

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2002 - 162

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **24.06.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **20.07.1999**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/19933969**

(33) Země priority: **DE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.06.2002**
(Věstník č. 6/2002)

(86) PCT číslo: **PCT/DE00/02061**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO01/06567**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

H 01 L 29/739

(71) Přihlašovatel:

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart, DE;

(72) Původce:

Plikat Robert, Eningen, DE;

Feiler Wolfgang, Reutlingen, DE;

(74) Zástupce:

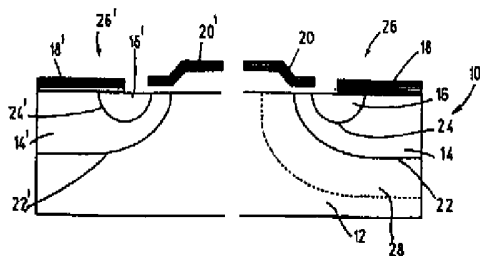
Matějka Jan JUDr., Národní 32, Praha, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Obousměrný polovodičový konstrukční prvek

(57) Anotace:

Vynález se týká obousměrného polovodičového konstrukčního prvku se dvěma laterálně v substrátu integrovanými, antisériově řazenými, symetrickými tranzistory MOSFET, jejichž kolektorové vývody jsou spolu spojeny. Před přechodem PN (22) jednoho z tranzistorů MOSFET (26) v přechodové oblasti ke kolektorové oblasti (12) je uspořádáno pole (28), které má stejný typ vodivosti jako kolektorová oblast (12) a která je dotována výše než kolektorové oblasti (12).



01-11-02-Ma

Obousměrný polovodičový konstrukční prvek

Podstata vynálezu

Vynález se týká obousměrného polovodičového konstrukčního prvku se dvěma laterálně v substrátu integrovanými, antisériově řazenými, symetrickými tranzistory MOSFET, jejichž kolektorové vývody jsou spolu spojeny.

Dosavadní stav techniky

Obousměrné polovodičové konstrukční prvky druhového typu jsou známé. Ve výtisku IEEE; 2/97; S. Xu u.a.; „Bidirektional light on SOI substrate with high frequency and high temperature capability“ jsou polovodičové konstrukční prvky druhového typu popsány. Touto zde popsanou rovnoměrně symetrickou konstrukcí ve spojení s antisériovým propojením tranzistorů MOSFET je známý obousměrný polovodičový konstrukční prvek způsobilý, aby byl aplikován jako přepínač pole v telekomunikačních nebo podobných zařízeních. Nesymetrická použití, jako jsou například ta ve spouštěcích obvodech zapalovacích zařízení v motorových vozidlech, se nedají realizovat těmito známými obousměrnými polovodičovými konstrukčními prvky, poněvadž se požadovaná hodnota závěrného napětí přibližně od 400 V v současnosti dá vytvářet jen nesymetricky.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje obousměrný polovodičový konstrukční prvek se dvěma bočně do podkladu integrovanými, antisériově řazenými, symetrickými tranzistory MOSFET, jejichž

kolektorové vývody jsou spolu spojeny, podle vynálezu, jehož podstatou je, že před přechodem PN jednoho z tranzistorů MOSFET v přechodové oblasti ke kolektorové oblasti je uspořádáno pole, které má stejný typ vodivosti jako kolektorová oblast a jejíž infundování je však vyšší než infundování kolektorové oblasti.

Výhodou obousměrného polovodičového konstrukčního prvku se dvěma laterálně v substrátu integrovanými, antisériově řazenými, symetrickými tranzistory MOSFET, jejichž kolektorové vývody jsou spolu spojeny, je, že se také mohou realizovat rozdílně vysoká závěrná napětí. Tím, že je pole uspořádáno před přechodem PN jednoho z tranzistorů v přechodové oblasti ke kolektorové oblasti, zaujímá toto stejný typ měrné vodivosti jako kolektorová oblast, jejíž dotování je ale vyšší než dotování kolektorové oblasti, může se jednoduchým způsobem realizovat nesymetrická hodnota závěrného napětí při současné garanci malého odporu v spínacím uzávěru.

Těmito dosažitelnými výhodami s úpravou obousměrného polovodičového konstrukčního prvku podle vynálezu se tento hodí výhodně k použití jako spínač nakrátko ke zkratování primárního vinutí zapalovací cívky v zapalovacím systému motorového vozidla. Je známo, že při zážehu iontovým proudem je primární vinutí zapalovací cívky po uvolnění zapalovacího impulsu na zapalovací svíčke zkratováno sekundárním vinutím zapalovací cívky, protože tím nastane definitivní zhasnutí zapalovací jiskry. Při tomto podle vynálezu upraveném použití se polovodičový konstrukční prvek činný jako spínač nakrátko rozevírá od rozdílně velkých závěrných napětí, totiž jednak napětí akumulátoru a jednak svorkového napětí například jako sepnutého Darlingtonova tranzistorového stupně. Obdobně se nechá docílit u obousměrného polovodičového konstrukčního prvku podle vynálezu upraveným vyrovnáním přechodu PN tohoto jednoho tranzistoru MOSFET nesymetrická blokovací schopnost

polovodičového konstrukčního prvku, prostřednictvím které se mohou vyrovnat rozdílně vysoká závěrná napětí.

Další výhodná provedení vynálezu vyplývají z ostatních, ve vedlejších nárocích jmenovaných znaků.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je následně blíže objasněn v příkladu provedení podle přiložených výkresů, na nichž znázorňují:

obr. 1 schematický náhled obousměrného polovodičového konstrukčního prvku podle vynálezu;

obr. 2 uspořádání obvodů zapalovacího stupně za použití obousměrného polovodičového konstrukčního prvku podle vynálezu;

obr. 3 výhodnou formu provedení obousměrného polovodičového konstrukčního prvku podle vynálezu a

obr. 4 a 5 schématické postupové kroky k výrobě obousměrného polovodičového konstrukčního prvku podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 znázorňuje schematicky obousměrný polovodičový konstrukční prvek 10. Obousměrný polovodičový prvek 10 obsahuje substrát 12 s první dotací nosičů náboje (například n-dotovaný). V substrátu jsou integrované oblasti 14 po případě 14' nosičů náboje s opačnou dotací nosičů náboje vzhledem k první dotaci nosičů náboje (například p-dotované). Oblasti 14 a 14' nosičů náboje jsou vytvořeny symetricky. Do oblastí 14 po případě 14' nosičů náboje jsou vždy integrovány oblasti 16 po případě 16' nosičů náboje, které mají stejné dotování nosiče náboje jako substrát 12 (například n-dotované). Oblasti 14 a 16 nosičů náboje jsou společným metalizovaným postříkem (elektrodou) a oblasti 14' a 16' nosičů náboje jsou společným metalizovaným postříkem (elektrodou) elektricky vodivě spojeny. Oblast 14 nosičů náboje je mimoto

opatřena další izolovanou elektrodou (poly-křemíkovým hradlem) 20, a oblast 14' nosičů náboje je opatřena další izolovanou elektrodou (poly-křemíkovým hradlem) 20.

Uspořádáním oblastí 12, 14 a 16 po případě 12, 14' a 16' nosičů náboje dochází k vytvoření přechodů PN 22 po případě 22' a 24 popřípadě 24'.

Substrát 12 prvního typu měrné vodivosti je slabě dotovaný, zatímco oblast 16 po případě 16' nosičů náboje stejného typu měrné vodivosti je silně dotována. Oblast 14 popřípadě 14' nosičů náboje druhého typu měrné vodivosti je středně dotována. Prostřednictvím takové známé struktury polovodičového konstrukčního prvku 10 dojde k zdokonalení dvěma tranzistory MOSFET 26 po případě 26', které jsou zapojeny antisériově.

Navíc je přechodu PN 22 přidružena oblast 28 nosičů náboje, která se protahuje do substrátu 12. Oblast 28 nosičů náboje obsahuje nosič náboje stejného typu měrné vodivosti jako substrát 12, je však výše dotovaná nežli tento.

Využití polovodičového konstrukčního prvku 10 podle vynálezu, je znázorněné podle uspořádání obvodu ukázaného v obr. 2, který ukazuje zážehový výstup systému zapalování motorového vozidla. Zároveň je sekundární vinutí 32 zapalovací cívky 30 spojeno se zapalovací svíčkou 34. Primární vinutí 36 zapalovací cívky 30 je na jedné straně spojeno se zdrojem napájecího napětí, který je tvořen v případě použití baterií motorového vozidla. Na druhé straně je primární vinutí 36 spojeno se spínacím prvkem 38, přes který je primární vinutí 36 spojitelné se zdrojem napájecího napětí. Spínací prvek 38 je vytvořen například jako Darlingtonův tranzistorový stupeň. Paralelně k primárnímu vinutí 36 je uspořádán spínač 40

nakrátko, který je vytvořen obousměrným polovodičovým konstrukčním prvkem 10 podle vynálezu. Metalizovaný postřik 18 je při tom spojen se spínacím prvkem a metalizovaný postřik 18' je spojen se zdrojem napájecího napětí.

Polovodičový konstrukční prvek 10 vykazuje ve spojení s uspořádáním obvodu znázorněném v obr. 2 následující funkci:

Prostřednictvím zapalovací svíčky 34 se může zapálit známým způsobem směs paliva a vzduchu ve válci. Po zhasnutí zapalovací jiskry je plynová směs ve válci ještě ionizována. Zde pohotová koncentrace iontů umožňuje známým způsobem výboj na vznícení a výbuch spalovacího motoru. Je známé to, aby se přiložilo k stanovení této koncentrace iontů na elektrody zapalovací svíčky 34 momentální elektrické napětí, tak že míra pro koncentraci iontů tvoří z toho výsledný proud iontů *I*. Podstatné pro takovou metodu ke stanovení koncentrace iontů je, aby se zapalovací jiskra po zážehu směsi paliva a vzduchu definovaně zhasla a bezprostředně v souvislosti s tím nastalo měření proudu iontů *I*.

Těchto předpokladů se může dosáhnout nízkoohmovým zkratováním primárního vinutí 36 polovodičovým konstrukčním prvkem 10 podle vynálezu (spínacím prvkem). Krátké spojení primárního vinutí 36 působí na jedné straně definované zhasnutí zapalovací jiskry po zážehu směsi paliva a vzduchu a minimalizuje transformovanou sériovou impedanci v sekundární straně spínače zapalování. Tím se příznivě ovlivní frekvenční charakteristika měřicího obvodu k měření proudu iontů *I*.

Aby se dosáhlo definované zhasnutí zapalovací jiskry, je zapotřebí definovaného okamžiku spínání polovodičového konstrukčního prvku 10 (zkratovače 40). Zkratovač leží jednak na

napájecím napětí U_{Bat} a jednak na svorkovém napětí U_{CE} tranzistorového spínače 38. Napájecí napětí činí přibližně 14 V, zatímco svorkové napětí U_{CE} činí přibližně 400 V. Pro tento rozdíl napětí musí mít polovodičový konstrukční prvek 10 hodnotu závěrného napětí přibližně od 400 V. Toto se dosáhne integrací oblasti 28 nosičů náboje do polovodičového konstrukčního prvku 10 upravenou podle vynálezu.

Nejsou-li ani poly-křemíkové hradlo (elektroda) 20 ani poly-křemíkové hradlo (elektroda) 20' řízeny, je polovodičový konstrukční prvek 10 pro obě polaritu zablokovaný. Tento provozní režim je k dispozici, jestliže se primární vinutí 36 je buzeno nastavením tranzistorového spínače 38. Elektrody 18' a 20' se nacházejí v tomto provozním režimu na úrovni napájecího napětí, a přechod PN 22 je pólován neprůchodně. Dotování oblastí 12 a 28 nosičů náboje, které jsou představeny přechodu PN 22, je přitom zvoleno tak, že je stanoveno – při přiloženém napájecím napětí U_{Bat} – potřebné závěrné napětí.

Je-li zapalovací tranzistor vyřazen, jde toto do svorkování, takže se potom známým způsobem zažehne zapalovací jiskra zapalovací svíčky 34. Svorkové napětí U_{CE} činí přibližně 400 V, takže elektrody 18 a 20 se svorkovým napětím v hodnotě od přibližně 400 V mají plnou vodivost. Polovodičový konstrukční prvek musí tedy být v postavení, aby blokoval toto svorkové napětí.

Ke zhasnutí zapalovací jiskry zapalovací svíčky 34 se polovodičový konstrukční prvek 10 (spínač 40 nakrátko) přepne, zatímco elektroda 20 se aktivuje. Tím se polovodičový konstrukční prvek 10 přepne jako obousměrný spínací prvek (IGBT) nejdříve. Napětí se tím redukuje přes spínač (tedy mezi elektrodami 18 a 18') na statické napětí v propustném směru polovodičového konstrukčního

prvku 10, takže se může se zpožděním aktivovat také elektroda 20. Tím se změní provozní režim polovodičového konstrukčního prvku 10 do toho s konečným diferenciálním odporem tranzistoru MOSFET v počátku své výstupní charakteristiky.

Nastavením elektrody 20' (hradla pro tranzistor MOSFET 26') plyne proud od elektrody 18' přes oblast 16' nosičů náboje do substrátu 12 (kolektorové oblasti 12), takže oblast 14 nosičů náboje reaguje jako emitor a minoritní nosič iniciovaný do substrátu 12. Tím se zvyšuje jeho měrná vodivost. Z toho vyplývá snížení úbytku napětí přes polovodičový konstrukční prvek 10, takže následně může být bez problémů aktivována elektroda 20 jako hradlo tranzistoru MOSFET 26. Tím se potlačí emitorová účinnost oblasti 14 nosičů náboje, protože větev paralelního proudu od substrátu 12 (kolektoru) je uspořádaná přes oblast 14 nosičů náboje k oblasti 16 nosičů náboje. Toto vede k převrácení provozního režimu polovodičového konstrukčního prvku 10 od obousměrného konstrukčního prvku (IGBT) do provozního režimu tranzistoru MOSFET s dostatečnou měrnou vodivostí.

Aktivování elektrody 20 může následovat buď současně s aktivováním elektrody 20' pod propojovacím obvodem jedné kapacity, nebo aktivování elektrody 20 následuje přímo časově posunutě k aktivování elektrody 20'. V každém případě se dosáhne toho, že tím následuje aktivování připojení hradla tranzistoru MOSFET, když je již redukováno svorkové napětí U_{CE} . Celkem bude tímto definovaným aktivováním elektrody 20' a elektrody 20 možné definované přepínání polovodičového konstrukčního prvku 10 jako zkratovače 40, takže nastane definované vypnutí zapalovací jiskry zapalovací svíčky 34.

Obr. 3 znázorňuje výhodnou variantu provedení polovodičového konstrukčního prvku 10, přičemž stejné části jako v obr. 1 jsou opatřené stejnými odkazovými značkami a nejsou znovu vysvětlovány.

Jak znázorňuje obr. 3, je substrát 12 uspořádán na vrstvě 42, která má vzhledem k substrátu opačné dotování (podle příkladu tedy p-dotování) a je připojená na hmotnostním potenciálu 43. Vrstva 42 může sestávat z dílčích vrstev 44 a 46, které mají rozdílně vysoké dotování nosiči náboje stejného typu měrné vodivosti. Uspořádáním vrstvy 42 dojde k vytvoření dalšího přechodu PN 48, jehož závěrné napětí je určeno dotováním vrstvy 42. Stupňovitým dotováním dílčích vrstev 44 a 46 se může zvýšit závěrné napětí použitím Resurf-efektu.

Členěním polovodičového konstrukčního prvku 10 znázorněném v obr. 3 bude možná realizace takzvané Resurf-technologie, prostřednictvím které se dá docílit struktura polovodičového konstrukčního prvku 10 jednoduchým způsobem.

Monoliticky integrovanou konstrukcí polovodičového konstrukčního prvku 10, která vytváří zkratovač 40, se tento dá jednoduchým způsobem umístit se spínacím tranzistorem 38 do jednoho monoliticky integrovaného konstrukčního prvku. Tím se může upustit od uspořádání diskrétních spínacích prvků. Tím se naskytují podstatné výrobní výhody pro celkový zapalovací obvod.

Podle obr. 4 ž 6 je schematicky znázorněn výrobní postup polovodičového konstrukčního prvku 10.

Nejdříve se, jak znázorňuje obr. 4, na výstupní destičku 50, která má p-dotování souhlasné s dotováním pozdější vrstvy 42, vnese prostřednictvím implantace n-dotovaná posunutá vrstva. Tato n-

dotovaná posunutá vrstva 52 odpovídá pozdějšímu substrátu 12. Tento proces je znám jako takzvaný Standard-Smart-Power proces.

Návazně se, jak znázorňuje obr. 5, uspořádá nad výstupní destičku 50 nános rezistu 54, který má v oblasti 28 nosičů náboje průzor 56. Následně nastává iontová implantace 58 s n-dotovanými ionty, která vede k vytvoření pole 28 uvnitř n-dotovaného substrátu, přičemž oblast 28 nosičů náboje má vyšší dotování než substrát 12.

Následně se v blíže neznázorněných postupných krocích, které jsou všechny do jednoho standardními procesními kroky z výroby integrovaných obvodů, implantují oblasti 14, 14' popřípadě 16, 16' nosičů náboje a připájí se elektrody 18, 18', 20 a 20'. Současně se vyrábějí další blíže neznázorněné obvodové součásti, například řídicí logika pro řízení elektrod 20, 20', maskující vrstvy, polysiliciové vrstvy a tak dále.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Obousměrný polovodičový konstrukční prvek se dvěma bočně do podkladu integrovanými, antisériově řazenými, symetrickými tranzistory MOSFET, jejichž kolektorové vývody jsou spolu spojeny, **vyznačující se tím**, že před přechodem PN (22) jednoho z tranzistorů MOSFET (26) v přechodové oblasti ke kolektorové oblasti (12) je uspořádáno pole (28), které má stejný typ vodivosti jako kolektorová oblast (12) a jejíž infundování je však vyšší než infundování kolektorové oblasti (12).

2. Obousměrný polovodičový konstrukční prvek podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kolektorová oblast (12) a pole (28) jsou n-dotované.

3. Obousměrný polovodičový konstrukční prvek podle některého z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že kolektorová oblast (12) je uspořádána na vrstvě (42), která má dotování opačného typu měrné vodivosti než kolektorová oblast (12).

4. Obousměrný polovodičový konstrukční prvek podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že vrstva (42) sestává z dílčích vrstev (44, 46) s odstupňovaným dotováním.

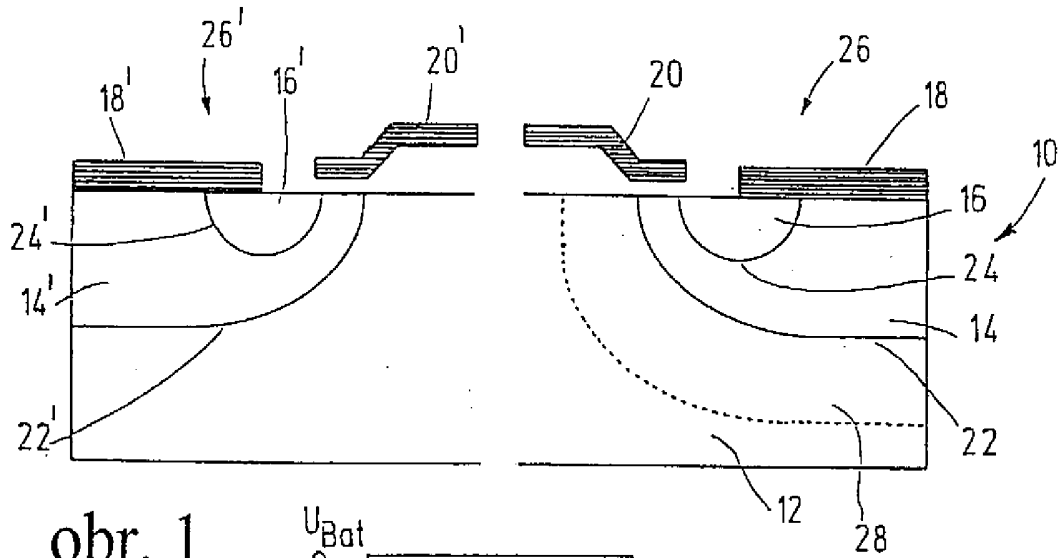
5. Využití obousměrného polovodičového konstrukčního prvku ještě některým z nároků 1 až 4 jako spínače (40) nakrátko ke zkratování primárního vinutí (36) zapalovací cívky (30) v zapalovacím výstupu zapalovacího zařízení spalovacího motoru.

6. Využití podle nároku 5, **vyznačující se** předsunutým nastavením vývodů (20, 20') hradla struktur tranzistorů MOSFET (26,

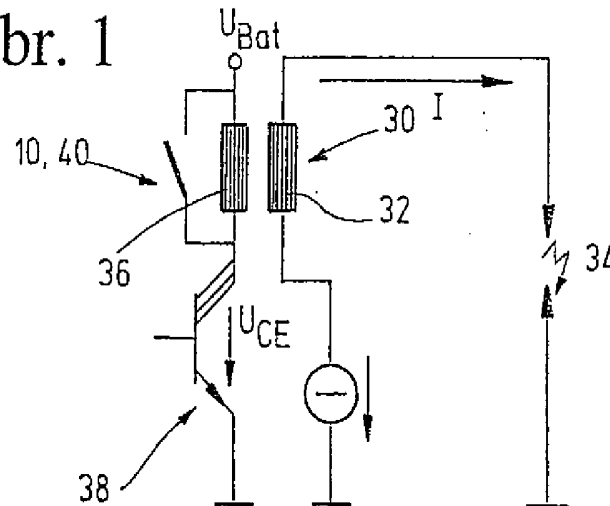
26'), přičemž tranzistor MOSFET (26), který blokuje vyšší napětí (U_{CE}), se aktivuje později.

7. Využití podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že předsunuté nastavení nastává propojovacím obvodem jedné kapacity (postupným oživováním).

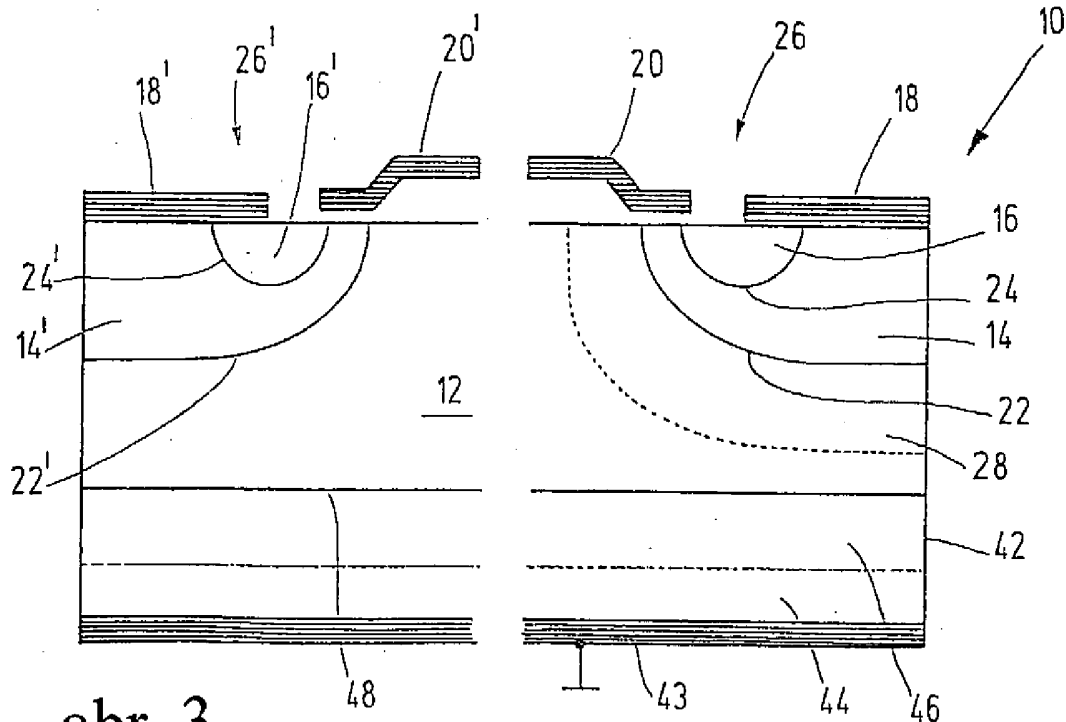
8. Využití podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že předsunuté nastavení nastává časovým řízením.



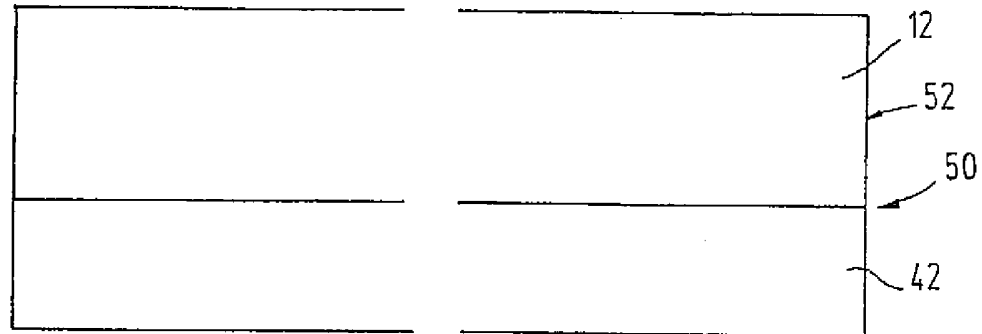
obr. 1



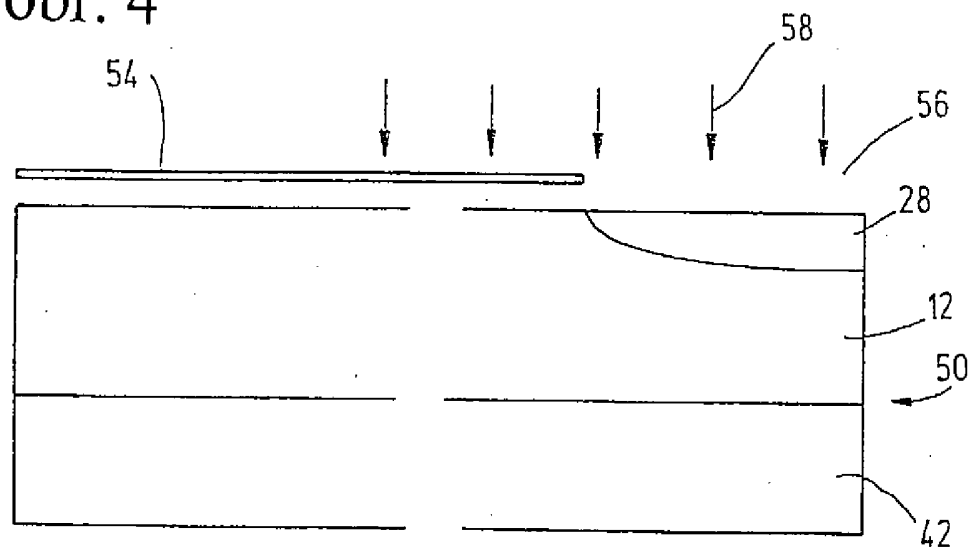
obr. 2



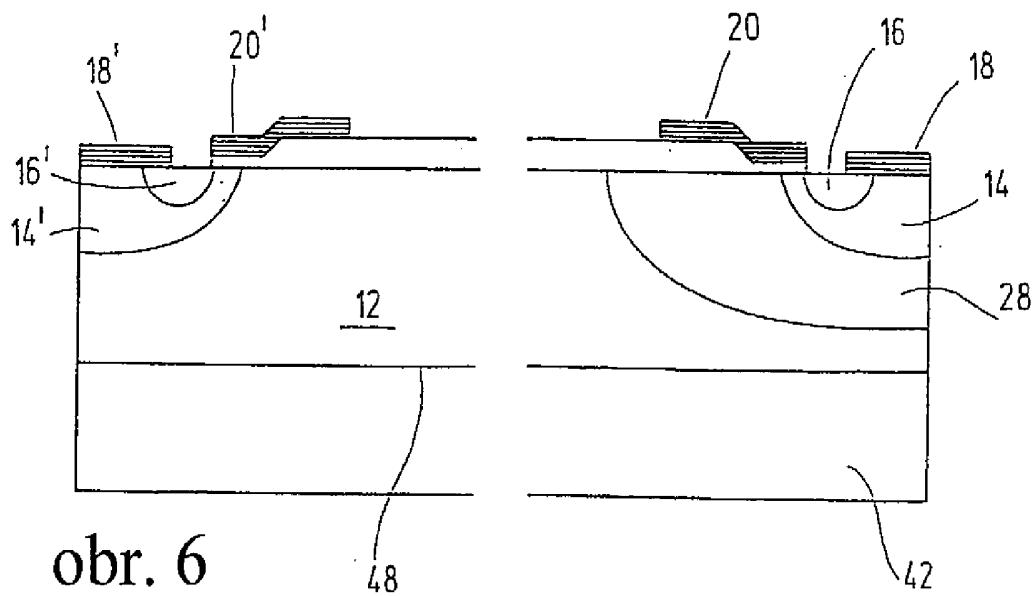
obr. 3



obr. 4



obr. 5



obr. 6