

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H01L 23/373 (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0025527
(43) 공개일자 2006년03월21일

(21) 출원번호 10-2005-7021426

(22) 출원일자 2005년11월11일
번역문 제출일자 2005년11월11일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/010087
국제출원일자 2004년04월02일

(87) 국제공개번호 WO 2004/102660
국제공개일자 2004년11월25일

(30) 우선권주장 10/436,764 2003년05월13일 미국(US)

(71) 출원인 파커-한니핀 코포레이션
미국 44124-4141 오하이오 클리브랜드 파크랜드 불러바드 6035

(72) 발명자 변양 마이클 에이치.
미국 01824 메사추세츠주 첼름스포드 엑세스 플레이스 21

(74) 대리인 주성민
안국찬

심사청구 : 없음

(54) 열 관리 재료

요약

열 경로를 사이에 제공하도록 제1 열 전달 표면과 대향 제2 열 전달 표면 사이에 정합 가능한 층을 형성하기 위한 열 전도성 화합물이 제공된다. 화합물은 열 그리스 성분과, 열 그리스 성분 내에 이산 도메인을 형성하는 분산된 구성물의 혼합물을 포함하며, 상기 도메인은 통상적인 실온에서의 제1 상에서 형태 안정적이며 제2 상에서 제1 및 제2 열 전달 표면 사이에서 정합 가능하며, 상기 도메인은 통상적인 실온 이상의 제1 상으로부터 제2 상으로의 변이 온도를 갖는다. 분산된 구성물은 가용성, 즉 낮은 용융점의 금속 또는 금속 합금일 수 있다.

대표도

도 3

색인어

열 관리, 가용성, 열 그리스, 열 화합물, 정합 가능, 도메인, 열 경로

명세서

기술분야

본 발명은 대체로 전자 장치용 열 관리 재료에 관한 것이다. 이러한 재료는 예컨대 집적 회로(IC) 칩 등의 발열 전자 부품의 정합 열 전달 표면과, 전자 부품의 전도성 냉각을 위한 히트 싱크 또는 스프레더 등의 열 소산 부재 사이의 열 전달 인터페이스로서 통상적으로 사용된다. 특히, 본 발명은 연속 상 구성물과, 분산 상 구성물의 혼합물로서 형성된 열 전도성 인터페이스 재료에 관한 것이며, 분산 상 구성물은 통상적인 실온에서의 제1 상태에서 고체, 반고체 또는 형태 안정적으로 제공되지만 전자 부품의 작동 온도 내에서의 제2 상태에서 연속 상 구성물에 정합 가능할 수 있어 부품과 소산 부재 사이에 개선된 낮은 열 임피던스 인터페이스를 제공한다.

배경기술

텔레비전, 라디오, 컴퓨터, 의료 기구, 사무 기기, 통신 장비 등의 현대식 전자 장치를 위한 회로 설계는 점차 복잡해지고 있다. 예컨대, 수십 만개에 상당하는 트랜지스터를 포함하는 이들 및 다른 장치를 위해 집적 회로가 제조되고 있다. 설계의 복잡성이 증가하더라도, 작은 전자 부품을 제조하고 작은 영역 내에 더 많은 이들 부품을 포장하는 능력의 향상과 함께 장치의 크기가 계속 줄어들고 있다.

전자 부품이 작아지고 집적 보드와 칩 상에 더욱 밀접하여 포장됨에 따라, 설계자와 제조업자는 이제 이들 부품에 의해 저항식으로 또는 다른 방식으로 발생된 열을 소산시키는 방법에 대한 문제에 직면하게 되었다. 실제로, 많은 전자 부품, 특히 트랜지스터 및 마이크로프로세서 등의 파워 반도체 부품들이 고온에서 고장나거나 또는 오작동하기 쉽다는 것은 잘 공지되어 있다. 따라서, 열을 소산시키는 능력은 종종 부품의 성능에 대한 제한 인자이다.

집적 회로 내의 전자 부품은 종래에는 장치의 하우징 내의 공기를 강제 또는 대류 순환시킴으로써 냉각되었다. 이와 관련하여, 대류식으로 발생된 공기 흐름에 노출된 패키지의 표면적을 증가시키기 위해 부품 패키지의 일체식 부분으로서 또는 이에 별도로 부착된 냉각 휠이 제공되었다. 추가적으로, 하우징 내에서 순환되는 공기의 체적을 증가시키도록 전기 팬이 이용되었다. 그러나, 현재의 전자제품 설계에서 전형적인 고 출력 회로와 작지만 더욱 밀접하여 포장된 회로를 위해, 단순한 공기 순환은 종종 회로 부품을 적절하게 냉각시키는데 불충분한 것으로 밝혀졌다.

단순한 공기 순환에 의해 얻어질 수 있는 것 이상의 열 소산은 "냉간 판" 또는 다른 히트 싱크 또는 스프레더 등의 열 소산 부재에 전자 부품을 직접 장착함으로써 이루어질 있다. 소산 부재는 전용의 열 전도성 세라믹 또는 금속 판 또는 휠이 있는 구조물, 또는 단순히 장치의 회로 보드 또는 새시일 수 있다. 그러나, 전자 부품과 소산 부재 사이의 통상적인 온도 구배 이상으로, 본체들 사이의 인터페이스에서 열 계면 임피던스 또는 접촉 저항으로서 상당한 온도 구배가 발생한다.

즉, 미국 특허 제4,869,954호에 설명된 바와 같이, 부품과 히트 싱크의 접합 열 인터페이스 표면은 거시적 또는 미시적 규모에서 불규칙하다. 인터페이스가 정합될 때, 포켓 또는 공극 공간이 사이에 발생하여 그 안에 공기가 포획될 수 있다. 이들 포켓은 인터페이스 내에 접촉하는 전체 표면적을 감소시켜, 열 전달 면적과, 인터페이스를 통한 전체 열 전달 효율을 감소시킨다. 또한, 공기가 비교적 열악한 열 전도체인 것이 잘 공지된 바와 같이, 인터페이스 내의 공기 포켓의 존재는 인터페이스를 통한 열 전달율을 감소시킨다.

인터페이스를 통한 열 전달 효율을 향상시키도록, 열 전도성의 전기 절연 재료의 패드 또는 다른 층이 전형적으로 히트 싱크와 전자 부품 사이에 개재되어 임의의 표면 불규칙성을 메우고 공기 포켓을 제거한다. 이를 위해, 산화 알루미늄 등의 열 전도성 충전제로 충전된 실리콘 그리스 또는 왁스 등의 재료가 초기에 이용되었다. 이러한 재료는 보통 통상적인 실온에서 반액체 또는 고체이지만, 상승된 온도에서 액화 또는 연화되어서 유동하고 인터페이스 표면의 불규칙성에 더욱 정합된다.

선택적으로, 다른 접근법은 실리콘 그리스 또는 왁스 대신에 경화된 시트형 재료로 대체하는 것이다. 이러한 재료는 폴리머 교결제 내에 분산된 하나 이상의 열 전도성 미립자 충전제를 포함하여 합성될 수 있고, 경화된 시트, 테이프, 패드 또는 필름의 형태로 제공될 수 있다. 전형적인 교결제 재료는 실리콘, 우레탄, 열가소성 고무 및 다른 엘라스토머를 포함하며, 전형적으로 충전제는 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 아연, 질화 봉소 및 질화 알루미늄을 포함한다.

전술된 인터페이스 재료의 예는 미국 03051 뉴햄프셔주 허드슨 플랙스톤 드라이브 16 파커-해니вин 코프.(Parker-Hannifin Corp.)의 코메릭스 텍 디비전(Chomerics TEC Division)에 의해 상표명 CHO-THERM®으로 판매되는 우레탄 엘라스토머 또는 알루미나 또는 질화 봉소 충전 실리콘이다. 추가적으로, 미국 특허 제4,869,954호는 열 에너지를 전달하기 위한 경화된 형태 안정적인 시트형 열 전도성 재료를 개시한다. 재료는 우레탄 교결제, 경화제 및 하나 이상의 열 전도성 충전제로 형성된다. 산화 알루미늄, 질화 알루미늄, 질화 봉소, 산화 마그네슘 또는 산화 아연을 포함할 수 있는 충전제는 약 1 내지 50 미크론(0.05 내지 2 밀) 범위의 입자 크기를 갖는다.

전술된 타입의 시트, 패드 및 테이프는 반도체 칩, 즉 미국 특허 제5,359,768호에 설명된 다이 등의 전자 부품 조립체의 전도성 냉각시 인터페이스 재료로서의 사용을 위해 일반적으로 수용되었다. 그러나, 특정 적용예에서, 스프링, 클램프 등의 단단히 체결된 요소는 효율적인 열 전달을 위한 충분한 표면을 얻기 위해 인터페이스 표면에 이들 재료를 정합하도록 충분한 힘을 인가하는 것이 요구된다. 실제로, 몇몇 적용예를 위해, 상승된 온도에서 액화, 용융 또는 연화된 그리스 및 왁스 등의 재료는 비교적 낮은 클램핑 압력에서 인터페이스 표면에 잘 정합하기 때문에 계속하여 선호된다.

최근, 취급의 용이함을 위해 실온에서 자체 지지식이며 형태 안정적인 상 변화 재료("PCM")가 도입되었지만 전자 부품의 작동 온도 범위 내의 온도에서 액화 또는 연화되어 인터페이스 표면에 잘 정합하는 점성의 요변성상을 형성한다. 독립 필름으로서 또는 기판 표면 상에 인쇄된 가열 스크린으로서 공급될 수 있는 이들 상 변화 재료는 유리하게 약 5 psi(35 kPa)의 비교적 낮은 클램핑 압력에서 부품의 작동 온도 내에서 정합 가능하게 유동하는 그리스 및 왁스와 같은 기능을 한다. 이러한 재료는 공동으로 양도된 미국 특허 제6,054,198호와, 공동으로 양도된 공보 US20020135984호, WO0036893호 및 WO2059965호와, 2002년 10월 21일 출원된 발명의 명칭이 "상 변화 분산을 갖는 열 관리 재료"인 미국 출원 제10/277,970호에 더욱 설명되어 있다. 이러한 재료는 미국 03051 뉴햄프셔주 허드슨 플렉스톤 드라이브 16 파커-해니妩 코프.의 코메릭스 텍 디비전에 의해 상표명 THERMFLOW® T310, T443, T705, T710, T725 및 A725로 상업적으로 판매된다. 다른 상 변화 재료는 미국 특허 제6,391,442호에 도시되며, 베그퀴스트 컴퍼니(Bergquist Company)[미국 미네소타주 미네아폴리스]에 의해 상표명 "HI-FLOW™", 써마곤, 인크.(Thermagon, Inc.)[미국 오하이오주 클리블랜드]에 의해 상표명 "T-PCM™", 및 오커스, 인크.(Orcus, Inc.)[미국 캔사스주 스틸웰]에 의해 상표명 "THERMAPHASE"으로 상업적으로 판매된다. 상 변화 재료/금속 포일 적층체는 써마곤, 인크.에 의해 상표명 "T-MATE™"으로 판매된다.

전형적인 상업적인 적용예를 위해, 열 인터페이스 재료는 내부 및 외부 해제 라이너와 열 화합물의 중간층을 포함하는 테이프 또는 시트 형태로 공급될 수 있다. 열 화합물이 고유하게 점성이 있지 않으면, 화합물 층의 일면은 화합물을 히트 싱크의 열 전달 표면에 도포하기 위해 압력 민감 접착제(PSA)의 얇은 층으로 코팅될 수 있다. 자동 분배 및 도포를 용이하게 하기 위해, 테이프 또는 시트의 외부 해제 라이너 및 화합물 중간층은 일련의 개별 예비 크기의 패드를 형성하도록 다이 컷팅될 수 있다. 따라서, 각각의 패드는 내부 해제 라이너로부터 제거되고 히트 싱크 제조업자에 의해 수행될 수 있는 종래의 "필 앤드 스틱(peel and stick)" 적용예에서 접착제 층을 사용하여 히트 싱크에 접합될 수 있다.

패드가 히트 싱크 또는 스프레더 등의 열 소산 부재의 열 전달 표면에 부착되고, 제 위치에 있는 외부 라이너가 화합물 층의 외부 표면에 보호 커버를 형성하기 때문에, 소산 부재와 패드는 일체식 조립체로서 제공될 수 있다. 조립체의 설치 전에, 외부 해제 라이너는 화합물 층으로부터 제거되고, 패드는 전자 부품 상에 위치결정된다. 클램프는 조립체를 제 위치에 고정하는데 사용될 수 있다.

미국 특허 제5,467,251호와, 공동으로 양도된 미국 특허 제5,781,412호에 예시되고 파커-해니妩 코프.의 코메릭스 텍 디비전에 의해 상표명 "THERM-A-FORM™"으로 상업적으로 판매되는 다른 재료는 열 인터페이스 화합물, 초크, 제 위치 형성 재료 또는 캡슐제로서 통상 지시된다. 이들 재료는 전형적으로 하나 이상의 튜브, 컨테이너 등에서 채워져 공급되고, 가장 빈번하게는 실온 또는 상승된 온도에서 경화되는 하나 또는 2개 부분의 액체 또는 유동성 충전 반응성 시스템은 화합물이 도포되는 간극 또는 부품 내에서 제 위치에 형성된다. 적용예는 카트리지 또는 튜브 건 또는 다른 분배 시스템일 수 있다.

이상의 관점에서, 열 관리 재료의 다른 개선점은 전자제품 제조업자에 의해 잘 수용될 수 있다는 것을 알 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 예컨대 전자 칩 또는 다른 발열 부품 등의 열원과, 사이에서의 열 전도를 위해 전자 부품의 열 인접부에 배치 가능한 히트 싱크 또는 스프레더 등의 열 소산 부재를 포함하는 열 관리 조립체를 위한, 열 전도성 인터페이스와 그 재료에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 시트 또는 패드로서 제공될 수 있거나 그리고 /또는 조립체를 가로질러 낮은 열 임피던스를 제공하도록 전자 부품의 대면 표면과 히트 싱크 또는 스프레더 사이에서 유연하거나 또는 정합 가능한 중간층을 형성하기 위해 인가된 압력에서 노즐 또는 다른 오리피스로부터 비드 또는 질량체로서 발생되어 분배 가능하며, 향상된 열 전달 성능을 위해 낮은 열 임피던스를 제공하는 열 전도성 화합물 형태의 재료에 관한 것이다.

지금까지는, 본 명세서에 포함된 타입의 재료, 특히 상 변화 종류의 재료는 종래에는 하나 이상의 금속 파우더 또는 금속 또는 비금속 질화물 또는 산화물일 수 있는 열 전도성 미립자 충전제와 수지 또는 왁스 교결제의 혼련물로서 조성되었다.

이러한 충전제는 재료 내에서 고정된 입자 크기를 가져 그 최대 입자 크기가 조립체의 각각의 표면들 사이에 형성된 인터페이스 내에 재료의 최소 두께를 형성한다. 유리하게는, 하나 이상의 폴리머 재료의 연속 상 내에 분산된 상을 형성하는 열 전도성의 상 변화 재료("PCM")를 이용함으로써, 낮은 접촉 저항에 매우 정합 가능하며 인터페이스 또는 접합 라인 내의 그 최소 두께가 충전제의 최대 입자 크기에 의해 결정될 필요가 없는 열 인터페이스 화합물이 조성될 수 있다.

도시된 실시예에서, 본 발명의 열 전도성 화합물은 일관되게 페이스트 또는 페이스트형일 수 있는 비경화성 열 그리스와, 가용성, 즉 낮은 용융점의 금속 성분의 혼합물로서 조성된다. 그리스는 실리콘 유체 또는 다른 유체, 또는 광물 또는 탄화수소 오일 등의 오일계일 수 있고, 하나 이상의 열 전도성 미립자 충전제를 포함할 수 있다. 금속 성분은 하나 이상의 가용성 금속, 하나 이상의 가용성 금속 합금 또는 하나 이상의 가용성 금속과 하나 이상의 가용성 금속 합금의 혼합물로서 조성될 수 있다. 가용성 금속 성분은 통상적인 실온에서의 제1 상 또는 상태에서 형태 안정적으로, 제2 상 또는 상태에서 인터페이스 내에서 정합 가능하도록 선택되고, 폴리머 성분의 경우 용융점(T_m) 또는 유리 변이점(T_g) 등의 변이 온도, 가용성 금속 성분의 경우 용융점, 고상선 또는 액상선, 또는 전자 부품의 작동 온도 범위 내에 있는 제1 상으로부터 제2 상으로의 변이 온도 범위를 가지며, 전형적으로 약 40 내지 100 °C 사이이다.

유리하게는, 본 명세서에 포함된 가용성 금속 및/또는 합금은 종래의 금속 파우더 미립자 충전제에 의해 나타나는 것에 비해 약 20 W/m-K 이상 수준의 열 전도도를 나타낸다. 또한, 인터페이스 또는 접합 라인 내에서, 이러한 금속 및 합금도 열 그리스와 정합 가능하여 인터페이스 재료의 최소 두께가 가용성 금속의 크기에 의해 제한될 필요가 없다. 또한, 실온에서 접성이 있는 열 그리스의 사용에 의해, 비교적 얇은 최소 접합 라인 두께("MBLT")가 비교적 낮은 인가 압력과 실온에서 얻어질 수 있으며, MBLT는 전자 부품에 전력을 공급할 때 가용성 금속이 상 변화함에 따라 훨씬 얇아진다.

따라서, 본 발명은 이하의 상세한 설명에 예시된 요소의 조합을 포함한다. 본 발명의 장점은 낮은 접촉 저항과 효율적인 열 전달에 완전히 부합되는 열 인터페이스 재료를 포함하는 것이다. 다른 장점은 얇은 최소 접합 라인 두께("MBLT")를 요구하는 적용예에서의 사용을 위해 조성될 수 있는 열 인터페이스 재료를 포함한다는 것이며, 이는 또한 높은 벌크 열 특성을 갖는 재료로 구체화된다. 또 다른 장점은 시트, 테이프 또는 패드, 또는 시린지, 건 또는 다른 분배 가능한 형태로 공급될 수 있는 열 인터페이스 재료를 포함하는 것이다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 특징 및 목적을 더욱 완전히 이해하기 위해, 첨부 도면과 연계하여 취한 이하의 상세한 설명이 참조되어야 한다.

도1은 본 발명에 따라 조성된 열 전도성 화합물의 정합 가능 층을 갖는 대표적인 열 인터페이스 패드의 사시도이다.

도2는 도1의 선2-2를 통해 취한 도1의 열 인터페이스 패드의 단면도이다.

도3은 도1의 열 인터페이스 패드의 정합 가능 층을 형성하는 열 화합물의 조직을 도시하는 도면이다.

도4는 표면 상에 분배되는 본 발명의 열 전도성 화합물의 대표적인 용융예의 개략 사시도이다.

도5는 대표적인 열 관리 조립체 내에 사용하기 위해 판-환 히트 싱크에 접합된 도1의 열 인터페이스를 도시하는 사시도이다.

도6은 낮은 열 임피던스 경로를 사이에 제공하도록 인터페이스가 히트 싱크 및 부품과의 열 전달 접촉부 내에 개재되며 도5의 히트 싱크 및 인터페이스가 발열 전자 부품과의 열 전달 인접부에 배치되는 대표적인 열 관리 조립체의 단면도이다.

도7a는 상 변화 전의 조직을 더욱 상세히 도시하는 도6의 인터페이스 패드의 일부의 확대도이다.

도7b는 상 변화 후의 도5의 인터페이스 패드의 조직을 도시하는 확대도이다.

도8은 표준 열 그리스와 비교하여 본 발명의 열 전도성 화합물의 대표적인 조성물에 대한 열 임피던스 대 압력의 그래프이다.

도면은 이하의 실시예와 관련하여 더욱 설명될 것이다.

실시예

특정 용어는 제한하려고 하기보다는 편리함을 위해 설명에 이용될 수 있다. 예컨대, 용어 "전방", "후방", "우측", "좌측", "상부" 및 "하부"는 참조되는 도면의 방향을 지시하며, 용어 "내향", "내면", "내부" 또는 "내측"과 "외향", "외면", "외부" 또는 "외측"은 참조된 요소의 중심을 향한 그리고 이로부터 면 방향을 각각 지시하며, 용어 "반경방향" 또는 "수평"과 "축방향" 또는 "수직"은 참조된 요소의 중심 종축에 수직한 방향, 축, 평면과, 이에 평행한 방향, 축, 평면을 각각 지시한다. 마찬가지로 구체적으로 전술된 단어외의 유사한 의미의 용어는 제한하려고 하기보다는 편리함을 위해 사용되는 것으로 여겨진다. 또한, 본 명세서에 사용된 바와 같이, "상태 변화"는 화합물 또는 그 층 내의 연속 및 분산 상 등의 별도의 재료 상의 설명과의 혼동을 피하기 위해 "상 변화"와 교환가능하게 사용될 수 있다.

도면에서, 문자 숫자식의 명칭을 갖는 요소는 본 명세서에서 집합식으로 지시될 수 있거나 또는 다르게는 문맥으로부터 명백한 바와 같이 명칭의 숫자 부분만으로 지시될 수 있다. 또한, 도면의 다양한 요소의 구성 부분은 요소 전체로서가 아니라 요소의 그러한 구성 부분을 지시하도록 이해되어야 하는 별도의 도면 부호로 지시될 수 있다. 공간, 표면, 치수 및 범위와 함께 일반적인 참조가 화살표로 표시될 수 있다.

이하의 설명의 예시적인 목적을 위해, 본 명세서에 포함된 본 발명의 열 전도성 인터페이스와 이를 위한 재료는 열 관리 조립체 내에서의 사용과 연계하여 패드로서 설명되는데, 이는 시트 또는 롤로부터 다이 컷팅 또는 키스 컷팅(kiss cut)될 수 있으며, 이는 전자 부품의 정합 열 전달 표면과의 열 전달 접촉부를 위한 히트 싱크 등의 열 소산 부재의 열 전달 표면에 부착된다. 이러한 조립체와 이를 위한 열 인터페이스 재료는 미국 특허 제6,096,414호, 제6,054,198호, 제5,798,171호, 제5,766,740호, 제5,679,457호, 제5,545,473호, 제5,533,256호, 제5,510,174호, 제5,471,027호, 제5,359,768호, 제5,321,582호, 제5,309,320호, 제5,298,791호, 제5,250,209호, 제5,213,868호, 제5,194,480호, 제5,137,959호, 제5,167,851호, 제5,151,777호, 제5,060,114호, 제4,979,074호, 제4,974,119호, 제4,965,699호, 제4,869,954호, 제4,842,911호, 제4,782,893호, 제4,764,845호, 제4,685,987호, 제4,654,754호, 제4,606,962호, 제4,602,678호, 제4,473,113호, 제4,466,483호, 제4,299,715호 및 제3,928,907호에 설명되어 있다. 그러나, 선택적으로 다른 롤, 시트, 필름 또는 테이프 등의 층 형태로 제공될 수 있는 본 발명의 태양은 다른 열 관리 적용예에서 사용될 수 있다는 것을 알 것이다. 또한, 본 발명의 재료는 액체식으로 분배되거나 또는 분사, 나이프, 롤러, 드럼 또는 다른 코팅, 브러싱, 주조, 침지, 압출, 스크린, 전사 또는 다른 인쇄 등의 직접 또는 간접적인 수단에 의해 열 전달 표면 중 하나에 층 또는 패턴으로 도포될 수 있다. 따라서 이러한 사용 및 그 적용예는 본 발명의 범위 내에서 확실한 것으로 여겨져야 한다.

그 다음, 대응 도면 부호가 몇몇 도면에 걸쳐 대응 요소를 지시하도록 사용되며 동일한 요소가 주요 또는 순차적인 문자 숫자식 명칭으로 지시되는 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 대표적인 열 전도성 인터페이스 패드가 일반적으로 도1에는 사용되고 도2에는 단면도로 10으로 도시된다. 열 관리 조립체 내에서, 패드(10)는 예컨대 낮은 임피던스의 열 전도성 경로를 사이에 제공하도록 히트 싱크 또는 스프레더와 밸얼 전자 부품(도6 참조) 등의 한 쌍의 개재 가능한 중간 대향 열 전달 표면이다. 이와 관련하여, 일반적으로 12로 지시된 패드(10)의 제1 인터페이스 표면은 전도성 열 전달 접촉부 내에 또는 열 전달 표면 중 하나의 인접부 내에 배치 가능하며, 일반적으로 14로 지시된 패드(10)의 대향 제2 인터페이스 표면은 전도성 열 전달 접촉부 내에 또는 열 전달 표면 중 다른 것의 인접부 내에 배치 가능하다.

패드(10)는 다이 컷팅 또는 키스 컷팅에 의해 시트, 롤, 테이프 등의 형태로 제공될 수 있거나 또는 이로부터 형성될 수 있다. 기본 구성에서, 패드(10)는 본 발명의 개념에 따라 조성된 열 전도성 화합물의 층(20)으로 형성되는데, 층(20)은 패드(10)의 표면(12, 14)을 형성하고, 층(20)은 유연하거나 또는 열 관리 조립체의 열 전달 표면들 사이에서 정합 가능하다. 대부분의 적용예에 대해, 화합물 층(20)은 약 5 밀($125 \mu\text{m}$)이하이고 약 20 밀($510 \mu\text{m}$) 보다 크지 않은 도2의 "t"로 지시된 두께를 가질 수 있고, ASTM D5470 등에 따라 약 0.01 내지 0.02 $\text{C-in}^2/\text{W}$ (0.065 내지 0.13 $\text{C-cm}^2/\text{W}$) 사이의 열 임피던스와, 또한 ASTM D5470 등에 따라 적어도 약 0.7 W/m-K의 열 전도도를 나타낼 수 있다.

본 발명에 따라, 열 전도성 화합물의 정합 가능 층(20)이 조성되는데, 층(20) 내에 일반적으로 연속 매트릭스 상(32)을 형성하는 연속 상 성분 또는 다른 구성물과, 일반적으로 매트릭스 상(32) 내에 하나가 34로 지시된 이산 도메인을 형성하는 분산 상 성분 또는 다른 구성물의 혼련물 또는 다른 혼합물로서 도3에서 30으로 지시된 층(20)의 다소 양식화된 조직, 즉 현미경 사진의 도면을 참조한다.

제공된 연속 상 성분은 일반적으로 열 그리스 또는 페이스라 하는데, 본 명세서에서 용어 "열 그리스"는 용어 "열 페이스트"와 교환 가능하게 이용 및 사용된다. 약 10,000 내지 300,000 cp(10 내지 300 Pa-s) 사이의 범위일 수 있는 (절대 또는 고유) 점도에 따라, 이러한 비경화 그리스는 일반적으로 형태 안정적 또는 젤형, 즉 통상적인 실온(약 25 내지 30 $^\circ\text{C}$ 사이)에서 비유동성, 슬럼핑(slumping) 또는 새깅(sagging)일 수 있지만, 반고체, 반액체 또는 점성 또는 점탄성 및/또는 요변성일 수 있다.

특히, 열 그리스는 오일계일 수 있고, 더욱 특히 광물 또는 탄화수소 오일, 클리세리드 등의 합성 오일, 또는 바람직하게는 실리콘 오일, 또는 오르가노실록산일 수 있는 통상 "실리콘 유체"라 하는 실리콘 오일, 또는 하나 이상의 임의의 전술된 것의 혼련물일 수 있다. 그리스는 고유하게 점착성 또는 점성을 갖도록 조성될 수 있어, 층(20)의 표면(12, 14) 중 하나 또는 모두가 약 5 psi(35 kPa) 이하의 낮은 인가 압력에서 실온에서 표면 장력 등에 의해 히트 싱크, 스프레더 등의 표면에 부착되게 할 수 있다.

추가적인 충전제 및 첨가제는 계획되는 특정 적용예의 요건에 따라 열 그리스 화합물 내에 포함될 수 있다. 종래의 혼합 장치 내에서 오일 성분과 함께 합성될 수 있는 이러한 충전제 및 첨가제는 종래의 습윤제 또는 계면활성제, 불투명제 또는 발포 방지제, 사슬 연장 오일, 점착제, 안료, 윤활제, 안정제, 디카브로모디페닐 산화물 등의 내염제, 산화방지제, 열 전도성 충전제, 안정제, 분산제, 유동 수정제, 점착제, 필름 강화 폴리머 및 다른 작용제와 훈증 실리카 등의 비활성 충전제를 포함할 수 있다.

최적의 열 성능을 위해, 오일 성분은 종래의 열 전도성 미립자 충전제로 합성될 수 있으며, 이러한 충전제의 입자는 도3의 시야(30)에서 40으로 표시된다. 충전제는 전형적으로 의도되는 적용예에 요구되는 열 전도도를 제공하는 것을 보조하기에 충분한 비율로 오일 성분 내에 포함될 수 있고, 일반적으로 오일 성분 및 충전제의 전체 중량 대비 약 20 내지 80% 사이로 채워질 수 있다. 충전제의 크기 및 형상은 본 발명의 목적을 위해 필수적으로 중요한 것은 아니다. 이와 관련하여, 충전제는 구형, 박편형, 작은 판형, 불규칙형 또는 잘게 썬 또는 가공된 섬유 등의 섬유형을 포함하는 임의의 일반적인 형상일 수 있지만, 바람직하게는 균일한 분산 및 등질의 기계 및 열적 특성을 보장하도록 파우더 또는 다른 미립자일 수 있다. 충전제의 입자 크기 또는 분포는 전형적으로 약 0.01 내지 10 밀(0.25 내지 250 μm) 사이의 범위일 수 있지만, 또한 층(20)의 두께에 따라 변할 수 있다. 전기 전도성 또는 비전도성일 수 있는 적절한 열 전도성 충전제는 질화 봉소, 이붕화 티탄, 질화 알루미늄, 탄화 실리콘, 흑연, 은, 알루미늄 및 구리 등의 금속, 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 아연, 산화 베릴륨 및 산화 안티몬 등의 금속 산화물 및 이들의 혼합물을 포함한다. 이러한 충전제는 특징적으로 약 25 내지 50 W/m-K의 열 전도도를 나타낸다. 하나 이상의 산화물과 질화 봉소의 조합이 절충안으로서 사용될 수 있더라도, 경제적인 이유로 산화 알루미늄, 즉 알루미나 또는 산화 아연이 사용될 수 있는 한편, 향상된 열 전도도의 이유로 질화 봉소가 더욱 바람직한 것으로 여겨질 수 있다. 열 전도성 충전제로 채워지면, 열 그리스 자체는 전형적으로 ASTM D5470에 따라 약 0.1 내지 5 W/m-K 사이의 열 전도도와, 또한 ASTM D5470에 따라 약 1 $^{\circ}\text{C}$ -in²/W(6 $^{\circ}\text{C}$ -cm²/W)의 열 임피던스를 나타낼 것이다. 충전제와 혼합됨에 따라, 실리콘 또는 다른 오일 성분은 일반적으로 충전제 입자가 분산되는 교결제를 형성한다.

도메인(34)을 형성하는 분산된 성분은 상 또는 상태 변화하여 통상적인 실온, 즉 약 25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 고체, 반고체, 유리질 또는 결정질 제1 상 또는 상태로 형태 안정적이 되도록 선택되지만, 상승된 온도 또는 온도 범위에서 액체, 반액체 또는 다른 점성 제2 상 또는 상태로 사실상 정합 가능하다. 형태 안정적인 제1 상에서 유동 가능한 제2 상으로 용융되는 온도일 수 있는 분산된 상 성분의 상 변이 온도는 바람직하게는 약 40 내지 80 $^{\circ}\text{C}$ 사이일 수 있고, 대부분의 전자 부품의 작동 온도 내에 오도록 맞춰질 수 있다.

도메인(34)을 형성하는 분산된 상 성분은 수지 또는 다른 폴리머계 PCM일 수 있지만, 최적의 열 성능을 위해서는 땜납 및 열 링크 또는 퓨즈로서 통상 사용되는 타입의 가용성, 즉 낮은 용융점의 금속 또는 금속 합금으로 제공된다. 특히, 분산된 상은 하나 이상의 이러한 가용성 금속, 하나 이상의 이러한 가용성 금속 합금, 또는 하나 이상의 가용성 금속과 하나 이상의 가용성 금속 합금의 혼합물 또는 다른 조합일 수 있다. 이러한 금속 및 합금은 전형적으로 약 50 내지 260 $^{\circ}\text{C}$ (124 내지 500 $^{\circ}\text{F}$)의 고상선 온도 내지 액상선 온도 등의 용융점 또는 용융 범위를 갖고, 보통 하나 이상의 비스무트, 납, 주석, 카드뮴 및 인듐을 포함하지만, 또한 은, 아연, 구리 및 안티몬 등의 하나 이상의 다른 금속을 포함할 수 있다. 종종, 공용 합금은 이러한 금속의 혼합물로 조성되며, 이러한 공용 혼합물은 혼합물의 구성물 각각보다 낮을 수 있는 한정된 용융점을 갖는다.

분산된 상 성분을 위한 대표적인 가용성 금속 및 금속 합금은 ASTM 합금 117을 포함하고, 특히 약 141 $^{\circ}\text{F}$ (61 $^{\circ}\text{C}$)의 용융점을 갖는 비스무트, 주석 및 인듐의 납 및 카드뮴이 없는 합금을 포함한다. 141 $^{\circ}\text{F}$ (61 $^{\circ}\text{C}$)의 용융점을 갖는 특히 바람직한 합금은 비스무트 32.5%, 주석 16.5% 및 인듐 50%의 공용 혼합물이다.

가용성 금속 및 금속 합금은 의도되는 적용예에 요구되는 열 전도도를 제공하기에 충분한 비율로 열 그리스 또는 다른 폴리머 구성물 내에 포함되고, 일반적으로 임의의 혼합된 열 전도성 충전제 및 다른 첨가제와 금속 또는 금속 합금을 포함하는 열 전도성 화합물, 즉 열 그리스의 총 중량 대비 약 5 내지 25% 사이로 채워질 수 있다. 도3에 도시된 바와 같이, 열 그리스(32)의 연속 상 내에, 가용성 금속 및/또는 금속 합금은 그리스의 충전제 성분(40)과 함께 분산된 이산 도메인(34)을 형성한다. 전형적으로, 도메인(34)은 도3에 "d"로 지시된 약 0.4 내지 3 밀(10 내지 75 μm)의 직경 또는 다른 길이를 가질

것이고, 매트릭스(32) 내의 분산 정도에 따라, 이러한 도메인(34)은 "D"로 지시된 약 3 밀($75 \mu\text{m}$) 이상에 이르는 길이를 갖는 덩어리를 형성할 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "이산 도메인"은 이러한 도메인을 개별적으로 지시하거나 또는 그 덩어리를 지시하는 것으로 이해되어야 한다.

가용성 금속 또는 합금의 상 변이 온도 이상의 온도까지 층(20)을 가열하는 것에 후속하여, 도메인(34)은 매트릭스 상(32)과 함께 에멀젼을 형성할 수 있다. 그러나, 유리하게는, 열 그리스 매트릭스에 의해, 에멀젼화된 화합물의 (절대 또는 고유) 점도는 관련 전자 부품의 작동 온도 범위 내에서 또는 약 40 내지 80 °C 사이에서 약 10,000 내지 300,000 cp(10 내지 300 Pa-s) 사이로 유지될 수 있어서, 에멀젼은 접합 라인을 유지하도록 충분히 점성이 있다. 또한, 필수적으로 요구되지는 않더라도, 알루미나, 질화 봉소 또는 다른 열 전도성 충전제 입자를 조성물에 첨가하는 것은 충전제 입자(40)가 분산된 상 성분의 도메인(34)들 사이에서 열 브리지로서 기능을 하여 열 경로 또는 네트워크를 따라 도메인 접촉부에 도메인의 분명한 효과를 부여한다는 점에서 최적의 열 성능을 제공한다는 것이 관찰되었다. 또한, 이러한 충전제 입자는 점성을 변경하는데 사용될 수 있어, 화합물의 유동을 제어하는데 사용될 수 있다.

도1 및 도2로 복귀하여, 패드(10)의 상업적인 양의 생산시, 층(20)의 열 전도성 화합물은 를 압연기 또는 다른 혼합기 내의 높은 전단 조건에서 열 전도성 미립자 충전제로 충전될 수 있는 열 그리스와 분산된 상 성분의 혼합물로서 합성될 수 있다. 분산된 상 성분이 하나 이상의 가용성 금속 및/또는 금속 합금으로서 합체되는 경우, 금속 및 합금은 바아, 로드, 잉곳, 펠릿, 파우더 등의 형태로 도입될 수 있고, 금속 및 합금의 상 변이 온도를 적어도 초과하는 상승된 온도 조건에서 열 그리스와 혼합될 수 있다. 파우더의 경우, 어떤 형태로 제공되는 가용성 금속이든 먼저 압연되거나 또는 연삭 또는 분쇄되어 요구되는 입자 크기 또는 분포를 갖는 파우더를 이루는데, 그 다음 파우더는 상승된 온도 또는 주위 온도에서 열 그리스 성분내로 합체될 수 있다.

합성 후에, 혼합물은 용제 또는 다른 희석제로 묽게될 수 있다. 그 후, 화합물의 층(20)은 예컨대 분사, 나이프 코팅, 롤러 코팅, 주조, 드럼 코팅, 침지, 분배, 압출, 스크린 인쇄 또는 다른 직접 공정, 또는 전사 또는 다른 간접 공정 등의 종래의 방식으로 도1 및 도2에 42로 지시된 라이너 등의 해제 라이너 또는 다른 캐리어 스트립 또는 시트 상에 코팅될 수 있다. 코팅 후에, 결과적인 층(20)은 용제를 증발시키도록 건조되어 해제 라이너(42) 상에 층(20)의 접착 필름, 코팅 또는 다른 잔여물을 발생할 수 있다. 열 그리스의 고유한 점성 또는 그 유동성의 결과로서, 층(20)과 라이너(42) 사이에 접착제 및/또는 기계적 접합이 발생될 수 있다.

요구되지 않더라도, 도2에 43으로 지시된 캐리어 또는 보강 부재는 선택적으로 도시된 바와 같이 내부에 중간 층으로서 층(20) 내에 또는 이와 달리 표면(12, 14) 중 하나 또는 모두 상에 합체되어 증가된 인열 저항을 제공할 수 있다. 배열 중 하나에서, 부재(43)는 열 전도성 화합물이 스며들거나 또는 운반되는 틈 또는 구멍을 갖도록 형성될 수 있다. 특히, 이러한 부재(43)는 폴리이미드 또는 폴리에테르에테르케톤(PEEK) 등의 열가소성 재료, 직포 또는 부직포, 예컨대 누벼진 유리섬유 직물, 천, 웨브 또는 매트의 층, 또는 알루미늄 또는 다른 금속 포일, 스크린 또는 팽창된 메시로 형성된 필름으로 제공될 수 있다. 화합물을 위한 캐리어로서 가능하는 것 외에, 보강재는 층(20)과 패드(10)의 물리적인 강도를 향상시키는데 사용되어 높은 주변 온도에서의 취급과 다양한 형태로의 다이 컷팅을 더욱 용이하게 할 수 있다. 보강 부재는 전형적으로 약 0.5 내지 5 밀($12.5 \mu\text{m}$) 사이의 두께를 가질 수 있으며, 약 1 내지 2 밀($25 \mu\text{m}$)의 두께가 금속 포일을 위해 바람직하다.

도1 및 도2를 계속 참조하면, 전술된 바와 같이, 층(20)은 층의 표면(14)을 덮는 해제 라이너(42) 상에 형성될 수 있다. 취급을 용이하게 하고 그리고/또는 선적을 위한 보호 층으로서, 제2 해제 라이너(44)는 층(20)의 다른 표면(12) 위에 적층 또는 제공될 수 있다. 라이너(42, 44) 중 하나 또는 모두를 위한 예시적인 재료는 폴리올레핀, 플라스틱화된 폴리비닐 클로라이드, 폴리에스테르, 셀룰로오스, 금속 포일, 복합재의 면 스톡 또는 다른 필름과, 층이 인가될 수 있는 다른 라이너 또는 기판으로부터 층(20)을 분명히 들어올리지 않고 제거 가능한 비교적 낮은 표면 에너지를 갖는 왁스화되고 실리콘화되거나 또는 다른 코팅된 페이퍼 또는 플라스틱을 포함한다. 퍽 앤 플레이스(pick-and-place) 또는 다른 자동 분배 수단 등의 분배 방법 및 의도된 적용예에 따라, 키스 컷팅 패드(10) 또는 층(20)의 연속 길이부는 라이너(42)의 시트 또는 테이프 상에 라이너(44)를 덮거나 또는 덮지 않으며 운반될 수 있고 시트 또는 룰의 형태로 공급된다. 선택적으로, 개별 패드(10)는 또한 라이너(44)를 갖거나 또는 갖지 않으며 라이너(42)의 시트로부터 다이 컷팅될 수 있다.

선택적으로, 층(20)은 열 전달 표면 중 하나 상에 직접적으로 라이너 외의 기판을 코팅하거나 다른 분배를 함으로써 형성될 수 있다. 이와 관련하여, 화합물의 점도는 관련 응용예에 이용될 장비 또는 공정을 수용하도록 충전제 채움 수준, 열 그리스의 선택 및/또는 용제 또는 다른 희석제의 첨가 등에 의해 제어 또는 조절될 수 있다. 분배 적용예를 위해, 화합물은 개별 튜브, 카트리지 또는 컨테이너 내에 충전될 수 있고, 예컨대 휴대용 애플리케이터 건 또는 시린지 또는 선택적으로 로봇식 애플리케이터 등의 자동 계량 및 분배 장비를 사용하여 추후의 적용예를 위해 저장될 수 있다.

이제 도4를 참조하면, 화합물의 질량체 또는 "덩이"가, 예컨대 히트 싱크, 냉간 판, 회로 보드, 하우징 부분 또는 전자 부품의 플라스틱, 금속 또는 세라믹 표면일 수 있는 준비되거나 또는 준비되지 않은 표면(46) 상으로 "P"로 지시된 화살표로 도시된 인가된 압력에서 분배되는 것이 도시된다. 이와 관련하여, 47로 지시된 화합물의 공급은 도시된 바와 같이 직접적일 수 있거나 또는 노즐(49)에 연결된 호스 또는 다른 도관을 거쳐 유체 연통하여 연결된 카트리지, 튜브 또는 다른 컨테이너(48) 내로 일 부분의 시스템으로서 충전되는 것으로 도시된다.

건 또는 시린지를 사용하여 수동으로 인가될 수 있거나 또는 비례 실린더 또는 펌프 등의 공기 또는 무공기 계량 장비에 의해 발생될 수 있는 인가된 압력(P)에서, 계량된 양의 화합물이 노즐(49)로부터 표면(46) 상으로 유출될 수 있다. 인가됨에 따라, 질량체(45)는 표면 장력, 고유한 점성 또는 다른 접착력 등에 의해 표면(46)에 사실상 자체 접착될 수 있다. 층(20)과 함께, 질량체(45)는 통상적인 실온에서 형태 안정적일 수 있어 인가될 부분 또는 부품이 조립 등을 위해 취급될 수 있다. 선택적으로, 질량체(45)는 유동성이 있거나 또는 형태 안정적이지 않을 수 있고(도시되지 않은) 땜 또는 다른 장벽을 거쳐 표면 상에 포함될 수 있다. 또한, 질량체(45)를 형성하는 화합물은 표면들 중 하나를 통해 제공된(도6에서 50으로 지시된) 개구 등을 거쳐 표면(46)과 대향 표면[도6의 표면(80, 82)] 사이에 유지된 간극[도6에 도시된 간극(72) 등] 내로 직접 분사될 수 있다.

다음으로 도5 및 도6을 다시 참조하면, 도1 및 도2의 패드(10)[또는 도4의 질량체(45)]의 사용이 도5에서 일반적으로 51로 지시된 열 관리 조립체와 연계하여 도시되며, 이는 연관 인쇄 회로 보드(PCB) 또는 다른 기판(59) 상에 지지된 발열 아날로그, 디지털 또는 다른 전자 부품(58)의 대향 열 전달 표면(56)과의 전도성 열 전달 인접부 내에 배치된 열 전달 표면(54)을 갖는 열 소산 부재(52)를 포함한다. 설명을 위해, 열 소산 부재(52)는 하나가 62로 지시된 복수의 냉각 흰이 연장되는 일반적으로 평평한 기부(60)를 갖는 판-흰 종류일 수 있는 히트 싱크로 도시된다. 선택적으로, 열 소산 부재(52)는 핀 흰 또는 다른 히트 싱크, 열 교환기, 냉간 판 또는 히트 스프레더 구조부, 또는 심지어는 인쇄 회로 보드, 하우징 또는 새시로서 제공될 수 있다. 소산 부재(52)는 전형적으로 알루미나 등의 세라믹 재료 또는 성분(58)에 의해 유효한 열 용량을 갖는 알루미늄 또는 구리 등의 금속 재료로 형성될 수 있어, 전도되거나 또는 이로부터 전달된 열 에너지를 소산시킨다.

도5를 계속 참조하면, 전자 부품(58)은 집적 마이크로칩, 마이크로프로세서, 트랜지스터 또는 다른 파워 반도체 장치, 또는 다이오드, 계전기, 저항기, 변압기, 증폭기, 다이악 또는 커패시터 등의 저항성 또는 다른 발열 서브 조립체, 또는 선택적으로 다른 발열원일 수 있다. 전형적으로, 부품(58)은 약 60 내지 100 °C의 작동 온도 범위를 가질 수 있다. 부품(58)을 보드(59)에 전기 접속하기 위해, 한 쌍이 70a-b로 지시된 한 쌍 이상의 땜납 볼, 리드 또는 핀이 부품(58)로부터 판(59)과의 납땜 또는 다른 접속부로 연장되어 제공된다. 추가적으로, 리드(70)는 72로 지시된 약 3 밀(75 미크론)의 간극을 사이에 형성하도록 판(59) 위에 부품(58)을 지지할 수 있다. 선택적으로, 부품(58)은 판(59) 상에 직접 수용될 수 있다.

도2 및 도4로 잠시 복귀하면, 도2의 패드(10)가 라이너(42)로부터 제거되어 층(20)의 표면(14)을 노출시키기 때문에, 패드(10)는 소산 부재(52)의 열 전달 표면(54)에 접합 또는 부착될 수 있다. 이와 관련하여, 전술된 바와 같이, 패드(10)는 다이 컷팅 또는 키스 컷팅되거나 또는 큰 시트로부터 또는 테이프 스톡의 롤 또는 다른 길이로부터 크기가 정해질 수 있다. 전형적으로, 인가된 패드(10)의 여백은 층(20)의 정합 가능 상에서 인가된 압력에서 그 두께가 감소함에 따라 패드의 표면 영역 적용 범위의 증가를 수용하도록 패드가 인가될 다른 표면 또는 표면(54)의 영역보다 작은 크기일 수 있다. 선택적으로, 화합물은 도4와 연계하여 설명된 질량체(45)에서와 같이 표면 상에 분배될 수 있다.

인가된 패드(10)에 의해, 소산 부재(52)는 라이너(44)가 패드(10)의 다른 표면(12)을 덮으며 집적 유닛으로서 전자제품 제조업자, 조립자 또는 다른 사용자에게 포장 및 선적될 수 있다. 그 다음, 사용자는 간단히 라이너(44)를 제거하여 층(20)의 표면(12)을 노출하고, 전자 부품(58)의 열 전달 표면(56) 상에 노출된 표면(12)을 위치 결정하고, 마지막으로, (도시되지 않은) 외부 압력의 클립, 클램프, 스크루 또는 다른 수단을 적용하여 소산 부재(52)를 도6에 도시된 바와 같이 부품(58)과의 열 인접부에 배치할 수 있다.

도6을 계속 참조하면, 조립체(51) 내에서, 패드(10)는 부품(58)으로부터 소산 부재(52)로의 열 전달을 위해 낮은 임피던스의 전도성 경로를 제공한다. 이러한 경로는 부품(58)의 냉각을 이루고 작동 온도가 특정 한계 이하에서 유지되는 것을 보장하기 위해 대류 공기 순환없이 또는 이와 연계하여 이용될 수 있다. 열 소산 부재(52)가 별도의 히트 싱크 부재로 도시되더라도, 판(59) 자체는 판(59)의 상부 표면(80)과 전자 부품(58)의 대향 표면(82) 사이의 간극(72) 내에서 교대로 개재된 패드(10)에 의해 이러한 목적을 위해 사용될 수 있다.

전술된 바와 같이, 층(20)의 열 전도성 화합물은 고체, 반고체, 유리질 또는 결정질인 가용성 금속 및/또는 금속 합금 구성 물의 제1 상에서 통상적인 실온, 즉 약 25 °C에서 형태 안정적으로 조성될 수 있지만, 제2 상이 열 전달 표면(54, 56) 사이에서 액체, 반액체 또는 점성 애열전일 수 있는 제2 상에서 사실상 정합 가능할 수 있다. 구체적으로, 가용성 금속 및/또는 합금의 상 변이 온도는 바람직하게는 약 40 내지 80 °C이고, 일반적으로 전자 부품(58)의 작동 온도 내에 오도록 맞춰진다.

이제 도7a를 참조하면, 도5의 90으로 지시된 구역의 확대도는 전자 부품(58)의 에너지화에 의한 가열 전의 조직을 상세히 도시한다. 알 수 있는 바와 같이, 가열 전에, 열 전달 표면(54, 56) 사이의 접합 라인은 본 발명의 패드(10)의 열 화합물의 층(20)에 의해 사실상 충전될 수 있는 t1으로 지시된 제1 MBLT를 형성한다. 유리하게는, 열 그리스 성분의 사용에 의해, 약 1 밀(25 μm) 이하의 비교적 얇은 두께(t1) 및 대응하는 낮은 열 임피던스가 실온에서 그리고 예컨대 약 1 psi(6 kPa) 이하의 비교적 낮은 소정의 인가된 압력에서 이루어질 수 있다.

다음으로 도7b에 도시된 90'을 참조하면, 매트릭스 상(32)의 열 그리스 성분과 함께 애열전을 형성할 수 있는 정합 가능 제2 상으로의 분산된 도메인(34)의 가열 및 결과적인 상 변화시, 이제 t2로 지시된 훨씬 얇은 MBLT가 표면(54, 56) 사이에 달성될 수 있다. 스프링 클립 등에 의해 발생될 수 있는 소정의 인가된 외부 압력의 계속적인 인가 등에서 두께(t1)에 비해 약 20 내지 50% 이상만큼 두께(t2)가 감소될 수 있으며, 유동할 수 있는 패드(10)의 표면적의 대응 증가는 표면(54, 56) 사이의 접합 라인 간극의 여백을 사실상 충전하고 대응하여 열 임피던스를 감소시킨다.

달리 지시되지 않으면 모든 백분율과 비율은 중량에 의한 것인 이하의 예는 본 명세서에 포함된 본 발명의 구현을 예시하는 것이며, 제한하려는 것은 아니어야 한다.

예

예1

$2.0 \times 10^{-3} \text{ cal/s-cm-}^{\circ}\text{C}$ 의 보고된 열 전도도를 갖는 질화 붕소(BN)와 산화 아연 충전 실리콘 오일계 열 그리스[DC 340TM, 미국 미시간주 미들랜드의 다우 코닝 코프.(Dow Corning Corp.)] 내에서 가용성 금속 ASTM 합금 117을 혼합함으로써 본 발명의 열 전도성 화합물의 대표적인 조성물이 준비되었다. 이러한 117 합금은 117 °F(47 °C)의 용융점을 갖고 비스무트 44.2 내지 45.2%, 납 22.1 내지 23.2%, 주석 7.8 내지 8.8%, 인듐 18.6 내지 19.6%, 및 카드뮴 4.8 내지 5.8%를 포함하는 공용 혼합물로서 ASTM B774에 따라 구체화된다. 이러한 예1에 사용된 구체적인 낮은 금속 합금("LMA")은 약 0.04 내지 40 밀(1 내지 1000 μm)의 평균 입자 크기를 갖는 비스무트 44.7%, 납 22.6%, 주석 8.3%, 인듐 19.1%, 및 카드뮴 파우더 5.3%[AIM47TM, 캐나다 퀘벡주 몬트리올의 에이아이엠(AIM)]였다. 이러한 합금은 약 20 W/m-K의 분명한 열 전도도를 갖는 것으로 보고되었다.

비교의 목적으로 0% 수준이 순수 DC 340TM 열 그리스인 0, 5, 10, 15 및 20%의 채움 수준의 합금 충전제로 열 그리스 합금 혼합물의 샘플이 합성되었다. 혼합시, 약 20,000 내지 30,000 cp(20 내지 30 Pa-s) 사이라고 여겨지는 열 그리스의 점도가 합금의 파우더와 용이하게 혼련되고 혼련 후에 파우더를 혼탁 상태로 유지하기에 충분한 것이 관찰되었다.

50 psi(300 kPa)의 인가된 압력에서 그리고 약 1 밀(25 μm) 미만의 최소 접합 라인 두께(MBLT)에서 ASTM D5470에 따라 샘플의 열 임피던스가 결정되었다. 얻어진 결과는 이하의 표1에서 보고되었다.

[표1]

샘플(% LMA)	열 임피던스	
	°C-in ² /W	°C-cm ² /W
0	0.36	9.0
5	0.019	0.48
10	0.010	0.25
15	0.010	0.25
20	0.008	0.20

표1의 데이터는 본 발명에 따라 조성된 열 그리스-LMA가 충전되지 않은 그리스에 비해 향상된 열 성능을 나타낸다는 것을 보여준다.

예2

예1과 연계하여 설명된 바와 같이 조성된 15% LMA-열 그리스 화합물의 열 성능은 70 °C, 50 °C에서 압력의 함수로서 임피던스를 측정하고, 65 °C에서 번-인(burn-in) 후 50 °C에서 측정함으로써 특징지어졌다. ASTM 5470에 따라 측정치가 얻어졌고, 도7에 "T851"로 도시된다. 또한, 70 °C에서 순수 DC 340TM 그리스에 대한 결과가 도7에 "T850"으로 도시된다. 결과는 LMA-충전 샘플 대 정돈된 그리스에 대해 온도의 함수로서 임피던스의 분명한 하강을 보여준다.

본 명세서에 포함된 개념으로부터 벗어나지 않고 본 발명에서 특정한 변경이 될 수 있는 것이 기대되기 때문에, 이상의 설명에 포함된 모든 것은 예시적인 것이며 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 명세서에 인용된 임의의 종래 문헌을 포함하는 모든 참조 문헌은 참조로서 합체된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

열 경로를 사이에 제공하도록 제1 열 전달 표면과 대향 제2 열 전달 표면 사이에 정합 가능한 층을 형성하기 위한 열 전도성 화합물이며,

- (a) 열 그리스 성분과,
- (b) 열 그리스 성분 내에 이산 도메인을 형성하는 분산된 성분의 혼합물을 포함하며,

상기 도메인은 통상적인 실온에서의 제1 상에서 형태 안정적이며 제2 상에서 제1 및 제2 열 전달 표면 사이에서 정합 가능하며, 상기 도메인은 통상적인 실온 이상의 제1 상으로부터 제2 상으로의 변이 온도를 갖는 화합물.

청구항 2.

제1항에 있어서, 분산된 성분은 하나 이상의 가용성 금속, 하나 이상의 가용성 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 화합물.

청구항 3.

제2항에 있어서, 하나 이상의 가용성 금속 또는 합금은 하나 이상의 비스무트, 주석, 납, 카드뮴 및 인듐을 포함하는 화합물.

청구항 4.

제2항에 있어서, 분산된 구성물은 그 중량으로 비스무트 약 32.5%, 주석 16.5%, 및 인듐 50%의 공용 합금을 포함하는 화합물.

청구항 5.

제2항에 있어서, 화합물은 그 전체 중량으로 약 5 내지 25% 사이의 하나 이상의 가용성 금속 또는 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 화합물.

청구항 6.

제2항에 있어서, 도메인 변이 온도는 약 40 내지 80 °C 사이인 화합물.

청구항 7.

제6항에 있어서, 분산된 구성물은 하나 이상의 가용성 금속, 하나 이상의 가용성 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 화합물.

청구항 8.

제2항에 있어서, 제1 열 전달 표면은 통상적인 실온 이상의 작동 온도 범위를 갖는 발열원 상에 위치되고, 도메인 변이 온도는 발열원의 작동 온도 범위 내에 있는 화합물.

청구항 9.

제1항에 있어서, 제2 상의 도메인은 열 그리스 성분과 함께 에멀젼을 형성하는 화합물.

청구항 10.

제9항에 있어서, 에멀젼은 약 10,000 내지 300,000 cp(10 내지 300 Pa-s) 사이의 점도를 갖는 화합물.

청구항 11.

제1항에 있어서, 제1 열 전달 표면은 통상적인 실온 이상의 작동 온도 범위를 갖는 발열원 상에 위치되고, 도메인의 변이 온도는 발열원의 작동 온도 범위 내에 있는 화합물.

청구항 12.

제11항에 있어서, 발열원은 전자 부품이고, 제2 열 전달 표면은 열 소산 부재 상에 위치되는 화합물.

청구항 13.

제12항에 있어서, 열 소산 부재는 히트 싱크 또는 회로 보드인 화합물.

청구항 14.

제12항에 있어서, 발열원의 작동 온도는 약 40 내지 80 °C 사이인 화합물.

청구항 15.

제1항에 있어서, 도메인은 약 0.4 내지 3 밀(10 내지 $75 \mu\text{m}$)의 평균 크기를 갖는 화합물.

청구항 16.

제1항에 있어서, 열 그리스 성분은 광물 오일, 탄화수소 오일, 합성 오일, 실리콘 오일 및 이들의 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 오일을 포함하는 화합물.

청구항 17.

제1항에 있어서, 열 그리스 성분은 하나 이상의 실리콘 오일을 포함하는 화합물.

청구항 18.

제1항에 있어서, 열 그리스 성분은 하나 이상의 오르가노실록산 오일을 포함하는 화합물.

청구항 19.

제16항에 있어서, 열 그리스 성분은 열 전도성 미립자 충전제를 더 포함하는 화합물.

청구항 20.

제19항에 있어서, 분산된 구성물은 하나 이상의 가용성 금속, 하나 이상의 가용성 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 화합물.

청구항 21.

제19항에 있어서, 충전제는 금속 또는 비금속 산화물, 질화물, 탄화물, 또는 이붕화물 입자, 흑연 입자, 금속 입자 및 이들의 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 화합물.

청구항 22.

제19항에 있어서, 열 그리스 성분은 충전제의 중량으로 약 20 내지 80% 사이를 포함하는 화합물.

청구항 23.

제19항에 있어서, 미립자 충전제는 약 0.01 내지 10 밀(0.25 내지 $250 \mu\text{m}$) 사이의 입자 크기를 갖는 화합물.

청구항 24.

제19항에 있어서, 충전제는 적어도 약 20 W/m-K 의 열 전도도를 갖는 화합물.

청구항 25.

제19항에 있어서, 열 그리스는 약 실온에서 약 10,000 내지 300,000 cp(10 내지 300 Pa-s) 사이의 점도를 갖는 화합물.

청구항 26.

제1항에 있어서, 층은 약 $1 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{in}^2/\text{W}$ ($6 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}^2/\text{W}$)보다 작은 열 임피던스를 갖는 화합물.

청구항 27.

제1항에 있어서, 화합물은 적어도 약 0.5 W/m-K의 열 전도도를 갖는 화합물.

청구항 28.

제11항에 있어서, 층은 소정의 인가된 압력에서 약 실온에서 약 5 밀($125 \mu\text{m}$) 이하의 두께를 갖고, 두께는 발열원의 작동 온도 범위 내에서 소정의 인가된 압력에서 적어도 약 20%만큼 감소하는 화합물.

청구항 29.

제1항에 있어서, 화합물은 제1 및 제2 열 전달 표면 중 하나 또는 모두에 사실상 자체 부착되는 화합물.

청구항 30.

제1 열 전달 표면과,

상기 제1 열 전달 표면에 대향하는 제2 열 전달 표면과,

제1 및 제2 열 전달 표면 중간에 개재되어 사이에 열 전도성 경로를 제공하며 제1 및 제2 열 전달 표면 사이에 정합 가능한 층 내에 형성된 열 전도성 화합물을 포함하는 열 전도성 인터페이스를 포함하며,

상기 화합물은,

(a) 열 그리스 성분과,

(b) 열 그리스 성분 내에 이산 도메인을 형성하는 분산된 성분의 혼합물을 포함하며,

상기 도메인은 통상적인 실온에서의 제1 상에서 형태 안정적이며 제2 상에서 제1 및 제2 열 전달 표면 사이에서 정합 가능 하며, 상기 도메인은 통상적인 실온 이상의 제1 상으로부터 제2 상으로의 변이 온도를 갖는 열 관리 조립체.

청구항 31.

제30항에 있어서, 분산된 성분은 하나 이상의 가용성 금속, 하나 이상의 가용성 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 조립체.

청구항 32.

제31항에 있어서, 하나 이상의 가용성 금속 또는 합금은 하나 이상의 비스무트, 주석, 납, 카드뮴 및 인듐을 포함하는 조립체.

청구항 33.

제31항에 있어서, 분산된 구성물은 그 중량으로 비스무트 약 32.5%, 주석 16.5%, 및 인듐 50%의 공용 합금을 포함하는 조립체.

청구항 34.

제31항에 있어서, 화합물은 그 전체 중량으로 약 5 내지 25% 사이의 하나 이상의 가용성 금속 또는 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 조립체.

청구항 35.

제31항에 있어서, 도메인 변이 온도는 약 40 내지 80 °C 사이인 조립체.

청구항 36.

제35항에 있어서, 분산된 구성물은 하나 이상의 가용성 금속, 하나 이상의 가용성 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 조립체.

청구항 37.

제31항에 있어서, 제1 열 전달 표면은 통상적인 실온 이상의 작동 온도 범위를 갖는 발열원 상에 위치되고, 도메인 변이 온도는 발열원의 작동 온도 범위 내에 있는 조립체.

청구항 38.

제30항에 있어서, 제2 상의 도메인은 열 그리스 성분과 함께 에멀젼을 형성하는 조립체.

청구항 39.

제38항에 있어서, 에멀젼은 약 10,000 내지 300,000 cp(10 내지 300 Pa-s) 사이의 점도를 갖는 조립체.

청구항 40.

제30항에 있어서, 제1 열 전달 표면은 통상적인 실온 이상의 작동 온도 범위를 갖는 발열원 상에 위치되고, 도메인의 변이 온도는 발열원의 작동 온도 범위 내에 있는 조립체.

청구항 41.

제40항에 있어서, 발열원은 전자 부품이고, 제2 열 전달 표면은 열 소산 부재 상에 위치되는 조립체.

청구항 42.

제41항에 있어서, 열 소산 부재는 히트 싱크 또는 회로 보드인 조립체.

청구항 43.

제41항에 있어서, 발열원의 작동 온도는 약 40 내지 80 °C 사이인 조립체.

청구항 44.

제30항에 있어서, 도메인은 약 0.4 내지 3 밀(10 내지 75 μm)의 평균 크기를 갖는 조립체.

청구항 45.

제30항에 있어서, 열 그리스 성분은 광물 오일, 탄화수소 오일, 합성 오일, 실리콘 오일 및 이들의 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 오일을 포함하는 조립체.

청구항 46.

제30항에 있어서, 열 그리스 성분은 하나 이상의 실리콘 오일을 포함하는 조립체.

청구항 47.

제30항에 있어서, 열 그리스 성분은 하나 이상의 오르가노실록산 오일을 포함하는 조립체.

청구항 48.

제45항에 있어서, 열 그리스 성분은 열 전도성 미립자 충전제를 더 포함하는 조립체.

청구항 49.

제48항에 있어서, 분산된 구성물은 하나 이상의 가용성 금속, 하나 이상의 가용성 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함하는 조립체.

청구항 50.

제48항에 있어서, 충전제는 금속 또는 비금속 산화물, 질화물, 탄화물, 또는 이붕화물 입자, 흑연 입자, 금속 입자 및 이들의 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 조립체.

청구항 51.

제48항에 있어서, 열 그리스 성분은 충전제의 중량으로 약 20 내지 80% 사이를 포함하는 조립체.

청구항 52.

제48항에 있어서, 미립자 충전제는 약 0.01 내지 10 밀(0.25 내지 $250 \mu\text{m}$) 사이의 입자 크기를 갖는 조립체.

청구항 53.

제48항에 있어서, 충전제는 적어도 약 20 W/m-K 의 열 전도도를 갖는 조립체.

청구항 54.

제48항에 있어서, 열 그리스는 약 실온에서 약 10,000 내지 300,000 cp(10 내지 300 Pa-s) 사이의 점도를 갖는 조립체.

청구항 55.

제30항에 있어서, 층은 약 $1 \text{ }^{\circ}\text{C-in}^2/\text{W}$ ($6 \text{ }^{\circ}\text{C-cm}^2/\text{W}$)보다 작은 열 임피던스를 갖는 조립체.

청구항 56.

제30항에 있어서, 화합물은 적어도 약 0.5 W/m-K 의 열 전도도를 갖는 조립체.

청구항 57.

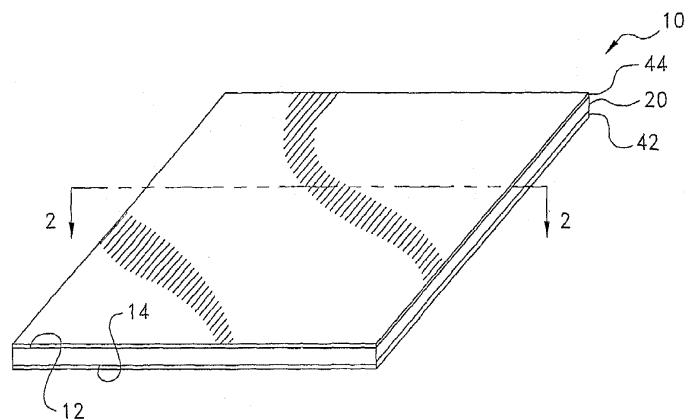
제40항에 있어서, 층은 소정의 인가된 압력에서 약 실온에서 약 5 밀($125 \mu\text{m}$) 이하의 두께를 갖고, 두께는 발열원의 작동 온도 범위 내에서 소정의 인가된 압력에서 적어도 약 20%만큼 감소하는 조립체.

청구항 58.

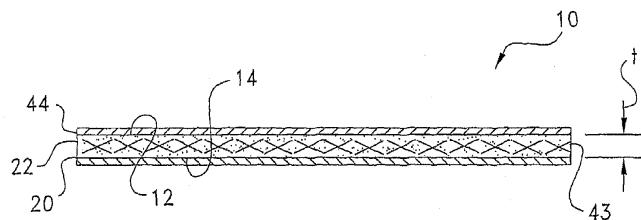
제30항에 있어서, 화합물은 제1 및 제2 열 전달 표면 중 하나 또는 모두에 사실상 자체 부착되는 조립체.

도면

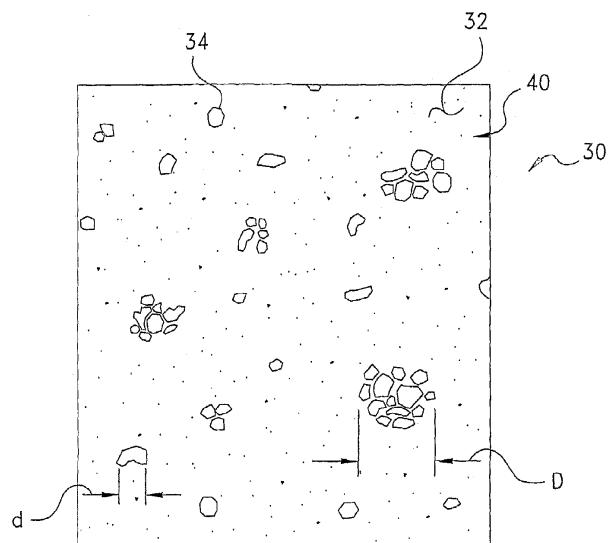
도면1



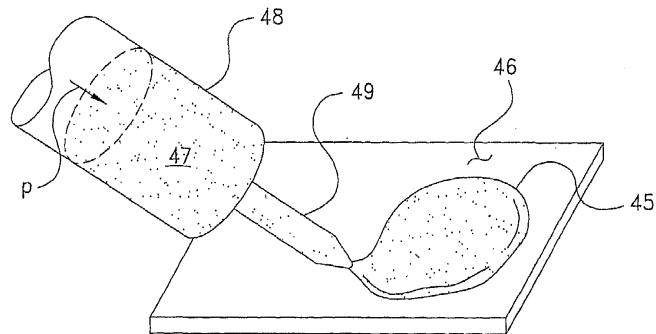
도면2



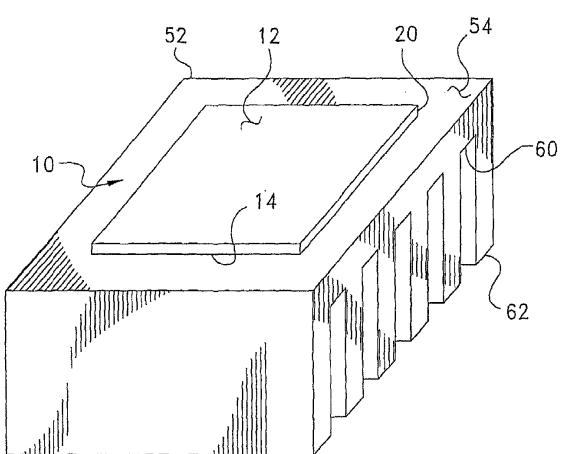
도면3



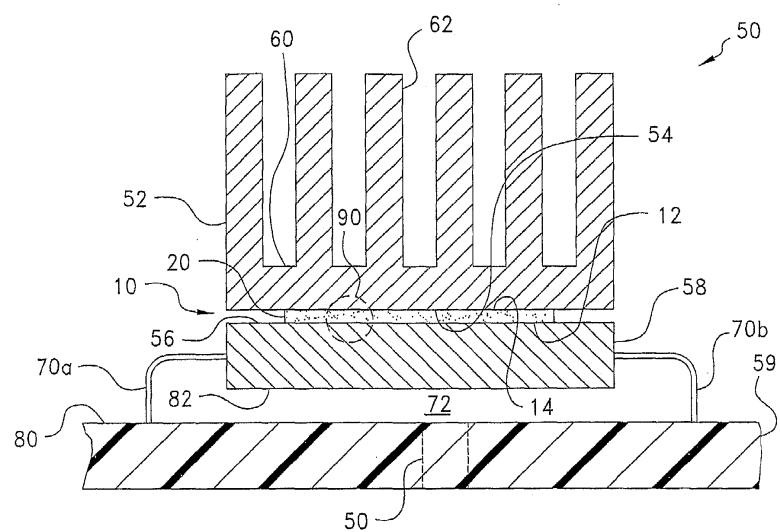
도면4



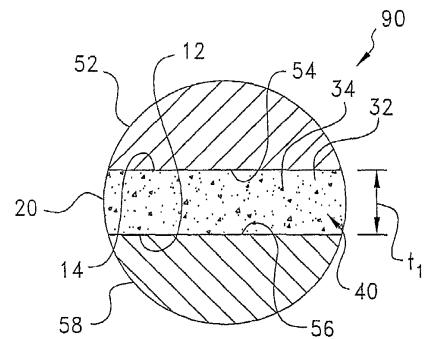
도면5



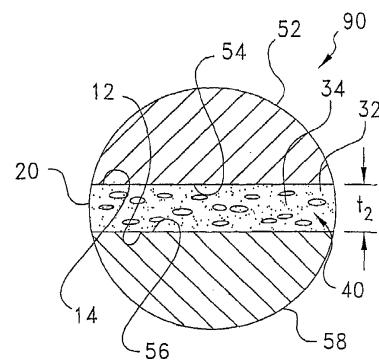
도면6



도면7a



도면7b



도면8

