(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년10월15일
(11) 등록번호 10-0863602
(24) 등록일자 2008년10월08일

(51) Int. Cl.
*C04B 37/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0081435
(22) 출원일자 2007년08월13일
심사청구일자 2007년08월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070024041 A
KR1020060120716 A
JP2005153044 A
KR1020060100626 A

(73) 특허권자
**울산대학교 산학협력단**
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
**김진천**
경남 창원시 성주동 유니온 빌리지 116동 203호
**김지순**
울산 남구 무거2동 선경아파트 402호
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**장한특허법인**

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 변종진

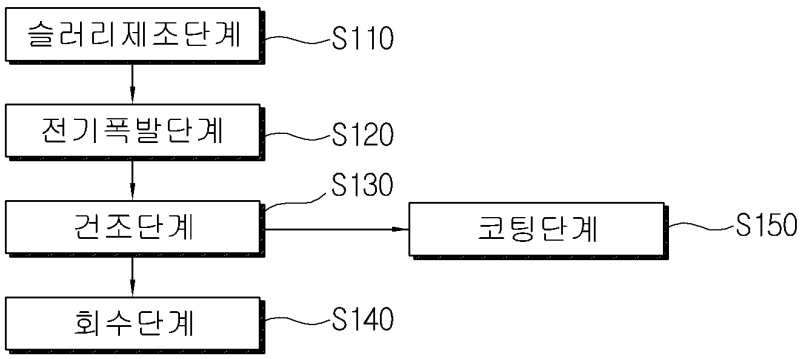
## (54) 세라믹-금속 복합분말 제조방법

*(57) 요 약*

본 발명에 따르면, 세라믹 분말과 유체를 혼합하여 슬러리를 제조하는 슬러리제조단계; 슬러리 내에서 금속선을 전기적으로 폭발시키는 전기폭발단계; 및 슬러리에 함유된 유체를 건조시키는 건조단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 세라믹-금속 복합분말 제조방법이 제공된다.

이와 같은 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 의하면, 유체 내에서 전기선 폭발법을 이용하여 금속 분말을 제조함으로써, 기존 금속 분말의 제조공정 시 문제가 되는 금속 분말의 산화를 근본적으로 억제할 수 있고, 금속 분말이 응집되는 것을 방지하여 나노미터(㎚) 수준의 금속 분말을 제조할 수 있으며, 세라믹과 금속 분말이 보다 균일하게 복합화되도록 할 수 있는 장점을 갖는다.

*대 표 도* - 도1



(72) 발명자

**권영순**

울산 울주군 범서읍 천상리 동아아파트 103동 905호

**김철희**

울산 북구 염포동 성원상떼빌 114동 104호

**박은주**

울산 북구 화봉동 447-2번지

**강태훈**

울산 중구 태화동 157번지 양지동산맨션 112호

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

세라믹 분말과 유체를 혼합하여 슬러리를 제조하는 슬러리제조단계;

상기 슬러리 내에서 금속선을 전기적으로 폭발시키는 전기폭발단계; 및

상기 슬러리에 함유된 유체를 건조시키는 건조단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 세라믹-금속 복합분말 제조방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 슬러리제조단계는 PVP(polyvinylpyrrolidone), PEI(polyethylenimine), PDADMAC(polydiallydimethylammonium chloride), TWIN 80, 폴리에틸렌글리콜 축합형, 지방산 모노글리세린에스테르, 지방산 폴리글리콜에스테르 및 지방산 알칸올아미드로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 고분자 분산제; 또는 아크릴, 스테아린산(stearic acid) 및 왁스(wax)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 저융점 유기화합물인 결합제를 첨가하여 슬러리를 제조하는 것을 특징으로 하는 세라믹-금속 복합분말 제조방법.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 금속선은 코발트(Co), 철(Fe), 구리(Cu), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 마그네슘(Mg), 니켈(Ni), 황동 및 청동으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 금속으로 이루어진 것을 특징으로 하는 세라믹-금속 복합분말 제조방법.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 유체는 물, 과산화수소수, 에탄올, 에탄올글리콜, 글리세린, 젤라틴, 엔진오일, 증류수, 벤젠, 톨루엔, 식염수, 식용류, 석유 및 휘발류로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 유체를 이용하는 것을 특징으로 하는 세라믹-금속 복합분말 제조방법.

## 명 세 서

## 발명의 상세한 설명

### 기 술 분 야

<1> 본 발명은 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 금속 분말의 산화를 근본적으로 억제할 수 있고, 금속 분말이 응집되는 것을 방지하여 나노미터(㎚) 수준의 금속 분말을 제조할 수 있으며, 세라믹과 금속 분말이 보다 균일하게 복합화되도록 할 수 있도록 한 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

<2> 세라믹-금속 복합분말은 고강도 및 기능성 특성을 보이는 금속산화물/질화물/탄화물의 세라믹 소재와 인성 또는 연성 증가 및 기능성 향상을 위해 첨가하는 금속기지상으로 이루어진 소재이다.

<3> 최근 세라믹과 금속 분말의 크기를 100㎚ 이하로 하고자 하는 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다. 예를 들어, 전이금속계인 철(Fe)과 아연(Zn)을 동시에 이산화티타늄 결정구조 내에 미량 도핑함으로써, 우수한 광소재 특성의 발현이 가능하게 되어 자외선 영역에서의 고특성 광소재로 응용이 가능하게 된다. 금속 분말이 분산된 도료는 내스크래치성, 자정능력, 내마모성, 광택도, 내식성, 내수성의 무기 기능성 도료로 기능이 월등하게 향상된다.

<4> 세라믹-금속 복합분말을 제조하기 위한 연구에서는, 세라믹 분말에 금속 분말을 볼밀 등을 이용하여 기계적으로

혼합하는 공정이나, 졸-겔 공정 등의 화학적 습식 방법으로 세라믹에 나노금속 분말을 침전 혹은 석출하는 공정을 이용한다.

<5> 세라믹-금속 복합분말을 제조하는 데, 기계적 혼합 방법을 사용할 경우에는 금속 분말의 균일한 혼합이 용이하지 않고, 화학적 습식방법은 금속 분말의 석출과정이 복잡할 뿐만 아니라 불순물의 제어가 용이하지 않은 문제점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

<6> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 금속 분말의 산화를 근본적으로 억제할 수 있고, 금속 분말이 응집되는 것을 방지하여 나노미터(㎚) 수준의 금속 분말을 제조할 수 있으며, 세라믹과 금속 분말이 보다 균일하게 복합화되도록 할 수 있도록 한 세라믹-금속 복합분말 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 과제 해결수단

<7> 상기의 목적을 달성하기 위하여,

<8> 본 발명은 세라믹 분말과 유체를 혼합하여 슬러리를 제조하는 슬러리제조단계; 상기 슬러리 내에서 금속선을 전기적으로 폭발시키는 전기폭발단계; 및 상기 슬러리에 함유된 유체를 건조시키는 건조단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 세라믹-금속 복합분말 제조방법을 제공한다.

<9> 여기서, 상기 슬러리제조단계는 물, 과산화수소수, 에탄올, 에탄올글리콜, 글리세린, 젤라틴, 엔진오일, 증류수, 벤젠, 톨루엔, 식염수, 식용류, 석유 및 휘발류로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 유체로 구성된 액체 내에 슬러리를 제조한다.

<10> 특히, PVP(polyvinylpyrrolidone), PEI(polyethylenimine), PDADMAC(polydiallydimethylammonium chloride), TWIN 80, 폴리에틸렌글리콜 축합형, 지방산 모노글리세린에스테르, 지방산 폴리글리콜에스테르 및 지방산 알칸올아미드 등 시판되는 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 고분자 분산제; 또는 아크릴, 스테아린산(stearic acid), 왁스(wax) 등 저융점 유기화합물로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 결합제를 첨가하여 슬러리를 제조하는 것이 바람직하다.

<11> 또한, 상기 세라믹은 세라믹 분말과 세라믹 화이버를 포함할 수 있다.

<12> 아울러, 상기 금속선은 코발트(Co), 철(Fe), 구리(Cu), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 마그네슘(Mg), 니켈(Ni), 황동 및 청동으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 금속으로 이루어진 것이 바람직하다.

### 효 과

<13> 상술한 바와 같이, 본 발명의 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 의하면,

<14> 첫째, 유체 내에서 전기선 폭발법을 이용하여 금속 분말을 제조함으로써, 기존 금속 분말의 제조공정 시 문제가 되는 금속 분말의 산화를 근본적으로 억제할 수 있고, 금속 분말이 응집되는 것을 방지하여 나노미터(㎚) 수준의 금속 분말을 제조할 수 있으며, 세라믹과 금속 분말이 보다 균일하게 복합화되도록 할 수 있다.

<15> 둘째, 단상의 금속 분말 뿐만 아니라, 2성분계 이상의 합금 분말을 매우 경제적으로 제조할 수 있다.

<16> 셋째, 제조된 세라믹-금속 복합분말로부터 고강도 소재의 개발과 페인팅 소재, 의료용 소재, 고촉매, 형광체 소재 등의 원료로 이용 가능하다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<17> 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

<18> 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일실시예에 불과할 뿐이

고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

<19> 이하, 도 1 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법을 설명하도록 한다.

<20> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법을 나타낸 흐름도, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 사용되는 장치를 나타낸 사진, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에서 전기폭발단계의 슬러리를 나타낸 상태도, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 따라 제조된 세라믹-금속 복합분말을 나타낸 개념도이다.

<21> 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법은 슬러리제조단계(S110), 전기폭발단계(S120), 건조단계(S130) 및 회수단계(S140)를 포함한다.

<22> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법은 슬러리제조단계(S110), 전기폭발단계(S120), 건조단계(S130) 및 코팅단계(S150)를 포함할 수도 있다.

<23> 상기 슬러리제조단계(S110)는 나노미터(㎚) 또는 마이크로미터(㎛) 수준의 세라믹 분말을 유체와 혼합하여 슬러리를 제조하는 단계이다. 본 발명의 일실시예에 따르면 알루미나($Al_2O_3$), 산화지르코늄($Zr_2O_3$), 산화티타늄($TiO_2$), 질화알루니늄(AlN), 탄화규소(SiC), 형광체 세라믹 분말을 이용할 수 있다.

<24> 여기서 유체는 물, 과산화수소수, 에탄올, 에탄올글리콜, 글리세린, 젤라틴, 엔진오일, 증류수, 벤젠, 톨루엔, 식염수, 식용류, 석유, 휘발류 등으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 유체를 이용할 수 있다.

<25> 또한, 세라믹 분말이 유체에서 잘 분산되도록 하기 위하여 분산제를 첨가할 수 있다. 여기서, 분산제로는 PVP(polyvinylpyrrolidone), PEI(polyethylenimine), PDADMAC(polydiallydimethylammonium chloride), TWIN 80, 폴리에틸렌글리콜 축합형, 지방산 모노글리세린에스테르, 지방산 폴리글리콜에스테르 및 지방산 알칸올아미드 등 시판되는 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 고분자 분산제를 이용할 수 있다.

<26> 아울러, 후술할 전기폭발단계(S120)에서 방출되는 금속 분말과 상기 세라믹 분말의 결합력을 높이기 위하여 결합제를 첨가할 수 있으며, 여기서, 아크릴, 스테아린산(Stearic Acid), 왁스(wax) 등 저융점 유기화합물로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 결합제를 이용할 수 있다.

<27> 상기 전기폭발단계(S120)는 상기 슬러리내에서 금속선에 전력을 공급하여 전기폭발되도록 하는 단계이다. 금속선에 전력을 공급하면, 금속선은 저항 발열에 의하여 용융, 방전, 기화 고장을 통한 폭발이 일어나게 되고, 이에 따라 금속의 분말화가 진행된다.

<28> 본 발명의 일실시예에 따르면, 전기폭발단계(S120)는 0.5-20kV의 전력을 마이크로초(㎲)-수십 동안 공급하여 전기 폭발이 일어나도록 할 수 있다.

<29> 본 발명의 일실시예에 따른 전기폭발단계(S120)는 도 2와 같은 장치를 이용하여 실시한다. 여기서, 사용되는 금속선은 코발트(Co), 철(Fe), 구리(Cu), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 마그네슘(Mg), 니켈(Ni), 황동 및 청동으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 금속으로 이루어진 것을 이용할 수 있다.

<30> 도 3을 참조하여 보다 자세히 설명하면, 슬러리제조단계(S110)에서 세라믹 분말(110)과 유체(130)를 혼합하여 제조된 슬러리 내에 금속선(120)이 위치되도록 하고, 금속선(120)에 전력을 공급하면, 금속선(120)으로부터 유체(130)내로 금속 분말(121)이 방출된다.

<31> 예를 들어, 코발트로 이루어진 금속선을 사용한 경우, 코발트 금속 분말이 유체 내로 방출되며, 코발트 및 철을 포함하는 합금선의 금속선을 사용한 경우, 코발트 금속 분말과 철 금속 분말이 슬러리 내로 방출되어, 세라믹 분말과 결합하게 된다.

<32> 상기와 같은 전기폭발단계(S120)에서 형성된 세라믹-금속 복합분말의 형상을 도 4에 나타내었다. 도 4를 참조하면, 전기폭발단계(S120)에서 형성된 세라믹-금속 복합분말에서 세라믹 분말에 금속 분말이 균일하게 복합화되어 있는 것을 알 수 있다.

<33> 본 발명에 따르면, 상기와 같이 유체 내에서 전기폭발이 일어나도록 함으로써, 금속 분말이 성장하거나 산화되는 것을 방지할 수 있어, 금속선으로부터 나노미터(㎚) 크기의 금속 분말이 방출되도록 할 수 있는 것이다.

<34> 상기 건조단계(S130)는 슬러리제조단계(S110)에서 사용된 유체를 건조시키는 단계이다. 이러한 건조단계(S130)

에서는 상기 유체가 기화하도록 유체의 증발온도 이상에서 가열하여 건조시키는 것이 가능하지만, 이에 한정된 것은 아니고 사용된 유체를 건조시키는 어떠한 방법도 가능하다.

<35> 상기 회수단계(S140)는 상기 건조단계(S130)에서 유체를 건조시킨 다음 남아있는 세라믹-금속 복합분말을 회수하는 단계이다. 이렇게 제조된 세라믹-금속 복합분말로부터 고강도 소재의 개발과 페인팅 소재, 의료용 소재, 고촉매, 형광체 소재 등의 원료로 이용할 수 있다.

<36> 상기 코팅단계(S150)는 상기 건조단계(S140)에서 유체가 완전히 건조되도록 하지 않고, 1-90 부피%의 유체가 기화된 상태의 슬러리를 테이프케스팅과 같은 공정을 이용하여 피처리물에 코팅되도록 할 수 있다.

<37> 이하, 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법을 설명하도록 한다.

<38> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에서 전기폭발단계의 슬러리를 나타낸 상태도, 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 따라 제조된 세라믹-금속 복합분말을 나타낸 개념도이다.

<39> 본 발명의 다른 실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법은 세라믹 분말 대신 세라믹 화이버를 이용한 것을 제외하고는 상기 일실시예와 동일하게 슬러리제조단계, 전기폭발단계, 건조단계 및 회수단계로 수행할 수 있으며, 또한, 슬러리제조단계, 전기폭발단계, 건조단계 및 코팅단계로 수행할 수도 있다.

<40> 여기서, 상기 세라믹 화이버는 알루미나($Al_2O_3$), 산화지르코늄($Zr_2O_3$), 산화티타늄($TiO_2$), 질화알루니늄(AlN), 탄화규소(SiC), 형광체 세라믹 화이버를 이용할 수 있다.

<41> 보다 상세하게는, 슬러리제조단계에서 세라믹 화이버(210)와 유체(230)를 혼합하여 제조된 슬러리 내에 금속선(220)이 위치되도록 하고, 금속선(220)에 전력을 공급하면, 금속선(220)으로부터 유체(230)내로 금속 분말(221)이 방출되어, 세라믹 화이버(210)와 복합화된다.

<42> 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

## *도면의 간단한 설명*

<43> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법을 나타낸 흐름도,

<44> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 사용되는 장치를 나타낸 사진,

<45> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에서 전기폭발단계의 슬러리를 나타낸 상태도,

<46> 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 따라 제조된 세라믹-금속 복합분말을 나타낸 개념도,

<47> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에서 전기폭발단계의 슬러리를 나타낸 상태도,

<48> 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 세라믹-금속 복합분말 제조방법에 따라 제조된 세라믹-금속 복합분말을 나타낸 개념도이다.

<49> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

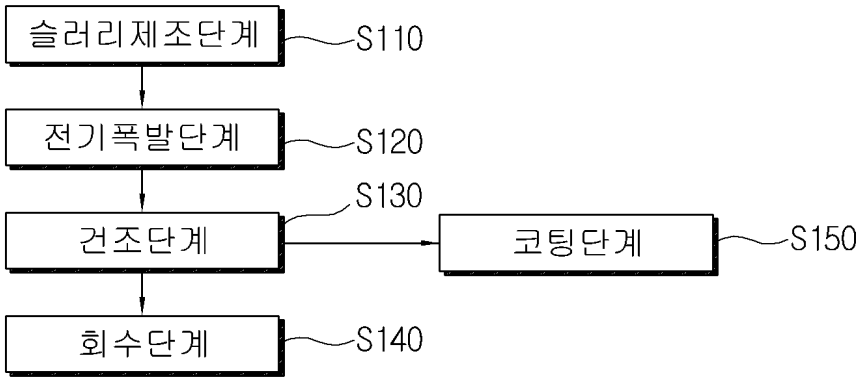
<50> 110 : 세라믹 분말 120, 220 : 금속선

<51> 121, 221 : 금속 분말 130, 230 : 유체

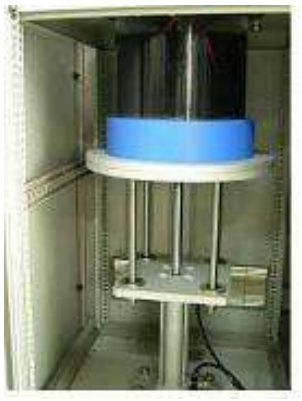
<52> 210 : 세라믹 화이버

## 도면

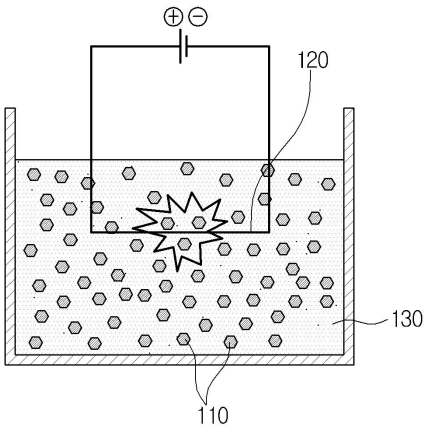
### 도면1



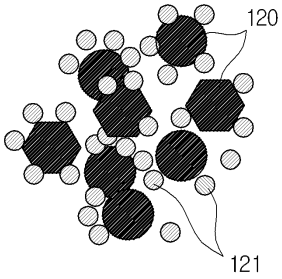

### 도면2



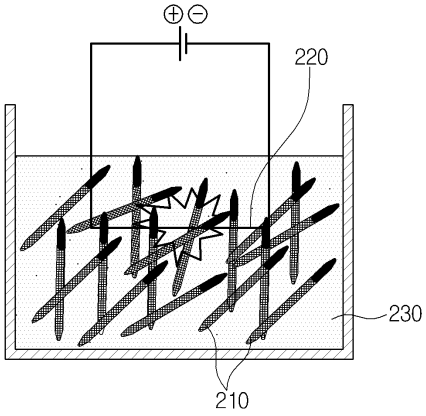
### 도면3



도면4




도면5




도면6

