 다양한 예시로 구현될 수 있다.

[0035] 도 1a 및 도 1b에 각각 도시된 기관-유형 재료(100, 120) 내의 탄소 나노튜브 필러(130) 및/또는 실리카 필러(132)의 밀도는 다양한 조건을 만족시키도록 선택된다. 예를 들어, 높은 열 전달을 필요로 하고 전기 전도성에 대해서는 관대한 애플리케이션에서는 탄소 나노튜브 필러의 밀도가 상대적으로 높다. 기관-유형 재료가 전기적으로 전도성일 수 없는 애플리케이션에서는(예를 들어, 언더필 애플리케이션에서), 나노튜브 필러의 밀도가 충분히 낮게 유지되어, 전기적 전도를 차단시킨다. 필러 애플리케이션에 대한 일반적인 정보 및 도전성에 관한 특정 정보는 본 명세서에 개시된 이러한 및/또는 다른 예시적인 실시예와 관련하여 구현될 수 있고, 본 명세서에서 전체를 참조로서 인용하는 Patrick Collins 및 John Hagerstrom의 발명의 명칭 "CREATING HIGH PERFORMANCE CONDUCTIVE COMPOSITES WITH CARBON NANOTUBES"를 참조로 할 수 있다.

[0036] 일 구현예에서, 전기 전도성은 탄소 나노튜브 필러 재료(도 1a에서의 (110), 도 1b에서의 (130))의 밀도를 충분히 낮게 해 줌으로써 억제된다. 이러한 탄소 나노튜브 필러 밀도는 기관-유형 재료의 조성물에 대해 제어되며, 도 1b의 예에서는 실리카(또는 다른) 필러 재료에 대해 제어된다. 예를 들어, 기관-유형 재료가 일반적으로 전기적으로 절연성일 때는, 탄소 나노튜브 재료가 보다 높은 밀도로 구현될 수 있지만, 기관 재료 전체적으로는 전반적으로 비-도전성 구성을 유지한다.

[0037] 탄소 나노튜브 재료의 밀도는 실리카와 같은 다른 필러 재료로부터 독립적이거나 또는 다른 필러 재료와 관련하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 애플리케이션에서, 조합시키는 필러를 특정 양으로 유지하면서 탄소 나노튜브 필러의 밀도를 실리카 필러에 대해 선택한다(예를 들면, 탄소 나노튜브 필러가 적을수록 실리카 필러는 많아짐을 의미한다). 따라서 실리카 필러에 대해 탄소 나노튜브 필러의 밀도를 증가 또는 감소시키면, 필러가 구현되는 기관-유형 재료의 도전성도 그에 대응하여 증가 또는 감소한다.

[0038] 도 1a 및 도 1b에서의 기관-유형 재료(100) 또는 재료(120)에 각각 사용되는(필러를 둘러싸는) 재료는 특정 애플리케이션에 대한 필요성을 만족시키도록 선택된다. 예를 들어, 기관-유형 재료가 예로서 칩을 패키지에 고정 시킴으로써 집적 회로 칩을 지지해야 하는 경우, 재료는 점착성-유형 특성을 획득하도록 선택된다. 기관-유형 재료가 흘러야 하는 경우, 흐름 특성을 갖는 재료가 선택된다. 강한 점속으로부터 이득을 얻는 애플리케이션에서, 에폭시-유형 재료가 사용될 수 있다. 보다 약한 세기, 또는 보다 부착력으로부터 이득을 얻는 애플리케이션에서, 저온 열가소성 재료가 사용될 수 있다.

- [0039] 도 2는 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른, 탄소 나노튜브 필러 재료를 사용하는 플립-칩 디바이스(200)를 도시한다. 플립-칩 디바이스(200)는 회로-면이 패키지 기관(210) 상에 접하는 역전된, 또는 플립된(flipped) 집적 회로 칩(220)(플립-칩)을 포함한다. 회로 면이 위를 향하는 종래-배향의 칩에 비교하여, 이러한 접근법은 플립-칩(220) 내의 회로가 패키지 기관(210)에 보다 근접하게 접속하도록 하고, 회로 접속 길이를 감소시키고, 따라서 디바이스(200)의 속도를 증가시킨다.
- [0040] 플립-칩(220)과 패키지 기관(210)을 접속하는 것은 일련의 커넥터인데, 이것은 대표적인 종래의 솔더 볼 커넥터로서 각각 (230, 232)로 표시되어 플립-칩(220)의 마주하는 단부에 위치하고 있다. 언더필 재료(240)는 플립-칩(220)과 패키지 기관(210) 사이에 위치하고, (230, 232)로 표시된 커넥터를 포함하는 커넥터 둘레의 빈 공간을 충전한다.
- [0041] 언더필 재료(240)는 플립-칩(220)과 패키지 기관(210) 사이의 접속부를 밀봉하도록 도와줄 뿐만 아니라, 그 자체가 플립-칩과 패키지 기관상의 임의의 회로 인터페이스(예를 들어 패드)를 밀봉하도록 도와준다. 이에 관하여, 언더필 재료(240)는, 플립-칩(220)과 패키지 기관(210) 사이의 도전성 회로들 사이의 전기적 전도를 차단하는데 필요한 정도의 전기적 비-전도성을 가진다.
- [0042] 언더필 재료(240) 내의 탄소 나노튜브 필러 재료는 언더필을 일반적으로 비-도전성 상태로 유지하는 방법들에 폭시와 같은 재료로 특정 밀도에서 구현된다. 탄소 나노튜브 필러 재료는 예를 들어 도 1a 및/또는 도 1b에 도시된 바와 같이 혼합된다. 이러한 접근법으로, 탄소 나노튜브 필러 재료는 언더필 재료(240)의 열 전도성을 강화하고 동시에 이 언더필에서 일반적으로 비-도전성인 특성을 유지한다.
- [0043] 일 구현에서, 커넥터(솔더 볼(230, 232)을 포함)는 산화물과 같은 전기적으로 절연성인 재료로 코팅되거나 또는 다른 방법으로 배열되고, 이때 이것은 커넥터를 언더필 재료(240)로부터 분리시키고 전기적으로 절연시킨다. 언더필(240) 내의 탄소 나노튜브 재료는 따라서 절연된 회로 구성 요소로부터의 전기를 보다 적은 양만큼 전도시킨다. 일부 예에서, 절연 재료는 언더필로부터 회로를 충분하게 절연함으로써 언더필이 언더필의 전기 전도성을 형성하는 탄소 나노튜브 재료를 상대적으로 높은 밀도로 형성되도록 한다.
- [0044] 다른 구현에서, 언더필 재료(240)는 대표적인 종래의 솔더 볼 커넥터(230, 232)를 포함하는 회로 커넥터를 지지하도록 사용된다. (탄소 나노튜브 필러를 사용하는) 언더필 재료(240)에 의한 구조적인 지지는 회로 커넥터에 대한 응력(stress)에 대항하고 크래킹(cracking) 및 다른 손상을 방지하는 것을 돕는다. 예를 들어, 플립-칩(220)과 패키지 기관(210)의 열팽창계수가 서로 다른 경우, 플립-칩 디바이스(200)의 동작 온도가 변화됨에 따라 회로 커넥터에 응력이 발생할 수 있다. 고온 동작하에서, 언더필 재료의 지지가 없다면 열적 응력은 회로 커넥터에 크래킹을 발생시킬 수 있다. 이에 관하여, 언더필 재료(240)는 탄소 나노튜브 필러를 사용하여 강화되고 열 유도 응력 크래킹을 완화한다(예를 들어, 대항하거나 또는 방지한다).
- [0045] 도 3은 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른, 탄소 나노튜브-충진된 몰드 화합물을 사용한 집적 회로 디바이스(300)를 도시한 도면이다. 디바이스(300)는 기관 상에 배치된 집적 회로 칩(340)을 구비하는 BGA-유형 기관(350)을 포함한다. BGA-유형 기관은 일련의 솔더 볼 커넥터(390)와 함께 장치(360)를 통해 외부 회로에 연결된다. 탄소 나노튜브 필러를 구비하는 몰드 화합물(330)은 집적 회로 칩(340)을 BGA-유형 기관(350)에 고정시키고, 탄소 나노튜브 필러를 통해, 집적 회로 칩, 기관 및 그들 사이의 전기 접속부로부터의 열 전달을 촉진한다. 몰드 화합물은 또한 집적 회로 칩(340)과 BGA-유형 기관(350) 사이의 전기 접속을 실링하고/하거나 보호하고, 이때 대표적인 커넥터(380, 382)가 예시로서 도시되었다.
- [0046] 선택적인 탄소 나노튜브 충전된 인터페이스 재료가 디바이스(300) 내의 선택된 인터페이스에 추가되었다. 예로서, (집적 회로 칩과 몰드 화합물(330) 사이의) 인터페이스 영역(372), (집적 회로 칩과 BGA-유형 기관(350) 사이의) 인터페이스 영역(374) 및 (BGA-유형 기관과 외부 회로 장치(360) 사이의) 인터페이스 영역(376)이 도시되었다. 이러한 인터페이스 재료는 디바이스(300)로부터의 열에너지를 전도시켜 내보낼 뿐 아니라, 인터페이스 재료 내의 열-분산을 촉진한다. 도 1에 개시된 언더필 접근법과 같이 도시된 영역(372, 374, 376)에 관련된, 또는 영역으로부터 분리된 다른 인터페이스 유형 애플리케이션이, 선택적으로 디바이스(300)를 사용하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 언더필-유형 접근법은 BGA-유형 기관과 외부 회로 장치(360) 사이의 영역(376)에서 구현될 수 있고, 일련의 솔더 볼 커넥터(390) 주변의 빈 공간을 충전한다.
- [0047] 영역(374)에서 탄소 나노튜브-충진된 인터페이스 재료는 선택적으로 다이 부착 화합물로서 구현되고, 이때 이 재료는 집적 회로 칩(340)(다이)을 BGA-유형 기관(350)에 물리적으로 고정시킨다. 탄소 나노튜브 필러를 갖는, 영역(374)에서 사용된 재료는 구조적으로 견고하고 집적 회로 칩(340)과 BGA-유형 기관(350)을 서로

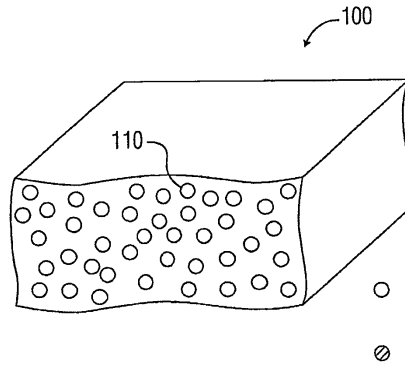
결합시킨다.

- [0048] 몰드 화합물(330)내에서의 탄소 나노튜브 필러의 구성 및 배열은 다양한 애플리케이션 필요성을 만족시키도록 선택된다. 이러한 필요성을 만족시키도록, 탄소 나노튜브 필러는 몰드 화합물(330) 내에서 혼합되고/거나 도 1a 및/또는 도 1b에 도시된 바와 같은 다른 필러 재료와 결합될 수 있다. 일 구현에서, 몰드 화합물(330) 내의 탄소 나노튜브 필러의 밀도는 몰드 화합물 내의 전기 전도성을 개선시킨다. 도전성 회로에 인접한 몰드 화합물(330)의 부분은 절연된다. 전도성 몰드 화합물을 만드는 데에 필요한 탄소 나노튜브 필러의 상대적으로 높은 밀도는 또는 열 전도성을 촉진하고, 따라서, 디바이스(300)로부터의 열 제거를 촉진한다.
- [0049] 일 애플리케이션에서, 몰드 화합물(330)의 탄소 나노튜브 필러 밀도는, 몰드 화합물 내에 "전송 라인 효과"(예를 들어, 일반적으로 동축 케이블과 관련된 전송 라인 효과와 유사)를 조장하는 방식으로 도전성을 고취시킬 정도로 충분히 높다. 이러한 충분한 밀도는 몰드 화합물의 두께, 임의의 관련된 전기장의 세기 및 회로의 근접도와 같은 특정 애플리케이션의 특성에 관련된다. 전기장은 도전성 몰드 화합물(330)에 대해 발생되고 다양한 목적을 위해 집적 회로 칩(340)과 사용된다. 예를 들어, 몰드 화합물(330) 내에서 흐르는 전류는, 전달된 전류의 양, 탄소 나노튜브 필러의 위치 및 전류의 주파수와 같은 특성에 따라, 집적 회로 칩(340) 내의 전류와 상호작용을 발생시킨다. 따라서 이러한 특성은 각 특정 애플리케이션에 대해 필요한 상호작용을 만족시키도록 선택되어, 예를 들어, 임의의 발생된 전기장은 인접한 회로에서 특정 반응을 일으킨다.
- [0050] 몰드 화합물(330)에 대한 벌크 재료(탄소 나노튜브 필러를 고정시키는 재료)는 열적 또는 전기적 전도성에 관한 것과 같은, 애플리케이션에서의 필요성을 만족시키도록 선택될 뿐만 아니라, 세기, 내구성 및 가연성과 같은 물리적인 필요성을 만족시키도록 선택된다. 예로서, Bi-페닐(phenyls) 및 다른 플라스틱과 같은 재료가 다양한 애플리케이션에서 사용되는 예이다.
- [0051] 다양한 애플리케이션에서, 탄소 나노튜브 필러를 갖는 벌크 재료의 제조-관련 특성은 본드와이어 변형(sweep) 및 디바이스(300) 하에서 발생하는 압력에 관한 다른 문제와 같은 그외의 도전 과제를 해결하도록 선택된다. 예를 들어, 탄소 나노튜브 필러의 크기는 전반적으로 작게 유지되어 커넥터(380, 382)와 같은 회로 커넥터 주변의 몰드 화합물(330)의 흐름을 촉진한다.
- [0052] 본 발명의 다른 예시적인 실시예에서, 몰드 화합물은 본질적으로 ESD(정전기 방전) 보호되는 탄소 나노튜브 필러 밀도를 갖는 화합물 재료로 구현된다. 도 3을 예로서 사용하면, 집적 회로 칩(340)은 몰드 화합물(330)을 갖는 절연성 화합물에 의해 인캡슐레이션되고/거나 플라스틱을 포함하는 탄소 나노튜브로 코팅된다. 몰드 화합물(과, 만약 적용가능하다면 탄소 나노튜브 코팅)은 실질적으로 자기적 입자가 없으며, 이것은 코팅과 상호작용하는 극성 유도를 최소화한다. 몰드 화합물(또는 탄소 나노튜브 코팅)은 디바이스(300)가 동작 중일 때 상대적으로 적은 전류가 누설되도록 한다. 이러한 접근법은 본 명세서에서 특정 예시로서 도 3에 관련하여 기술한 다양한 디바이스에 대해 적용가능하다. 도 1a 및 도 1b의 장치를 포함하는 다른 애플리케이션은 이러한 접근법으로 쉽게 구현된다.
- [0053] 전술된 다양한 실시예 및 도면은 단지 예시의 방법으로 제공된 것으로 본 발명을 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다. 전술된 설명 및 도면에 기초하여, 당업자는 본 명세서에서 도시되고 기술된 예시적인 실시예 및 애플리케이션을 직접적으로 따르지 않고 본 발명에 다양한 변경 및 변화가 가능하다는 점을 쉽게 인식할 것이다. 예를 들어, 탄소 나노튜브는 붕소와 같이 탄소가 아닌, 또는 탄소에 추가하여 다른 재료가 사용될 수 있다. 다른 예로서, 탄소 나노튜브와 유사한 특성을 갖는 필러 재료(예를 들어, 3000W/mK 부근의 열전도성을 갖고 약 0.25ppm의 열팽창계수를 갖는 재료)가 탄소 나노튜브 필러를 대신하여, 또는 추가되어 사용될 수 있다. 또한, 예로서 기술된 기관-유형 재료는 단독으로 사용되고/거나 하나의 다른 재료와 또는 전술된 재료와 관련하여 복수의 서로 다른 유형의 재료로 구현될 수 있다. 이러한 변경 및 변화는 본 발명의 진정한 사상 및 범주로부터 벗어나지 않는다.
- 도면의 간단한 설명**
- [0015] 도 1a는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 탄소 나노튜브 필러를 갖는 기관-유형 재료의 단면도,
- [0016] 도 1b는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 탄소 나노튜브 및 실리카 필러(silica filler)를 갖는 기관-유형 재료의 단면도,
- [0017] 도 2는 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른, 탄소 나노튜브 언더필(underfill) 재료를 갖는 플립-칩 디바이스를 도시한 도면,

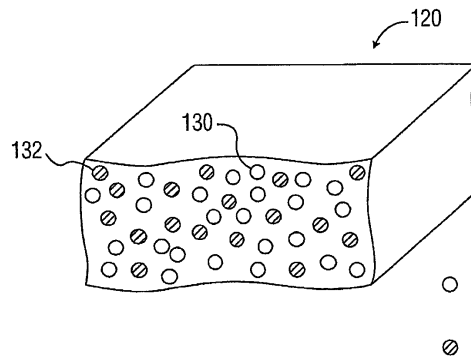
[0018] 도 3은 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른, BGA-유형 기판 및 이것에 연결된 집적 회로 칩을 구비한 집적 회로 디바이스를 도시한 도면.

도면

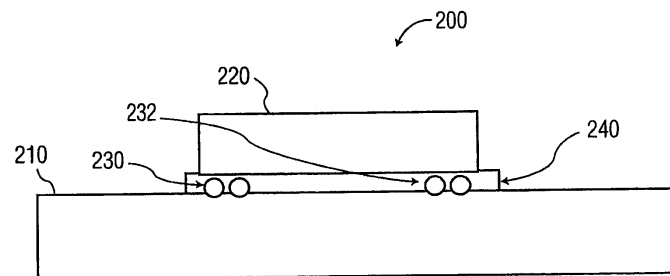
도면1a



도면1b



도면2



도면3

