

(19)
(12)

(KR)
(A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
H01S 5/30

(11)
(43)

2002 - 0052968
2002 07 04

(21) 10 - 2001 - 0083800
(22) 2001 12 24

(30) JP - P - 2000 - 00392003 2000 12 25 (JP)

(71) 가 가 가 1006
가

(72) 2 - 10 - 61
2 - 8 - 1 - 811
가 가 4 - 9 - 401
가 가 가 2 - 18 - 8
가 가 가 5 - 1 - 1 - 68 - 101
가 2 - 511 - 11
가 2 - 328
3 - 3 - 19
1 - 44 - 15
350

(74)
:

(54) ,

p , p

(11) MQW (19) , MQW (19) p (20) p
 (2) (GaN) 1 (20a) 1 (20a) . p
 GaN) 2 (20b) 4 . 2 (20b) 1 (20a) (Al
 p 가

1

MQW , p

1

2 (a)

p

2 (b)

p 1

3 (a) (b)

p

SIMS

, (a)

, (b)

4

p

1

SIMS

5 (a) (b)

p

1

p

2

, (a)

, (b)

*

*

11 : 12 :

13 : 13a :

13b : 14 :

15 : 16 : n

17 : n 18 : n 가

19 : (MQW) 20 : p

20a : 1 () 20b : 2 ()

21 : p 가 22 : p
 23 : p 2 24 : p 1
 24a : 1 () 24b : 2 ()
 25 : 26 : p
 27 : n 30 :

p ,
 , p (Mg)
 , 1 (Japanese Journal of Applied Physics, 38, L1012, (1999)) ,
 가 p n p
 가 24nm (Al_{0.15} Ga_{0.85} N) 가 12nm (G
 aN) , 가 36nm (superlattices : SLs) ,
 9nm 100nm

p (Mg) , , AlGaIn
 GaN 가 , AlGaIn
 GaN p 300Torr(1Torr=
 133.322Pa) MOVPE , C 가 400
 (AlN) , 가 1μm (GaN)
 1010 ,

, AlGaIn GaN 가 , Mg 가 ,
 , p ()가 ,

, 2 (8 - 97471) , (Ni)
 p GaN 1 50nm , Mg 1
 $\times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ $1 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$,

2 , 1 Mg , 가
 , 1 1 Mg 가 p GaN
 cm^{-3} $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, 2 Mg 1×10^{19}

p , 1 p , , 가 . , 2 가 .

, , p , , p .

, p , p .

III , 2 III , 1 , 1 , 1 , 2 (偏析) .

III , 1 III V , 1 , 1 III V 2 2 , 1 , 1 1 III , 1 V 2 2 p 가 .

2 III , 1 III 1 1 III , 1 III 가 . , 2 III 가 , p 가 .

, 1 III 가 , 2 III 가 , p .

, , 1 III , 2 III , p .

2 , 1 2 p , 1 , p p p .

. p , 1 2 p , 1 2 p .

2, p, p, 1 III, 1, p, 3, p, p, 4, 1 III, 2 III, p, 가, 1 III, 2 III, 가, p, p, p, 가, $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, 가, 1.5nm, p, 가, 10nm, $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, 61, 가, 2.5nm, GaN, 3a - Y - 30, (2000/9), 가, 2.5nm, Al_{0.16}Ga_{0.84}N, 가, 5nm, (strained - layer - superlattices : SLSs), p, Mg, 가, $7 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, AlGaN, GaN, 2, (Secondary Ion Mass Spectrometry : SIMS), GaN, Mg가, Al, Mg, (), 1, (1atm), 가, (MOVPE), 가, 가, 가, 1, V, (NH₃), III, 500, (TMG), 가, 20nm, (11), (GaN), (12), 1020, (13), NH₃, TMG, (12), 가, 1 μ m, GaN, 3 μ m, 12 μ m, (13), (13), (13a), (13a), (13b), (13a)가, (13), (13b), (13b), (13b), (SiN_x), (14), (14), (13b), (13b), (13b)

3b) MOVPE, 1000, NH₃, TMG, (13) (1)
 가 3 μ m GaN (15)

(15) 1000, NH₃, TMG (Si) n
 가 2 μ m n GaN n (16)

n, NH₃, TMG, (TMA) n, n (16) 가 0.7 μ m
 (Al_{0.07} Ga_{0.93} N) n (17)

n, NH₃, TMG n, n (17) 가 100nm n GaN
 가 (18)

(18) 810, NH₃, TMG (TMI), n 가
 가 3nm (In_{0.1} Ga_{0.9} N) 1 3, TMI
 가 6nm GaN (19) (MQW)

nm GaN 1020, NH₃, TMG p (Mg)
 (Cp₂ Mg) 2 (a) (19) 가 2.5
 1 () (20a), III TMA 가 가 2.5nm Al_{0.3} Ga_{0.7} N
 2 () (20b) 1 4 가 20nm p
 (20)

p, NH₃, TMG Cp₂ Mg, p (20) 가 100nm p GaN
 가 (21)

1 (), NH₃, TMG Cp₂ Mg, p 가 (21) 가 2.5nm GaN
 1 140, III TMA 가 가 2.5nm Al_{0.14} Ga_{0.86} N 2 ()
 가 0.7 μ m p (22)

p, NH₃, TMG Cp₂ Mg, p (22) 가 100nm p GaN
 2 (23)

가 2.5nm 3nm GaN, 2 (b), p 2 (23)
 3nm In_{0.07} Ga_{0.93} N 1 () (24a), III TMI 가 가 2.5nm
 10nm 12nm p 2 () (24b) 1 2 가
 1 (24)

, Cp₂ Mg, p, 1 1 2
 , 1 2, 가
 () p 가

, 가, p (22), p 2 n (16)
 1 (24) , p (23) p
 (30)

19) (30) (13) (13b) , MQW (

가 가 (15) .

, p 1 (24) n (16)

, CVD (30) (SiO₂)

(25) (30) 3μm 5μm .

(25) (30) (30) p ,

(Ni) (Au) p (26) , (25)

n (16) (Ti) (Al)

n (27) .

, p (20), p (22) p 1 (24)

, p p 3

(19) p (26) p (26) n (27) 가 , MQW

, MQW (19) , n (27) 가

404nm .

, p (20), p (22) p 1 (24)

, p (20) p (22) .

3 (a) GaN 1 (20a) Al_{0.3}Ga_{0.7}N 2 (20b) 4

p (20) Mg SIMS

2 (20b) p Cp₂Mg . , , Al

3 (a) , Al 2 (20b) Al 1

(20a) Mg 가 , Al 2 (20b) Mg

가 . , AlGa_{0.3}N 2 (20b)

Mg 가 , 가, 3 (a) , 2 (20b)

Mg ,

, Cp₂Mg ,

Mg 가

, 2 (20b) Mg 2 (20b) 1 (20a)

1.5nm . , 2 (20b) 1.5nm ,

2 (20b)

, p Mg p (20) (20) Mg , Mg C

p₂Mg가 . p

3 (b) 1 (20a) 2 (20b) p SIMS
 1 (20a) p 3 (b) Mg 가 2 (20b) 3 (b)
 , 1 (20a) 2 (20b) 1 8 .
 p (22) 가 , Al 2 Al
 1 p 가 .
 , p 1 (24) .
 4 GaN 1 (24a) In_{0.07}Ga_{0.93}N 2 (24b) p
 1 (24) Mg SIMS
 가 4 , 2 (24b) 1 (24a) p Mg
 , 1 (24a) 2 (24b) 1 가 4 .
 ()
 , 1 (24)
 가 10nm p InGaN .
 5 (a) SIMS p 1 p 2 Mg ,
 C - V (capacitance - voltage) (Na - Nd)
 5 (a) , p 1 p InGaN , Cp₂Mg
 , p 1 p 2 Mg 가
 가, p 1 5nm Mg 가
 5nm 10nm , 5nm , 가
 , p - GaN 5 (b) , 가 10nm p⁺ - GaN p 1
 p 2 Mg
 5 (b) , p 2 Cp₂Mg Cp₂Mg 0.04L/min(0 ,
 1atm) , p 1 Cp₂Mg 7 0.27L/min(0 , 1atm) 가
 5nm 10nm , Mg , 가 .
 , 5nm Mg .
 Mg , p 1 Cp₂Mg p 1 가 .
 p 1 p 2
 , Mg GaN , InGaN AlGaN , Mg 3 × 10¹⁹ cm⁻³
 , Mg ,

, p (20) p (22) , Mg 가 $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

, p 1 , Mg .

, p III (BN) . ,

가 , .

, p (Mg) , (Zn) (Ca) .

, (13) (13a) (15) , (1

3) (13b) (ELOG) ELOG (15) (1

n (15) (16) .

, MOVPE 가 (H - VPE)

(MBE) 가 .

, p 1 III 1 III

2 III 가 , 2 III p

p 가 , .

(57)

1.

1 III V , 1 III 1

1 2 III V , 1

2 III 2 2 p ,

1 2 p 가

1 2 p 가

2.

1 ,

1 III , 2 III

3.

1 ,

1 III , 2 III ,

4.

1 3 ,

1 2 p , p

5.

1 3 ,

1 2 p

6.

1 3 ,

1 p , p 1

7.

1 3 ,

2 2 p , p 2

8.

1 3 ,

p 2

9.

1 3 ,

2 III III ,

2 III 가 , p

10.

1 3 ,
 p $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$.

11.

1 3 ,
 2 1.5nm .

12.

1 1 ,
 2 p 2 ,
 p 3 ,
 p 4 ,
 2 , 3 4 1 III V
 , 1 III ,
 I 2 III V , 2 II
 ,
 p 가

13.

12 ,
 1 III , 2 III

14.

12 13 ,
 , p

15.

12 13 ,

p p p $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$
 16.

12 13 ,
 1.5nm
 17.

12 13 ,
 p ,
 p 가 10nm p $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ p
 18.

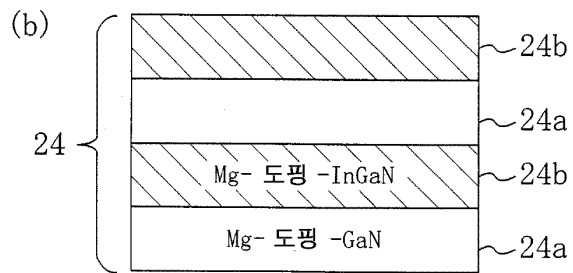
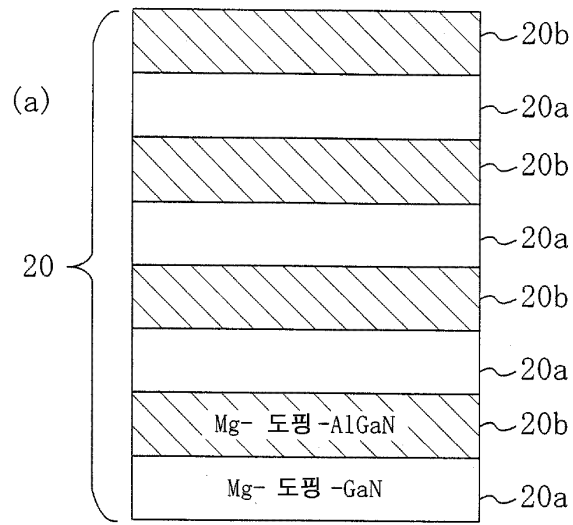
1 ,
 2 p ,
 p 3 p ,
 p 4 p ,
 p , p p 1 III 2 III
 ,
 p 가

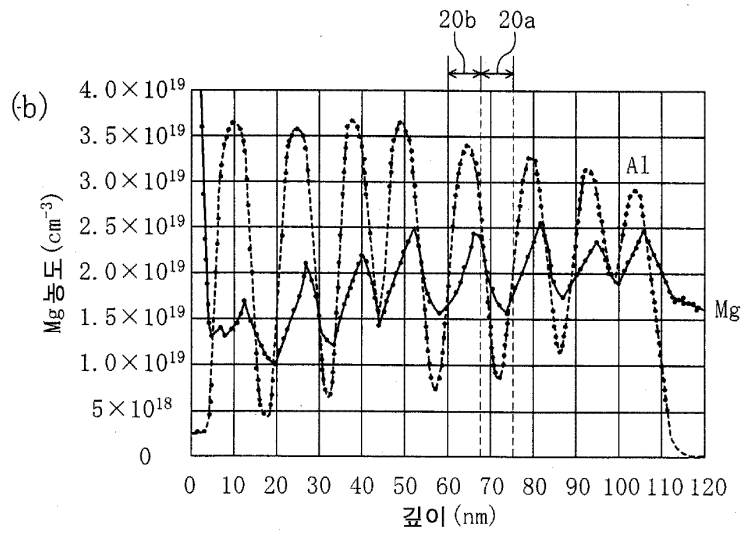
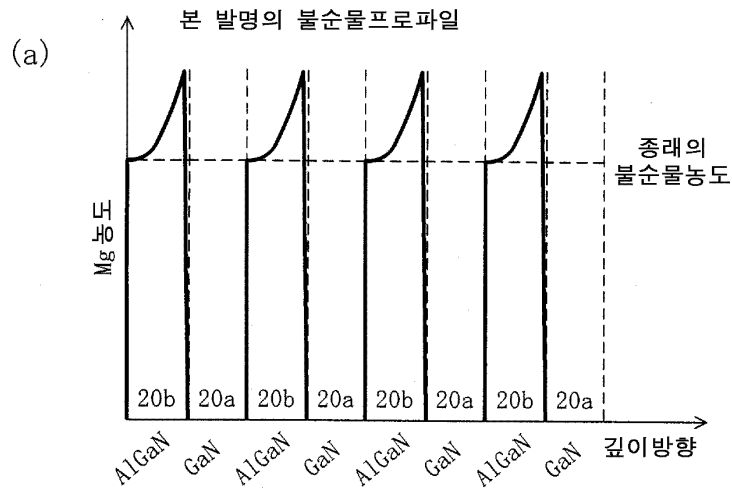
19.
 18 ,
 1 III , 2 III

20.
 18 19 ,
 p p p $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

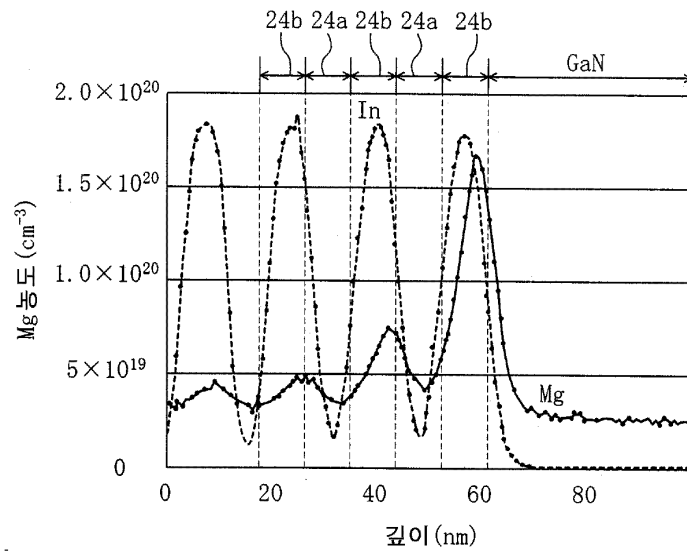
21.

2





4



5

