

## HÁROMRÉTEGŰ FÉLVEZETŐ ESZKÖZÖK

Kun Ákos villamos üzem mérnök, Budapest

Bejelentés napja: 1977.12.09.

A találmány tárgya háromrétegű félvezető eszközök amelyeknek a backward dióda töltéshordozó áramlásán alapuló működési mechanizmusuk van.

A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök előnyösen alkalmazhatók az elektronika bármely területén minden olyan esetben amikor nagy hatásfokú egyenirányításra, illetve széles feszültség tartományban működtethető negatív belső ellenállású félvezető eszközre van szükség.

A félvezető technikában jelenleg mind az egyenirányítási feladatok ellátására, mind pedig a negatív belső ellenállás megvalósítására számos eszköz szolgál, ezek közös jellemzője azonban, hogy ezt a két funkciót együttesen egyik félvezető eszköz sem képes maradéktalanul ellátni. Az eddig ismert félvezetőelemek közül csupán az Esaki, illetve backward diódák képesek mindkét funkciót egy eszközön belül közel ideális paraméterekkel megvalósítani. Ezeknek a félvezető eszközöknek a hátrányuk viszont, hogy üzemeltetési tartományuk igen szűk, hatásukat csupán néhány tized vol-

tos feszültség tartományban képesek kifejtteni.

A találmány célja olyan félvezető eszközök létrehozása amelyek a backward dióda adottságait széles feszültség tartományban képesek biztosítani. A találmány további célja olyan új funkcionális eszközök létrehozása amelyek néhány külső elem segítségével bonyolult áramköröket is képesek helyettesíteni.

A találmány azon a felismerésen alapul, hogy a hagyományos backward dióda rétegszerkezetének egy újabb félvezető réteggel való kiegészítése, valamint a dotáció szintek kismértékű korrigálása után egy olyan új félvezető eszközhöz jutunk, amely széles feszültség tartományban is képes a backward dióda előnyös tulajdonságainak a megvalósítására.

A találmánnyal háromrétegű félvezető eszközöket hoztunk létre, amelyeknek a backward dióda töltéshordozó áramlásán alapuló működési mechanizmusuk van, a félvezető testet két azonos vezetési típusú, és egy ellentétes vezetési típusú félvezető rétegek képezik, az ellentétes vezetési típusú félvezető réteg a két azonos vezetési típusú félvezető réteg között helyezkedik el, és dotáció szintje nem haladja meg az azonos vezetési típusú félvezető rétegek dotáció szintjét.

A találmány egy előnyös kiviteli alakjánál egyenirányításra és negatív belső ellenállást igénylő feladatok ellátására egyaránt alkalmas diódákat hoztunk létre.

A találmány egy további előnyös kiviteli alakjánál a középső réteg kivezetésével funkcionális feladatok ellátására is alkalmas tranzisztorokat hoztunk létre.

A találmányt a továbbiakban példák kapcsán, a rajz alapján ismertetjük részletesebben, amelyen az

1a. ábra ismert félvezető eszköz nyitóirányú jelleggörbéje, az

- 1b. ábra ismert félvezető eszköz záróirányú jelleggörbéje, az
- 1c. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn rétegsorrendű egyenáramú dióda alakjának nyitóirányú bekötési rajza, az
- 1d. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakjaival sorbakötött terhelőellenállás feszültség-áram jelleggörbéje, az
- 1e. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakjaival sorbakötött terhelőellenállás stabilizátor üzemmódban mérhető feszültség-áram jelleggörbéje, a
- 2a. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn rétegsorrendű egyenáramú dióda alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a
- 2b. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök pnp rétegsorrendű egyenáramú dióda alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a
- 2c. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn rétegsorrendű váltakozóáramú dióda alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a
- 2d. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök pnp rétegsorrendű váltakozóáramú dióda alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a
- 3a. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn rétegsorrendű egyenáramú tranzisztor alakjának bekötési rajza, a
- 3b. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn rétegsorrendű egyenáramú tranzisztor alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a

3c. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök pnp rétegsorrendű egyenáramú tranzisztor alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a

4a. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök ekvivalens npn kivitelű váltakozóáramú tranzisztor alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a

4b. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök ekvivalens pnp kivitelű váltakozóáramú tranzisztor alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése, a

4c. ábra a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök komplementer kivitelű váltakozóáramú tranzisztor alakjának felépítési rajza és szimbólumjelölése

Az 1a. ábrán az ismert Esaki dióda nyitóirányú jelleggörbáját tüntettük fel. Mint a jelleggörbe a1 szakaszán is látható ennek a mindkét rétegében erősen dotált félvezetőelemnek alapvető tulajdonsága, hogy a nyitóirányú áram már rendkívül alacsony külső feszültség mellett is megindul. A külső feszültség tovább növelésével az Esaki dióda átkerül a negatív belső ellenállású b1 szakaszba, a c1 szakaszban pedig már ugyanúgy viselkedik mint a hagyományos egyenirányító diódák. Az Esaki diódának ez a sajátos működési mechanizmusa az úgynevezett alagút effektuson alapul. Fordított bekötés esetén az Esaki dióda jelleggörbéje az 1b. ábrán feltüntetett módon alakul. Ennek a speciális jelleggörbének az előnye, hogy ha az a2 szakaszt áteresztési tartománynak tekintjük, akkor egy rendkívül alacsony zsilipfeszültségű egyenirányító diódát kapunk. Ez a gyakorlatilag nulla voltos zsilipfeszültség ebben az esetben is párosul egy negatív belső ellenállású tartománnyal /b2 szakasz/, és csak ezt követően lép fel a hagyományos diódákra jellemző c2 szakasz. Jelen esetben a záró tartomány szerepét az

eredeti átersztési tartomány eleje /al-bl szakasz/ tölti be. Amíg ugyanis az alkalmazott feszültség nem éri el a cl szakasznak megfelelő értéket, addig csak igen gyenge áram folyik keresztül a diódán. A negatív belső ellenállás közvetlen kiváltó oka az úgynevezett "forró" elektron áramlás, amely a félvezetőelemen belül uralkodó rendkívül erős potenciál viszonyok következménye. A maradék feszültséggel nem járó, veszteségmentes egyenirányítás és a negatív belső ellenállás együttes előfordulása alkalmazástechnikai szempontból olyan értékes tulajdonságnak bizonyult, hogy az lb. ábrán látható jelleggörbét megvalósító félvezetőelem külön nevet is kapott. Az Esaki dióda fordított irányú bekötési módját a szakirodalom backward diódának nevezi.

A backward dióda hátránya viszont, hogy hatása csak néhány tized voltos feszültség tartományig érvényesül, amely nagymértékben leszűkíti alkalmazási területét. Ennek a hátrálynak a megszüntetését a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök a backward dióda kristályszerkezetének módosítása útján érik el. A módosítás lényege, hogy egy kétrétegű, a backward dióda töltéshordozó áramlásán alapuló kristályszerkezetre ráépül egy harmadik réteg is oly módon, hogy a két szélső réteget azonos, míg a középső réteget ellentétes vezetési típusú félvezető rétegek alkotják. Az ilyen módon létrehozott találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök működési mechanizmusát a backward dióda adottságait meghaladó többlet hatások miatt az egyes kiviteli alakoknál fogjuk részletesebben ismertetni.

Az lc. ábrán a találmány szerinti félvezető eszközök npn rétegsorrendű egyenáramú dióda alakjának kristályszerkezetét tüntettük fel. Jelen esetben a hagyományos backward diódák rétegszerkezetét az  $n_2$  és p rétegek testesítik meg. A kiegészítő réteg sze-

repét a gyengén szennyezett  $n_1$  réteg tölti be. Az  $n_1$  réteg feladata, hogy alacsony dotáció szintjével elősegítse a záró hatás kialakulását a kristályszerkezetben. A félvezető eszköz 1c. ábrán feltüntetett polaritású feszültségre helyezése esetén az  $n_2$  rétegen pozitív, míg az  $n_1$  rétegen negatív feszültség jelenik meg. Az  $n_2$ -p rétegszerkezetet tekintve ez a feszültség polaritás megfelel a backward dióda normál, nyitóirányú üzemi viszonyainak. Jelen esetben ugyanis az  $n_1$  félvezető réteg és a hozzá kapcsolódó fém elektróda egy nyitóirányú fém-félvezető kontaktust alkot, amely alapvetően nem módosítja az  $n_2$ -p rétegek között végbemenő folyamatokat. Ebben az elrendezésben a backward diódához viszonyítva számottevő eltérés csak a p réteg dotáció szintjében van. A jelen esetben ugyanis a záró hatás megvalósításának érdekében a középső p réteg dotáció szintje is le lett csökkentve az  $n_1$  réteg dotáció szintjét meg nem haladó értékre. Az  $n_2$ -p rétegszerkezet szempontjából ez a módosítás nem jár semmiféle hátránnyal, a két réteg között ugyanúgy megindul a backward diódára jellemző töltéshordozó áramlás mint szimmetrikus rétegszerkezet esetén. A szilárdtest fizika megállapításai szerint ugyanis a záróirányú letörési folyamat szempontjából közömbös, hogy a töltéshordozó sokszorozódást kölcsönös, vagy aszimmetrikus erőhatás indította-e el. Az aszimmetrikus diódák esetén a letörési folyamat kezdetét mindig az erősebben dotált félvezető réteg többségi töltéshordozóinak a koncentráció szintje szabja meg. A jelen esetben tehát az  $n_2$ -p rétegek közötti letörési folyamat kezdete az  $n_2$  réteg dotáció szintjével állítható be.

Az 1c. ábrán feltüntetett feszültség polaritás felcserélése esetén az egyes rétegek közötti töltéshordozó áramlás jellegét tekintve semmi lényeges változás nem történik. Ebben az esetben a

külső feszültség az  $n_1$ -p rétegszerkezetre fejti ki gerjesztő hatását, míg a fém-félvezető kontaktus szerepét az  $n_2$  réteg tölti be a hozzá kapcsolódó fém elektródával együtt. Az előbbiekhöz viszonyítva a különbség csupán annyi, hogy a jelen esetben az  $n_1$  és p rétegek alacsony dotáció szintje miatt jóval nagyobb külső feszültség szükséges ahhoz, hogy a záróirányú letörési folyamat meginduljon. A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakjánál tehát a záró hatás látszólagos formában jön létre. Ez a záró hatás tulajdonképpen nem más mint az  $n_1$  réteg dotáció szintjével arányban álló nyitó hatás. Ennek megfelelően a záróirányú feszültség tűrés értéke az  $n_1$  réteg dotáció szintjével állítható be. Mindezek alapján megállapítható, hogy a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakja a hagyományos kétrétegű diódákhoz viszonyítva olyan egyenirányító elemnek tekinthető amely fizikailag csak záróirányú vezetésre képes, az egyik irányban alacsony, a másik irányban pedig magas a letörési feszültsége. A középső p réteg dotáció szintjének előzőekben előírt csökkentésére azért van szükség, hogy az  $n_1$ -p rétegszerkezet ne váljon aszimmetrikussá, ez ugyanis lehetetlenné tenné a záró hatás kialakulását. A középső p réteg dotáció szintje tehát a jelen esetben nem haladhatja meg az  $n_1$  réteg dotáció szintjét.

A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakja nemcsak npn, hanem pnp rétegsorrendű kivitelben is előállítható. A negatív és pozitív töltéshordozók eltérő mozgékonyaságából eredő technológiai nehézségek miatt azonban az npn rétegsorrendű változat előállítása egyszerűbben és olcsóbban megoldható.

Az ld.ábrán a találmány szerinti háromrétegű félvezető esz-

közök egyenáramú dióda alakjával sorbakötött terhelő ellenállás feszültség-áram jelleggörbáját tüntettük fel. Ennek a jelleggörbének a sajátossága, hogy jelen esetben nemcsak a záró, hanem a vezetési irányú karakterisztika is egy közel lineáris egyenest alkot. Ennek az alkalmazás szempontjából előnyös tulajdonságnak a kiváltó oka az előzőekben már vázolt, bekötési módtól független záróirányú töltéshordozó áramlás, amely vezetési irányban kiküszöböli a hagyományos egyenirányító diódák nyugalmi potenciál gátjából eredő logaritmikus áramnövekedést. A jelleggörbe vezetési és záróirányú szakaszának kezdete a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök két szélső rétegének dotáció szintjétől függ. A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök mind vezetési, mind záróirányban csak akkora feszültséget vesznek magukra amekkorára a letörési folyamat elindításához szükséges, a többit átadják a velük sorbakötött terhelő ellenállásnak. A kiegészítő félvezető réteg töltéshordozó áramlásra gyakorolt pályaellenállás növelő hatásának tulajdonítható, hogy normál körülmények között a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközökkel sorbakötött terhelő ellenállás feszültség-áram jelleggörbájén nem mutatható ki a negatív belső ellenállású tartomány.

A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakja, valamint az erre ráépülő további kiviteli alakok nemcsak alacsony zsilipfeszültségű kivitelben állíthatók elő. Az erősebben dotált szélső réteg koncentráció szintjétől függően a nyitóirányú zsilipfeszültség tetszőleges értékre beállítható, így a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök az egyenirányításon kívül számos más elektronikai feladat ellátására is alkalmasak. Ezek közül az egyik legjellegzetesebb felhasználási területük a feszültség stabilizálás, így a találmány szerinti háromréte-



gü félvezető eszközök gyakorlati alkalmazhatóságát a továbbiakban főleg ezen a területen kívánjuk szemléltetni.

Az 1e. ábrán a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszköz egyenáramú dióda alakjával sorbakötött terhelő ellenállás stabilizátor üzemmódban mérhető feszültség-áram jelleggörbéjét tüntettük fel. A stabilizátor üzemmód a legegyszerűbben úgy hozható létre, hogy a külső feszültség változatlan értéken tartása mellett csökkentjük a félvezető eszközzel sorbakapcsolt terhelő ellenállás értékét. Ennek hatására a félvezető eszköz feszültség stabilizáló tulajdonságokat mutat, ami a jelen esetben abban nyilvánul meg, hogy a terhelő áram növekedésével egyre nagyobb feszültség kerül a terhelő ellenállásra. Ez a feszültség többlet oly módon jön létre, hogy az áteresztési áram közvetett fokozásával arányosan csökken a félvezető eszközön eső feszültség, az így létrejövő feszültség többletet a félvezető eszköz átadja a terhelő ellenállásnak. A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakjának ezt a sajátos viselkedését a gyakorlat szempontjából igen előnyösen ki lehet használni. Ha pl. a félvezető eszközt egy stabilizálatlan tápegység és egy terhelő áramkör közé iktatjuk és a terhelő áramkör által okozott feszültség esést a félvezető eszköz belső ellenállásával összhangba hozzuk, akkor a félvezető eszköz önmagában egy egész egyenirányító és feszültség stabilizáló áramkört képes helyettesíteni. Hasonló jellegű stabilizáló hatással a záróirányban üzemeltetett kétrétegű diódák /pl. Zener diódák/ is rendelkeznek. Ezeknek az egyszerű kristályszerkezetű félvezető eszközöknek azonban nagy hátrányuk, hogy nem rendelkeznek záró hatással, ugyanis fordított igénybevétel esetén hagyományos egyenirányító diódaként viselkednek. A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök a nyitóirányú zsilipfeszültség értékétől

függően a Zener diódákhoz hasonlóan bármely üzemi feszültség értékekhez illeszthetők.

A 2a. ábrán a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn rétegszerkezetű, a 2b. ábrán pedig a pnp rétegszerkezetű egyenáramú dióda alakjainak felépítési rajzát és javasolt szimbólum jelölését tüntettük fel. Mivel a hagyományos egyenirányító diódák töltéshordozó áramlása alapvetően eltér a találmány szerinti egyenáramú diódák áramlási viszonyaitól, ezért az értelmezési zavarok elkerülése érdekében célszerű új, a valóságos viszonyokat jobban kifejező polarizációs jeleket bevezetni. Ennek megfelelően a gyengébben dotált félvezető réteg /2/ az úgynevezett injektor elektródához /5/, míg az erősebben dotált félvezető réteg /3/ az úgynevezett receptor elektródához /6/ csatlakozik.

A 2c. és 2d. ábrákon a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn és pnp rétegsorrendű váltakozóáramú dióda alakjainak felépítési rajzát és javasolt szimbólum jelöléseit tüntettük fel. Ezeknek a kiviteli alakoknak a technológiai megvalósítását a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök sajátos töltéshordozó áramlási viszonyai teszik lehetővé. Ez lehetőséget ad arra, hogy a dotációs szint módosításával bármely irányban eltoljuk a letörési feszültség szintet. Jelen esetben a két szélső réteg /2,3/ dotációs szintje megegyezik, ami azt jelenti, hogy ezek a típusú félvezető eszközök mindkét irányban azonos vezetési tulajdonságokkal rendelkeznek. Az egyenirányító hatás elvesztésével azonban ezek a szimmetrikus rétegszerkezetű félvezető eszközök nem veszítik el a másik igen fontos adottságukat, a stabilizáló hatásukat. Ezek a záró hatás nélküli félvezető eszközök tehát váltakozóáramú áramkörökben előnyösen alkalmazhatók a terhelési oldalon fellépő feszültség ingadozások kiegyenlítésére. A találmány

szerinti háromrétegű félvezető eszközök váltakozóáramú dióda alakjainak kivezetései a szimmetrikus rétegszerkezetből kifolyólag tetszés szerint felcserélhetők, így szimbólum jelölésüknél polarizációs jelekre nincs szükség.

A 3a. ábrán a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn rétegsorrendű egyenáramú tranzisztor alakjának kristályszerkezetét tüntettük fel. Ennek a félvezető eszköznek a szerkezeti felépítése szorosan ráépül az előzőekben ismertetett találmány szerinti egyenáramú diódák kristályszerkezetére. A különbség csupán annyi, hogy ebben az esetben a középső félvezető réteg is kivezetésre került.

A 3a. ábrán feltüntetett feszültség polaritás mellett az  $R_V$  vezérlő ellenállás egy sajátos, pótlólagos töltéshordozó áramlást indít el a félvezető eszközben. A vezérlő áram növekedésével arányosan nő a félvezető eszközön átáramló töltéshordozók száma. Ennek a jelenségnek a közvetlen kiváltó oka az  $n_1$ -p rétegszerkezetet nyitóirányban igénybevevő dióda hatás, amely a hagyományos diódák nyitóirányú töltéshordozó áramlásának megfelelő rekombinációs áramot indít el a két félvezető réteg között. A jelen esetben tehát a záróirányú letörési folyamat következtében létrejövő főirányú töltéshordozó áramlást kiegészíti egy ellentétes jellegű mellékirányú töltéshordozó áramlás is. Ebben az esetben azonban ennek a kívülről tekintve a hagyományos tranzisztorok működésére emlékeztető jelenségnek szűk korlátai vannak, ugyanis a vezérlő elektródára kapcsolt feszültséggel a vezetési irányú töltéshordozó áramlást csak növelni lehet, csökkenteni nem. A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú tranzisztor alakjánál a záróirányú letörési folyamat teszi lehetetlenné a főirányú töltéshordozó áramlás leállítását. A vezérlő elektróda

tehát a jelen esetben csak kompenzáló, töltéshordozó pótló feladatot lát el. A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú tranzisztor alakja az egyenáramú diódához hasonlóan nemcsak npn, hanem pnp rétegsorrendű változatban is előállítható. Az egyszerűbb és olcsóbb technológiai kialakítás azonban itt is az npn rétegsorrendű változatnak kedvez.

A 3b. és 3c. ábrákon a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök npn és pnp rétegsorrendű egyenáramú tranzisztor alakjainak felépítési rajzát és javasolt szimbólum jelölését tüntettük fel. Jelen esetben a középső félvezető réteg /4/ az úgynevezett compensor elektródához /7/ csatlakozik.

A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú tranzisztor alakjai szintén igen sokrétű feladat megoldására alkalmasak, az egyik legjelentősebb felhasználási területük azonban itt is a feszültség stabilizálás. Ha egy hagyományos bipoláris tranzisztor kollektor és emitter kivezetéseit a találmány szerinti tranzisztor receptor és compensor elektródáira kapcsoljuk, bázis kivezetésére pedig egy munkaellenállással előfeszített hagyományos Zener diódát csatlakoztatunk, akkor a találmány szerinti tranzisztor a terhelés változás okozta feszültség ingadozások kiegyenlítésén kívül nagy hatásokkal képes a bemenőfeszültség változások kompenzálására is. Ebben az elrendezésben a bipoláris tranzisztor a kompenzáló ellenállás szerepét látja el oly módon, hogy kollektor-emitter irányú átmenő ellenállását a bázis kivezetés és a földpont közé kapcsolt Zener dióda szabályozza a bemenőfeszültség függvényében. A stabilizátor bemenetét a találmány szerinti tranzisztor receptor elektródája alkotja a kiegészítő elemekkel együtt, a kimeneti terhelés pedig az injektor elektróda és a bemenetekkel közös földpont közé kapcsolható. A megfelelő

bemeneti és kimeneti stabilitás érdekében a találmány szerinti tranzisztor vezetési irányú zsilipfeszültségének, és a Zéner dióda névleges feszültségének arányban kell állnia a bemenő feszültség értékével.

A 4a. 4b. és 4c. ábrákon a találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök váltakozóáramú tranzisztor alakjainak felépítését és javasolt szimbólum jelölését tüntettük fel. A 4a. ábrán látható összetett kristályszerkezetű félvezető eszköz tulajdonképpen nem más mint két ellenpárhuzamosan kapcsolt npn rétegsorrendű egyenáramú tranzisztor /1a, 1b/ ahol az egymással összekapcsolt injektor és receptor elektródák /5a, 6b és 6a, 5b/ a W1 és W2 jelű úgynevezett munkaelektródákhoz /10, 11/, a középső rétegek /4a, 4b/ pedig a C1 és C2 jelű egymástól független compensor elektródákhoz /7a, 7b/ csatlakoznak. A 4b. ábrán látható félvezető eszköz csak az egyenáramú tranzisztorok rétegsorrendjében különbözik a 4a. ábrán feltüntetett változattól. A 4c. ábrán látható félvezető eszköz komplementer kialakításával tér el az előbbi két változattól. Ebben az esetben az összetett kristályszerkezetet párhuzamosan kapcsolt npn és pnp rétegsorrendű egyenáramú tranzisztorok /1a, 1b/ alkotják, ahol az egymással összekapcsolt injektor és receptor elektródák /5a, 5b és 6a, 6b/ az I és R jelű közös injektor és receptor elektródákhoz /10, 11/ a középső rétegek /4a, 4b/ pedig a Cn és Cp jelű egymástól független compensor elektródákhoz /7a, 7b/ csatlakoznak.

A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök váltakozóáramú tranzisztor alakjai funkcióikat olymódon látják el, hogy a váltakozóáram pozitív és negatív félperiódusait külön-külön szabályozzák, az összegeződés pedig a közös munkaelektródákban jön létre. Az ekvivalens kivitelű változatokkal szemben a komple-

menter változat előnye, hogy mindkét szabályzó elektródája /Cn és Cp/ ugyanarról a munkaelektrodáról /R/ vezérelhető. További előnye még ennek a változatnak, hogy vezérlése nemcsak a közös receptor elektrodáról /R/, hanem a két szabályzó elektróda /Cn és Cp/ közé kötött egyszerű szabályzó áramkörrel is megoldható. Ennek a vezérlési módnak az egyszerűségen kívül nagy előnye még, hogy a munkaelektrodákról /W1-W2 és R/ történő szabályozással szemben jóval kisebb a vezérlő energia igénye.

A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközöket a backward dióda, valamint a jelenleg általánosan ismert és használt többrétegű félvezetőelemek technológiájával állíthatjuk elő, amely nem része a találmánynak.

A találmány szerinti háromrétegű félvezető eszközök fenti működése alapján beláthatjuk, hogy azok alkalmazása széleskörű, a modern elektronika bármely területén felhasználhatók ahol szabályozási, egyenirányítási valamint különböző összetett áramköri feladatok egyszerű, olcsó és megbízható ellátására van szükség.

Szabadalmi igénypontok:

1. Háromrétegű félvezető eszközök amelyeknek a backward dióda töltéshordozó áramlásán alapuló működési mechanizmusuk van azzal j e l l e m e z v e, hogy a félvezető testet /1/ két azonos vezetési típusú /2,3/ és egy ellentétes vezetési típusú /4/ félvezető rétegek képezik, az ellentétes vezetési típusú félvezető réteg /4/ a két azonos vezetési típusú félvezető réteg /2,3/ között helyezkedik el, és dotáció szintje nem haladja meg az azonos vezetési típusú félvezető rétegek /2,3/ dotáció szintjét.

2. Az 1.igénypont szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakja melyre j e l l e m z ő, hogy a két azonos vezetési típusú félvezető réteget /2,3/ eltérő dotáció szintű n-típusú rétegek alkotják, ahol a gyengébben dotált réteg /2/ az injektor elektródához /5/, az erősebben dotált réteg /3/ pedig a receptor elektródához /6/ csatlakozik.

3. Az 1.igénypont szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú dióda alakja melyre j e l l e m z ő, hogy a két azonos vezetési típusú félvezető réteget /2,3/ eltérő dotáció szintű p-típusú rétegek alkotják, ahol a gyengébben dotált réteg /2/ az injektor elektródához /5/, az erősebben dotált réteg /3/ pedig a receptor elektródához /6/ csatlakozik.

4. Az 1.igénypont szerinti háromrétegű félvezető eszközök váltakozóáramú dióda alakja melyre j e l l e m z ő, hogy a két azonos vezetési típusú félvezető réteget /2,3/ megegyező dotáció szintű n-típusú szimmetrikus rétegek alkotják, ahol a szimmetrikus rétegek /2,3/ két egymással felcserélhető külső elektródához /5,6/ csatlakoznak.

5. Az 1.igénypont szerinti háromrétegű félvezető eszközök

váltakozóáramú dióda alakja melyre j e l l e m z ő, hogy a két azonos vezetési típusú félvezető réteget /2,3/ megegyező dotáció szintű p-típusú szimmetrikus rétegek alkotják, ahol a szimmetrikus rétegek /2,3/ két egymással felcserélhető külső elektródához /5,6/ csatlakoznak.

6. Az 1.igénypont szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú tranzisztor alakja melyre j e l l e m z ő, hogy a két azonos vezetési típusú félvezető réteget /2,3/ eltérő dotáció szintű n-típusú rétegek alkotják, ahol a gyengébben dotált réteg /2/ az injektor elektródához /5/, az erősebben dotált réteg /3/ a receptor elektródához /6/, az ellentétes vezetési típusú középső réteg /4/ pedig a compensor elektródához /7/ csatlakozik.

7. Az 1.igénypont szerinti háromrétegű félvezető eszközök egyenáramú tranzisztor alakja melyre j e l l e m z ő, hogy a két azonos vezetési típusú félvezető réteget /2,3/ eltérő dotáció szintű p-típusú rétegek alkotják, ahol a gyengébben dotált réteg /2/ az injektor elektródához /5/, az erősebben dotált réteg /3/ a receptor elektródához /6/, az ellentétes vezetési típusú középső réteg /4/ pedig a compensor elektródához /7/ csatlakozik.

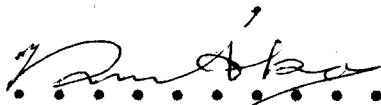
8. A 6.igénypont szerinti tranzisztor váltakozóáramú kivite-  
li alakja melyre j e l l e m z ő, hogy összetett rétegszerkezetű félvezető teste van, a félvezető testet egyenáramú npn felépítésű első és második tranzisztorok /1a,1b/ képezik, ahol az első tranzisztor /1a/ injektor és receptor elektródái /5a,6a/ a második tranzisztor /1b/ injektor és receptor elektródáival /5b,6b/ ellenpárhuzamosan kapcsolódnak, az összekapcsolt elektródák közös munkaelektródákhoz /10,11/, a középső rétegek /4a,4b/ pedig egymástól független compensor elektródákhoz /7a,7b/ csatlakoznak.

9. A 7.igénypont szerinti tranzisztor váltakozóáramú kivite-



li alakja melyre j e l l e m z ő, hogy összetett rétegszerkezetű félvezető teste van, a félvezető testet egyenáramú pnp felépítésű első és második tranzisztorok /1a,1b/ képezik, ahol az első tranzisztor /1a/ injektor és receptor elektródái /5a,6a/ a második tranzisztor /1b/ injektor és receptor elektródáival /5b,6b/ ellenpárhuzamosan kapcsolódnak, az összekapcsolt elektródák közös munkaelektródákhoz /10,11/, a középső rétegek /4a,4b/ pedig egymástól független compensor elektródákhoz /7a,7b/ csatlakoznak.

10. A 6. és 7. igénypontok szerinti tranzisztorok váltakozó-áramú kiviteli alakja melyre j e l l e m z ő, hogy összetett rétegszerkezetű félvezető teste van, a félvezető testet egyenáramú npn és pnp felépítésű első és második tranzisztorok /1a,1b/ képezik, ahol az első tranzisztor /1a/ injektor és receptor elektródái /5a,6a/ a második tranzisztor /1b/ injektor és receptor elektródáival /5b,6b/ párhuzamosan kapcsolódnak, az összekapcsolt elektródák közös receptor és injektor elektródákhoz /10,11/, a középső rétegek /4a,4b/ pedig egymástól független compensor elektródákhoz /7a,7b/ csatlakoznak.

  
K U N Ákos

## HÁROMRÉTEGŰ FÉLVEZETŐ ESZKÖZÖK

Kun Ákos villamos üzemmérnök, Budapest

Bejelentés napja: 1977.11.03.

### K I V O N A T

A találmány tárgya háromrétegű félvezető eszközök amelyeknek a backward dióda töltéshordozó áramlásán alapuló működési mechanizmusuk van, a félvezető testet két azonos vezetési típusú és egy ellentétes vezetési típusú félvezető rétegek képezik, az ellentétes vezetési típusú félvezető réteg a két azonos vezetési típusú félvezető réteg között helyezkedik el, és dotáció szintje nem haladja meg az azonos vezetési típusú félvezető rétegek dotáció szintjét.

A találmány egy előnyös kiviteli alakjánál egyenirányításra és negatív belső ellenállást igénylő feladatok ellátására egyaránt alkalmas diódákat hoztunk létre.

A találmány egy további előnyös kiviteli alakjánál a közép-ső réteg kivezetésével funkcionális feladatok ellátására is alkalmas tranzisztorokat hoztunk létre.