

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0086824
(43) 공개일자 2022년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 27/02 (2006.01) G01N 27/04 (2006.01)

G01N 27/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 27/021 (2013.01)

G01N 27/028 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0176956

(22) 출원일자 2020년12월17일

심사청구일자 2020년12월17일

(71) 출원인

주식회사 엔포마레

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동) 연세대학교 공학원 216C

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

최현진

서울특별시 성북구 성북로4길 52, 206동 2105호 (돈암동, 한진아파트)

성재석

서울특별시 마포구 대흥로 175, 101동 1702호 (대흥동, 신촌그랑자이)

채영철

서울특별시 마포구 백범로 152, 201동 1301호 (공덕동, 공덕파크자이)

(74) 대리인

특허법인 수

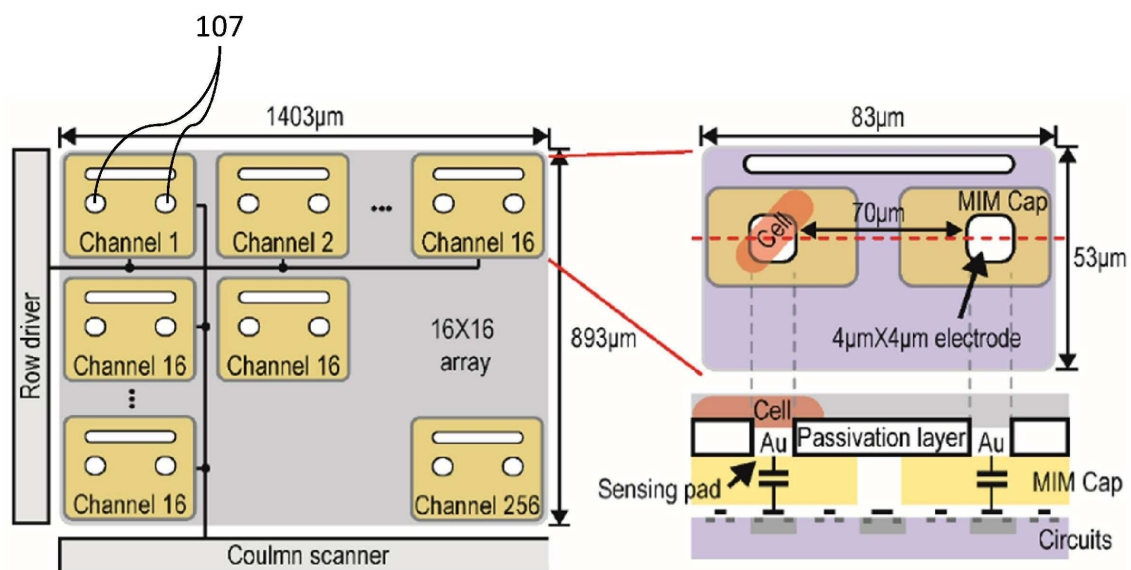
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치

(57) 요약

본 발명은 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 화학 공정의 최적화를 위한 분석장치에 있어서, 화학 공정에 사용되는 재료의 상태를 모니터링하기 위하여 전기적 신호를 감지하는 전극 소자; 및 전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 상기 재료로부터 측정되는 복수의 전극간 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 측정된 전기량간의 변위를 연산하기 위한 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치를 제공한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G01N 27/04 (2021.01)

G01N 27/22 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

화학 공정의 최적화를 위한 분석장치에 있어서,

화학 공정에 사용되는 재료의 상태를 모니터링하기 위하여 전기적 신호를 감지하는 전극 소자; 및

전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 상기 재료로부터 측정되는 복수의 전극간 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 측정된 전기량간의 변위를 연산하기 위한 제어부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전극 소자는,

베이스 기관;

상기 베이스 기관 상에 돌출된 적어도 하나의 기둥 형태이거나 평면 형태인 전극부;를 포함하며,

상기 제어부는,

상기 전극부 중 인접하는 복수의 전극부 사이의 전기량의 변화를 시간에 따라서 감지하면서, 상기 전기량이 미리 정해진 기준 이상의 변화를 보이는 경우, 전기량의 변화량을 이에 대응되는 디지털 가중치로 변환하고 디스플레이하는 것을 특징으로 하는 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전기량의 감지 또는 전기량 변위의 연산은 미리 정해진 시간 간격을 기초로 수행되는 것을 특징으로 하는 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 화학 공정의 최적화를 위한 분석장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 진행되는 화학 공정에서 원하는 물성을 갖는 제품의 제작이 가능하도록 공정을 모니터링하고, 이로부터 최적의 공정변수나 공정조건을 도출하며, 제품의 결함을 야기하는 공정상 미비점을 파악할 수 있도록 하는 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치를 제공한다.

배경 기술

[0003] 화학공정은 원료를 가지고 반응시키거나 가공함으로써 목적하는 생산물을 얻기까지 이루어지는 일련의 과정을 의미하는데, 거시적인 관점에서의 공정 플로우를 확인할 수는 있으나, 미시적인 영역에서 공정 플로우를 확인하는 것은 쉽지 않다.

[0004] 에어로겔(aerogel) 공정을 예로 들자면, 에어로겔은 공기를 의미하는 'aero'와 3차원 네트워크 구조를 의미하는 'gel'의 합성어로서, 합성시 형성된 겔구조를 그대로 유지한 상태에서 겔구조 내 액체를 공기로 치환해 얻은 고다공성 나노구조체를 의미한다.

[0005] 에어로겔 공정은 기반이 되는 매트릭스(Na_2SiO_3 , TEOS)를 이용하여 교반(stirring), 가수분해(hydrolysis), 숙성(aging), 건조(drying) 등의 과정을 거쳐 에어로겔을 제조하는 공정이다. 에어로겔 공정에서는 에어로겔을 제조하는데 소요되는 시간의 단축과, 형성된 에어로겔의 기공률(porosity)이 중요하며, 에어로겔의 실용화를 위해서는 이러한 공정변수들에 대한 개선이 필요한 실정이다. 이를 도 1에서와 같이 나타내었다.

[0006] 그러나, 에어로겔 공정의 각 단계별로 매트릭스의 화학적 상태를 모니터링하는 것이 장비의 문제나 솔루션의 문제로 인하여 실제로는 용이하지 않은 문제점이 있다. 이러한 문제점은 비단 에어로겔 공정 뿐 아니라, 대부분의 화학공정이 가지고 있는 문제점이며, 향후에는 시행착오를 줄이고, 보다 완성도 높은 제품을 제조하기 위한 새로운 방안의 모색이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 화학 공정에서 공정 진행 중 필요한 공정의 최적화를 가능하도록 하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 전극간 전기량의 변화, 예를 들어 임피던스, 캐패시턴스, 전압, 전류 등의 전기적 미세한 변화를 정밀하게 측정하는 기술을 활용함으로써, 최적화된 화학 공정을 수행하기 위한 공정 변수 및 공정 조건을 확립하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 공정 변수나 공정 조건들에 기반하여 다양하게 도출될 수 있는 제품(결과물)을 시행착오를 최소화하면서 신속히 생산할 수 있는 시스템 또는 플랫폼을 구축하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 전술한 목적을 달성하기 위하여, 화학 공정의 최적화를 위한 분석장치에 있어서, 화학 공정에 사용되는 재료의 상태를 모니터링하기 위하여 전기적 신호를 감지하는 전극 소자; 및 전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 상기 재료로부터 측정되는 복수의 전극간 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 측정된 전기량간의 변위를 연산하기 위한 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 공정의 최적화를 위한 전극 소자가 탑재된 분석장치를 제공한다.

[0013] 상기 전극 소자는, 베이스 기관; 상기 베이스 기관 상에 돌출된 적어도 하나의 기둥 형태이거나 평면 형태인 전극부;를 포함하며, 상기 제어부는, 상기 전극부 중 인접하는 복수의 전극부 사이의 전기량의 변화를 시간에 따라서 감지하면서, 상기 전기량이 미리 정해진 기준 이상의 변화를 보이는 경우, 전기량의 변화량을 이에 대응되는 디지털 가중치로 변환하고 디스플레이하는 것이 바람직하다.

[0014] 상기 전기량의 감지 또는 전기량 변위의 연산은 미리 정해진 시간 간격을 기초로 수행되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0016] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 화학 공정에서 공정 진행 중 필요한 공정의 최적화를 가능하도록 하는 효과가 기대된다.

[0017] 또한, 본 발명은 전극간 전기량의 변화, 예를 들어 임피던스, 캐패시턴스, 전압, 전류 등의 전기적 미세한 변화를 정밀하게 측정하는 기술을 활용함으로써, 최적화된 화학 공정을 수행하기 위한 공정 변수 및 공정 조건을 확립하는 효과가 기대된다.

[0018] 본 발명은 공정 변수나 공정 조건들에 기반하여 다양하게 도출될 수 있는 제품(결과물)을 시행착오를 최소화하면서 신속히 생산할 수 있는 시스템 또는 플랫폼을 구축하는 효과가 기대된다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 에어로겔 제조공정을 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 에어로겔 제조공정으로부터 얻어진 데이터들을 이용하여 딥러닝을 수행하고 이로부터 솔젤공정의 모델을 확립하는 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 분석장치를 이용한 에어로겔 제조공정을 분석하는 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 분석장치의 전극배열을 나타내기 위한 모식도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 분석장치를 이용하여 분석대상 용액 내부의 칼슘이온의 농도별 전극의 전기량 변화를 나타내는 모식도이다.
- 도 6은 도 5에서 칼슘이온의 농도별 전극의 전기량 측정결과를 비교하여 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 에어로겔 제조공정에서 물유리에 플루오르 암모늄을 가하여 가수분해하는 과정을 포함하는 공정도이다.
- 도 8은 도 7의 가수분해 과정에서 교반 시간별로 측정값을 비교하여 나타낸 모식도이다.
- 도 9는 도 7의 가수분해 과정에서 기본 매트릭스인 물유리의 측정값을 조정하기 위하여 분석장치를 구성하는 회로의 전압을 조절하여 나타내는 모식도이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 측정장치의 모식도를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0022] 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 있는 것을 의미한다.
- [0023] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미한다.
- [0025] 이하에서는 화학공정 중 에어로겔 공정을 대표적으로 살펴보기로 한다. 그러나, 본 발명의 적용은 에어로겔 공정에만 한정되는 것이 아니며, 상태변화를 일으키는 다양한 화학공정에 제한없이 적용될 수 있다. 즉, 에어로겔(aerogel) 공정 뿐만 아니라, 석유를 정제하는 공정에도 마찬가지로 적용할 수 있고, 시간에 따른 각 화학적 상태를 정확히 확인할 수 있을 경우 최적화 공정을 통해서 기존과 다르게 비용을 획기적으로 절감할 수도 있게 된다.
- [0027] 도 2는 에어로겔 제조공정으로부터 얻어진 데이터들을 이용하여 딥러닝을 수행하고 이로부터 솔젤공정의 모델을 확립하는 과정을 나타내는 도면이다. 도시된 바와 같이, 여러 공정 단계에서 얻은 다양한 에어로겔 결과를 비지도학습(Unsupervised Learning)으로 클러스터링(clustering)하고 이를 라벨(Label)로 활용하여 각 공정 단계에서 얻어진 데이터 또한 라벨링(Labeling)하게 된다. Labeled data로 CNN(convolutional neural network)를 활용해 솔젤(sol-gel) 공정 모델을 제작할 수 있으며, 제작된 모델을 통해 다양한 공정변수에 따른 각각의 특이적인 결과물을 예측하고자 한다. 이와 같이 모델을 만들면, 보다 시행착오를 줄이면서 다양하고 개선된 에어로겔을 제조할 수 있다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 분석장치(100)를 이용한 에어로겔 제조공정을 분석하는 과정을 나타내는 도면이다. 본 발명의 분석장치(100)에서 사용하는 전극 소자는 화학적 상태(chemical state)을 디지털 데이터화할 수 있다. 전극 소자는 화학 공정에서 이루어지는 다양한 측정을 통해 방대한 양의 디지털 데이터를 획득할 수

있으며, 이는 곧 통계적으로 뿐만 아니라 응용면에서 매우 유의미한 빅데이터(Big data)화가 가능한 상태가 된다. 빅데이터는 딥러닝(Deep learning)을 통해 학습되고, 알고리즘을 도출하게 하며, 패턴을 marked(optimized condition) 패턴과 unmarked(unoptimized condition) 패턴으로 구분하여 에어로젤 공정의 화학적 상태를 분석할 수 있도록 한다. 즉, marked 패턴과 unmarked 패턴은 화학적으로 서로 다른 속성을 나타내며, 이는 예를 들어 본 발명의 측정장치에 탑재된 전극부(107)에서, 인접한 복수의 전극부(107)간 전압 등 미세한 전기량의 상대적인 차이를 의미할 수 있다. 이러한 전극부(107)간 전압의 차이로 인하여 에어로젤의 국부적인 상태의 차이와 추이를 면밀하게 파악할 수 있다. 이를 위해서는 인접 전극부(107)간 전압의 차이가 의미하는 것을 에어로젤의 다양한 고유 물성값과 매칭시키는 것이 필요할 것이다.

[0029] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 분석장치의 전극배열을 나타내기 위한 모식도이다. 예를 들어 전극 소자는 가로, 세로 1.7mm의 크기를 갖고, 1 채널당 한 쌍의 전극부(107)로 이루어지는(예를 들어 기동형 전극) 256개의 채널을 가지며 0.18 μ m의 CMOS 공정을 통해 제작될 수 있다. 또한, 예를 들어 각 채널을 이루는 전극부(107)는 입력(input) 전극과 그라운드(ground) 전극을 구비하고 있으며, 전극부(107)는 예를 들어 금(Au)으로 나머지 부분은 탄화규소를 통해 패시베이션(passivation) 되어 있다. 이와 같이 256개의 독립적인 채널은 가진 전극 소자는 채널 1부터 256까지 각각 에어로젤의 내부에 설치되어 신호를 측정하며 디지털 신호(Digital signal)를 통해 빅데이터를 만들고 딥러닝을 통한 분석이 가능하게 된다. 이를 이용해 에어로젤의 에어로젤의 화학적 공정을 측정하고 분석할 수 있다.

[0030] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 분석장치를 이용하여 분석대상 용액 내부의 칼슘이온의 농도별 전극의 전기량 변화를 나타내는 모식도이다. 도시된 바와 같이, 칼슘이온이 위치하는 전극에서의 디지털 가중치 값이 시간에 따라 증가하여 빨간색으로 표기됨을 알 수 있다. 그리고, 칼슘 이온 농도가 증가함에 따라 빨간색으로 표기되는 영역이 많아지게 된다. 즉, 칼슘의 농도를 시간에 따른 전극 위치별 디지털 가중치 값의 합으로 변환시킬 수 있음을 알 수 있다. 따라서 시간에 따른 화학공정의 변화를 디지털 값으로 변화시킬 수 있고, 화학공정의 진행 정도를 가중치 합으로 표현하여 실시간 모니터링이 가능하게 된다. 여기서 디지털 가중치값은 예를 들어 칼슘 이온 농도가 기준치 이상인 경우에는 1, 기준치 이하인 경우에는 0을 부여하기로 할 때, 1에 해당하는 값을 의미한다.

[0031] 도 6은 도 5에서 칼슘이온의 농도별 전극의 디지털 가중치 값의 합을 그래프로 나타낸 것이다. 이를 통하여, 화학공정 진행의 거시적, 미시적 상태, 특히 미시적 상태를 수치로 파악할 수 있다.

[0032] 도 7은 에어로젤 제조공정에서 물유리에 플루오르 암모늄을 가하여 가수분해하는 과정을 포함하는 공정도이다. 본 공정은 통상적인 에어로젤 공정이므로, 구체적인 설명은 생략할 수 있으나, 본 발명의 측정장치에 의한 측정 대상인 가수분해된 물유리 공정은 공정은, 매트릭스인 물유리에 플루오르화 암모늄을 미리 정해진 농도만큼 첨가하여 교반함으로써 가수분해를 실시하는 것이다.

[0033] 도 8은 도 7의 가수분해 과정(박스로 구분한 부분)에서 교반 시간별로 측정값을 비교하여 나타낸 모식도이다. 이는 도 5와 같이 화학공정의 진행상태를 디지털 가중치 값으로 환산하여 2D 상으로 표현될 수 있음을 의미한다. 여기서 average activation count는 디지털 가중치 1값을 부여한 횟수의 평균값을 의미한다.

[0034] 그러나, 이 경우 시간에 따른 전압 등의 전기량 변화값의 threshold 값을 너무 미세하게 설정하고 있어, 약간의 전기량 변화에도 디지털 가중치인 1로 인식함으로써 초기 공정상태에서도 모두 높은 디지털 가중치 값으로 표현되는 문제가 있음을 알 수 있다. 따라서, 전체 공정을 고려하여 디지털 가중치인 1로 인식하는 threshold 값을 조정할 필요가 있게 된다. 여기서는 threshold값을 다소 높이는 방향으로 하였다. 예를 들어 전기량의 변화가 1만큼인 경우 디지털 가중치 1을 부여하였다면, 전기량의 변화가 2만큼인 경우 디지털 가중치 1을 부여하는 것으로 함으로써, threshold 값을 상향시키도록 하였다. 여기서 디지털 가중치는 반드시 1일 필요는 없다.

[0035] 도 9는 도 7의 가수분해 과정에서 기본 매트릭스인 물유리의 측정값을 조정하기 위하여 분석장치(100)를 구성하는 시간에 따라 변화하는 회로의 전압 등의 미세한 전기량 변화 threshold 값을 조절하여 나타내는 모식도이다. 즉, 상태 변화를 나타내는 threshold 값을 너무 미세하지 않게 조정할수록 상태변화를 나타내는 디지털 가중치값이 낮아짐을 볼 수 있다. 따라서 전체 화학공정을 고려해서 이러한 threshold 값을 조정할 경우 원하는 변화 부분을 디지털 값으로 변환하여 모니터링 할 수 있음을 알 수 있다.

[0036] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 측정장치의 모식도를 나타낸 것이다. 본 발명의 중금속 측정장치는 다음과 같이 구성된다.

[0037] 첫째, 무선으로 전력을 전송받을 수 있고, 화학공정에서 사용된 원료의 상태변화를 모니터링하기 위하여 원료내

에 삽입된 측정장치에서, 무선으로 전력을 전송받는 전력 수신 전극과 전극에서 측정된 전기적 변화량을 서버 또는 단말기에 무선으로 전달하기 위한 무선 통신 전극이 일체로 탑재되거나 구분되어 탑재된 기판이 제공될 수 있다. 여기서, 전기량의 변화는 전압량, 전류량, 임피던스, 캐패시턴스 등의 전기량 변화를 의미하며, 전기량은 전극 양단간에 측정될 수 있는 모든 특성값을 포함한다.

[0038] 또한, 여기서 기판은 단일의 기판이며, 여기에 전력 수신 전극과 무선 통신 전극이라는 기능적으로 구분되는 두 개의 작동모듈이 탑재된다. 다만, 두 개의 작동모듈은 하나의 작동모듈 내에 듀얼 기능이 구현되도록 할 수도 있으며, 기판을 각각 구분하여 각각의 작동모듈이 별개의 모듈로 구성되도록 할 수도 있다.

[0039] 즉, 기판과 전극 기반 모듈의 구성은 모든 예가 가능하다.

[0040] 전력 수신 전극은 측정장치의 작동을 위한 전력을 무선으로 수신하기 위한 전극이며, 무선 통신 전극은 제어부(101)로부터 서버로 전송하기 위한 데이터를 신호의 형태로 전달하기 위한 전극, 예를 들면 안테나이다.

[0041] 둘째, 화학공정의 변화를 측정하기 위한 전기적 신호를 전달하는 전극 소자를 구성할 수 있는데, 전극 소자에는 복수의 전극부(107)(전극으로 약칭할 수 있음)가 구성되고, 여기에 전력이 공급되면 두개의 전극부(107) 사이에 존재하는 매질에 따른 전기량의 미세한 변화를 측정하는데, 화학공정 변화 측정을 위한 기본 원리가 된다.

[0042] 셋째, 전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 화학공정 대상 원료의 공정 진행과정에서 측정되는 전극간 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 측정된 전기량간의 변위를 연산하기 위한 제어부(101)가 구성된다. 제어부(101)에는 연산을 위한 연산모듈이 포함될 수 있으며, 연산모듈이 별도의 서버(예를 들어, 클라우드 또는 엣지 클라우드 서버 등)에 탑재될 수도 있다.

[0043] 여기서, 상기 전극 소자는, 베이스 기판(105), 상기 베이스 기판(105) 상에 돌출되는 적어도 하나의 기둥 형태이거나, 평면형태의 전극부(107)를 포함한다.

[0044] 본 발명에 의한 측정장치에서 이루어는 전기량의 감지 또는 전기량 변위의 연산은 정해진 시간 간격을 기초로 수행될 수 있으며, 시간 간격을 기초로 감지된 전기량이나 연산된 전기량의 변위가 실시간으로 서버나, 인근의 수신가능한 단말기로 전송된다. 이로써 빅데이터를 생성할 수 있으며, 에어로겔 공정으로 대표되는 각종 화학공정에서의 미시적 변화를 모니터링할 수 있다. 여기에 본 발명에 따른 측정장치의 의의가 존재한다.

[0046] 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술사상의 범위에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

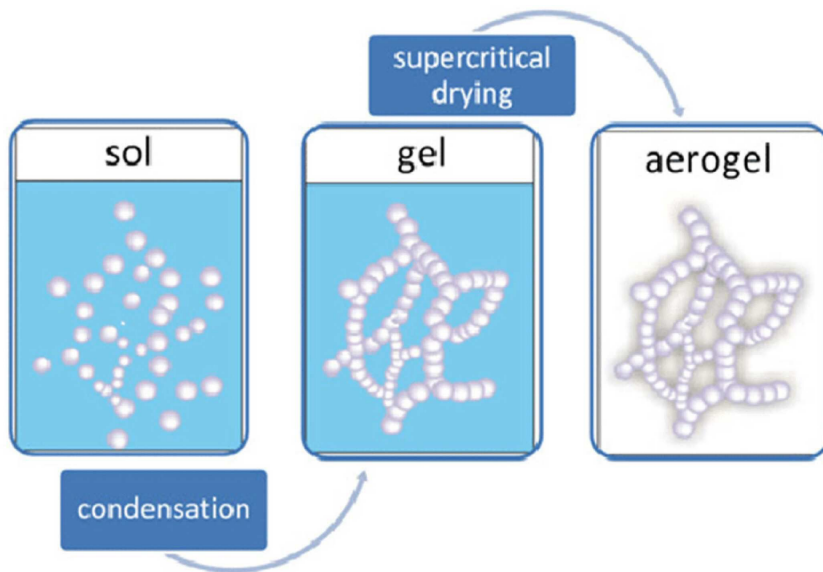
부호의 설명

[0048] 100 : 분석장치 101 : 제어부

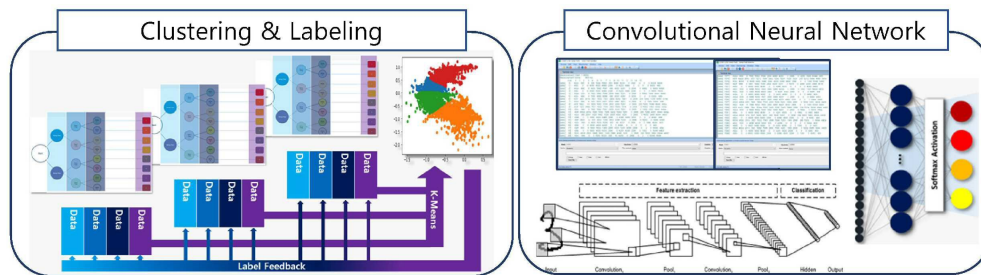
105 : 베이스 기판 107 : 전극부

도면

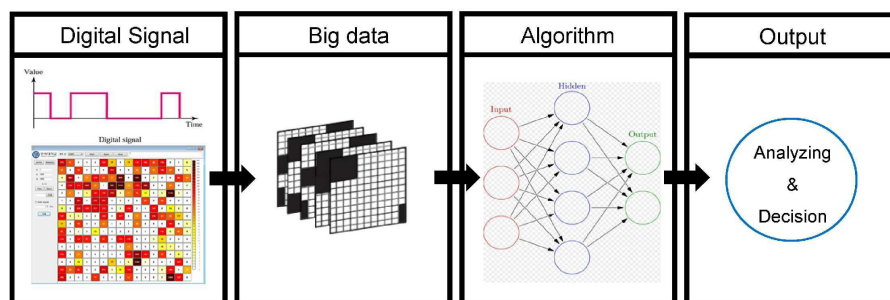
도면1



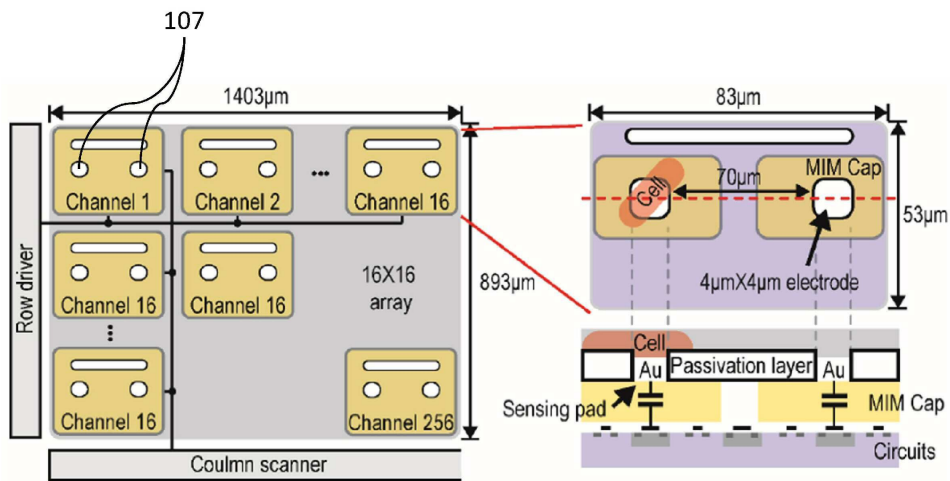
도면2



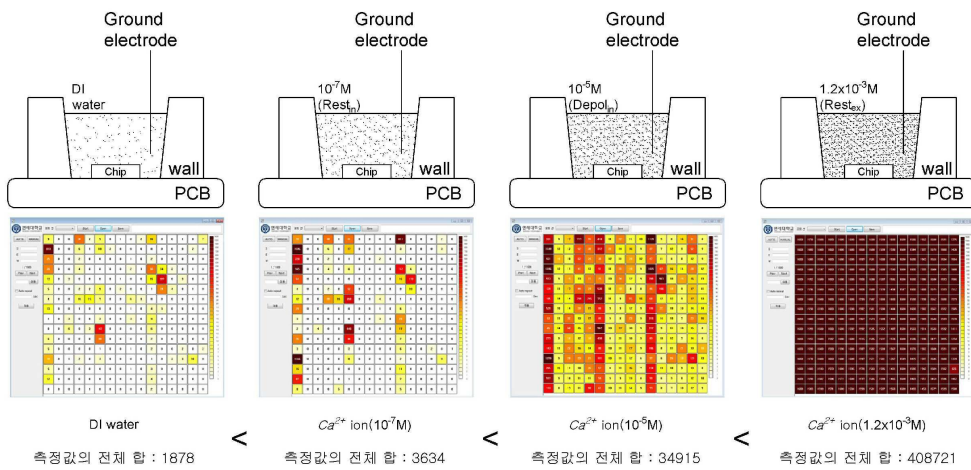
도면3



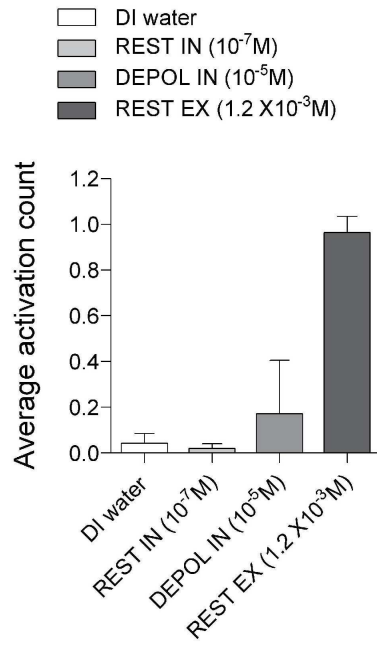
도면4



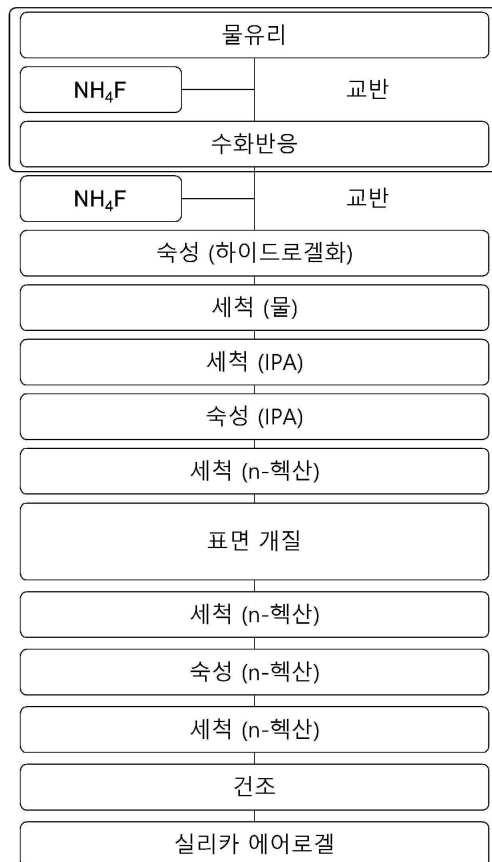
도면5



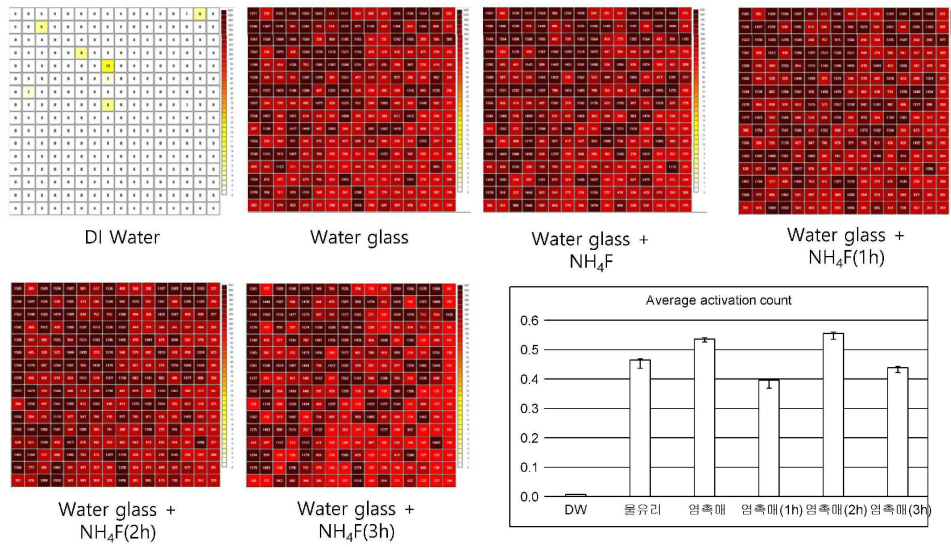
도면6



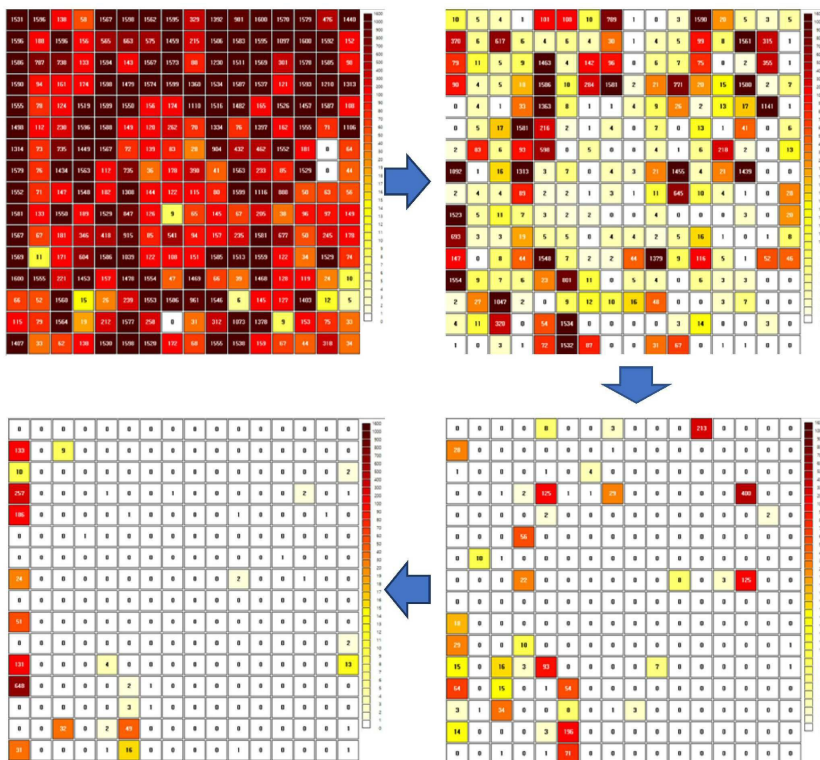
도면7



도면8



도면9



도면10

