



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월20일
(11) 등록번호 10-0760342
(24) 등록일자 2007년09월13일

(51) Int. Cl.

C23C 16/32(2006.01)

(21) 출원번호 10-2001-0009425
(22) 출원일자 2001년02월24일
심사청구일자 2006년02월21일
(65) 공개번호 10-2001-0085556
공개일자 2001년09월07일
(30) 우선권주장
60/184,766 2000년02월24일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US04772498 A1
EP0582444 A1

(73) 특허권자

롬 앤드 하스 일렉트로닉 머트어리얼즈, 엘.엘.씨
미국 매사추세츠주 01752 말보로 포리스트 스트리트 455

(72) 발명자

고엘라지텐드라에스.
미국매사추세츠01810앤도버메신나드라이브12
픽커링마이클에이.
미국매사추세츠01826드라커트윌라드스트리트246

(74) 대리인

최규팔

전체 청구항 수 : 총 16 항

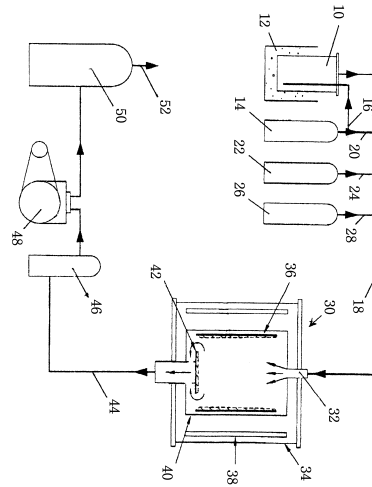
심사관 : 이성준

(54) 저 저항성 실리콘 카바이드

(57) 요약

열 전도성 또는 다른 특성들의 실질적인 저하 없이 0.9 옴(ohm)-cm 이하의 전기 저항성을 가진 화학 기상 증착된 실리콘 카바이드의 프리 스탠딩 제품들을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

0.9 옴(ohm)-cm 이하의 전기 저항성 및 적어도 6.3×10^{18} 질소 원자/입방 센티미터의 질소 농도를 갖는 화학 기상 증착된 저 저항성 실리콘 카바이드를 포함하는 프리 스탠딩 제품(free standing article).

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 195 W/mK의 열 전도성을 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 195 W/mK의 열 전도성을 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 10 ppmw 이하의 미량 원소들(trace elements)을 함유하는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 5 ppmw 이하의 미량 원소들을 함유하는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 3.0 g/cc의 밀도를 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 390 Mpa의 휨 강도를 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 250 W/mK의 열 전도성을 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 10 ppmw 이하의 미량 원소들을 함유하는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 5 ppmw 이하의 미량 원소들을 함유하는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 3.0 g/cc의 밀도를 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 3.2 g/cc의 밀도를 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 1.0×10^{19} 질소 원자/입방 센티미터의 질소 농도를 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 0.5 옴-cm 이하의 전기 저항성을 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 16

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 390 Mpa의 휨 강도를 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 카바이드는 적어도 250W/mK의 열 전도성을 갖는 것을 특징으로 하는 프리 스탠딩 제품.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <2> 실리콘 카바이드 특성들의 독특한 조합은 실리콘 카바이드를 반도체, 광학, 전자 및 화학 공정 분야 내의 다양한 응용들에 특히 적합한 재료로 만든다. 그러나, 일부 가능한 응용들은 실리콘 카바이드 고유의 높은 전기 저항성에 의하여 제한되어져 왔다. 본 발명은 0.9 옴-cm(Ohm-cm)보다 작은 전기 저항성을 갖는 화학 기상 증착된 저 저항성 실리콘 카바이드(chemical vapor deposited low resistivity silicon carbide: CVD-LRSiC)에 관한 것으로서, 특히 이러한 CVD-LRSiC로 제조된 프리 스탠딩(free standing) 제품들에 관한 것이다. 이러한 제품들은 반도체 공정로 및 플라즈마 에칭 장치와 같은 고온로 내에서 특히 유용하다.
- <3> 실리콘 카바이드, 특히 화학 기상 증착에 의하여 제조된 실리콘 카바이드 (CVD-SiC)는 독특한 특성들을 가지며, 이 특성들은 많은 고온 응용들에서 실리콘 카바이드를 선택의 재료로 만들며, 이 중에서 여러 가지들이 미국특허 제 5,638,028 호에 기재되어 있다. 순수한 CVD-SiC는 비교적 높은 전기 저항성을 갖는다. 이것은 어떤 응용들에서는 바람직한 특성인 반면에, 다른 응용들에서는 그 사용을 제한하는 한계이다. 플라즈마 식각 챔버들 내에서 사용되는 플라즈마 스크린(plasma screen), 초점 링(focus ring) 및 엣지 링(edge ring)과 같은 특정 부품들은 높은 온도 안정성을 가질 뿐만 아니라 전기적으로 전도성일 필요가 있다. CVD-SiC의 높은 온도 특성들이 이러한 챔버들 내에서의 사용을 위하여 CVD-SiC를 선택의 재료로 하였던 반면에, 그 높은 저항성은 더 큰 전기 전도성을 요구하는 이들 부품들을 제조하는데 있어서 그 사용을 제한하여 왔다.
- <4> CVD-SiC의 높은 전기 저항성은 정전기를 형성(build-up)하기 쉬운 응용들에서의 그의 사용을 더 제한하여 왔다. 이러한 응용들 내에서 사용된 부품들을 접지시키는 필요성은 부품들이 CVD-SiC 내에서 일반적으로 발견된 것보다 큰 전기 전도성을 갖는다는 것을 요구한다. 저 저항성 실리콘 카바이드는 접지가 요구되는 응용들에서의 사용을 위하여 적합한 전기 전도성과 고온 특성들의 독특하고 유용한 조합을 제공하였을 것이다.
- <5> 또한, CVD-SiC의 고온 특성들과 비교적 낮은 전기 저항성의 조합은 전극들, 가열 요소들 등과 같은 다양한 고온 전기 부품들로서의 제조를 위한 이러한 CVD-SiC의 적합성을 시사한다.
- <6> 프리 스탠딩 실리콘 카바이드 제품 제조를 위한 화학 기상 증착 공정은 기관 근처에서 기화된 또는 가스 상태의

화학 전구체(precursor)를 반응시켜 기판 상에 실리콘 카바이드를 증착시키는 것을 포함한다. 증착 반응은 증착물이 원하는 두께에 도달할 때까지 계속된다. 증착물은 그후 프리 스탠딩 제품으로서 기판으로부터 분리되며, 이 제품은 최종 실리콘 카바이드 제품을 제공하기 위하여 형상 처리, 가공, 연마 등에 의하여 처리될 수도 또는 처리되지 않을 수도 있다.

<7> 일반적인 화학 기상 증착 실리콘 카바이드 생산 조업에서, 메틸트리클로로실레인(MTS), 수소 및 아르곤의 혼합물과 같은 실리콘 카바이드 전구체 가스는 증착 챔버로 공급되며, 반응하여 실리콘 카바이드가 제조하는 온도까지 가스는 가열된다. 실리콘 카바이드는 증착 챔버 내에 설치된 고체 맨드릴(mandrel) 상에서 막 또는 셸(shell)로서 증착된다. 원하는 두께의 실리콘 카바이드가 맨드릴 상에 증착된 후, 코팅된 맨드릴은 증착 챔버로부터 제거되며, 증착물은 맨드릴로부터 분리된다. 모놀리식(monolithic) 실리콘 카바이드 플레이트들 및 실린더들은 적합한 형상의 기판 또는 맨드릴 형상들을 이용한 이러한 화학 기상 증착(CVD) 기술을 적용함으로써 생산되어 왔다. 여러 가지 CVD-SiC 증착 시스템들이 미국특허 제5,071,596호, 제5,354,580호 및 제5,374,412호에 설명되고 도시되어 있으며, 이들은 여기서 참고적으로 포함된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<8> 본 발명은 0.9 옴-cm(Ohm-cm) 또는 그 보다 작은 전기 저항성을 갖는 화학 기상 증착된 실리콘 카바이드의 프리 스탠딩 제품들을 제공한다. 화학 기상 증착된 실리콘 카바이드는 일반적으로 매우 치밀하고, 기공이 없으며, 적어도 3.0 g/cc의 밀도를 가지며, 바람직하게는 적어도 3.15 g/cc(이론적 밀도의 98%에 상응) 또는 그 이상의 밀도를 갖는다. 본 발명 제품의 저 저항성은 증착될 때 실리콘 카바이드의 전체에 걸친 제어된 양의 질소의 제공에 주로 기인한다. 발명자들은 CVD-SiC가 적어도 6.3×10^{18} 질소 원자/입방 센티미터를 함유할 때 CVD-SiC의 전기 저항성이 0.9 옴-cm 또는 그 이하로 감소된다는 것을 알아내었다. 기판에 인접한 반응 영역으로 공급된 가스 상태의 혼합물 내의 전구체와 함께 제어된 양의 질소를 제공함으로써 질소는 증착물 내에서 혼합(incorporated)된다. 실리콘 카바이드 전구체가 반응하여 실리콘 카바이드 증착물을 형성할 때 가스 상태의 혼합물로부터의 질소는 증착물 내에서 혼합된다.

<9> 비교적 순수한 실리콘 카바이드의 전기 저항성은 5,000 옴-cm을 초과한다. 미세한 양의 불순물은 재료 내의 캐리어(carrier) 농도를 증가시키며, 그 결과 전기 저항성을 저하시킨다. CVD-SiC의 저항성은 이론적으로 충분한 양의 불순물을 도입함으로써 원하는 수준까지 저하시킬 수 있었으나, 결과적인 높아진 불순물의 수준은 열 전도성 및/또는 고온 안정성과 같은 재료의 다른 특성들에 역효과를 미치게 하였다. 본 발명 제품은 비교적 불순물이 없으며, 가스 방출 매스 분광기의 사용에 의하여 측정된 바와 같이 10 ppmw 이하, 바람직하게는 약 5 ppmw 이하의 불순물 미량 원소를 함유한다. 본 발명 재료는 또한 적어도 195 와트/미터. 켈빈(W/mK)의 열 전도성 및 적어도 390 Mpa의 휨 강도를 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<10> 화학 기상 증착에 의하여 생산된 실리콘 카바이드(CVD-SiC)의 전기 저항성은 증착물 내의 미량 원소 불순물의 농도에 의하여 크게 영향을 받는다. 비교적 순수한 CVD-SiC는 5,000 옴-cm을 초과하는 저항성을 갖는다. 미량 원소 불순물들의 농도 증가는 그 전기적 저항성의 급격한 감소를 일으킨다. 붕소 또는 인과 같은 원소들의 제어된 추가 공급은 저 저항성 실리콘 카바이드를 제공하기 위하여 적용될 수 있었던 반면에 이러한 추가 공급은 경쟁 반응들(competitive reactions)의 영향을 받기 쉬우며, 이는 증착물 내에서의 원소들의 혼합을 복잡하게 하며 열 전도성 및 고온 안정성과 같은 CVD-SiC 제품의 다른 특성들의 열화의 원인이 된다.

<11> 발명자들은 증착물이 형성될 때 증착물 내에서의 질소의 제어된 혼합이 다른 특성들의 저하를 최소화하고 CVD-SiC 제품의 전기 저항성을 0.9 옴-cm 또는 그 이하에서 제어한다는 것을 알아내었다.

<12> 실리콘 카바이드 전구체는 실리콘 카바이드를 형성하기 위하여 반응할 수 있는 재료들로부터 선택된다. 이러한 재료들은 일반적으로 실레인 또는 클로로실레인과 같은 실리콘 부분(moiety)을 형성하기 위하여 반응할 수 있는 성분 및 탄화수소와 같은 탄소 부분을 형성하기 위하여 반응할 수 있는 성분을 포함한다. 실리콘 부분형성에 기여하는 성분은 탄소 부분 형성에 기여하는 성분과 다를 수도 있거나 또는 동일할 수도 있다. 탄화수소 치환 실레인들은 바람직한 실리콘 카바이드 전구체들이며, 이는 실레인들이 단일 화합물 내에 실리콘 및 탄소 부분들을 함유하고 있기 때문이다. 전구체(들)는 하나 또는 양쪽의 실리콘 카바이드 부분들을 형성하는 반응 조건에서 해리되는 화합물일 수 있으며, 또는 전구체들은 하나 또는 양쪽의 부분들을 제공하기 위하여 반응하는 둘 또는 그 이상의 화합물일 수 있다. 기판 근처에서 반응될 때 전구체(들)이 가스 상태로 될 필요가 있는 반면에, 전구체

의 비등점이 주변 온도보다 낮아질 필요는 없다. 아르곤, 헬륨 또는 다른 불활성 가스들과 같은 불활성, 비반응성 가스가 정상적인 액체(예를 들어, 통상의 STP에서의 액체) 전구체를 위한 캐리어로서 사용될 수 있다. 메틸트리클로로실레인(MTS)은, 특히 MTS가 해리될 때 방출된 염소를 제거하는 수소(H_2)와 함께 사용될 때 바람직한 전구체이다. MTS가 화학양론(1:1) 비율로 실리콘과 탄소를 제공하기 때문에 Si 또는 C 부분들의 다른 소스(source)가 요구되지 않는다. MTS(실온에서의 액체)를 위하여 아르곤이 일반적으로 불활성, 비반응성 캐리어 가스로 사용된다. 아르곤은 또한 희석제로 작용하며, 그 유량은 반응을 최적화시키고 반응/증착 영역으로부터의 부산물 제거를 보장하기 위하여 변할 수 있다.

<13> 본 발명에 따른 실리콘 카바이드 제품들을 생산하기 위한 화학 기상 증착 (CVD) 시스템이 도면에 도시되어 있다. 항온조(12) 내에 위치한 밀봉된 컨테이너 (10) 내에 메틸트리클로로실레인(MTS)이 제공된다. MTS를 위한 캐리어 가스로서 아르곤이 가스 실린더(14)로부터 라인(16)을 통하여 제공된다. 부유된 MTS와 함께 아르곤은 밀봉된 컨테이너(10)를 통과하여 라인(18)으로 공급되며, 아르곤은 라인(18)에서 라인(20)을 통하여 공급된 추가 아르곤, 라인(24)을 통하여 가스 실린더 (22)로부터 제공된 수소(H_2) 및 라인(28)을 통하여 가스 실린더(26)로부터 제공된 질소(N_2)와 혼합된다. 라인들(16, 20, 24 및 28) 각각은 흐름 제어 조절기(도시되지 않음)를 포함한다. 혼합된 전구체 가스들은 분사기(32)를 통하여 증착로(30)로 공급된다. 증착로(30)는 수냉 스테인레스 스틸 하우스(34)를 포함하며, 하우스는 흑연 맨드릴(36), 흑연 가열 부재(38) 및 흑연 절연 튜브(40)를 둘러싼다. 흑연 맨드릴 (36)은 챔버의 중앙부를 에워싸도록 배치된다. 이러한 배치는 중공 원통형 또는 관형 맨드릴을 사용함으로써 나타낼 수 있으며 또는 챔버의 중앙부를 에워싼 개방된 종단의 중공(中空) 박스 형태의 일련의 편평한 흑연 플레이트들을 배열함으로써 나타낼 수 있다. 혼합된 전구체 가스들은 가열된 흑연 맨드릴의 내부 표면위를 지나가도록 향하여 맨드릴의 내부 표면 상에서 MTS와 실리콘 카바이드 증착물의 해리를 일으킨다. 해리 반응에서 발생하는 배기 가스들은 배플(42; baffle) 주변을 통과한 후 하우스(34)으로부터 배기 라인(44)으로 배출된다. 배기 가스들은 필터(46)를 향하며, 필터 내에서 부유된 고형체들은 제거되고, 그 후 증착로 내의 감소된 압력을 제어하는 진공 펌프(48)를 통과한다. 가스들은 그후 벤트(52)를 통하여 대기로 배기되기 전에 가스 집진기(50; scrubber)를 통과한다.

<14> 기관은 반응 조건에서 고체인 어떠한 재료일 수 있다. 기관은 형상 처리될 수 있어 편평한 제품 제조를 위하여 편평한 표면을 제공한다. 기관은 원통형 또는 관형 제품의 제조를 위하여 원통형으로 형상처리될 수 있다. 맨드릴이 거의 망형(網型)의 증착물 형성을 위하여 사용되어질 때 흑연은 맨드릴을 위한 바람직한 재료이다. 증착물은 흑연 기관의 제어된 산화(제어된 연소)에 의하여 흑연 맨드릴로부터 분리될 수 있다. 렌즈와 같은 엄격한 규격 공차를 갖는 주 표면을 구비한 제품이 생산되어질 때 기관 또는 맨드릴은 원하는 주 표면의 네거티브(negative)로서 형상 처리될 수 있다.

<15> 맨드릴로부터 분리된 후 증착물은 프리-스탠딩 저 저항성 CVD-SiC 제품이며, 이 제품은 그 자체로 판매될 수 있고, 또는 보다 마무리 처리된 제품을 제공하기 위하여 형상 처리, 가공, 연마 등에 의하여 더 처리될 수 있다.

<16> 실시예 1

<17> 4개의 독립된 삼각형 흑연 맨드릴 박스들을 스테인레스 스틸 수냉 증착로 내에 로딩하였으며, 그후 실리콘 카바이드를 4개의 맨드릴 상에 동시에 증착하였다. 노 압력을 200Torr로 조정하여 유지시켰다. 로 내의 저항 히터들로 맨드릴을 1,350℃로 가열하고 유지시켰다. 시약을 로 상부의 분사기를 통하여 공급하였다. 각 맨드릴 박스로 공급된 시약들(reagents)을 표 1에 기재하였다.

【표 1】

시 약	박스 1	박스 2	박스 3	박스 4
H ₂ , slpm	40	40	40	40
MTS, slpm	6.6	6.6	6.6	6.6
Ar, slpm	54	44	34	22
N ₂ , slpm	0	10	20	32

<18>

<19>

실리콘 카바이드 증착을 50시간 후에 종료하였다. 맨드릴로부터 증착물을 분리함으로써 편평한 플레이트 제품을 회수하였다. 각 맨드릴 박스로부터 꺼내온 플레이트의 상부 및 바닥으로부터 시편들을 회수하였다. 질소 함량을 위하여 스캐닝 이온 매스 편광기(scanning ion mass spectroscopy)를 이용하여 시편들을 분석하였다. 미량 원소 불순물을 위하여 가스 방출 매스 편광기(gas discharge mass spectroscopy; GDMS)를 이용하여 시편들을 분석하였다. GDMS에 의한 분석은 양이 0.05ppmw인 대부분의 고형 성분과 염소 및 0.005ppmw보다 적은 양의 많은 고형 성분의 감지가 가능하지만, 분석 과정 동안에 외부의 소스(source)로부터 제공될 수 있을 때, 탄탈륨, 플루오르, 질소 또는 산소 분석에는 적합하지 않다. 본 출원 전체에 걸친 미량 원소 함량 및 농도에 대한 모든 참고 사항은 GDMS에 의하여 감지되는 바와 같은 미량 원소가 될 것임이 이해될 것이다. (a) 4 포인트 저항성 프로브에 의한 전기 저항성, (b) 레이저 플래시 기술에 의한 열 전도성, 및 (c) 4 포인트 굽힘 테스트에 의한 휨 강도를 위하여 시편들은 더 설명되었다. 그 결과들을 표 2에 나타내었다.

<20>

가스 상태의 시약 내에서의 질소 소모의 효과는 각 증착 박스의 바닥으로부터 추출한 시편의 보다 낮은 저항성과 동일한 박스의 상부로부터 추출한 시편들의 보다 높은 저항성의 비교로부터 명백하다. 시약은 분사체로서 챔버로 공급되며, 먼저 그 모멘텀으로 인하여 박스의 바닥 근처에 충돌하고 그후 재순환되어 맨드릴 벽을 따라 위로 이동한다. 더 희석된 N₂ 농도(예를 들어 10% N₂)에서, 맨드릴 벽 위로 이동하여 반응할 때 시약은 다소 소모되어지며, 바닥에서보다도 맨드릴의 상부에서의 증착물 저항성에 대한 보다 적은 효과를 갖는다. 매우 적은 양의 N₂가 실질적으로 증착물 내에서 혼합되기 때문에 시약 내의 N₂ 농도가 증가될 때 소모 현상은 덜 중요하게 되며, 맨드릴을 따라 위치마다 저항성 변화는 감소되는 것으로 보여진다.

【표 2】

박스 번호	N ₂ 농도 기상 %	N 농도 고상 Atoms/cc	저항성 Ohm-cm	열전도성 W/mK	힘강도 MPa	순도 ppmw
1 상단	0	6.5×10^{17}	66.8	343	429 ± 51	<5
1 바닥	0	2.1×10^{17}	10.1	345	419 ± 52	<5
2 상단	10	2.5×10^{18}	8.7	231	448 ± 48	<5
2 바닥	10	3.4×10^{18}	2.9	330	435 ± 52	<5
3 상단	20	8.6×10^{18}	1.62	298	467 ± 60	<5
3 바닥	20	6.6×10^{18}	0.9	199	474 ± 50	<5
4 상단	32	1.5×10^{19}	0.29	325	396 ± 73	<5
4 바닥	32	1.4×10^{19}	0.25	291	469 ± 54	<5

<21>

<22>

이 결과들은 실리콘 카바이드 증착물의 저항성과 시약 혼합물 및 고체 증착물 내의 N₂ 농도간의 상호 관계를 입증한다. 고체 상태에서의 N₂ 농도가 6.3×10^{18} 이상일 때, 증착물의 저항 값은 0.9 옴-cm 또는 그 이하이다. 또한, 시약 가스 상태에서의 N₂ 농도가 20% 또는 그 이상일 때, 실리콘 카바이드 증착물의 저항 값은 약 0.9 옴-cm 또는 그 이하이다. 시편들은 5ppmw 이하의 어떤 감지된 미량 불순물들 (Al, B, Cl, Fe, Ni, S 및 V의 미량이 발견되었다)을 함유하였다. 증착물 내에서의 발견된 미량 불순물들의 어떤 현저한 함량 부족은 저항성 감소와 일치하며, 저항성 감소는 증가된 질소 함량에 기인하지만 증가된 불순물 함량에 기인하지 않는다.

<23>

실시예 2

<24>

4개의 흑연 삼각형 팬드릴 박스들을 증착로 내에 배치하였으며, 각 박스 내에서 실질적으로 동일한 공정 조건하에서 실리콘 카바이드를 동시에 증착하였다. 노의 압력과 온도는 실시예 1과 동일, 즉 200 Torr 및 1,350℃이다. 각 박스 내에서의 시약의 유량은 아래와 같다.

<25>

MTS 3.6 slpm

<26>

H₂ 40 slpm

- <27> Ar 22 slpm
- <28> N₂ 20 slpm
- <29> 전체 시약 가스 흐름은 88.6 slpm 이었으며, 시약 가스 내의 N₂의 농도는 22.6%이었다. 맨드릴들을 노(爐)로부터 제거한 다음, 80 시간동안 증착을 계속하였다. 증착물들을 3개의 프리 스탠딩 편평 플레이트 제품으로서 맨드릴들로부터 분리하였다.
- <30> 이들 플레이트들의 스캐닝 이온 매스 분광 분석은 6.3×10^{18} 내지 22×10^{18} 질소 원자/입방 센티미터의 질소 함유량을 나타내었다.
- <31> 평평한 플레이트들에서 꺼내온 20개의 시편들(각 박스 내에서 제조된 플레이트들로부터 5개)의 저항성을 4-포인트 프로브(4-point probe) 방법에 의하여 측정하였다. 모든 시편들은 0.9 옴-cm 이하의 저항 값을 나타내었다. 저항 값들은 0.1 옴-cm 부터 0.88 옴-cm 까지의 범위이며, 평균값은 0.52 옴-cm이다. 4개 시편들의 열 전도성 값은 260에서 329 W/mK 사이이며, 평균값은 282 W/mK이다. 한 시편의 화학적 순도는 GDMS에 의하여 감지가능한 1.6ppmw 이하로 측정되었다. 열 전도성 값과 화학적 순도 값은 CVD-SiC의 일반적인 값들이다.
- <32> 양 실시예들에서 제조된 증착물의 물리적 특성들의 비교는 시약 혼합물 내의 32%까지의 N₂ 값은 저항성 이외에는 증착된 실리콘 카바이드의 물리적 특성들에 중대한 영향을 미치지 않는다는 것을 증명한다.

발명의 효과

- <33> 본 발명 제품들의 다양한 바람직한 실시예들이 설명되었다. 본 기술 분야에서의 숙련자들에게 명백한 변형들이 본 발명의 범위 내에서 이루어질 수 있다. 본 발명의 범위는 특허청구범위로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 CVD 저 저항성 실리콘 카바이드의 제품 생산을 위한 화학 기상 증착 시스템의 개략적인 도면.

도면

도면1

