



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0097249
(43) 공개일자 2012년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0016727

(22) 출원일자 2011년02월24일

심사청구일자 2011년02월24일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

이민옥

서울특별시 성북구 안암로9가길 71 (안암동5가)

강동균

서울특별시 노원구 중계4동 염광아파트 104동
1001호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

홍동우

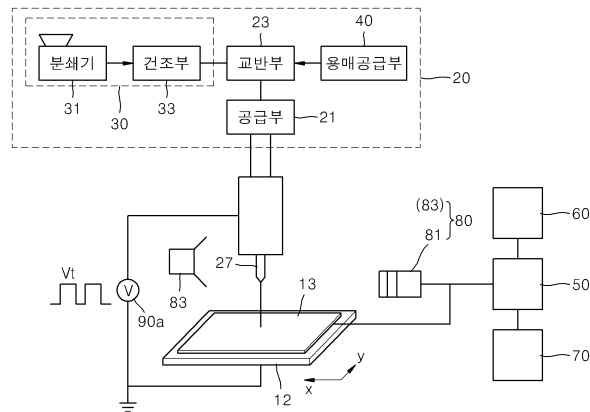
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 이를 사용한 그리드 전극 제조 방법

(57) 요약

본 발명은, 태양전지 기판이 배치되는 기판 스테이지; 상기 기판 스테이지로 금속 파우더를 포함하는 금속 파우더 용액의 금속 파우더 액적을 상기 태양전지 기판으로 토출하여 상기 태양전지 기판 상에 그리드 전극을 형성하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 금속 파우더 용액을 공급하는 금속 파우더 공급부를 구비하는 금속 파우더 공급 유니트; 상기 노즐과 상기 기판 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 및 상기 금속 파우더 공급부에 용액 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 태양전지 그리드 전극 제조 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

윤석구

서울특별시 강남구 삼성로69길 39-4 (대치동)

김동환

서울특별시 용산구 이촌로 347, 2동 201호 (서빙고동, 신동아아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지;

상기 기관 스테이지로 금속 파우더를 포함하는 금속 파우더 용액의 금속 파우더 액적을 상기 태양전지 기관으로 토출하여 상기 태양전지 기관 상에 그리드 전극을 형성하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 금속 파우더 용액을 공급하는 금속 파우더 공급부를 구비하는 금속 파우더 공급 유니트;

상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 및

상기 금속 파우더 공급부에 용액 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 금속 파우더 공급 유니트는 상기 금속 파우더를 제공하는 금속 파우더 제공부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 금속 파우더 제공부는:

입력되는 금속 재료를 분쇄하는 금속 파우더 분쇄기와,

상기 금속 파우더 분쇄기로부터 분쇄된 금속 파우더를 사전 설정된 환경 하에서 건조시키는 금속 파우더 건조부를 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 금속 파우더 공급부는:

상기 금속 파우더를 제공하는 금속 파우더 제공부와,

상기 금속 파우더와 혼합되어 상기 금속 파우더 용액을 형성하는 파우더 용매를 공급하는 용매 공급부와,

상기 금속 파우더 제공부로부터 제공되는 상기 금속 파우더 및 상기 용매 공급부로부터 제공되는 상기 파우더 용매를 혼합하는 교반부와,

상기 교반부로부터 혼합된 상기 금속 파우더 용액을 상기 노즐로 공급하는 용액 공급부를 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 교반부는:

상기 금속 파우더와 상기 파우더 용매가 공급되는 교반부 하우징과,

상기 교반부 하우징에 배치되어 상기 교반부 하우징 내에서 혼합된 상기 금속 파우더 용액 중 상기 금속 파우더의 부유 상태를 감지하는 교반부 부유 검출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치.

청구항 6

태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 기관 스테이지로 금속 파우더를 포함하는 금속 파우더 용액의 금속 파우더 액적을 상기 태양전지 기관으로 토출하여 상기 태양전지 기관 상에 그리드 전극을 형성하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 금속 파우더 용액을 공급하는 금속 파우더 공급부를 구비하는 금속 파우더 공급 유닛; 상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 및 상기 금속 파우더 공급부에 용액 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치를 제공하는 제공 단계와,

상기 금속 파우더를 준비 제공하는 금속 파우더 제공 단계와,

상기 금속 파우더와 함께 상기 금속 파우더 용액을 형성하는 파우더 용매를 교반시키는 교반 단계와,

상기 금속 파우더 용액의 액적을 상기 태양전지 기관으로 분사시켜 그리드 전극을 형성하는 그리드 전극 형성 단계를 구비하는 태양전지 그리드 전극 제조 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 금속 파우더 공급 유닛에는 상기 금속 파우더 제공부가 구비되고, 상기 금속 파우더 제공부에는 입력되는 금속 재료를 분쇄하는 금속 파우더 분쇄기 및 상기 금속 파우더 분쇄기로부터 분쇄된 금속 파우더를 사전 설정된 환경 하에서 건조시키는 금속 파우더 건조부가 구비되고,

상기 금속 파우더 제공 단계는:

상기 금속 파우더 분쇄기에 금속 파우더 재료가 입력되는 금속 재료 투입 단계와,

상기 금속 파우더 분쇄기에서 상기 금속 재료를 분쇄하는 분쇄 단계와,

상기 분쇄 단계에서 분쇄된 금속 파우더를 사전 설정된 환경 하에서 건조시키는 건조 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지 그리드 전극 제조 방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 교반 단계는:

상기 금속 파우더 공급 유닛의 교반부에 구비되는 교반부 하우징에 상기 금속 파우더와 상기 파우더 용매를 제공하여 혼합하는 혼합 단계와,

상기 교반부 하우징에 배치되는 교반부 부유 검출부가 상기 금속 파우더 용액 내 상기 금속 파우더의 부유 상태를 감지하는 부유량 검출 단계와,

상기 금속 파우더의 부유량 및 상기 제어부와 연결되는 저장부에 사전 설정되어 저장된 사전 설정 부유량을 비교하여 현재 상기 금속 파우더 용액의 혼합 상태를 판단하는 교반 실행 판단 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지 그리드 전극 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지 제조 장치 및 이를 이용한 제조 방법에 관한 것으로, 미세한 그리드 전극을 구비하는 태양전지의 제조 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존 태양전지 그리드 전극 형성을 위한 방법으로는 진공 공정으로 스퍼터링, Thermal evaporation, CVD, PVD 등 비용과 시간이 많이 필요한 공정이 대부분이었다.

[0003] 이를 대체하기 위한 방식으로 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅 방식 등이 제시되었으나, 종래 기술에 따른 스크린 프린팅의 접촉 방식 과 잉크젯 프린팅의 토출 한계는 그리드 전극 형성의 제한적인 측면으로 단점을 지녔

다.

- [0004] 즉, 도 1의 (a) 및 (b)에는 종래 기술에 따른 스크린 프린팅 방식의 전극 형성 과정이 도시되는데, 스크린 프레임(2)에 형성된 스크린(3)을 기관(1)의 대응되는 위치에 배치시킨다. 그런 후, 스크린 관통구(4)가 형성된 스크린(3)의 일면 상에 페이스트(6)를 배치한 수 스퀴즈(5)를 사용하여 도면상 좌측으로부터 우측으로 수직 가압력을 인가한 상태에서 이동시킴에 따라 페이스트(6)는 기관(1)의 일면 상에 도선(6b)을 형성한다. 이와 같은 스크린 프린팅 방식은 종래의 다른 기술인 포토리소그래피 방식에 비해 상온 상압에서의 제조를 가능하게 하여 제조 시간 및 제조 원가 측면에서 현저한 우수성을 지닌다는 장점이 있었다.
- [0005] 하지만, 도 2에 도시된 바와 같이, 종래의 스크린 프린팅 방식의 경우 기관(1)의 일면 상에 형성된 도선(6b)은 최고 높이(h1)를 구비하는 중앙부 대비 좌우 양측의 스프레딩 영역(As)에 대하여 최고 높이(h1) 대비하여 낮은 높이(h2)를 구비함으로써 종횡비가 상당히 낮아 도선을 통한 전도성을 현저하게 감소시키거나 또는 스프레딩 영역의 증대로 인하여 태양전지의 수광 면적을 감소시켜 셰이딩 손실을 증대시키고 이로 인하여 태양전지의 효율을 저하시키는 문제점이 수반된다.
- [0006] 또한, 종래 기술에 따른 압력 토출 방식의 잉크젯 프린팅의 경우 토출되는 액적의 기관 상에서 균일한 종횡비를 구비하나, 전극의 미세 공정을 위하여 작은 액적을 토출하기 위하여 노즐 사이즈가 미세하여야 한다. 하지만, 이러한 노즐 사이즈의 감소에는 MEMS 공정 상의 한계가 존재하거나 또는 가능하다 하더라도 비용 증가가 상당하다는 문제점이 수반되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 마이크로 단위의 금속 파우더를 사용 가능하고, 이를 통한 미세 그리드 전극을 형성할 수 있는 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 태양전지 그리드 전극 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 기관 스테이지로 금속 파우더를 포함하는 금속 파우더 용액의 금속 파우더 액적을 상기 태양전지 기관으로 토출하여 상기 태양전지 기관 상에 그리드 전극을 형성하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 금속 파우더 용액을 공급하는 금속 파우더 공급부를 구비하는 금속 파우더 공급 유니트; 상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 및 상기 금속 파우더 공급부에 용액 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치를 제공한다.
- [0009] 상기 태양전지 그리드 전극 제조 장치에 있어서, 상기 금속 파우더 공급 유니트는 상기 금속 파우더를 제공하는 금속 파우더 제공부를 더 구비할 수도 있다.
- [0010] 상기 태양전지 그리드 전극 제조 장치에 있어서, 상기 금속 파우더 제공부는: 입력되는 금속 재료를 분쇄하는 금속 파우더 분쇄기와, 상기 금속 파우더 분쇄기로부터 분쇄된 금속 파우더를 사전 설정된 환경 하에서 건조시키는 금속 파우더 건조부를 구비할 수도 있다.
- [0011] 상기 태양전지 그리드 전극 제조 장치에 있어서, 상기 금속 파우더 공급부는: 상기 금속 파우더를 제공하는 금속 파우더 제공부와, 상기 금속 파우더와 혼합되어 상기 금속 파우더 용액을 형성하는 파우더 용매를 공급하는 용매 공급부와, 상기 금속 파우더 제공부로부터 제공되는 상기 금속 파우더 및 상기 용매 공급부로부터 제공되는 상기 파우더 용매를 혼합하는 교반부와, 상기 교반부로부터 혼합된 상기 금속 파우더 용액을 상기 노즐로 공급하는 용액 공급부를 구비할 수도 있다.
- [0012] 상기 태양전지 그리드 전극 제조 장치에 있어서, 상기 교반부는: 상기 금속 파우더와 상기 파우더 용매가 공급되는 교반부 하우징과, 상기 교반부 하우징에 배치되어 상기 교반부 하우징 내에서 혼합된 상기 금속 파우더 용액 중 상기 금속 파우더의 부유 상태를 감지하는 교반부 부유 검출부를 구비할 수도 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 일면에 따르면, 본 발명은 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 기관 스테이지로 금속 파우더를 포함하는 금속 파우더 용액의 금속 파우더 액적을 상기 태양전지 기관으로 토출하여 상기 태양전지 기관 상에 그리드 전극을 형성하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 금속 파우더 용액을 공급하는 금속 파우더 공급부를 구비하는 금속 파우더 공급 유니트; 상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 및 상기 금속 파우더 공급부에 용액 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호

호를 인가하는 제어부를 구비하는 태양전지 그리드 전극 제조 장치를 제공하는 제1 단계와, 상기 금속 파우더를 준비 제공하는 금속 파우더 제1 단계와, 상기 금속 파우더와 함께 상기 금속 파우더 용액을 형성하는 파우더 용매를 교반시키는 교반 단계와, 상기 금속 파우더 용액의 액적을 상기 태양전지 기판으로 분사시켜 그리드 전극을 형성하는 그리드 전극 형성 단계를 구비하는 태양전지 그리드 전극 제조 방법을 제공한다.

[0014] 상기 태양전지 그리드 전극 제조 방법에 있어서, 상기 금속 파우더 공급 유니트에는 상기 금속 파우더 제1 단계가 구비되고, 상기 금속 파우더 제1 단계에는 입력되는 금속 재료를 분쇄하는 금속 파우더 분쇄기 및 상기 금속 파우더 분쇄기로부터 분쇄된 금속 파우더를 사전 설정된 환경 하에서 건조시키는 금속 파우더 건조부가 구비되고, 상기 금속 파우더 제1 단계는: 상기 금속 파우더 분쇄기에 금속 파우더 재료가 입력되는 금속 재료 투입 단계와, 상기 금속 파우더 분쇄기에서 상기 금속 재료를 분쇄하는 분쇄 단계와, 상기 분쇄 단계에서 분쇄된 금속 파우더를 사전 설정된 환경 하에서 건조시키는 건조 단계를 구비할 수도 있다.

[0015] 상기 태양전지 그리드 전극 제조 방법에 있어서, 상기 교반 단계는: 상기 금속 파우더 공급 유니트의 교반부에 구비되는 교반부 하우징에 상기 금속 파우더와 상기 파우더 용매를 제공하여 혼합하는 혼합 단계와, 상기 교반부 하우징에 배치되는 교반부 부유 검출부가 상기 금속 파우더 용액 내 상기 금속 파우더의 부유 상태를 감지하는 부유량 검출 단계와, 상기 금속 파우더의 부유량 및 상기 제어부와 연결되는 저장부에 사전 설정되어 저장된 사전 설정 부유량을 비교하여 현재 상기 금속 파우더 용액의 혼합 상태를 판단하는 교반 실행 판단 단계를 구비할 수도 있다.

발명의 효과

[0016] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 태양전지 그리드 전극 제조 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0017] 첫째, 본 발명에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 태양전지 그리드 전극 제조 방법은, 정전기 방식을 통하여 고가의 노즐의 미세화를 수반하지 않더라도 작은 크기의 금속 파우더 용액의 액적 토출을 가능하게 하여 미세 그리드 전극 형성을 가능하게 하여 태양전지의 효율 증대 및 제조 원가 절감을 이룰 수 있다.

[0018] 둘째, 본 발명에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 태양전지 그리드 전극 제조 방법은, 정전기 방식을 통하여 고가의 미세 노즐을 불필요하게 함으로써 마이크로 사이즈의 금속 파우더를 포함하는 액적의 미세 토출을 가능하게 하여 재료 원가를 현저하게 저감시켜 생산 원가를 절감시킬 수도 있다.

[0019] 셋째, 본 발명에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 태양전지 그리드 전극 제조 방법은, 간단한 비접촉식 그리드 전극 형성을 가능하게 하여 보다 정밀한 미세 그리드 전극 형성이 가능하고 공정의 단순화로 인한 생산 수율을 현저하게 증대시킬 수도 있다.

[0020] 넷째, 본 발명에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 태양전지 그리드 전극 제조 방법은, 비접촉 방식의 정확한 타겟팅을 가능하게 하여 부분 단선의 경우 미세 그리드 전극의 보수를 가능하게 함으로써 불량률을 현저하게 저감시킬 수도 있다.

[0021] 본 발명은 도면에 도시된 실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 종래 기술에 따른 전극 형성 과정을 나타내는 개략적인 상태도이다.

도 2는 종래 기술에 따른 전극의 개략적인 상태도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 개략적인 상태도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 교반부의 상태도이다.

도 5는 종래 기술에 따른 액적의 토출 과정을 나타내는 상태도이다.

도 6 및 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 노즐을 통한 액적의 토출 과정을 나타내는 상태도이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치를 통한 그리드 전극의 제조 과정을 나타내는 개략적인 상태도이다.

도 9은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 방법의 개략적인 흐름도이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 방법의 금속 파우더 제공 단계의 흐름도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 방법의 교반 단계의 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 무차원화된 주파수에 따른 토출되는 액적의 크기 관계를 도시하는 선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서는 태양전지 그리드 전극 제조 장치 및 이의 제조 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0024] 도 3에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 개략적인 상태도가 도시되고, 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 교반부의 상태도가 도시되고, 도 5에는 종래 기술에 따른 액적의 토출 과정을 나타내는 상태도가 도시되고, 도 6 및 도 7에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 노즐을 통한 액적의 토출 과정을 나타내는 상태도가 도시되고, 도 8에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치를 통한 그리드 전극의 제조 과정을 나타내는 개략적인 상태도가 도시되고, 도 9에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 방법의 개략적인 흐름도가 도시되고, 도 10에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 방법의 금속 파우더 제공 단계의 흐름도가 도시되고, 도 11에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 방법의 교반 단계의 흐름도가 도시되고, 도 12에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치의 무차원화된 주파수에 따른 토출되는 액적의 크기 관계를 도시하는 선도가 도시된다.
- [0025] 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치(10)는 기관 스테이지(12)와, 금속 파우더 공급 유닛(20)와, 전압 공급부(90a)와, 제어부(50)를 포함하는데, 기관 스테이지(12)는 비진공 상온 상에 배치된다. 기관 스테이지(12)의 일면 상에는 태양전지 기관(13)이 배치된다. 기관 스테이지(12)는 본 실시예에서 X-Y-Z축으로 가동을 이루는 스테이지로 구성되는데, 기관 스테이지(12)는 도 1의 화살표 방향으로 X-Y 축 이동을 이룰 수 있고, 경우에 따라 하기되는 노즐(27)과 이루는 수직 방향인 Z축으로의 이동을 이룰 수도 있다. 기관 스테이지(12)도 제어부(50)와 연결되어 제어부(50)의 스테이지 제어 신호에 따라 가동될 수 있다.
- [0026] 금속 파우더 공급 유닛(20)은 금속 파우더 공급부(20)와 노즐(27)을 포함한다. 노즐(27)은 기관 스테이지(12)로 금속 파우더를 포함하는 금속 파우더 용액의 금속 파우더 액적(droplet)을 태양전지 기관(13)으로 토출하여 태양전지 기관(13) 상에 그리드 전극을 형성하고, 금속 파우더 공급부(20)는 노즐(27)에 금속 파우더 용액을 공급한다.
- [0027] 금속 파우더 공급부(20)를 통하여 전달되는 노즐(27)에 전달되는 금속 파우더 용액은 액적 형태로 노즐(27)을 통하여 태양전지 기관(13)을 향하여 토출되는데, 금속 파우더 공급부(20)는 금속 파우더 제공부(30)와, 용매 공급부(40)와 교반부(35)와 용액 공급부(21)를 구비한다.
- [0028] 금속 파우더 제공부는 작업자에 의한 수작업으로 분쇄된 금속 파우더가 제공되는 구조를 취할 수도 있으나, 본 실시예의 금속 파우더 제공부는 제어부(50)의 제어 신호에 따라 가동되어 금속 파우더의 분쇄 및 제공을 이루는 구성요소를 기준으로 설명한다.
- [0029] 금속 파우더 제공부(30)는 금속 파우더 분쇄기(31)와 금속 파우더 건조부(33)를 구비한다. 금속 파우더 분쇄기(31)는 볼밀(ball mill) 형태로 구성되면 입력 제공되는 구리(Cu), 알루미늄(Al)과 같은 금속 재료를 분쇄하여 사전 설정된 크기, 본 실시예에서는 마이크로 사이즈의 금속 파우더로 분쇄한다. 물론 제공되는 금속 파우더는 나노 사이즈의 금속 파우더를 사용할 수도 있고, 마이크로 사이즈 단위의 금속 파우더가 사용될 수도 있는 등 폭 넓은 재료 사이즈 선택을 이룰 수 있다.
- [0030] 금속 파우더 건조부(33)는 금속 파우더 분쇄기(31)에서 분쇄된 금속 파우더를 입력받아 이를 사전 설정된 조건 하에서 건조 과정을 실시한다. 금속 파우더 건조부(33)에서 수분이 제거된 금속 파우더는 금속 파우더 유입 라인을 통하여 교반부(21)로 제공되고, 파우더 용매의 유동에 의하여 파우더 형태의 금속 파우더는 파우더 용매와 함께 노즐(27)로 전달된다.

- [0031] 용매 공급부(40)는 에탄올과 같은 파우더 용매를 제공하는데, 파우더 용매는 금속 파우더와 함께 파우더 용액을 형성한다. 용매 공급부(40)와 금속 파우더 제공부(30)는 교반부(23)와 연결되는데, 교반부(23)는 금속 파우더 제공부(30)로부터 금속 파우더를 제공받고 용매 공급부(40)로부터 파우더 용매를 제공받는다. 도 4에는 교반부(23)의 일실시예에 따른 개략적인 상태도가 도시되는데, 교반부(23)는 교반부 하우징(231)을 구비하는데, 교반부 하우징(231)은 교반부 하우징 파우더 유입 라인(231b)과 교반부 하우징 용매 유입 라인(231a)을 포함한다. 교반부 하우징 파우더 유입 라인(231b)을 통하여 교반부 하우징(231)에는 금속 파우더가 유입되고 교반부 하우징 용매 유입 라인(231a)을 통하여 에탄올과 같은 용매가 유입된다.
- [0032] 교반부 하우징(231)에는 교반부 유출 라인(231c)이 배치되는데, 교반부 유출 라인(231c)을 통하여 금속 파우더 용액이 노즐(27)로 전달된다. 도시되지는 않았으나 노즐(27)에서의 폐색을 방지하기 위하여 교반부 유출 라인(231c) 상에는 필터(미도시)가 더 구비될 수도 있다.
- [0033] 교반부 하우징(231)에는 교반 액츄에이터(233)가 배치되는데, 제어부(50)의 교반 제어 신호에 따라 가동되어 소정의 교반 기능을 실행한다.
- [0034] 또한, 본 발명의 교반부(23)에는 교반부 부유 검출부(234;234a,234b)가 구비되는데, 교반부 부유 검출부(234)는 교반부 하우징(231) 내에서 혼합된 금속 파우더 용액 중 금속 파우더의 부유 상태를 감지한다. 교반부 부유 검출부(234)에서 검출된 부유 검출 신호는 제어부(50)로 전달되는데, 이를 통하여 교반부 내 금속 파우더 용액의 침전 속도를 알 수 있고 이로부터 교반부의 작동 필요성 여부를 판단할 수 있고, 경우에 따라 금속 파우더 제공부의 금속 파우더 분쇄기의 반복적 동작의 회수를 증대시키는 구조를 취할 수도 있다.
- [0035] 교반부(23)와 노즐(27) 사이에는 용액 공급부(21)가 배치되는데, 용액 공급부(21)는 소정의 펌프압이 인가되어 노즐(27)로 소정의 압력이 인가된 금속 파우더 용액을 제공할 수 있다. 제어부(50)는 용액 공급부(21)에 용액 공급 제어 신호를 인가하여 금속 파우더 용액의 공급 제어를 실행할 수 있다.
- [0036] 전압 공급부(90a)는 노즐(27)과 기관 스테이지(12) 사이에 전압을 인가하는데, 제어부(50)는 전압 공급부(90a)에 전압 인가 제어 신호를 인가하여 전압 공급부(90a)로 하여금 소정의 사전 설정된 토출 신호를 인가함으로써 용액 공급부(21)를 거쳐 노즐(27)을 통한 금속 파우더 용액의 액적을 태양전지 기관(13)으로 토출하는 과정에서 금속 파우더 용액 액적의 가속력을 증진시킬 수 있다.
- [0037] 경우에 따라 노즐(27)과 기관 스테이지(12) 사이에는 영상부(80)가 더 구비되어 노즐(27)로부터 기관 스테이지(12) 상의 태양전지 기관(13)으로 토출되어 그리드 전극을 형성하기 위한 금속 파우더 용액의 액적을 감지할 수도 있다. 영상부(80)는 영상 조명(83)과 영상 취득부(81)를 포함하는데, 영상 취득부(81)는 영상 카메라로 구현된다.
- [0038] 제어부(50)는 금속 파우더 공급 유니트(20), 보다 구체적으로 용액 공급부(21)에 용액 공급 제어 신호를 인가하고 전압 공급부(90a)에 전압 공급 제어 신호를 인가한다. 전압 공급 제어 신호를 통하여 노즐(27) 및 기관 스테이지(12) 사이에 인가되는 전압은 1kV 내지 30kV의 전압 범위를 구비한다.
- [0039] 제어부(50)는 용액 공급 제어 신호를 금속 파우더 용액에 소정의 토출압으로 노즐(27)로 금속 파우더 용액을 공급하고, 전압 공급부(90a)에 소정의 전압 인가를 통한 금속 파우더 용액의 액적의 토출압에 의한 속도보다 빠른 이동을 이루도록 하는 가속력을 배가시킬 수 있다.
- [0040] 저장부(60)는 제어부(50)와 전기적으로 연결되고 금속 파우더 용액의 부유 상태를 판단하기 위한 사전 설정 부유량 내지 사전 설정 부유 개수 등과 같은 사전 설정 데이터를 저장할 수 있고, 연산부(70)는 제어부(50)의 연산 제어 신호에 따라 소정의 연산 과정을 실행한다.
- [0041] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치(10)를 사용한 태양전지 그리드 전극 제조 방법을 설명한다.
- [0042] 본 발명에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 방법은 제공 단계(S10)와 금속 파우더 제공 단계(S20)와 분사 단계(S30)와 증착 단계(S40)를 포함한다. 제공 단계(S10)는 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 태양전지 그리드 전극 제조 장치(10)를 제공하는데, 제공 단계(S10)에서 제공되는 태양전지 그리드 전극 제조 장치(10)는 상기한 바와 대체한다.
- [0043] 금속 파우더 제공 단계(S20)에서 제어부(30)는 금속 파우더를 입력받는데, 금속 파우더는 작업자에 의하여 분쇄된 파우더가 제공될 수도 있으나 본 실시예에서는 금속 파우더 공급 유니트가 금속 파우더 제공부를 더 구

비하는 구성을 취하는 경우를 기준으로 설명한다.

- [0044] 금속 파우더 제공 단계(S20)에서 마이크로 크기의 금속 파우더가 준비 제공되는데, 금속 파우더 제공 단계(S20)는 금속 재료 투입 단계(S21)와 분쇄 단계(S23)를 포함한다. 금속 재료 투입 단계(S21)에서 금속 파우더 분쇄기(31)로 금속 재료가 입력 제공되고, 분쇄 단계(S23)에서 제어부(50)의 분쇄 제어 신호에 따라 금속 파우더 분쇄기(31)가 가동되어 금속 재료를 분쇄한다.
- [0045] 그런 후, 제어부(50)는 건조 단계(S25)를 실행하는데, 금속 파우더 분쇄기(31)에서 분쇄된 금속 파우더는 건조기(33)로 전달되어 소정의 사전 설정 환경에서의 건조 과정이 실행된다. 제어부(50)는 저장부(60)에 사전 설정된 사전 설정 데이터 중 금속 파우더의 건조 조건을 포함하는 사전 설정 환경 데이터에 기초하여 금속 파우더를 건조시키는 건조 과정을 실행한다.
- [0046] 건조 단계(S25)가 완료된 후 제어부(50)는 건조부(33)에서 건조된 금속 파우더를 교반부(21)로 전달한다. 금속 파우더 분쇄기(31)로부터 분쇄되고 건조부(33)에서 건조된 금속 파우더는 금속 파우더 유입 라인(231b)을 통하여 교반부(21)로 전달된다.
- [0047] 건조 단계(S25) 및 교반부(21)로의 금속 파우더 투입이 완료된 후 제어부(50)는 교반 단계(S30)를 실행한다. 교반 단계(S30)에서 제어부(50)는 교반부(23)에 교반 제어 신호를 인가하여 금속 파우더를 파우더 용매와 함께 교반하여 혼합한다. 경우에 따라 제어부(50)는 교반 단계에서의 교반의 적정성을 감지하고 이를 통하여 반복적 교반 작업을 실행할 수도 있다. 즉, 교반 단계(S30)는 혼합 단계(S31)와 부유량 검출 단계(S33)와 교반 실행 판단 단계(S35)를 포함할 수 있는데, 혼합 단계(S31)에서 제어부(50)는 교반부(23)의 교반 액츄에이터(233)에 교반 제어 신호를 인가하여 소정의 교반 동작을 실행하고 후속적으로 용액 공급부(21) 및 전압 공급부(90a)를 통하여 소정의 용액 공급 및 전압 공급을 실행한다. 이 과정에서 교반부(23)에서 교반된 금속 파우더 용액 중 금속 파우더의 침전 여부를 감지하여 안정적인 금속 파우더 용액을 공급하기 위하여 부유량 검출 단계(S33)를 실행한다. 즉, 부유량 검출 단계(S33)에서 제어부(50)는 교반부 부유 검출부(234)에 검출 제어 신호를 인가하여 금속 파우더 용액에 대한 소정의 부유 상태를 검출한다. 즉, 침전 속도가 빠르거나 또는 교반 중단으로 인한 침전 상태 형성이 이루어져 금속 파우더가 침전된 경우 교반부 하우징(231)의 상단에 배치되는 교반부 부유 검출부(234)로부터 금속 파우더에 의한 검출 신호가 미약하게 되는데, 이러한 검출 신호는 제어부(50)로 전달된다.
- [0048] 그런 후, 제어부(50)는 검출된 금속 파우더 용액 내 금속 파우더의 부유 상태 중 부유량(N)을 저장부(60)에 사전 설정되어 저장된 사전 설정 부유량(N_s)과 비교한다(S35). 부유량은 교반부 부유 검출부(234)에서 검출되는 금속 파우더의 개수 단위로 설정될 수도 있는데, 교반부 부유 검출부(234)는 LED 및 포토 다이오드와 같은 광센서로 구현되어 교반부 하우징의 상단에서 부유하는 금속 파우더 용액 내 금속 파우더의 부유 개수를 검출하는 구조로 형성될 수도 있다. 검출된 부유량이 사전 설정 부유량보다 적은 경우 제어부(50)는 현재 교반부(23) 내 금속 파우더 용액이 침전 상태를 형성하여 일정하고 균일한 농도의 금속 파우더 용액의 공급이 어렵다고 판단하여 교반 액츄에이터(233)에 교반 제어 신호를 인가하여 소정의 속도로 교반 동작을 실행하도록 함으로써 교반부 하우징(231) 내 금속 파우더와 파우더 용매 간의 혼합을 보다 강화할 수 있다.
- [0049] 상기과 같이 교반 단계(S30)가 완료된 후, 제어부(50)는 그리드 전극 형성 단계(S40)를 실행하기 위한 소정의 그리드 전극 형성 제어 신호를 출력한다. 즉, 그리드 전극 형성 단계(S40)에서 제어부(50)는 태양전지 기관(13)으로 금속 파우더 용액의 액적을 토출 분사하여 태양전지 기관(13) 상에 그리드 전극(14, 도 8 참조)을 형성한다. 제어부(50)는 용액 공급부(21)에 용액 공급 제어 신호를 인가하고 전압 공급부(90a)에 전압 공급 제어 신호를 인가하여 타겟인 기관 스테이지(12) 상의 태양전지 기관(13) 상으로 금속 파우더 용액 액적이 토출되고, 이 과정에서 제어부(50)는 기관 스테이지(12)에 스테이지 제어 신호를 인가형 가동시킴으로써 도 8에서와 같은 태양전지 기관(13) 상에 연속적인 그리드 전극(14)이 형성될 수 있다. 이와 같은 용액 공급 제어 신호와 전압 공급 제어 신호를 통하여 최적화된 금속 파우더 용액을 통한 그리드 전극 형성이 이루어질 수 있는데, 용액 공급 제어 신호 및/또는 전압 공급 제어 신호는 파형의 주파수, 듀티비(duty ratio) 내지 상승시간(rising time) 내지 하강시간(falling time)을 적절하게 조정되어 최적화된 전극 형성이 이루어질 수도 있고, 경우에 따라 제어부(50)는 기관 스테이지(12)의 Z축 간의 거리, 즉 노즐(27)과 태양전지 기관(13) 간의 거리를 조정하여 최적화된 그리드 전극 형성 조건을 이룰 수도 있다. 이러한 정전기 방식의 태양전지 제조 방법을 통하여 형성된 그리드 전극의 너비는 수십 나노미터에서 수백 마이크로미터 단위의 크기를 형성할 수 있다.
- [0050] 도 5 내지 도 7에는 종래 기술에 따른 압력 토출 방식의 금속 파우더 용액 액적과 본 발명에 따른 태양전지

그리드 전극 제조 장치의 노즐을 통한 금속 파우더 용액 액적의 토출 상태를 나타내는 상태도가 도시되는데, 종래의 압력 토출 방식의 경우 노즐의 토출 직경을 $dv1$ 이라 하고 토출되는 액적의 직경을 $dd1$ 이라 할 때, $dd1 > dv1$ 의 크기 관계를 형성한다. 반면, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 용액 공급부 및 전압 공급부를 통한 정전기 방식의 토출 액적의 직경을 각각 $dd2, dd3$ 라 하고 노즐의 직경을 $dv2, dv3$ 라 할 때, $dv2 > dd2$, $dv3 > dd3$ 의 크기 관계가 형성되는데, 압력 토출방식과는 달리 현저하게 감소된 직경의 금속 파우더 용액 액적이 토출되기 때문에 태양전지의 그리드 전극의 미세 프린팅이 가능하고, 제조 과정에서 금속 파우더 용액 액적의 직진성 및 타겟팅이 우수하여 보다 정확하고 안정적인 작업 환경을 형성할 수 있고 안정적인 수리 보수 작업도 가능하다.

[0051] 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전압 공급부를 통하여 공급되는 전력 주파수의 변화에 따라 액적의 크기는 다양하게 변화되는데, 무차원화된 주파수(f^*)가 증가할수록 액적의 크기($ddrop$)가 급격하게 감소되는 경향이 도시되는데, 본 발명에 따른 전압 공급부를 통하여 인가되는 전압 내지 주파수의 조절을 통하여 액적의 크기가 조정됨으로써 보다 정확하고 신속하게 선폭 조절을 이룰 수 있음으로써 선폭 대략 $200\mu m$ 대의 핑거 바아(finger bar) 뿐만 아니라 선폭 대략 $2mm$ 대의 버스 바아(bus bar) 등과 같은 다양한 선폭 범위의 그리드 전극 형성을 이룰 수 있다.

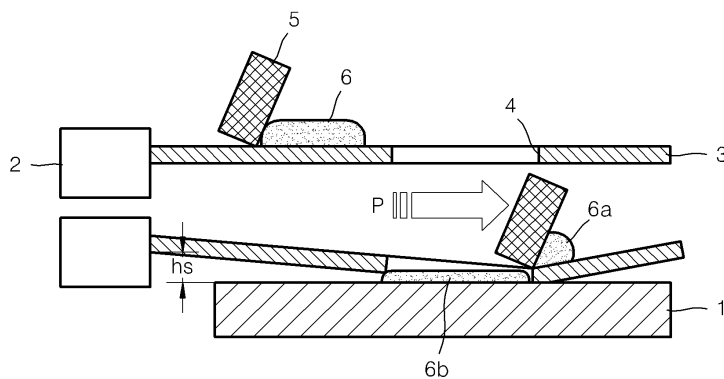
[0052] 상기 실시예들은 본 발명을 설명하기 위한 일례들로, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 태양전지의 그리드 전극을 형성하는 정전기 방식의 태양전지 그리드 전극 제조 방법 및 이를 실행하기 위한 태양전지 그리드 전극 제조 장치를 제공하는 범위에서 다양한 변형이 가능하다.

부호의 설명

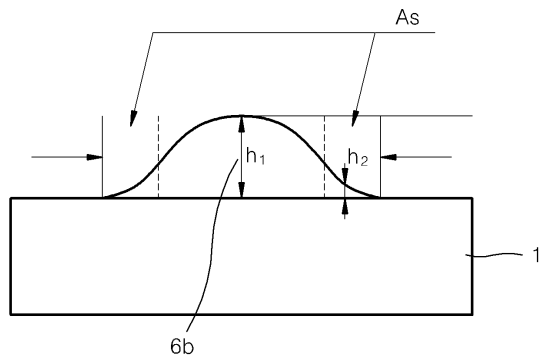
[0053]	10...태양전지 그리드 전극 제조 장치	11...챔버
	12...기관 스테이지	13...태양전지 기관
	20...금속 파우더 공급 유닛	21...교반부
	30...금속 파우더 제공부	40...파우더 용매부
	50...제어부	60...저장부
	70...연산부	

도면

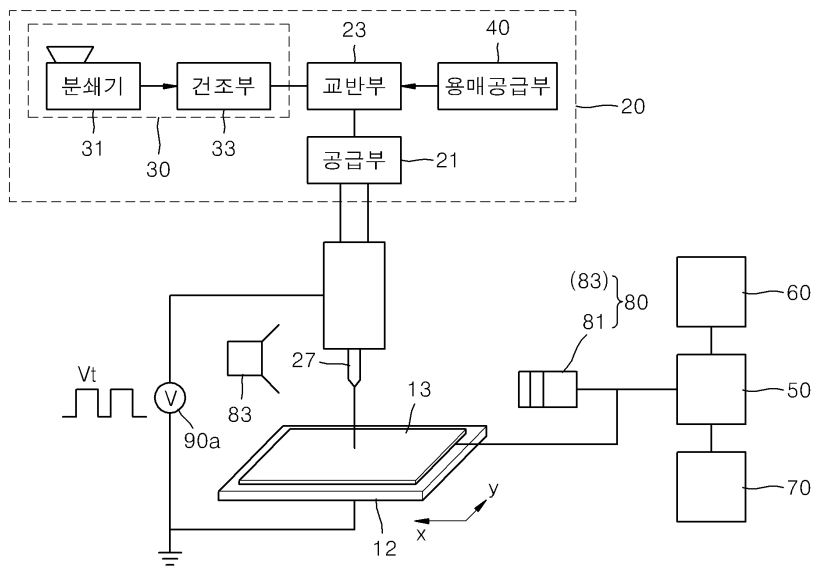
도면1



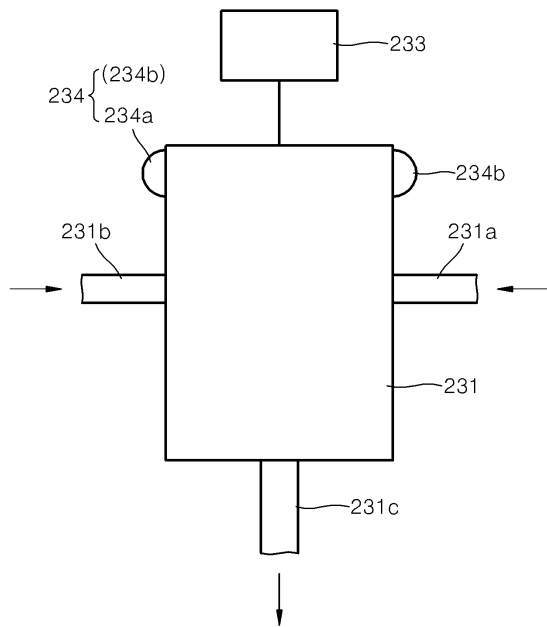
도면2



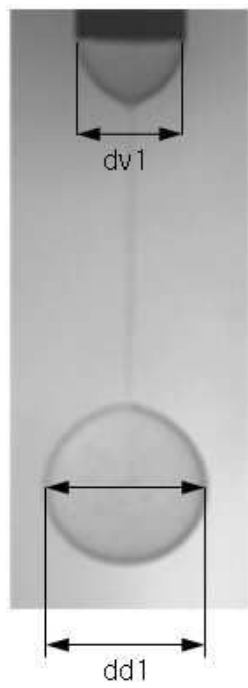
도면3



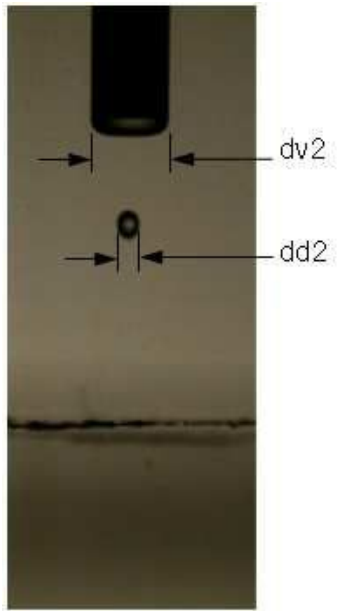
도면4



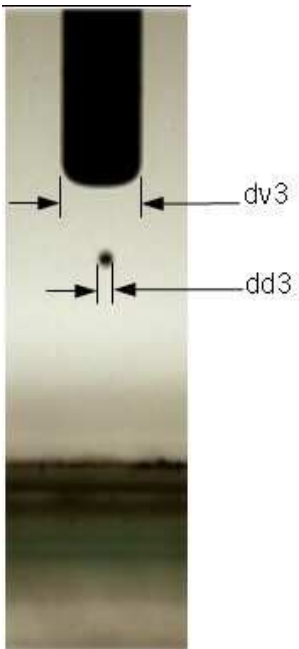
도면5



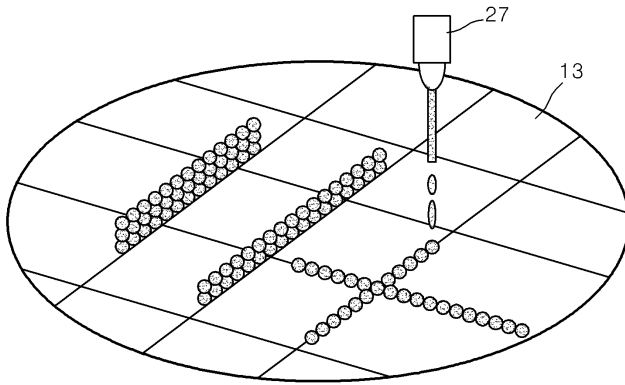
도면6



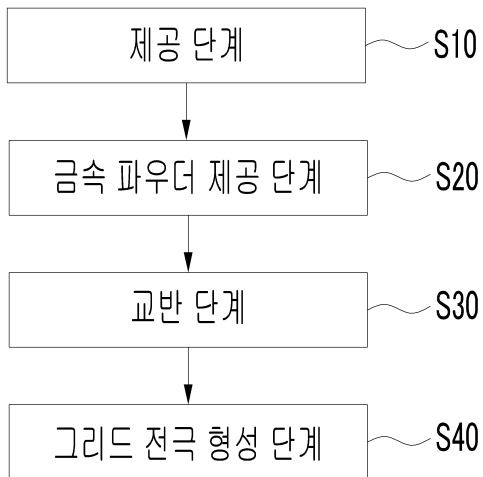
도면7



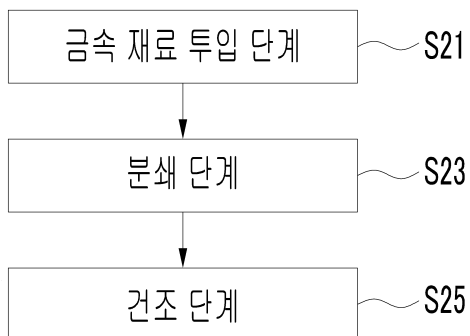
도면8



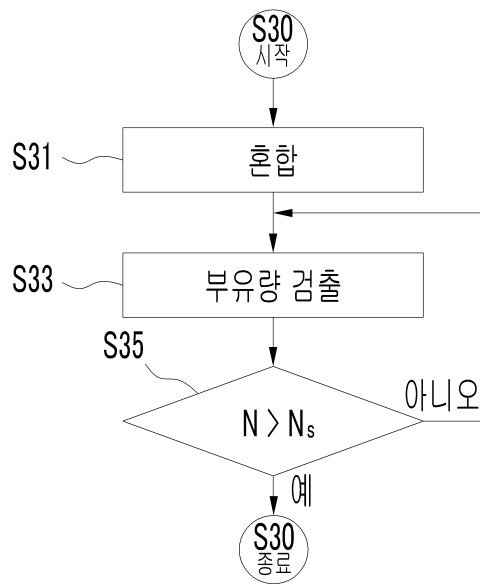
도면9



도면10



도면11



도면12

