



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0120716
(43) 공개일자 2023년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01B 1/22 (2006.01) H01B 1/12 (2006.01)

H01B 3/12 (2006.01) H01B 3/44 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01B 1/22 (2013.01)

H01B 1/124 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0017278

(22) 출원일자 2022년02월10일

심사청구일자 2022년02월10일

(71) 출원인

파워팩 주식회사

경상남도 함안군 대산면 대법로 554-2 ()

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

박성철

경남 함안군 법수면 대법로 211

이문환

대구 북구 관음로 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김종석

전체 청구항 수 : 총 10 항

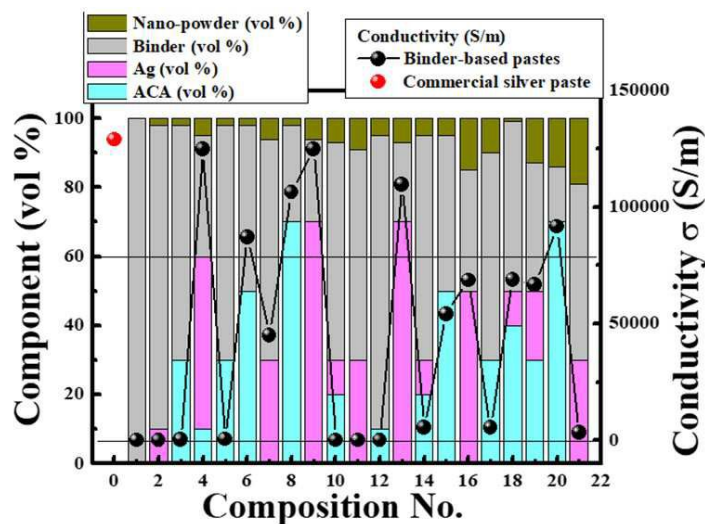
(54) 발명의 명칭 전도성 페이스트 조성물 및 이의 용도

(57) 요약

본 발명은 전도성 페이스트 조성물 및 이의 용도에 관한 것으로, 보다 상세하게는 은, 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리, 또는 이의 혼합물에서 선택되는 금속 나노분말; 세라믹 나노분말; 및 고분자 바인더;를 포함하는, 전도성 페이스트 조성물 및 이를 이용하여 제조된 전극을 제공한다.

상기 전도성 페이스트 조성물은 코어-셸 구조의 구리-은 복합소재를 포함하는 금속 나노분말과 세라믹 나노분말을 최적 부피로 포함함으로써, 이를 활용하여 전기전도도가 우수하고 기계적 강도가 향상된 전극을 제조할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01B 3/12 (2013.01)

H01B 3/44 (2013.01)

(72) 발명자

채주현

경남 김해시 주촌면 천곡로 26

이상요

경남 함안군 가야읍 성내북길 25

이용혁

경남 함안군 칠원읍 호암길 6

김승홍

울산 남구 산업로613번길 26

이재신

울산 울주군 범서읍 장검길 123

한형수

울산 남구 옥현로 92-13

즈영 짱 안

울산 남구 대학로76번길 16-1

한유빈

울산 동구 대송2길 10

김주은

경남 거제시 거제대로 4951

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425151911

과제번호 S2799328

부처명 중소벤처기업부

과제관리(전문)기관명 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 창업성장기술개발(일반,R&D)

연구과제명 스마트 센서 후막 전극용 전도성 나노 복합소재 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 파워팩(주)

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.11.24

명세서

청구범위

청구항 1

은, 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리, 또는 이의 혼합물에서 선택되는 금속 나노분말;
세라믹 나노분말; 및
고분자 바인더;를 포함하는, 전도성 페이스트 조성물.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 혼합물은,
상기 은 및 상기 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리가 1:(0.1 내지 10)의 부피비로 혼합된 것을 특징으로 하는,
조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 세라믹 나노분말은,
 CeO_2 , ZrO_2 , SnO_2 , TiO_2 , MgO , CaO , ZnO 및 Al_2O_3 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는,
조성물.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 고분자 바인더는,
유리전이온도(T_g)가 -50 내지 0°C 인 비수용성 고분자; 용융온도(T_m) 또는 유리전이온도(T_g)가 200 내지 300°C 이면서 $0.5 \text{ wt\%}$ 의 수용액 상태에서 표면 장력이 10 내지 60 dyne/cm 인 수용성 고분자; 또는 이의 혼합물;에서 선택되는 것을 특징으로 하는, 조성물.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
상기 비수용성 고분자는,
스티렌-아크릴릭(styrene-acrylics), 스티렌-부타디엔(styrene-butadiene), 아크릴릭(acrylics) 및 비닐 아크릴릭(vinyl acrylics)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 조성물.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 수용성 고분자는,

폴리비닐알콜 술폰산계 고분자 또는 폴리비닐페놀 술폰산계 고분자를 포함하는 공중합체에서 선택되는 것을 특징으로 하는, 조성물.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 조성물은,

상기 조성물 전체 100 부피%에 대하여, 상기 금속 나노분말이 50 내지 80 부피%, 상기 세라믹 나노분말이 1 내지 20 부피% 및 상기 고분자 바인더가 나머지 부피로 포함되는 것을 특징으로 하는, 조성물.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 조성물은,

안정제, 분산제, 환원제, 계면 활성제, 습윤제, 요변제(thixotropic agent), 표면 평활제(levelling agent), 소포제, 커플링제, 표면장력 조정제 및 증점제(thickener)로 이루어지는 군에서 선택되는 하나 이상의 첨가제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 조성물.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 전도성 페이스트 조성물을 포함하는 전극.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 전극은,

전기전도도가 우수하고 기계적 강도가 향상된 것을 특징으로 하는, 전극.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전도성 페이스트 조성물 및 이의 용도에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 전도성 페이스트 조성물은 금속 나노분말, 세라믹 나노분말, 및 고분자 바인더를 포함하며, 이러한 전도성 페이스트 조성물을 이용하여 고기능성의 전극을 제조할 수 있는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 디스플레이 전극용 또는 기타 전기전자 소자의 전극을 형성하는 전도성 페이스트는 크게 전도성 분말, 유기 비어클(vehicle), 및 무기질계 바인더의 3 가지 성분으로 구성된다. 전도성 분말은 실제적으로 전도성을 부여하는 역할을 하고, 주로 금(Au), 은(Ag), 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 등의 미세 귀금속 분말이 사용되고 있다.

[0004] 종래의 전극의 경우, 전도성 분말로 신뢰성이 우수한 금, 은, 팔라듐, 백금 등의 귀금속을 사용하기 때문에 가격이 비싸고, 이를 대신하여 니켈(Ni), 구리(Cu)와 같은 상대적으로 저렴한 금속의 분말을 사용할 경우에는 소

성 시 분말의 산화로 인하여 전기적 특성이 감소되는 문제점이 있다. 특히, 가장 범용되고 있는 은 페이스트는 미세화로 제조시 저항의 증대나 회로의 단락의 원인이 되는 이온 마이그레이션 현상이 발생할 수 있고, 구리를 이용한 페이스트는 상대적으로 저가이지만 산화되기 쉽고 충분한 도전성을 얻기 어렵다. 더불어, 니켈, 구리 기반의 전극 제조 및 사용 시, 산화를 방지하기 위한 환원 분위기 설비가 추가로 요구된다.

[0005] 또한, 너무 많은 양의 나노 세라믹 분말을 함유하는 경우 전극의 전기적 특성 저하, 접합성 및 발림성이 나빠질 수 있으며, 전극 도포 후 외부 응력이나 굽힘 등 물리적 힘에 의해 전극의 손실이 발생되어 소자 자체의 특성이 저하되는 문제점이 발생될 수 있다.

[0006] 이에, 기존 전극의 전기적 특성을 유지하면서 물리적 특성이 향상된 전극 개발 기술이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2014-0014737호 (2014년02월06일 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 기존 전극의 전기적 특성을 유지하면서 물리적 특성이 향상된 전극을 개발하기 위한 전도성 페이스트를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 은, 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리, 또는 이의 혼합물에서 선택되는 금속 나노분말; 세라믹 나노분말; 및 고분자 바인더;를 포함하는, 전도성 페이스트 조성물을 제공한다.

[0012] 상기 상기 혼합물은 상기 은 및 상기 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리가 1:(0.1 내지 10)의 부피비로 혼합된 것일 수 있다.

[0013] 상기 세라믹 나노분말은, CeO_2 , ZrO_2 , SnO_2 , TiO_2 , MgO , CaO , ZnO 및 Al_2O_3 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상일 수 있다.

[0014] 상기 고분자 바인더는, 유리전이온도(T_g)가 -50 내지 0°C 인 비수용성 고분자; 용융온도(T_m) 또는 유리전이온도(T_g)가 200 내지 300°C 이면서 $0.5 \text{ wt}\%$ 의 수용액 상태에서 표면 장력이 10 내지 60 dyne/cm 인 수용성 고분자; 또는 이의 혼합물;에서 선택될 수 있다.

[0015] 상기 비수용성 고분자는, 스티렌-아크릴릭(styrene-acrylics), 스티렌-부타디엔(styrene-butadiene), 아크릴릭(acrylics) 및 비닐 아크릴릭(vinyl acrylics)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상일 수 있다.

[0016] 상기 수용성 고분자는, 폴리비닐알콜 술폰산계 고분자 또는 폴리비닐페놀 술폰산계 고분자를 포함하는 공중합체에서 선택될 수 있다.

[0017] 상기 조성물은, 상기 조성물 전체 100 부피%에 대하여, 상기 금속 나노분말이 50 내지 80 부피%, 상기 세라믹 나노분말이 1 내지 20 부피% 및 상기 고분자 바인더가 나머지 부피로 포함될 수 있다.

[0018] 상기 조성물은, 안정제, 분산제, 환원제, 계면 활성제, 습윤제, 요변제(thixotropic agent), 표면 평활제(levelling agent), 소포제, 커플링제, 표면장력 조정제 및 증점제(thickener)로 이루어지는 군에서 선택되는 하나 이상의 첨가제를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 상기의 전도성 페이스트 조성물을 포함하는 전극을 제공한다.

[0020] 상기 전극은, 전기전도도가 우수하고 기계적 강도가 향상된 것일 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 전도성 페이스트 조성물은 코어-셸 구조의 구리-은 복합소재를 포함하는 금속 나노분말과 세라믹 나노분말을 최적 함량으로 포함함으로써, 이를 활용하여 전기전도도가 우수하고 기계적 강도가 향상된 전극을 제조할 수 있다.

[0023] 상기 전도성 페이스트 조성물을 이용하여 제조된 전극은 기존 상용전극 대비 전도성 귀금속 분말의 대체제를 제공함으로써 제품의 단가를 저감시킬 수 있고, 세라믹 나노분말의 첨가로 물리적 특성이 향상되어 전극 도포시 내 마모성 및 굽힘성 등의 문제를 줄일 수 있다.

[0024] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 전극 샘플을 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 전극의 구성요소 (유기고분자, 금속 나노분말, 및 세라믹 나노분말)의 함량에 따른 전기전도성을 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 전극의 기계적 강도를 평가하기 위해 나노 경도 스크래치 실험을 수행한 결과로, (a)는 상용 전극, (b)는 고체 첨가물을 첨가하지 않은 유기고분자, (c)는 체적백분율기준 30%의 금속 나노분말과 6%의 세라믹 나노분말, (d)는 60%의 금속 나노분말과 5%의 세라믹 나노분말, (e)는 70%의 금속 나노분말과 14%의 세라믹 나노분말을 혼합하여 만든 전극의 강도를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0028] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.

[0029] 수치 범위는 상기 범위에 정의된 수치를 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 최대의 수치 제한은 낮은 수치 제한이 명확히 쓰여져 있는 것처럼 모든 더 낮은 수치 제한을 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 최소의 수치 제한은 더 높은 수치 제한이 명확히 쓰여져 있는 것처럼 모든 더 높은 수치 제한을 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 수치 제한은 더 좁은 수치 제한이 명확히 쓰여져 있는 것처럼, 더 넓은 수치 범위 내의 더 좋은 모든 수치 범위를 포함할 것이다.

[0031] 이하, 본 발명을 상세하게 설명하기로 한다.

[0033] 본 발명은 금속 나노분말, 세라믹 나노분말 및 고분자 바인더를 포함하는 전도성 페이스트 조성물을 제공한다.

[0034] 본 명세서에서, "전도성 페이스트"란, 전기·전자제품이나 회로의 배선조립에 이용되는 전기전도성을 가진 복합 재료로서, 일반적으로 전도성 입자 및 고분자 수지 바인더로 배합·구성되며, 전자제품의 전극, 전자 부품 패키징 및 회로 인터커넥터 등으로 전기·전자분야에 다양하게 이용되는 것을 의미한다.

[0036] 본 발명에 있어서, 상기 금속 나노분말은 전도성을 부여하는 물질로, 은(Ag); 코어-셸 구조의 은이 코팅된

구리; 또는 이들의 혼합물에서 선택될 수 있고, 바람직하게는 은(Ag) 및 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리의 혼합물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0037] 상기 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리는, 구리가 코어(core)를 형성하고 은이 구리의 표면을 둘러싸고 있는 셸(shell)의 형태로 이루어질 수 있다.

[0038] 상기 은 및 코어-셸 구조의 은이 코팅된 구리의 혼합물은 상기 은 및 상기 구리가 1:(0.1 내지 10)의 부피비로 혼합될 수 있고, 바람직하게는, 1:(0.2 내지 7), 보다 바람직하게는 1:(0.2 내지 4)일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0039] 상기 금속 나노분말은 평균 직경이 10 내지 5,000 nm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0040] 본 발명에 따른 전도성 페이스트 조성물은 상기 금속 나노분말로 구리-은 복합소재를 사용함으로써 은 단일소재를 사용하는 것과 비슷하거나 높은 전기적 특성을 가지면서도 비용을 절감할 수 있는 장점을 가진다.

[0042] 본 발명에 있어서, 상기 세라믹 나노분말은 물리적 특성을 부여하는 물질로, 금속의 산화물, 탄화물, 또는 질화물을 포함할 수 있고, 바람직하게는 금속 산화물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0043] 보다 바람직하게는, 상기 세라믹 나노분말은 CeO_2 , ZrO_2 , SnO_2 , TiO_2 , MgO , CaO , ZnO 및 Al_2O_3 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상일 수 있고, 바람직하게는 TiO_2 , 또는 ZnO 및 Al_2O_3 의 혼합물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0044] 상기 세라믹 나노분말은 평균 직경이 10 내지 1000 nm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0046] 본 발명에 있어서, 상기 고분자 바인더는 유리전이온도(T_g)가 -50 내지 0°C 인 비수용성 고분자; 용융온도(T_m) 또는 유리전이온도(T_g)가 200 내지 300°C 이면서 $0.5 \text{ wt}\%$ 의 수용액 상태에서 표면 장력이 10 내지 60 dyne/cm 인 수용성 고분자; 또는 이의 혼합물;에서 선택될 수 있고, 바람직하게는 상기 비수용성 고분자 및 상기 수용성 고분자의 혼합물일 수 있으며, 보다 바람직하게는, 20 내지 $60 \text{ 중량}\%$ 의 비수용성 고분자 및 40 내지 $80 \text{ 중량}\%$ 의 수용성 고분자를 포함하는 혼합 고분자 바인더일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0047] 상기 비수용성 고분자는 아크릴 그룹(acrylate group)을 포함하는 고분자로, 구체적으로 스티렌-아크릴릭(styrene-acrylics), 스티렌-부타디엔(styrene-butadiene), 아크릴릭(acrylics) 및 비닐 아크릴릭(vinyl acrylics)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0048] 상기 수용성 고분자는 폴리비닐계 공중합체일 수 있고, 바람직하게는 폴리비닐알콜 술포산계 고분자 또는 폴리비닐페놀 술포산계 고분자를 포함하는 공중합체에서 선택될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0050] 본 발명에 따른 전도성 페이스트 조성물은 상기 조성물 전체 100 부피%에 대하여, 상기 금속 나노분말이 50 내지 80 부피%, 바람직하게는 60 내지 70 부피%, 상기 세라믹 나노분말이 1 내지 20 부피%, 바람직하게는 1 내지 10 부피%, 및 상기 고분자 바인더가 나머지 부피로 포함될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0051] 상기 범위의 부피% 이상으로 금속 나노분말 및 세라믹 나노분말이 포함되는 경우, 전기적 특성이 오히려 저하될 수 있고 상대적으로 고분자 바인더 함량이 낮아 전극에 적용시 도포성 및 발림성이 나빠질 수 있으며, 상기 범위의 부피% 이하로 금속 나노분말 및 세라믹 나노분말이 포함되는 경우 전기적 특성 뿐만 아니라 기계적 물성이 약화될 수 있는 바, 상기 범위의 부피%로 금속 나노분말, 세라믹 나노분말 및 고분자 바인더가 포함될 때, 우수한 전기전도도와 향상된 기계적 물성을 가질 수 있어, 상기 범위가 바람직하다.

[0053] 본 발명에 따른 전도성 페이스트 조성물은 안정제, 분산제, 환원제, 계면 활성제, 습윤제, 요변제(thixotropic agent), 표면 평활제(levelling agent), 소포제, 커플링제, 표면장력 조정제 및 증점제(thickener)로 이루어지는 군에서 선택되는 하나 이상의 첨가제를 더 포함할 수 있다.

- [0054] 상기 첨가제는 전체 조성물 100 부피%에 대하여, 0.01 내지 10 부피%로 포함될 수 있다.
- [0056] 상기 전도성 페이스트는 태양전지의 전극용 페이스트, 인쇄회로기판(PCB)용 페이스트, 칩(Chip) 부품 전극용 페이스트, RF(radio frequency) 부품용 페이스트 또는 디스플레이용 페이스트로 활용 가능하나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0057] 이에, 본 발명은 상기의 전도성 페이스트 조성물을 포함하는 전극, 전도성 필름, 전자회로 등의 다양한 전자 소재를 제공할 수 있으며, 바람직하게는 전극을 제공할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0058] 상기 전극은 상기의 최적 함량으로 구성된 전도성 페이스트 조성물을 포함함으로써 우수한 전기전도도 뿐만 아니라 향상된 기계적 강도를 가질 수 있다.
- [0060] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 다만 하기의 실시예는 본 발명의 내용을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.
- [0062] <실시예 1> 전도성 페이스트 조성물 및 전극 제조
- [0063] 세라믹 나노분말[CeO₂ (세라텍, 순도 99.99%, 사이즈 ~200 nm), ZrO₂ (Alfa Aesar, 99%, ~100 nm), SnO₂ (Sigma-Aldrich, 99.9%, < 100 nm), TiO₂ (Sigma-Aldrich, 99.7%, < 25 nm) MgO (Alfa Aesar, 99+%, ~100 nm), CaO (Sigma-Aldrich, 98%, < 160 nm), ZnO (Alfa Aesar, 99%, 20~30 nm), 또는 Al₂O₃ (Sigma-Aldrich, 95%, < 50 nm)]을 하나 또는 그 이상의 분말 및 고분자 바인더를 증류수에 넣어 분산시켰다. 이때, 상기 고분자 바인더는 유리전이온도(T_g)가 -20℃인 비수용성 고분자로 스티렌-아크릴릭(Styrene-Acrylics) 30 중량% 및 유리전이온도(T_g)가 260℃이면서 0.5 wt% 수용액 상태에서 표면장력이 35 dyne/cm인 폴리비닐알콜 술폰산계 수용성 고분자 70 중량%로 혼합된 혼합 고분자 바인더이다. 상기 분산액에 은 금속분말(구매처: KLK, 크기: ~ 500 μm, 형태: 구형) 또는 은-구리 나노분말(㈜ 파워팩 자체 제작)을 첨가하여 본 발명에 따른 전도성 페이스트를 제조하였다.
- [0065] 하기 표 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 제조시 포함된 페이스트 조성물의 구성요소, 즉 유기고분자, 금속 나노분말, 및 세라믹 나노분말의 함량을 나타낸 것이다.

표 1

연번	고분자	금속분말 (체적백분율)		나노 분말 첨가제(체적백분율)							
		Ag	Ag-Cu	CeO ₂	ZrO ₂	SnO ₂	TiO ₂	MgO	CaO	ZnO	Al ₂ O ₃
1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	88	10	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	68	0	30	0	1	0	0	0	0	0	0
4	35	50	10	0	0	0	5	0	0	0	0
5	68	0	30	0	0	1	1	0	0	0	0
6	48	0	50	0	0	1	1	0	0	0	0
7	64	30	0	0	0	0	0	5	1	0	0
8	28	0	70	0	0	0	0	0	1	1	0
9	24	70	0	0	0	0	0	0	0	5	1
10	63	10	20	5	0	1	0	1	0	0	0
11	61	30	0	0	5	0	0	0	1	0	3
12	85	0	10	0	0	5	0	0	0	0	0
13	23	70	0	0	0	0	5	0	0	2	0
14	65	10	20	0	0	0	0	5	0	0	0
15	45	0	50	0	0	0	0	0	5	0	0
16	35	50	0	10	0	0	0	0	0	5	0
17	60	0	30	0	0	0	0	5	0	0	5
18	49	10	40	0	0	0	0	1	0	0	0
19	37	30	20	1	10	0	0	0	1	0	1
20	16	0	70	1	0	1	1	1	0	10	0
21	51	30	0	0	1	1	10	1	0	1	5

[0066]

[0068]

상기 표 1을 참조하면, 상기 전극은 유기고분자, 금속 나노분말, 및 세라믹 나노분말이 100%의 체적백분율로 이루어졌다. 전극을 이루고 있는 고분자의 경우 체적백분율 0 ~ 100%를 포함하고, 금속 나노분말의 경우 Ag 또는 코어-셸 Ag-Cu 복합소재 또는 그 혼합물이 체적백분율 0 ~ 100%를 포함하고 있으며, 세라믹 나노분말의 경우 체적백분율 0 ~ 20% 범위의 CeO₂, ZrO₂, SnO₂, TiO₂, MgO, CaO, ZnO 또는 Al₂O₃가 단일 또는 혼합물로 포함되어 있다.

[0069]

이에 따라 제조된 전극 조성별 샘플은 도 1과 같다.

[0071]

<실험예 1> 전극의 전기전도성 평가

[0072]

상기 표 1에 따른 조성표를 바탕으로 각 페이스트를 슬라이드 글라스에 가로 2 cm, 세로 3 cm 크기로 스크린 프린팅하여 전기전도성 평가용 샘플을 제작한 후, 이들의 4탐침 표면 저항을 측정하여 전기전도도를 평가하였다.

[0073]

4탐침 표면 저항 측정은 전도성 박막의 면(비)저항을 측정하는데 가장 널리 사용되는 방법으로, 4개의 탐침이 동일 선상에 일정한 간격으로 배열된 구조로 프로브를 시료의 표면에 접촉시켜 저항을 측정한 후, 탐침 간격에 대한 시료의 크기 및 두께 보정계수를 적용하여 면저항을 계산하고 시료의 두께를 적용하여 비저항을 얻는다.

[0075]

상기 실시예 1에 따라 제조된 다양한 전극의 전기전도성을 평가한 결과, 도 2에 나타난 바와 같이, 금속 나노분말의 체적백분율이 대략 50% 이상일 때, 비교적 높은 전기전도도를 가짐을 확인할 수 있다.

[0076]

더불어, 기존 상용전극 (도 1에서 붉은점)과 유사한 전기전도성 (도 1에서 검은점)을 얻기 위해서는 체적백분율 60% 이상의 금속 나노분말이 필요함을 확인할 수 있다. 특히, 체적백분율 기준 60%의 금속 나노분말과 5%의 세라믹 나노분말을 함유한 전극 조성과 70%의 금속 나노분말과 6%의 세라믹 나노분말을 함유한 전극 조성은 상용전극의 전기전도도와 유사한 특성을 나타냄을 확인할 수 있다.

[0077]

반면, 고체물질 (금속, 세라믹나노분말)의 총 체적백분율 80%를 초과시 전극의 점도가 저하되고 상대적으로 유기고분자 함량이 낮아 전극의 도포성 및 발림성이 나빠질 수 있다.

[0079] <실험예 2> 전극의 기계적 물성 평가

[0080] 상기 실시예 1에 따라 제조된 다양한 전극의 기계적 강도를 평가하기 위해, 동일한 압입하중 하에 1 mm 길이의 스크래치 시험을 수행하였다.

[0081] 상기 표 1에 따른 조성표를 바탕으로 각 페이스트를 슬라이드 글라스에 가로 2 cm, 세로 3 cm 크기로 스크린 프린팅하여 스크래치 시험용 샘플을 제작한 후, 페이스트 표면 1 mm 길이에 분당 1 mm 속도로 600 mN의 힘을 인가하여 시험을 수행하였다.

[0083] 그 결과, 도 3에 나타난 바와 같이, 상용 전극의 경우 약 0.7 mm에서 전극층의 박리 및 손실이 발생되었고, 고체첨가물을 포함하지 않은 시료의 경우 경도는 낮으나 높은 접합성으로 일정한 압입 패턴이 형성됨을 확인할 수 있다.

[0084] 체적백분을 기준 36%의 고체첨가물(금속 나노분말 30%, 세라믹 나노분말 6%)과 65%의 고체첨가물(금속 나노분말 60%, 세라믹 나노분말 5%)을 첨가한 전극의 경우, 동일한 시험 조건에서 전극 손실없이 고른 압입 패턴이 관찰되었으나, 낮은 금속 나노분말 함량시 낮은 전기적 특성으로 실 제품으로 응용성이 낮다고 판단할 수 있다.

[0085] 반면, 고체첨가물 함량이 높은 경우, 일례로 84%의 고체첨가물(금속 나노분말 70%, 세라믹 나노분말 14%)을 첨가하여 제조한 전극의 경우 약 0.15 mm 지점부터 급격한 전극층의 박리가 일어나는 것을 확인할 수 있다.

[0087] 하기 표 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 전극의 전기적 및 물리적 특성을 요약한 것이다.

표 2

연번	유기고분자 (vol%)	금속분말 (vol%)	나노분말 첨가제 (vol%)	전기전도도 (S/m)	부착력	기계적 강도
1	100	0	0	0	High	Low
2	88	10	2	0	High	Low
3	68	30	2	333	High	Low
4	35	60	5	125000	High	High
5	68	30	2	565	High	Low
6	48	50	2	87204	High	High
7	64	30	6	45110	High	High
8	28	70	2	106428	Low	High
9	24	70	6	125000	Low	High
10	63	30	7	0	High	Low
11	61	30	9	0	High	Low
12	85	10	5	0	High	Low
13	23	70	7	109800	Low	Low
14	65	30	5	5529	High	Low
15	45	50	5	54200	High	High
16	35	50	15	68668	High	High
17	60	30	10	5439	High	Low
18	49	50	1	69000	High	High
19	37	50	13	66786	Low	High
20	16	70	14	91746	Low	Low
21	51	30	19	3267	High	High

[0088]

[0090] 상기 표 2를 참조하면, 유기고분자 함량이 많을수록 작업성 및 접합성은 전반적으로 높으나 강도는 약한 것으로

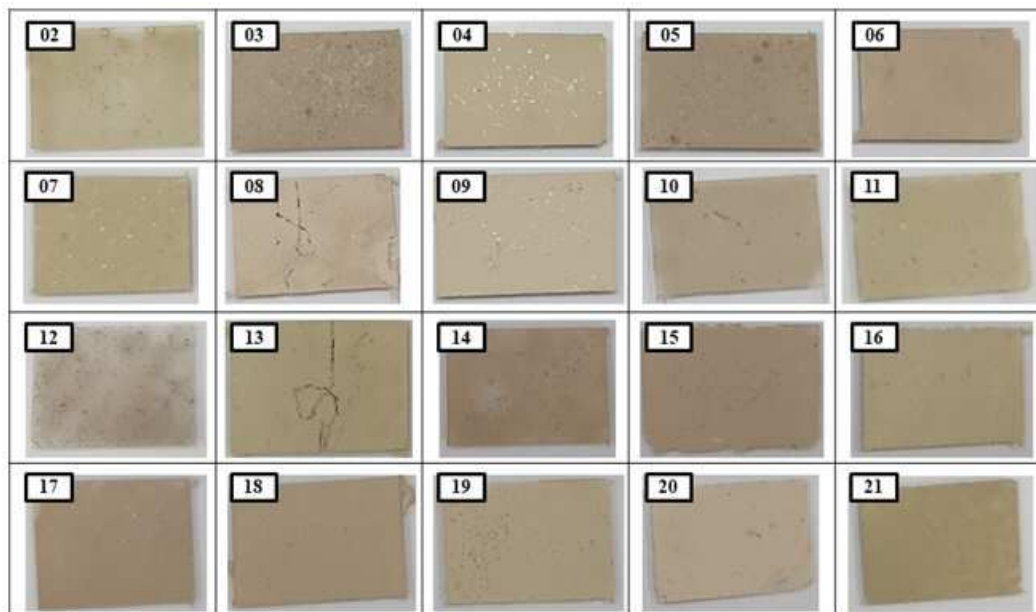
나타났고, 금속 나노분말과 세라믹 나노분말의 첨가량이 높을수록 전기전도도 특성 및 강도는 높아지나 접합성은 나빠지는 경향을 나타내었으며, 표면 박리가 발생됨을 확인할 수 있었다.

[0092]

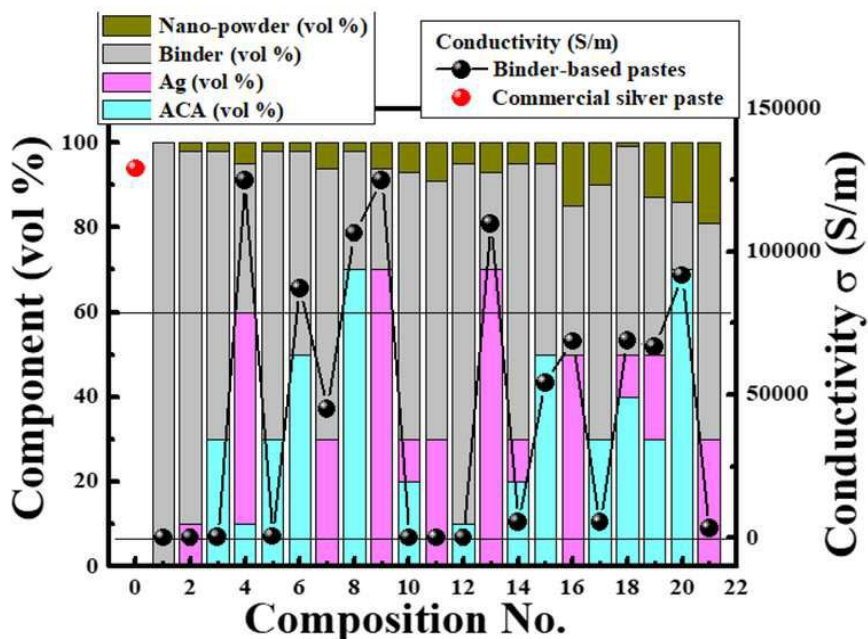
이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술한 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현 예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백하다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항과 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다. 본 발명의 범위는 후술하는 청구범위에 의하여 나타내어지며, 청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

도면1



도면2



도면3

