



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

210715

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
H 01 L 21/265

(22) Přihlášeno 02 12 77
(21) (PV 8035-77)
(32)(31)(33) Právo přednosti
od 03 12 76 (WP H 01 1/196 096)
Německá demokratická republika

(40) Zveřejněno 28 11 80

(45) Vydáno 15 08 83

(75)

Autor vynálezu

STEPHANI RAINER, KIRSTEIN EBERHARD, BERLÍN (NDR)

(54) Způsob výroby dvoufázového uspořádání pro posouvání náboje

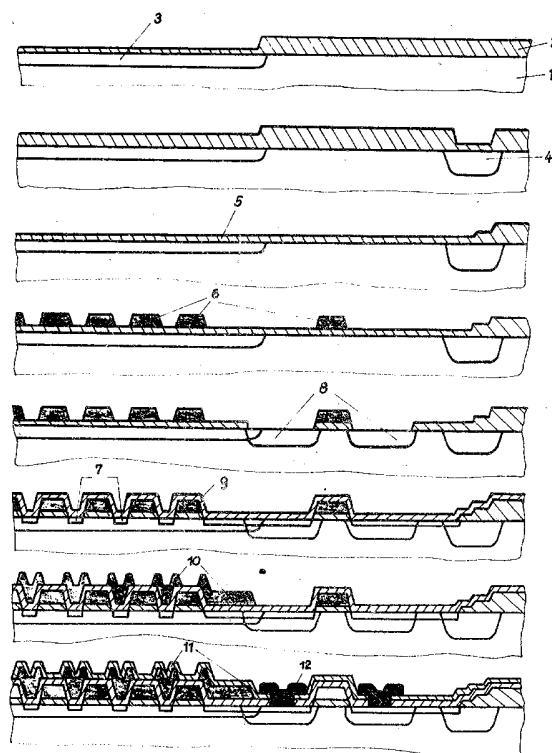
Vynález se týká způsobu výroby dvoufázového uspořádání pro posouvání náboje s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami.

Vynález záleží v tom, že po vytvoření první hradlové kyslíčnickové vrstvy 5 a první křemíkové hradlové roviny 6 se provádí samojustování implantace 7 do ponořeného kanálu 3 tak, že při implantaci do ponořeného kanálu 3 se kompenzací dosáhne snížení účinné hustoty defektních míst, a pak se nad meziprostorem první hradlové roviny 6 vytvoří druhá hradlová kyslíčnicková vrstva 9 a druhá křemíková hradlová rovina 10, přičemž křemíková hradla druhé roviny 10, usříděná nad meziprostory první křemíkové hradlové roviny 6, přesahují částečně hradla první roviny.

Oblast aplikace vynálezu leží v elektrotechnice, zejména pro výrobu posuvných registrů, zpoždovacích vedení, pamětí, střádaců a podobných stavebních členů.

Způsobem podle vynálezu lze vyrábět stavební členy pro posouvání povrchového náboje /SCCB/ a stavební členy pro posouvání prostorového náboje /BCCD/.

V obou případech se dosáhne neobvyklé hustoty strukturálních prvků při zvýšené spolehlivosti funkce.



Vynález se týká způsobu výroby dvoufázového uspořádání pro posouvání náboje s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami.

Oblast aplikace vynálezu leží v elektrotechnice, zejména pro výrobu posuvných registrů, zpoždovacích vedení, pamětí, střádačů a podobných stavebních stupňů.

U stavebních členů pro posouvání náboje se vykrystalizovaly dvě skupiny, totiž stavební členy pro posouvání povrchového náboje /SCCD/ a stavební členy pro posouvání prostorového náboje /BCCD/.

Zatímco u první skupiny nastává dopravování nosičů náboje na povrchu, nastává ve druhém případě v objemu. Stavební členy BCCD mají tu výhodu, že na základě scházející interakce s povrchem polovodiče pracují s malými přenosovými ztrátami, avšak mají menší střádací kapacitu než stavební členy SCCD. Stavební členy BCCD mají kromě toho přenosovou rychlost o velikostním řádu větší než stavební členy SCCD.

V literatuře je často popisováno použití hradlové techniky pro výrobu dvoufázových stavebních členů SCCD. Jeden z takových postupů popisuje DT-OS 2 201 395, u kterého se provádí dotování okrajových oblastí pod elektrodami paprskem iontů, namířeným šikmo k povrchu, a u kterého jsou oblasti pod mezerami pro zlepšení průběhu potenciálu dotovány paprskem iontů kolmo k povrchu substrátu.

Takové uspořádání stavebního členu pro posouvání náboje s elektrodami v jedné rovině /jednohradlová technika/ má tu výhodu, že je možný provoz ve dvou fázích a bezztrátový přenos náboje. U takového uspořádání pro posouvání náboje je délka posouvacího stupně určena délkou dvou řídících elektrod a dvěma šířkami mezery.

Jiná známá jednotka pro posouvání náboje ve dvoufázové technice se, jak je popsáno v DOS 2 341 179, vyrábí tak, že se i implantace iontů, která vede k dotování dílčích oblastí, provádí v šikmém směru k povrchu substrátu při různém úhlu. Tento způsob umožňuje výrobu uspořádání pro posouvání náboje s posouvacími stupni, které jsou zmenšeny o polovinu oproti dosud známým uspořádáním popsaným v DOS 2 201 395.

Pro výrobu stavebního členu BCCD s implantovanými bariérami je v literatuře známa jen jedna varianta, která je popsána v Int. Conf. Technol. and Charge-Coupled devices Edinburg, Sept. 1974 /"The impact of large CCD image sensing arrays" by Amelie, G. F./.

U této vyřizantny jsou elektrody z polykrystalického křemíku Si dotovaného fosforem. Meze-ry mezi elektrodami jsou pokryty vysokoohmickým /nedotovaným/ polykrystalickým křemíkem Si. Implantace bariér se provádí samojustujícím způsobem ke hranám elektrod odvráceným od směru přenosu. Tato varianta má ovšem tu nevýhodu, že jak šířka hradlových mezer, tak i délka hradel jsou ve směru přenosu závislé na přesnosti justace. Na základě hradlových mezer nedotovaného polykrystalického křemíku vznikají v hradlových mezerách větší ztrátové výkony, takže hradlové mezery musí být udržovány poměrně velké /přibližně 10 μ m/.

Účelem vynálezu je, aby způsobem podle vynálezu byly vyráběny dvoufázové stavební členy pro posouvání náboje s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami, které v sobě spojují jak výhody stavebních členů SCCD s elektricky účinnou hradlovou mezerou rovnou nule, tak i výhody stavebních členů BCCD s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami při dosažení maximální hustoty strukturních členů.

Vynález vychází z úlohy vytvořit způsob, kterým se dvoufázový stavební člen pro posouvání náboje s implantovanými bariérami a s ponořeným kanálem vyrobí tak, že stavební členy mají nulovou hradlovou mezeru při současném podržení výhod stavebních členů BCCD.

Kromě toho se u řešení podle vynálezu usiluje příslušným dimenzováním struktur při fotolitografických krocích a vhodnou volbou technologie pro výrobu bariér /implantace/ o maximální hustotu členů při největší možné střídací kapacitě, tj. délce střídacího hradla.

Podle vynálezu se daná úloha řeší v podstatě tím, že po vytvoření první hradlové kysličníkové vrstvy a první křemíkové hradlové roviny se provádí samozustavování implantace do ponořeného kanálu tak, že při implantaci do ponořeného kanálu se kompenzací dosáhne snížení účinné hustoty defektních míst, a pak se nad meziprostorem první hradlové roviny vytvoří druhá hradlová kysličníková vrstva a druhá křemíková hradlová rovina, přičemž křemíková hradla druhé roviny, ustředěná nad meziprostory první křemíkové hradlové roviny, přesahují částečně hradla první roviny.

Při výrobě stavebních členů pro posouvání náboje s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami se podle vynálezu vyjde od vysokohmického substrátového materiálu dotovaného přísadami typu P se specifickým odporem přibližně 10 až 40 ohmcm, na kterém se řízeným fotolitografickým krokem vytvoří žádané hradlové oblasti první roviny, přičemž se mezilehlé oblasti odleptají. Před tímto fotolitografickým krokem musí se oxidovat polykrystalická vrstva křemíku, aby se zabránilo podleptání.

Přednost způsobu podle vynálezu pro výrobu dvoufázových stavebních členů pro posouvání náboje s implantovanými bariérami, ponořeným kanálem a přesahujícími se hradlovými nebo řídícími elektrodami, záleží proti známým způsobům v tom, že se navzájem spojí jednak výhody známých stavebních dvoufázových členů pro posouvání náboje s povrchovým kanálem a přesahujícími se křemíkovými, popřípadě kovovými hradly, u nichž se pracuje s elektricky působící nulovou hradlovou mezerou, jednak také výhody známých dvoufázových stavebních členů pro posouvání náboje s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami, u kterých se přenos náboje provádí uvnitř jejich objemu, avšak při přítomnosti značné elektricky působivé hradlové mezery, přičemž se přidavně dosáhne maximální hustoty strukturálních členů. Kompenzací podle vynálezu v důsledku použité implantace se dosáhne užších bariérových oblastí a tím větší hustoty strukturálních členů oproti všem známým strukturám CCD

Jestliže se postupu s přesahujícími se křemíkovými hradly užije známým způsobem za zahrnutí oblastí s ponořeným kanálem a implantace pro omezení bariérových oblastí zvýšením koncentrace defektních míst, pak budou, jak je znázorněno na obr. 1, hradlové oblasti první roviny ležet nad tenčí kysličníkovou vrstvou a hradlové oblasti druhé roviny nad implantovanými obory a druhou hradlovou kysličníkovou vrstvou, takže první oblasti leží nad bariérovými obory a druhé oblasti leží nad střídacími obory.

Vychází-li se od mezí dosavadní technologie strukturování, vyplývá při minimální proveditelné šířce stojin například $a_2 = 5 \mu\text{m}$ a při minimální šířce přesahování například $a_3 = 2 \mu\text{m}$ pro šířku bariéry minimální šířka $a_1 = 9 \mu\text{m}$, aby bylo zaručeno strukturování druhé hradlové roviny.

Zvolí-li se pro střídací hradla rovněž jako minimální délka $a_1 = 9 \mu\text{m}$, vyplyne pro celou bitovou délku struktury, která probíhá vždy přes dvě střídací oblasti a dvě bariérové oblasti, hodnota $l_b = 4 \times 9 = 36 \mu\text{m}$.

Jestliže se implantovaná místa podle obr. 2 kompenzují vhodnou volbou dotujících látek při implantaci, tj. zvýší se specifický odpor, zamění se střídací a bariérové obory, což znamená, že podle obr. 2 jsou bariérové obory pod křemíkovými hradly druhé roviny a střídací obory pod křemíkovými hradly první roviny.

Při stejných předpokladech pro technologii strukturování může být nyní šířka bariéry zmenšena na $a_2 = 5 \mu\text{m}$, přičemž šířka střídacího členu zůstane u $9 \mu\text{m}$. Celková bitová délka je zmenšena na $l_b = 2 \times 5 + 9 = 19 \mu\text{m}$.

V důsledku odpadnutí hradlových mezer a úzkých bariérových oborů obdrží se příznivější potenciálový spád, čímž se zvýší driftové pole a tím se urychlí přenos náboje.

Navazující krok pro vytvoření emitorových a kolektorových oblastí se po vyleptání potřebných okének v hradlovém kysličníku provede difusí, přičemž se využije samojustujícího působení příslušných proužků křemíkových hradel.

Po tomto kroku musí být vrstva SiO_2 mezi hradly odleptána až na substrát. Toho je zapotřebí, aby při navazujícím oxidačním kroku bylo možno i v hradlových mezerách vytvořit stejnou tloušťku SiO_2 , jaká je již dána pod hradlovými oblastmi.

Na tuto vrstvu SiO_2 , popřípadě na rozhraní fází SiO_2 -Si, je třeba klást opět stejné vysoké požadavky jako na první vrstvu SiO_2 . Do vytvoření hradlových mezer roviny 1 se nyní provede implantace tak, že buď se zvýší koncentrace defektních míst ponořeného kanálu dotovaného příměsí typu N, nebo že se sníží kompenzací. V prvním případě slouží objemové oblasti pod mezerami hradlových oblastí roviny 1 k hromadění náboje a oblasti pod hradly Si slouží jako bariéry, v druhém případě je tomu právě obráceně. Potřebná implantační dávka vyplývá z požadavku nastavované výšky potenciálové bariéry.

Na implantaci navazuje druhé vyloučení polykrystalické křemíkové vrstvy, které je zapotřebí k vytvoření druhé roviny křemíkového hradla. Toto hradlo slouží k řízení potenciálu oborů v meziprostorech hradel první roviny. Nastavení struktury křemíkových hradel se provede opět fotolitografickou cestou.

V důsledku chyb v délkách a v přiřazeních, které vznikají chybami v zobrazení, chybami v poloze a chybami v justaci při výrobě šablon a při fotolitografickém postupu, musí topologicky křemíková hradla v druhé rovině přesahovat křemíková hradla první roviny, aby se v souladu se zamýšleným účelem elektricky účinná hradlová mezera stala rovnou nule.

Následuje zhotovení další kysličnickové vrstvy, která překrývá všechny struktury. Potom následuje temperování a getrování, které zlepší objemové a povrchové vlastnosti stavebního členu.

Výroba otvorů pro kontakty a metalizační roviny, které spojují strukturální členy s vnějšími kontakty, se provádí známým způsobem v posledním opracovávacím kroku.

Vynález bude nyní popsán na příkladech provedení v souvislosti s výkresy. Obr. 1 znázorňuje příklad dimenzování stavebního členu pro posouvání náboje podle vynálezu, obr. 2 další příklad dimenzování stavebního členu pro posouvání náboje podle vynálezu a obr. 3 schematicky jednotlivé kroky způsobu podle vynálezu.

Pro výrobu stavebních členů pro posouvání náboje s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami se jako výchozí materiál 1 zvolí křemík typu P se specifickým odporem přibližně 10 ohmcm. Tepelnou oxidací se vytvoří vrstva 2 z SiO_2 o tloušťce 500×10^{-10} m, jak je znázorněno na obr. 3.

Vrstva 3 ponořeného kanálu s příměsí typu N se pak po otevření okénka k tomu určeného, které se zhotoví příslušným fotolitografickým krokem, vpraví do substrátového materiálu implantací fosforu. Dávka činí přibližně $1,5 \times 10^{12}$ atomů/cm². Po zotavení a po dalším zpracování vysokou teplotou se pak vytvoří hloubka vniknutí přibližně 1,5 μm . Po implantačním kroku se difusí boru vytvoří oblasti 4 "channel-stop", přičemž se realizuje odpor vrstvy přibližně 20 ohm/ $\square$ a hloubka vniknutí přibližně 2 μm . Nad všemi oblastmi substrátové desky, na kterých jsou aktivní přenosové kanály CCD, jakož i kolektorové a emitorové obory 8, se chemigrafickým krokem vytvoří okénka v kysličníku pole, do kterýchžto okének se potom suchou tepelnou oxidací nanese hradlový kysličník 5 v tloušťce vrstvy 1 500×10^{-10} m.

Potom se provede rozložením silenu vyloučení první polykrystalické křemíkové vrstvy, přičemž se současně dotuje fosforem; rozložení se provádí pyrolyticky. Přitom se má dosáhnout vrstevového odporu $20 \text{ ohm}/\square$. Po vytvoření kysličníkové vrstvy na polykrystalické vrstvě k ochraně proti podleptání se chemigrafickou cestou zhotoví z této vrstvy křemíková hradla první roviny 6.

Potom se chemigraficky vytvoří kysličníková okénka pro kolektorové a emitorové obory, přičemž se využije samojustujícího účinku křemíkových hradel na vytvořovaných tranzistorech MOS. Emitorové a kolektorové obory 8 s vrstevovým odporem $< 20 \text{ ohm}/\square$ se vytvoří difusí fosforu.

Potom se odstraní kysličníková vrstva existující v aktivní oblasti mezi křemíkovými hradly a potom se tepelnou a suchou oxidací vytvoří druhá hradlová kysličníková vrstva 9, která má mít stejnou tloušťku jako vrstva 5.

Následuje implantační krok k vytvoření, popřípadě omezení bariér 7. Přitom se využije přikrytí křemíkového hradla jako samojustujícího maskování.

Obměna tohoto příkladu provedení záleží v tom, že první hradlová kysličníková vrstva zůstane zachována a při potřebné oxidaci kysličníkových hradel první roviny 1 se za účelem izolace tato kysličníková vrstva zesílí. Tím vznikající kysličníková vrstva pod křemíkovými hradly druhé roviny 2 může být vyrovnána změnou implantační dávky, takže se dosáhne žádané výšky bariéry.

V souhlase se shora popsaným příkladem dimenzování podle obr. 1 a podle obr. 2 mají mezery křemíkových hradel první roviny velikost přibližně $9 \mu\text{m}$, popřípadě $5 \mu\text{m}$. V prvním případě /obr. 1/ se implantuje fosforem, tj. dotování se zvýší, a v druhém případě /obr. 2/ se kompenzuje borem.

Výše dávky činí přibližně $0,5 \text{ až } 0,7 \times 10^{12} \text{ atomů}/\text{cm}^2$. V následujícím zpracovávacím kroku se vyloučí druhá polykrystalická vrstva se stejnými parametry, jako má první. Z toho se chemigrafickou cestou vytvoří křemíková hradla druhé roviny 10. Pro maskování všech struktur se provede znovu závěrečná velkoplošná oxidace 11.

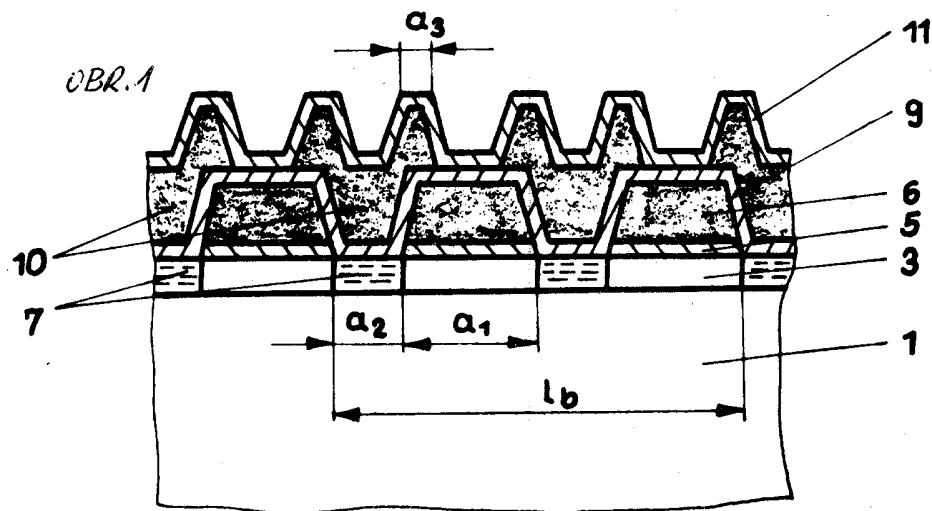
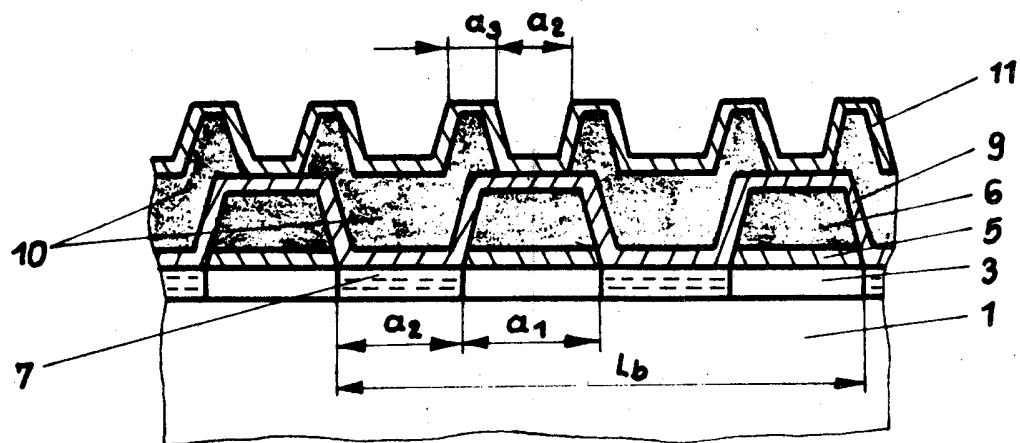
Po uzavření tohoto posledního kroku, prováděného při velké teplotě, navazují vhodné postupy pro zlepšení objemových a povrchových vlastností struktur CCD, jako je například odleptání oxidu na zadní straně, temperování a getrování.

Nakonec se chemigraficky zhotoví kontaktní okénka, která provádějí spojení strukturálních členů s metalizační rovinou 12. Metalizační rovina 12 se zhotoví napařením hliníku na křemíkovou desku ve vrstvě o tloušťce přibližně $1 \mu\text{m}$. Závěrečným chemigrafickým postupem se vytvoří příslušné dráhy vodičů a stabilizují se temperačním postupem.

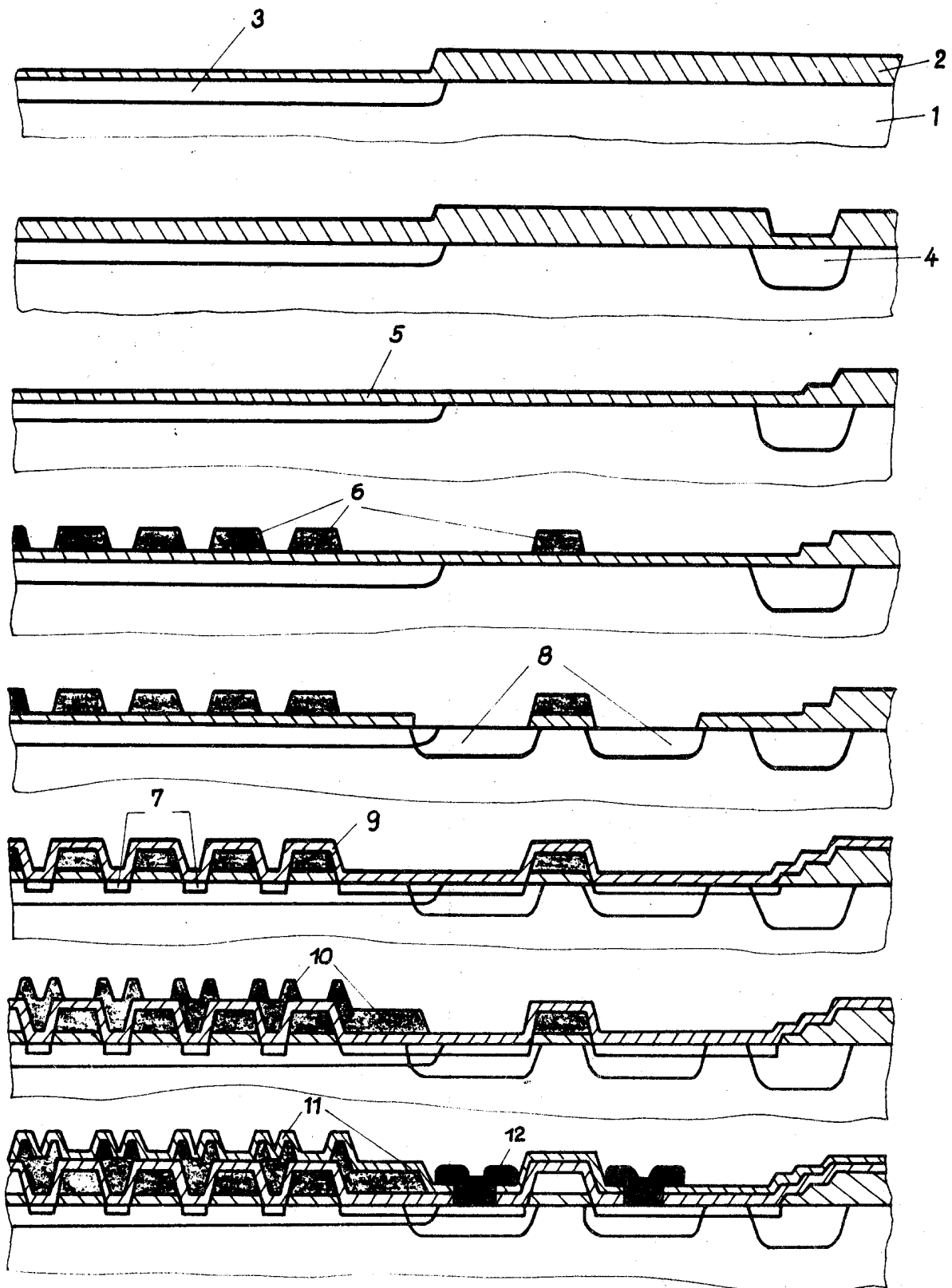
P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob výroby dvoufázového uspořádání pro posouvání náboje s ponořeným kanálem a implantovanými bariérami, vyznačující se tím, že po vytvoření první hradlové kysličníkové vrstvy /5/ a první křemíkové hradlové roviny /6/ se provádí samojustování implantace /7/ do ponořeného kanálu /3/, tak, že při implantaci do ponořeného kanálu /3/ se kompenzací dosáhne snížení účinné hustoty defektních míst, a pak se nad meziprostorem první hradlové roviny /6/ vytvoří druhá hradlová kysličníková vrstva /9/ a druhá křemíková hradlová rovina /10/, přičemž křemíková hradla druhé roviny /10/, ustředěná nad meziprostory první křemíkové hradlové roviny /6/, přesahují částečně hradla první roviny.

2 listy výkresů



0BR.2



Obr. 3