(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01L 23/373

(45) 공고일자 2002년12월26일
(11) 등록번호 10-0351179
(24) 등록일자 2002년08월21일

(21) 출원번호	10-1995-0704468	(65) 공개번호	특1996-0702177
(22) 출원일자	1995년10월13일	(43) 공개일자	1996년03월28일
번역문제출일자	1995년10월13일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1994/04907	(87) 국제공개번호	WO 1995/22175
(86) 국제출원일자	1994년05월04일	(87) 국제공개일자	1995년08월17일
(81) 지정국	국내특허 : 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 중국 체코 헝가리 일본 북한 대한민국 스리랑카 몽고 마다가스카르 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 루마니아 슬로바키아 우크라이나 베트남 AP ARIPO특허 : 말라위 수단 EA 유라시아특허 : 벨라루스 카자흐스탄 러시아 EP 유럽특허 : 오스트리아 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 핀랜드 영국 룩셈부르크 네덜란드 포르투칼 스웨덴		

(30) 우선권주장 08/196048 1994년02월14일 미국(US)

(73) 특허권자 더블유.엘. 고어 앤드 어소시에이트스, 인코포레이티드
미국, 델라웨어 (우편번호:19714-9206), 뉴와크, 페이퍼 밀 로드 551 피.오.박스 9206

(72) 발명자 아민,요셉지.
미합중국,델라웨어19701,베어,크리스티나미도우스1209
모티머,윌리엄피.
미합중국,매릴랜드21918,코노윙고크로커스코트53
요킴커스,빅터피.
미합중국,델라웨어19713,뉴어크캐논스웨이327

(74) 대리인 나영환, 이상섭

심사관 : 유환철

(54) 개선된열전도성인터페이스

명세서

<1> 발명의 배경

<2> 1. 발명의 분야

<3> 본 발명은 전기적 인터페이스에 관한 것으로, 특히 각종 전자 제품에 사용하기 위한 열전도성 인터페이스에 관한 것이다.

<4> 2. 종래 기술의 설명

<5> 집적 회로("IC") 칩은 한층 소형 패키지로 콤팩트화 되면서 그 기능은 꾸준히 더욱 강력해지고 있다. 종래의 집적 회로 칩과 비교할 때 이러한 추세에 의해서 보다 조밀하면서도 사용 전류의 증가를 초래하는 소정 기간 동안 더욱 많은 기능을 수행하는 집적 회로 칩이 생산되고 있다. 따라서, 소형의 고속 칩은 이전의 제품들 보다 더욱 많은 열을 발생시키는 경향이 있다.

<6> 따라서, 전자 제품의 열관리는 제품 설계 시 주 관심사가 되어왔다. 전자 회로의 신뢰성은 각종 전자 부품들의 팽창 계수를 적절히 일치시키는 것에 좌우된다. 온도가 상승함에 따라 팽창 계수의 부정합(不整合)은 인접하는 부재들 사이에서 스트레스의 발생을 초래한다. 이러한 환경 하에서는 동작 온도가 조금만 상승하여도 신뢰성에 악영향을 줄 수 있다.

<7> 열을 보다 효율적으로 제어하려는 노력의 일환으로 각종 히트 싱크(방열판)의 사용이 전자 장비 설계에 있어 중요한 관심사이다. 오늘날 채택되고 있는 보편적인 히트 싱크들의 예는 에폭시, 열경화성 수지, 실리콘, 열가소성 수지 등과 같은 각종 피충전 제품(filled products) 즉, IBM사의 열전도성 모듈(Thermal Conductive Modules(ITCM)); 미쓰비시(Mitsubishi)사의 고온 전도 모듈(High Thermal Conduction Modules(HTCM)); 히다찌(Hitachi)사의 SiC 히트 싱크(Heat Sink); 후지쯔(Fujitsu)사의 FACOM VP2000 냉각 기구(Cooling Mechanism) 등을 들 수 있다.

<8> 히트 싱크를 성공적으로 IC와 결합시키기 위해서는 전자 부품 사이의 팽창과 수축의 영향을 최소화하면서 설치가 용이하도록 탄성적이거나 또는 그밖에 달리 정합성의 인터페이스가 바람직하다. 히트 싱크에 칩이 부적절하게 설치됨으로써 형성되는 공기 간극 및/또는 동작 중의 팽창 및 수축 사이클은 상기 전자 부품으로부터의 열의 흐름을 현저히 방해할 수 있다. 히트 싱크와 칩 경사(플립 칩(flip chip의 경

우)의 허용 오차가 커지는 경우 적합성이 특히 중요한 문제가 된다.

<9> 통상 전자 부품 사이의 허용 오차를 해결하기 위해 열그리스(thermal grease) 또는 열전도성의 열경화성 재료가 사용되고 있다. 이에 대해서는, 예컨대 애먼(Ameen) 등의 미국 특허 제5,028,984호를 참조하라. 이러한 재료들이 일부 응용 분야에 대해 용이하게 작용할 수도 있지만 이들 재료는 여전히 많은 결점을 가지고 있다. 이들 재료는 제어하기가 어렵고 전자 장치의 부품을 오염시키기도 쉽다. 예를 들어 땜납부의 오염과 전기 전도성 열경화성 수지의 경우 인접 도체의 원치 않은 오염을 방지하기 위해서는 이들 재료를 사용할 때는 세심한 주의를 기울여야 한다. 실용상 이것은 상당한 양의 재료의 낭비를 가져온다. 더욱이 세척을 위해서는 안전하지 못하거나 환경적으로 문제가 있는 용제의 사용을 종종 필요로 하고 있다.

<10> 지아루소(Giarusso) 등에 의한 미국 특허 제5,187,283호에는 가용성 금속 코어(meltable metal core)를 둘러싼 박막을 구비하고 있는 개스킷형 재료가 개시되어 있다. 동작 시 개스킷은 인터페이스로서 설치되고 그의 온도가 금속 코어를 녹이기 위해 증가되어 개스킷이 부품과 밀착되게 한다 불행히도 이러한 구조는 장치의 통상적인 열사이클 동안 형성될 수 있는 공기 간극을 회피하는 데는 비효율적이다. 더욱이 일반적으로 고체 개스킷 재료의 공통적인 문제로서 이러한 전자 장치는 결합 표면에 과도한 압력이 가해지거나 두꺼운 부분의 캐스킷을 사용해야 하는 제한된 압축성(compressibility)을 가지게 된다.

<11> 페인버그(Feinberg) 등에 의한 미국 특허 제5,060,114호에는 냉각될 부품 주변에 금속 또는 금속 산화물 충전 실리콘을 경화시킴으로써 밀착성을 추구하고 있다. 비록 이러한 방법이 성공적일 수 있더라도 이 방법은 실용상 폭넓게 사용하기에는 지나치게 복잡하고, 고가이며 시간 소모적이다.

<12> 더욱이 충전제를 사유하고 있는 대부분의 열경화성 수지, 그리스, 개스킷은 성공적인 열분산(dissipation)에 있어 추가 제약을 가진다 대부분의 충전제(filler)들은 수지 내의 열전도체의 개개의 입자를 코팅하는 경향이 있다. 즉, 열 전도체를 절연시키는 경향이 있다. 이것은 적어도 2 가지 방식으로 제품의 전체 유효 열전도성을 현저히 저하시킨다 첫째, 얇게 코팅된 표면(예를 들어, 실리콘 또는 에폭시로 된 층을 가진 것)이라도, 특히 접촉 표면에서 제품의 유효 열전도성을 저하시키는 열절연체로서 기능할 수 있다. 두 번째, 이러한 열절연을 극복하기 위해 재료를 통해 필요한 전도량을 발생시키도록 열전도성 입자를 서로 직접 접촉시키기 위해 주로 인터페이스에 압력을 가할 필요가 있다 이것은 실행 가능한 열전도성 인터페이스를 생성하기 위해 종종 집적 회로가 수용할 수 없는 압축력을 필요로 한다.

<13> 따라서, 시판되고 있는 대부분의 제품들은 약 1.8 W/M °K(그리스용) 내지 2.2 W/M °K(에폭시용) 범위의 전도율을 발생시킬 수 있다. 은으로 충전된 에폭시와 같은 대부분의 고급(이면서 값비싼) 재료는 3~4 W/M °K 범위의 전도율을 얻을 수 있다. 미국 매사츄세츠주 오번 소재의 초메릭사(Chomerics, Inc)가 CHO-THERM Thermal Interface Materials(상표명) 및 미국 미네소타주 미네아폴리스 소재의 더 버그퀴스트사(The Bergquist Company)가 SIL-PAD Thermal Management Materials(상표명)로서 시판하고 있는 점착성 재료와 같은 용이하게 취급될 수 있는 재료를 예를 들자면, 이들 재료는 통상적으로 각각 0.37~0.95 W/M °K와 0.6~1.5 W/M °K 범위 내의 전도율만을 달성할 수 있다. 비록 이러한 시판되고 있는 재료가 고실장(高實裝) 압력에서 보다 양호한 전도율을 발생시킬 수 있지만, 이들 재료는 저실장 압력(예를 들어, 2~3 lbs/in^2)에서는 극히 불량한 전도율을 전달한다.

<14> 시판되고 있는 대부분의 열정화성 수지에서 나타나는 다른 문제로는 부적절한 밀착성(즉, 고열전도율을 얻기 위한 과도한 압축력), 경화 후의 열사이클링 중에 장치에 주로 부과되는 스트레스를 초래하는 고유연 모듈, 경화 후에 수지가 길이 방향으로 구부러질 경우 스트레스 파손을 초래하는 "컴플라이언스(compliance)"의 부족, 장기간의 경화 시간 및 부피가 클 경우 제조의 곤란성 등이 있다.

<15> 따라서, 비교적 고른 열분산을 제공하고 플렉스(flex)와 피로(fatigue)를 경감시키는 열전도성 인터페이스를 제공하는 것이 본 발명의 주목적이다.

<16> 본 발명의 또 다른 목적은 원하는 양의 열전도율을 얻기 위해 과도한 압축력을 필요로 하는 일이 없이 부품들 간의 양호한 정합(整合)을 제공하기 적합한 열전도성 인터페이스를 제공하는 것이다.

<17> 본 발명의 또 다른 목적은 인터페이스의 재료가 길이 방향의 스트레스를 수용하는 것을 가능하게 하는 밀착성의 열전도성 인터페이스를 제공하는 것이다.

<18> 본 발명의 상기 목적은 다음의 명세서를 검토함으로써 보다 명확해질 것이다.

<19> 발명의 개요

<20> 본 발명은 밀착성 좋게 높은 열전도성을 결합하는 개선된 열전도성 인터페이스에 관한 것이다. 열적으로 비전도성인 폴리머로 입자를 코팅 할 필요 없이 개방 폴리머 지지 구조물의 고형부에 열전도 입자가 포함된다는 점에서 본 발명은 종래의 많은 열전도성 인터페이스와는 다르다 그 결과로서 인터페이스를 통한 열전달이 개선되도록 입자와 입자간의 접촉과 인터페이스와 부품간 양호한 접촉이 이루어진다. 본 발명이 개선된 열인터페이스는 현재 이용할 수 있는 인터페이스 보다 상당히 작은 압축력에 의해 보다 효율적으로 설치할 수 있다.

<21> 더욱이, 확장된 PTFE(polytetrafluoloethylene) 또는 유사한 플루오르폴리머(fluoropolymer)와 같은 지지 재료로서 압축 가능한 구조물을 채택함으로써 본 발명의 인터페이스에는 상당한 정도의 가요성(flexibility)이 제공된다. 이것은 인터페이스로 하여금 부품간 타이트한 접합이 제공되도록 용이하게 밀착되게 함으로써, 열사이클링 중에 부품 사이에 버퍼가 제공되어 공기 간극에 의한 비효율성을 경감시킨다. 인터페이스의 가요성은 열사이클링 중에 길이 방향의 플렉스와 재료의 피로에 대해 보다 큰 허용 오차를 제공한다. 최종적으로, 다공성 플루오르폴리머를 사용하여 공기 릴리프(air relief)를 위한 메카니즘도 역시 제공된다.

도면의 간단한 설명

<22> 본 발명의 동작은 첨부한 도면을 참조한 다음의 설명으로부터 명확해진다.

<23> 제1도는 전자 장치의 부품들 사이에 실장되는 본 발명의 열전도성 인터페이스의 일실시예의 3/4 등각도이다.

<24> 제2도는 전자 장치의 2개의 부품 사이에 설치되는 본 발명의 열전도성 인터페이스의 다른 실시예의 단면도이다.

<25> 제3도는 본 발명의 열전도성 인터페이스를 SEM(scanning electron micrograph)으로 200배 확대한 도면이다.

<26> 제4도는 본 발명의 열전도성 인터페이스를 2000배 확대한 도면으로, 플루오르폴리머 막의 노드내에 삽입된 열전도 입자를 나타내는 도면이다.

발명의 상세한 설명

<27> 본 발명은 열에너지의 이동을 돕도록 각종 부품 사이에 실장되는 열전도성 인터페이스를 포함한다.

<28> 제1도에는 전자 회로 기판(16) 상에 2개의 대표적 부품 즉, 히트 싱크(12)와 집적 회로(14) 사이에 실장되는 본 발명의 열전도 인터페이스(10)가 도시되어 있다. 현재 이용할 수 있는 대부분의 열전도 인터페이스와는 달리 본 발명은 부품들 사이에서 탁월한 밀착성을 제공하고 있다. 따라서, 본 발명의 인터페이스(10)는 인터페이스(10)와 인접하는 각 부품의 표면(18,20) 사이에 열전도율을 손상시키는 공기가 극소 존재하거나 존재하지 않는 타이트한 접속을 최소의 압력으로 형성한다.

<29> "타이트(tight)"라는 용어는 본 발명의 인터페이스를 이용하는 부품들 사이에서 얻어지는 결합을 설명하기 위해 사용되는 것으로서, 부품 사이의 접합부를 포함하도록 의도된 것으로서, 이 접합부에 의해 인터페이스 재료는 부품의 표면에 있어서의 불규칙한 부분을 채우고, 그 부품 사이의 모든 공기층을 상당히 줄이거나 제거하도록 이용된다. 본 발명의 인터페이스는 비교적 작은 실장 압력으로 견고한 접속을 형성하는 곳에 특히 유효하다. 본 명세서에서 사용하는 "저실장 압력(low mounting pressure)"이란 용어는 민감한 전자 부품(예를 들어 실리카(silica) IC칩)이 견딜 수 있는 제한된 압력을 의미하며, 약 30 lb/in^2 (147 kg/㎡) 이하의 압력을 말한다.

<30> 본 발명의 인터페이스(10)는 특정 요구를 충족시키도록 각종 형상 및 사이즈로 형성될 수 있다. 제2도에는 본 발명의 열전도성 인터페이스(22)의 다른 실시예가 도시된다. 이 실시예에서 인터페이스(22)는 히트 싱크(24)와 전자 부품(26) 사이의 컴플라이언트 접속을 제공하도록 변형된다.

<31> 본 발명에 따른 양호한 구성의 인터페이스는 미세한 열전도성 입자가 매립된 플루오르폴리머 재료를 포함한다. 열전도성 입자는 다음과 같은 특성 즉, 높은 열 전도율(9.9 내지 2000 W/M ° K); 1 미크론 이상 약 44 미크론 이하의 입자 사이즈; 및 양호한 패킹(packing) 특성을 갖는다. 상당히 개선된 패킹 특성을 얻기 위해 입자는 여러 다른 평균 사이즈(예를 들어 2중 또는 3중)를 갖는 것이 바람직하며 이에 따라 입자 사이의 공기 층이 최소화될 수 있다.

<32> 본 발명에 이용되는 양호한 입자는 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni), 아연(Zn)과 같은 금속; 아연 산화물, 구리 산화물, 알루미늄 산화물 등의 금속 산화물; 붕소 질화물(BN), 알루미늄 질화물(AlN), 다이아몬드 분말 및 실리콘 카바이드(SiC) 등의 기타 열전도성이면서 전기적으로 비전도성인 재료를 포함하고 있다.

<33> 이하 상세히 설명하는 바와 같이, 열전도성 입자는 서로 직접적으로 접촉함으로써 주로 열을 전달한다. 현재 이용할 수 있는 열전도성 인터페이스에 있어서 이러한 열전도 메카니즘은 입자가 에폭시, 실리콘 또는 다른 폴리머 내에 채워지는 것과 같은 어떤 수단을 통해 적소에 유지된다는 사실에 의해 방해된다. 폴리머 코팅은 입자를 코팅하는 경향이 있고 이것에 의해 시스템의 열전도율을 저하시킨다. 이러한 상황을 개선하기 위해 종종 과도한 양의 압축력이 정확한 방향으로 입자를 압박하도록 인터페이스에 적절한 열전도가 가해지는 것이 필요하다.

<34> 본 발명의 일실시예에서 입자는 열적 비전도성 재료로 완전하게 코팅되는 일이 없이 그 자체로서 플루오르폴리머 지지재(支持材)에 포함된다. 플루오르폴리머 재료는 열전도성 입자를 포함하고 부품 사이에서 적절한 배열로 입자들을 유지시키게 하는 지지물(support)로서 기능한다. 이와 같이 이상적인 플루오르폴리머 재료는 서로 직접 좁촉하여 열전도성 입자를 배치시키기 위해 용이하게 압축되는 개방구조(open structure)를 가지고 있다.

<35> 이상적으로, 플루오르폴리머 재료는 다공성 PTFE이며, 고어 등에 의한 미국 특허 제3,953,566호에 설명되는 바와 같이 특히 압출 및/또는 발포(發包) PTFE이다. 양호한 재료는 미국 특허 제3,953,566호에 따라 그 본래 크기의 적어도 2 내지 4 배로 팽창된 다공성 발포 PTFE이다. 피충전 재료(filled material)가 2개의 부품 사이로 밀어 넣어질 때 이러한 팽창에 의해 자연적인 공기 릴리프로 기능하는 다공이 발생된다. 더욱이 발포 PTFE의 특성 때문에 부품 사이의 열팽창 계수의 부정합으로 인해 발생되는 스트레스는 만약 재료가 부품 사이에 놓여진다면 이러한 전도층에서 경감될 수도 있다.

<36> 본 발명의 사용에 적절한 인터페이스 조성(compositions)의 예를 이하 설명한다. 본 발명의 가장 간단한 형태에서 인터페이스는 ZnO, BN 또는 기타의 열적으로는 양호하지만 전기적으로 비전도성인 충전제의 고형분을 약 50 내지 60 체적% 갖는 PTFE를 포함한다. 최종 제품은 원하는 정도의 밀착성을 얻기 위해 4:1 또는 3:1 또는 2:1의 비율로 팽창될 수 있다. 주지한 바와 같이 팽창 공정(expansion process)에서 생성된 기공의 존재는 최종 제품의 밀착성(conforming nature)과 관련이 있고, 이러한 재료가 2개의 평행 판 사이에 배치되어 함께 압박될 때 트랩된 공기 릴리프에 도움을 준다. 이들 재료는 5 내지 15 밀(0.127 내지 0.381 ㎜) 범위의 두께를 갖는 얇은 테이프와 같은 어느 적절한 형태로 형성될 수도 있다.

<37> 본 발명에 사용하기 위한 다른 적절한 재료의 조성은 구리 또는 니켈과 같이 1 내지 40 미크론

범위의 입자 사이즈를 갖는 금속 분말로 PTFE를 채우는 것을 포함한다. 2중 또는 3중 분포는 40 내지 45 미크론 범위의 입자를 혼합된 1 내지 5 미크론 범위의 입자를 제공하는 것과 같이 이러한 재료의 로딩(loading)을 증대시킬 수 있다. 이것은 밀착성을 희생하는 일이 없이 계속해서 열전도성을 증가시킴과 더불어 보다 큰 패킹 밀도를 가능하게 한다. 금속과 완성된 충전 PTFE와의 금속의 총체적 %(공기측 포함하는)는 20 내지 90%의 범위이다. 완성된 재료는 재료의 열적 특성을 더 증대시키기 위해 주석/납, 구리 또는 니켈과 같은 추가 금속으로 다시 도금될 수도 있다.

<38> 전술한 방법들 중 어느 하나로 제조된 재료는 전기적으로 절연이 되면서 양호한 열전도성 재료를 만들어 내도록 함께 적층될 수도 있다. 상기 재료 중 하나를 압력에 의해 구리, 알루미늄, 실리콘 카바이드, 금속 메트릭스 복합체, 또는 금속 매트릭스의 고배향성 탄소 섬유(high oriented carbon fibers) 등의 열전도성 재료에 적층함으로써 더욱 개선된 재료를 얻을 수 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다.

<39> 열전도성을 더욱 개선하기 위해 스트레칭에 의해 형성되는 기공은 공기층을 줄이거나 또는 제거하여 열전도성을 개선시키기 위해 액체로 다시 채워질 수도 있다. 예컨대 이러한 액체는, 실리콘 오일의 이동 및 증발[예를 들어 10,000～100,000 센티스토크 범위의 점성을 갖는 다우 코닝사(Dow Corning)사의 DC 200 오일]을 줄이도록 단일 분자량 분포를 갖는 고분자량 실리콘 오일; 미국 델라웨어주 윌밍톤 소재의 이. 아이. 듀퐁사(E. I. duPont de Nemours and Company)로부터 구입할 수 있는 FREON 플루오로카본 액체 또는 KRYTOX 헥사플루오로프로필렌 에폭사이드 폴리머 오일; 미국 뉴저지주 모리스타운 소재의 오시몽 유에스에이사(Ausimont U. S. A)로부터 구입할 수 있는 FOMBLIN 퍼플루오로폴리에테르 오일; 또는 유사 물질 중 어느 하나를 포함할 수도 있다.

<40> 충전제(filler)는 이하의 여러 수단, 즉 간단한 확산, 압력하에서의 주입(injecting), 진공하에서의 인출, 초음파에 의한 드라이브인, 수송이 용이하도록 용제의 사용 또는 표면(닥터 블레이드 등)을 가로지르는 확산(spread)을 포함하는 여러 수단을 통해 상기 구조물 내에 위치할 수도 있다 더욱이 순수한 금속으로 채워진 PTFE는 완성된 제품에 보다 많은 금속을 부가하도록 무전해 또는 전기 분해에 의해 도금될 수 있다. 물론 이것은 전기 전도성이 있을 수 있는 열전도성 인터페이스에 대해 행해진다.

<41> 결국, 충전 재료는 예를 들어 금속 충전 PTFE는 금속 산화물 충전 PTFE 또는 구리나 알루미늄과 같은 순수한 금속에, 또는 실리콘 카바이드, 금속 매트릭스 혼합물 또는 고배향성 탄소 섬유와 같은 혼성 재료(hybrid material)에 적층되어 보다 큰 열전도성을 얻을 수 있다.

<42> 당업자는 이들 대안의 임의의 조합이 전도성을 증대시키기 위해 이용될 수 있음을 이해해야 한다 예를 들어 금속으로 충전된 재료는 도금되어, 금속 포일에 적층된 다음, 실리콘 오일로 채워질 수 있다.

<43> 상기 조성의 어느 것에 의해서도 필요하다면 소량의 접착제가 전자 장치의 조립에 도움이 되도록 복합 재료의 한 표면 또는 양 표면에 코팅될 수 있다.

<44> 본 발명의 인터페이스의 구성은 제3도와 제4도의 SEM(scanning electron micrographs)으로 도시되고 있다. SEM에서 볼 수 있는 바와 같이 발포 PTFE 플루오르폴리머 재료(24)는 미소 섬유(fibril)(28)에 의해 상호 접속되는 노드의 네트워크(26)를 포함하고 있다. 상기한 방법으로 형성될 때 열전도성 입자(30)는 폴리머 구조체 내에 포함되어 일부 노드(26)에 직접 부착되거나 삽입되고 이에 따라 플루오르폴리머 재료내에 유지된다. 일부 종래의 인터페이스와는 달리 본 발명에서의 입자 유지(retainment)는 입자의 코팅이나 입자의 열전도성과의 간섭을 요구하지 않는다. 이러한 구성의 방법은 인터페이스의 표면에 입자가 균일하게 노출되게 해주며 이에 따라 인터페이스와 부품 표면과의 사이에 직접적인 접촉이 제공된다.

<45> 본 발명은 현재 이용할 수 있는 시판 제품을 능가하는 개선점을 보여주고 있다. 본 발명에 따른 인터페이스는 다음의 특성, 즉 0.5 W/M ° K 이상의 열전도율, 실질적 컴플라이언스(compliance), 실질적 밀착성, 스트레스 완화를 제공하기 위한 다공성 및 응용의 용이함을 모두 조합시킨 최상의 인터페이스이다. 이러한 특성의 조합은 가능한 최저의 열임피던스를 갖는다고 믿어지는 열경로를 제공한다.

<46> 본 발명을 제조하여 이용하는 공정은 다음의 예를 참조함으로써 더욱 이해될 수 있으며 본 발명의 범위가 이 공정에 만 제한되는 것은 아니다.

<47> 실시예 1

<48> 펜실베니아주, 피츠버그에 소재하는 피셔 사이언티픽사(Fisher Scientfic Company)로부터 입수한 아연 산화물 등급 Z-52의 2240g과 탈이온수 23,800 ml로 된 슬러리를 30 리터의 용기에서 조제하였다. 슬러리를 300 rpm으로 교반하는 중에 PTFE 560g을 PTFE 고형분이 29.4%인 분산액 형태로 신속히 혼합 용기에 부었다. 상기 PTFE 분산액은 델라웨어주 윌밍톤 소재의 이. 아이. 듀퐁사(E.I. duPont de Nemours Company)로부터 입수한 수성 분산액이었다. 상기 혼합물은 저절로 응고되었고, 1분 이내에 혼합 용기의 바닥에 응고물이 침전되었으며 물은 맑아졌다.

<49> 상기 응고물을 대류 오븐에서 165℃로 건조시켰다. 상기 재료를 두께가 약 2 cm인 작은 균열된 덩어리(cakes)로 건조하여 0℃ 이하로 냉각시켰다. 이 냉각된 덩어리를 0.635 cm의 그물망 스테인레스 스틸제의 스크린(screen)을 통하여 타이트한 회전 동작과 최소의 하향력(下向力)을 이용하여 손으로 분쇄하고, 그 분말 1 그램당 미네랄 스프리트(sprit) 0.267 그램을 첨가하였다. 이 혼합물을 냉각시켜 다시 0.635 cm 그물망 스크린에 통과시키고, 10분간 흔들어 섞은(tumble) 후 48 시간 동안 18℃로 방치하고 다시 10분간 흔들어 섞었다.

<50> 진공을 풀고 800 psi에서 압축을 행함으로써 실린더 내에서 펠릿(Pellet)을 형성하였다. 이어서, 상기 펠릿을 밀봉된 튜브에서 가열하였다. 다음에, 펠릿을 테이프 형태로 압출 성형하였다.

<51> 다음에, 상기 테이프를 가열된 롤(rolls)에 통과하여 캘린더 처리하였다(calendered). 이 때, 상기 테이프를 가열된 롤에 통과시킴으로써 윤활유를 증발시켰다. 건조 후의 테이프의 두께는 약 11.7 밀이었다.

<52> 실시예 2

<53> 실시예 1에서 얻은 테이프는 그 내부의 모든 공기 공간을 채우도록 실리콘 오일을 사용하여 충전시켰다. 상기 실리콘 오일이 인터페이스를 코팅하고 대부분의 공극을 채울 때까지 닥터 블레이드를 사용하여 다우 코닝사의 DC 200 실리콘 오일(30 kcs) 약 1 g을 테이프의 양면에 코팅하였다. 이러한 공정 후에 인터페이스는 약 11.5 밀의 두께를 이루었다.

<54> 실시예 3

<55> 미국 오하이오주 클리블랜드 소재의 어드밴스트 세라믹사(Advanced Ceramics Company)로부터 입수한 붕소 질화물 등급 HCP 4376 g와 탈이온수 55,000 ml로 된 슬러리를 30 리터의 용기 내에서 조제하였다. 상기 슬러리를 300 rpm으로 교반하는 중에 PTFE 4.324 g을 고형분이 15.7%인 PTFE 분산액 형태로 신속히 혼합 용기에 부어진다. PTFE 분산액은 미국 뉴저지주 베이어니(Bayonne) 소재의 아이씨아이 아메리카사(ICI Americas, Inc.)로부터 입수한 수성 분산액이었다. 상기 혼합물은 저절로 응고되었고 1분 이내에 혼합 용기의 바닥에 응고물이 침전되었으며 물은 맑아졌다.

<56> 상기 응고물을 대류 오븐에서 165℃로 건조시켰다. 상기 재료를 두께가 약2 cm인 작은 균열된 덩어리로 건조하여 0℃ 이하로 냉각시켰다. 이 냉각된 덩어리를 0.635의 cm 그물망 스테인레스 스틸제 스크린을 통하여 타이트한 회전 운동과 최소의 하향력을 이용하여 손으로 분쇄하고, 그 분말 1 그램당 미네랄 스프리트 0.267g을 첨가하였다. 이 혼합물을 냉각시켜 다시 0.635 cm 그물망 스크린에 통과시키고 10분간 흔들어 섞은 후 48시간 동안 18℃로 방치하고, 다시 10분간 흔들어 섞었다.

<57> 진공을 풀고 800 psi에서 압축을 행함으로써 실린더 내에서 펠릿을 형성하였다. 다음에, 상기 펠릿을 밀봉된 튜브에서 가열하였다, 다음에 상기 펠릿을 테이프 형태로 압출 성형하였다.

<58> 다음에, 상기 테이프를 가열된 롤을 통하여 캘린더 처리하였다. 이 때 상기 테이프를 가열된 롤에 통과시킴으로써 윤활유를 증발시켰다. 건조 후의 테이프의 두께는 약 10.5 밀이었다.

<59> 실시예 4

<60> 실시예 3의 테이프는 본 명세서에 참고로 포함시키고 고어 등의 미국 특허 제3,953,566호에 따라, 다음의 팽창 조건, 즉 52.5 ft/min의 입력 속도와 105ft/min의 출력 속도에 의하여 270℃로 가열된 금속 롤 상에서 2 : 1의 비율로 연신시켰다.

<61> 실시예 5

<62> -325 메쉬의 구리 분말 301.7 g과 7 미크론 이하의 구리 분말 5.1 g 및 탈이온수 920 g으로 된 슬러리를 2 리터의 저(沮流) 장치가 있는 스테인레스 스틸 용기 내에서 조제하였다. 구리 분말은 미국 노스캐롤라이나주 리서치 트라이앵글 파크 소재의 에스시엠 메탈 프로닥트사(SCM Metal Products)로부터 입수하였다. 혼합 1분 후, PTFE 18.2 g을 PTFE 고형분이 25.0%인 분산액 형태로 혼합 용기 내에 신속히 부었다. 상기 분산액은 미국 델라웨어주 윌밍톤 소재의 이아이 듀퐁사(E.I.duPont de Nemours)로부터 입수하였다. 10초 후, 38.3 g의 SEDIPUR 803 개질형 양이온 표면 활성제를 상기 혼합물에 부었다. 이 혼합물은 급속히 응고되었다. 혼합공정이 정지된 후 응고물은 상기 용기 바닥에 침전되었으며, 유출액은 맑아졌다.

<63> 상기 응고물을 대류 오븐에서 165℃로 건조시켰다. 상기 재료를 작은 균열된 덩어리로 건조하여 0℃ 이하로 냉각시켰다. 이 냉각된 덩어리를 0.635 cm 그물망 스테인레스 스틸제 스크린을 통하여 타이트한 회전 운동과 최소의 하향력을 이용하여 손으로 분쇄하고, 이어서 상기 혼합물 1 파운드당 프로필렌 그리콜(PPG) 2부와 이소프로파놀(IPA) 1부로 된 혼합물 77 cc를 첨가하였다. 혼합물을 냉각하고 다시 0.635 cm 그물망 스크린에 통과시키고 10분간 흔들어 섞은 후 48 시간 동안 18℃에서 방치한 다음 다시 10분간 흔들어 섞었다.

<64> 진공을 풀고 250 psi에서 압축을 행함으로써 실린더 내에서 펠릿을 형성하였다. 다음에, 상기 펠릿을 밀봉된 튜브 내에서 가열하였다. 이어서 상기 펠릿을 테이프 형태로 압출 성형하였다.

<65> 다음에, 상기 테이프를 가열된 롤을 통해 15 ㎖로 캘린더 처리하였다. 이 때 상기 테이프를 250℃로 스팀 가열된 플레이트에 통과함으로써 윤활유를 증발시켰다. 건조 후의 테이프의 두께는 약 10.9 밀이었다.

<66> 측정 공정

<67> 재료의 시료들은 5 인치(12.7 cm) 정방형 형태로 절단되어 가열된 판(platen)에 5 인치 ×5 인치 가열판 위에 놓인다. 상기 시험 시료 위에 열전대(熱電帶) 센서를 갖춘 히트 싱크가 놓인다(참조 문헌 ASTM E 1225-87, Thermal Conductivity of Solids by Means of the Guarded-Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique, and ASTM C 177-85 Steady State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus)의 상부에 배치된다. 실내의 온도 변동의 영향을 줄이기 위하여, 상기 히트 싱크의 상부에 머핀 팬(muffin fan)을 배치한다. 시료를 가열하고 상기 열전대에 의해 열 흐름과 온도의 변화를 모니터한다. 평형 상태에 도달되었을 때, 열흐름과 온도를 측정하여 1차 정상 상태(steady state)의 열흐름에 대한 아래의 푸리에 전도 방정식에 대입한다.

$$k = \frac{(\Delta Q/A \times \text{시료의 두께})}{\Delta T}$$

<69> 여기서, k = 열전도율

<70> △Q/A = 시험 장치로부터의 열흐름

<71> △T = 시험 장치로부터의 온도

<72> 시험 장치는 인터내셔널 써멀 인스트루먼트사[International Thermal Instruments Company(미국 캘리포니아주 델 마 소재)]로부터 시판되는 모델 C-600-S 열전도율 셀(Thermal Conductivity Cell) 또는

유사 장치이다.

<73> 시험은 열전도율 셀의 제조업자에 의해 지시되는 절차에 따랐다. 먼저 시험기를 조정하였다. 다음에, 시료를 적재하여 시험을 시작하였다. 30분 후에, 제1 판독을 취하고, 그 후 매 15 분마다 후속되는 판독을 행하였다. 기록된 값은 시험 장치가 평형 상태에 도달한 후(샘플 당 약 1.5시간)의 판독값이었다.

<74> 상기 실시예로부터의 각 시료에 대하여 다음의 시험 결과들을 얻었다. 열전도율(K)(W/M ° K)은 압력 없이 그리고 시료를 지시된 압력하에 놓음으로써 측정하였다. 비교용 재료들은 미국 매사츄세츠주 오번 소재의 코메릭스사(Chomerics. Inc)와 미네소타주 미네아폴리스 소재의 더 버퀴스트사(The Bergquist Company)로부터 입수하였다.

시료	두께 (inches)	K (W/M °K)	K @ 2.16 psi	K @ 2.6 psi	K @ 25 psi
실시예 1	0.0117″				
실시예 2	0.0115	0.08			0.325
실시예 3					0.203
실시예 4	0.0098	0.04	0.06		
실시예 5	0.0134	0.17		0.28	
BERGQUIST PPK10AC	0.0080	0.04	0.14	0.16	
BERGQUIST K10	0.0065	0.06	0.10		
CHOMERICS T404	0.0050	0.01	0.02		
CHOMERICS T405	0.0061	0.01	0.03		

시료	압력 제거 후의 K	시험 후의 두께
실시예 1	0.08	0.0112″
실시예 2	0.13	
실시예 3		
실시예 4	0.05	0.0090
실시예 5	0.24	0.0135
BERGQUIST PPK10AC	0.10	0.0080
BERGQUIST K10	0.06	0.0065
CHOMERICS T404	0.02	0.0050
CHOMERICS T405	0.03	0.0061

<77> 본 발명의 밀착성과 컴플라이언스를 정의하기 위하여 다음의 3가지의 시험이 제안된다. 평판식 주시험 헤드(primary test head)("Test Head A"(THA))는 +/- 0.001 인치의 오차 허용도로 인터페이스 표면 그라운드와 접촉하도록 놓여야 한다. 본 발명의 가능성을 측정하기 위해 2개의 대안적인 시험 헤드가 불규칙적인 표면에 적합하도록 이용될 수도 있다. 제1 시험 헤드(Test Head B(THB))는 125 마이크로 인치의 지극히 작은 가공되지 않은 거친 조직(micro rough texture)으로 표면 처리되어야 한다. 제2 시험 헤드("Test Head C"(THC))는 +/- 0.005 인치의 함돌부(depressions)와 확장부(extensions)를 갖도록 설계되어야 한다.

<78> "컴플라이언시(compliancy)"는 평면이 아닌 2 표면 사이의 간극을 채울 수 있는 인터페이스의 능력이라고 정의된다. 이것은 인터페이스와 2개의 정합 표면 사이에서 상기 인터페이스의 두께의 1/3 내지 1/2의 조조정 요소(組調整要素)(shim)의 삽입에 의한 것과 그의 정합 표면에 대해 약간의 각도로 하나의 표면을 기울임으로써 시험할 수 있다. 열전도율은 이 구성을 이용하여 측정되고, 상기 조조정 요소를 사용하지 않고 측정한 인터페이스의 열전도율과 비교된다. 원래의 열전도율보다 30 % 이하로 저하(drop)한 값이면 유연성이 있는 것(컴플라이언시된 것)으로 본다. 상기 인터페이스는 5 인치(127.0 mm)의 인터페이스의 길이에 걸쳐 5 mil(0.127mm)의 차이를 수용하는 데 충분히 유연성이 있다.

<79> "밀착성(conformability)"은 표면의 평탄하지 않은 조직(texturing)에 채워지는 인터페이스의 능력이라고 정의된다. 밀착성은 시험 헤드 THB와 THC 를 사용하여 시험할 수도 있다. 인터페이스는 미세한 거친 표면과 +/- 0.005 인치의 표면에 밀착될 수 있는 지의 여부가 시험된다. +/- 0.005 인치 시험 헤드는 0.010 인치 이상의 시험 인터페이스와 함께 사용된다. 시료의 열전도율은 이들 2개의 시험 헤드를 가지고 측정하여 원래의 열전도율과 비교될 수 있다. 인터페이스는 그 열전도율이 30% 이상 감소하지 않으면 적합한 것으로 생각된다.

<80> 다음의 시험은 본 발명의 플루오르폴리머로서 사용하기에 적절한 것으로서 고어 등의 미국 특허 제3,953,566호에 따라 제조된 종래의 발포 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)의 컴플라이언시를 시험하기 위해 수행되었다. 열전도율은 상기한 시험 절차에 따라 시험하였다.

시료	두께 (inches)	K (W/M °K)	K @ 2.16 psi	K @ 2.6 psi	K @ 25 psi
Plain PTFE	0.0142	0.05		0.06	
PTFE w/5 mil shim	0.0142	0.05		0.05	
PTFE w/11 mil shim	0.0142	0.03		0.03	

시료	압력 제거 후의 K	시험 후의 두께
Plain PTFE	0.05	0.0142
PTFE w/5 mil shim	0.04	0.0142
PTFE w/11 mil shim	0.03	0.0142

<83> 본 발명의 열전도성 인터페이스는 전력 FET, 컴퓨터 논리 회로 및 기타 집적 회로와 같은 전자 장치의 부품에서 발생하는 열에너지를 분산시키기 위해 특별히 설계되었다. 그러나, 본 발명의 응용 분야는 전력 트랜스포머, 트랜지스터 패캐지(TO-3, TO-5, TO-18, TO-36, TO-66, TO-220 등), 다이오드 패키지(DO-4, DO-5 등)와 같은 광범위한 선택 용도를 가질 수 있음을 이해하여야 한다.

<84> 본 발명을 벗어나는 일이 없이, 본 발명의 열전도 특성이 히트 싱크, 냉각판등의 특정 부품으로 열이동을 이용시키는 데 사용될 수 있음을 이해해야 한다.

<85> 본 발명은 특정 실시예를 예시하여 상술되어 있지만, 본 발명이 도시 및 설명에 국한되는 것은 아니다 특허 청구 범위와 범위 내에서 행해질 수 있는 여러 가지 변형 및 수정이 본 발명의 일부로서 포함되고 구체화될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

전자 부품들 사이에 실장하기 위한 열전도성 인터페이스로서,

제1 표면 및 제2 표면을 갖는 다공성 플루오르폴리머 재료와,

상기 제1 표면과 제2 표면 사이의 상기 플루오르폴리머 재료 내에 매립(埋立)된 열전도성 입자를 포함하고,

상기 인터페이스는 상기 전자 부품들 사이에 실장될 때 상기 전자 부품들 사이에서 타이트(tight)한 열전도성 인터페이스를 제공하고, 상기 열전도성 입자들 각각과 상기 전자 부품이 직접 접촉하기 적합한 열전도성 인터페이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 플루오르폴리머 재료는 미소 섬유들에 의해 상호 접속되는 노드들의 네트워크를 포함하고, 상기 열전도성 입자들의 적어도 일부는 상기 노드들에 부착되는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 플루오르폴리머 재료는 발포 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 함유하는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 인터페이스는 큰 패킹 밀도를 수용하도록 인터페이스 내에 혼합되는 다른 크기의 입자들을 함유하는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 인터페이스의 두께는 약 0.25 내지 0.38 mm이며 높은 열분산율을 갖는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 인터페이스는 약 147 kg/㎡(30 psi) 이하의 압력하에서 타이트한 열전도성 인터페이스를 형성하기 충분한 밀착성을 갖는 것인 열 전도성 인터페이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 열전도성 입자는 상기 플루오르폴리머 재료의 제1 및 제2 표면 상에서 노출되고, 상기 열전도성 입자는 열절연성 코팅과 실질적으로 유리되는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 인터페이스는 약 127 mm 측정 길이의 인터페이스의 한쪽 단부와 다른쪽 단부 사이에서 적어도 약 0.127 mm(5 mil)의 차이를 수용하기에 충분한 컴플라이언시(compliancy)를 갖는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 플루오르폴리머 재료는 다공성이며, 그에 따라 상기 인터페이스가 상기 전자 부품 사이에 실장될 때 상기 재료를 통한 공기 릴리프를 제공하는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 플루오르폴리머 재료는 발포 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 함유하는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 인터페이스는 부품들 사이의 팽창 계수의 차이로 인해 발생되는 스트레스의 경감을 제공하는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 인터페이스는 평행하지 않은 두 표면 사이의 간극을 채우기에 충분한 컴플라이언시를 갖는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 열전도성 입자는 열절연성 코팅과 실질적으로 유리되는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 플루오르폴리머 재료는 미소 섬유에 의해 상호 접속되는 노드들의 네트워크를 포함하고,

상기 열전도성 입자의 적어도 일부는 상기 노드에 부착되는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 인터페이스는 다공성이며, 그에 따라 상기 인터페이스가 부품들 사이에 실장될 때 상기 플루오르폴리머 재료를 통한 공기 릴리프를 제공하는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 열전도성 입자는 아연 산화물, 붕소 질화물, 알루미늄산화물, 구리, 니켈 및 실리콘 카바이드로 구성된 군으로부터 선택되는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 17

열전도성 인터페이스에 있어서,

미소 섬유에 의해 상호 접속된 노드들의 네트워크를 포함하는 다공성 플루오르폴리머 재료와,

상기 플루오르폴리머 재료 내에 매립된 열전도성 입자들을 포함하고, 상기 열전도성 입자의 적어도 일부는 플루오르폴리머의 노드내에 매립되며,

상기 인터페이스는 부품들 사이에 실장될 때, 부품 사이에서 타이트한 열전도성 인터페이스를 제공하고, 열전도성 입자가 각 부품과 직접 접촉되기 적합한 열전도성 인터페이스.

청구항 18

재17항에 있어서, 상기 인터페이스는 부품들 사이에 실장될 때 상기 플루오르폴리머 재료를 통한 공기 릴리프를 제공하기 충분히 다공성인 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 인터페이스는 147 g/㎡(30 psi) 이하의 비교적 저실장 압력으로 부품들 사이에서 타이트 밀봉을 제공하기에 충분한 압축성을 갖는 것인 열전도성 인터페이스.

청구항 20

제17항에 있어서, 상기 인터페이스는 큰 패킹 밀도를 수용하도록 인터페이스 내에 혼합되는 다른 크기의 입자들을 함유하는 것인 열전도성 인터페이스.

요약

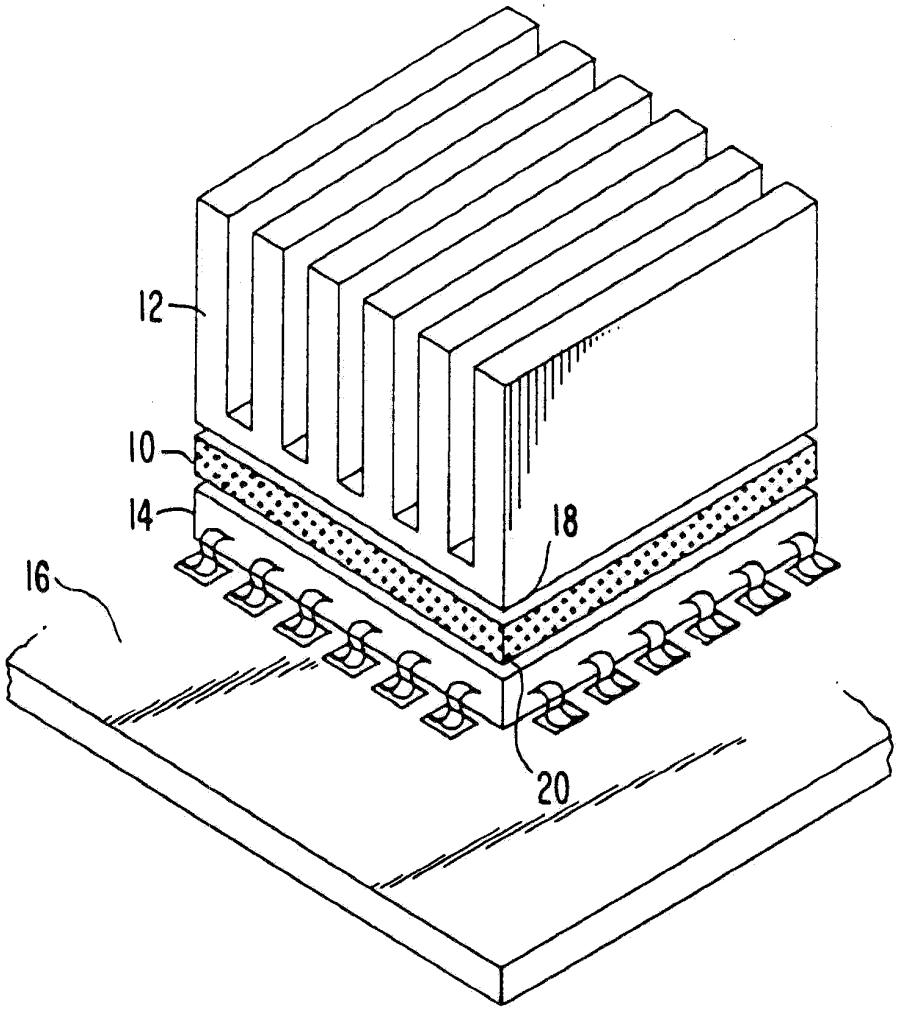
열 전도성 인터페이스 장치가 열 전도를 위해 특히 전자 부품 사이에 적합하게 설치된다. 바람직한 열 전도성 인터페이스 장치는 고체부에 부착된 코팅되지 않은 열 전도 입자와 함께 팽창된 폴리테트라플루오르 에틸렌과 같은 오픈 구조의 플루오르 폴리머 재료를 포함한다. 인터페이스 장치는 이전의 이용할 수 있는 재료 보다 우수한 수많은 이점 즉, 개선된 열 전도성과, 높은 조화성과, 보다 나은 압축 가능성과, 공기 제거를 제공하는 본래의 다공성과, 개선된 스트레스 제거와, 높은 재료의 탄력성 및 열 사이클링 동안의 피로에 대한 저항성을 갖는다.

대표도

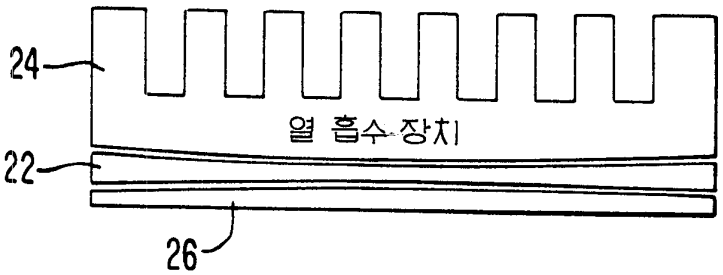
도1

도면

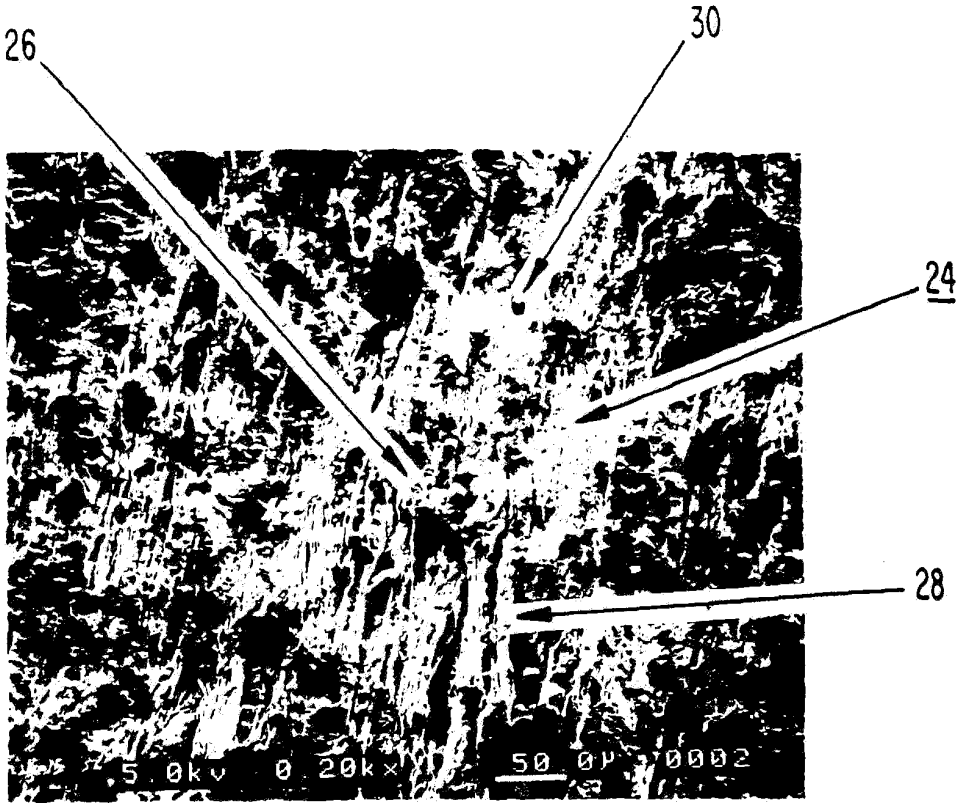
도면1



도면2



도면3



도면4

