



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0100953
(43) 공개일자 2009년09월24일

(51) Int. Cl.

G02F 1/13 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0026493

(22) 출원일자 2008년03월21일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

권세아

서울특별시 중구 신당3동 남산타운 아파트
42-1302

강민

서울 강남구 도곡1동 역삼럭키아파트 103-202

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박영우

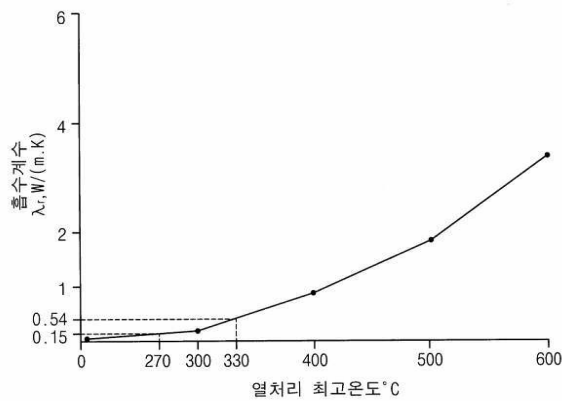
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 소다라임 글라스 기관 및 소다라임 글라스 원판의 열처리방법

(57) 요약

소다라임 글라스 기관 및 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법에서, 열처리에 의해 형성된 소다라임 글라스 기관은 흡수계수가 0.15 내지 0.54 λ , W/(m.K)이고, 자유 경로 길이(Free path length)가 0.12 내지 0.24 cm이다. 이러한 소다라임 글라스 기관은 최고 온도가 270 도(°C) 내지 330 도에서 일정 시간 소다라임 글라스 원판을 열처리하여 제조된다. 최고 온도에서 열처리 후에 새로운 잔류 열변형이 발생하지 않도록 서냉 온도까지 1차 냉각시키고, 상온으로 2차 냉각시킬 수 있다. 열처리 전에 소다라임 글라스 원판을 준비 온도로 유지하고, 준비 온도로부터 최고 온도까지 승온시킬 수 있다. 따라서 소다라임 글라스 기관이 공정 전후 거의 사이즈가 일정하여 표시패널의 기관으로 사용될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김병주

경기도 안양시 동안구 평촌동 932-2 꿈마을(금호)APT 803-102

주진호

서울특별시 마포구 도화1동 마포삼성아파트 110동 1203호

허철

경기 용인시 수지구 죽전동 꽃메마을 현대 홈타운 4차 3단지436동 2002호

황보상우

서울 송파구 잠실7동 우성아파트 3동 503호

특허청구의 범위

청구항 1

흡수계수가 0.15 내지 0.54 $\lambda, W/(m.K)$ 이고, 자유 경로 길이(Free path length)가 0.12 내지 0.24 cm 인 소다 라임 글라스 기판.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 소다라임 글라스 기판은 수축 포화점을 기준으로 열변형량이 가로방향으로 0.5ppm 이하이고, 세로방향으로 0.1ppm 이하인 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 기판.

청구항 3

소다라임 글라스 원판을 최고 온도가 270 도($^{\circ}C$) 내지 330 도에서 일정 시간 열처리하여 소다라임 글라스 기판을 제조하는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 일정 시간 열처리된 소다라임 글라스 원판을 상온으로 냉각시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 냉각시키는 단계는

상기 최고 온도의 소다라임 글라스 원판을 새로운 잔류 열변형량이 상기 최고 온도에서의 열변형량에 대해 5 퍼센트(%) 이하가 되도록 서냉 온도까지 1차 냉각시키는 단계; 및

상기 1차 냉각된 소다라임 글라스 원판을 상기 1차 냉각보다 빠른 속도로 상기 상온으로 2차 냉각시켜 상기 열처리 전보다 상기 소다라임 글라스 원판을 수축시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 2차 냉각시키는 단계에서 상기 소다라임 글라스 원판을 더 이상 수축되지 않는 수축 포화점까지 수축시키는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 서냉 온도는 240 도 내지 260 도인 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 최고온도에서 열처리하는 상기 일정 시간은 5 분(minute) 내지 10 분인 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 5 분 내지 10 분 동안 상기 소다라임 글라스 원판을 상기 1차 냉각시키는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 최고 온도에서 열처리하는 단계, 상기 1차 냉각시키는 단계 및 상기 제2 차 냉각시키는 단계는 각기 다른 열챔버에 상기 소다라임 글라스 원판을 배치시켜 수행하는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 일정 시간 열처리 전에 상기 소다라임 글라스 원판을 준비 온도로 유지하는 단계; 및
 상기 준비 온도로 유지된 소다라임 글라스 원판을 상기 최고 온도로 승온 시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 준비 온도는 상기 상온 내지 100 도인 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 10 분 내지 15 분 동안 상기 소다라임 글라스 원판을 상기 준비 온도로부터 상기 최고 온도로 승온 시키는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 승온시키는 단계 및 일정 시간 열처리하는 단계는 동일한 열챔버 내에 상기 소다라임 글라스 원판을 배치시켜 수행하는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 소다라임 글라스 원판을 상기 열챔버 내에 배치된 열전달판에 접촉시켜 상기 열처리를 하는 것을 특징으로 하는 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 소다라임 글라스 기판 및 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 표시 패널의 기판으로 사용되는 소다라임 글라스 기판 및 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 일반적으로, 액정표시패널은 하부 기판, 상부 기판 및 이들 사이에 개재된 액정층을 포함한다. 어레이 기판으로 불리는 하부 기판은 유리 기판 상에 배치된 화소전극, 화소전극과 연결된 스위칭 소자, 스위칭 소자와 연결된 게이트선 및 데이터선들을 포함한다. 칼라필터 기판으로 불리는 상부 기판 유리 기판 상에 배치된 칼라필터들, 공통전극 등을 포함한다.
- <3> 박막 트랜지스터와 같은 스위칭 소자, 게이트선, 데이터선, 칼라필터 등과 구조물들을 유리 기판에 형성할 때, 포토리소그래피(photo lithography), 포토 에칭(photo etching), 진공증착법, 스퍼터링, 라미네이팅, 포토페이스트, 샌드브라스트 등의 다양한 방법들이 사용된다.
- <4> 상기한 방법들은 대략 200 도(℃) 내지 400 도의 공정 온도에서 수행된다. 따라서 상기 구조물들의 열적 변형에 대한 충분한 제어가 필요하다. 특히 유리 기판은 상기 구조물들이 형성되는 베이스가 되므로 유리 기판이 200 도(℃) 내지 400 도의 공정 전후에 잔류 열변형으로 인해 사이즈가 변경되면, 하부 기판과 상부 기판의 정렬에 큰 오차가 발생된다. 이러한 정렬 오차는 액정표시패널에 치명적인 품질 저해 요소가 된다.
- <5> 따라서, 열변형이 작고, 화학적 및 기계적 특성이 우수한 보로 실리케이트 글라스 기판(boro-silicate) 등의 고품질 글라스 기판이 상기 유리 기판으로 주로 사용되었다. 그러나 상기 보로 실리케이트 글라스 기판(boro-silicate)와 같은 고품질 글라스 기판은 가격이 매우 비싼 단점이 있다.
- <6> 이로 인해 최근에는 저가형 글라스 기판, 예를 들어, 소다라임(soda lime) 글라스 기판을 사용하여 하부 기판 및 상부 기판을 제조하는 기술이 주목받고 있다.
- <7> 그러나 소다라임 글라스 기판의 열팽창 계수는 보로 실리케이트 글라스 기판의 열팽창 계수보다 2 배 이상이다. 따라서 소다라임 그라스 열변형이 큰 단점이 있다.

<8> 따라서 저가형 글라스 기판을 표시패널의 기판의 베이스로 사용할 때, 제조 공정 전후에 저가형 글라스 기판의 사이즈 변화를 극소화시킬 수 있는 열처리 기술이 매우 주요한 기술적 이슈가 되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<9> 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 종래의 문제점을 해결하는 것으로, 본 발명은 표시패널의 상부 기판 또는 하부 기판으로 사용되기에 적합한 소다라임 글라스 기판을 제공한다.

<10> 또한, 본 발명은 소다라임 글라스 원판을 표시패널의 기판으로 사용되기에 적합하게 형성하기 위한 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법을 제공한다.

과제 해결수단

<11> 상기한 본 발명의 기술적 과제를 해결하기 위하여, 실시예에 따른 소다라임 글라스 기판은 흡수계수가 0.15 내지 0.54 λ , W/(m.K)이고, 자유 경로 길이(Free path length)가 0.12 내지 0.24 cm이다. 흡수계수는 빛의 파장을 연속적으로 변화시키면서 시료를 통과시키고, 빛이 시료를 통과하기 전과 통과 하고 난 후의 빛의 세기의 비를 투과 퍼센트로 나타낸 값으로 정의된다. 자유 경로 길이는 하나의 입자가 다른 입자와 충돌하기 전까지 이동하는 평균거리로 정의된다.

<12> 소다라임 글라스 기판의 열변형량은 소다라임 글라스 기판의 수축 포화점을 기준으로 가로방향으로 0.5ppm 이하이고, 세로방향으로 0.1ppm 이하이다.

<13> 상기한 본 발명의 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법에서, 소다라임 글라스 원판을 최고 온도가 270 도(°C) 내지 330 도에서 일정 시간 열처리하여 소다라임 글라스 기판을 제조한다.

<14> 일 실시예에서, 최고 온도에서 일정 시간 열처리한 후에 소다라임 글라스 원판을 상온으로 냉각시킬 수 있다. 상온으로 냉각시키기 위해 최고 온도의 소다라임 글라스 원판을 새로운 잔류 열변형이 발생하지 않도록 서냉 온도까지 1차 냉각시킨 후, 1차 냉각된 소다라임 글라스 원판을 1차 냉각보다 빠른 속도로 상온으로 2차 냉각시킨다. 2차 냉각에서 소다라임 글라스 원판은 열처리 전보다 수축된다. 2차 냉각시키는 단계에서 소다라임 글라스 원판은 더 이상 수축되지 않는 수축 포화점까지 수축될 수 있다.

<15> 서냉 온도는 서냉 온도에서 상온까지는 급속히 냉각시켜도 열응력에 의해 새롭게 발생된 소다라임 글라스 원판의 잔류 열변형량이 최고 온도에서 일정 시간 열처리하는 동안에 발생된 열변형량에 대해 5퍼센트 이하가 되는 온도로 정의된다.

<16> 서냉 온도는 240 도 내지 260 도일 수 있다. 최고 온도에서 열처리하는 일정 시간은 5 분(minute) 내지 10 분일 수 있다. 5 분 내지 10 분 동안 소다라임 글라스 원판을 1차 냉각시킬 수 있다.

<17> 각기 다른 열챔버에 소다라임 글라스 원판을 배치시켜 최고 온도에서 열처리하고, 1차 냉각시킬 수 있다.

<18> 일 실시예에서, 일정 시간 열처리하기 전에 소다라임 글라스 원판을 준비 온도로 유지하고, 준비 온도로 유지된 소다라임 글라스 원판을 최고 온도로 승온시킬 수 있다. 준비 온도는 상온 내지 100 도일 수 있다. 10 분 내지 15 분 동안 소다라임 글라스 원판을 준비 온도로부터 최고 온도로 승온시킬 수 있다. 소다라임 글라스 원판을 승온 및 일정 시간 열처리하는 것을 동일한 열챔버 내에서 수행할 수 있다. 소다라임 글라스 원판을 열챔버 내에 배치된 열전달판에 접촉시켜 일정 시간 열처리할 수 있다.

효 과

<19> 상기한 본 발명의 실시예에 따른 소다라임 글라스 기판 및 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법에 의하면, 소다라임 글라스 원판의 잔류 열변형을 미리 감소시켜 소다라임 글라스 원판은 수축 포화점까지 수축된다. 따라서, 소다라임 글라스 원판을 열처리하여 형성된 소다라임 글라스 기판을 사용하여 액정표시패널의 하부 기판 및 상부 기판, 예를 들어, 박막 트랜지스터 기판 및 칼라필터 기판을 제조하여도 제조 공정 전후에 소다라임 글라스 기판의 사이즈가 거의 일정하다.

<20> 따라서, 저가라는 장점을 갖는 소다라임 글라스 기판을 액정표시패널의 하부 기판 및 상부 기판의 제조에 사용

할 수 있다.

<21> 또한, 소다라임 글라스 원판의 열처리에서 최고 온도가 대략 300 도 내외로 비교적 고온은 아니다. 따라서 열처리에 사용되는 열챔버, 쿼츠관 등의 설비를 비교적 저가형으로 구성할 수 있는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <22> 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 예시적인 실시예들을 상세히 설명한다.
- <23> 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- <24> 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 고안의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- <25> 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- <26> 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- <27> 또한, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- <28> 도 1은 다양한 열처리 최고온도에 따른 소다라임 글라스 기관의 흡수계수를 나타내는 그래프이다. 도 2는 다양한 열처리 최고온도에 따른 소다라임 글라스 기관의 자유 경로 길이(Free path length)를 나타내는 그래프이다.
- <29> 소다라임 글라스 기관은 소다라임 글라스 원판을 열처리하여 형성된 글라스 기관으로 정의한다.
- <30> 도 1에는 가로축에 소다라임 글라스 기관의 열처리 온도가, 세로축에 흡수계수 값이 표시되어 있다.
- <31> 대략 파장이 190~400nm인 자외 영역과 대략 파장이 400~900nm인 가시영역의 전자기 복사선이 물질을 통과할 때, 전자기 복사선 에너지에 의해 물질의 전자상태에 변화가 일어나고, 상기 전자기 복사선은 에너지의 일부를 잃는데, 이 현상을 흡수라 부른다.
- <32> 자외/가시선의 흡수는 분자내의 작용기 및 흡광 원자단에 대한 정보를 제공한다. 이때, 어느 파장에서 흡수가 일어나는지를 조사하기 위해, 빛의 파장을 연속적으로 변화시키면서 시료를 통과시키고, 빛이 시료를 통과하기 전과 통과 하고 난 후의 빛의 세기로부터 입사된 빛에너지에 대해 흡수된 빛에너지를 퍼센트로 나타낸 것을 흡수 계수로 정의한다.
- <33> 도 2에서 가로축에는 소다라임 글라스 기관의 열처리 온도가, 세로축에는 자유 경로 길이가 표시되어 있다.
- <34> 하나의 입자가 다른 입자와 충돌하기 전까지 이동하는 평균거리를 자유 경로 길이(Free path length)로 정의한다.
- <35> 상기 흡수 계수 및 자유 경로 길이는, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 소다라임 글라스 기관의 열처리를 전후하여 유의미하게 차이가 난다.
- <36> 본 실시예에 따른 소다라임 글라스는 흡수계수가 0.15 내지 0.54 λ , W/(m.K)이고, 자유 경로 길이(Free path length)가 0.12 내지 0.24 cm이다.
- <37> 따라서, 소다라임 글라스 기관의 흡수 계수 및 자유 경로 길이를 측정하면, 본 발명의 실시예에 따른 소다라임

글라스 기관과 실질적으로 동일한 것인지 여부를 판별할 수 있다.

- <38> 본 실시예와 같이, 흡수계수가 0.15 내지 0.54 λ , W/(m.K)이고, 자유 경로 길이(Free path length)가 0.12 내지 0.24 cm인 소다라임 글라스 기관은 대략 200 도 내지 400 도의 공정 온도를 갖는 공정을 거쳐도 초기 온도로 냉각되면 열변형량이 극히 작아서 거의 무시할 수 있다.
- <39> 흡수계수가 0.15보다 작거나 0.54 보다 크고, 자유 경로 길이(Free path length)가 0.12 보다 작거나 0.24 보다 크면, 소다라임 글라스 기관의 열변형이 상당히 커서 표시패널의 기관으로 사용되기에 부적합하다.
- <40> 본 실시예에 따른 소다라임 글라스 기관은 대략 200 도 내지 400 도의 공정 온도를 갖는 공정을 거쳐도 초기 온도로 냉각되면 수축 포화점을 기준으로 열변형량이 가로방향으로 대략 0.5ppm 이하이고, 세로방향으로 대략 0.1ppm 이하이다.
- <41> 따라서, 본 실시예에 따른 소다라임 글라스 기관을 액정표시패널의 박막 트랜지스터 기관 또는 칼라필터 기관의 베이스 기관으로 사용하면, 열변형으로 인한 박막 트랜지스터 기관과 칼라필터 기관 사이에 정렬 오차를 거의 제거 할 수 있다.
- <42> 이하, 상기 소다라임 글라스 기관의 형성을 위한 본 실시예에 따른 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법을 설명한다.
- <43> 본 실시예에 따른 소다라임 글라스(soda-lime glass) 원판의 열처리(heat treatment) 방법에서, 최고 온도가 200 도(°C) 내지 400도, 바람직하게는 최고 온도가 270 도 내지 330 도에서 일정 시간 소다라임 글라스 원판을 열처리하여 소다라임 글라스 기관을 제조한다. 상기 최고 온도에서 열처리하기 전에 소다라임 글라스 원판을 준비 온도로 유지하고 최고 온도로 승온시킬 수 있다. 상기 최고 온도에서 열처리 이후에 상온으로 소다라임 글라스 원판을 냉각시킬 수 있다.
- <44> 이하, 본 실시예에 따른 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법을 구체적으로 설명한다.
- <45> 도 3은 실시예에 따른 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법의 순서도이다.
- <46> 도 3을 참조하면, 소다라임 글라스 원판 열처리 방법에서, 소다라임 글라스 원판(이하, 글라스 원판으로 칭함)을 준비 온도로 유지한다(단계 S10).
- <47> 이후, 준비 온도로 유지된 글라스 원판을 최고 온도가 270 도(°C) 내지 330 도가 되도록 가열한다(단계 S20).
- <48> 이후, 최고 온도로 가열된 글라스 원판을 제1 시간 간격 동안 최고 온도로 유지시켜 최고 온도에서 열응력으로 인해 생성되었던 글라스 원판 내의 잔류 열변형(residual thermal strain)을 감소시킨다(단계 S30).
- <49> 계속해서, 잔류 열변형이 감소된 글라스 원판을 제2 시간 간격 동안 글라스 원판 내에 새로운 잔류 열변형이 발생하지 않도록 최고 온도로부터 서냉 온도까지 1차 냉각시킨다(단계 S40).
- <50> 마지막으로, 1차 냉각된 글라스 원판을 상온으로 급속히 냉각시켜 열처리를 행하기 전보다 글라스 원판을 수축시킨다(단계 S50).
- <51> 이하, 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법의 각 단계를 보다 상세하게 설명한다.
- <52> 도 4는 도 3에서 설명된 소다라임 글라스 원판 열처리 방법을 실시하기 위한 설비의 블록도의 일 예를 나타낸다.
- <53> 소다라임 글라스 원판을 열처리하는 설비는 다양하게 변경될 수 있다. 도 4에 제시된 열처리 설비는 구체적인 설명을 위한 예시적인 것일 뿐, 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법이 도 4에 도시된 설비로 인해 제한되는 것이 아니다.
- <54> 도 4를 참조하면, 글라스 원판(5)을 복수의 열챔버들(11, 13, 15, 17)에 순차적으로 배치시켜 열처리를 행할 수 있다. 도 4에는, 예를 들어, 제1, 제2, 제3 및 제4 열챔버들(11, 13, 15, 17)이 도시되어 있다. 제1, 제2, 제3 및 제4 열챔버들(11, 13, 15, 17) 사이에는 글라스 원판(5)을 열챔버에 투입시키거나 유출시키는 이송 유닛(30), 예를 들어, 로봇팔(30)들이 배치될 수 있다.
- <55> 제1, 제2, 제3 및 제4 열챔버들(11, 13, 15, 17)은 각각 별개의 밀폐된 열챔버들일 수 있다. 이와 다르게, 제1, 제2, 제3 및 제4 열챔버들(11, 13, 15, 17)은 서로가 순서대로 연통되도록 연결되고, 글라스 원판(5)은 콘베이어 상에 배치되어 이송될 수 있다. 이 경우, 텅스텐 할로겐 램프와 같은 광학 장치를 이용하여 글라스 원판(5)

을 복사 방식으로 가열할 수 있다.

- <56> 본 실시예에서, 제1, 제2, 제3 및 제4 열챔버들(11, 13, 15, 17) 내에는 제1, 제2, 제3 및 제4 열전달판들(21, 23, 25, 27), 예를 들어, 쿼츠(quartz)판이 각각 배치될 수 있다. 쿼츠판은 도자기를 굽는 도가니에 사용되는 자기 재질과 비슷하며 고온으로 가열될 수 있다. 글라스 원판(5)은 쿼츠판 상에 배치되어 쿼츠판과 대류 방식으로 열평형을 이루어 글라스 원판(5)의 온도가 제어된다.
- <57> 도 5는 제1, 제2, 제3 및 제4 열챔버들을 거치며 열처리되는 글라스 원판의 온도를 시간에 따라 나타낸 열처리 조건 그래프이다.
- <58> 도 4 및 도 5를 참조하면, 먼저, 제1 열챔버(11)에 글라스 원판(5)을 배치시켜 준비 온도(T0)로 유지한다(단계 S10).
- <59> 제1 열챔버(11)는 글라스 원판(5)이 적재된 카세트와 열챔버 라인 사이에 버퍼링을 한다. 글라스 원판(5)은 가열되기 전에 온도가 모두 균일한 것이 바람직하다.
- <60> 제1 열챔버(11)는 글라스 원판(5)을 가열하기 전에 일정한 준비 온도(T0), 예를 들어, 상온(Te) 내지 100 도의 온도로 유지될 수 있다. 여기서 상온(Te)이란 인위적으로 가열하거나 냉각시키지 않은 자연 그대로의 온도이며, 대략 15 도일 수 있다.
- <61> 이후, 준비 온도(T0)로 유지된 글라스 원판(5)을 최고 온도(Tmax)가 270 도(°C) 내지 330 도가 되도록 가열한다(단계 S20).
- <62> 이를 위해 제1 열챔버(11) 내의 글라스 원판(5)은 이송 유닛(30)에 의해 제2 열챔버(13)로 이동되어 제2 열챔버(13) 내의 제2 쿼츠판(23) 상에 배치된다. 제2 열챔버(13) 내에서 글라스 원판(5)은 열처리 최고 온도(Tmax)인 270 도(°C) 내지 330 도로 가열된다.
- <63> 예를 들어, 제2 쿼츠판(23)은 최고 온도(Tmax)에 있고, 글라스 원판(5)은 제2 쿼츠판(23)과 접촉되어 계속 온도가 상승하여 제2 쿼츠판(23)과 열평형을 이룰 수 있다.
- <64> 글라스 원판(5)에 충분히 열전달이 이루어지도록 대략 10분 이상 제2 쿼츠판(23)으로 글라스 원판(5)을 가열한다. 가열 시간은 글라스 원판(5)에 열충격의 발생을 방지하기 위해 10분 이상으로 천천히 가열하며, 공정시간이 불필요하게 길어지는 것을 방지하기 위해 15분 이하로 가열하는 것이 바람직하다.
- <65> 도 6은 열처리의 각 단계에서 열처리에 따른 글라스 원판(5)의 열변형 그래프이다. 도 6에서 가로축 길이는 글라스 원판(5)의 선팽창량의 크기를 나타내며, 열처리의 각 단계를 의미하는 참조 부호들(S10, S20, S30, S40, S50)이 함께 도시되어 있다.
- <66> 도 6을 참조하면, 일반적으로 물체는 온도변화에 의해 팽창하거나 수축하는데, 어떤 원인으로 팽창 및 수축이 방해 받았을 때, 상기 물체의 일 부분이 방해받은 변형량만큼 끌어당겨지거나 압축되므로 물체 내부에는 그에 따른 변형력이 발생한다. 이러한 방해 받은 변형량 및 변형력을 본 명세서에서는 잔류 열변형 및 잔류 열응력으로 칭한다. 물체에 열응력이 잔류한다는 것은 물체 내에 잔류 열변형이 존재한다는 의미이다.
- <67> 물체가 부등 가열되면, 물체의 팽창 및 수축율이 위치에 따라 달라져서 온도가 다른 부분들이 전술한 바와 같이 서로 열변형을 방해하여 열응력이 잔류하게 된다. 따라서 열응력이 발생될 당시의 온도로 물체를 균일하게 일정시간 유지하면 열응력이 제거될 수 있다. 즉 균등 가열을 일정 시간 행하면, 방해받은 열변형이 물체 내에서 이루어져서 물체의 사이즈가 변화된다.
- <68> 한편, 열응력이 잔류하지 않은 물체는 가열에 의해 팽창하였다가 초기 온도로 냉각되면 초기 사이즈가 된다. 그러나, 열응력이 있던 물체는 전술한 바와 같이 균등 가열 및 등온 유지의 방법에 의해 열응력이 감소되면서 열변형이 이루어진다. 따라서 초기 온도로 냉각되면 물체의 사이즈가 변화되며, 글라스 원판(5)의 경우 더 수축된다.
- <69> 도 4, 도 5 및 도 6을 참조하면, 글라스 원판(5)은 제1 열챔버(11) 내에서 준비 온도(T0)로 유지되며, 글라스 원판(5)의 열변형량(X)은 수축 포화점(Xs)으로부터 시작점(X10)까지의 이격 간격에 대응된다. 여기서 수축 포화점(Xs)은 물체를 계속 냉각시켜도 더 이상 수축되지 않는 변형지점으로 정의된다.
- <70> 제2 열챔버(13) 내에서 270 도 내지 330 도의 최고 온도(Tmax)로 가열된 글라스 원판(5)의 열변형량(X)은 최대점(X20)에 대응된다.

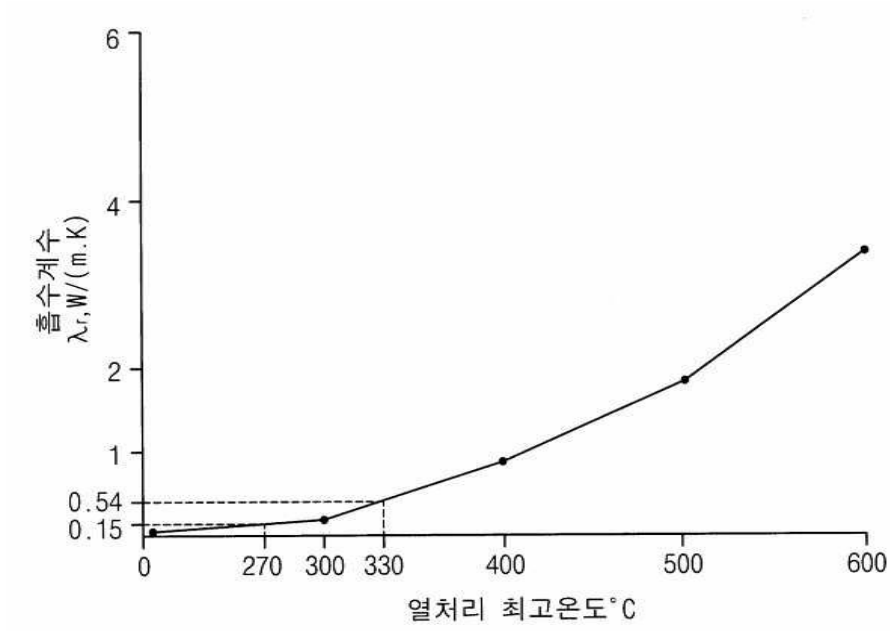
- <71> 계속해서, 최고 온도(Tmax)로 가열된 글라스 원판(5)을 제1 시간 간격 동안 최고 온도(Tmax)로 유지시켜 최고 온도(Tmax)에서 열응력으로 인해 생성되었던 글라스 원판(5) 내의 잔류 열변형(thermal strain)을 감소시킨다(단계 S30).
- <72> 글라스 원판(5)에 열전달을 충분히 하고 공정시간을 고려하여 상기 제1 시간 간격은 대략 5 분 내지 10 분으로 하는 것이 바람직하다. 대략 200 도 내지 400 도의 온도에서 글라스 원판(5) 내에 발생되었던 잔류 열응력이 상기 제1 시간 간격 동안 감소되면서 열변형이 이루어진다. 이로 인해 잔류 열변형이 감소된 글라스 원판(5)의 열변형량(X)은 최대점(X20)에서 감소되어 1차 수축점(X30)에 대응한다.
- <73> 도 7은 열처리 전의 소다라임 글라스 원판의 잔류 열변형을 도시하는 2차원 그래프이다. 도 8은 소다라임 글라스 기판의 잔류 열변형을 도시하는 2차원 그래프이다. 도 7 및 도 8의 그래프들에서 흰색으로 밝은 영역이 넓을수록 잔류 열변형이 많은 것을 나타낸다.
- <74> 도 7 및 도 8을 참조하면, 도 7의 그래프보다 도 8의 그래프에서 흰색의 밝은 영역의 면적이 크게 감소된 것을 확인할 수 있다.
- <75> 따라서, 전술한 바와 같이, 제1 시간 간격 동안 최고 온도(Tmax)로 글라스 원판(5)을 유지하여 글라스 원판(5)에서 잔류 열변형이 현저히 감소된 것을 알 수 있다.
- <76> 계속해서, 잔류 열변형이 감소된 글라스 원판(5)을 제2 시간 간격 동안 글라스 원판(5) 내에 새로운 잔류 열변형이 발생하지 않도록 최고 온도(Tmax)로부터 서냉 온도(Ts1)까지 천천히 1차 냉각시킨다(단계 S40).
- <77> 이를 위해 글라스 원판(5)은 이송 유닛(30)에 의해 제3 열챔버(15)로 이동된다. 제3 열챔버(15)내의 제3 쿼츠판(25)은 서냉 온도(Ts1)를 유지한다. 따라서 제3 쿼츠판(25)에 접촉된 글라스 원판(5)은 냉각되어 서냉 온도(Ts1)가 된다.
- <78> 서냉 온도(Ts1)는 서냉 온도(Ts1) 이상의 온도로부터 서냉 온도(Ts1)까지 글라스 원판(5)을 급격히 냉각시키면 글라스 원판(5) 내에 잔류 열변형이 최고 온도에서의 열변형량에 대해 5퍼센트 이하가 되는 경계가 되는 온도이며, 글라스 원판(5)을 서냉 온도(Ts1)로부터 그 이하의 온도로 글라스 원판(5)을 급격히 냉각시켜도 글라스 원판(5) 내에 새롭게 잔류 열변형이 발생되지 않는 온도로 정의된다.
- <79> 출원인이 실험한 바에 의하면, 상기 제2 시간 간격보다 더 짧은 시간으로 급속히 대략 240 도 내지 260 도까지 냉각시키면 글라스 원판(5)에 새로 발생된 잔류 열변형량은 최고 온도에서의 열변형량에 대해 5퍼센트 이하가되며, 240 내지 260 도의 온도에서는 글라스 원판(5)을 급속히 냉각시켜도 잔류 열변형이 새롭게 발생되지 않는 것을 확인할 수 있었다.
- <80> 따라서 소다라임 글라스 원판(5)의 서냉 온도(Ts1)는 대략 240 도 내지 260 도인 것을 알 수 있었다. 또한, 최고 온도(Tmax)로부터 서냉 온도(Ts1)까지의 상기 1차 냉각을 천천히 하기 위해 상기 제2 시간 간격은 대략 5 분 내지 10 분인 것이 바람직하다. 서냉 온도(Ts1)로 1차 냉각된 글라스 원판(5)의 열변형량(X)은 2차 수축점(X40)에 대응된다.
- <81> 마지막으로, 1차 냉각된 글라스 원판(5)을 상온(Te)으로 급속히 2차 냉각시켜 열처리를 행하기 전보다 글라스 원판(5)을 수축시킨다(단계 S50).
- <82> 이를 위해 제4 열챔버(17) 내에 상온(Te)으로 유지된 제4 쿼츠판(27) 상에 글라스 원판(5)을 배치한다. 따라서 글라스 원판(5)은 2차 냉각되며 수축된다.
- <83> 전술한 바와 같이, 제2 열챔버(13) 내에서 글라스 원판(5)을 최고 온도(Tmax)로 상기 제1 시간 간격 동안 유지함으로 인해 잔류 열응력이 감소되면서 글라스 원판(5)이 열변형을 하였다.
- <84> 따라서 글라스 원판(5)이 상온(Te)으로 냉각되면 글라스 원판(5)은 초기보다 더 수축되어 사이즈가 감소된다. 즉, 상기 2차 냉각된 글라스 원판(5)의 열변형량(X)은 초기점(X10) 보다 작은 최종 수축점(X50)에 대응된다.
- <85> 출원인이 본 발명의 실시예에 따른 열처리 방법에 의해 소다라임 글라스 원판(5)을 열처리한 실험 결과, 최종 수축점(X50)은 소다라임 글라스 원판(5)의 수축 포화점(Xs)과 거의 비슷함을 알 수 있었다.
- <86> 따라서, 이후에 글라스 원판(5)을 공정 온도가 대략 200 도 내지 400 도인 어떤 공정에 투입하더라도 대략 200 도 내지 400 도의 온도에서 소멸될 수 있는 잔류 열응력은 열처리를 거치면서 이미 거의 소멸되었기 때문에 글라스 원판(5) 내에서 잔류 열변형이 이루어지지 않는다. 따라서 글라스 원판(5)은 팽창 이후 다시 거의 초기의

사이즈로 수축된다. 따라서 공정 전후 글라스 원판(5)의 사이즈의 변화가 거의 없다.

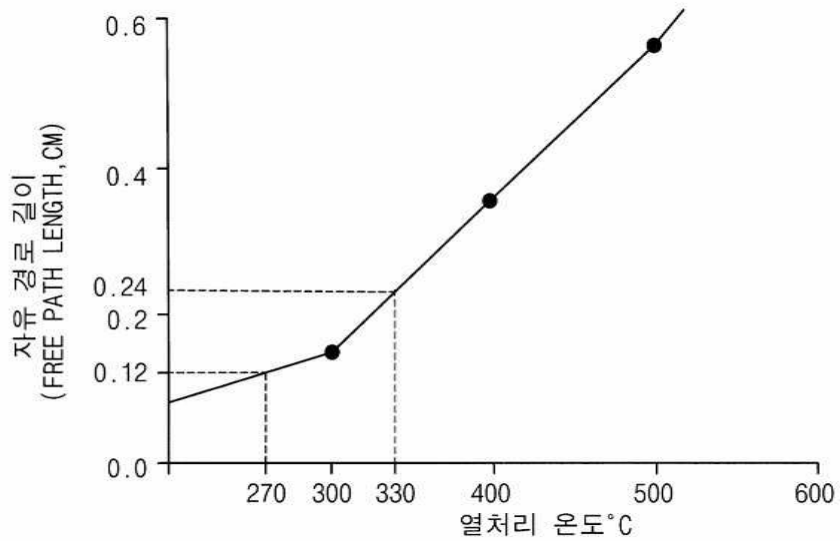
- <87> 다시 도 4를 참조하면, 열처리된 소다라임 글라스 원판(5), 즉 소다라임 글라스 기판을 절단 및 세정하여 베이스 기판(51)을 형성한 이후, 박막증착 설비(60) 등의 장비를 이용하여 베이스 기판(51) 상에 박막 트랜지스터를 포함하는 화소(53)들을 형성한다.
- <88> 따라서 소다라임 글라스 원판의 열처리 방법에 의해 형성된 소다라임글라스 기판을 베이스 기판(51)으로 이용하여 박막 트랜지스터 기판(50)을 제조할 수 있다. 이렇게 제조된 박막 트랜지스터 기판(50)에서, 박막 트랜지스터가 형성되기 이전에 대해 상기 박막 트랜지스터가 형성된 이후에 베이스 기판(51)의 열변형량이 가로방향(DX)으로 0.5ppm 이하이고, 세로방향(DY)으로 0.1ppm 이하로 극히 미미하여 거의 열변형이 없음을 알 수 있었다.
- <89> 이하, 본 실시예에 따른 소다라임 글라스 원판(5)의 열처리 방법에 의해 형성된 소다라임 글라스 기판의 열변형량이 거의 무시할 수준의 것임을 실험결과를 가지고 설명한다.
- <90> 도 9는 다양한 조건으로 열처리된 소다라임 글라스 기판을 사용한 박막 트랜지스터기판의 공정 전에 대한 공정 후의 열변형량들을 도시한 그래프이다.
- <91> 도 9에는 최고 온도(Tmax)와 가열 속도 및 냉각 속도를 변수로 다양한 열처리 조건들에 따라 글라스 원판을 열처리하여 소다라임 글라스 기판을 형성하고, 소다라임 글라스 기판을 베이스 기판으로 사용한 박막 트랜지스터 기판에서 공정 전을 기준으로 공정 후의 소다라임 글라스 기판의 열변형량(X)이 도시되어 있다.
- <92> 도 3 및 도 8에서 설명한 바와 같이, 열처리된 소다라임 글라스 원판, 즉 소다라임 글라스 기판은 포화 수축점까지 수축되어 있다.
- <93> DX(300)에서 DX는 글라스 기판의 X축 방향을, 300은 글라스 기판의 X축 방향 사이즈가 300cm임을 의미한다. DY(400)에서 DY는 글라스 기판의 Y축 방향을, 400은 글라스 기판의 Y축 방향 사이즈가 400cm임을 의미한다. 그래프의 세로축은 열변형량(X)을 의미하며, 열변형량(X)의 단위는 ppm이다.
- <94> 도 9를 참조하면, 상기 다양한 열처리 조건들은 최고 온도(Tmax)를 220 도로 하여 급열 및 급냉을 한 경우, 최고 온도(Tmax)를 300 도로 하여 급열 및 급냉을 한 경우, 최고 온도(Tmax)를 300 도로 하여 서열 및 서냉을 한 경우(본 실시예의 경우), 최고 온도(Tmax)를 300 도로 하여 급열 및 서냉을 한 경우 및 최고 온도(Tmax)를 500 도로 하여 서열 및 서냉을 한 경우를 포함한다.
- <95> 전술한 경우들의 각 글라스 기판의 각 열변형량(X)은 DX 방향으로로는 대략 7.2ppm, 8.5ppm, 0.5ppm (본 실시예의 경우), 0.9ppm, 7.0ppm인 것을 알 수 있고, DY 방향으로로는 대략 6.2ppm, 7.1ppm, 0.1ppm (본 실시예의 경우), 0.4ppm, 6.0ppm인 것을 알 수 있다.
- <96> 열처리를 행하지 않은 소다라임 글라스 원판(5), 즉 제조 당시의 그대로의 글라스 원판이 대략 200 도 내지 400 도의 공정 온도를 갖는 공정을 거치면 열변형이 이루어져 글라스 원판의 사이즈가 초기보다 대략 10 ppm 감소된다.
- <97> 따라서 열처리 하지 않은 소다라임 글라스 원판(5)의 열변화량이 대략 10 ppm인 점 및 도 9에 도시된 실험결과를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 열처리를 글라스 원판(5)에 행하여 형성된 글라스 기판의 열변형은 거의 없는 것으로 평가할 수 있다.
- <98> 또한 최고 온도(Tmax) 500 도보다 최고 온도(Tmax)를 300 도로 한 경우 열변형량(X)이 현저히 작다. 따라서 열처리 온도가 높다고 해서 열변형량(X)을 감소시킬 수 있는 것이 아님을 알 수 있다. 또한, 본 실시예와 같이 300 도 전후, 즉 270도 내지 330 도의 최고 온도(Tmax)가 열변형량(X)을 감소시키는데 매우 바람직함을 알 수 있다.
- <99> 또한 다른 조건이 동일하면, 글라스 원판을 가열시키는 속도가 서열인지 급열인지는 글라스 기판의 열변형량(X)에 큰 영향이 없음을 알 수 있다.
- <100> 반면, 다른 조건이 동일하더라도, 글라스 원판을 서냉 온도(Ts1)까지 냉각시키는 방법은 서냉 방식이 급냉 방식보다 더 열변형량(X)이 적어 더 바람직함을 알 수 있다.
- <101> 소다라임 글라스 기판의 흡수 계수 및 자유 경로 길이를 측정하면 소다라임 글라스 원판에 열처리가 행해졌는지 여부 및 열처리 최고온도 및 냉각속도 등에 관한 열처리 조건을 유추할 수 있다.
- <102> 따라서, 글라스 기판의 흡수 계수 및 자유 경로 길이를 측정하면, 본 발명의 실시예에 따른 소다라임 글라스 원

도면

도면1



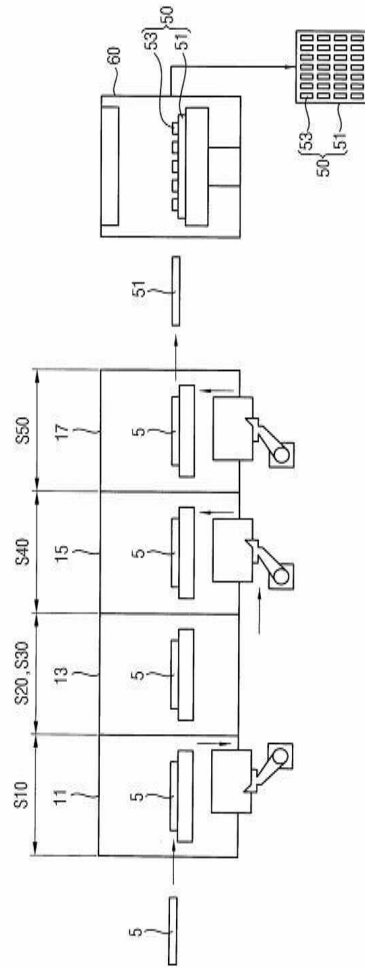
도면2



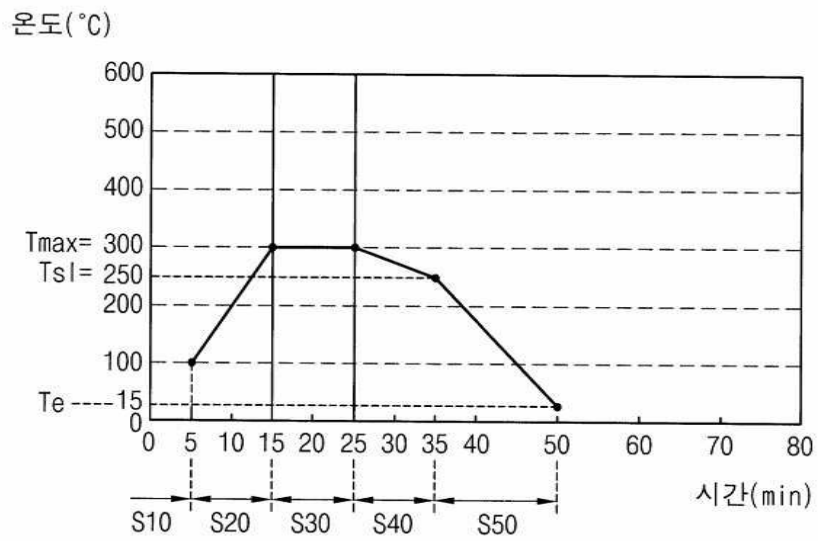
도면3



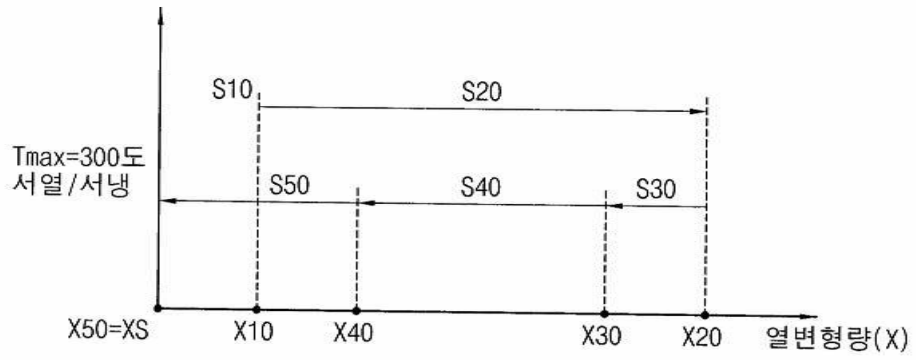
도면4



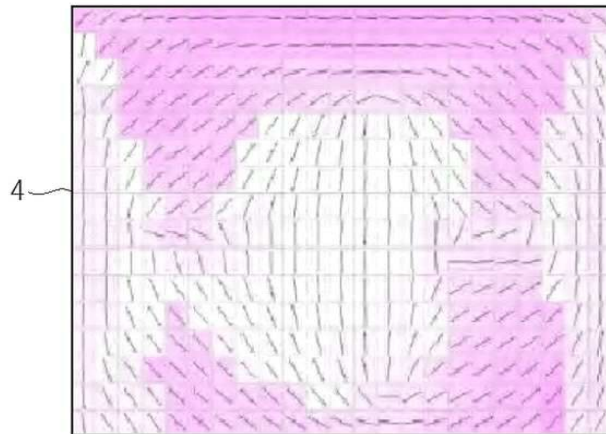
도면5



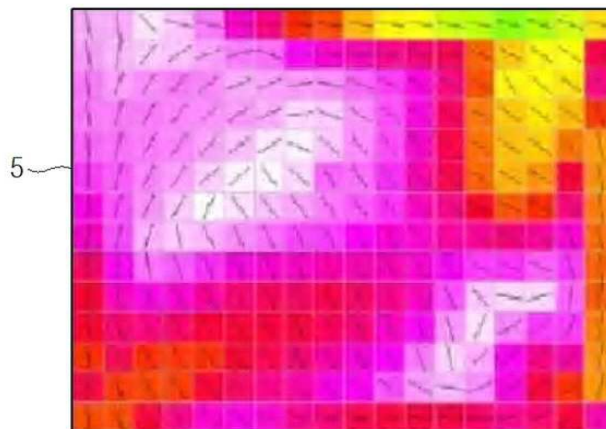
도면6



도면7



도면8



도면9

