



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0146842  
(43) 공개일자 2022년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
HO1M 4/04 (2006.01) GO1N 11/10 (2006.01)  
GO1N 15/00 (2017.01) HO1M 4/02 (2006.01)  
HO1M 4/62 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
HO1M 4/04 (2013.01)  
GO1N 11/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0053607  
(22) 출원일자 2021년04월26일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
주식회사 엘지에너지솔루션  
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의  
도동, 파크원)

(72) 발명자  
윤지희  
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기  
술연구원  
권승혁  
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기  
술연구원  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
김애라

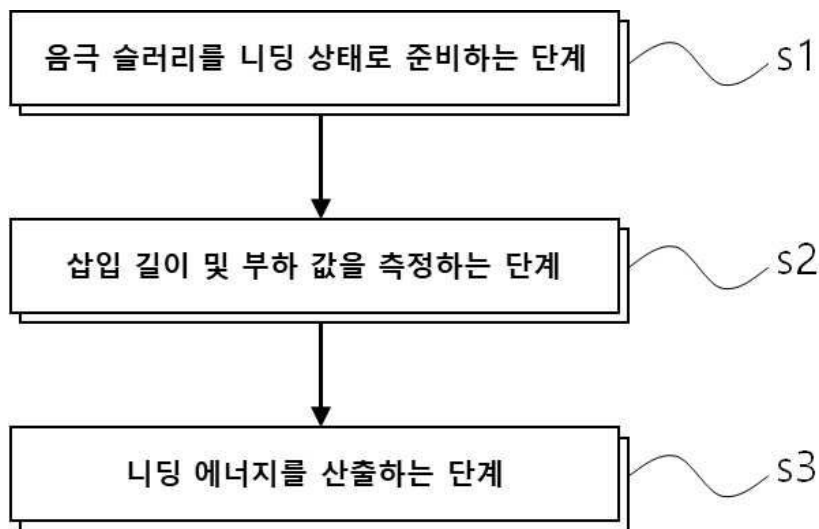
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 음극 슬러리 물성 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 음극 슬러리 물성 측정 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 반죽 상태의 음극 슬러리에서 도전재, 활물  
질 및 CMC(carboxy methyl cellulose) 간의 흡착 정도가 평가 가능한 음극 슬러리 물성 측정 방법을 제공하기  
위한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01M 4/622* (2013.01)

*G01N 2015/0042* (2013.01)

*H01M 2004/027* (2013.01)

(72) 발명자

**김우하**

대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기  
술연구원

**윤성수**

대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기  
술연구원

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

(s1) 증점제로서 CMC(carboxy methyl cellulose)를 포함하는 음극 슬러리를 니딩(kneading) 상태로 준비하는 단계;

(s2) 측정 막대의 일단부를 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입하고, 상기 측정 막대가 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입되는 삽입 길이 및 상기 삽입 길이에 따른 부하 값을 측정하는 단계; 및

(s3) 상기 (s2) 단계에서 측정된 상기 부하 값을 상기 삽입 길이 값에 따라 적분하여 니딩 에너지(kneading energy)를 산출하는 단계를 포함하는 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (s1) 단계는,

(s1-1) 음극 활물질, 도전재, 상기 CMC, 바인더 및 용매를 포함하는 예비 슬러리를 준비하는 단계; 및

(s1-2) 상기 예비 슬러리를 교반하여 상기 니딩 상태의 상기 음극 슬러리를 제조하는 단계를 포함하는 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 (s1-1) 단계에서 상기 CMC는 상기 음극 활물질 100 중량부에 대하여 0.5 내지 2 중량부의 양으로 포함되는 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 (s2) 단계는,

(s2-1) 상기 음극 슬러리를 설정 규격으로 준비하는 단계;

(s2-2) 상기 음극 슬러리를 측정 수단에 거치하는 단계;

(s2-3) 상기 측정 막대의 일단부를 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입하는 단계; 및

(s2-4) 상기 측정 막대가 상기 음극 슬러리에 삽입된 상기 삽입 길이에 따른 부하 값을 수집하는 단계를 포함하는 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (s2-1) 단계에서,

상기 음극 슬러리는 원통 형상의 붕으로 마련되고,

상기 설정 규격은 지름이 2 cm 이상이고 높이 4 cm 이상인 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 (s2-3) 단계에서,

상기 측정 막대는 상기 측정 막대는 스텐레스 소재로 형성되는 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

**청구항 7**

제4항에 있어서,

상기 (s2-3) 단계에서,

상기 측정 막대는 상기 측정 막대의 길이 방향을 따라 이동하여 상기 음극 슬러리에 삽입되고,

상기 측정 막대는 상기 음극 슬러리에 0.5 내지 2 mm/s 속도로 삽입되는 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 (s2-3) 단계에서,

상기 측정 막대의 상기 일단부는 상기 측정 막대의 길이 방향에 대해서 경사면을 포함하도록 형성되는 것인 음극 슬러리 물성 측정 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 음극 슬러리 물성 측정 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 반죽 상태의 음극 슬러리에서 도전재, 활물질 및 CMC(carboxy methyl cellulose) 간의 흡착 정도가 평가 가능한 음극 슬러리 물성 측정 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 이차전지에서 음극은 활물질, 도전재, 바인더 및 증점제를 믹싱(mixing)하여 음극 슬러리를 생성하고, 생성된 음극 슬러리를 집전체에 도포하여 코팅한 후, 음극 슬러리가 코팅된 집전체를 압연(pressing), 시팅(sitting), 건조(drying)하여 제조될 수 있다.

[0003] 전지의 성능 및 전극의 생산성 향상을 위해서 음극 슬러리(anode slurry)의 고형분 함량이 필요하지만, 음극 슬러리의 고형분이 높아질수록 분산은 어려워진다.

[0004] 음극 슬러리의 분산에는 CMC(carboxy methyl cellulose)가 분산제 및 증점제의 역할을 하기 때문에 활물질, 도전재 및 CMC 간의 분산 정도는 최종 슬러리의 물성에 영향을 줄 수 있다.

[0005] 따라서, 음극 슬러리 제조 시에 음극 슬러리의 분산성을 개선하기 위한 음극 슬러리 물성 평가 방법이 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명은 음극 슬러리 물성 측정 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 반죽 상태의 음극 슬러리에서 도전재, 활물질 및 CMC(carboxy methyl cellulose) 간의 흡착 정도가 평가 가능한 음극 슬러리 물성 측정 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법은,

[0009] 증점제로서 CMC(carboxy methyl cellulose)를 포함하는 음극 슬러리를 니딩(kneading) 상태로 준비하는 단계

(s1);

- [0010] 측정 막대의 일단부를 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입하고, 상기 측정 막대가 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입되는 삽입 길이 및 상기 삽입 길이에 따른 부하 값을 측정하는 단계(s2); 및
- [0011] 상기 (s2) 단계에서 측정된 상기 부하 값을 상기 삽입 길이 값에 따라 적분하여 니딩 에너지(kneading energy)를 산출하는 단계(s3)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법에서, 상기 (s1) 단계는,
- [0013] 음극 활물질, 도전제, 상기 CMC, 바인더 및 용매를 포함하는 예비 슬러리를 준비하는 단계(s1-1); 및
- [0014] 상기 예비 슬러리를 교반하여 상기 니딩 상태의 상기 음극 슬러리를 제조하는 단계(s1-2)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법의 상기 (s1-1) 단계에서 상기 CMC는 상기 음극 활물질 100 중량부에 대하여 0.5 내지 2 중량부의 양으로 포함되는 것일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법에서 상기 (s2) 단계는,
- [0017] 상기 음극 슬러리를 설정 규격으로 준비하는 단계(s2-1);
- [0018] 상기 음극 슬러리를 측정 수단에 거치하는 단계(s2-2);
- [0019] 상기 측정 막대의 일단부를 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입하는 단계(s2-3); 및
- [0020] 상기 측정 막대가 상기 음극 슬러리에 삽입된 상기 삽입 길이에 따른 부하 값을 수집하는 단계(s2-4)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법의 상기 (s2-1) 단계에서, 상기 음극 슬러리는 원통 형상의 붕으로 마련되고, 상기 설정 규격은 지름이 2 cm 이상이고 높이 4 cm 이상인 것일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법의 상기 (s2-3) 단계에서, 상기 측정 막대는 상기 측정 막대는 스텐레스 소재로 형성되는 것일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법의 상기 (s2-3) 단계에서, 상기 측정 막대는 상기 측정 막대의 길이 방향을 따라 이동하여 상기 음극 슬러리에 삽입되고, 상기 측정 막대는 상기 음극 슬러리에 0.5 내지 2 mm/s 속도로 삽입되는 것일 수 있다.
- [0024] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법의 상기 (s2-3) 단계에서, 상기 측정 막대의 상기 일단부는 상기 측정 막대의 길이 방향에 대해서 경사면을 포함하도록 형성되는 것일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0025] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법은 음극 슬러리의 반죽 상태를 측정하여, 도전제, 활물질 및 CMC 간의 흡착 정도를 평가할 수 있으며, 최종적으로 음극 슬러리의 분산성을 개선할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법은 음극 슬러리의 분산성과 관련되는 음극 슬러리 물성을 측정함으로써, 음극 슬러리의 분산성을 개선시키고, 분산성 저하로 인한 전극 코팅 이슈 및 전극 표면 불량률을 개선할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1은 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법을 나타내는 블록도이다.
- 도 2는 (s1) 단계를 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 음극 슬러리의 니딩 상태를 나타내는 사진이다.
- 도 4는 (s2) 단계를 나타내는 블록도이다.
- 도 5는 (s2) 단계에서 측정 시스템을 나타내는 개념도이다.
- 도 6은 (s2) 단계에서 측정 막대를 나타내는 사시도이다.

도 7은 (s2) 단계에서 측정 막대의 다른 실시 양태를 나타내는 사시도이다.

도 8은 삽입 길이 및 그에 따른 부하 값을 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시될 수 있다. 또한, 본 발명의 구성 및 작용을 고려하여 특별히 정의된 용어들은 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법을 나타내는 블록도이다. 도 2는 (s1) 단계를 나타내는 블록도이다. 도 3은 음극 슬러리의 니딩 상태를 나타내는 사진이다. 도 4는 (s2) 단계를 나타내는 블록도이다. 도 5는 (s2) 단계에서 측정 시스템을 나타내는 개념도이다. 도 6은 (s2) 단계에서 측정 막대를 나타내는 사시도이다. 도 7은 (s2) 단계에서 측정 막대의 다른 실시 양태를 나타내는 사시도이다. 도 8은 삽입 길이 및 그에 따른 부하 값을 나타내는 그래프이다.
- [0030] 이하, 도 1 내지 도 8을 참조하여, 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법에 대해서 상세히 설명한다.
- [0031] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법은 음극 슬러리의 반죽 상태를 물리적 상태를 측정하여, 도전재, 활물질 및 CMC 간의 흡착 정도를 평가할 수 있는 데이터를 확보할 수 있으며, 최종적으로 음극 슬러리의 분산성을 개선하기 위한 데이터를 획득할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법은 음극 슬러리의 분산성과 관련되는 음극 슬러리 물성인 니딩 에너지를 획득함으로써, 음극 슬러리의 분산성을 개선시키고, 분산성 저하로 인한 전극 코팅 이슈 및 전극 표면 불량률을 개선할 수 있다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법은,
- [0034] 증점제로서 CMC(carboxy methyl cellulose)를 포함하는 음극 슬러리를 니딩(kneading) 상태로 준비하는 단계(s1);
- [0035] 측정 막대의 일단부를 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입하고, 상기 측정 막대가 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입되는 삽입 길이 및 상기 삽입 길이에 따른 부하 값을 측정하는 단계(s2); 및
- [0036] 상기 (s2) 단계에서 측정된 상기 부하 값을 상기 삽입 길이 값에 따라 적분하여 니딩 에너지(kneading energy)를 산출하는 단계(s3)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0037] 음극 슬러리의 분산에는 CMC가 분산제 및 증점제의 역할을 하기 때문에 활물질, 도전재 및 CMC 간의 분산정도는 최종 음극 슬러리의 물성에 영향을 줄 수 있다. 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법은 음극 슬러리의 물성을 측정하여 음극 슬러리의 분산 특성을 평가할 수 있다.
- [0038] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 음극 슬러리 물성 측정 방법의 (s1) 단계는,
- [0039] 음극 활물질, 도전재, 상기 CMC, 바인더 및 용매를 포함하는 예비 슬러리를 준비하는 단계(s1-1); 및
- [0040] 상기 예비 슬러리를 교반하여 상기 니딩 상태의 상기 음극 슬러리를 제조하는 단계(s1-2)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0041] 상기 (s1-1) 단계에서, 상기 음극 활물질은 통상적으로 리튬 이온이 흡장 및 방출될 수 있는 리튬 금속, 탄소재, 금속 화합물 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.
- [0042] 구체적으로는 상기 탄소재로는 저결정 탄소 및 고결정성 탄소 등이 모두 사용될 수 있다. 저결정성 탄소로는 연화탄소(soft carbon) 및 경화탄소(hard carbon)가 대표적이며, 고결정성 탄소로는 천연 흑연, 키시흑연(Kishgraphite), 열분해 탄소(pyrolytic carbon), 액정 피치계 탄소섬유(mesophase pitch based carbon fiber), 탄소 미소구체(meso-carbon microbeads), 액정피치(Mesophase pitches) 및 석유와 석탄계 코크스(petroleum or coal tar pitch derived cokes) 등의 고온 소성탄소가 대표적이다.
- [0043] 상기 금속 화합물로는 Si, Ge, Sn, Pb, P, Sb, Bi, Al, Ga, In, Ti, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Mg, Sr, Ba 등의 금속 원소를 1종 이상 함유하는 화합물을 들 수 있다. 이들 금속 화합물은 단체, 합금, 산화물(TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>

등), 질화물, 황화물, 붕화물, 리튬과의 합금 등, 어떤 형태로도 사용할 수 있지만, 단체, 합금, 산화물, 리튬과의 합금은 고용량화될 수 있다. 그 중에서도, Si, Ge 및 Sn으로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 함유할 수 있고, Si 및 Sn으로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 포함하는 것이 전지를 더 고용량화할 수 있다.

- [0044] 상기 (s1-1) 단계에서, 도전재는 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 각각 독립적으로 천연 흑연이나 인조 흑연 등의 흑연; 카본블랙, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 채널 블랙, 퍼네이스 블랙, 램프 블랙, 서머 블랙 등의 카본블랙; 탄소 섬유나 금속 섬유 등의 도전성 섬유; 불화 카본, 알루미늄, 니켈 분말 등의 금속 분말; 산화아연, 티탄산칼륨 등의 도전성 위스커; 산화 티탄 등의 도전성 산화물; 폴리페닐렌 유도체 탄소나노튜브(CNT), 탄소나노섬유(CNF) 및 그래핀(Graphene) 탄소 유도체 군에서 선택된 1종을 사용할 수 있다. 바람직하게는 카본 블랙을 사용할 수 있다.
- [0045] 상기 (s1-1) 단계에서, 바인더는 스티렌 부타디엔 고무(Styrene Butadiene Rubber, SBR), 아크릴로니트릴-부타디엔 고무(acrylonitrile-butadiene rubber), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 고무(acrylonitrile-butadiene-styrene rubber), 아크릴계 공중합체(acrylic copolymer), PEI(폴리에틸렌이미드), PVA(폴리비닐 알코올), PEO(폴리에틸렌옥사이드), 폴리 아크릴산 (poly acrylic acid) 및 이들의 수소를 Li, Na 또는 Ca 등으로 치환된 고분자 등으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 스티렌 부타디엔 고무 (Styrene Butadiene Rubber, SBR)를 사용할 수 있다. 상기 수계 바인더의 중량평균 분자량은 200,000 내지 700,000, 바람직하게는 300,000 내지 400,000 일 수 있다. 상기 분자량 범위의 바인더는 결합특성이 우수하고 및 적절한 점도를 가져 고형분이 균일하게 분포된 슬러리의 제조에 유리하며, 이는 궁극적으로 우수한 전지 성능을 확보하는데 기여할 수 있다.
- [0046] 상기 (s1-1) 단계에서 상기 CMC는 상기 음극 활물질 100 중량부에 대하여 0.1 내지 5 중량부의 양으로 포함되는 것일 수 있다. 예를 들어, 음극 활물질, 도전재, 바인더 및 점증제의 혼합물은 상기 음극 활물질을 92 내지 99 중량부, 도전재를 0.5 내지 2 중량부, 상기 수계 바인더를 0.5 내지 4 중량부, 상기 CMC를 0.5 내지 2 중량부로 포함할 수 있다.
- [0047] 상기 (s2-1) 단계에서, 음극 슬러리는 30 분 동안 40 내지 80 rpm의 조건으로 반죽될 수 있다. 예를 들어, 음극 슬러리는 예비 슬러리를 PRIMIX 社의 TK mixer를 통해 교반하여 획득할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, (s2-1) 단계가 완료되면 음극 슬러리가 봉(封)의 형태로 형성될 수 있다. 도 3에는 음극 슬러리가 두개의 봉으로 형성되어 있다.
- [0048] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 음극 슬러리 물성 평가 방법의 상기 (s2) 단계는,
- [0049] 상기 음극 슬러리를 설정 규격으로 준비하는 단계(s2-1);
- [0050] 상기 음극 슬러리를 측정 수단에 거치하는 단계(s2-2);
- [0051] 상기 측정 막대의 일단부를 상기 니딩 상태의 음극 슬러리에 삽입하는 단계(s2-3); 및
- [0052] 상기 측정 막대가 상기 음극 슬러리에 삽입된 상기 삽입 길이에 따른 부하 값을 수집하는 단계(s2-4)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0053] 상기 (s2-1) 단계에서, 상기 음극 슬러리는 원통 형상의 봉으로 마련될 수 있으며, 상기 설정 규격은 지름이 2 cm 이상이고 높이 4 cm 이상인 것일 수 있다. 음극 슬러리의 설정 규격은 음극 슬러리의 양 또는 형상이 측정에 영향을 주지 않는 범위에서 고려될 수 있다.
- [0054] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 (s2-2) 단계에서, 측정 수단은 음극 슬러리에 삽입되는 측정 막대(13)와, 음극 슬러리를 지지하는 지지대를 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어 측정 수단은 TA(Texture Analyzer) 장치일 수 있다. 지지대는 측정 막대(13)의 길이 방향(z축 방향)에 수직인 평면인 거치면을 포함할 수 있으며, 음극 슬러리는 상기 거치면에 거치될 수 있다.
- [0055] 상기 (s2-3) 단계에서, 상기 측정 막대(13)는 스텐레스 소재로 형성되는 것일 수 있다. 측정 막대(13)의 소재는 강성 및 내화학성을 고려하여 결정될 수 있다.
- [0056] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 (s2-3) 단계에서, 상기 측정 막대(13)는 상기 측정 막대(13)의 길이 방향을 따라 이동하여 상기 음극 슬러리에 삽입되고, 상기 측정 막대(13)는 상기 음극 슬러리에 0.5 내지 2 mm/s 속도로 삽입되는 것일 수 있다. 측정 막대(13)의 삽입 속도는 측정장비와 시료간의 분해능(resolution)을 고려하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 측정 막대(13)의 삽입 속도는 1 mm/s 일 수 있다.

- [0057] 상기 (s2-3) 단계에서, 상기 측정 막대(13)의 상기 길이 방향에 수직인 상기 측정 막대(13)의 단면적의 면적은  $1\text{ mm}^2$  내지  $100\text{ mm}^2$  인 것일 수 있다. 예를 들어, 측정 막대(13)의 단면의 형상은 정사각으로 형성되며,  $5\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 의 크기로 마련될 수 있다. 측정 막대(13)의 단면은 형상 및 크기는 Tk mixer의 수용되는 음극 슬러리의 붕의 크기(설정 규격)를 고려하여 형성될 수 있다.
- [0058] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 측정 막대(13)의 상기 일단부는 상기 측정 막대(13)의 길이 방향에 대해서 경사면을 포함하도록 형성되는 것일 수 있다. 구체적으로, 측정 막대의 일단부(13a)는 삼각뿔, 사각뿔, 다각뿔, 반구, 원뿔 등으로 형성될 수 있다. 측정 막대의 일단부(13a)에서 가장 돌출된 부분은 측정 막대(13)의 길이 방향에 수직인 측정 막대(13)의 단면에서 중앙에 위치할 수 있다. 상기와 같은 형상으로 측정 막대의 일단부(13a)가 마련됨으로써, 비교적 점도가 높은 음극 슬러리에 삽입될 때 치우침없이 정위치로 측정 막대(13)는 삽입될 수 있다.
- [0059] 상기 (s2-4) 단계에서, 측정 막대의 삽입 길이에 따른 측정 막대 또는 음극 슬러리에 가해지는 부하 값을 측정할 수 있다. 부하 값은 측정 막대의 삽입 시작부터 종료까지 각 삽입 길이에 해당하는 값으로 획득될 수 있다. 따라서, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 (s2-4) 단계에서 획득된 값은 삽입 길이-부하 값의 2차원 그래프로 획득될 수 있다. 즉, 상기 (s2-4) 단계에서, 삽입 길이를 독립 변수로 하고, 부하 값을 종속 변수로 하는 함수가 획득될 수 있다.
- [0060] 상기 (s3) 단계에서, 상기 (s2-4) 단계에서 획득된 부하 값을 삽입 길이로 적분하여 니딩 에너지 값을 획득할 수 있다. 상기 (s3) 단계에서, 적분 구간은 측정된 부하 값이 0 이상이 될 때의 삽입 길이 값부터, 부하 값이 최대 값이 될 때의 삽입 길이 값으로 결정될 수 있다.
- [0061] 니딩 에너지는 활물질, 도전재, CMC 간의 분산 정도와 필터링 물성 관계를 가질 수 있다. 따라서, 니딩 에너지가 클수록 음극 슬러리는 분산이 더 잘되었다고 판단할 수 있다. 필터링 물성은 일정 크기의 입자를 필터링하는 필터에 대한 통과 여부에 대한 것일 수 있다.

[0063] **실시예 1**

- [0064] 인조흑연 음극 활물질을 준비하였다. 이어서 도전재로 CNT, 증점제 카복시메틸셀룰로오스(CMC, 분자량 1,200,000), 바인더로 스티렌 부타디엔 고무(SBR)를 준비하였으며, 음극활물질/도전재/CMC/바인더를 96.1:0.5:1.1:2.3의 중량비로 혼합하고, 용매인 물과 함께 혼합하여 예비 슬러리를 제조하였다.
- [0065] 예비 슬러리는 제1 예비 슬러리와 제2 예비 슬러리를 포함하고, 제1 예비 슬러리는 도전재, CMC, 음극활물질 및 물을 포함하며, 제2 예비 슬러리는 CMC, 물 및 바인더를 포함하도록 준비하였다. 제1 예비 슬러리와 제2 예비 슬러리에서 CMC 비율은 66.1:33.9의 중량비로 배분하였다.
- [0066] 예비 슬러리는 TK mixer를 통해 60 rpm의 조건으로 30분 동안 교반되었다. 제1 예비 슬러리를 먼저 교반하고, 교반 중에 제2 예비 슬러리를 추가하여 교반하였다.
- [0067] 제조된 음극 슬러리에  $5\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 의 측정 막대를  $1\text{ mm/s}$ 의 속도로 삽입시켜 삽입 깊이와 부하 값을 측정하였다.
- [0068] 실시예 1에서 니딩 에너지는  $187.9\text{ mJ}$ 로 산출되었다.

[0070] **실시예 2**

- [0071] 실시예 2는 제1 예비 슬러리와 제2 예비 슬러리에서 CMC 비율은 60.9:39.1의 중량비로 배분하고, 실시예 1과 동일하게 수행되었다.
- [0072] 실시예 2에서 니딩 에너지는  $253.7\text{ mJ}$ 로 산출되었다.

**표 1**

	실시예 1	실시예 2
음극 슬러리 조성	인조흑연/도전재/CMC/SBR=96.1/0.5/1.1/2.3	

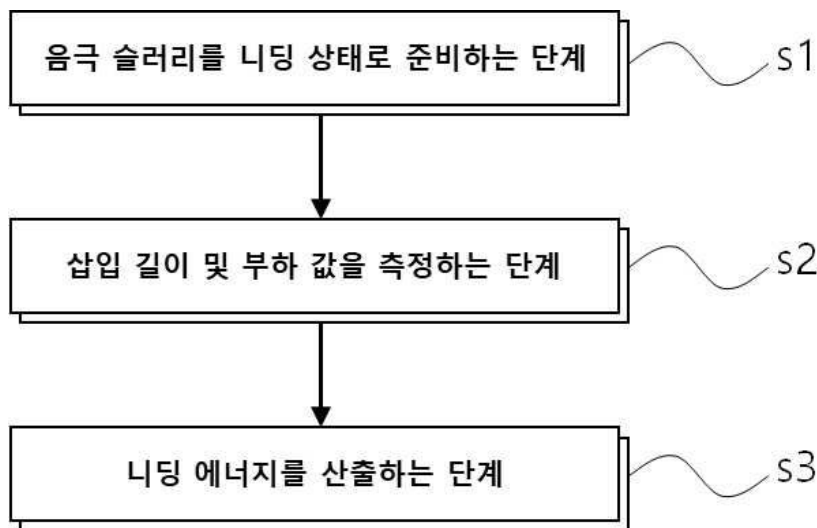
제1 예비 슬러리와 제2 예비 슬러리에서 CMC 비율	66.1/33.9	60.9/39.1
니딩 에너지[mJ]	187.9	253.7
Cobetter RK (150 $\mu$ m) 필터 통과 유무	X	0

[0076] 상기의 실시예 1의 음극 슬러리와 실시예 2의 음극 슬러리에서 니딩 에너지는 각각 187.9 mJ 및 253.7 mJ으로 산출되었으며, 더 큰 니딩 에너지를 가지는 실시예 2의 음극 슬러리는 Cobetter RK (150 $\mu$ m) 필터 통과함으로써, 더 분산이 잘된 것을 알 수 있다. Cobetter RK (150 $\mu$ m) 필터는 전극 생산 시 불량을 야기할 수 있는 150 $\mu$ m 이상의 뭉친 입자를 걸러내는 것으로, 니딩 에너지 산출을 통해서, 실시예 1과 같은 음극 슬러리를 사전에 스크리닝 할 수 있다.

[0078] 이상에서 본 발명에 따른 실시예들이 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 범위의 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 다음의 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

**도면**

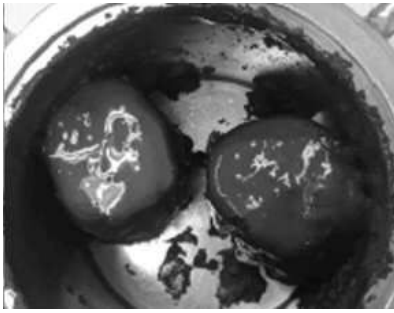
**도면1**



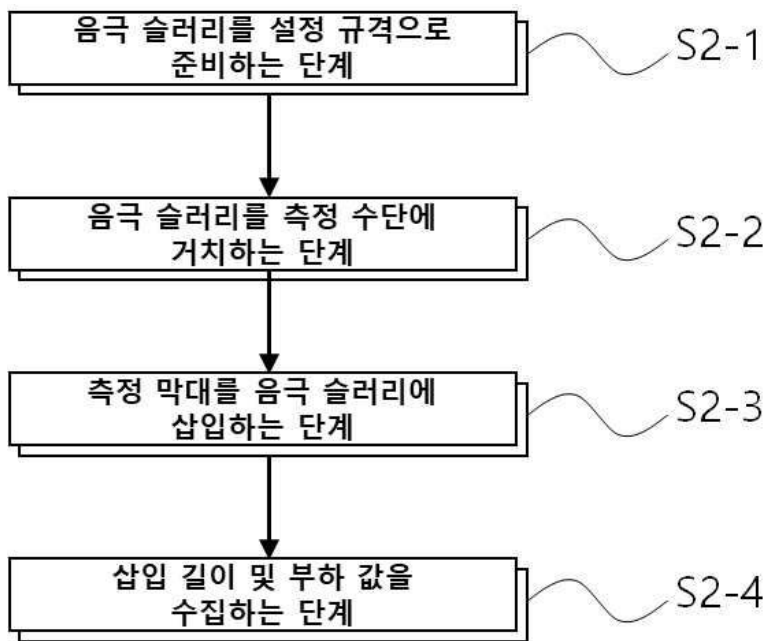
**도면2**



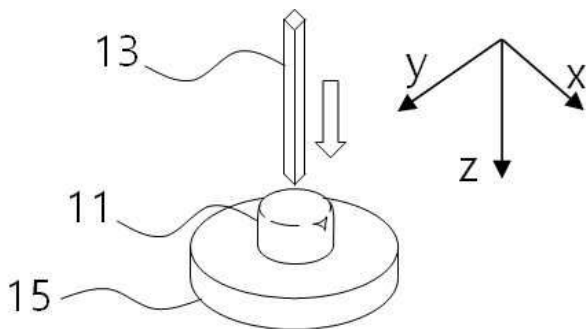
도면3



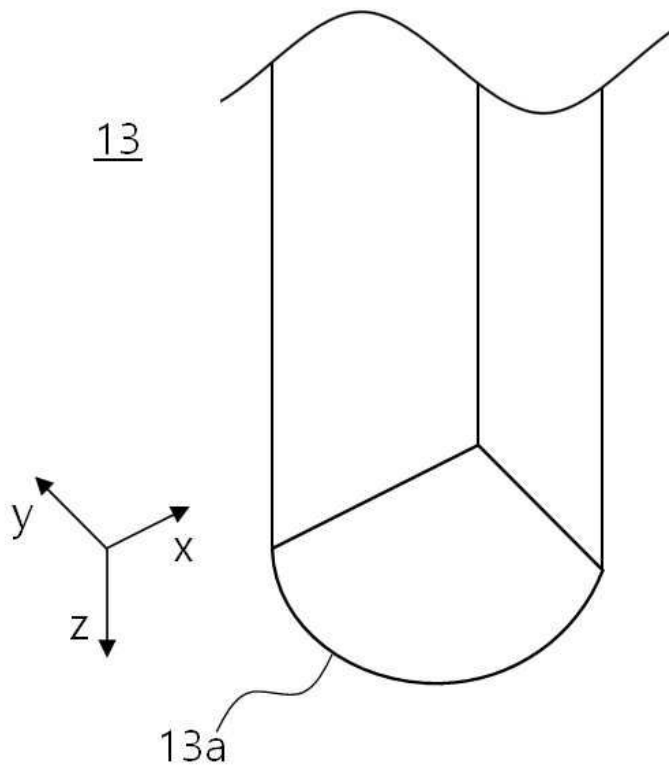
도면4



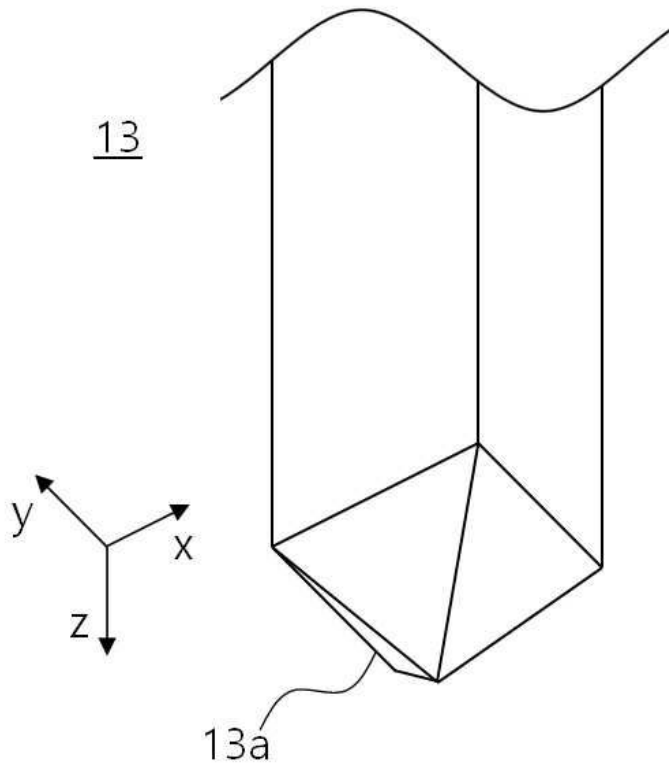
도면5



도면6



도면7



도면8

