



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 61773
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty 10 09 1982
Patent meddelat

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ H 01 L 29/10

SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	3488/74
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	02.12.74
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	02.12.74
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	04.06.75
(44) Nähtäväksiapanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	31.05.82
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	03.12.73
Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) P 2360081.9-33	

- (71) Licentia Patent-Verwaltungs-G.m.b.H., Theodor-Stern-Kai 1, 6 Frankfurt am Main, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Edgar Borchert, Beleck, Horst Gesing, Beleck, Rigobert Schimmer, Beleck, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Monoliittisesti integroidun diodin sisältävä tyristori ja menetelmä sen valmistamiseksi - Tyristor med monolitiskt integrerad diod och förfarande för dess framställning

Keksinnön kohteena on tyristori, joka sisältää monoliittisesti integroidun diodin ja jossa tyristorilla ja diodilla on yhteinen peruskerros, jolloin diodialue koostuu osasta yhteistä peruskerrosta ja kahdesta siihen rajoittuvasta, korkeasti seostetusta vastakkaista johtavuustyyppiä olevasta reunavyöhykkeestä, sekä menetelmä sen valmistamiseksi.

Monoliittisesti integroidun diodin sisältävillä tyristorilla on menestyksellisesti käyttöä, kun on tarpeellista kytkeä ohjatun tasasuuntaajan kanssa vastakkaissuuntaisesti erityinen diodi, esimerkiksi TV-vastaanottimien horisontaalipoikkeamakytkennöissä tai kulkuneuvojen sytytysjärjestelmissä tai joissakin suunnanvaihtokytkimissä. Tällaisella integroidulla laitteella on nimittäin mahdollista korvata kaksi viisiliittimistä rakenneosaa yhdellä ainoalla kolmeliittimisellä rakenneosalla.

Tunnettujen, monoliittisesti integroidun diodin sisältävien tyristorien haittapuolena täytyy pitää sitä, että kytket-

täessä diodi tyristorin kommutoinnin jälkeen, esiintyy ylisuuri dynaaminen päästöjännite. Tästä ylisuuresta dynaamisesta päästöjännitteestä on seurauksena, kytkettäessä rakenneosaa ryntäyskytkimeksi TV-laitteen horisontaalipoikkeamaosaan, kuvahäiriöitä, jotka ilmenevät pystysuorina pylväinä (harmaapylväinä) kuvaputkella. Tällaiset kuvahäiriöt saadaan muunmuassa poistetuksi keksinnön avulla.

Keksinnön tehtävänä on siis estää nämä ylisuuret dynaamiset päästöjännitteet, joita esiintyy diodia kytkettäessä tyristorin kommutoinnin jälkeen. Tällöin pitää ongelman ratkaisu saavuttaa joko yksinomaan lisäämällä varauksenkannattajien elinaikaa, millä kuitenkin olisi samalla seurauksena ei-toivottu liian korkea tyristorin toipumisaika, tai suurentamalla voimakkaasti diodin pintaa, josta kuitenkin olisi seurauksena välttämättömästi rakenneosan suureneminen, mikä luonnollisesti toisi mukanaan haittoja, eikä voi tulla kysymykseen ongelman ratkaisuna.

Tämä ongelma ratkaistaan keksinnön mukaisella tyristorilla siten, että yhteisen peruskerroksen vahvuus on diodialueessa pienempi kuin peruskerroksen vahvuus tyristorialueessa.

Tarkoituksenmukaisesti valitaan diodin peruskerros ohuemaksi kuin tyristorin peruskerros. Mikäli tässä peruskerroksessa on kysymys n-peruskerroksesta, voidaan tämä aikaansaada siten, että joko n-peruskerrokseen rajoittuva p-vyöhyke tai n-peruskerrokseen rajoittuva n^+ -vyöhyke, mutta mahdollisesti myös molemmat ovat diodialueella paksumpia kuin tyristorialueella. Tällöin määritetään molempien diodin ja tyristorin n-peruskerrosten paksuus-ero sellaiseksi, että toisaalta diodin dynaaminen päästöjännite alenee oleellisesti, mutta että toisaalta siten, ettei diodin läpilyöntijännite ole tyristorin nollakippijännitteen alapuolella.

Keksinnöllä saavutetaan se, että samoinkuin erillisessä rakenneosassa, myös integroidussa rakenneosassa voidaan estää diodin läpilyöntijännitteen laskeminen alle tyristorin nollakippijännitteen, vaikkakaan n-peruskerroksen ominaisvastuksen kohoa- mista, mikä tähän tarkoitukseen käytetyissä erillisissä rakenne-elementeissä on mahdollista ja myös käytettyä, ei ole tässä tapauksessa sinänsä aikaansaatu. Koska nimittäin integroidussa rakenne-elementissä molemmat tyristorin ja diodin peruskerrokset muodostavat yhteisen toisistaan riippuvan vyöhykkeen, on niillä myös samanlainen johtokykyseostus, mikä sulkee pois paikalliset

johtokykymuutokset.

n-vyöhykkeen ominaisvastus säädetään arvoon, joka on tarpeen tyristorin vaadittavalle nollakippijännitteelle. Tällöin on samoissa n-peruskerroksissa diodin läpilyöntijännite yläpuolella tyristorin nollakippijännitteen ja diodin n-perusvyöhykkeen kerrospaksuuden laskiessa, laskee myös sen läpilyöntijännite, niin että se lopulta voi alittaa tyristorin nollakippijännitteen. Keksinnön mukaisesti pienennetään nyt diodin n-perusvyöhykettä niin pitkälle, tai tyristorin ja diodin n-perusvyöhykkeen paksuusero säädetään sellaiseksi, että toisaalta saavutetaan haluttu dynaamisen päästöjännitteen aleneminen mutta toisaalta diodin läpilyöntijännite ei ole tyristorin nollakippijännitteen alapuolella. Rakenneosan läpilyöntijännite ei pidä alentua saavutettaessa kentän rajavoimakkuus enemmän kuin on sallittua. Muutoin eivät diodin välivyöhykkeet saa olla niin ohuita, että esiintyy ei-toivottua kuormitusvirran laskua, koska tämä - käytettäessä rakenne-elementtiä TV-laitteissa - toisi mukanaan lisähäiröitä kuvaan, niin sanottuja mustia pylväitä.

Varauksenkantajien tiheyden kiihtynyt syntyminen diodin n-perusvyöhykkeessä vaikuttaa kerrospaksuuden alentamisen myötä myös vielä tämän alueen kohonneen varauksenkantajien elinajan välityksellä. Toisaalta ei varauksenkantajien elinaika tyristori- eikä diodialueessa saa alittaa määrättyä maksimiarvoa tyristorin vaaditun alhaisen toipumisajan ja diodin vaaditun alhaisen esto-suuntaisen viivästysajan vuoksi. Tämän vuoksi on tarpeellista lisätä johtokykyseostukseen, jolla rakenne-elementin haluttu kerrosjärjestys valmistetaan, elinaikaseostus varauksenkantajien elinajan alentamiseksi.

Elinaikaseostus suoritetaan tunnetulla tavalla eristävällä kultadiffuusiolla. Keksinnön mukaisella rakenne-elementillä, jonka diodiperuskerros on ohueampi kuin tyristorin peruskerros, jonka diodi- n^+ -kerros kuitenkin on paksumpi kuin tyristori- n^+ -kerros, saavutetaan edullinen paikallinen varauksenkantajien elinajan jakautuminen yhteisessä peruskerroksessa siten, että diodialueen kantajien elinaika on suurempi kuin tyristorialueen.

Tunnetustihan osoittaa kullan liukoisuus suurempia arvoja suuriseosteisissa vyöhykkeissä, etenkin n-johtotyyppin vyöhykkeissä. Tämän vuoksi varauksenkantajien elinaika n^+ -vyöhykkeeseen rajoittuvan n-peruskerroksen alueessa suuremmaksi kuin muissa alu-

eissa. Koska diodin n^+ -kerros - katodivyöhyke - on oleellisesti paksumpi kuin tyristorin n^+ -kerros - emitterivyöhyke -, vaikuttaa se samalla keskiseostuksella myös voimakkaammin sidosaineena kuin tämä. Siten on diodialueessa varauksenkantajien elinaika korkeampi kuin tyristorialueessa.

Mutta koska toisaalta on myös osoittautunut, että liian korkea varauksenkantajien elinaika diodialueessa johtaa epäsuotuisaan diodin estotoimintaan, vähennetään kuitenkin varauksenkantajien ylimääräinen elinajannousu keksinnön mukaisesti. Kulta-diffuusion etu perustuu sille, että tällä eristävällä menetelmävaiheella, ylläesitetyn mukaisesti, voidaan asettaa sekä varauksenkantajien elinajan korkeus yleensä sekä myös sen ero, rajoittuvissa kerroksissa edeltämäärätyyn arvoon luotettavasti.

Keksinnön myös oleellisena osana on menetelmä edelläkuvattunkaltaisen tyristorin valmistamiseksi jolle menetelmälle ovat tunnusomaisia seuraavat vaiheet

a) n-johtotyyppisen puolijohdelevyn päällystäminen oksidikerroksilla ja sekä silkipaino- tai fotolakkakerroksilla,

b) diodirenkaan avaaminen peittävään oksidikerrokseen hapottamalla fluorivetyhapolla tai fluorivetyhappoa sisältävällä liuoksella sekä fosforin sisäändiffundoiminen fosforinitridilähteestä n^+ -kerroksen aikaansaamiseksi ensimmäisessä diffuusiiossa,

c) galliumin diffundoiminen galliumfosfidilähteestä pitämällä peittävä oksidikerros ennallaan p-johtavien kerrosten ja aikaansaamiseksi toisen diffuusion aikana,

d) katodirenkaan aukaiseminen peittävään oksidikerrokseen hapottamalla fluorivetyhapolla tai fluorivetyhappoa sisältävällä liuoksella ja fosforin sisäändiffundoiminen galliumfosfidilähteestä n^+ -kerroksen aikaansaamiseksi kolmannessa diffuusiiossa.

Tätä menetelmää selvitetään lähemmin muutamilla suoritus-esimerkeillä sekä - osittain kaaviomaisilla - piirroksilla, joissa

kuvio 1 esittää puolijohdelähtöainelevyä,

kuvio 2 esittää menetelmää vaiheessa, jossa puolijohdelevylle on muodostettu avoin diodirengas,

kuvio 3 esittää puolijohdelevyä ensimmäisen diffuusion jälkeen,

kuvio 4 esittää puolijohdelevyä toisen diffuusion jälkeen,

kuvio 5 esittää valmista puolijohdelevyä kolmannen diffuusion jälkeen,

kuvio 6 esittää puolijohdelevyä, johon lähtien kuvion 1 rakenteesta on diffundoitu p-kerros,

kuvio 7 esittää kuvion 6 rakennetta uuden diffuusion jälkeen, ja

kuvio 8 esittää puolijohdelevyn toista lopullista koostumusta.

Menetelmän suorittamiseksi lähdetään puolijohdelevystä 1 kuviossa 1, esimerkiksi n-johtotyyppisestä piilevystä, jonka kerrospaksuus on likimain 210 μm , jonka yläpinnalle aikaansaadaan ensin tiiviit ja paksut oksidikerrokset 2 ja 3, mikä tapahtuu 16-tuntisella hapetuksella likimain 1200 °C:n lämpötilassa, kosteassa hapessa.

Tunnetun puolijohdeteknologian menetelmän mukaan peitetään nyt hapetuskerrokset 2 ja 3 fotolakka- tai silkipainotekniikalla kerroksilla 4 ja 5, jolloin alueesta jäävät sellaiset paikat vapaiksi, joista hapetuskerros poistetaan jatkokäsittelyssä fluorigasella tai fluorivetyhappoa sisältävällä liuoksella. Tällöin aikaansaadaan rakenne, jossa on avoin diodirengas 6, kuten kuviossa 2 on esitetty.

Fotolakka- tai silkipainolakkakerrokset 4 ja 5 poistetaan tämän jälkeen liuottimella, ja ensimmäisessä diffuusiossa aikaansaadaan fosforinitridilähteestä tulevallla fosforin sisään diffuusiolla suljetussa kvartsiampullissa, lämpötilassa noin 1250 °C, n⁺-kerros 7 - kuvion 3 mukaisesti. Diffuusioaika riippuu puolijohdeaineksen kerrospaksuudesta ja toisen ja kolmannen diffuusion erityisvaatimuksista, jotka seuraavat välittömästi ensimmäistä ja joita selvitetään seuraavassa. Ensimmäisen diffuusion diffuusioaika pitää valita edullisesti niin, että kaikkien diffuusiovaiheiden jälkeen on aikaansaatu kuvion 5 mukainen rakenne. Kuvatussa esimerkissä, jossa levypaksuus lähtöaineella oli noin 210 μm aikaansaadaan noin 50 tunnissa n⁺-kerros 7, jonka kerrospaksuus on likimain 60...70 μm .

Toisessa diffuusiossa galliumfosfidilähteellä saadaan likimain 10 tunnin aikana lämpötilassa noin 1250 °C kuvion 4 mukainen rakenne, jossa ovat p-johtavat kerrokset 8 ja 9. Nämä kerrokset 8 ja 9 ovat oksidikerrosten 2 ja 3 alapuolella, jotka läpäisevät diffundoituvaa galliumia, ja näillä on kerrospaksuus

38...42 μm ja häiriöpaikkatiheys $(3,5...5,9) \cdot 10^{18}$ atomia $\cdot\text{cm}^{-3}$, edullisesti $4,5 \cdot 10^{18}$ atomia $\cdot\text{cm}^{-3}$. Korkeasti seostettu n^+ -kerros 7 ei käytännöllisesti katsoen lainkaan muutu sisäändiffundoituneiden pienien galliumatomimäärien vaikutuksesta.

p-kerrosten 8 ja 9 konsentraatiota ja tunkeutumissyvyyttä vastaten toisen diffuusion jälkeen valmistetaan - kuten kuviossa 5 on esitetty - kolmannessa diffuusiossa, joka liittyy katodi-
renkaan 10 aukkoon, likimain 8...15 tunnin aikana, edullisesti 12 tunnissa, lämpötilassa 1250°C , galliumfosfidilähteestä samalla tavalla kuin toisessa diffuusiossa, n^+ -kerros 11. Tällöin diffundoituvat sekä toisessa diffuusiossa sisäändiffundoitunut seosaine sekä myös n^+ -kerros 7, joka syntyi ensimmäisessä diffuusiossa, edelleen syvemmälle ja muodostavat kuvion 5 mukaisen rakenteen. Yksityiset kerrospaksuudet ovat kolmannen diffuusion jälkeen, n^+ -kerros 7 likimain 80...90 μm , n^+ -kerros 11 likimain 30 μm sekä p-kerrokset 8 ja 9 likimain 60 μm .

Tällöin on tyristorin ja diodin perusvyöhykkeiden 14 kerrospaksuuksien erotus (x-y kuviossa 5) melkoisen merkityksellinen, ja annettu suuruusalue antaa keksinnön suositellun suoritusmuodon. Ensimmäisessä esitetyssä esimerkissä on tämä erotus lähinnä 20...30 μm .

Koska tämä menetelmä antaa tuloksena erinomaisen tarkkoja ja toistettavia diffuusiotuloksia, antaa se myös ihanteelliset lähtökohdat diffuusiotuloksista erittäin voimakkaasti riippuvalle kultadiffuusiolle, joka puolestaan on osoittautunut erityisen tarkoituksenmukaiseksi rakenne-elementtien aikaansaamiseksi, jotka sopivat liian korkeisiin taajuuksiin.

Tätä kultadiffuusiota varten käsitellään toisesta galliumfosfididiffuusiosta tulevia levyjä oksidikerroksen poistamiseksi likimain 5 minuuttia 40 prosenttisella fluorivetyhapolla. Seuraavassa pinnan kovetusprosessissa erotetaan kultaliuoksesta, joka sisältää edullisesti likimain 10^{-4} painoprosenttia kultaa 1,5 normaalissa fluorivetyhappoliuoksessa, koko levyllä yhtenäinen kultakerros. Tämän jälkeen diffundoidaan kulta sisälle likimain tunnin aikana, lämpötilassa $800...950^\circ\text{C}$, edullisesti välillä $870...875^\circ\text{C}$.

Toisessa esimerkissä käytetään lähtöaineena piitä olevaa puolijohdelevyä, jonka paksuus on likimain 180 μm . n^+ -kerros 7

aikaansaadaan likimain 50 tunnin aikana likimain 1250 °C lämpötilassa, käyttäen seosaineena arseenia. Molempien, toisen ja kolmannen diffuusion sijasta, joita kuvattiin ensimmäisessä esimerkissä, tuotetaan tässä yhdellä yksittäisellä kaksoisdiffuusiolla galliumarsenidi seosaineena likimain 20 tunnin aikana, lämpötilassa 1250 °C, kuvion 5 mukainen kerrosjärjestys, jolloin yksittäiset kerrospaksuudet ovat, n^+ -kerros 7 likimain 65...75 μm , n^+ -kerros 11 likimain 20 μm ja p-kerroksissa 8 ja 9 likimain 45 μm .

Keksinnön mukaista menetelmää edelleen muotoiltaessa varustetaan, kuten ensimmäisessä esimerkissä esitettiin ja kuvioissa 1 ja 2 on kuvattu, piilevy 1 oksidikerroksella 2 ja 3 sekä silkipaino- tai fotolakkakerroksilla 4 ja 5. Ensimmäisestä esimerkistä poiketen ei avata tämän jälkeen n^+ -diodirengasta, vaan lähinnä reuna-alueella 12 - kuten kuviossa 6 on esitetty - poistetaan oksidikerros ja aikaansaadaan sitä seuraavan booridiffuusion avulla 34 tunnin aikana, lämpötilassa likimain 1250 °C, p-kerros 13, jonka kerrospaksuus ensimmäisen diffuusion jälkeen on likimain 60...70 μm . Tämän jälkeen suljetaan jälleen oksidikerros 2 diodialueessa 12 ja avataan alueessa 6.

Nyt seuraavassa diffuusiossa galliumfosfidilla seosaineena, joka suoritetaan 10 tunnin aikana likimain 1250 °C lämpötilassa, muodostuvat - kuten kuviossa 7 on esitetty - n^+ -kerros sekä molemmat p-kerrokset 8 ja 9, joiden paksuus on likimain 40 μm . Näiden kahden diffuusion aikana kulkevat myös p-kerroksen 13 diffuusiorintamat edelleen, jonka vuoksi sen kerrospaksuus suurenee 70...80 μm :ksi.

Kolmannessa diffuusiossa, joka liittyy katodirenkaaseen 10, aikaansaadaan likimain 12 tunnin aikana, lämpötilassa likimain 1250 °C, galliumfosfidilähteestä n^+ -kerros 11, jolloin jälleen edellämäinittujen diffuusioiden rintamat kulkevat edelleen. Lopuksi aikaansaadaan järjestys, joka on esitetty kuviossa 8 ja jonka yksittäisillä kerroksilla on likimain allaesitetyt paksuudet: n^+ -kerros 7 50 μm ; p-kerros 8 30 μm ; p-kerros 9 60 μm ; n^+ -kerros 11 30 μm ; p-kerros 13 75...85 μm . Keksinnölle olennainen n-peruskerroksen 15 kerrospaksuusero x-y tyristori- ja diodialueissa aikaansaadaan siis tässä tapauksessa suurentamalla p-kerroksen 13 paksuutta, kun taas ensimmäisessä esimerkissä tämä palaa n^+ -kerroksen 7 suurennettuun paksuuteen.

Patenttivaatimukset:

1. Tyristori, joka sisältää monoliittisesti integroidun diodin ja jossa tyristorilla ja diodilla on yhteinen peruskerros (14, 15), jolloin diodialue (y) koostuu osasta yhteistä peruskerrosta (14, 15) ja kahdesta siihen rajoittuvasta, korkeasti seostetusta vastakkaista johtavuustyyppiä olevasta reunavyöhykkeestä (7, 8, 13), t u n n e t t u siitä, että yhteisen peruskerroksen (14, 15) vahvuus on diodialueessa (7) pienempi kuin peruskerroksen (14, 15) vahvuus tyristorialueessa (x).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tyristori, t u n n e t t u siitä, että yhteinen peruskerros (14, 15) on n-johtava.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen tyristori, t u n n e t t u siitä, että yhteisen n-peruskerroksen (14) kerrospaksuuden aleneminen diodialueessa on korvattavissa diodin n^+ -johtavan reunavyöhykkeen (7) kerrospaksuuden suurenemisella.

4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen tyristori, t u n n e t t u siitä, että yhteisen n-peruskerroksen (15) kerrospaksuuden aleneminen diodialueessa on korvattavissa diodin p-johtavan reunavyöhykkeen (13) kerrospaksuuden kohoamisella.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 2...4 mukainen tyristori, t u n n e t t u siitä, että yhteisellä n-peruskerroksella (14, 15) on diodialueessa suurempi varauksenkantajien elinaika kuin tyristorialueessa.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1...5 mukainen tyristori, t u n n e t t u siitä, että puolijohderunko on piitä.

7. Menetelmä jonkin patenttivaatimuksen 2...6 mukaisen tyristorin valmistamiseksi, t u n n e t t u seuraavista vaiheista:

a) n-johtotyyppisen puolijohdelevyn (1) päällystäminen oksidikerroksilla (2) ja (3) sekä silkipaino- tai fotolakkakerroksilla (4) ja (5),

b) diodirenkään (6) avaaminen peittävään oksidikerrokseen hapottamalla fluorivetyhapolla tai fluorivetyhappoa sisältävällä liuoksella sekä fosforin sisäändiffundoiminen fosforinitridilähteestä n^+ -kerroksen (7) aikaansaamiseksi ensimmäisessä diffuusiossa,

c) galliumin diffundoiminen galliumfosfidilähteestä pitämällä peittävä oksidikerros ennallaan p-johtavien kerrosten (8) ja (9) aikaansaamiseksi toisen diffuusion aikana,

d) katodirenkään (10) aukaiseminen peittävään oksidikerrokseen hapottamalla fluorivetyhapolla tai fluorivetyhappoa sisältävällä liuoksella ja fosforin sisäändiffundoiminen galliumfosfidilähteestä n^+ -kerroksen (11) aikaansaamiseksi kolmannessa diffuusiassa.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, tunnetaan siitä, että piitä olevalle lähtöainepuolijohdelevylle, jonka paksuus on noin 210 μm , aikaansaadaan ensimmäisessä diffuusiassa n^+ -kerros (7) 50 tunnin aikana, lämpötilassa noin 1250 $^{\circ}\text{C}$, jonka kerroksen paksuus on noin 60...70 μm .

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen menetelmä, tunnetaan siitä, että p-johtavat kerrokset (8) ja (9) aikaansaadaan toisessa diffuusiassa 10 tunnin aikana, lämpötilassa noin 1250 $^{\circ}\text{C}$, kerrospaksuudella noin 38...42 μm ja häiriöpaikkatiheydellä noin $(3,5...5,9) \cdot 10^{18}$ atomia $\cdot \text{cm}^{-3}$.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 7...9 mukainen menetelmä, tunnetaan siitä, että n^+ -kerros (11) aikaansaadaan kolmannessa diffuusiassa 8...15 tunnin aikana lämpötilassa noin 1250 $^{\circ}\text{C}$ ja kerrospaksuudella noin 30 μm .

11. Jonkin patenttivaatimuksen 7...10 mukainen menetelmä, tunnetaan siitä, että tyristorin ja diodin yhteisten perusvyöhykkeiden kerrospaksuuksien ero (x-y) on 20...30 μm .

Patentkrav:

1. Tyristor som innehåller en monolitiskt integrerad diod och i vilken tyristorn och dioden har ett gemensamt grundskikt (14, 15) varvid diodområdet (y) består av en del av det gemensamma grundskiktet (14, 15) och av två till detsamma angränsande högdopade kantområden (7, 8, 13) av motsatt ledningstyp, k ä n n e t e c k n a d därav, att tjockleken av det gemensamma grundskiktet (14, 15) i diodområdet (7) är mindre än grundskiktets (14, 15) tjocklek i tyristorområdet (x).

2. Tyristor enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att det gemensamma grundskiktet (14, 15) är n-ledande.

3. Tyristor enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att minskningen av skikttjockleken i det gemensamma n-grundskiktet (14) i diodområdet kan kompenseras med en förstoring av skikttjockleken i det n⁺-ledande kantområdet (7) av dioden.

4. Tyristor enligt patentkravet 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att minskningen av skikttjockleken i det gemensamma n-grundskiktet (15) kan kompenseras med en höjning av skikttjockleken i det p-ledande kantområdet (13) av dioden.

5. Tyristor enligt något av patentkraven 2...4, k ä n n e t e c k n a d därav, att det gemensamma n-grundskiktet (14, 15) har inom diodområdet en längre livslängd för leddningsbärarna än inom tyristorområdet.

6. Tyristor enligt något av patentkraven 1...5, k ä n n e t e c k n a d därav, att halvledarstommen är av kisel.

7. Förfarande för framställning av en tyristor enligt något av patentkraven 2...6, k ä n n e t e c k n a t av följande steg:

a) Överdragandet av en halvledarskiva (1) av n-ledande typ med oxidskikten (2) och (3) samt med silkestryck- eller fotolackskikt (4) och (5),

b) Öppnandet av en diodring (6) i det täckande oxidskiktet genom att syrabehandla med fluorvätesyra eller med en lösning som innehåller fluorvätesyra samt bringandet av fosfor att dif-

fundera in från en fosfornitridkälla för att åstadkomma n^+ -skiktet (7) vid den första diffusionen,

c) bringandet av gallium att indiffundera ur en galliumfosfidkälla genom att hålla ett täckande oxidskikt oförändrat, för att åstadkomma p-ledande skikt (8) och (9) under den andra diffusionen,

d) öppnandet av en katodring (10) i det täckande oxidskiktet genom att syrabehandla med fluorvätesyra eller med en lösning som innehåller fluorvätesyra, och bringandet av fosfor att diffundera ur en galliumfosfidkälla för att alstra ett n^+ -skikt (11) vid den tredje diffusionen.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att på en som utgångsmaterial använd halvledarskiva av kisel, vars tjocklek är ca 210 μm åstadkommes vid den första diffusionen n^+ -skiktet (7) under 50 timmar vid en temperatur om ca 1250 $^{\circ}\text{C}$, varvid tjockleken av skiktet är ca 60...70 μm .

9. Förfarande enligt patentkravet 7 eller 8, k ä n n e t e c k n a t därav, att de p-ledande skikten (8) och (9) åstadkommes vid den andra diffusionen under en tid av 10 timmar vid en temperatur om ca 1250 $^{\circ}\text{C}$, varvid skikttjockleken är ca 38...42 μm , och störningsplatstätheten är ca $(3,5...5,0) \cdot 10^{18}$ atomer $\cdot\text{cm}^{-3}$.

10. Förfarande enligt något av patentkraven 7...9, k ä n n e t e c k n a t därav, att n^+ -skiktet (11) åstadkommes vid den tredje diffusionen under en tid av 8...15 timmar vid en temperatur om ca 1250 $^{\circ}\text{C}$, varvid skikttjockleken är ca 30 μm .

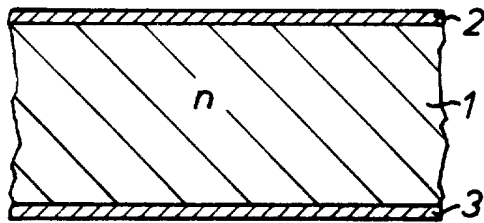
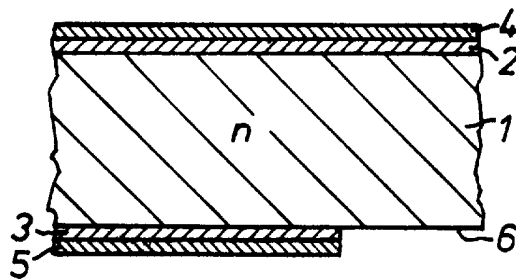
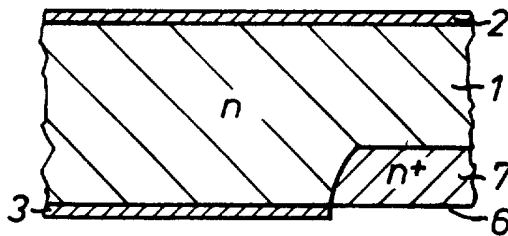
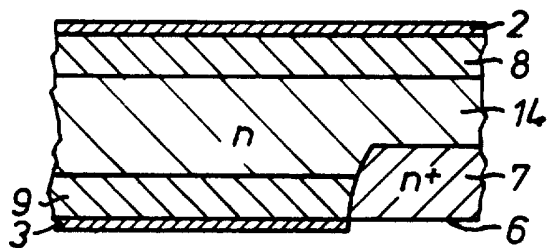
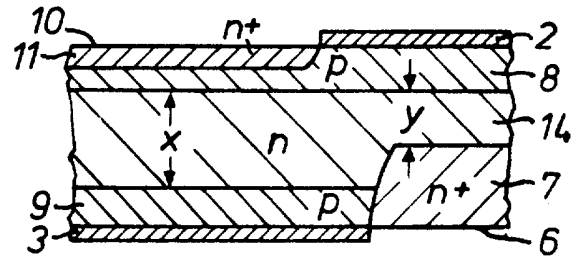
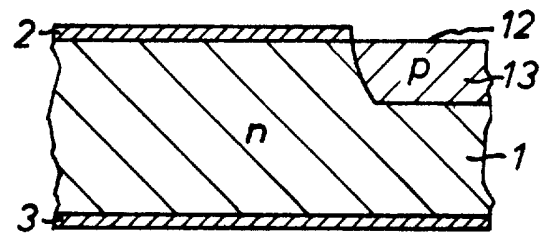
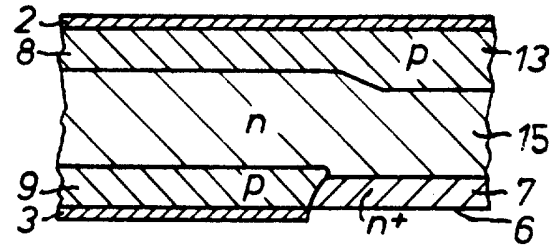
11. Förfarande enligt något av patentkraven 7...10, k ä n n e t e c k n a t därav, att skillnaden (x-y) mellan grundskikten för tyristorns och diodens grundzoner är 20...30 μm .

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 1 912 192 (21 g 11/02).

Kuulutusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 1 764 791 (H 01 1 11/10).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 727 116 (H 01 1 17/00).

FIG.1**FIG.2****FIG.3****FIG.4****FIG.5****FIG.6****FIG.7****FIG.8**