(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C09K 5/00
H05B 6/64

(45) 공고일자 1998년11월16일
(11) 등록번호 특0156536
(24) 등록일자 1998년07월22일

(21) 출원번호 특1990-004861
(22) 출원일자 1990년04월06일
(65) 공개번호 특1990-016418
(43) 공개일자 1990년11월13일

(30) 우선권주장 335,044 1989년04월07일 미국(US)
(73) 특허권자 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩츄어링 컴패니 도날드 밀러 셀
미합중국 미네소타 세인트폴 3엠센터
(72) 발명자 크레이지 스탠리 챔버레인
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
글렌 코넬
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
피어레 호워드 레페레
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
크리스 알렌 미닉
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
캐로트 메이 팜 글렌
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
윌리암 찰즈 테이트
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
조지 프란시스 베슬레이
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
파트릭 제랄드 짐머만
미합중국 미네소타 55144-1000 세인트폴 3엠센터
(74) 대리인 나영환, 도두형

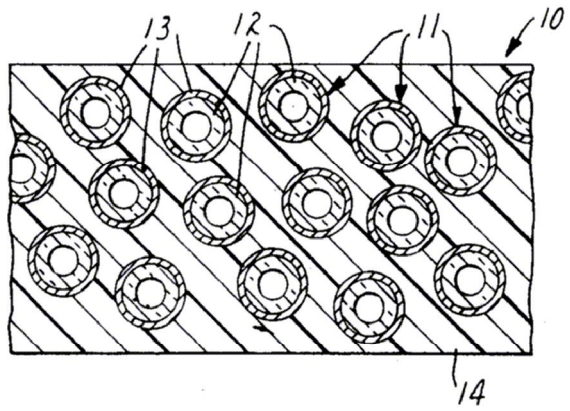
심사관 : 이희명

(54) 고주파 가열 가능한 조성물

요약

내용 없음

대표도



명세서

[발명의 명칭]

고주파 가열 가능한 조성물

[도면의 간단한 설명]

제1도는 고주파 에너지에 실질적으로 비반사성인 소지에 배열된 복수 개의 서셉터로 이루어진 조성물의 개략도.

제2도는 표면 상부에 전기 전도성 재료로 이루어진 피막이 있는 고온 용융 접착제의 입자를 포함하는 복수 개의 서셉터의 개략도.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 고주파 에너지(microwave energy)에 의해 가열될 수 있는 재료에 관한 것이다.

물질 내에 열을 발생시키기 위하여 고주파 복사선을 사용하는 일은 종전의 가열법에 비하여 고주파법의 처리 속도 증가 및 낮은 전력 소비 때문에 소비자의 사용 및 산업적 응용이 점차 유행되어 가고 있다. 고주파 서셉터(susceptor)는 고주파 에너지를 흡수하여, 그 흡수된 에너지를 열 에너지로 변환시키며 이에 의하여 주변 매질을 가열시키는 물질이다. 일반적인 서셉터로는 (1) 박막(薄膜) 서셉터와 (2) 입상(粒狀) 서셉터의 두 가지 종류가 있다.

일반적으로, 박막 서셉터는 종이 또는 카드보드(cardboard)와 같은 기질에 적층시킨 금속 피복 폴리에스테르막으로 구성된다. 상기 기질은 고주파 오븐[전자 오븐]에서의 사용 중에 서셉터체의 치수 안정성(dimensional stability)을 증가시키는 역할을 한다. 이러한 서셉터의 사용은 당해 기술 분야에 잘 알려져 있으며, 예컨대 미합중국 특허 제4,267,420호, 제4,230,924호 및 제4,641,005호, 그리고 카나다 특허 제1,153,069호 등과 같은 다수의 특허에 기재되어 있다. 박막 서셉터에 관한 일례는 이른바 I^2R 또는 저항 손실에 의해서 고주파 에너지를 열로 변환시키기 위하여 물품(즉, 접시)의 표면에 전기 저항막(抵抗膜)을 도포하는 것을 포함한다(예컨대, 미합중국 특허 제3,853,612호). 종래의 박막 서셉터와 관련된 결점으로는 서셉터 열출력의 급속한 감소(서셉터의 재사용을 방해함), 아크 발생, 가열 속도 조정의 곤란성, 그리고 기질에 상기 막을 적층시키는 별도 공정의 필요성이다.

입상 서셉터는 통상 두 가지 종류, 즉 전기적으로 연속적인 입상 서셉터와 전기적으로 불연속적인 입상 서셉터로 분류할 수 있다. 전기적으로 연속적인 입상 서셉터를 포함하는 소지(素地; matrix)에 있어서, 입자들이 서로 충분히 근접하고 있으므로, 그 소지는 전기를 전도하게 된다. 인접 입자들 간의 상호 작용, 즉 아크 발생 및 와전류(渦電流)에 의하여 상기 소지 내에 열이 발생된다.

전기적으로 연속적인 서셉터용으로 통상 사용되는 입상 재료로서는 카본 블랙, 흑연 및 금속 미립자가 있다. 그러한 서셉터는 미합중국 특허 제4,518,651호에 기재되어 있는데, 이 특허에 있어서, 최대 60중량%의 카본 블랙이 중합체 소지 내에 포함되어 있다. 미합중국 특허 제4,640,838호에는 비금속 결합제 중에 분산된 흑연 등의 비금속 고주파 흡수 입자로 이루어진 침착물(沈着物)이 들어 있는 고주파 오븐에 사용하기에 적합한 자기 환기식 증기 밀폐형 패키지(self-venting, vapor-tight package)가 개시되어 있다. 이 패키지가 고주파 오븐내에서 가열되면, 입자들 중에 발생되는 열은 패키지를 구성하는 기본 물질을 연화(軟化) 및 약화시키고, 이에 따라 패키지를 환기시킬 수 있다. 미합중국 특허 제3,701,872호에는 고주파 에너지로 가열시킬 물체 내에 저항성 입자를 혼합시킴으로써 입자들 전체에 다수개의 전기 아크가 발생되고, 이 때 생기는 고주파 에너지를 열 에너지로 변환시키는 것에 대해 기재하고 있다. 전기적으로 연속적인 서셉터의 결점은 불균일한 열, 갑작스러운 아크의 발생 가능성 및 가열 속도 조절의 곤란성이 있다는 점이다. 그 밖에, 금속 입자가 사용되는 경우, 소요되는 사용량 수치 때문에 결국 밀도가 커지고 따라서 서셉터가 대형으로 된다.

전기적으로 불연속적인 서셉터는 금속, 반도체 및/또는 강자성 입자로 이루어지는데, 이들은 고주파 에너지로 가열시킬 소지 중에 분산 또는 포함되게 된다. 이들 입자는 조성물에 광택성을 부여하므로, 그 조성물은 고주파 에너지에 의해 가열될 수 있다. 고주파 에너지의 흡수와 이에 이은 발열은 인접 입자들의 상호 작용에 의해서라기 보다는 서로 격리된 입자들 중에서 발생한다. 이러한 종류의 서셉터는, 예컨대 미합중국 특허 제4,226,108호, 제4,362,917호 및 제4,450,334호에 기재되어 있다. 이들 서셉터는 열출력을 거의 저하시키지 않으며 꽤 조절 가능한 가열을 제공하지만, 이들의 결점으로서는 고밀도(대형 서셉터), 고비용 및 불균일한 분산 등이 있다.

미합중국 특허 제2,830,162호는 페라이트 입자를 고주파 갈변(褐變) 접시 본체에 매입(埋込)시킴으로써 그 접시에 퀴리 효과에 의해 일어나는 상한 온도를 제공할 수 있다고 기재하고 있다. 퀴리 효과는 온도 변동에 따라 페라이트 입자의 고주파 에너지 흡수능을 변화시킨다. 온도가 증가함에 따라, 고주파 에너지는 덜 흡수되고, 이에 따라 온도 상승률이 더 낮아진다.

미합중국 특허 제3,585,258호는 세라믹 제품을 소결시키기 위한 고주파 노(爐)에 사용하는데 고주파 에너지를 열 에너지로 변환시키기 위한 재료로서 철 분말 및 탄소 분말을 사용하는 것에 대해 기재하고 있다. 이 특허에 따르면, 소결시킬 세라믹 제품은 분말 재료 근처에 장입하거나, 분말 재료로 채우거나, 또는 분말 재료 중에 장입하여 소결시킨다.

특히, 금속으로 이루어진 무기질 박층 피막은 여러 가지 목적상 장기간 미립자에 도포되어 왔다. 이들 박층 피막용 재료는 미합중국 특허 제4,618,525호에 기재되어 있다.

본 발명의 하나의 특징에 의하면, 본 발명은 고주파 에너지에 실질적으로 비반사성인 소지 내에 분산된 고주파 에너지의 서셉터로 이루어진 조성물을 제공한다. 상기 서셉터는 고주파 에너지에 실질적으로 비반사성인 재료로 된 입상(粒狀) 기질을 포함할 수 있다. 이 입상 기질은 고주파 에너지를 흡수하여 그 고주파 에너지를 열 에너지로 변환시킬 수 있는 재료로 제조된 피막을 보유한다. 서셉터로서 사용하기에 적합한 물질은 그 표면에 박층 피막을 가진 입자라고 설명할 수 있다. 상기 입사 기질의 재료로서 양호한 것으로서는 유리 및 세라믹이 있다. 고주파 에너지를 흡수할 수 있는 박층 피막으로서는 전기 도체 재료와 금속 및 금속 함유 화합물과 같은 반도체 재료가 바람직하다. 소지는 고주파 조리에 통상 사용되

는 온도에서 안정한 중합체 및 세라믹 재료로 구성될 수 있다. 소지용 재료로서는 실리콘 및 실리콘 고무가 있다.

또 하나의 특징에 의하면, 본 발명은 고주파 에너지를 실질적으로 반사시키지 않는 재료로 된 용융성 입상 기질을 포함하는 용융성(meltable) 서셉터를 제공한다. 상기 입상 기질은 고주파 에너지를 흡수하여 그 에너지를 열 에너지로 변환시킬 수 있는 재료로 된 피막을 보유한다. 상기 입상 기질은 입상 형태의 고온 용융수지일 수 있다. 이 수지는 고주파 에너지를 받게 되면 가열되고, 피막은 붕괴되며, 이 때 고온 용융 부분이 유동하여 접착제로서 가능할 수 있다.

본 발명의 또 다른 특징에 의하면, 상기 서셉터를 이 서셉터가 소지 내에 함유되어 있는 조성물의 일부로서 또는 불연속 서셉터로서 고주파 에너지를 받게 함으로써 고주파 가열 방법이 제공된다.

본 발명의 주요한 장점은 서셉터의 재사용능(再使用能), 가열 속도 저하 현상의 소거, 아크 발생 소거, 열 제어능, 경량 조성물의 형성능, 과열 제어능, 그리고 금속 함량이 매우 낮은 고주파 가열 가능한 조성물 형성능이다.

제1도에 나타낸 것은 고주파 에너지에 대하여 실질적으로 반사성이 없는 소지에 복수 개의 서셉터가 들어 있는 조성물을 개략적으로 나타낸 것이고, 제2도는 고온 용융 접착제 입자를 포함하고, 그 표면에 전기 전도성 재료로 된 피막이 피복되어 있는 복수 개의 서셉터를 개략적으로 도시한 것이다.

제1도를 참조하면, 본 발명은 ① 입사 기질(12), 예컨대 입상의 절연성 재료로 이루어져 있고, 박막(13), 예컨대 전기 전도성 무기 박막을 보유하고 있는 고주파 에너지의 서셉터(11)와, ② 고주파 에너지에 실질적으로 비반사성이고, 고주파 에너지를 받으면 가열될 수 있는 소지(14), 예컨대 실리콘 고무로 이루어진 조성물(10)을 제공한다.

본 발명의 한 가지 실시예에 있어서, 상기 서셉터는 입상이면서 그 표면에 박막을 보유하고 있는 기질인 것을 특징으로 한다. 입상 기질을 형성하는 재료는 다양하다. 입상 기질은 유리, 세라믹, 중합체, 접착제 또는 동종의 물질로 만들 수 있다. 전기를 전도하지 않거나 고주파 에너지를 반사시키지 않는 종류의 재료들이 좋다. 또한, 이들 재료는 예컨대 배합 및 압출과 같은 가공 조건을 견디기에 충분한 강도를 갖는 것이 좋다. 입상 기질의 표면은 연속적인 전도체 박막 또는 연속적인 반도체 박막으로 된 피막을 수용하여 보유할 수 있도록 연속성인 것이 좋다. 입상 기질의 형상은 다양해질 수 있다. 유용한 형상의 예로는 구체(球體), 편구체(扁球體), 타원체, 과립체, 침상체(針狀體), 판상체, 편상체(扁狀體) 및 기질 전체가 불규칙·불균일한 형상이 있다. 이들 입상 기질은 고체 또는 중공체(中空體)일 수 있다. 입상 기질의 크기는 다양하게 될 수 있으나, 주로 1센치미터 미만인 것이 좋고, 10 내지 1000 마이크로미터인 것이 더 좋다.

입상 기질의 피막을 형성하는 재료에는 여러 가지 종류가 있을 수 있다. 상기 피막은 금속 도체 및 반도체를 포함하는 범위의 전기 전도도, 즉 저항률이 1×10^{-6}Ω-cm 내지 1×10^{7}Ω-cm인 것이 좋다. 피복된 입상 재료는 체(bulk) 분말 저항률이 1×10^{-2}Ω-cm 및 1×10^{8}Ω-cm 범위인 것이 좋다.

체 분말 저항률은 다음 방법으로 측정된다. 수직 방향으로 배향된 비전도성의 플라스틱제 중공 실린더로 시험 셀을 만든다. 이 셀의 내부 횡단 면적은 1.0cm^2이다. 이 플라스틱제 실린더의 저부에는 접촉 전극으로서 기능하는 황동(brass) 판(disc)이 있다. 봉상(棒狀)의 제2황동 전극을 실린더 꼭대기로부터 내부에 삽입시킨다. 이들 두 개의 전극의 접촉 면적(A)은 1.0cm^2이다. 피검용 분말을 상기 전극들 사이에 넣어 분말층의 높이(h)가 1.0cm로 되게 한다. 1.3kg의 질량이 상부 전극에 가해지며, 이에 따라 그 분말층에 127킬로 파스칼의 압력이 미친다. 상기 양 전극 사이의 저항(R)은 저항기로 측정된다. 체 분말 저항률 P는 식 P=RA/h에 의하여 계산되고, Ω-cm 단위로 나타낸다.

입상 기질을 피복하는 데 유용한 무기 재료로서는, 에컨대 텅스텐, 지르코늄, 구리, 아연, 티탄, 크롬, 은, 몰리브덴 및 알루미늄과 같은 금속 또는 금속 산화물, 질화물, 탄화물, 규화물, 붕화물 및 인화물과 같은 전기 전도도가 높은 화합물들이 있다. 본 발명의 입상 기질의 피막으로 적합한 기타 화합물은 질화티탄, 티탄 카바이드, 아산화바나듐 및 이규화몰리브덴이 있다.

본 발명에 유용한 입상 기질에 적합한 피막은 매우 얇은 것이 좋다. 이들 피막은 연속 피막을 형성하고 그 피복 입자에 높은 전기 전도도를 부여하도록 충분히 두꺼워야 하지만, 고주파 복사의 과도한 반사를 야기할 정도로 두껍지는 않아야 한다. 피막의 두께는 약 1 내지 10,000Å, 바람직하게는 약 1 내지 1000Å, 더욱 바람직하게는 약 1 내지 100Å의 범위일 수 있다. 예컨대, 매우 얇은 텅스텐 피막, 예컨대 두께가 5 내지 50Å 범위인 텅스텐 피막은 체(bulk) 분말 전도도가 중간인 입자를 제공하며, 고주파 오븐에서 효율적으로 고주파 에너지를 열 에너지로 변화시킬 수 있다. 한편, 두께가 100Å 이상인 두꺼운 텅스텐 피막은 체 분말 전도도가 매우 높은 입자를 제공하며, 이러한 입자가 고주파 에너지의 과도한 반사를 유도하는 것으로 예상된다. 일반적으로, 어떤 최소 두께 이상에서는, 텅스텐 피막의 두께가 증가함에 따라 그 피막을 지지하고 있는 입자는 덜 효과적으로 고주파 에너지를 열로 변환시킨다.

또한, 서셉터의 열효율은 피막의 전도도에 따라 좌우된다. 더 고온도에서의 열효율은 이 전도도를 변화시킴으로써 감소시킬 수 있다. 이 변화는 고온에서의 피막의 부분 산화에 의하여 일어날 수 있으며, 이에 따라 전도도가 저하되고, 결국 열효율이 감소된다. 이와 달리, 이 변화는 전도도가 온도에 따라 변화하는 피막을 사용함으로써 발생될 수 있다. 전도도가 온도에 따라 변하는 피막으로는 반도체성 피막 및 일부 초박성(超搏性) 금속 피막이 있다. 피막의 전도도는 온도에 따라 증가될 수 있고, 이에 의해 피막이 너무 전도성으로 되게 되므로 고주파 에너지 흡수 효율이 낮아지게 된다. 고온도에서의 열효율을 감소시키는 전술한 방법들은 서셉터의 과도한 열을 방지할 수 있는 자기(自己) 제한 또는 자기 조절 특징을 제공한다.

본 발명에 있어서 유용한 서셉터는 중량이 매우 낮을 수 있다. 소정 직경의 유리 마이크로버블(glass

microbubble) 표면의 얇은 텅스텐 피막은 동일 직경의 고체 텅스텐 입자보다 훨씬 무게가 덜 나간다. 본 발명의 입자는 고체 금속 분말보다도 X선과 가시 복사선에 대해 훨씬 더 투명할 수 있다. 본 발명에 유용한 서셉터의 형상은 일반적으로 기본 입상 기질과 동일한 형상이다.

본 발명의 서셉터에 의해 가열시킬 재료, 즉 소지를 구성하는 재료는 실질적으로 고주파 에너지에 비반사성인 것, 즉 고주파 에너지를 전달할 수 있는 것이어야 한다. 이들 재료는 분말을 비롯한 고체, 액체 또는 기체일 수 있다. 상기 서셉터는 가열 가능한 재료와 혼합시킬 수 있다.

상기 서셉터는 이 서셉터를 중합체 박판 또는 세라믹 접시 등의 소지 내에 혼합하는 방법, 상기 서셉터를 고주파 오븐 내에서 경화 또는 중합될 수 있는 액체 중합체 재료에 첨가하는 방법, 상기 서셉터를 고온 용융 분말 또는 고온 용융 입자와 혼합하는 방법 및 고주파 에너지를 사용하여 그 조성물을 용융시키는 방법을 비롯한 여러 가지 방법에 사용될 수 있다.

상기 피복된 마이크로버블이 고온 용융 분말 소지중에서 서셉터로 사용되는 경우, 그 마이크로버블은 그 조성물에 경량성을 부여하므로 발포형 또는 발포상(syntactic-foam-like) 접착제를 형성하게 된다.

서셉터와 혼합된 고온 용융 접착제는 접합시킬 물품, 예컨대 패키지의 표면에 그 혼합물을 피복함으로써 그 물품에 도포시킬 수 있으며, 그 패키지 내에 내용물을 삽입시킨 후에 그 전체 조립체를 가열 공정 중에 정위치에 유지시킨 채 밀봉시킬 연부[가장자리]와 함께 고주파 오븐에 집어넣을 수 있다. 이들 혼합물의 또 다른 용도는 고온 용융 글루 건(glue gun)에 있는데, 이 글루 건은 그 접착제 혼합물이 연질화될 때까지 고주파 오븐 내에 놓이며, 이 때 소정량의 접착제가 대상 물질에 도포될 수 있다.

본 발명의 또 하나의 특징에 있어서, 고온 용융 접착성 입자 자체는 서셉터의 입상 기질로 사용될 수 있다. 상기 고온 용융 입자(21)는(이어서, 고온 용융 소지에 첨가되는 피복 버블보다는 오히려) 박층 피막(22)으로 직접 피복될 수 있다. 이것은 제2도에 예시되어 있으며, 고주파 에너지에 의해 가열될 때, 접착제 입자(20)는 용융 및 유동하여 다른 접착제 입자(20)와 접촉하게 되고, 이어서 냉각되어 고체 접착제 괴체(塊體)를 형성한다. 금속의 존재량은 매우 적으므로 괴체의 거의 100%가 접착체이다. 응집 강도는 추가의 입자가 포함되지 않은 고온 용융 접착제의 응집 강도에 가깝게 된다. 적당한 고온 용융 접착성 분말은 테네시주 킹스포트에 소재하는 이스트먼 케미칼 프로덕츠사로부터 구득이 가능한 상품명이 이스토본드(Eastobond) FA 300이라는 분말이다.

본 발명의 제품 및 방법에 대한 여러 가지 장점을 들 수 있다. 피복된 구체 또는 편구체 입자로 이루어진 기질을 사용하면, 서셉터로서 탄소 입자가 사용되는 경우에 일어날 수 있는 것처럼 아크 발생은 일어나지 않는다. 침상 또는 불규칙한 형상의 서셉터는 높은 전계 집중 현상, 결과적으로 아크 발생 전위를 유도할 수 있는 예리한 선단(先端)들을 가질 수 있다. 서셉터는 박층 피막 두께를 변화시킴으로써, 이같이 하여 그 서셉터의 전도도를 변화시킴으로써 상이한 주파수에서의 흡수를 위하여 변조시킬 수 있다. 이러한 변조 현상은 이들 서셉터가 상이한 주파수에서 운전되는 산업용 및 소비자용 고주파 오븐에 다같이 사용 가능하도록 해 준다. 또한, 열효율은 조성물 중의 서셉터의 함량이나 또는 그 조성물의 두께, 또는 양쪽을 모두 조정함으로써 조절할 수 있다. 서셉터는 박판에 사용할 때 재가열시킬 수 있는데, 금속 박막으로 피복시킨 공지된 박층 서셉터 증기를 사용하면 효율적인 재가열은 불가능하다. 특정한 적용에 있어서, 서셉터의 입상 기질 표면의 박층 피막은 이들의 주변 온도가 너무 높게 되면 부분적으로 산화되도록 만들 수 있고, 이에 따라 가열이 서행되고 급속한 과열이 방지된다. 급속한 과열을 방지하기 위한 또 하나의 방법은 온도에 따라 전도도를 변화시키는 박층 피막을 지니는 서셉터를 사용하는 방법이다.

저온에서 서셉터는 전도성이 최적으로 되기 때문에 효율적으로 가열되지만, 고온에서는 전도도가 높아짐에 따라 열효율이 저하된다. 서셉터는 용도에 알맞도록 주문 설계될 수 있다. 예컨대, 서셉터는 치수가 10 내지 1000 마이크로미터 범위인 구체로 만들 수 있으므로, 액체 수지 내에 쉽게 분산될 수 있다. 서셉터는 중공형의 마이크로버블 기질을 채용할 수 있으므로, 경화된 소지에 경량의 발포상 특성을 부여한다. 또 다른 예로서, 서셉터 피막의 외부는 이 외부의 전도도가 변화되도록 충분히 산화시킴으로써 서셉터의 열효율을 변화시킬 수 있다.

다음의 각 실시예는 본 발명을 더 예시화기 위한 것으로서, 첨부된 특허 청구의 범위를 한정하기 위한 것으로 해석되어서는 아니된다.

이들 실시예에 사용되는 서셉터는 후술하는 바와 같은 방법으로 제조되며, 그 제조 조건 및 특성은 표 1에 요약되어 있다. 각 제조 조건은 표로부터 확인할 수 있으며, 이하의 설명에는 언급되어 있지 않다.

[서셉터의 제조]

서셉터 A, B, C 및 D

평균 밀도가 0.15g/cc, 평균 직경이 50 내지 70㎛인 유리 마이크로버블(미합중국 미네소타주 세인트 폴에 소재하는 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩츄어링 컴패니사 제품의 상품명 C15/250)을 진공실 내에서 굴리면서 텅스텐 증기로 스퍼터(sputter) 피복시켰다. 텅스텐 타켓(target)은 장방형 음극선(12.7㎝×20.3㎝)이었다. 이 장치는 0.75 내지 0.80㎾의 인가 전력으로 직류 평면형 마그네트론 방식으로 다양한 기간 동안 작동시켰다. 아르곤 스퍼터링 가스 압력은 4밀리토르이었다. 배압(背壓)은 약 1×10^{-5}토르이었다. 피복된 버블의 색상은 암회색이었다. 각 입자의 텅스텐 피막의 두께를 계산하였다.

서셉터 E

유리 마이크로버블(C15/250, 100ml)을 미합중국 캘리포니아주 산타바바라에 소재하는 엘.엠.시마드사에서 시판되는 5.72㎝(2.25인치) 트리맥(TriMag) 공급원이 구비된 진공실 내에서 굴림으로써 은으로 피복시켰다. 조작 조건에는 5암페어의 플라스마 전류와 120 볼트의 음극 전위 및 0.22 암페어의 음극 전류가

포함되었고, 영구 자석의 도움은 이용하지 않았다.

서셉터 F

평균 밀도가 0.23g/cc이고 평균 직경이 50 내지 70 마이크로미터인 유리 마이크로버블(미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩츄어링사에서 시판되는 상품명 B23/500, 100ml)을 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 은으로 피복시켰다.

서셉터 G

유리 마이크로버블(C15/250, 100ml)을 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 크롬으로 피복시켰다.

서셉터 H

유리 마이크로버블(C15/250, 100ml)을 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 지르코늄으로 피복시켰다.

서셉터 I

미합중국 특허 제4,025,159호에 기재된 바와 같이 평균 밀도가 4.5g/cc, 평균 직경이 71 마이크로미터인 티탄화바륨 유리 마이크로비이드(150ml)를 문헌[Proc. IEEE. Vol 60(8), p.977, 1972]의 공정에 기재된 것과 유사한 음극 아크 장치가 구비된 진공실 내에서 굴림으로써 TiN으로 피복시켰다. 질화 붕소로 된 원형 링으로 둘러싸여 있고, 두께가 1.91cm(0.75인치)이고, 직경이 5.1cm(2인치)인 원형면이 있으며 물로 냉각시킨 티탄 음극을 110암페어의 방전 전류에서 60볼트의 전위를 사용하여 플라스마를 발생시켰다. 음극면에 수직을 이루는 이 이온화 티탄 플라스마의 흐름은 대략 100 가우스(gauss)의 자계에 의해 집중되었다. 이 장치는 링 형상의 격리된 양극(anode)을 이용하였다. 마이크로비이드에 질화티탄 피막을 형성하기 위하여 증착 중에 40 SCCM의 비율로 진공실에 질소 가스를 가하였다.

서셉터 J

평균 직경이 8 내지 10 마이크로미터인 세라믹 섬유(미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩츄어링사의 상품명 Nextel 400, 15ml)을 면도날로 잘게 썰어서 분포비가 1 내지 40 이상인 섬유를 얻었다. 이어서, 이들 섬유를 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 텅스텐으로 스퍼터 피복시켰다.

서셉터 K

용융 온도가 약 210℃인 고온 용융 접착제 입자[중간 분말, 250ml, 테네시주 킹스포트에 소재하는 이스트먼 케미칼 프로덕츠사에서 시판되는 상품명 이스트본드(Eastobond) FA 300]를 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 텅스텐으로 스퍼터 피복시켰다.

서셉터 L, M, O

평균 밀도가 0.53g/cc이고, 크기가 400 메시체를 통과하지 않는 크기인 유리 마이크로버블(미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩츄어링사에서 시판되는 상품명 S60/10000, 2000ml)을 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 텅스텐으로 피복시켰다.

서셉터 N

평균 밀도가 0.60g/cc이고, 평균 직경이 약 50 마이크로미터인 유리 마이크로버블(미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩츄어링사에서 시판되는 상품명 S60/10000, 2000ml)을 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 텅스텐으로 피복시켰다.

서셉터 P

텅스텐으로 피복시킨 서셉터 N의 버블은, 다음과 같은 수정 방법에 의하여 서셉터 A의 제조에 사용하였던 진공실 내에서 산화 알루미늄으로 피복시켰다. 텅스텐 타겟 대신에 알루미늄 스퍼터링 타겟을 사용하였다. 산소를 4.0cc/분의 속도로 입자 근처의 진공실 내에 첨가하였다. 이 공정은 산화된 알루미늄으로 이루어진 절연 피막을 제공하였다.

서셉터 Q

유리 마이크로버블(C15/250, 100ml)을 진공실 내에서 굴림으로써 아산화바나듐으로 피복시켰다. 상기 피복 공정은 피복된 서셉터 E와 관련하여 설명하였던 TriMag 장치에 의해서 바나듐을 증착시킴으로써 2시간 48분간 수행하였다. 플라스마 전류는 7.7~8.1 암페어이었고, 음극 전위는 950볼트, 음극 전류는 1.00 암페어이었다. 바나듐 증착 중에 산소를 5.0cc/분의 비율로 마이크로버블 근처의 진공실에 가하여, 온도에 따라 변하는 전도도를 얻을 수 있는 아산화바나듐 조성물을 얻었다.

서셉터 R

400 메시체를 통과할 수 없는 크기의 유리 마이크로버블(S60/10000, 200ml)을 서셉터 A의 제조에 사용하였던 장치에서 이규화몰리브덴으로 피복시켰다. 다만, 다음과 같은 수정이 있었다. 위스콘신주 밀워키에 소재하는 세락 인코오포레이티드에서 구득되는 이규화몰리브덴 스퍼터링 타겟을 사용하였다. 이어서, 피복된 버블 부분을 2시간 동안 공기 중에서 400℃로 가열시켰다. 이에 의하여 피막의 외부가 산화되어, 그 표면이 더 산화되지 않도록 부동태화(不動態化)되므로, 저장 및 가열도중에 산화에 안정한 피막이 형성된다. 피막 외부의 산화는 피막의 전도성 부분의 두께를 감소시켜서 서셉터가 더욱 효율적으로 되도록 해준다.

표 1은 서셉터의 제조 방법 및 특성을 요약해 놓은 것이다.

구형 입자 표면의 피막 두께는 다음 방정식을 사용하여 그 피막의 중량%로 부터 계산된다.

t=100W/DS

위 식에서, t는 Å 단위로 된 피막의 두께이고, W는 입자의 총중량에 기초한 입자 표면의 피막의 중량%를 나타내며, D는 g/cc 단위로 된 피막의 밀도이고, S는 m^2/g 단위로 된 입자의 평균 표면 면적을 나타낸다.

W의 값은, 예컨대 질산, 황산 및 염산과 같은 기타 산과 배합된 조성물 중에 묽은 불화수소산을 함유하는 혼합물에 피막을 용해시킴으로써 측정할 수 있다. 이 때, 그 용액은 톰프슨(M.Thompson)과 월쉬(J.Walsh)에 의하여 설명된 유도 결합된 아르곤 플라스마 원자 방출 분광법(Inductively, Coupled Argon Plasma Atomic Emission Spectroscopy)에 의해 분석된다[Handbook of Inductively Coupled Plasma Spectrometry, Chapman and Hall, 1983].

입자의 평균 표면적은 알렌(T.Allen)에 의한 브르노어, 에멧, 텔러법(Brunauer, Emmett, Teller Method; BET법)을 사용하여 측정할 수 있다[Particle Size Measurement, 3rd Edition, Chapman and Hall, 1981].

[표 1]

서셉터	금속피막/기질[1]	배치 크기 (ml)	인가압 (kw)	증착률 (Å/분)	피복 시간 (분)	금속 wt%	계산 두께 (Å)
A	w/bbl	150	0.75	1200	30	2.8	7
B	w/bbl	150	0.75	1200	61	4.8	11
C	w/bbl	150	0.75	1200	91	9.0	20
D	w/bbl	2000	1~2.25	1500~2800	451	19.3	150
E	Ag/bbl	100	0.026	1800	60	2.3	26
F	Ag/bbl	100	1.0	6600	60	18.3	530
G	Cr/bbl	100	0.75	1550	33	1.75	29
H	Zr/bbl	100	0.50	1700	30	1.79	26
I	TiN/bd	150	6.6	12000	60	2.7	1700
J	w/fbr	15	4.5	2700	141	6.78	130
K	w/hma	250	0.90	600	60	0.43	20
L	w/bbl	2000	0.67	1000	120	0.49	6
M	w/bbl	2000	1.10	1500	120	0.83	9
N	w/bbl	2000	5.00	3000	80	1.23	9
O	w/bbl	2000	1.50	2100	120	1.04	12
P	AlO_2/w/bbl	200	2.00	3200	120	1.23	67/9[2]
Q	VO_2/bbl	100	0.76	1460	168	6.93	120
R	$MoSi_2$/bbl	200	1.25	1650	120	0.73	40

[1] bbl = 유리 버블

bd = 유리 비이드

hma = 고온 용융 접착제

fbr = 세라믹 섬유

서셉터 P:아산화알루미늄 피막의 두께는 67Å이었다. 이 값은 피복 공정 매개 변수로부터 평가하였다. 피복 공정 변수는 AlO용이다. 텅스텐 피막의 두께는 9Å이었다. 금속 wt%은 피막의 텅스텐 부분을 가르킨다.

[실시예 1~13 및 비교예 X1, X2, X3]

실시예 1 내지 13 및 비교예 X1 및 X2에 있어서, 전술한 서셉터들을 여러 가지 소지 내에 도입하여 충분히 혼합시켰다. 실시예 1~11 및 비교예 X1 및 X2에 있어서, 소지로 사용한 것은 매사츄세츠주 댄버에 소재하는 데브콘사로부터 구득 가능한 상품명 14210 또는 14250의 에폭시(5-minute epoxy)이었다. 실시예 12a 및 12b에 있어서, 소지는 뉴욕주 워터 포드에 소재하는 제너럴 일렉트릭사에서 구득 가능한 상품명 RTV615의 실리콘 고무(실온 가황 실리콘)이었다. 실시예 13에 있어서, 소지는 물 2.21g과 혼합시킨 소석고 2.43g으로 형성된 소석고이었다. 비교예 X1는 피복된 입자를 포함하지 않았지만 인디아나주 발파라이조에 소재하는 티탄사로 부터 구득되는 표준 NiZn 페라이트 분말을 포함하였다. 이들 혼합물은 고주파 오븐에서 더 가열 테스트하기 위하여 시험편[test coupon]으로 만들었다. 이들 시험편은 2.5cm×2.5cm이었으며, 그 중 몇 개는 자체 지지 형이고, 다른 몇개는 유리 슬라이드에 지지시킨 형이었다.

표 II에 있어서, 입자 함량은 소지 재료 주의 서셉터의 중량% 및 용적%로 표시되어 있다. 나타낸 시료 두께는 소지 혼합물의 경화 또는 건조 후의 최종 두께이다.

주파수 2.45(GHZ), 700와트의 전출력으로 작동하는 리튼 제네레이션 II(Litton Generation II) 고주파

오븐에서 가열되는 동일 각 시험편의 표면 온도를 측정하였다. 이 온도는 시험편의 상부 표면과 접촉되도록 배치된 온도 탐침봉으로 측정하였다. 이 탐침봉은 캘리포니아주 마운틴뷰의 럭스트론(Luxtron)이 제작한 모델명 750의 플루오롭틱 서모메트리 시스템(Fluoroptic Therometry system)에 결합된 럭스트론 모델 MEL이었다.

표면 가열 속도는 가열 시간으로 나눈 표면 온도의 증가로서 계산하였으며, 서셉터/소지 혼합물에 의해 고주파 에너지가 열 에너지로 변환되는 효율과 관련이 있다.

[표 2]

실시예 번호	서셉터	금속 피막/기질	계산 두께 (Å)	입자 함량 wt%	입자 함량 vol%	시료 두께 (mm)	표면 온도 증가(15초간 의 ℃)	가열 속도 (℃/분)
1	A	w/bbl	7	16	60	1.5	249	996
2	B	w/bbl	11	16	60	1.6	203	812
3	C	w/bbl	20	16	60	1.6	174	696
4	D	w/bbl	150	16	56	1.5	112	448
5	G	Cr/bbl	29	15	64	1.7	173	692
6	H	Zr/bbl	26	12	60	1.5	52	208
7	F	Ag/bbl	530	16	51	1.5	101	404
8	E	Ag/bbl	26	15	60	1.5	6	24
9	K	W/hma	20	50	49	1.6	93	372
10	I	TiN/bd	1700	86	61	1.8	63	252
11	J	W/fbr	130	50	27	1.5	258	1032
12a	R[1]	MoSi2/bbl	40	44	60	1.2	136	544
12b	R[2]	MoSi2/bbl	40	44	60	1.2	158	632
13	B	w/bbl	11	16	56	2.6	132	528
X1	NZ[3]			86	57	1.6	85	340
X2	GM[4]			16	60	1.6	10	40
X3	AP[5]						157	628

[1] 서셉터는 열처리 되지 않음.

[2] 서셉터는 공기 중에서 400℃로 2 시간 동안 열처리됨.

[3] NZ = 티탄사(Titan Corp.)로부터 구득된 NiZn 페라이트 분말.

[4] GM = 피복되지 않은 C15/250 유리 마이크로버블.

[5] AP = Act II 팝콘 팩키지에 사용되는 알루미늄화 폴리에스테르 가열기 (미네소타주 홉킨스에 소재하는 골든 밸리 마이크로웨이브 푸드사 제품)

실시예 1 내지 3은, 입상 기질의 표면부에 연속 피막을 형성하고 서셉터에 대한 체 전도도(bulk conductivity)를 부여하는 박층의 텅스텐 피막이 효율적인 에너지 변환체라는 사실과, 열효율은 피막 두께에 좌우되며, 피막 두께가 증가함에 따라 열효율이 감소한다는 사실을 나타낸다. 실시예 4는 텅스텐 피막의 두께가 크게 증가함에 따라 서셉터의 열효율이 감소된다는 사실을 나타내고 있다.

실시예 5 및 6은 텅스텐 이외의 금속 피막이 서셉터 피막으로서 유용하다는 사실을 나타내고 있다.

실시예 7은 입상 기질의 표면을 균일하게 피복시키는 두꺼운 은 피막은 상기 혼합물에 체 전도도를 제공하며, 또 서셉터용 피막으로 사용될 수 있다는 사실을 나타내고 있다. 두꺼운 피막은 서셉터의 중량 및 가격을 모두 증대시킨다.

실시예 8은 입상 기질의 표면을 균일하게 피복하지 않고, 오히려 그 표면에 불연속 침착물로서 존재하는 얇은 은 피막은 체 전도도가 불량하고, 그 결과 불량한 서셉터가 생긴다는 사실을 나타내고 있다.

실시예 9에서 고온 용융 접착제 입자는 직접 피복되어 서셉터를 형성하고, 이에 따라 다량의 충전재(充塡材)를 소지에 첨가할 필요가 없다는 것이 나타나 있다.

실시예 10은 서셉터용 피막으로서 질화 금속을 사용하고, 입상 기질로서 비이드(bead)를 사용하는 것을 나타낸다.

실시예 11은 서셉터용의 상이한 형상과 상이한 입상 기질을 사용하는 것을 나타낸다. 피막이 텅스텐 피막에 대해 비교적 두껍다고 하더라도, 침상 기질은 열효율을 크게 증대시킨다.

실시예 12a 및 12b는 서셉터용 피막으로서 이규화금속을 사용하는 것을 나타낸다. 후속 열처리의 사용도

역시 나타나 있다.

실시예 13은 무기 소지 재료, 즉 무기 소석고 결합제 중에 들어 있는 서셉터의 사용을 나타내고 있다.

비교예 X1이 보여주고 있는 것은, 시판용 페라이트 재료는 동일한 부피일 때 본 발명의 재료와 동일한 열효율이 있다는 것이다. 그러나, 이 재료의 함량(중량%)은 본 발명의 피복된 마이크로버블 서셉터의 함량보다 더 크다.

비교예 X2는 입상 기질로 유용한 미피복의 마이크로버블은 본 발명에 유용한 피복 마이크로버블에 비하여 열효율이 낮다는 것을 나타낸다.

비교예 X3은 금속 박막으로 이루어진 서셉터의 효율을 나타내고 있다. 이 서셉터는 폴리에스테르로 된 입상 기질 표면에 100Å의 알루미늄 피막을 포함한다. 이것은 본 발명에 유용한 서셉터의 열효율과 유사한 열효율을 갖는다.

[실시예 14]

텅스텐이 피복된 유리 마이크로버블(1.5g, 피복된 서셉터 A)을 분말형 접착제(미네소타주 미네아 폴리스에 소재하는 헨켈사의 상품명, 마크로멜트 6239) 10.35g과 혼합시켰다. 이 혼합물을 접착제가 용융되는 175℃의 온도에서 가열시켰다. 이어서, 이 용융된 혼합물을 방치 냉각시킴으로써 고체 버블이 충전된 고온 용융 접착제 조성물을 얻었다. 이 고체 조성물의 1㎝×1㎝×1.4㎜ 조각을 2개의 2.54㎝×7.62㎝(1인치×3인치) 유리 현미경 슬라이드 사이에 넣고, 그 구조물을 30초 동안 700와트의 리튼 제너레이션 II 고주파 오븐에서 전출력으로 가열시켰다. 이 접착제는 용융되어 2개의 유리 슬라이드를 접합시켰다. 미피복의 버블을 사용한 유사한 시험에서는 그것을 작동 중인 고주파 오븐에 넣었을 때 고체 접착제 조성물의 용융을 일으키지 않았다.

[실시예 15]

텅스텐으로 피복시킨(피복 서셉터 K) 분말형 접착제 입자(0.15g, 테네시주 킹스포트에 소재하는 이스트만 케미칼 프로덕츠사의 이스토본드 FA 300의 고온 용융 접착제 분말)를 2개의 2.54㎝×7.62㎝(1인치×3인치)의 유리 현미경 슬라이드 사이에 넣고, 이 구조물을 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐에 투입하였다. 이 구조물을 전출력에서 40초 동안 가열시켰다. 접착제 입자는 용융되어 슬라이드를 접합시켰다. 이들 슬라이드를 40초 동안의 가열에 의해 떼어내었다. 미피복의 분말 접착제 입자를 사용하여 행한 유사한 시험에서는 용융이나 접합이 일어나지 않았다. 용융물 중의 텅스텐의 중량%는 0.25%인 것으로 측정되었다. 이것은 0.01 부피%에 해당한다.

[실시예 16]

텅스텐으로 피복시킨 유리 마이크로버블(피복 서셉터 L)을 버블 부피가 60%인 실리콘 고무(RTV 615)와 혼합시켰다. 이 혼합물을 규격이 1㎝×1㎝×0.3㎝인 시험편으로 만들었다. 이 시험편을 총전력의 30%의 전력으로 설정한 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐에서 10분 동안 가열시켰다. 시험편의 중심온도는 급속히 상승된 다음 안정화되었다. 약 2분간 가열 후의 온도는 대략 90℃이었고, 10분의 가열 기간 말미에 100℃에 도달하였다. 가열 주기를 반복시켰는데, 동일한 정상 상태 온도에 이르렀다. 이 실시예는 본 발명의 서셉터가 재사용될 수 있음을 나타낸다.

[비교예 X4]

25.8㎠(4inch^2) Act II 고주파 팝콘 백(Popcorn bag) 서셉터를 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐에서 30초 동안 전출력으로 가열시켰다. 서셉터의 온도는 시료의 중심에서 럭스트론 MEL 표면 온도 탐침봉으로 조사하였다. 30초 후의 온도는 202℃이었다. 이어서, 시료를 방치하여 냉각시켰다. 이것을 다시 30초 동안 가열시켰다. 이 때의 온도는 126℃이었다. 이 실시예는 박막 서셉터는 급속히 열화(劣化)되므로, 그러한 서셉터은 재사용이 불가능하여 동일한 온도를 제공할 수 없다는 것을 보여주고 있다.

[실시예 17]

실시예 16의 시료와 동일한 방법으로 시료를 제조하여, 100%의 총전력을 설정한 700와트의 고주파 오븐에서 10분 동안 가열하였다. 온도는 1.3분 내에 212℃로 승온된 다음 188℃로 감온되었는데, 이 온도는 10분의 가열 주기 말기까지 계속 일정하였다. 고온에서의 열효율의 감소는 서셉터의 피막이 부분적으로 산화를 일으켜 너무 높게 설정된 오븐 전력을 보상하게 된다는 것을 나타낸다.

[실시예 18]

텅스텐으로 피복시킨 유리 마이크로버블(피복 서셉터 O)을 버블 부피가 50%인 실리콘 고무(RTV 615)와 혼합시켰다. 이 혼합물을 3등분하였다. 이 혼합물의 제1부분을 사용하여 직경이 9.7㎝이고 깊이가 0.7㎝인 원주형 몰드(mold)에 채웠다. 이 몰드를 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐의 바닥 가운데에 놓았다. 오븐을 30초간 전출력으로 작동시켰다. 이 혼합물을 냉각되도록 한 다음, 그 몰드로부터 고화된 혼합물을 꺼내었다. 이 혼합물은 완전히 경화되었는데, 이것은 그 혼합물이 고화되어 더 이상 점착성을 나타내지 않는다는 사실로 증명되었다.

상기 혼합물의 제2부분을 실온에 정치시켰다. 이 부분은 4시간 후 경화되지 않으며, 예상 경화 시간은 24시간이었다.

상기 혼합물의 제3부분을 제1몰드와 동일한 몰드에 넣었다. 이 몰드를 200℃ 의 온도로 설정된 종래의 오븐에 넣었다. 2.5분 후, 그 혼합물은 여전히 중심부가 경화되지 않은 채로 있었다. 3.5분 후에, 그 혼합물은 완전히 경화되었다. 이 실시예는 본 발명의 서셉터는 종래의 기술을 사용하여 가능한 것 이상의 높은 속도 비율로 중합체를 경화시키는 데 사용될 수 있다는 것을 보여주고 있다.

[실시예 19]

산화알루미늄/텅스텐으로 피복시킨 마이크로버블(피복 서셉터 P)을 버블 부피가 50%인 실리콘 고무(RTV 615)와 혼합시켰다.

이 혼합물을 대용량 비이커 내부에 놓인 소용량 비이커로 이루어진 몰드에 주입하였다. 상기 혼합물을 90℃에서 1시간 동안 정치시켰을 때 고화되었다. 경화된 조성물은 벽두께가 4~5mm, 직경이 6cm, 높이가 8.5cm인 컵을 형성하였다. 미피복 마이크로버블을 사용하여 유사한 컵을 성형하였다.

각 컵에 광유(100g)를 넣었다. 이어서, 광유가 채워진 컵을 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐 내에서 전출력으로 가열시켰다. 광유의 온도 상승이 측정되었다. 46초간 가열 후 피복된 버블이 들어 있는 컵 중의 광유의 온도는 35℃ 증가되었다. 미피복 버블이 들어 있는 컵 중의 광유는 단지 6℃ 증가되었다. 이 실시예는 고주파 오븐내에서 통상 효율적으로 가열되지 않는 액체는 본 발명의 서셉터를 사용함으로써 고주파 오븐에서 가열될 수 있다는 것을 나타내고 있다.

[실시예 20]

아산화바나듐으로 피복된 마이크로버블(피복 서셉터Q)을 버블 부피가 50%인 에폭시 수지(5-minute Devcon)과 혼합시켰다. 이어서, 이 혼합물을 두께가 1mm인 6.5cm^2(1평방 인치)의 시험편으로 만들었다. 고주파 가열 중에 시험편의 표면 온도를 럭스트론 MEL 탐침봉으로 측정하였다. 각각 측정된 냉각 속도(비율)를 감함으로써 가열 공정 중의 시료로부터의 열손실에 대한 수정을 행하였다. 표면 온도가 90℃에 이르렀을 때, 가열 속도는 27℃/초이었다. 표면 온도가 220℃이었을 때, 가열 속도는 19℃/초로 감소되었다. 이 가열 속도의 감소에 의하여, 시료가 고온에 도달했을 때 시료가 가열되는 속도가 감소되었다. 이 실시예는 반도체 피막이 소지의 과열을 방지하는 데 사용될 수 있음을 나타낸다. 이 실시예는 그 전도도가 온도에 따라 변화하는 피막(즉, 반도체)을 고온에서 가열 속도를 제한하는 데 사용할 수 있음을 나타낸다.

[실시예 21]

텅스텐으로 피복시킨 유리 마이크로버블(피복 서셉터 O)을 버블 부피가 50%인 실리콘 고무(RTV 615)와 혼합시켰다. 이 혼합무를 두께 2mm의 시트로 형성시키고, 하룻밤 동안 경화되도록 두었다. 필스버리(pillsbury) 버터밀크 비스켓(미네소타주 미네아폴리스에 소재하는 필스버리사 제품)을 상기 시트의 6.35cm($2^1/_2$인치)의 직경 부위에 놓은 다음, 1분 30초 동안 Kenmore 700와트 고주파 오븐에서 전출력으로 가열시켰다. 비스켓의 바닥은 매우 갈색이었다. 서셉터가 포함되지 않은 시트를 사용하여 동일한 방법으로 조리한 비스켓은 갈변을 나타내지 않았다. 이 실시예에 의하면, 피복된 서셉터는 식품을 갈변시키는 데 사용될 수 있다는 것이 나타나 있다.

[실시예 22]

텅스텐으로 피복시킨 유리 마이크로버블(피복 서셉터 N)을 버블 부피가 60%인 실리콘 고무(RTV 615)와 혼합시켰다. 이 혼합물로부터 6.5cm^2(1평방 인치) 시험편을 만들었다. 이 시험편 두께들이 각각 1.20, 1.70, 1.98 및 2.85mm로 되게 만들었다. 이들 시험편을 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐에서 15초 동안 전출력으로 가열시켰다. 각 시험편의 중심 온도를 럭스트론 표면 온도 탐침봉으로 측정하였다. 온도는 15초 후에 각각 177℃, 193℃, 203℃ 및 208℃이었다. 온도 및 가열 속도는 시험편 두께에 따라 증가한다. 이 실시예는 시료의 두께를 조절함으로써 표면 온도를 제어할 수 있다는 것을 나타낸다.

[실시예 23]

텅스텐으로 피복시킨 유리 마이크로버블(피복된 서셉터 M)을 마이크로버블 부피가 각각 상이한 실리콘 고무(RTV 615)와 혼합시켰다. 마이크로버블 부피는 36, 50 및 60부피%이었다. 이 혼합물로부터 평균 두께가 1.6mm인 6.5cm^2(1평방 인치)의 시험편을 만들었다. 이들 시험편을 15초 동안 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐에서 전출력으로 가열시켰다. 각 시료의 중심 온도를 럭스트론 MEL 표면 온도 탐침봉으로 측정하였다. 가열 비율은 4.5, 8.6 및 10.3℃/초인 것으로 밝혀졌다. 가열 및 온도의 비율은 모두 마이크로버블의 함량에 따라 증가한다. 미피복 버블을 50부피% 함유하는 시험편은 뚜렷한 온도 증가를 나타내지 않았다. 이 실시예는 시료 중의 서셉터 함량을 조절함으로써 표면 온도를 조절할 수 있다는 것을 나타낸다.

[실시예 24]

실리콘 액체(DC-704) 55g 및 텅스텐으로 피복시킨 유리 마이크로버블(피복된 서셉터 M) 13g으로 된 혼합물을 플라스틱 백 내에 밀봉시켰다. 이 혼합물을 리튼 제네레이션 II 700와트 고주파 오븐에서 20초 동안 전출력으로 가열시켰다. 상기 플라스틱 백이 뜨거워졌는지를 알아보고, 수분 동안 그대로 유지하였다. 이 플라스틱 백에 둘러싸인 온도계는 88℃의 온도에 도달하였다. 동일한 중량의 물이 들어 있는 백을 동일한 방법으로 가열시켰다. 이 경우, 단지 그 백에 의해서만 둘러싸인 온도계는 59℃의 온도에 도달하였다. 이 실시예는 피복된 버블을 액체 소지 중에 분산시킴으로써 고주파 에너지에 의해 가열될 수 있는 재료를 얻을 수 있다는 것을 나타내고 있다. 그러면, 이러한 재료는 고온 패드 중에 들어 있는 가열 소자로서의 기능을 할 수 있었다. 서셉터 재료로서 물을 사용하는 것과 달리, 가열 속도 및 최종 온도는 피복된 서셉터의 함량을 조정함으로써 조절할 수 있다.

[실시예 25]

결합제로서 실리콘 그리이스를 사용하는 것을 제외하고는 실시예 24를 반복 실시하였다. 상기 백을 고주파 오븐에서 가열한 후 뜨거워졌는지 다시 만져보았다. 오일보다는 오히려 그리이스를 사용하는 것이 누설 발생이 쉽게 제어되고, 버블이 더 장기간 균일하게 분산된 채 유지되는 장점이 있다.

본 발명의 범위와 사상을 벗어나는 일이 없이 본 발명에 대한 다양한 수정 및 변경을 가하는 일은 당분야의 숙련자에게 자명하게 되면, 본 발명이 전술한 실시예들에만 국한되는 것이라고 해석되어서는 아니된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

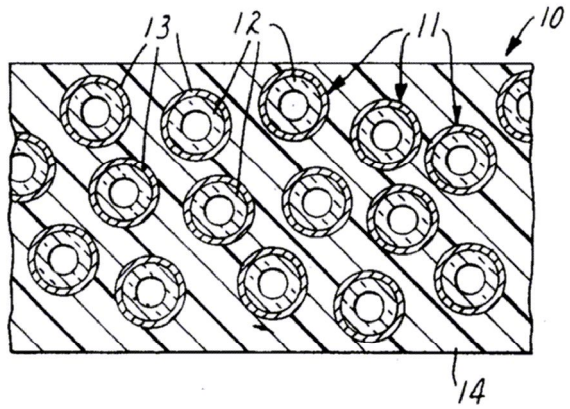
(a) 고주파 에너지를 흡수할 수 있는 피막을 보유하며 고주파 에너지에 실질적으로 비반사성인 입자를 포함하는 고주파 에너지 흡수능이 있는 서셉터(susceptor)와, (b) 고주파 에너지에 실질적으로 비반사성인 소지(素地, matrix)로 이루어진 것을 특징으로 하는 고주파 가열 가능한 조성물.

청구항 2

(a) 제1항의 조성물을 제공하는 단계와, (b) 상기 조성물을 고주파 복사선에 노출시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 제1항 기재의 조성물의 가열 방법.

도면

도면1



도면2

