(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월12일
(11) 등록번호 10-1682330
(24) 등록일자 2016년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H01L 21/027* (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
*H01L 21/324* (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
*H01L 21/677* (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
*H01L 21/687* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*H01L 21/0274* (2013.01)
*H01L 21/02601* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0046720
(22) 출원일자 2016년04월18일
심사청구일자 2016년04월18일
(56) 선행기술조사문헌
JP2009269000 A
KR1020120037882 A
KR1020110002690 A
KR1020130129682 A

(73) 특허권자
**서강대학교산학협력단**
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
**손기헌**
서울특별시 송파구 올림픽로35길 104, 2동 605호 (신천동, 장미아파트)
**이재원**
서울시 중랑구 상봉로20길 26 (망우동)
**강종화**
서울특별시 성북구 인촌로17가길 64, 107동 103호(안암동1가, 래미안안암아파트)
(74) 대리인
**김준현, 서현, 민복기**

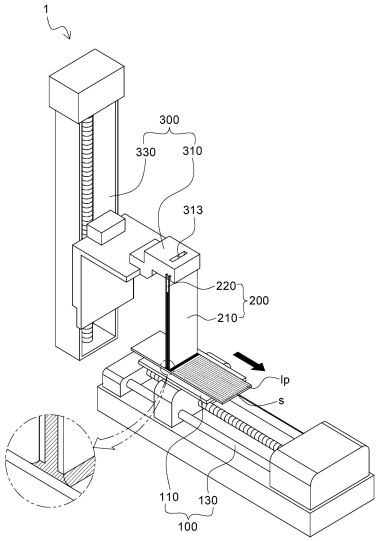
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 **미세 패턴 형성장치 및 미세 패턴 형성방법**

## (57) 요 약

본 발명은 나노입자가 혼입된 나노유체를 이용하여 정밀한 미세 패턴 형성이 가능한 미세 라인 형성장치 및 이를 이용한 미세 라인 형성방법에 관한 것이다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*H01L 21/324* (2013.01)
*H01L 21/67098* (2013.01)
*H01L 21/67712* (2013.01)
*H01L 21/67715* (2013.01)
*H01L 21/683* (2013.01)
*H01L 21/68742* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711029971
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 중견연구자지원
연구과제명 미세다상역학과 증발자기조립 기반의 설계 가능한 패턴 제작공정 개발
기 여 율 1/1
주관기관 서강대학교
연구기간 2015.12.01 ~ 2016.11.30

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

기판 상에 미세 패턴을 형성하기 위한 미세 패턴 형성장치에 있어서,

상기 기판이 거치되며, 상기 기판을 가열하기 위한 히터가 구비되는 기판 거치대 및 상기 기판 거치대를 1 ㎛/s 내지 10 ㎛/s의 속도로 수평 이송하기 위한 이송유닛이 장착되는 기판 거치부;

다수의 나노입자가 액체 상태의 유체에 혼합된 나노유체가 수용되고, 0.1 밀리미터(㎜) 내지 5.0 밀리미터(㎜) 간격 이격된 상태로 배치된 한 쌍의 격벽을 포함하며, 한 쌍의 상기 격벽의 하단에 의하여 형성된 슬릿이 하방으로 노출된 나노유체 수용부;

상기 나노유체 수용부를 수직방향으로 승강 구동하기 위한 승강 구동부; 및,

상기 기판 거치부 및 상기 승강 구동부를 제어하는 제어부;를 포함하며,

상기 기판 거치부에 거치된 기판은 상기 히터에 의하여 20도씨 내지 60도씨 범위로 가열되며, 상기 기판의 상면과 상기 나노유체 수용부의 격벽의 하단이 0.5 밀리미터(㎜) 내지 3.0 밀리미터(㎜) 간격으로 이격된 상태로 상기 나노유체 수용부에 수용된 나노유체가 한 쌍의 상기 격벽의 하단과 상기 기판의 상면 사이에서 하방으로 오목한 매니스커스를 형성한 상태에서 상기 기판 거치부를 이송시킴과 동시에 상기 나노유체 수용부가 상기 기판의 상면과 상기 나노유체 수용부의 격벽의 하단의 간격이  10 밀리미터(㎜) 이하의 범위에서 상승 후 하강되는 승강구동이 수행되어 상기 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 미세 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 격벽의 하단과 상기 기판의 상면 사이에서 형성된 하방으로 오목한 매니스커스는 한 쌍의 격벽의 하단 중 외측 모서리와 상기 기판의 상면 사이에 형성되는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 나노유체 수용부는 상기 기판이 이송되는 상태에서 7초(s) 내지 13초(s) 간격으로 승강 구동되어, 상기 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 순차적으로 복수 개의 나란한 미세 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 나노유체 수용부의 승강구동은 150 밀리초 (ms) 내지 200 밀리초(ms) 동안 상승 및 하강하고, 최고 높이에서 3 밀리초(ms) 내지 7 밀리초(ms) 동안 유지되는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기판 또는 한 쌍의 상기 격벽은 유리 재질인 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 나노유체 수용부를 구성하는 한 쌍의 상기 격벽은 수직하고 평행하게 배치되며 각각 평판 형태로 구성되는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 나노유체는 초순수와 구형 나노입자의 혼합유체인 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 나노입자의 직경은 10 나노미터(nm) 내지 500 나노미터(nm)인 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

**청구항 15**

제1항에 있어서,

상기 나노유체 중 상기 나노입자의 부피율은 $1*10^{-5}$ 내지 $1*10^{-4}$인 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 나노유체의 나노입자는 금(Au), 은(Ag), 산화알루미늄($Al_2O_3$), 실리카($SiO_2$) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

**청구항 17**

제1항에 있어서,

상기 나노유체 수용부의 승강구동시 생성되는 미세 패턴의 폭은 3 마이크로미터(㎛) 내지 30 마이크로미터(㎛)이며, 간격은 25 마이크로미터(㎛) ~ 300 마이크로미터(㎛)인 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 미세 패턴을 형성하는 나노입자는 두께방향으로 단층으로 구성되는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치.

**청구항 19**

나노유체가 수용되는 한 쌍의 격벽을 포함하는 나노유체 수용부의 나노유체가 수용된 한 쌍의 상기 격벽의 하단과 기판의 상면 사이에서 하방으로 오목한 매니스커스를 형성한 상태에서 상기 기판을 20도씨 내지 60도씨 범위의 온도로 가열하며 수평 이송하는 기판 이송단계; 및,

상기 기판 이송단계가 수행되는 과정에서 상기 나노유체 수용부를 상승 후 하강시키는 수용부 승강 구동단계;를 포함하며,

상기 기판의 상면의 매니스커스 접촉 영역 중 기판의 이송 방향으로 후방 영역에서 상기 나노유체 수용부의 상승 구동시 매니스커스 접촉이 해제되는 부분에 나노입자가 잔류되어 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 미세 패턴이 형성되고,

상기 기판 이송단계는 상기 기판과 상기 나노유체 수용부를 구성하는 격벽의 하단 사이의 간격이 0.5 밀리미터(㎜) 내지 3.0 밀리미터(㎜)인 상태로 1㎛/s 내지 10㎛/s의 속도로 이송하고,

상기 수용부 승강 구동단계는 상기 기판과 상기 나노유체 수용부를 구성하는 격벽의 하단 사이의 거리가 10밀리미터(㎜) 이하의 범위에서 상기 나노유체 수용부를 승강시키며,

상기 수용부 승강 구동단계는 7초(s) 내지 13초(s)에 한번 수행되고, 150 밀리초 (ms) 내지 200 밀리초(ms) 동안 상승 및 하강하고, 최고 높이에서 3 밀리초(ms) 내지 7 밀리초(ms) 동안 유지되도록 수행되어 상기 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 복수 개의 미세 라인을 이격시켜 형성하는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성방법.

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 미세 패턴 형성장치 및 이를 이용한 미세 패턴 형성방법에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 나노입자가 혼입된 나노유체를 이용하여 정밀한 미세 패턴 형성이 가능한 미세 패턴 형성장치 및 이를 이용한 미세 패턴 형성방법에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 최근 화학 및 생물학적 센서와 데이터 저장기술 등에 미세입자를 이용한 라인패턴 형성기술이 적용됨에 따라 미세한 입자, 예를 들면 나노입자를 이용하여 미세 패턴 또는 미세 패턴을 정밀하게 형성(또는 증착)하는 기술이 필수적이며 이를 위한 다양한 방법이 제시되고 있다.

[0003] 기존의 특정 패턴 형성 방법은 특정 패턴의 증착 대상 기판을 나노유체 용액 속에 침지한 후 코팅하는 딥코팅 공정(Deep Coating Process)이나 기판을 회전시키는 방법으로 코팅하는 스핀코팅 공정(Spin Coating Process) 등을 이용하여 기판 상에 특정 형태의 패턴이 증착되도록 한다. 그러나 전술한 공정들은 나노입자 단위의 증착 물질로 미세하게 패턴을 형성하는 것은 불가능하다.

[0004] 특히, 통상적인 증착 또는 패턴 형성 방법으로는 나노 단위의 입자들을 평면적으로 배열하여 특정 형상을 갖도

록 형성하거나 증착하는 것은 나노입자의 특성상 불가능했다.

[0005] 나노입자를 사용한 미세 패턴 형성방법에 대한 학문적 또는 산업적 요구가 증대되고 있으나 나노입자 단위를 물리적으로 제어하는 방법으로 미세 패턴을 형성하는 방법은 아직 소개된 바가 없다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 나노입자가 혼입된 나노유체를 이용하여 정밀한 미세 패턴 형성이 가능한 미세 패턴 형성장치 및 이를 이용한 미세 패턴 형성방법을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 기판 상에 미세 패턴을 형성하기 위한 미세 패턴 형성장치에 있어서, 상기 기판이 거치되며, 상기 기판을 가열하기 위한 히터가 구비되는 거치대 및 상기 기판 거치대를 미리 결정된 방향 및 속도로 수평 이송하기 위한 이송유닛이 장착되는 기판 거치부, 다수의 나노입자가 액체 상태의 유체에 혼합된 나노유체가 수용되고, 이격된 상태로 배치된 한 쌍의 격벽을 포함하며, 한 쌍의 상기 격벽의 하단에 의하여 형성된 슬릿이 하방으로 노출된 나노유체 수용부, 상기 나노유체 수용부를 수직방향으로 승강 구동하기 위한 승강 구동부 및, 상기 기판 거치부 및 상기 승강 구동부를 제어하는 제어부;를 포함하며, 상기 기판 거치부에 거치된 기판은 상기 히터에 의하여 미리 결정된 온도범위로 가열되며, 상기 기판의 상면과 상기 나노유체 수용부의 격벽의 하단이 미리 결정된 간격으로 이격된 상태로 상기 나노유체 수용부에 수용된 나노유체가 한 쌍의 상기 격벽의 하단과 상기 기판의 상면 사이에서 하방으로 오목한 매니스커스를 형성한 상태에서 상기 기판 거치부를 미리 결정된 속도로 이송시킴과 동시에 상기 나노유체 수용부가 미리 결정된 높이 상승 후 하강되는 승강 구동이 수행되어 상기 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 미세 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치를 제공할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 격벽의 하단과 상기 기판의 상면 사이에서 형성된 하방으로 오목한 매니스커스는 한 쌍의 격벽의 하단 중 외측 모서리와 상기 기판 상면 사이에 형성될 수 있다.

[0009] 이 경우, 상기 나노유체 수용부는 상기 기판이 이송되는 상태에서 미리 결정된 시간 간격으로 승강 구동되어, 상기 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 순차적으로 복수 개의 나란한 미세 패턴을 형성할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 기판이 이송되는 과정에서 상기 나노유체 수용부가 승강구동되는 미리 결정된 시간 간격은 7초(s) 내지 13초(s)일 수 있다.

[0011] 이 경우, 상기 나노유체 수용부의 승강구동은 150 밀리초 (ms) 내지 200 밀리초(ms) 동안 상승 및 하강하고, 최고 높이에서 3 밀리초(ms) 내지 7 밀리초(ms) 동안 유지될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 기판 또는 한 쌍의 상기 격벽은 유리 재질일 수 있다.

[0013] 이 경우, 상기 나노유체 수용부를 구성하는 한 쌍의 상기 격벽은 수직하고 평행하게 배치되며 각각 평판 형태로 구성될 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 격벽 사이의 이격거리는 0.1 밀리미터(㎜) 내지 5.0 밀리미터(㎜)일 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 제어부는 상기 기판 거치부에 거치된 기판이 20도씨 내지 60도씨로 유지되도록 상기 히터를 제어할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제어부는 상기 기판이 1 ㎛/s 내지 10 ㎛/s의 속도로 이송되도록 상기 기판 거치부의 이송유닛을 제어할 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 기판과 상기 나노유체 수용부를 구성하는 격벽의 하단 사이의 상기 미리 결정된 간격은 0.5 밀리미터(㎜) 내지 3.0 밀리미터(㎜)일 수 있다.

[0018] 또한, 상기 승강유닛에 의한 상기 나노유체 수용부의 승강 구동시 상기 기판과 상기 나노유체 수용부를 구성하는 격벽의 하단 사이의 거리는 10밀리미터(㎜) 이하일 수 있다.

[0019] 이 경우, 상기 나노유체는 초순수와 구형 나노입자의 혼합유체일 수 있다.

[0020] 그리고, 상기 나노유체 중 상기 나노입자의 부피율은 $1*10^{-5}$ 내지 $1*10^{-4}$일 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 나노유체의 나노입자는 금(Au), 은(Ag), 산화알루미늄($Al_2O_3$), 실리카($SiO_2$) 중 어느 하나일 수 있다.

[0022] 또한, 상기 나노입자의 직경은 10 나노미터(nm) 내지 500 나노미터(nm)일 수 있다.

[0023] 이 경우, 상기 나노유체 수용부의 승강구동시 생성되는 미세 패턴의 폭은 3 마이크로미터(㎛) 내지 30 마이크로미터(㎛)이며, 간격은 25 마이크로미터(㎛) ~ 300 마이크로미터(㎛)이고 두께방향으로 단일입자로 구성될 수 있다.

[0024] 또한, 나노유체가 수용된 한 쌍의 격벽의 하단과 기판의 상면 사이에서 하방으로 오목한 매니스커스를 형성한 상태에서 상기 기판을 미리 결정된 방향과 속도로 수평 이송하는 기판 이송단계 및, 상기 기판 이송단계가 수행되는 과정에서 상기 나노유체 수용부를 상승 후 하강시키는 수용부 승강 구동단계를 포함하며, 상기 기판 상면의 매니스커스 접촉 영역 중 기판의 이송 방향으로 후방 영역에서 상기 나노유체 수용부의 상승 구동시 매니스커스 접촉이 해제되는 부분에 나노입자가 잔류되어 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 미세 패턴이 형성되는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성방법을 제공할 수 있다.

[0025] 그리고, 상기 기판 이송단계는 이송되는 기판을 20도씨 내지 60도씨 범위의 온도로 가열하며 이송할 수 있다.

[0026] 여기서, 상기 수용부 승강 구동단계는 상기 기판 이송단계가 수행되는 동안 미리 결정된 시간 간격으로 반복 수행하여, 상기 기판의 이송방향과 수직한 방향으로 복수 개의 미세 라인을 이격시켜 형성할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 기판 이송단계는 상기 기판이 1㎛/s 내지 10㎛/s의 속도로 이송되도록 상기 기판을 이송하고, 상기 수용부 승강 구동단계는 7초(s) 내지 13초(s)에 한번 수행되고, 150 밀리초 (ms) 내지 200 밀리초(ms) 동안 상승 및 하강하고, 최고 높이에서 3 밀리초(ms) 내지 7 밀리초(ms) 동안 유지되도록 수행될 수 있다.

[0028] 이 경우, 상기 기판 이송단계는 상기 기판과 상기 나노유체 수용부를 구성하는 격벽의 하단 사이의 간격이 0.5 밀리미터(㎜) 내지 3.0 밀리미터(㎜)인 상태로 기판을 이송하며, 상기 수용부 승강 구동단계 상기 기판과 상기 나노유체 수용부를 구성하는 격벽의 하단 사이의 거리가 10밀리미터(㎜) 이하가 되도록 상기 나노유체 수용부를 승강시킬 수 있다.

## 발명의 효과

[0029] 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치 및 미세 패턴 형성방법에 의하면, 나노입자가 혼입된 나노유체를 이용하여 정밀한 미세 패턴 형성이 가능하다.

[0030] 또한, 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치 및 미세 패턴 형성방법에 의하면, 기판의 이송속도를 조절하여, 미세 패턴의 폭과 간격을 다양하게 조절할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치 및 미세 패턴 형성방법에 의하면, 형성된 미세 패턴을 나노입자 단층으로 구성이 가능하여 미세 패턴의 두께를 최소화할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치의 하나의 실시예를 도시한다.

도 2는 도 1에 도시된 미세 패턴 형성장치의 시스템 구성도를 도시한다.

도 3은 본 발명에 따른 미세 패턴 형성방법의 플로우 차트를 도시한다.

도 4는 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치의 나노유체 수용부를 구성하는 격벽과 나노유체가 메니스커스를 형성하는 과정을 도시한다.

도 5는 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치를 사용하여 기판 상에 미세 패턴을 형성하는 과정의 측면도를 도시한다.

도 6은 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치에 의하여 기판 상면에 형성된 미세 패턴의 예를 도시다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)의 하나의 실시예를 도시하며, 도 2는 도 1에 도시된 미세 패턴 형성장치(1)의 시스템 구성도를 도시한다.

[0035] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 기판(s) 상에 미세 패턴(lp)을 형성하기 위한 미세 패턴 형성장치(1)에 있어서, 상기 기판(s)이 거치되며, 상기 기판을 가열하기 위한 히터(미도시)가 구비되는 기판 거치대(110) 및 상기 기판 거치대(110)를 미리 결정된 방향 및 속도로 수평 이송하기 위한 이송유닛(130)이 장착되는 기판 거치부(100), 다수의 나노입자가 액체 상태의 유체에 혼합된 나노유체(f)가 수용되고, 평행하게 이격된 상태로 수직하게 배치된 한 쌍의 격벽(210, 220)을 포함하며, 한 쌍의 상기 격벽(210, 220)의 하단에 의하여 형성된 슬릿(sl)이 하방으로 노출된 나노유체 수용부(200) 및, 상기 나노유체 수용부(200)를 수직방향으로 승강 구동하기 위한 승강 구동부(300)(300)을 포함하며, 상기 기판 거치부(100)에 거치된 기판(s)은 미리 결정된 온도가 되도록 가열되며, 상기 기판(s)의 상면과 상기 나노유체 수용부(200)의 격벽(210, 220)의 하단이 미리 결정된 간격 이격된 상태로 상기 나노유체 수용부(200)에 수용된 나노유체(f)가 한 쌍의 상기 격벽(210, 220)의 하단과 상기 기판의 상면 사이에서 하방으로 오목한 매니스커스를 형성한 상태에서 상기 기판 거치부(100)를 미리 결정된 속도로 이송시킴과 동시에 상기 나노유체 수용부(200)가 미리 결정된 높이 상승 후 하강되는 승강구동이 수행되어 상기 기판(s)의 이송방향과 수직한 방향으로 미세 패턴(lp)을 형성하는 것을 특징으로 하는 미세 패턴 형성장치(1)를 제공한다.

[0036] 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)는 미세 라인 형성 대상 기판(s)을 미리 결정된 속도와 방향으로 이송하며 기판의 상면에 미세 패턴(lp)을 형성하는 방법을 사용한다.

[0037] 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)는 상기 기판을 가열하기 위한 히터가 구비되는 거치대(110) 및 상기 거치대(110)를 미리 결정된 방향 및 속도로 수평 이송하기 위한 이송유닛(130)이 장착되는 기판 거치부(100)를 구비한다.

[0038] 상기 기판 거치부(100)는 거치된 기판을 미리 결정된 온도로 가열하기 위한 히터(미도시)가 구비된 거치대(110)가 구비된다. 상기 거치대(110)의 히터는 후술하는 나노유체를 구성하는 액체의 증발을 돕기 위하여 상기 거치대(110)에 거치된 기판을 미리 결정된 온도 범위로 가열하는 역할을 수행한다.

[0039] 상기 거치대(110)의 히터로 거치대(110)에 거치된 기판을 가열하지만, 미리 결정된 온도 범위를 유지하기 위하여 가열되는 거치대(110) 또는 기판의 온도는 지속적으로 모니터링 되어야 한다.

[0040] 또한, 미세 패턴을 형성하기 위해서는 기판을 미리 결정된 속도로 이송하여야 하므로, 이송되는 기판의 속도 또는 시간에 따른 위치가 감지되어야 한다.

[0041] 따라서, 상기 기판 거치부(100)는 상기 히터에 의하여 가열되는 거치대(110)(또는 기판)의 온도를 측정하기 위한 온도 센서(113, 도 2)와 추가적인 정보 감지를 위한 기타 센서(115, 도 2), 예를 들면 기판의 이송속도 또는 위치정보를 감지하기 위한 센서가 구비될 수 있다.

[0042] 상기 온도 센서(115) 또는 기타 센서에 의하여 감지된 정보는 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)의 제어부(500)로 감지된 정보를 전송하며, 상기 감지된 정보 등을 참조하여 상기 제어부(500)는 상기 기판 거치부(100)의 이송유닛(130) 또는 히터 등을 제어할 수 있다.

[0043] 상기 제어부(500)는 각각 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)를 구성하는 각각의 구성들의 모니터링 또는 제어를 위하여 복수 개의 독립적인 컨트롤러를 포함하도록 구성될 수도 있다.

[0044] 상기 거치대(110)는 이송유닛(130)에 장착된다. 상기 이송유닛(130)은 상기 거치대(110)를 미리 결정된 방향과 속도로 거치대(110)에 거치된 기판을 이송하기 위하여 구비된다. 상기 거치대(110)가 장착되는 이송유닛(130)의 예는 볼스류 구동장치 또는 실린더(유압 또는 공압) 실린더 방식의 구동장치 등일 수 있으나, 이에 한정되지 않고 상기 거치대(110)가 장착된 상태에서 미리 결정된 속도와 방향으로 이송되는 구성이라면 적용이 가능하다.

[0045] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 기판은 상기 거치대(110)에 거치된 상태로 상기 이송유닛(130)에 의하여 미리 결정된 수평 방향으로 이송되며 미세 패턴(lp)을 형성하게 된다.

[0046] 도 1에 도시된 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치는 직선 라인 패턴 형태로 형성되는 것을 도시하였으나, 후술하는 나노유체 수용부를 구성하는 격벽의 형태에 따라 다양한 형태, 예를 들면 곡선 형태로 형성될 수도 있다.

[0047] 그리고 도 1에 도시된 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치는 복수 개의 미세 패턴을 나란히 반복적으로 형성하는 것으로 도시되었으나, 후술하는 바와 같이 기판과 격벽 사이에 매니스커스가 형성된 상태에서 격벽이 승강구동되면 미세 패턴은 필요에 따라 한번만 형성될 수도 있음은 후술하는 바와 같이 자명하다.

[0048] 따라서, 기판이 이송되는 상태로 후술하는 바와 같이 미리 결정된 시간 간격으로 나노유체 수용부가 승강 구동되면, 상기 기판의 이송방향과 수직한 방향, 즉 격벽의 면과 평행한 방향으로 복수 개가 순차적으로 형성될 수 있다.

[0049] 상기 기판 거치부(100) 상부에는 패턴 형성을 위한 나노유체가 수용 및 공급되는 나노유체 수용부(200)가 배치될 수 있다.

[0050] 나노유체는 다수의 나노입자가 액체 상태의 유체에 혼합되는 방법으로 구성될 수 있다.

[0051] 상기 나노유체 수용부(200)는 나노유체가 수용되고, 평행하게 이격된 상태로 수직하게 배치된 한 쌍의 격벽을 포함하며, 한 쌍의 상기 격벽(210, 220)의 하단은 슬릿(sl)을 형성하고, 상기 슬릿(sl)을 통해 기판 방향으로 나노유체가 공급될 수 있다.

[0052] 도 1에 도시된 미세 패턴 형성장치는 직선 라인 형태의 패턴을 형성하고, 한 쌍의 격벽은 각각 평판으로 구성되며, 한 쌍의 상기 격벽은 미리 결정된 간격으로 이격되어 수직하고 평행하게 배치될 수 있다.

[0053] 그러나, 요구되는 패턴의 형태에 따라 격벽의 형상 및 배치방법은 다양한 변형이 가능하고, 형성 대상 패턴의 개수 등에 따라 상기 나노유체 수용부의 승강 구동 횟수가 결정될 수 있다.

[0054] 따라서, 본 명세서에서는 나노유체 수용부를 구성하는 격벽은 한 쌍의 평판(flat plate) 형태로 구성되고, 수직하고 평행하게 배치되는 것으로 도시되었으나 요구되는 패턴의 형태에 따라 격벽의 형상 및 배치방법은 변경될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

[0055] 상기 슬릿(sl)을 통해 공급되는 나노유체에 의하여 미세 패턴을 형성하는 구체적인 방법은 도 3을 참조하여 자세하게 설명한다.

[0056] 도 1에 도시된 실시예에서, 상기 나노유체 수용부(200)는 한 쌍의 격벽(210, 220)으로만 구성되는 것으로 도시되었으나, 한 쌍의 격벽 상부에 나노유체를 수용하기 위한 별도의 수용공간 또는 수용용기 등을 포함할 수도 있다.

[0057] 도 1에 도시된 나노유체 수용부(200)를 구성하는 한 쌍의 격벽(210, 220)은 미리 결정된 간격으로 이격된 상태로 내부에 나노유체가 수용되고 하방으로 개방된 구조, 즉 슬릿(sl)을 형성하게 된다. 상기 슬릿(sl)은 나노유체 수용부(200)를 구성하는 한 쌍의 격벽(210, 220)의 이격된 틈을 의미한다.

[0058] 상기 슬릿(sl)을 통해 나노유체 형성과정에서 하방으로 나노유체가 기판 상으로 공급될 수 있다.

[0059] 후술하는 바와 같이, 나노유체를 사용하여 미세 패턴(lp)을 기판에 형성하는 과정은 상기 나노유체 수용부(200)에 수용된 나노유체가 한 쌍의 상기 격벽(210, 220)의 하단과 상기 기판의 상면 사이에서 하방으로 오목한 매니스커스를 형성한 상태에서 상기 기판 거치부(100)에 거치된 기판(s)을 미리 결정된 속도로 이송시킴과 동시에 상기 나노유체 수용부(200)가 미리 결정된 높이 상승 후 하강되는 과정에서 형성되므로 미세 패턴을 형성하기 위해서 기판 거치부(100)가 이송되는 과정에서 나노유체 수용부(200)가 승강 구동되어야 한다.

[0060] 따라서, 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)는 미세 패턴 형성장치(1)의 승강 구동을 위한 승강 구동부(300)를 구비한다. 상기 나노유체 수용부(200)를 상기 기판(s)과 미리 결정된 간격을 갖도록 이격시킨 상태로 지지하기 위한 홀더(310)와 상기 홀더(310)가 장착되어 승강 구동되는 승강유닛(330)을 구비할 수 있다.

[0061] 상기 홀더(310)는 나노유체 수용부(200)를 홀딩한 상태로 승강유닛(330)에 장착되어 미리 결정된 방법으로 승강 구동될 수 있다.

[0062] 또한, 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)는 도 1에 도시된 바와 같이, 일정 간격으로 복수 개의 미세 라인을 형성할 수 있으며, 하나의 미세 라인을 형성하는 과정에서 나노유체 수용부(200)가 1회 상승 구동되어야 하므로, 상기 이송유닛(130)에 의하여 미리 결정된 방향과 속도로 수평 이송되는 기판 상에 복수 개의 미세 라인(lp)을 일정 간격으로 나란하게 연속적으로 형성하기 위해서는 상기 나노유체 수용부(200)가 장착되는 승강유닛

(330) 역시 기판의 이송과정에서 미리 결정된 간격으로 승강 구동될 수 있다.

[0063] 상기 승강유닛(330) 역시 상기 이송유닛(130)과 마찬가지로 볼스류 구동장치 또는 실린더(유압 또는 공압) 실린더 방식의 구동장치가 적용될 수 있다.

[0064] 상기 승강 구동부(300) 역시 상기 나노유체 수용부(200)의 상태가 상승 상태인지 하강 상태인지를 판단하기 위한 적어도 하나의 센서를 구비할 수 있고, 상기 제어부(500)는 상기 센서 등의 감지 정보 또는 미리 결정된 규칙에 의하여 상기 홀더(310)에 지지된 나노유체 수용부(200), 즉 한 쌍의 격벽(210, 220)를 승강 구동할 수 있다.

[0065] 상기 승강유닛(330)의 상승 동작과 하강 동작의 구체적인 설명은 도 3 및 도 4를 참조하여 후술하기로 한다.

[0066] 그리고 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 나노유체 수용부(200)를 지지하는 홀더(310) 등에 나노유체 수용부(200)의 격벽 사이로 나노유체를 공급하기 위한 나노유체 주입구(313) 등이 형성될 수 있다. 그리고 도 1에 도시되지 않았으나, 상기 나노유체 수용부(200)에 나노유체를 연속적으로 공급하기 위한 나노유체 공급부(미도시)가 더 구비될 수도 있다. 미세 패턴의 형성 공정을 위하여 나노유체를 지속적으로 공급하여 공정의 연속성을 보장하기 위함이다. 상기 나노유체 공급부는 상기 나노유체 주입구 등으로 나노유체가 지속적으로 공급될 수 있도록 공급튜브 또는 수용기 등을 포함할 수 있으며, 필요에 따라 펌프 등이 더 구비될 수도 있다.

[0067] 도 3은 본 발명에 따른 미세 패턴 형성방법의 플로우 차트를 도시하며, 도 4는 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)의 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽과 나노유체가 메니스커스를 형성하는 과정을 도시하며, 도 5는 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)를 사용하여 기판 상에 미세 패턴을 형성하는 과정의 측면도를 도시한다.

[0068] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 나노유체를 이용한 미세 패턴 형성방법은 도 1 및 도 2에 도시된 미세 패턴 형성장치(1)의 격벽 사이에 나노유체를 주입(S100)하여 기판과 격벽 사이에 매니스커스를 형성(S200)한 상태에서, 패턴 형성 대상 기판을 미리 결정된 속도 및 방향으로 수평 이송(S300)하는 과정에서 미리 결정된 시간 간격 경과(S400) 시마다 나노유체 수용부(200)를 승강(S500) 구동하는 방법으로 수행된다.

[0069] 미리 결정된 시간 간격 경과(S400) 시마다 나노유체 수용부(200)를 승강(S500) 구동하는 과정을 반복하여 기판 상에 복수 개의 미세 패턴을 나란하게 형성할 수 있다.

[0070] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치 및 미세 패턴 형성방법은 전술한 바와 같이 나노유체를 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽 사이에 주입한 상태에서 격벽과 기판 사이에 매니스커스를 형성한 상태에서 수행된다.

[0071] 매니스커스(meniscus)란 모세관 내의 액체 표면이 모세관 현상으로 인하여 관벽을 따른 주위가 중앙부에 비해서 올라가거나 내려가서 곡면을 형성하는 것을 의미하는 것으로, 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1)의 경우에는 나노유체 수용부(200)를 형성하는 격벽(210, 220)과 기판 사이의 간격 등을 조절하여 인위적으로 매니스커스(또는 매니스커스 곡면)을 형성하는 방법으로 수행될 수 있다.

[0072] 도 4(a)에 도시된 바와 같이, 나노유체 수용부(200)를 구성하며 미리 결정된 간격(s)으로 이격된 한 쌍의 격벽(210, 220)을 패턴 형성 대상 기판에서 미리 결정된 간격(h)로 이격시킨 상태에서 상기 기판 사이에 나노유체(f)를 주입하면, 상기 격벽(210, 220)과 상기 기판 사이에 아래로 볼록한 매니스커스(msf)가 형성될 수 있다.

[0073] 구체적으로 상기 매니스커스(msf)는 도 4(b)에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 격벽(210, 220)의 하단 중 외측 모서리와 상기 기판 상면 사이에 대칭된 형상으로 형성될 수 있다.

[0074] 그리고, 상기 기판 또는 한 쌍의 상기 격벽(210, 220)은 매니스커스(msf)가 균일하게 형성이 가능한 유리 재질 또는 표면이 표면 거칠기가 낮은 재질로 구성된느 것이 바람직하다.

[0075] 실험적으로, 한 쌍의 상기 평행한 상기 격벽 사이의 간격는 0.1 밀리미터(㎜) 내지 5.0 밀리미터(㎜)인 것이 바람직하다. 간격이 상기 범위보다 작으면 나노유체가 상기 격벽 사이에서 하방으로 자유롭게 유동되지 못하고, 상기 범위보다 크면 나노유체가 격벽 사이에 수용된 나노유체의 하중에 의하여 매니스커스 상태가 유지되기 어렵기 때문으로 추정된다.

[0076] 그리고, 상기 기판과 상기 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽(210, 220)의 하단 사이의 상기 미리 결정된 간격(h)은 실험적으로 0.5 밀리미터(㎜) 내지 3.0 밀리미터(㎜) 범위를 만족하는 것이 바람직하다. 마찬가지로, 상기 간격이 상기 범위보다 작으면 하방으로 오목한 매니스커스가 형성되기 어렵고, 상기 범위보다 크면 후술하

는 승강 구동시 기판과 격벽 사이의 매니스커스 상태가 해제될 것이기 때문이다.

[0077] 상기 격벽(210, 220) 사이에 주입되는 나노유체(f)는 나노입자(p)가 혼입된 혼합유체를 의미하는 것으로 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치(1) 및 미세 패턴 형성방법에 사용된 유체는 초순수와 구형 나노입자(p)의 혼합유체가 사용되었다.

[0078] 초순수(ultrapure water, De-Ionized Water, 初純水)란 수중(水中) 오염 물질을 전부 제거한 순수(純水)를 의미하는 것으로 반도체 제조공정에서 광범위하게 사용된다.

[0079] 그리고, 본 발명에서 사용된 나노입자(p)는 구형 입자가 사용되었으며, 상기 나노유체 중 상기 나노입자의 부피율은 $1*10^{-5}$ 내지 $1*10^{-4}$ 정도가 되도록 초순수 내부에 나노입자가 혼입되는 것이 바람직하다.

[0080] 상기 나노유체를 구성하는 나노입자는 금(Au), 은(Ag), 산화알루미늄($Al_2O_3$), 실리카($SiO_2$) 중 어느 하나일 수 있으나 이에 한정되지 않고 다양한 재질의 나노입자가 사용될 수 있다. 후술하는 바와 같이, 상기 나노입자에 의하여 미세 패턴이 형성되므로 미세 패턴의 형성 목적에 따라 나노입자의 재질이 선택될 수 있다.

[0081] 상기 나노입자(p)의 직경은 실험적으로 10 나노미터(nm) 내지 500 나노미터(nm)정도가 사용되는 것이 바람직함을 확인하였다. 나노입자의 크기가 너무 작아도 기판의 이송에 따라 매니스커스 후방에 단층으로 배열되기 어렵고, 너무 크면 나노유체 내에서 균일하게 분산되지 못할 것이라 예상된다.

[0082] 이와 같은 기판, 격벽(210, 220) 및 나노유체(f)를 이용하여 도 4(b)에 도시된 바와 같이 기판과 격벽의 하단 사이에 매니스커스가 형성되고, 미세 패턴 형성을 위한 준비과정이 완료된다.

[0083] 도 5를 참조하여 미세 패턴을 형성하는 방법을 구체적으로 설명한다.

[0084] 도 5(a)는 도 4(b)에 도시된 상태에서 매니스커스(msf1)가 형성된 상태에서 기판(s)이 이송되기 시작하는 상태를 도시하며, 도 5(b)는 기판이 이송되는 상태에서 매니스커스(msf2) 내측에 포함된 나노입자들(p)이 기판(p)의 이송방향 후방으로 집중되는 상태를 도시하며, 도 5(c)는 도 5(b)에 도시된 바와 같이 나노유체의 매니스커스(msf3) 영역의 후방에 집중된 나노입자들이 격벽의 상승 과정에서 매니스커스(msf3)를 이탈하여 미세 패턴이 형성되는 상태를 도시하며, 도 5(d)는 다시 기판이 이송되며 매니스커스(msf2) 내의 나노입자들이 기판의 후방에 집중되는 과정을 도시한다.

[0085] 도 5(a)에 도시된 바와 같이, 상기 기판과 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽(210, 220)의 하단 사이에 형성된 매니스커스(msf1)는 아래로 오목한 형태로 한 쌍의 격벽(210, 220) 양측에 대칭적으로 형성된다.

[0086] 이 상태에서 기판이 우측 방향으로 수평 이송되면, 도 5(b)에 도시된 바와 같이 매니스커스(msf2)를 형성하는 나노유체(f) 내의 나노입자들 중 나노유체의 매니스커스 후방 영역, 즉 매니스커스의 후단 영역 내의 나노입자들은 두께가 점진적으로 감소되는 매니스커스 곡면 하부로 집중될 수 있다.

[0087] 이와 같이 나노입자들이 나노유체의 매니스커스 후방 영역, 즉 매니스커스(msf2)의 후단 영역에 집중된 상태에서, 도 5(c)에 도시된 바와 같이, 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽의 상승 과정에서 매니스커스(msf3)를 이탈하게 된다.

[0088] 나노유체를 구성하는 액체로서의 순수는 표면장력이 존재하므로 두께가 얇아진 매니스커스의 후단 영역은 기판의 이송과정에서 나노입자들과 분리되고, 매니스커스에서 이탈된 나노입자들이 미세 패턴(lp)을 형성하게 되는 것이다.

[0089] 즉, 기판의 이송방향과 반대방향인 매니스커스 후방 영역, 즉 매니스커스의 후단 영역 매니스커스 내부에 수용되었던 입자들이 격벽의 상승 과정에서 매니스커스(msf3)의 두께가 얇아짐과 동시에 기판(s)의 수평이송에 의하여 매니스커스 외부로 노출되어 미세 패턴을 형성하는 것으로 이해될 수 있다.

[0090] 그리고 하방으로 오목한 형태의 매니스커스는 후방으로 갈수록 수직방향 두께가 얇아지는 형태를 가지므로, 이러한 매니스커스의 두께 감소는 매니스커스 후방 영역에 집중되는 나노입자들이 최소 두께가 되도록 납작하게 나노입자들을 분산시키는 역할을 수행한다.

[0091] 실험적으로 본 발명에 따른 미세 라인 형성방법에 의하여 형성된 나노입자들은 대부분 영역에서 적층되지 않고 단층으로 펼쳐진 상태로 미세 패턴(lp)을 형성할 수 있는 것으로 확인되었다.

[0092] 그리고 전술한 바와 같이 본 발명에 따른 미세 패턴 형성방법은 기판을 미리 결정된 온도로 가열하므로, 매니스

커스의 후단 영역의 얇아진 상태에서 나노유체를 구성하는 액체의 증발량이 증가되고, 매니스커스에서 이탈된 미세 패턴 상의 잔류 수분이 빠르게 제거되도록 할 수 있다.

[0093] 상기 기판 거치부(100)에 거치된 기판이 20도씨 내지 60도씨 범위가 되도록 가열되는 것이 바람직하다.

[0094] 도 5(c)에 도시된 바와 같이, 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽이 상승하는 과정에서 매니스커스(msf3)의 후단 영역에서 나노입자로 형성된 미세 라인이 노출된 후 상기 상기 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽은 원래의 위치로 하강하게 된다.

[0095] 상기 나노유체 수용부(200)를 승강시키는 승강유닛(330)은 상기 나노유체 수용부(200)를 상승시킨 후 즉시 하강시키는 것이 아니라 상승 후 일정시간 경과 후 하강되도록 제어되는 것이 바람직하다.

[0096] 구체적으로, 상기 나노유체 수용부(200)의 승강구동은 150 밀리초 (ms) 내지 200 밀리초(ms) 동안 상승 및 하강하고, 최고 높이에서 3 밀리초(ms) 내지 7 밀리초(ms) 정도 상승된 상태로 유지되는 것이 바람직하다.

[0097] 매니스커스 후단 영역에 집중된 나노입자들이 매니스커스 영역 이탈에 시간이 소요되기 때문이다.

[0098] 그리고 상기 승강유닛(330)에 의한 상기 나노유체 수용부(200)가 상승된 상태에서 상기 기판과 상기 나노유체 수용부(200)를 구성하는 격벽의 하단 사이의 거리(H)는 10밀리미터(mm) 이하가 되도록 상승 높이가 제어되는 것이 바람직하다. 상기 격벽이 상승된 상태에서 상기 기판과 상기 격벽의 하단 사이의 거리가 상기 범위를 초과하도록 상기 격벽을 상승시키면 기판과 격벽 사이에 형성되는 매니스커스 상태가 해제될 수 있기 때문이다.

[0099] 그리고 도 5(d)에 도시된 바와 같이, 상기 격벽이 하강한 후 기판이 이송되면 매니스커스 내의 나노입자들이 다시 매니스커스(msf2)의 후단 영역으로 집중되는 도 5(b)에 도시된 바와 같이 기판이 이송되는 상태에서 나노유체에 포함된 나노입자들이 기판의 이송방향 후방으로 집중되는 형태로 수렴될 수 있다.

[0100] 따라서, 나노유체 수용부(200)를 구성하는 한 쌍의 격벽의 하단과 기판 사이에 매니스커스가 형성된 상태로 기판을 격벽과 수직한 방향으로 이송하며, 한 쌍의 상기 격벽(210, 220)을 승강시키면 복수 개의 미세 패턴이 나란하게 형성될 수 있다.

[0101] 실험적으로, 나노유체 수용부(200)의 승강구동시 생성되는 미세 패턴의 폭(w)은 3 마이크로미터(㎛) 내지 30 마이크로미터(㎛)이며, 미세 라인의 두께방향으로 나노입자들이 단층으로 구성될 수 있음을 확인하였다.

[0102] 따라서, 미세 패턴의 두께(tp)는 나노유체를 구성하는 나노입자(p)의 직경인 10 나노미터(nm) 내지 500 나노미터(nm) 정도일 수 있다.

[0103] 연속적으로 복수 개의 이격된 미세 라인의 형성을 위하여 이송되는 기판은 1㎛/s 내지 10㎛/s의 속도로 이송되고, 상기 기판이 이송되는 과정에서 상기 나노유체 수용부(200)가 승강구동되는 미리 결정된 시간 간격은 7초(s) 내지 13초(s) 정도인 경우, 미세 라인 간의 간격(p)은 25 마이크로미터(㎛) ~ 300 마이크로미터(㎛) 정도로 형성될 수 있음을 확인하였다.

[0104] 도 6 은 본 발명에 따른 미세 패턴 형성장치에 의하여 기판 상면에 형성된 미세 패턴의 예들을 도시한다.

[0105] 기판과 격벽 사이에 매니스커스가 형성된 상태에서 기판을 이송하는 과정에서 미리 결정된 시간 간격으로 격벽을 승강시키면, 도 6에 도시된 바와 같이, 기판 상에 복수 개의 미세 라인이 대략 평행하게 형성됨을 확인할 수 있다.

[0106] 도 6(a)에 도시된 시험예는 1㎜ 두께의 격벽을 적용하고, 한 쌍의 격벽의 간격은 0.5㎜가 되도록 이격시키고, 1㎜ 두께의 기판에 미세 패턴을 형성하는 실험의 결과물이다.

[0107] 이송되는 기판은 약 35℃가 유지되도록 거치대(110)의 히터를 제어하였으며, 시험에 사용된 나노유체는 초순수(DI water)와 300㎚ 직경을 갖는 구형 SiO2 나노입자의 혼합물로 구성되며, 나노입자의 부피율은 $2*10^{-5}$로 하였다.

[0108] 상기 이송유닛(130)은 미세 패턴 형성 대상 기판을 5㎛/s의 속도로 수평 이송하고, 상기 승강유닛(330)은 기판과 격벽의 초기 거리가 0.75㎜인 상태에서 10초 간격으로 승강 구동하였다. 상기 격벽의 상승 완료상태에서 기판과 격벽 하단 사이의 거리가 0.91㎜가 되도록 격벽을 200 밀리초(ms)초 동안 상승시키고, 상승 완료상태에서 5 밀리초(ms) 정지시킨 후 다시 200 밀리초(ms)초 동안 하강시켜 미세 라인을 형성하였다.

[0109] 이와 같은 시험조건에서 도 6(a)에 도시된 기판 상에 형성된 미세 라인들의 평균 폭(w1)은 11.2 마이크로미터

(㎛)를 가지며, 미세 라인 간의 평균 간격(d1)은 약 119.1 마이크로미터(㎛)으로 확인되었다.

[0110] 도 6(b)에 도시된 시험예는 기판의 이송속도만을 10㎛/s로 변경한 경우 기판 상에 형성된 미세 라인들의 평균 폭(w2)은 11.3 마이크로미터(㎛)를 가지며, 미세 라인 간의 평균 간격(d2)은 약 276.9 마이크로미터(㎛)로 확인되었다.

[0111] 이와 같이, 기판의 이송속도에 따라 기판 상에 형성되는 미세 라인의 폭과 두께를 조절할 수 있다.

[0112] 본 명세서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 당업자는 이하에서 서술하는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 변형된 실시가 기본적으로 본 발명의 특허청구범위의 구성요소를 포함한다면 모두 본 발명의 기술적 범주에 포함된다고 보아야 한다.

## *부호의 설명*

[0113] 1 : 미세 패턴 형성장치

100 : 기판 거치부

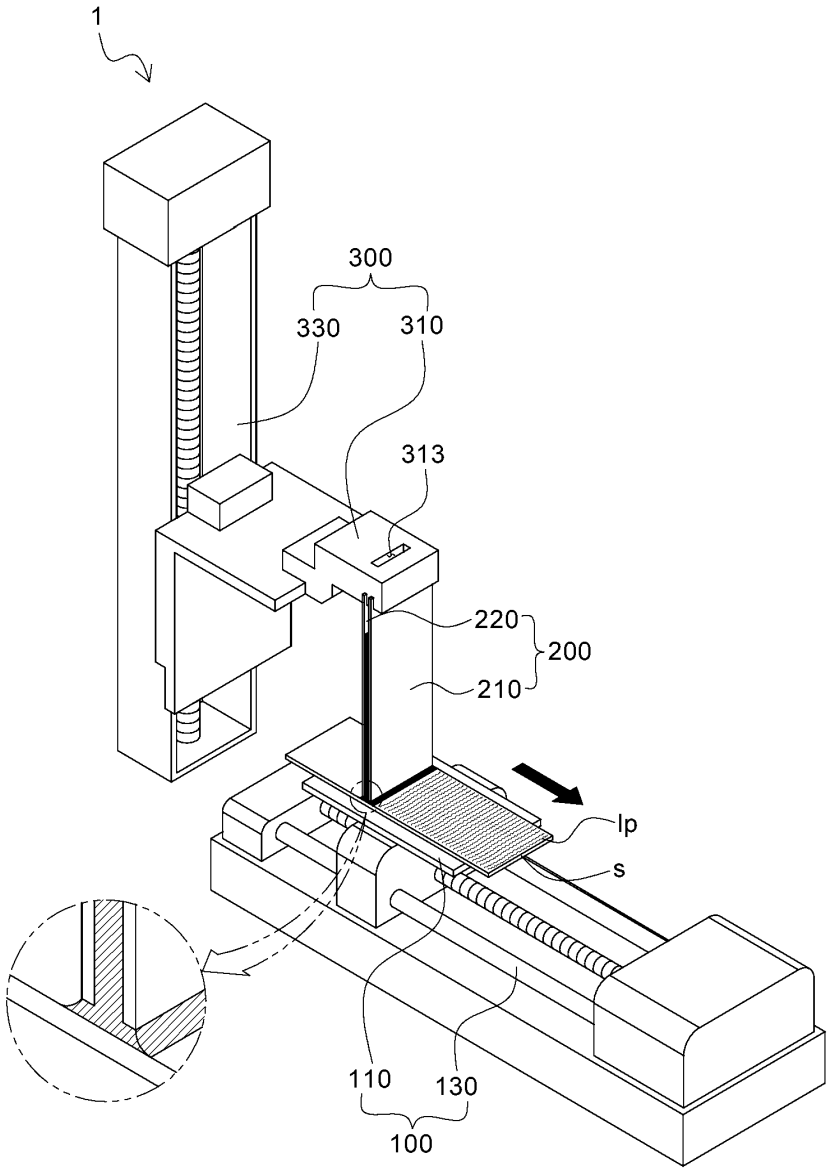
200 : 나노유체 수용부

300 : 승강 구동부

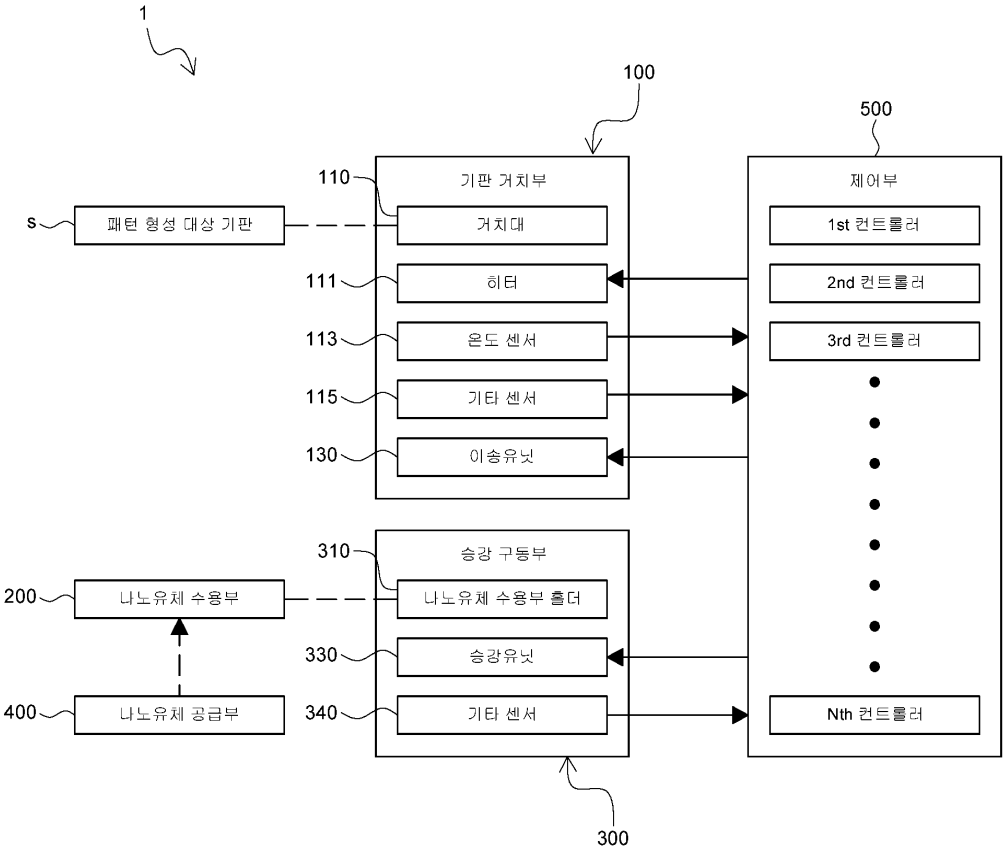
500 : 제어부

도면

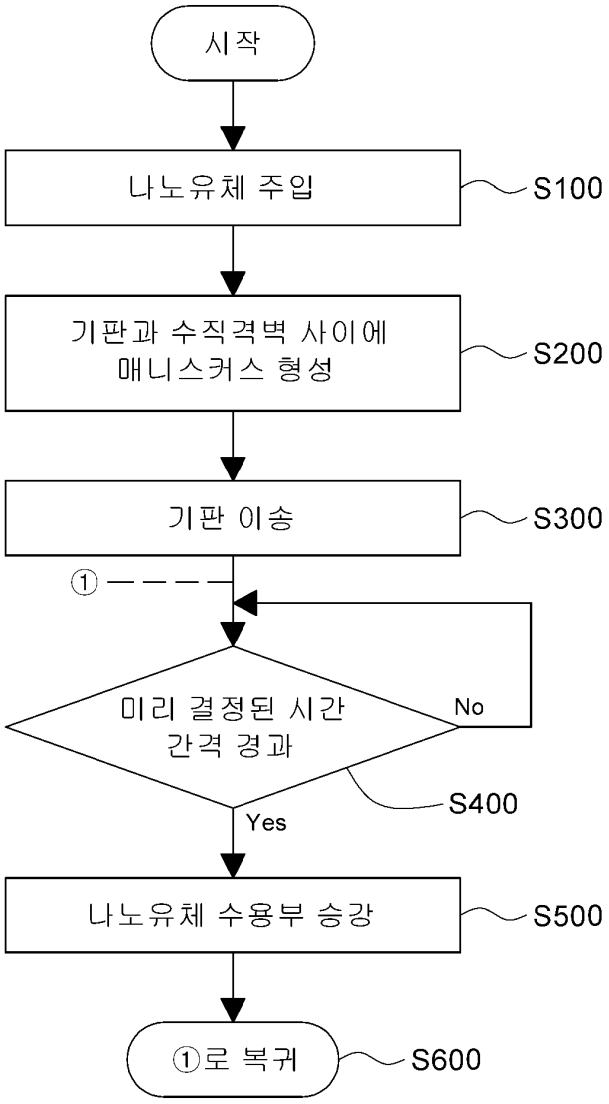
도면1



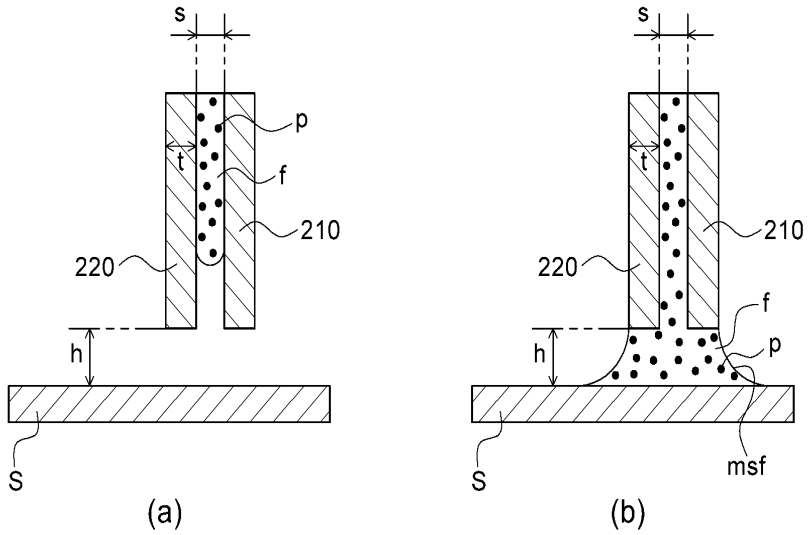
도면2


1
100
500
110
기판 거치부
S
패턴 형성 대상 기판
거치대
111
히터
113
온도 센서
115
기타 센서
130
이송유닛
제어부
1st 컨트롤러
2nd 컨트롤러
3rd 컨트롤러
Nth 컨트롤러
310
승강 구동부
200
나노유체 수용부
나노유체 수용부 홀더
330
승강유닛
400
나노유체 공급부
340
기타 센서
300

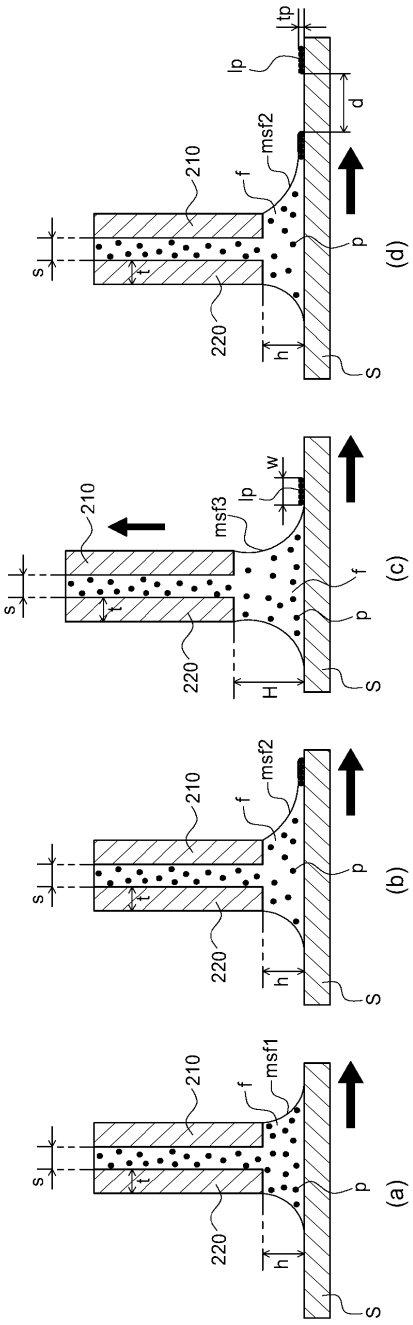
도면3


시작
나노유체 주입
S100
기판과 수직격벽 사이에
매니스커스 형성
S200
기판 이송
S300
①
미리 결정된 시간
간격 경과
No
S400
Yes
나노유체 수용부 승강
S500
①로 복귀
S600

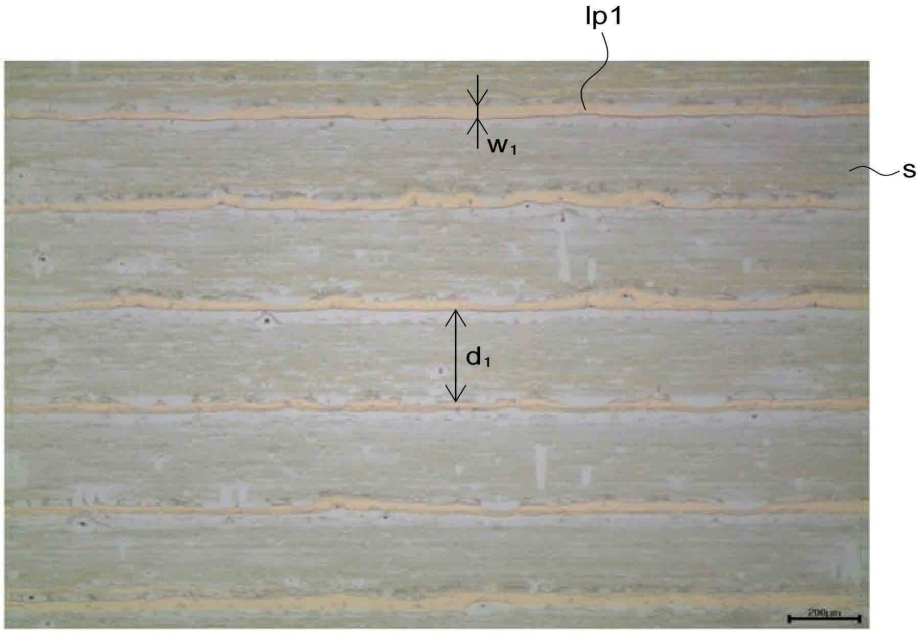
도면4



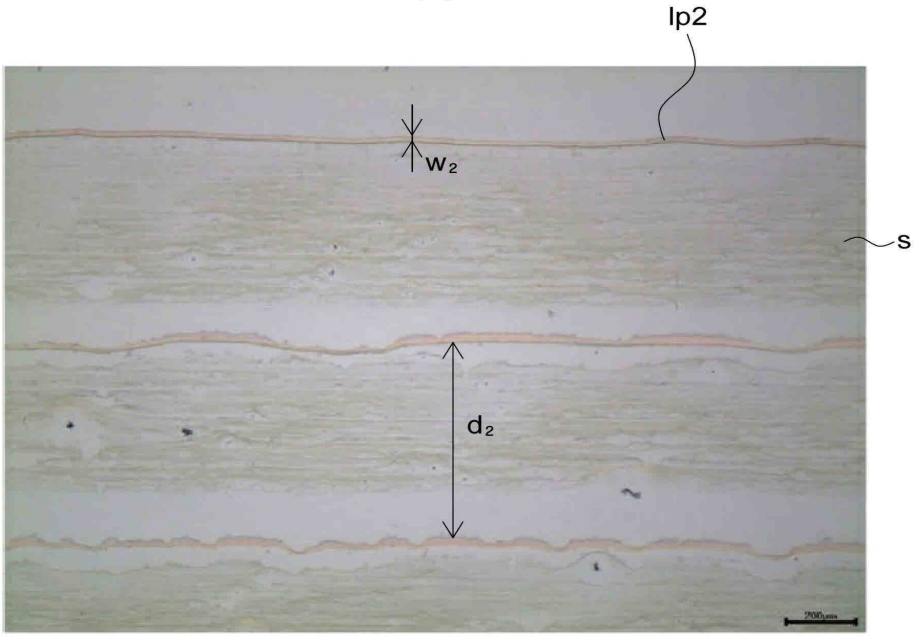
도면5



도면6




(a)




(b)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제19항

【변경전】

상기 기판 상면

【변경후】

상기 기판의 상면

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제2항

【변경전】

상기 기판 상면

【변경후】

상기 기판의 상면