



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월12일  
(11) 등록번호 10-1645770  
(24) 등록일자 2016년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/02 (2006.01) C30B 1/02 (2006.01)  
C30B 13/22 (2006.01) C30B 29/06 (2006.01)  
H01L 21/268 (2006.01) H01L 27/12 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-7014465  
(22) 출원일자(국제) 2010년10월14일  
심사청구일자 2015년08월10일  
(85) 번역문제출일자 2012년06월04일  
(65) 공개번호 10-2012-0109496  
(43) 공개일자 2012년10월08일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/068005  
(87) 국제공개번호 WO 2011/055618  
국제공개일자 2011년05월12일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2009-254216 2009년11월05일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2008147429 A\*  
KR1020040063518 A\*  
KR1020060013108 A\*  
JP2009032952 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
브이 테크놀로지 씨오. 엘티디  
일본 가나가와 240-0005 요코하마시 호도가야구  
고도초 134  
(72) 발명자  
가지야마 고이찌  
일본 2400005 가나가와현 요코하마시 호도가야구  
고도초 134 가부시키키가이샤 브이 테크놀로지 내  
하마노 구니유키  
일본 2400005 가나가와현 요코하마시 호도가야구  
고도초 134 가부시키키가이샤 브이 테크놀로지 내  
미즈무라 미찌노부  
일본 2400005 가나가와현 요코하마시 호도가야구  
고도초 134 가부시키키가이샤 브이 테크놀로지 내  
(74) 대리인  
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 9 항

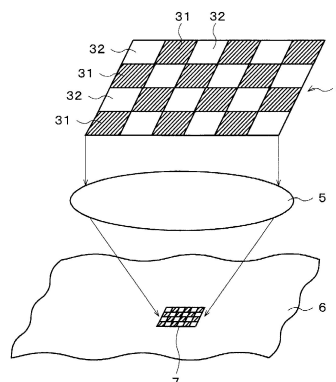
심사관 : 광중환

(54) 발명의 명칭 저온 폴리실리콘막의 형성 장치 및 방법

(57) 요약

결정립의 크기의 변동이 적어, 균일한 결정립 사이즈의 저온 폴리실리콘막을 얻을 수 있는 형성 장치 및 방법을 제공한다. 마스크는, 레이저 광의 차광 영역과 투과 영역이, 이들 차광 영역과 투과 영역이 인접하지 않도록 격자 형상으로 배치된 것이며, 이 마스크를 통해 마이크로 렌즈에 의해 레이저 광을 채널 영역 형성 예정 영역에 조사한다. 투과 영역을 투과한 레이저 광이, a-Si:H막에 조사되어 이 부분을 어닐하여 다결정화한다. 다음에, 마스크를 떼어내어, 채널 영역 형성 예정 영역의 전체에 레이저 광을 조사하면, 이미 다결정화되어 있는 영역은 용접이 상승되어 있어 용융되지 않고, 비정질 상태의 영역이 용융 응고되어 다결정화된다. 얻어진 폴리실리콘막은, 그 결정립의 크기가, 차광 영역 및 투과 영역에 규제된 것으로 되어, 일정한 범위로 제어된다.

대표도 - 도2



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 투과하는 복수개의 투과 영역과 상기 레이저 광을 차광하는 복수개의 차광 영역이, 일 방향으로, 엇갈리며, 투과 영역 및 차광 영역이 각각 인접하지 않도록 2차원적으로 배치되고,

상기 마스크를 사용하여 상기 비정질 실리콘막을 용융시키는 조건에서 상기 레이저 광을 조사하는 것과, 그 이후에 상기 비정질 실리콘은 용융시키지만 폴리실리콘막은 용융시키지 않는 조건에서 상기 마스크를 이용하지 않고 상기 레이저 광을 조사하는 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 투과 영역 및 차광 영역은 직사각형을 이루고, 상기 마스크는, 이들 투과 영역 및 차광 영역이 격자 형상으로 배치된 것인 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 장치.

#### 청구항 3

1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 차광하는 차광 영역 중에, 상기 레이저 광을 투과하는 스폿 형상의 복수개의 투과 영역이 2차원적으로 점재하도록 배치되어 형성되어 있고,

상기 마스크를 사용하여 상기 비정질 실리콘막을 용융시키는 조건에서 상기 레이저 광을 조사하는 것과, 그 이후에 상기 비정질 실리콘은 용융시키지만 폴리실리콘막은 용융시키지 않는 조건에서 상기 마스크를 이용하지 않고 상기 레이저 광을 조사하는 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 장치.

#### 청구항 4

1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 투과하는 복수개의 투과 영역이 2차원적으로 배치되고 각 투과 영역 사이가 상기 레이저 광을 차광하는 차광 영역에 의해 구획되고,

상기 마스크를 사용하여 상기 비정질 실리콘막을 용융시키는 조건에서 상기 레이저 광을 조사하는 것과, 그 이후에 상기 비정질 실리콘은 용융시키지만 폴리실리콘막은 용융시키지 않는 조건에서 상기 마스크를 이용하지 않고 상기 레이저 광을 조사하는 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 장치.

#### 청구항 5

1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 투과하는 투과 부재에 대해, 상기 레이저 광을 차광하는 스폿 형상의 복수개의 차광 영역이 2차원적으로 배치되도록 지지되고,

상기 마스크를 사용한 레이저 광의 조사에 의해, 상기 투과 부재에 있어 상기 차광 영역이 존재하지 않는 부분에 대응하는 비정질 실리콘막의 부분이, 레이저 광의 조사에 의해 가열되어 용융하고, 상기 차광 영역에 대응하는 비정질 실리콘막의 부분은, 레이저 광의 조사를 받지 않고, 조사 영역으로부터의 열전도에 의해 가열되어,

상기 레이저 광의 조사 영역 및 비 조사 영역이 결정화하는 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 장치.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 마이크로 렌즈는, 형성해야 할 트랜지스터마다 설치되어 있는 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 장치.

#### 청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 기재된 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용하여, 우선, 상기 마스크를 통해 상기 마이크로 렌즈에 의해 레이저 광을 비정질 실리콘막에 조사하는 제1 공정과, 이어서 상기 마스크를 사용하지 않고 상기 마이크로 렌즈에 의해 레이저 광을 비정질 실리콘막에 조사하는 제2 공정을 갖는 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정은, 상기 레이저 광의 발생원에 의한 레이저 광의 발광 조건은 동일한 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 방법.

#### 청구항 9

제5항에 기재된 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용하여, 상기 마스크를 통해, 상기 마이크로 렌즈에 의해 레이저 광을 비정질 실리콘막에 조사하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는, 저온 폴리실리콘막의 형성 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 비정질 실리콘막(이하, a-Si막이라 함)에 레이저 광을 조사하여 어닐함으로써, a-Si를 다결정 실리콘(이하, 폴리실리콘이라 함)으로 결정화시키는 저온 폴리실리콘막의 형성 장치 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 역(逆)스태거 구조의 박막 트랜지스터로서는, 절연성 기판 상에 Cr 또는 Al 등의 금속층에 의해 게이트 전극을 형성하고, 이어서 이 게이트 전극을 포함하는 기판 상에 게이트 절연막으로서 예를 들어 SiN막을 형성하고, 그 후, 전체면에 수소화 비정질 실리콘(이하, a-Si:H라 기재함)막을 형성하고, 이 a-Si:H막을 게이트 전극 상의 소정 영역에 아일랜드 형상으로 패터닝하고, 또한 금속층에 의해 소스·드레인 전극을 형성한 비정질 실리콘 트랜지스터가 있다.

[0003] 그러나 이 비정질 실리콘 트랜지스터는, a-Si:H막을 채널 영역에 사용하고 있으므로, 채널 영역에 있어서의 전하의 이동도가 작다고 하는 단점이 있다. 이로 인해, 비정질 실리콘 트랜지스터는, 예를 들어 액정 표시 장치의 화소부의 화소 트랜지스터로서는 사용 가능하지만, 고속의 재기록이 요구되는 주변 구동 회로의 구동 트랜지스터로서는, 채널 영역의 전하 이동도가 지나치게 작아, 사용하는 것이 곤란하다.

[0004] 한편, 다결정 실리콘막을 직접 기판 상에 형성하려고 하면, LPCVD(감압 화학 기상 성장)법에 의해 형성하게 되지만, 이것은 1500℃ 정도의 고온 프로세스로 되므로, 액정 표시 장치와 같은 글래스 기판(연화점이 400 내지 500℃) 상에 다결정 실리콘막을 직접 형성할 수는 없다.

[0005] 따라서, 일단, 채널 영역에 a-Si:H막을 형성하고, 그 후, 이 a-Si:H막에 YAG 엑시머 레이저 등의 레이저 광을 조사하여 레이저 어닐함으로써, 극히 단시간에서의 용융 응고의 상(相) 전이에 의해, a-Si:H막을 폴리실리콘막으로 결정화시키는 저온 폴리실리콘 프로세스가 채용되도록 되어 있다. 이에 의해, 글래스 기판 상의 채널 영역을 전하 이동도가 높고 트랜지스터 동작의 고속화가 가능한 폴리실리콘막에 의해 형성하는 것이 가능해진다(특허문헌 1).

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허 출원 공개 평5-63196호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 그러나 상술한 저온 폴리실리콘막의 형성 방법은, 레이저 어닐에 의해 형성된 폴리실리콘막의 특성이 국부적으로 변동된다고 하는 문제점이 있어, 이것이 실용화에의 장애로 되고 있다. 이러한 저온 폴리실리콘막의 특성의 국부적 변동은, 액정 표시 장치의 화면의 표시 불균일을 발생시킨다.

[0008] a-Si막의 특성이 국부적으로 변동되는 요인으로서, 결정화된 Si의 결정립의 크기가 국부적으로 변동되어, 폴리실리콘막 내의 전기 전도도가 결정입계의 밀도 또는 상태에 따라 변동되고, 폴리실리콘막 전체의 전기 전도도가 변동되어 버리는 것에 있다. 이로 인해, 예를 들어 YAG 엑시머 레이저 광의 조사에 의한 어닐에 의해 형성되는 폴리실리콘막의 결정립의 크기를 일정한 범위로 제어하는 것이, 저온 폴리실리콘막의 실용화에는 필요하다.

[0009] 이 결정입경을 제어하는 방법으로서, 엑시머 레이저 광의 조사 조건, 즉, 레이저의 에너지, 펄스 폭, 기판 온도 등을 조정하는 방법이 있다. 그러나 레이저 조사에 의한 극히 단시간에서의 용융 응고의 경우는, 결정화 속도가 통상의 결정화 속도보다도 10자리수 정도 빠르고, 이러한 극히 빠른 결정화 속도로 인해 입경의 제어가 곤란하다. 특히, 입경을 상한값 및 하한값을 갖는 소정의 범위 내로 제어하기 위한 레이저 광 조사 조건을 정하는 것은, 단순히 입경을 최대값 이하로 제어하기 위한 레이저 광 조사 조건 또는 입경을 최소값 이상으로 제어하기 위한 레이저 광 조사 조건만을 정하는 경우에 비해 곤란하다. 특히, a-Si의 막 두께 또는 막의 Si 밀도 등이 변동되면, 동일한 어닐 조건이라도 입경이 변화되므로, 어닐의 조건 설정에는 막질의 사전의 확인이 필요하여, 어닐 조건의 설정 작업이 매우 번잡하다.

[0010] 본 발명은 이러한 문제점에 비추어 이루어진 것이며, 결정립의 크기의 변동이 적어, 가급적 균일한 결정립 사이즈의 저온 폴리실리콘막을 얻을 수 있는 저온 폴리실리콘막의 형성 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에 관한 제1 저온 폴리실리콘막의 형성 장치는, 1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 투과하는 복수개의 투과 영역과 상기 레이저 광을 차광하는 복수개의 차광 영역이, 일 방향으로, 엇갈리며, 투과 영역 및 차광 영역이 각각 인접하지 않도록 2차원적으로 배치된 것인 것을 특징으로 한다.

[0012] 이 저온 폴리실리콘막의 형성 장치에 있어서, 예를 들어 상기 투과 영역 및 차광 영역은 직사각형을 이루고, 상기 마스크는, 이들 투과 영역 및 차광 영역이 격자 형상으로 배치된 것이다.

[0013] 또한, 본 발명에 관한 제2 저온 폴리실리콘막의 형성 장치는, 1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 차광하는 차광 영역 중에, 상기 레이저 광을 투과하는 스폿 형상의 복수개의 투과 영역이 2차원적으로 점재되도록 배치되어 형성되어 있는 것인 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명에 관한 제3 저온 폴리실리콘막의 형성 장치는, 1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 투과하는 복수개의 투과 영역이 2차원적으로 배치되고 각 투과 영역 사이가 상기 레이저 광을 차광하는 차광 영역에 의해 구획된 것인 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명에 관한 제4 저온 폴리실리콘막의 형성 장치는, 1차원 또는 2차원적으로 배치된 복수개의 마이크로 렌즈와, 레이저 광의 발생원과, 이 발생원으로부터의 레이저 광을 상기 마이크로 렌즈로 유도하여 상기 마이

크로 렌즈에 의해 상기 레이저 광을 비정질 실리콘막에 집광시키는 도광부와, 각 마이크로 렌즈마다 배치된 복수개의 마스크를 갖고, 상기 마스크는, 상기 레이저 광을 투과하는 투과 부재에 대해, 상기 레이저 광을 차광하는 스폿 형상의 복수개의 차광 영역이 2차원적으로 배치되도록 지지된 것인 것을 특징으로 한다.

[0016] 이들 제1 내지 제4 저온 폴리실리콘막의 형성 장치에 있어서, 예를 들어 상기 마이크로 렌즈는, 형성해야 할 트랜지스터마다 설치되어 있다.

[0017] 본 발명에 관한 저온 폴리실리콘막의 형성 방법은, 상술한 제1 내지 제3 중 어느 하나의 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용하여, 우선, 상기 마스크를 통해 상기 마이크로 렌즈에 의해 레이저 광을 비정질 실리콘막에 조사하는 제1 공정과, 이어서 상기 마스크를 사용하지 않고 상기 마이크로 렌즈에 의해 레이저 광을 비정질 실리콘막에 조사하는 제2 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0018] 이 저온 폴리실리콘막의 형성 방법에 있어서, 예를 들어 상기 제1 공정과 상기 제2 공정은, 상기 레이저 광원에 의한 레이저 광의 발광 조건은 동일하도록 구성할 수 있다.

[0019] 본 발명에 관한 다른 저온 폴리실리콘막의 형성 방법은, 상술한 제4 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용하여, 상기 마스크를 통해, 상기 마이크로 렌즈에 의해 레이저 광을 비정질 실리콘막에 조사하는 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명에 따르면, 제1 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용한 경우, 제1 공정에 있어서, 마스크의 투과 영역을 투과한 레이저 광만이 비정질 실리콘막(a-Si막)에 조사되고, a-Si막에 있어서는, 이 투과 영역에 대응하는 부분만이 어닐되어 용융 응고되어 폴리실리콘으로 결정화된다. 이때, 폴리실리콘 부분의 결정립의 크기는, 마스크의 각 투과 영역에 대응하여 규제된 것으로, 투과 영역을 넘어 대형화되는 일은 없으므로 결정립의 크기의 편차는 작다. 또한, 마스크의 차광 영역에 대응하는 부분은, 비정질 상태이다. 그 후, 제2 공정에 있어서는, 제1 공정에서 다결정화된 부분도 포함하여 a-Si막의 전체에 레이저 광을 조사한다. 그렇게 하면, 폴리실리콘 부분은, 융점이 높기 때문에 용융되지 않고, 비정질 상태로 잔존하고 있는 부분(차광 영역에 대응하는 부분)만이 용융 응고되어 다결정화된다. 이 새롭게 다결정화된 부분도, 결정립의 크기는, 차광 영역의 크기 이상으로 대형화되는 일은 없어, 결정립의 크기의 편차는 작다.

[0021] 본 발명의 제2 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용한 경우는, 제1 공정에 있어서, 마스크의 투과 영역만을 투과한 레이저 광이 a-Si막에 조사되고, a-Si막에 있어서는, 이 투과 영역에 대응하는 부분만이 어닐되어 용융 응고되어, 폴리실리콘으로 결정화된다. 이에 의해, a-Si막에는, 폴리실리콘 부분이 스폿 형상으로 점재적으로 생성된다. 다음에, 제2 공정에 있어서, 전체에 레이저 광이 조사되면, 이 a-Si막에 존재하는 작은 폴리실리콘 부분이 종(種)으로 되어, a-Si막의 전체가 다결정화된다. 이때, 이 폴리실리콘막은, 스폿 형상으로 점재되도록 형성된 폴리실리콘 부분을 종으로 하여 성장하므로, 결정립이 조대화되는 일은 없고, 결정립의 크기가 일정한 좁은 범위로 제어된다.

[0022] 본 발명의 제3 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용한 경우는, 제1 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용한 경우와 마찬가지로, 제1 공정에 있어서, 마스크의 투과 영역을 투과한 레이저 광만이 비정질 실리콘막(a-Si막)에 조사되고, a-Si막에 있어서는, 이 투과 영역에 대응하는 부분만이 어닐되어 용융 응고되어, 폴리실리콘으로 결정화된다. 이때, 폴리실리콘 부분의 결정립의 크기는, 마스크의 각 투과 영역에 대응하여 규제된 것으로, 투과 영역을 넘어 조대화되는 일은 없으므로, 결정립의 크기의 편차는 작다. 또한, 마스크의 차광 영역에 대응하는 부분은, 비정질 상태이다. 그 후, 제2 공정에 있어서는, 제1 공정에서 다결정화된 부분도 포함하여 a-Si막의 전체에 레이저 광을 조사한다. 그렇게 하면, 폴리실리콘 부분은 융점이 높기 때문에 용융되지 않고, 비정질 상태로 잔존하고 있는 부분(차광 영역에 대응하는 부분)만이 용융 응고되어 다결정화된다. 이 새롭게 다결정화된 부분도, 결정립의 크기는 차광 영역의 크기 이상으로 조대화되는 일은 없어, 결정립의 크기의 편차는 작다.

[0023] 본 발명의 제4 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용한 경우는, 투과 부재에 지지된 상태에서, 스폿 형상의 복수개의 차광 영역이 2차원적으로 배치되어 있으므로, 투과 부재에 있어서의 차광 영역이 존재하지 않는 부분을 투과한 레이저 광은 비정질 실리콘막에 조사되어 이 부분을 가열하여, 용융시킨다. 그러나 이 차광 영역에 대응하는 비정질 실리콘막의 부분은, 레이저 광의 조사를 받지 않고, 조사 영역으로부터의 열전도에 의해 가열될 뿐이므로, 조사 영역보다도 온도가 낮다. 이와 같이, 레이저 광의 조사 영역과 비조사 영역 사이에서 온도차가 발생하므로, 응고시에 이 비조사 영역으로부터 결정화가 진행되고, 그 후 조사 영역이 결정화되어 가므로 결정립의 조대화가 발생하지 않는다.



## 발명의 효과

[0024] 본 발명에 따르면, 제1 내지 제3 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용한 경우는, 마스크를 사용한 레이저 광의 조사와, 마스크를 사용하지 않는 레이저 광의 조사의 2 공정으로 나누어, 피처리 영역의 a-Si막을 다결정화하기 때문에, 다결정화의 과정에서, 결정립이 조대화되는 것이 방지되어, 결정입경이 일정한 범위로 제어된 저온 폴리실리콘막을 얻을 수 있다. 또한, 제4 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 사용한 경우는, 투과 부재를 투과한 레이저 광에 의해 조사된 a-Si막의 부분은 고온으로 가열되어 용융되고, 스폿 형상의 차광 영역에 의해 레이저 광이 조사되지 않은 부분은 조사 영역으로부터의 열전도에 의해 가열되어 용융되지만, 조사 영역보다도 저온으로 되고, 이 저온의 부분으로부터 결정화되어, 결정립의 조대화가 방지되어, 결정입경이 일정한 범위로 제어된 저온 폴리실리콘막을 얻을 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 도시하는 모식적인 사시도이다.  
 도 2는 이 제1 실시 형태에 있어서, 그 1개의 마이크로 렌즈 및 대응하는 마스크를 도시하는 모식적 확대 사시도이다.  
 도 3은 마이크로 렌즈를 사용한 레이저 조사 장치를 도시하는 도면이다.  
 도 4는 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 도시하는 모식적인 사시도이다.  
 도 5는 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 저온 폴리실리콘막의 형성 장치의 마스크를 도시하는 모식적인 사시도이다.  
 도 6의 (a)는 본 발명의 제4 실시 형태에 관한 저온 폴리실리콘막의 형성 장치의 마스크를 도시하는 단면도, (b)는 그 평면도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해, 첨부 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 저온 폴리실리콘막의 형성 장치를 도시하는 모식적인 사시도, 도 2는 그 1개의 마이크로 렌즈 및 대응하는 마스크를 도시하는 모식적 확대 사시도, 도 3은 마이크로 렌즈를 사용한 레이저 조사 장치를 도시하는 도면이다. 도 3에 도시하는 레이저 조사 장치는, 역 스테거 구조의 박막 트랜지스터와 같은 반도체 장치의 제조 공정에 있어서, 예를 들어 그 채널 영역 형성 예정 영역에만 레이저 광을 조사하여 어닐하고, 이 채널 영역 형성 예정 영역을 다결정화하여, 폴리실리콘막을 형성하기 위한 장치이다. 이 마이크로 렌즈를 사용한 레이저 어닐 장치는, 광원(1)으로부터 출사된 레이저 광을, 렌즈군(2)에 의해 평행 빔으로 정형하고, 다수의 마이크로 렌즈(5)로 이루어지는 마이크로 렌즈 어레이를 통해 피조사체(6)에 조사한다. 레이저 광원(1)은, 예를 들어 파장이 308nm 또는 353nm인 레이저 광을 예를 들어 50Hz의 반복 주기로 방사하는 엑시머 레이저이다. 마이크로 렌즈 어레이는, 투명 기판(4)에 다수의 마이크로 렌즈(5)가 배치된 것으로, 레이저 광을 피조사체(6)로서의 박막 트랜지스터 기판에 설정된 박막 트랜지스터 형성 예정 영역에 집광시키는 것이다. 투명 기판(4)은 피조사체(6)에 평행하게 배치되고, 마이크로 렌즈(5)는 트랜지스터 형성 예정 영역의 배열 피치의 2 이상의 정수배(예를 들어, 2)의 피치로 배치되어 있다. 본 실시 형태의 피조사체(6)는, 예를 들어 박막 트랜지스터이며, 그 a-Si막의 채널 영역 형성 예정 영역에 레이저 광을 조사하여 폴리실리콘 채널 영역을 형성한다.

[0027] 예를 들어, 액정 표시 장치의 주변 회로로서, 화소의 구동 트랜지스터를 형성하는 경우, 글래스 기판 상에 Al 등의 금속막으로 이루어지는 게이트 전극을, 스퍼터에 의해 패틴 형성한다. 그리고 실란 및 H<sub>2</sub> 가스를 원료 가스로 하고, 250 내지 300℃의 저온 플라즈마 CVD법에 의해, 전체면이 SiN막으로 이루어지는 게이트 절연막을 형성한다. 그 후, 게이트 절연막 상에, 예를 들어 플라즈마 CVD법에 의해 a-Si:H막을 형성한다. 이 a-Si:H막은 실란과 H<sub>2</sub> 가스를 혼합한 가스를 원료 가스로서 성막한다. 이 a-Si:H막의 게이트 전극 상의 영역을 채널 형성 예정 영역으로 하여, 각 채널 영역에 1개의 마이크로 렌즈(5)를 배치하여, 이 채널 형성 예정 영역에만 레이저 광을 조사하여 어닐하고, 이 채널 형성 예정 영역을 다결정화하여 폴리실리콘 채널 영역을 형성한다. 도 3에는 도시하고 있지 않지만, 채널 형성 예정 영역에만 레이저 광을 조사하기 위한 차광 부재가 마이크로 렌즈(5)의 상방에 배치되어 있고, 이 차광 부재에 의해 채널 영역이 구획된다. 또한, 도 3의 (a) 및 도 1에는, 마이크로 렌즈(5)가 1차원으로 배열되어 있는 상태만 도시되어 있지만, 이것은 도시의 간략화를 위함이며, 실제로는 도 3

의 (b)에 평면도를 도시하는 바와 같이, 마이크로 렌즈(5)는 2차원적으로 배열되어 있다. 단, 이 마이크로 렌즈(5)는 다결정화해야 할 영역의 배치에 맞추어 1차원적으로 배열해도 된다.

[0028] 이리하여, 본 실시 형태에 있어서는, 도 1 및 도 2 및 도 3의 (a)에 도시한 바와 같이, 각 마이크로 렌즈(5)의 상방에, 각 마이크로 렌즈(5)마다 1개의 마스크(3)가 설치되어 있다. 이 마스크(3)는, 예를 들어 전체에서 직사각형을 이루고, 또한 미소한 직사각형의 격자 형상의 영역으로 구획되어 있다. 이 구획은, 레이저 광을 차광하는 차광 영역(31)과, 레이저 광을 투과하는 투과 영역(32)이, 차광 영역(31)과 투과 영역(32)이 인접하지 않도록 격자 형상으로 배열된 것이다. 이 마스크(3)를 통해 레이저 광을 마이크로 렌즈(5)에 의해 피조사체(6)에 조사함으로써, a-Si:H막에는 그 채널 영역 형성 예정 영역(7)에 대응하여 레이저 광의 조사 영역이 형성된다. 이 예정 영역(7)에 있어서의 레이저 광의 조사 패턴은, 마스크(3)의 투과 영역(32)의 패턴에 대응하는 것이다.

[0029] 다음에, 상술한 바와 같이 구성된 형성 장치를 사용한 저온 폴리실리콘막의 형성 방법에 대해 설명한다. 우선, 제1 공정에 있어서, 마스크(3)를 사용하여 레이저 광을 피조사체(6)에 조사한다. 레이저 광의 평행 빔은, 마스크(3)를 투과한 후, 각 마이크로 렌즈(5)에 의해 집광되어, 피조사체(6)의 a-Si:H막에 있어서의 채널 형성 예정 영역(7)에 조사된다. 이때, 레이저 광은, 마스크(3)의 차광 영역(31)에 있어서는 차광되고, 투과 영역(32)을 투과한 부분만이 예정 영역(7)에 조사되어, 마스크(3)와 마찬가지로의 격자 형상 패턴에 레이저 광의 조사 영역이 형성된다. 그리고 이 예정 영역(7)에 있어서, 레이저 광이 조사된 부분만이 용융 응고되어 결정화되고, 이 부분이 폴리실리콘으로 상 변태된다. 이 폴리실리콘 부분은, 마스크(3)의 투과 영역(32)이 마이크로 렌즈(5)에 의해 축소 투영된 부분이며, 이 축소 투영된 부분에만 레이저 광이 조사되므로, 다결정화된 폴리실리콘의 결정립은, 이 축소 투영된 부분을 넘어 조대화되는 일은 없다. 이로 인해, 폴리실리콘 부분은, 투과 영역(32)이 축소 투영된 영역의 크기로 규제되어 그 결정립의 크기가 규제되고, 일정한 좁은 결정입경 범위로 그 결정립의 크기가 제어된다.

[0030] 이어서, 제2 공정에 있어서는, 마스크(3)를 떼어내고, 그 후, 레이저 광을 피조사체(6)에 조사함으로써, 각 채널 영역 형성 예정 영역(7)마다, 그 예정 영역(7)의 전체에 레이저 광을 조사한다. 그렇게 하면, 폴리실리콘의 부분은, 비정질 실리콘의 부분보다도 융점이 높기 때문에, 제1 공정에 있어서 다결정화된 부분이 재용융되는 일은 없다. 그리고 제1 공정에 있어서, a-Si:H막에 있어서의 마스크(3)의 차광 영역(31)에 대응하는 부분이 비정질 상태로 잔존하고 있으므로, 이 비정질 부분이, 제2 공정에 있어서의 레이저 조사에 의해 용융 응고되어 다결정화된다. 이 제2 공정에 있어서 다결정화되는 부분은, a-Si:H막에 있어서의 차광 영역(31)이 축소 투영된 부분이므로, 이 제2 공정에 있어서 다결정화된 폴리실리콘 부분은, 차광 영역(31)이 축소 투영된 부분을 넘어 결정립이 조대화되는 일은 없다. 따라서, 이 제2 공정에 있어서 형성된 폴리실리콘 부분도, 차광 영역(31)이 축소 투영된 영역의 크기로 규제되어, 그 결정립의 크기가 일정한 좁은 범위로 제어된다.

[0031] 이와 같이 하여, 채널 형성 예정 영역(7)에 있어서는, 결정립의 크기가 일정한 좁은 범위로 제어된 폴리실리콘막이 형성된다. 따라서, 이 폴리실리콘막을 채널 영역으로 하는 트랜지스터는, 고속 동작이 가능한 동시에, 폴리실리콘 채널 영역의 결정립이 균일하므로, 트랜지스터 특성이 안정된 반도체 장치를 얻을 수 있다.

[0032] 또한, 이 제1 실시 형태에 있어서, 마스크(3)의 차광 영역(31) 및 투과 영역(32)은 그 형상이 직사각형에 한정되는 것은 아니며, 원형 등 다양한 형상으로 할 수 있다. 또한, 상기 실시 형태에 있어서는, 제2 공정에서, 채널 영역을 구획하는 차광 영역 이외의 마스크를 사용하지 않는 것이었지만, 제2 공정에 있어서도, 마스크를 사용하여, 제1 공정에 있어서, 차광 영역이었던 부분을 투과 영역으로 하고, 투과 영역이었던 부분을 차광 영역으로 하여, a-Si:H막에 있어서 제1 공정에서 비정질 상태로 잔존한 부분에만 레이저 광을 조사하여 이 부분을 어닐하는 것으로 해도 된다. 또한, 이 경우에, 제2 공정에 있어서의 투과 영역을, 제1 공정에 있어서의 차광 영역보다도 작게 하여, 제1 공정의 레이저 광 조사 영역과, 제2 공정의 레이저 광 조사 영역 사이에 간극을 형성해도 된다. 이에 의해, 제2 공정에 있어서, 비정질 영역이 다결정화될 때에, 제1 공정에서 이미 다결정화되어 있는 폴리실리콘 부분을 기점으로 하여 결정 성장이 발생하지 않도록 할 수 있다. 이에 의해, 제1 공정의 폴리실리콘의 결정립 형태에 영향을 받는 일 없이, 제2 공정에 있어서, 폴리실리콘을 성장시킬 수 있다.

[0033] 다음에, 본 발명의 제2 실시 형태에 대해 도 4를 참조하여 설명한다. 이 실시 형태는, 마스크(8)의 구성만이 제1 실시 형태와 다르다. 이 마스크(8)는, 그 전체면이 차광 영역으로 되어 있고, 이 차광 영역 중에, 예를 들어 원형의 투과 영역(83)이 점재되도록 형성되어 있다. 이 마스크(8)에 있어서도, 예를 들어 직사각형의 복수의 영역(81, 82)을 상정할 수 있다. 즉, 마스크(8)에 있어서, 복수의 영역(81, 82)을 개념하고, 마스크(8)는 이들 각 영역(81, 82)에 대해 1개의 투과 영역(83)이 배치된 것으로 한다. 따라서, 이 마스크(8)를 사용하여, 마이크로 렌즈(5)에 의해 피조사체(6)에 레이저 광을 조사하면, 피조사체(6)의 채널 영역 형성 예정 영역(7)에

있어서는, 레이저 광의 조사부가 스폿 형상으로 등간격으로 배치된 것으로 된다.

[0034] 다음에, 이 제2 실시 형태의 형성 장치를 사용한 저온 폴리실리콘막의 형성 방법에 대해 설명한다. 우선, 제1 공정에 있어서, 마스크(8)를 사용하여, 마이크로 렌즈(5)에 의해 피조사체(6)의 채널 영역 형성 예정 영역(7)에 레이저 광을 조사한다. 그렇게 하면, 예정 영역(7)에 있어서, 레이저 광이 스폿 형상으로 조사된 영역이 등간격으로 점재되는 조사 패턴이 얻어진다. 이 레이저 광이 스폿 형상으로 조사된 영역은, a-Si:H막이 용융 응고되어 다결정화된 폴리실리콘으로 된다.

[0035] 이어서, 마스크(8)를 떼어내고, 예정 영역(7)의 전체에 레이저 광을 조사한다. 그렇게 하면, 제1 공정에서 다결정화된 스폿 형상의 영역을 중심으로 하여, 결정화가 발생하여, 예정 영역(7)의 전체가 폴리실리콘막으로 된다. 이 경우에, 얻어진 폴리실리콘막은, a-Si:H막에 있어서의 마스크(8)가 축소 투영된 영역에 있어서, 각 영역(81, 82)의 축소 투영 영역마다, 투과 영역(83)에 대응하는 부분의 이미 다결정화된 부분을 중심으로 하여 결정화된 것이다. 따라서, 그 결정립의 크기는, 적어도 영역(81, 82)의 축소 투영 영역을 넘어 조대화되는 일은 없어, 얻어진 폴리실리콘막은, 결정립의 크기가 일정한 좁은 범위로 제어된 것으로 된다. 따라서, 이 제2 실시 형태의 형성 장치를 사용해도, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 발휘한다.

[0036] 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 제2 공정에 있어서, 예정 영역(7)의 전체에 레이저 광을 조사한다. 이것은, 일단 재결정된 영역은, 융점이 상승하므로, 다시 레이저 광이 조사되어도 용융되는 일이 없어, 다결정 상태로 존재하기 때문이다.

[0037] 이상의 각 실시 형태에 있어서, 레이저 광의 발광 조건, 즉 a-Si:H막을 가열하는 조건은, 제1 공정과 제2 공정에서 동일하게 할 수 있다. 또한, 제1 실시 형태의 마스크(3)의 차광 영역(31) 및 투과 영역(32)의 크기 및 제2 실시 형태의 마스크(8)의 투과 영역(83)의 간격[즉, 개념적인 영역(81, 82)의 크기]은, 피조사체(6)에 축소 투영된 영역에 있어서, 예를 들어 1번 길이로 1 $\mu$ m 정도로 하면 된다. 이에 의해, 폴리실리콘막의 결정립의 크기는, 1 $\mu$ m 이하로 정렬된다. 박막 트랜지스터의 크기가 1번 길이로 십수  $\mu$ m 내지 수십  $\mu$ m 정도이므로, 채널 폴리실리콘 영역의 결정립의 크기가 1 $\mu$ m 이하이면, 충분히 안정된 트랜지스터 특성을 얻을 수 있다. 상술한 바와 같이, 제2 실시 형태의 영역(81, 82)의 크기도, 피조사체(6)에 축소 투영된 영역에 있어서, 1번 길이로 1 $\mu$ m 정도로 할 수 있다. 이 경우에, 마스크(8)의 투과 영역(83)의 크기는, 피조사체(6)에 축소 투영되었을 때의 크기로, 예를 들어 직경을 0.1 $\mu$ m 정도로 할 수 있다.

[0038] 다음에, 도 5를 참조하여 본 발명의 제3 실시 형태에 대해 설명한다. 도 5의 마스크(9)는, 레이저 광을 차광하는 재료에 의해 형성된 차광 부재(91)에 대해, 복수개의 직사각형의 구멍을 상호간에 일정 간격을 두고 도려낸 형상을 갖고, 이 복수개의 직사각형의 구멍으로 이루어지는 복수개의 투과 영역(92)이 2차원적으로 배치되고, 이들 투과 영역(92)이 차광 부재(91)로 이루어지는 차광 영역으로 둘러싸여 이 차광 영역에 의해 구획된 것으로 되어 있다.

[0039] 다음에, 이 제3 실시 형태의 형성 장치를 사용한 저온 폴리실리콘막의 형성 방법에 대해 설명한다. 우선, 제1 공정에 있어서, 마스크(9)를 사용하여, 마이크로 렌즈(5)에 의해, 피조사체(6)의 채널 영역 형성 예정 영역에 레이저 광을 조사한다. 그렇게 하면, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 마스크(9)의 투과 영역(92)을 투과한 레이저 광만이 비정질 실리콘막(a-Si막)에 조사된다. a-Si막에 있어서, 이 투과 영역에 대응하는 부분만이 어닐되어 용융 응고되어 폴리실리콘으로 결정화된다. 이때, 폴리실리콘 부분의 결정립의 크기는, 마스크의 각 투과 영역(92)에 대응하여 규제된 것이며, 적어도 1개의 결정립은 1개의 투과 영역(92)을 넘어 조대화되는 일은 없다. 이로 인해, 결정립의 크기의 편차는 작다. 또한, 마스크의 차광 영역[차광 부재(91)]에 대응하는 부분은, 비정질 상태이다.

[0040] 이어서, 마스크(9)를 떼어내고, 채널 형성 예정 영역의 전체에 레이저 광을 조사한다. 그렇게 하면, 제1 공정에서 다결정화된 스폿 형상의 영역을 중심으로 하여 결정화가 발생하고, 예정 영역의 전체가 폴리실리콘막으로 된다. 이 경우에, 얻어진 폴리실리콘막은, a-Si:H막에 있어서의 마스크(9)가 축소 투영된 영역에 있어서, 각 투과 영역(92)의 축소 투영 영역마다, 투과 영역(92)에 대응하는 부분의 이미 다결정화된 부분을 중심으로 하여 결정화된 것이다. 따라서, 그 결정립의 크기는, 적어도 투과 영역(92)의 축소 투영 영역을 넘어 조대화되는 일은 없어, 얻어진 폴리실리콘막은 결정립의 크기가 일정한 좁은 범위로 제어된 것으로 된다. 따라서, 이 제3 실시 형태의 형성 장치를 사용해도, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 발휘한다.

[0041] 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 제2 공정에 있어서, 예정 영역의 전체에 레이저 광을 조사한다. 이것은, 일단 재결정된 영역은, 융점이 상승하므로, 다시 레이저 광이 조사되어도 용융되는 일이 없어, 다결정 상태로 존



재하기 때문이다.

[0042] 다음에, 도 6의 (a), (b)를 참조하여 본 발명의 제4 실시 형태에 대해 설명한다. 본 실시 형태의 저온 폴리실리콘 형성 장치에 있어서는, 마스크(10)가 레이저 광을 투과하는 관 형상의 투과 부재(11)의 하면에, 레이저 광을 차광하는 스폿 형상의 차광 영역(12)이, 일정 간격으로 2차원적으로 배치되어 있다. 이 차광 영역(12)은, 레이저 광을 차광하는 미소한 원기둥 형상의 차광 부재를 투과 부재(11)의 하면에 집합하여 장착한 것이다. 이와 같이, 본 실시 형태에서는, 투과 부재(11)에 지지된 상태에서, 스폿 형상의 복수개의 차광 영역(12)이 2차원적으로 배치되어 있다.

[0043] 다음에, 이 제4 실시 형태의 형성 장치를 사용한 저온 폴리실리콘막의 형성 방법에 대해 설명한다. 본 실시 형태는, 레이저 광의 조사 공정은, 단일 공정이다. 마스크(10)를 통해, 레이저 광을 a-Si막에 조사하면, 투과 부재(11)에 있어서는 차광 영역(12)이 존재하지 않는 부분을 투과한 레이저 광은 a-Si막에 조사되어 이 부분을 가열하고, 용융시킨다. 그러나 이 차광 영역(12)에 대응하는 a-Si막의 부분은, 레이저 광의 조사를 받지 않고, 조사 영역으로부터의 열전도에 의해 가열될 뿐이므로, 조사 영역보다도 온도가 낮다. 이와 같이, 레이저 광의 조사 영역과 비조사 영역 사이에서 온도차가 발생하므로, 응고시에 이 비조사 영역으로부터 결정화가 진행되고, 그 후 조사 영역이 결정화되어 가므로, 결정립의 조대화가 발생하지 않는다. 즉, 도 6의 (b)에 세선으로 구분한 영역에 대응하여, 각 차광 영역(12)에 대응하는 부분으로부터 결정화가 진행되므로, 얻어진 폴리실리콘막은, 이 세선으로 구분한 영역을 넘어 결정립이 조대화되는 일은 없어, 결정입경이 정렬된 폴리실리콘막을 얻을 수 있다.

### 산업상 이용가능성

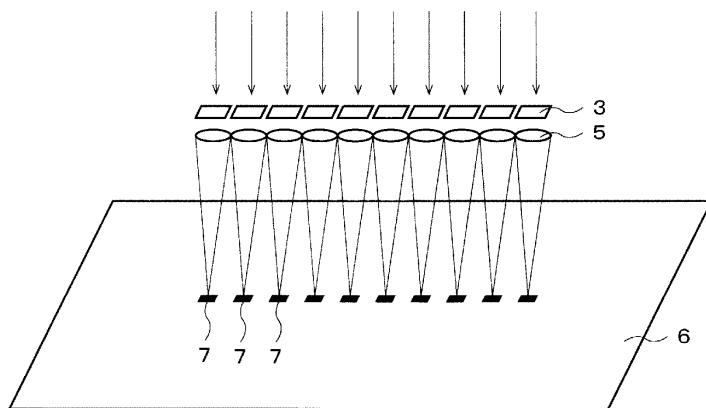
[0044] 본 발명은, 안정된 트랜지스터 특성의 반도체 장치의 제조에 유익하다.

### 부호의 설명

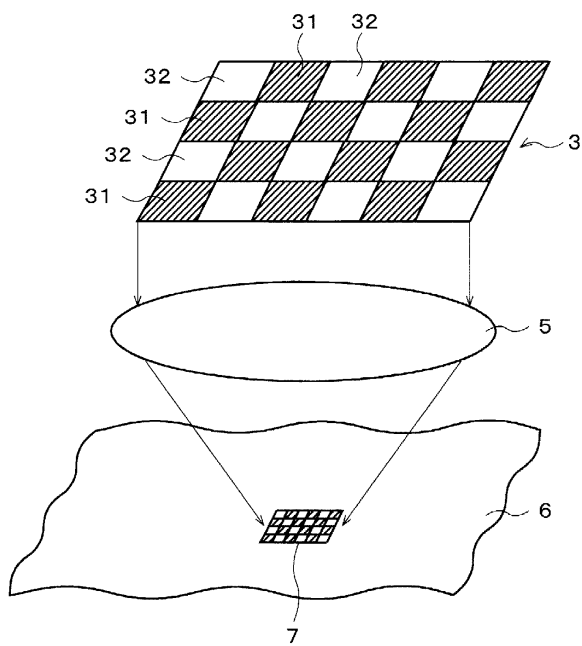
[0045] 1 : 레이저 광원  
3, 8, 9, 10 : 마스크  
5 : 마이크로 렌즈  
6 : 피조사체  
7 : 채널 영역 형성 예정 영역  
11 : 투과 부재  
12 : 차광 영역  
31 : 차광 영역  
32 : 투과 영역  
81, 82 : 영역  
83 : 투과 영역  
91 : 차광 부재  
92 : 투과 영역

도면

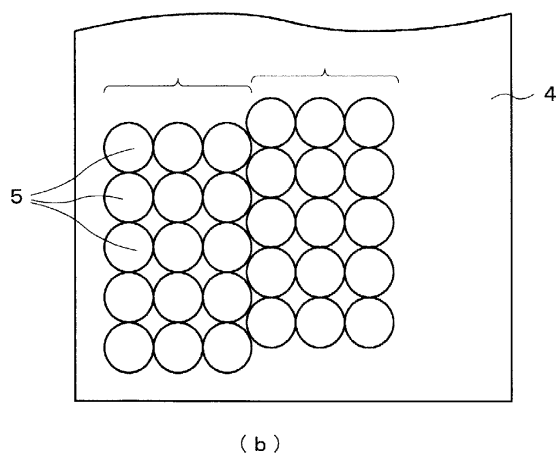
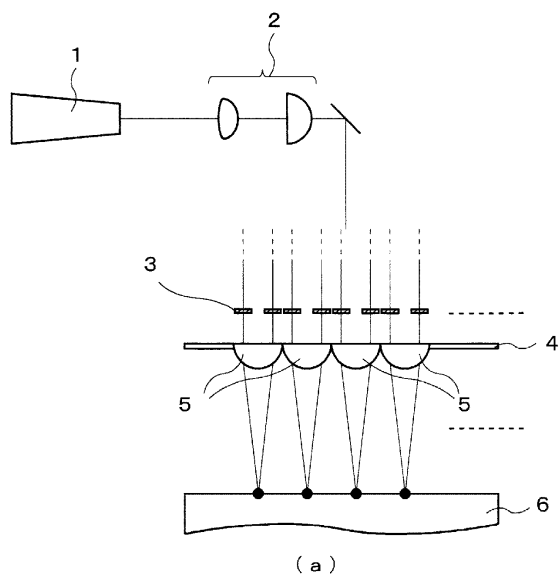
도면1



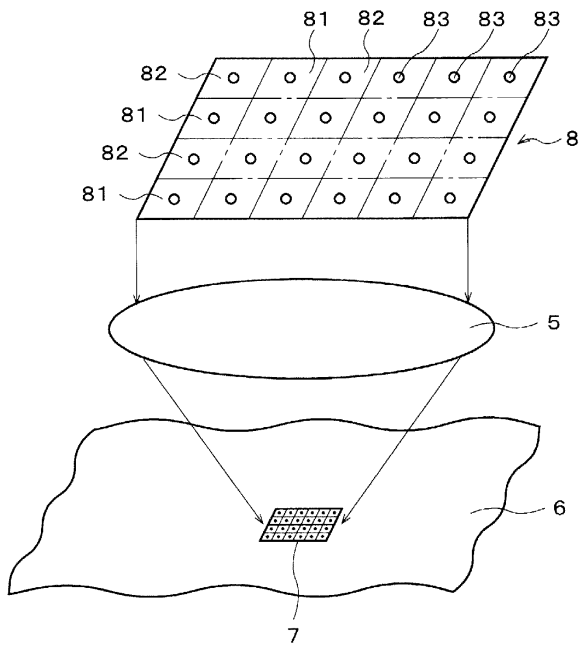
도면2



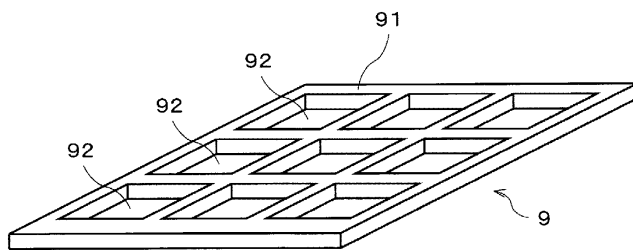
도면3



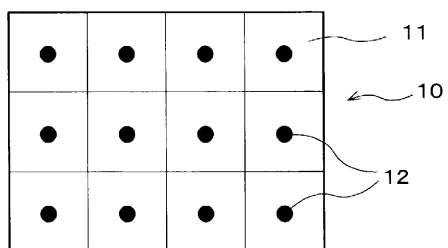
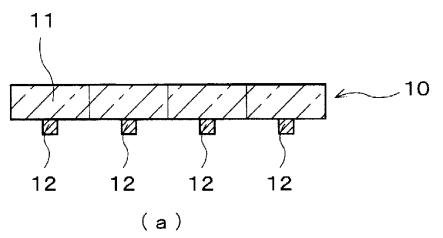
도면4



도면5



도면6





【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

상기 제5항

【변경후】

제5항

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

상기 제1항 내지 제4항

【변경후】

제1항 내지 제4항