(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월12일
(11) 등록번호 10-1459724
(24) 등록일자 2014년11월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 3/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0030051
(22) 출원일자 2013년03월21일
심사청구일자 2013년03월21일
(65) 공개번호 10-2014-0115517
(43) 공개일자 2014년10월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110110573 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서울과학기술대학교 산학협력단
서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)
(72) 발명자
김용성
서울 강남구 남부순환로395길 10, 304호 (대치동, 성경3차아파트)
(74) 대리인
윤재승

전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 장경태

(54) 발명의 명칭 **탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물 및 히터**

(57) 요 약

본 발명은 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물 및 히터를 개시한 것으로, 이러한 본 발명의 히터용 조성물은 탄화규소(SiC)의 분말 또는 분쇄체와, 전기 전도성을 보유하는 탄소나노튜브(CNT; Carbon nanotube)의 분말 또는 분쇄체와, 합성바인더를 포함하며, 이러한 조성물을 통해 전기 전도성 성분인 탄소나노튜브를 페이스트에 도입함으로써 히터의 제조를 위한 열처리 공정 이후 탄화규소의 소결에 의한 치밀화 정도가 높지 않은 경우에도 전기 전도성 성분의 부분적 가교에 의해 일정 정도 통전성이 확보되도록 할 수 있고, 따라서 탄화규소를 높은 온도에서 소결하지 않더라도 히터로서 실용화되도록 하여 공정을 단순화시키는 것이다.

대 표 도 - 도3

특허청구의 범위

청구항 1

탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 전기 전도성을 보유하는 탄소나노튜브(CNT; Carbon nanotube)의 분말 또는 분쇄체와, 합성바인더; 를 포함하여 구성하고,

상기 합성바인더는 유기 바인더와 무기 바인더의 복합체로서, Sol-Gel 공정으로 합성된 콜로이달 실리카(Colloidal Silica)를 가수분해하고, 여기에 유기실란(Organosilane)을 첨가하여 저온에서 축합반응을 통하여 나노복합(Nano-Composition) 용액으로 제조되는 유기 및 무기 나노 세라믹 폴리머 바인더(Nano Ceramic Polymer Binder)인 것을 특징으로 하는 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 히터용 조성물은 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더를 6:3:1의 비율로 혼합 구성하는 것을 특징으로 하는 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 히터용 조성물은 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더를 8:1:1의 비율로 혼합 구성하는 것을 특징으로 하는 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 히터용 조성물은 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더를 7:2:1의 비율로 혼합 구성하는 것을 특징으로 하는 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄화규소 분말 또는 분쇄체는 탄화규소 잉곳을 분쇄한 것이거나, 연마용 탄화규소 분말인 것을 특징으로 하는 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물.

청구항 6

삭제

청구항 7

탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체를 분산용매로 분산시킨 후, 분산된 탄소나노튜브를 액상의 에탈올에 넣은 후 탄소규소와 합성바인더를 혼합하여 페이스트 형태로 마련한 다음 히터용 기판에 도포하여 열처리하여 제조하며,

상기 합성바인더는 유기 바인더와 무기 바인더의 복합체로서, Sol-Gel 공정으로 합성된 콜로이달 실리카(Colloidal Silica)를 가수분해하고, 여기에 유기실란(Organosilane)을 첨가하여 저온에서 축합반응을 통하여 나노복합(Nano-Composition) 용액으로 제조되는 유기 및 무기 나노 세라믹 폴리머 바인더(Nano Ceramic Polymer Binder)인 것을 특징으로 하는 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물을 이용한 히터.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물 및 히터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탄화규소 분말 또는 분쇄체와, 전기 전도성을 보유하는 탄소나노튜브(CNT; Carbon nanotube)의 분말 또는 분쇄체와, 합성바인더를 포함하는 히터용 조성물, 그리고 상기 조성물을 이용하여 탄화규소 분말 또는 분쇄체의 고저항성과 전기 전도성 성분이 결합하여 히터로서의 구동을 위한 패턴화된 히터로서 사용될 수 있고, 우수한 내구성과

기판에 대한 코팅성능을 보유할 수 있게 되는 히터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체 산업은 반도체 제조공정이 제조설비에 크게 의존하기 때문에 대표적인 장치산업으로 알려져 있다. 최근에는 반도체 산업에서 반도체의 고집적화 및 반도체 실리콘(Si) 웨이퍼의 대형화에 따라 높은 공정 수율 및 가격 경쟁력을 달성하기 위한 설비 개발 및 부품 소재의 개발이 활발히 이루어지고 있다.

[0003] 반도체 제조 공정은 개략적으로 실리콘 웨이퍼를 제조하는 단계, 실리콘 웨이퍼 표면에 반도체 용도에 따른 회로 형성 단계, 및 제품화 단계의 3단계로 구성된다. 이들 제조공정 중 반도체 회로 제조공정에서는 실리콘 웨이퍼의 산화 및 확산 공정과 CVD(Chemical Vapor Deposition) 등의 고온 공정 및 에칭 공정 등이 포함된다.

[0004] 이들 고온 공정 및 에칭 공정에서 사용되는 부품으로는 실리콘 웨이퍼 열처리시 외부로부터 불순물의 혼입을 방지하고 열처리로 내부의 균일한 온도분포를 보장하기 위하여 프로세스 튜브(process tube), 라이너 튜브(liner tube), 웨이퍼 이송을 위한 웨이퍼 캐리어(carrier) 등의 보트(boat)류, 더미기판(dummy wafer), 에지링(edge ring), 포크(fork)와 캔틸레버(cantilever)와 같은 로딩 부품, 서셉터(susceptor), 히터(heater) 등에 세라믹스 재료가 사용되고 있다. 반도체 공정에서 사용되고 있는 세라믹스 부품의 주요 소재는 석영(quartz), 탄화규소(SiC), 알루미나(Al2O3), 질화알루미늄(AlN) 등이 사용되고 있다.

[0005] 이제까지는 반도체 공정용 고온 세라믹 부품 소재로 석영이 차지한 비중이 높았으나, 최근 반도체 공정이 고집적화 및 사용하는 실리콘 웨이퍼가 대형화됨에 따라 석영유리가 갖는 취약점을 보완할 수 있는 열, 기계적 특성, 내화학 특성, 전기적 특성, 내구성 및 내입자 오염 특성이 우수한 탄화규소가 반도체 공정용 부품소재로 석영을 대체하여 사용되고 있다.

[0006] 앞으로 반도체 제조공정에서 300mm 실리콘 웨이퍼의 점유율이 높아지고 초고집적화가 요구됨에 따라 반도체 공정 장비에서 차지하는 탄화규소 적용 기술 개발이 활발히 이루어질 것으로 예상된다.

[0007] 이러한 탄화규소는 공유결합성이 높은 세라믹스이고 구조재료로서 대표적으로 사용되는 알루미나보다도 강한 경도 특성을 가지고 있다. 특히 고온강도가 우수하며 내식성이 뛰어나고, 경도가 높기 때문에 접동마모(Fretting corrosion, 마찰 부식)에 강하다는 특성도 겸비하고 있다. 또한, 열전도율이 높고, 일정 정도 도전성이 있어서 히터소재에도 매우 적합하다.

[0008] 다만, 탄화규소는 소결온도가 2000℃ 이상으로 매우 높은 난소결성 물질일 뿐만 아니라 특히 반도체 공정중에서 사용되는 탄화규소는 반도체 웨이퍼에 이물질이나 불순물이 혼입되어서는 아니되는 특성상 역시 고순도로 제조되어야 하며, 따라서, 소결특성을 향상시키기 위한 소결조제의 사용에 일정 정도 한계가 존재하므로 난소결성의 문제는 좀처럼 해소되기 어려운 실정이다.

[0009] 한편, 매우 높은 온도로 소결된 고순도의 탄화규소는 매우 고가에 판매되고 있어 고온 공정용으로 사용될 때에는 적합하나, 여전히 제조단가의 문제 때문에 사용에 일정한 한계가 존재하는 문제점도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명은 통상적으로 폐기되는 탄화규소 잉곳의 분쇄물을 완벽히 재활용하여 반도체 공정 등에서 히터 재료로 사용되는 고순도의 탄화규소 히터로 재구성되도록 함으로써 탄화규소의 재활용도를 높일 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 탄화규소 잉곳의 분쇄물은 물론, 저렴하게 생산되는 연마재용 탄화규소를 활용하여 상용화 가능한 탄화규소 히터를 제작함으로써 탄화규소 히터의 제작단가를 낮출 수 있도록 하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 탄화규소를 소성하지 않고 합성바인더를 활용하여 페이스트화하고 이를 기판상에 패턴화하는 것만으로도 실용화될 수 있는 탄화규소 히터를 제작하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적 달성을 위한 본 발명 탄화규소와 전기 전도성 성분이 함유된 히터용 조성물은, 탄화규소(SiC)의 분말 또는 분쇄체와, 전기 전도성을 보유하는 탄소나노튜브(CNT; Carbon nanotube)의 분말 또는 분쇄체와, 합성바인

더; 를 포함하여 구성되는 것이다.

[0014] 또한, 상기 히터용 조성물은 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더를 6:3:1의 비율로 혼합 구성한 것이다.

[0015] 또한, 상기 히터용 조성물은 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더를 8:1:1의 비율로 혼합 구성한 것이다.

[0016] 또한, 상기 히터용 조성물은 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더를 7:2:1의 비율로 혼합 구성한 것이다.

[0017] 또한, 상기 탄화규소 분말 또는 분쇄체는 탄화규소 잉곳을 분쇄한 것이거나, 연마용 탄화규소 분말인 것이 바람직하다.

[0018] 또한, 상기 탄화규소 분말 또는 분쇄체와, 전기 전도성을 보유하는 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체는 그 크기비에 있어서, 전기 전도성을 부여하는 분쇄체의 크기는 탄화규소의 평균입도의 10% 미만의 작은 크기를 갖는 것이 바람직하다.

[0019] 또한, 상기 합성바인더는 유기 바인더와 무기 바인더의 복합체로서, Sol-Gel 공정으로 합성된 콜로이달 실리카(Colloidal Silica)를 가수분해하고, 여기에 유기실란(Organosilane)을 첨가하여 저온에서 축합반응을 통하여 나노복합(Nano-Composition) 용액으로 제조되는 유기 및 무기 나노 세라믹 폴리머 바인더(Nano Ceramic Polymer Binder)인 것이 바람직하다.

[0020] 다른 일면에 따라, 본 발명의 히터는 상기 조성물을 이용하여 제조되는 것이며, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체를 분산용매로 분산시킨 상태에서, 분산된 탄소나노튜브를 액상의 에탈올에 넣은 후 탄소규소와 합성바인더를 혼합하여 페이스트 형태로 마련한 다음 히터용 기판에 도포하여 열처리하여 제조되는 것이다.

발명의 효과

[0021] 이와 같이 본 발명은 실질적으로 재활용되기 용이하지 않아 폐기되는 탄화규소 잉곳의 분쇄물의 재활용 방안을 제시하여 상기 분쇄물이 반도체 공정 등에서 히터 재료로 사용되는 고순도의 탄화규소 히터로 재구성되도록 할 수 있는 작용효과가 기대된다.

[0022] 또한, 본 발명은 탄화규소 잉곳의 분쇄물은 물론, 저렴하게 생산되는 연마재용 탄화규소를 활용하여 상용화 가능한 탄화규소 히터를 제작함으로써 탄화규소 히터의 제작단가를 낮출 수 있는 작용효과가 기대된다.

[0023] 또한, 본 발명은 탄화규소를 소성하지 않고 합성된 바인더를 활용하여 페이스트화 하고 이를 기판상에 패턴화하는 것만으로도 탄화규소 히터의 실용화가 가능한 작용효과가 기대된다.

[0024] 또한, 본 발명은 전기 전도성 성분인 탄소나노튜브를 페이스트에 도입함으로써, 히터의 제조를 위한 열처리 공정 이후 탄화규소의 소결에 의한 치밀화 정도가 높지 않은 경우에도 전기 전도성 성분의 부분적 가교에 의해 일정 정도 통전성이 확보되도록 할 수 있고, 따라서 탄화규소를 높은 온도에서 소결하지 않더라도 히터로서 실용화되도록 하여 공정을 단순화할 수 있도록 하는 작용효과가 기대된다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예로 탄소나노튜브에 대한 전자현미경 사진.

도 2는 본 발명의 실시예로 탄화규소에 대한 전자현미경 사진.

도 3은 본 발명의 실시예로 히터의 제작 흐름도.

도 4는 본 발명의 실시예로 제작되는 히터의 샘플 사진.

도 5는 본 발명의 실시예로 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더를 8:1:1의 비율로 혼합한 조성물에 의한 전압과 전류 및 온도 특성을 보인 실험도.

도 6,7은 본 발명의 실시예로 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더를 7:2:1의 비율로 혼합한 조성물에 의한 전압과 전류 및 온도 특성을 보인 1,2차 실험도.

도 8,9는 본 발명의 실시예로 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더를 6:3:1의 비율로 혼합한 조성물에 의한

전압과 전류 및 온도 특성을 보인 1,2차 실험도.

도 10은 본 발명의 실시예로 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더의 조성물을 페이스트화하여 기판에 도포시 그 도포 두께를 분석한 도표.

도 11은 본 발명의 실시예로 히터를 이루는 조성물에 대한 표면 형상 및 EDS 분석결과를 보여주는 사진.

도 12는 본 발명의 실시예로 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더의 함유량에 따른 조성변화를 보인 EDS분석 결과 그래프.

도 13은 본 발명의 실시예로 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더의 조성물로 제작되는 히터의 전기적 특성 데이터의 분석도표.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하기로 한다.

[0027] 본 발명은 탄화규소계 히터로서, 난소결성의 탄화규소를 통상의 소결온도보다 낮은 온도에서 소결하되, 합성바인더에 의해 탄화규소를 전기 전도성 성분인 탄소나노튜브와 함께 가교시킴으로써 탄화규소 사이에 분포되는 전기 전도성 성분에 의해 어느 정도 전기 전도성을 갖도록 하는 한편, 탄화규소에 의한 저항성능과 열전도도를 이용하도록 하여 탄화규소 재질의 히터로 간이하게 제조하여 사용할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 특히 탄화규소 잉곳의 가공과정에서 부산물로 발생되는 부정형의 탄화규소 분말 또는 분쇄체를 이용하도록 함으로써 통상 폐기되는 탄화규소 분말 또는 분쇄체를 자원으로 재활용할 수 있도록 하는 것 또한 특징으로 하는 것이다.

[0029] [제조예]

[0030] 본 발명에서는 페이스트를 제조하기 위한 출발물질로서, 유기 바인더와 무기 바인더의 복합체로서 Sol-Gel 공정으로 합성된 콜로이달 실리카(Colloidal Silica)를 가수분해하고, 여기에 유기실란(Organosilane)을 첨가하여 저온에서 축합반응을 통하여 나노복합(Nano-Composition) 용액으로 제조되는 유기 및 무기 나노 세라믹 폴리머 바인더(Nano Ceramic Polymer Binder)인 합성바인더를 사용하였다.

[0031] 한편, 탄화규소만으로 구성되는 페이스트의 높은 전기 저항성을 합성바인더의 전기적 특성 부여에 의해 완충할 수 있으며, 이와 같이 합성바인더의 전기적 특성 향상을 위해 ITO(In-Sn-O화합물), AZO(Al doped ZnO 화합물) 등 전기 저항성이 낮은 다양한 반도성 무기물의 졸을 첨가가 가능하고, 유기 바인더로서는 5% 농도를 갖는 셀룰로오스를 사용하였는데, 상기 셀룰로오스는 테르핀올(terpineol)에 5%의 함량이 되도록 용해시킨 것이거나, 상기 셀룰로오스 이외에도, PVA, PVB, 페놀 등 수계 또는 알코올계 바인더를 사용할 수도 있는 것이다.

[0032] 여기서, 유기 바인더를 첨가하는 것은 통상 무기물 자체 만의 페이스트 제조시 점도가 낮기 때문에 점도향상을 위해 저온에서 분해가 용이한 유기 바인더를 첨가하며, 특히 셀룰로오스는 아크릴계, 비닐계에 비해 점성 특성이 우수하고 기판에 코팅시 도포면의 도막 강도를 증진시켜주는 특징이 있다. 실제 페이스트 중의 중량비는 3% 미만으로 하는 것이 좋으며, 이로부터 점성의 부여와 도막의 강도에 기여할 수 있다.

[0033] 또한, 전기 전도성이 부여되는 탄소나노튜브는 첨부된 도 1에서와 같이, 10-20 nm에서 수 um의 길이를 가지는 것으로, 이를 에탄올에 침적하여 분산되도록 하였다.

[0034] 또한, 탄화규소 분말은 탄화규소 잉곳의 분쇄물을 사용하였으며, 이를 평균입도범위가 30 ~ 40㎛가 되도록 조정하였다. 이 때, 탄화규소 잉곳의 분쇄물 대신, 연마용 탄화규소를 사용하여도 무방하다.

[0035] 여기서, 상기 전기 전도성 재료인 탄소나노튜브의 평균입도는 상기 탄화규소의 평균입도와 충전밀도를 높이기 위해서 설정된 관계를 갖는다.

[0036] 여기서, 탄화규소 분말 또는 분쇄체 사이에 존재하는 공극의 크기 및 양은 입자의 크기에 따라 변화하기 때문에 분쇄체의 크기에 따라 상응하는 합성바인더와 첨가된 전기 전도성을 보유하는 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체의 크기가 결정된다.

[0037] 통상의 경우 탄화규소(SiC)의 입자 크기는 첨부된 도 2에서와 같이 100nm급의 나노 파티클을 준비하게 되는데, 상기 탄화규소의 입자 크기와 전기 전도성의 충전 입자 간의 크기 비는 평균입도를 기준으로 전기 전도성을 보유하는 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체의 크기가 탄화규소 분말 또는 분쇄체의 크기보다 10% 미만의 작은 크

기를 갖는 것이 바람직하다.

[0038] 즉, 탄화규소 분말 또는 분쇄체의 크기와 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체의 크기 자체가 의미를 갖는다기 보다는 양 분말 또는 분쇄체간의 크기의 비가 의의가 있는 것이다.

[0039] 그러나, 탄화규소 입자가 매우 미립인 경우에는 이러한 규칙이 적용되지 아니하여도 무방하다. 즉, 탄화규소의 입자크기가 매우 작은 경우에는 이러한 규칙을 만족하기가 매우 어렵기 때문이다.

[0040] 이와 같은 출발물질인 탄화규소, 전기 전도성이 부여되는 탄소나노튜브, 합성바인더를 아래의 표1과 같이 준비한 상태에서, 첨부된 도 3에서와 같이 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체를 분산용매(예; 에탄올)로 분산시킨 상태에서, 분산된 탄소나노튜브에 탄소규소와 합성바인더를 혼합하여 페이스트화 하고, 이를 기판에 도포하며, 필요에 따라서는 소정의 패턴이 형성되도록 기판에 도포함으로써, 첨부된 도 4에서와 같이 고저항성과 전기 전도성 성분이 결합하여 히터로서의 구동을 위한 패턴화된 탄화규소 히터를 제조하였다.

표 1

[0041]

조성물	탄소나노튜브	분산용매(에탄올)	탄화규소	복합바인더
함량	3g	100cc	5g	20cc

[0042] 여기서, 상기 탄화규소 히터 제조는 마스크 설계, 마스크 제작 및 지그 제작, 스트립 히터 패턴 제작, 프린팅 히터 패턴 프린팅, 프린팅 히터의 전기저항 특성 확인의 단계를 거치는 것이다.

[0043] 이때, 상기 히터용 조성물에 대한 함량에 있어 그 함량의 혼합비율은 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더에 대하여 각각 6:3:1의 비율로 혼합 구성하거나, 또는 8:1:1의 비율로 혼합 구성하거나, 또는 7:2:1의 비율로 혼합 구성할 수도 있는 것이다.

[0044] 그리고, 상용화되는 히터로 제조하기 위해서는 예를 들어 열처리하는 것이 더 필요하다. 이러한 열처리 온도는 전기 전도성 성분의 융점을 감안하여 다른 온도로 대체될 수 있으며, 다만, 탄화규소의 통상적 소결온도보다 낮게 하는 것이 바람직하다.

[0045] 상기와 같이 불규칙 형상인 탄화규소는 정상적으로 가압성형 및 소결공정을 거치는 경우에도 그 소결성이 매우 낮아 소결이 어려운 문제점이 있다.

[0046] 그러므로, 무리하게 치밀화하기 위하여 높은 온도에서 소결하지 않도록 하였으며, 통상의 탄화규소 소결온도보다 저온인 저온 소결방식을 채택하였고, 대신 탄화규소 입자간 가교가 일어나지 않으므로, 전원 인가시 저항이 무한대로 커질 수 있으며, 따라서 일정 정도의 전기 전도도가 필요하므로 전기 전도성을 갖는 재료인 탄소나노튜브를 별도로 첨가한 것이다.

[0047] 한편, 히터로서 사용되기 위해서는 내구성도 중요한 바, 기판과 본 발명에 의한 페이스트의 접합력이 확보되어야 한다. 이는 박리 테스트를 통해서 알 수 있는 바, 본 발명에 의한 탄화규소 히터용 페이스트는 연필경도 3H 수준의 경도값을 나타냄을 실험적으로 알 수 있었으며, 이러한 경도는 탄화규소 히터로서 상용화되는데 있어 적합한 경도값인 것으로 판단된다.

[0048] 본 발명에 의하여 제조되는 조성물은 분체가 혼합된 형태로 유통될 수도 있고, 아니면 용액상태의 바인더에 분말을 혼합하여 슬러리화한 다음 유통될 수도 있으므로, 본 발명은 양자를 포괄하는 개념으로 이해되어야 한다.

[0049] [실험예 1]

[0050] 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더의 혼합비율이 8:1:1로 이루어지는 조성물을 이용하여 히터를 제작하고, 상기 제작된 히터의 저항체에 전극을 형성한 후 발열시스템 제어모듈로서 온도측정을 위한 열화상 카메라와 전류측정을 위한 멀티미터(Multimeter)를 설치한 후, 150V의 전압을 1차 인가한 결과 첨부된 도 5에서와 같이 200℃ 발열량을 가지는 낮은 온도를 확인할 수 있었으며, 이는 탄화규소의 함량이 적어 초래되었다는 것을 확인할 수 있었다.

[0051] [실험예 2]

[0052] 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더의 혼합비율이 7:2:1로 이루어지는 조성물을 이용하여 히터를 제작하고, 상기 제작된 히터의 저항체에 전극을 형성한 후 발열시스템 제어모듈로서 온도측정을 위한 열화상 카메라와 전류측정을 위한 멀티미터(Multimeter)를 설치한 후, 150V의 전압

을 1차 인가한 결과 첨부된 도 6에서와 같이 220℃ 발열량을 가지는 온도를 확인할 수 있었으며, 150V의 전압을 2차 인가한 결과에서도 첨부된 도 7에서와 같이 전류에는 변화가 있지만 220℃ 발열량은 그대로 유지됨을 확인할 수 있었다.

[0053] [실험예 3]

[0054] 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더의 혼합비율이 6:3:1로 이루어지는 조성물을 이용하여 히터를 제작하고, 상기 제작된 히터의 저항체에 전극을 형성한 후 발열시스템 제어모듈로서 온도측정을 위한 열화상 카메라와 전류측정을 위한 멀티미터(Multimeter)를 설치한 후, 150V의 전압을 1차 인가한 결과 첨부된 도 8에서와 같이 300℃ 발열량의 고온을 확인할 수 있었으며, 150V의 전압을 2차 인가한 결과에서도 첨부된 도 9에서와 같이 300℃ 발열량의 고온은 그대로 유지됨을 확인할 수 있었다.

[0055] 상기 실험예 1,2,3을 통해 본 발명의 히터용 조성물을 이루는 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더의 혼합비율에서, 8:1:1의 혼합비율을 가지는 조성물은 200V의 전압과 191℃의 온도 및 37.55 mA의 전류를 가질 수 있는 것이고, 7:2:1의 혼합비율을 가지는 조성물은 200V의 전압과 252℃의 온도 및 78.03 mA의 전류를 가지거나, 200V의 전압과 216℃의 온도 및 77 mA의 전류를 가질 수 있는 것이며, 6:3:1의 혼합비율을 가지는 조성물은 140V의 전압과 300℃의 온도 및 126.24 mA의 전류를 가지거나, 125V의 전압과 303℃의 온도 및 135.61mA의 전류를 가질 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

[0056] 여기서, 상기 실험예 1,2,3을 통해 Al2O3의 기판(substrate)을 사용하는 경우, 200℃ 이상의 고온에서, 상기 기판의 깨짐이 발생하는 것도 확인되었으며, 이에따라 본 발명의 실시예에 따른 히터용 조성물을 페이스트화하여 기판에 적용시, 상기 기판을 내열성이 우수한 기판을 사용하여야 하는 것도 확인할 수 있었다.

[0057] [분석예 1]

[0058] 상기와 같은 실험을 통해 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더의 혼합비율은 탄화규소의 함량을 높게 설정하는 것이 바람직하며, 그 혼합비율은 8:1:1 이거나, 7:2:1 이거나, 또는 6:3:1 가장 바람직하다는 것을 확인할 수 있었으며, 이러한 혼합비율을 가지는 히터용 조성물의 페이스트화하여 기판에 도포시 그 도포 두께는 전자현미경을 통해 아래의 표2를 통해 확인할 수 있었으며, 분석결과 첨부된 도 10에서와 같이 평균값으로 도포 두께를 설정하는 것이 가장 바람직한 도포 두께임을 확인할 수 있었다.

표 2

[0059]

	8:1:1	7:2:1(1차)	7:2:1(2차)	6:3:1(1차)	6:3:1(2차)
상	10.059um	1.934um	2.216um	3.078um	2.875um
중	13.665um	1.1um	3.356um	1.432um	3.378um
하	14.625um	0.706um	2.833um	2.781um	3.496um
평균	12.783um	1.246666667um	2.801666667um	2.4303333um	3.249666667um

[0060] 한편, 첨부된 도 11은 본 발명의 히터를 이루는 조성물에 대한 표면 형상 및 EDS 분석결과를 보여주는 사진이고, 첨부된 도 12는 탄화규소와 탄소나노튜브 및 합성바인더의 함유량에 따른 조성변화를 보인 EDS분석결과 그래프를 보여주는 것이다.

[0061] [분석예 2]

[0062] 상기와 같은 실험을 통해 탄화규소의 분말 또는 분쇄체와, 탄소나노튜브의 분말 또는 분쇄체, 그리고 합성바인더의 혼합비율은 탄화규소의 함량을 높게 설정하는 것이 바람직하며, 그 혼합비율은 8:1:1 이거나, 7:2:1 이거나, 또는 6:3:1 가장 바람직하다는 것을 확인할 수 있었으며, 이러한 혼합비율을 가지는 히터용 조성물을 페이스트화하여 기판에 도포한 히터를 제작시 그 전기적 특성 데이터는 아래의 표3을 통해 확인할 수 있었으며, 분석결과는 첨부된 도 13에서와 같이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

표 3

[0063]

	8:1:1	7:2:1(1차)	7:2:1(2차)	6:3:1(1차)	6:3:1(2차)
Bulk	5.73 kΩ	3.5 kΩ	2.9 kΩ	1.1 kΩ	1 kΩ
Resistivity	3.329Ω㎝	0.198Ω㎝	1.369Ω㎝	0.1215Ω㎝	0.147Ω㎝
Sheet R	2604.24Ω/□	1584Ω/□	4889.29Ω/□	500Ω/□	452.3Ω/□

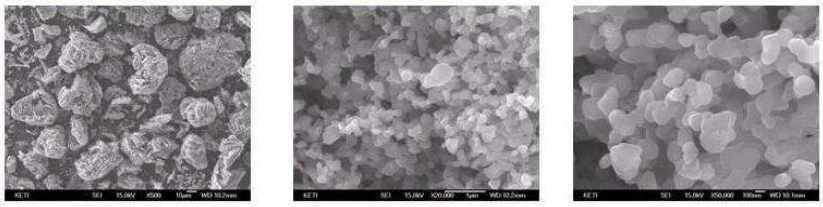
[0064] 이상과 같이 본 발명을 바람직한 실시예를 기초로 설명하였으나, 위 실시예에 의해 본 발명의 보호범위가 한정되는 것으로 해석되어서는 아니되며, 바람직한 보호범위는 하기의 특허청구범위의 해석에 의하여야 할 것이다.

[0065] 따라서, 본 발명은 상술한 특정의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와같은 변경은 청구범위 기재의 범위내에 있게 된다.

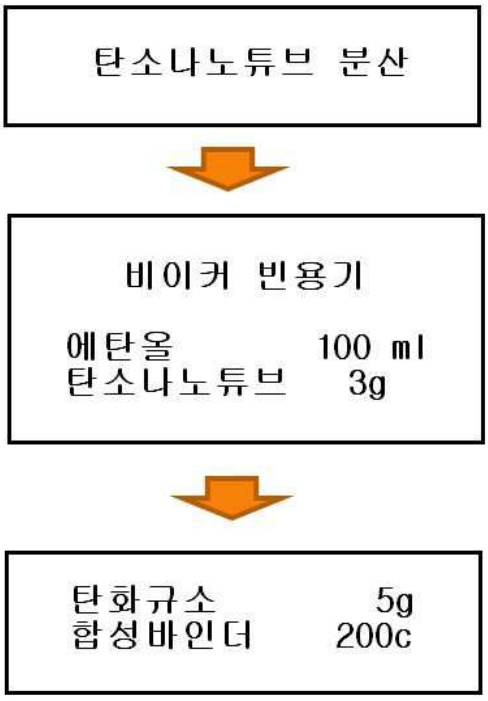
도면

도면1

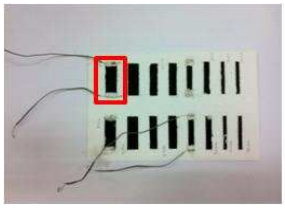
도면2



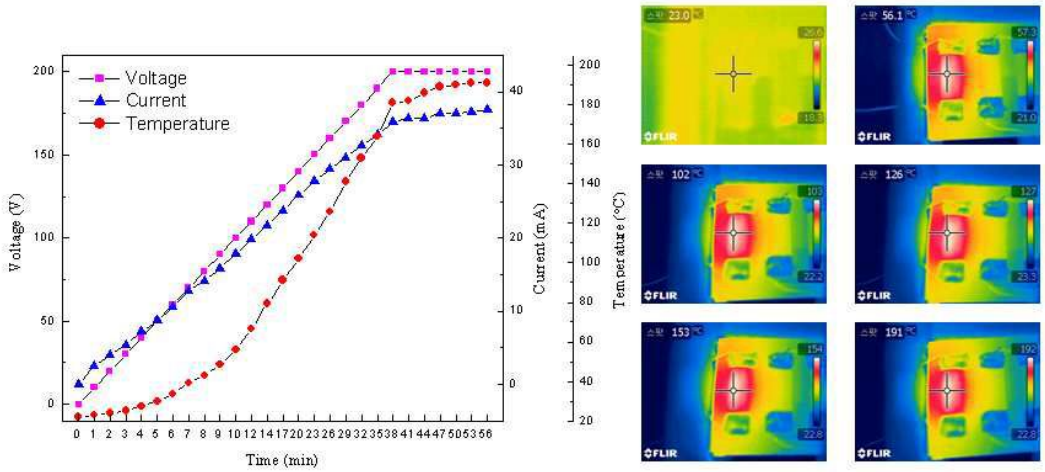
도면3



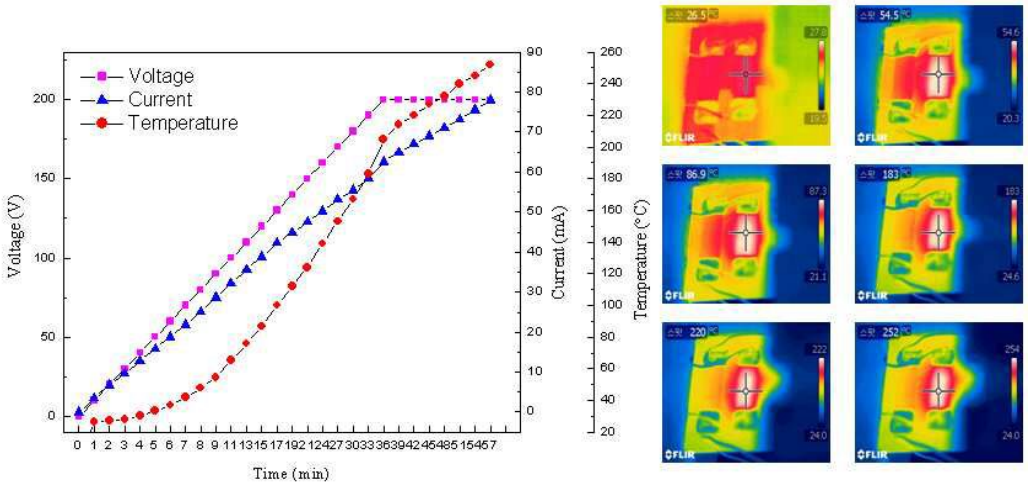
도면4



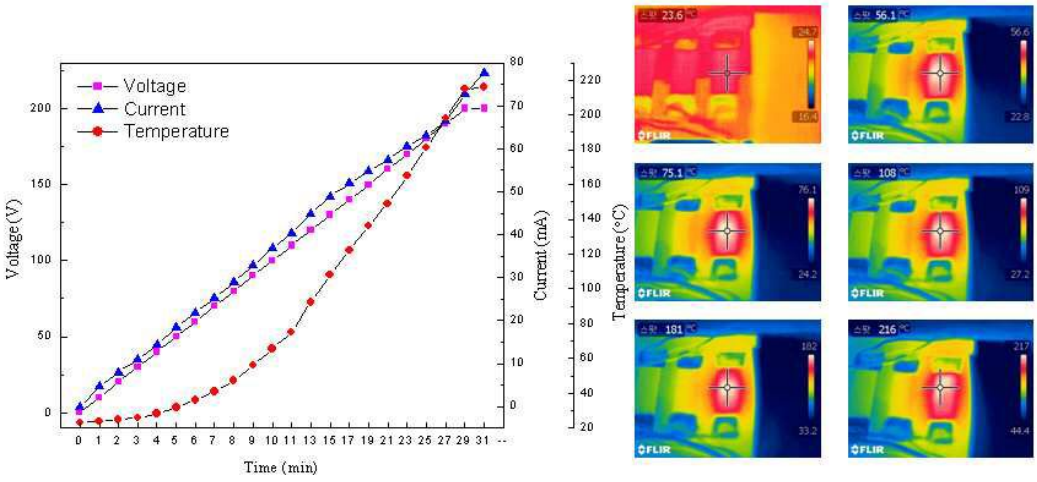
도면5


Voltage
Current
Temperature
Voltage (V)
Current (mA)
Temperature (°C)
Time (min)

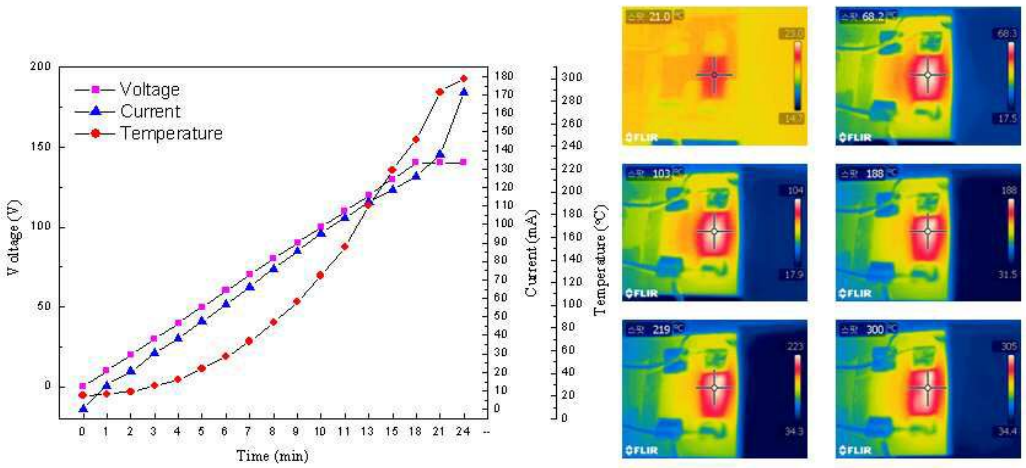
도면6


Voltage
Current
Temperature
Voltage (V)
Current (mA)
Temperature (°C)
Time (min)

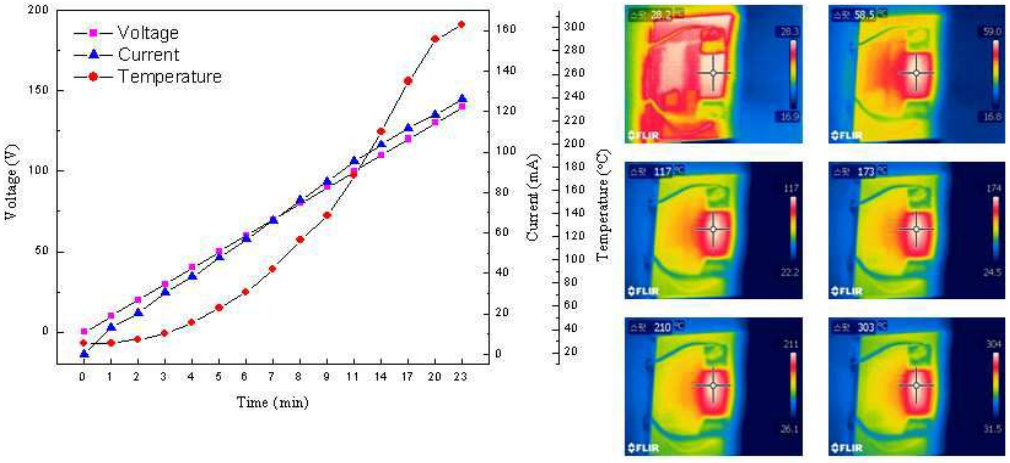
도면7


Voltage
Current
Temperature
Voltage (V)
Current (mA)
Temperature (°C)
Time (min)

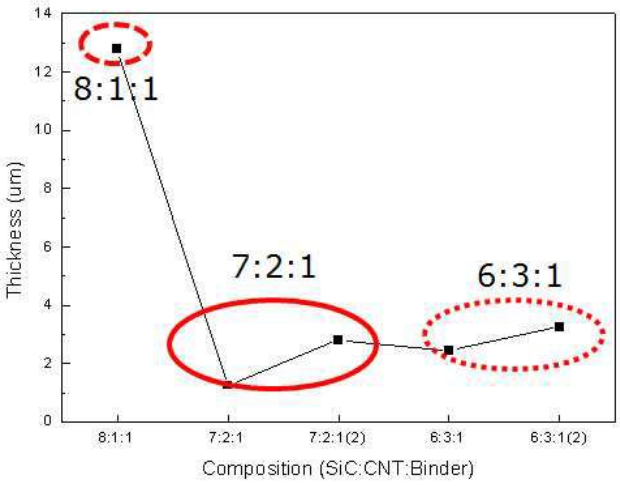
도면8


Voltage
Current
Temperature
Voltage (V)
Current (mA)
Temperature (°C)
Time (min)

도면9

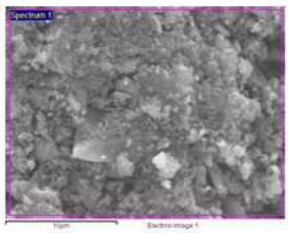

Voltage
Current
Temperature
Voltage (V)
Current (mA)
Temperature (°C)
Time (min)

도면10



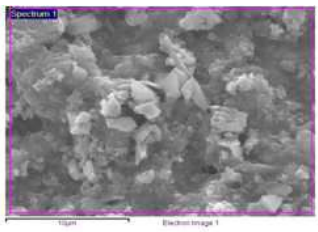
도면11

8:1:1



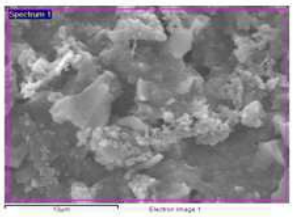
Element	Weight%	Atomic%
C K	21.49	34.87
O K	21.84	26.59
Al K	2.60	1.88
Si K	51.62	35.81
Fe K	2.44	0.85
Totals	100.00	

7:2:1



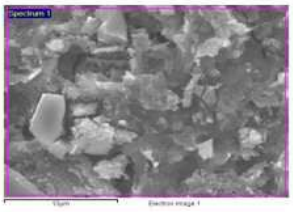
Element	Weight%	Atomic%
C K	22.91	35.67
O K	26.71	31.22
Al K	2.68	1.86
Si K	46.17	30.74
Fe K	1.53	0.51
Totals	100.00	

6:3:1



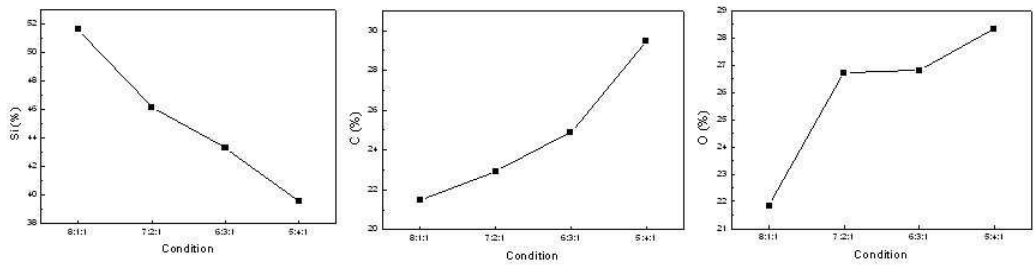
Element	Weight%	Atomic%
C K	24.90	37.27
O K	26.80	31.50
Al K	4.28	2.98
Si K	43.33	28.02
Fe K	0.69	0.23
Totals	100.00	

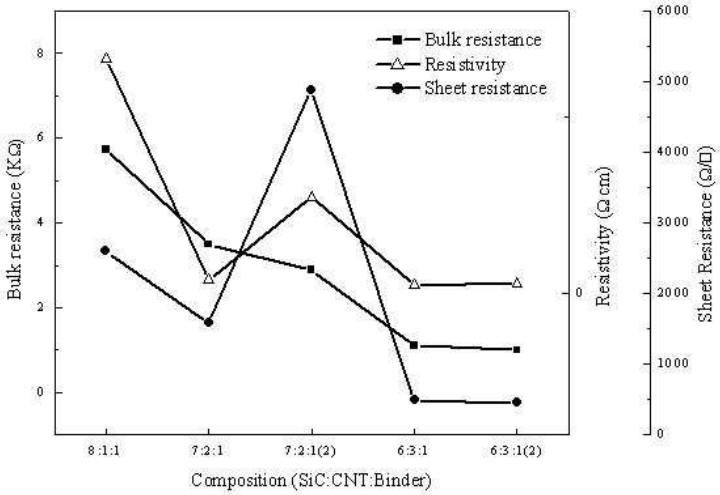
5:4:1



Element	Weight%	Atomic%
C K	29.45	42.90
O K	28.32	30.97
Al K	1.86	1.21
Si K	39.61	24.68
Fe K	0.76	0.24
Totals	100.00	

도면12



Si C O

도면13