(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0005992
(43) 공개일자 2011년01월20일

(51) Int. Cl.
H01L 33/20 (2010.01)
(21) 출원번호 10-2009-0063405
(22) 출원일자 2009년07월13일
심사청구일자 2009년07월13일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
오범환
인천시 남구 용현3동 인하대학교 정보통신공학부
이동진
충남 천안시 성거읍 모전리 70-1
(74) 대리인
특허법인무한

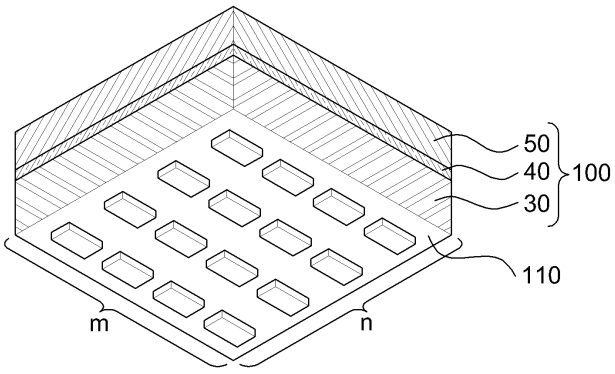
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 표면부의 형상이 변조된 기판을 이용한 질화갈륨계 발광다이오드 소자

(57) 요 약

표면부의 형상이 변조된 기판을 이용한 질화갈륨계 발광다이오드 소자를 개시한다. 질화갈륨계 발광다이오드 소자는 질화갈륨 기판을 이용하여 질화갈륨계 발광다이오드 유닛을 형성하되, 상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛의 표면부가 형상 변조된 구조로 형성된다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

질화갈륨 기판을 이용하여 질화갈륨계 발광다이오드 유닛을 형성하되,

상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛의 표면부가 형상 변조된 구조로 형성되는, 질화갈륨계 발광다이오드 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 질화갈륨 기판은 상부의 형상이 변조된 구조를 가지며,

상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛은 상기 상부의 형상이 변조된 질화갈륨 기판 상에 형성된 후 상기 질화갈륨 기판과의 분리를 통해 상기 표면부의 형상이 변조된 구조로 형성되는, 질화갈륨계 발광다이오드 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛은,

상기 표면부의 형상이 m×n개의 셀로 이루어진 수~수십 마이크로 스케일의 원통형, 타원형, 사다리꼴 모양 중 적어도 하나의 형상으로 변조된 구조를 가지는, 질화갈륨계 발광다이오드 소자.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛은,

상기 표면부의 형상이 2um 내지 20 um의 높이로 변조된 구조를 가지는, 질화갈륨계 발광다이오드 소자.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 발광다이오드 소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 발광다이오드의 광 추출 효율 개선을 도모한 질화갈륨계 발광다이오드 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 발광다이오드 소자(LED)는 비약적인 반도체 기술의 발전에 힘입어, 저휘도의 범용제품에서 탈피하여, 고휘도, 고품질의 제품 생산이 가능하다. 또한, 고특성의 청색(blue), 백색(white) 다이오드의 구현이 현실화됨에 따라서, 발광다이오드 소자는 디스플레이, 차세대 조명원 등으로 그 응용가치가 확대되고 있다. 특히, Ⅲ-Ⅴ족의 질화물을 이용한 화합물 반도체 발광다이오드는 천이 방식이 레이저 발진 확진 확률이 높은 직접 천이형이고 청색 레이저 발진이 가능한 특성 때문에 주목되고 있다.

[0003] 일반적으로, 질화갈륨계 발광다이오드 소자는 GaAs, AlGaAs, GaN, InGaN 및 AlGaInP 등의 화합물 반도체 재료의 변경을 통해 발광원을 구성함으로써 다양한 색의 빛을 구현할 수 있는 반도체 소자를 말한다. 이러한 질화갈륨계 발광다이오드 소자는 통상적으로 사파이어(Al_2O_3) 기판 또는 탄화규소(SiC) 기판상에 성장되어 형성된다.

[0004] 도 1은 질화갈륨계 발광다이오드 소자의 구조에 대한 일례를 도시한 도면이다.

[0005] 도 1을 참조하면, 사파이어 기판(1) 위에 질화갈륨 버퍼층(2), n형 질화갈륨 박막(3), 질화인듐갈륨(InGaN) 또는 질화갈륨(GaN) 활성층(4), p형 질화갈륨 박막(5)을 순차적으로 결정 성장시킨다. 이후, p형 질화갈륨 박막(5) 위에 응착층(adhesion layer)(6), 임시 기판(temporary substrate)(7)를 형성한 후 LLO(laser lift off) 기술을 이용하여 사파이어 기판(1)을 제거한다. 상기한 과정으로 성장된 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(2~7)을

수용 기판(receptor substrate)(8) 위에 붙인 후 응착층(6)와 임시 기판(7)을 제거하여 형성한다.

[0006] 상기한 구조의 질화갈륨계 발광다이오드는 사파이어 기판(1)을 변조하기가 쉽지 않아 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(3~5)의 표면이 평면적인 구조로 형성되고 그로 인해 발광다이오드 상부로의 광 추출 효율을 개선하는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명의 일실시예는 질화갈륨계 발광다이오드 소자에 있어 상부로 빛이 더욱 효과적으로 추출되도록 광 추출 효율을 개선한 구조의 발광다이오드 소자를 제공한다.

과제 해결수단

[0008] 본 발명의 일실시예에 따른 질화갈륨계 발광다이오드 소자는 질화갈륨 기판을 이용하여 질화갈륨계 발광다이오드 유닛을 형성하되, 상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛의 표면부가 형상 변조된 구조로 형성된다.

[0009] 본 발명의 일실시예에서 상기 질화갈륨 기판은 상부의 형상이 변조된 구조를 가지며, 상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛은 상기 상부의 형상이 변조된 질화갈륨 기판 상에 형성된 후 상기 질화갈륨 기판과의 분리를 통해 상기 표면부의 형상이 변조된 구조로 형성된다.

[0010] 본 발명의 일실시예에서 상기 질화갈륨계 발광다이오드 유닛은 상기 표면부의 형상이 m×n개의 셀로 이루어진 수~수십 마이크로 스케일의 원통형, 타원형, 사다리꼴 모양 중 적어도 하나의 형상과 2um 내지 20 um의 높이로 변조된 구조를 가진다.

효 과

[0011] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상부의 형상이 변조된 질화갈륨 기판을 이용함으로써 질화갈륨계 발광다이오드 유닛의 표면이 변조된 구조로 발광다이오드 소자를 형성할 수 있다. 따라서, 질화갈륨 기판 상부의 형상 구조가 수~수십 크기이기 때문에 포토리소그래피 방법으로 쉽게 제작할 수 있으며 발광다이오드 상부로의 광 추출 효율을 크게 개선할 수 있다. 이는 발광다이오드에서 일어나는 실질적인 양자효과를 고려한다면 광 추출 효율이 더욱 좋아질 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0013] 본 발명의 일실시예는 사파이어 기판 또는 탄화규소 기판을 이용하지 않고 질화갈륨 기판을 이용하여 질화갈륨 기판 상에 질화갈륨계 발광다이오드 유닛을 형성한다.

[0014] 도 2는 질화갈륨 기판을 이용한 질화갈륨계 발광다이오드 유닛의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0015] 도 2를 참조하면, 질화갈륨 기판(90) 상에 n형 질화갈륨 박막(30), 질화인듐갈륨(InGaN) 또는 질화갈륨(GaN) 활성층(40), p형 질화갈륨 박막(50)을 차례로 성장시켜 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)을 형성한다.

[0016] 본 발명의 일실시예에서는 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)을 성장시키고자 하는 쪽의 표면부(이하, '기판 상부'라 칭함)가 수~수십 마이크로 스케일로 형상 변조된 질화갈륨 기판(90)을 이용한다. 질화갈륨 기판(90)은 특성상 사파이어 기판 또는 탄화규소 기판에 비해 형상 변조가 용이하며 기판 상부의 형상을 포토리소그래피(photolithography) 방법 등으로 다양하게 변조시킬 수 있다.

[0017] 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)을 수용 기판(receptor substrate) 위에 형성하기에 앞서 질화갈륨 기판(90)과 발광다이오드 유닛(100)을 분리시킨다. 질화갈륨 기판(90)과 발광다이오드 유닛(100)은 SLS(seed layer separation) 기술을 이용하여 분리시킬 수 있다. 질화갈륨 기판(90)의 기판 상부를 형상 변조하는 기술과 SLS 기술은 국내특허출원 제10-2009-0031761호에 의해 뒷받침된다.

[0018] 본 발명의 일실시예는 기판 상부의 형상이 다양하게 변조된 질화갈륨 기판(90)을 이용하여 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)를 성장시키고 SLS 기술을 이용하여 질화갈륨 기판(90)으로부터 질화갈륨계 발광다이오드 유닛

(100)을 분리시키므로 추후의 식각 공정이 필요하지 않다.

[0019] 본 발명의 일실시예에서 기판 상부의 형상이 변조된 질화갈륨 기판(90)을 이용함으로써 기판 상부의 형상에 의해 질화갈륨계 발광다이오드 유닛의 표면부(이하, '유닛 표면부'라 칭함)를 형상 변조시킬 수 있다.

[0020] 도 3은 질화갈륨 기판에 의해 유닛 표면부(110)의 형상이 변조된 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)을 나타낸다. 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)에서 형상이 변조된 구조의 유닛 표면부(110)는 m×n개의 셀로 이루어진 수~수십 마이크로 스케일의 원통형, 타원형, 또는 사다리꼴 모양으로 이루어질 수 있으며, 2um 내지 20 um의 높이로 형성될 수 있다. 이러한 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)의 표면 구조는 포토리소그래피 방식으로 질화갈륨 기판의 상부를 형상 변조하여 쉽게 형성할 수 있다.

[0021] 도 4는 유닛 표면부(110)의 형상이 변조된 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)의 일례로서 타원형 질화갈륨계 발광다이오드 구조를 나타낸다. 도 4를 참조하면, n형 질화갈륨 박막(30), 질화인듐갈륨(InGaN) 또는 질화갈륨(GaN) 활성층(40), p형 질화갈륨 박막(50)이 각각 300×4um, 300×0.05um, 300×0.2um로 형성되고 타원형의 형상으로 변조된 유닛 표면부(110)의 높이(h)가 h=20um일 때, 기존의 질화갈륨계 발광다이오드에 비해 광 추출 효율은 6.4% 이상, 발광다이오드 상부로의 광 추출 효율은 3% 이상 향상될 수 있다.

[0022] 도 5는 유닛 표면부(110)의 형상이 변조된 질화갈륨계 발광다이오드 유닛(100)의 다른 일례로서 사다리꼴 모양의 4×4 질화갈륨계 발광다이오드 구조를 나타낸다. 도 5를 참조하면, n형 질화갈륨 박막(30), 질화인듐갈륨(InGaN) 또는 질화갈륨(GaN) 활성층(40), p형 질화갈륨 박막(50)이 각각 300×4um, 300×0.05um, 300×0.2um로 형성되고 사다리꼴의 형상으로 변조된 유닛 표면부(110)의 높이(h)가 h=10um일 때, 기존의 질화갈륨계 발광다이오드에 비해 발광다이오드 상부로의 광 추출 효율은 14.6% 이상 향상될 수 있다.

[0023] 따라서, 본 발명의 일실시예는 상부의 형상이 변조된 질화갈륨 기판을 사용하여 질화갈륨계 발광다이오드 유닛을 형성하고 따라서 질화갈륨 기판의 형상이 변조된 상부로 인해 아래면(즉, 유닛 표면부)의 형상이 변조된 질화갈륨계 발광다이오드 소자를 형성할 수 있다. 즉, 기판 상부의 형상이 수~수십 마이크로 스케일로 준거시적으로 변조된 질화갈륨 기판을 이용하여 질화갈륨계 발광다이오드 유닛의 표면부를 형상 변조함으로써 발광다이오드 상부로 빛이 효과적으로 추출될 수 있다.

[0024] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0025] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 질화갈륨계 발광다이오드 소자의 일반적인 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 질화갈륨 기판을 이용한 질화갈륨계 발광다이오드 유닛을 도시한 것이다.

[0028] 도 3은 표면부의 형상이 변조된 질화갈륨계 발광 다이오드 유닛의 구조를 도시한 것이다.

[0029] 도 4와 도 5는 질화갈륨계 발광 다이오드 유닛의 표면부 형상의 일례를 도시한 것이다.

[0030] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

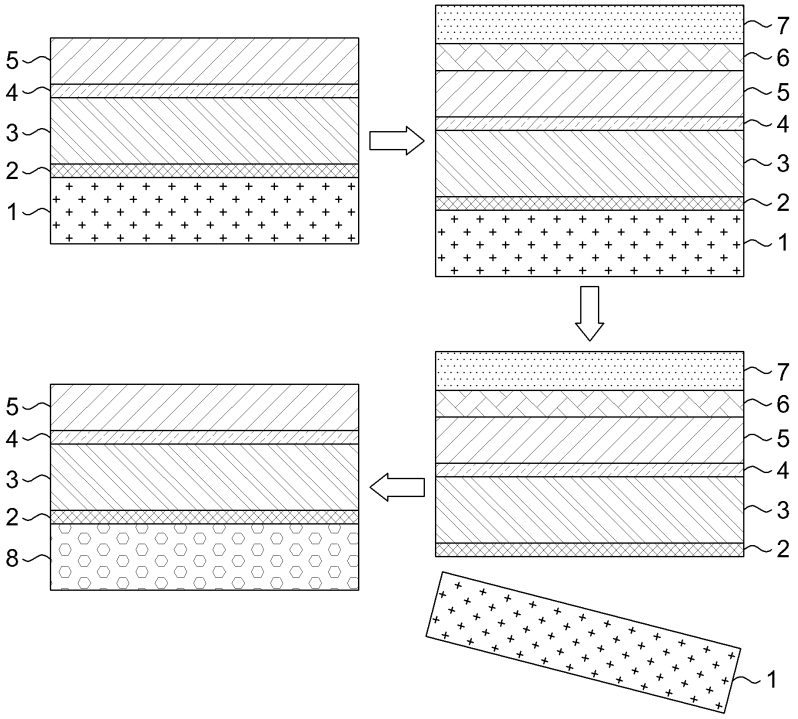
[0031] 90: 질화갈륨 기판

[0032] 100: 질화갈륨계 발광다이오드 유닛

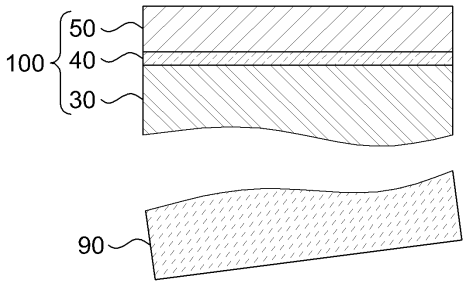
[0033] 110: 유닛 표면부

도면

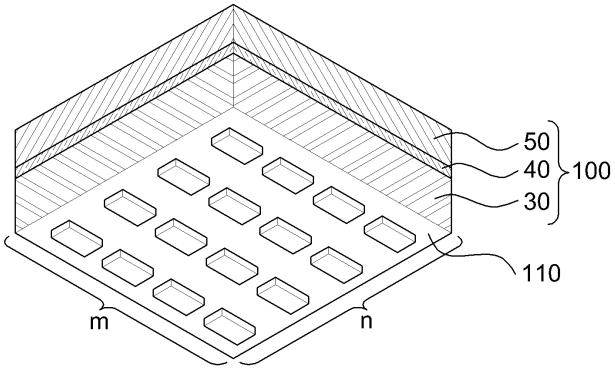
도면1



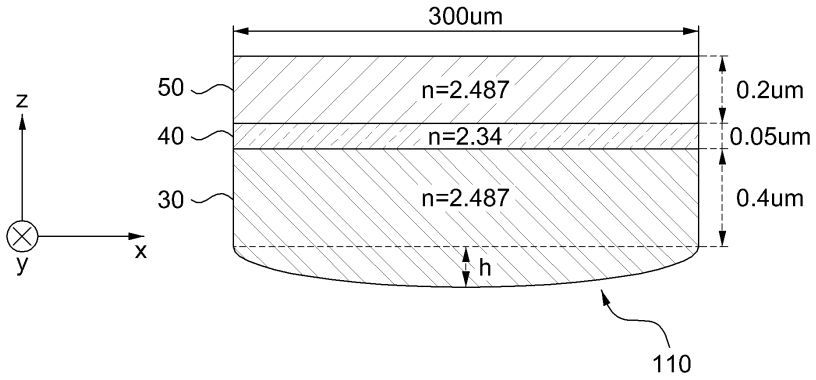
도면2

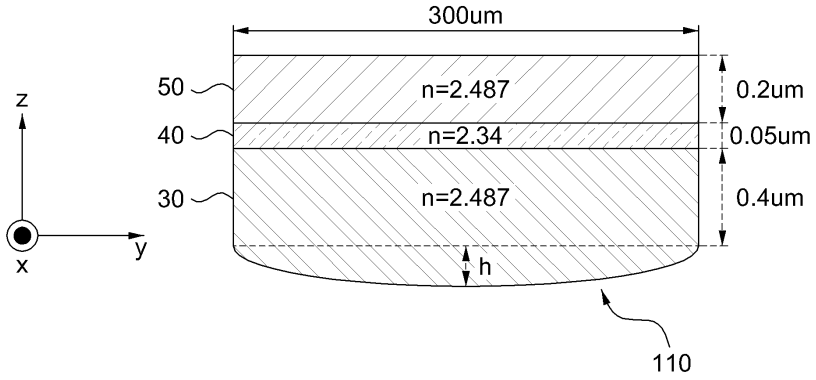


도면3

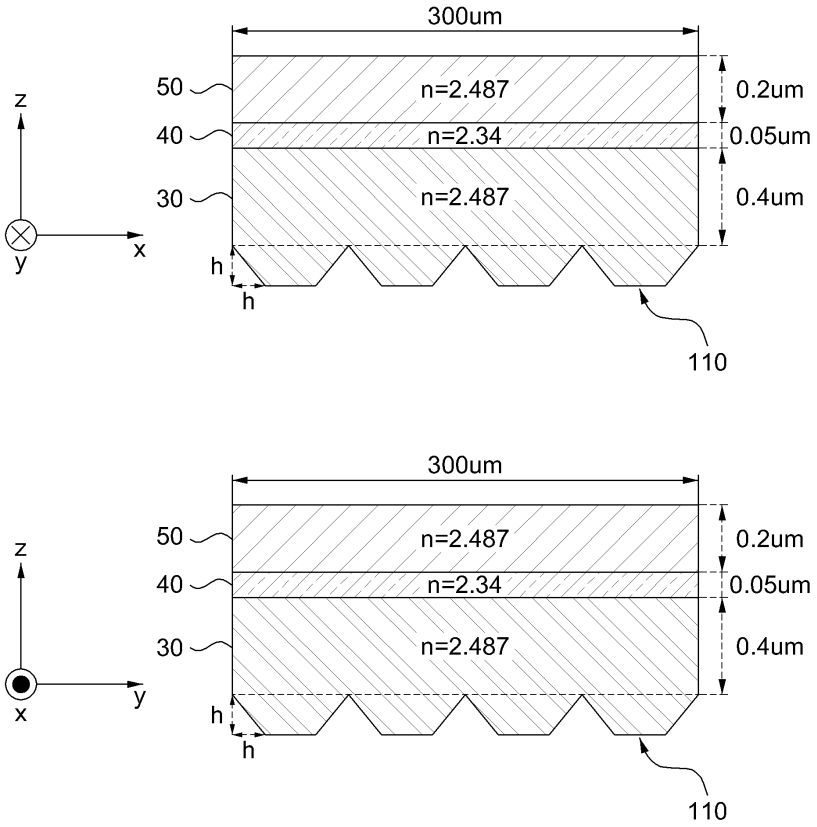

50
40
30
100
110
m
n

도면4


300um
50
40
30
n=2.487
n=2.34
n=2.487
0.2um
0.05um
0.4um
h
110
z
y
x


300um
50
40
30
n=2.487
n=2.34
n=2.487
0.2um
0.05um
0.4um
h
110
z
x
y

도면5


300um
50
40
30
n=2.487
n=2.34
n=2.487
0.2um
0.05um
0.4um
z
y
x
h
h
110

300um
50
40
30
n=2.487
n=2.34
n=2.487
0.2um
0.05um
0.4um
z
x
y
h
h
110