

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

251097

(11)

(B2)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 04 05 85

(21) [PV 3203-85]

(32) (31) (33) Právo přednosti od 02 05 84

(84200608.2) a od 01 05 85

(85/00193)

Evropská patentová organizace

(40) Zveřejněno 13 11 86

(45) Vydáno 15 08 88

(51) Int. Cl.⁴
H 01 L 29/00

(72)

Autor vynálezu

REMMERIE GUIDO PETRUS THEOPHIEL CONSTANT,
RUMST VAN DEN BOSSCHE LUC JOZEF LOUIS, LEBBEKE,
VAN DE POL DANIEL FRANS JOSEFINA, ZOERSEL (Belgie)

(73)

Majitel patentu

INTERNATIONAL STANDARD ELECTRIC CORPORATION,
NEW YORK, N. Y. (Sp. st. a.)

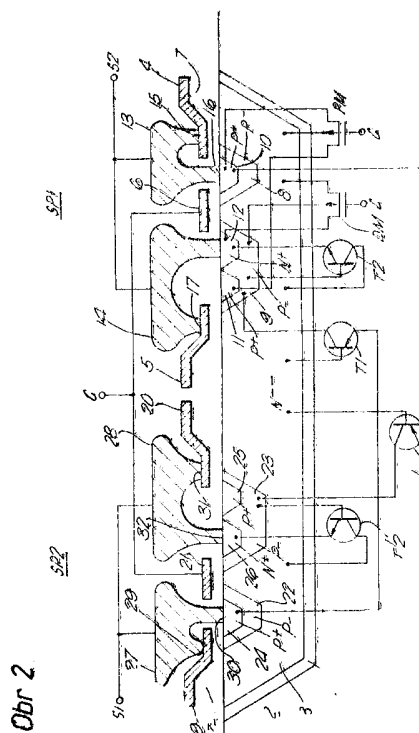
(54) Polovodičové zařízení

1

Řešení se týká polovodičového zařízení, obsahujícího nejméně jednu oblast vysoce dotovaného materiálu prvního typu vodivosti, uloženého v jámě materiálu druhého typu vodivosti, aby byl možný průchod proudu mezi uvedenou jámou a oblastí.

Podle řešení je v uvedené jámě daná oblast alespoň částečně obklopena pásmem vysoce dotovaného materiálu druhého typu vodivosti, aby proud mohl procházet mezi jámou a uvedeným pásmem.

2



Obr. 2

Vynález se týká polovodičového zařízení obsahujícího nejméně jednu oblast vysoce dotovaného materiálu prvního typu vodivosti, uloženého v jámě materiálu druhého typu vodivosti, aby byl možný průchod proudu mezi uvedenou jámou a oblastí.

Takové polovodičové zařízení je již známo z článku „Planární tyristory s izolovaným hradlem: Struktura I a základní činnost“ od J. D. Plummert aj., uveřejněného v IEEE Transactions on Electronic Devices, sv. ED-27, číslo 2, únor 1980, str. 380 — 287 a zejména obr. 11.

Toto známé zařízení obsahuje tyristor zahrnující tranzistor PNP a tranzistor NPN, které jsou propojeny mezi dvěma svorkami tvořícími emitory těchto tranzistorů, přičemž přechod báze — emitor tranzistoru NPN je přemostěn odpínacím tranzistorem PMOS a tak zvaným zaškrnceným spouštěcím odporem. Kolektor tranzistoru PNP, báze tranzistoru NPN a emitor tranzistoru PMOS jsou tvořeny shora uvedenou jámou, která obsahuje materiál typu P a emitor tranzistoru NPN je tvořen shora uvedenou oblastí, která obsahuje vysoce dotovaný materiál typu N, tj. materiál N+.

Když se u tohoto známého zařízení po uvedení tranzistoru PMOS do vodivého stavu k odpojení tyristoru odebírá proud z jámy typu P pod oblastí materiálu N+ pod kanálem a kolektorem tranzistoru PMOS, tj. ze sloučení kolektoru tranzistoru PNP, báze tranzistoru NPN a emitoru tranzistoru PMOS ke kanálu a kolektoru tohoto tranzistoru. Proud, který může být přerušen tímto tranzistorem PMOS je snížen, jelikož jáma typu P má poměrně vysoký odpor zapojený do série s emitorem tranzistoru PMOS.

Účelem vynálezu je vytvořit polovodičové zařízení shora uvedeného typu tak, aby nemělo takovou nevýhodu, tj. aby umožnilo odvádět nebo vypínat vyšší proud.

Podle vynálezu se tohoto účelu dosáhne v důsledku skutečnosti, že v uvedené jámě je daná oblast alespoň částečně obklopena pásmem vysoce dotovaného materiálu druhého typu vodivosti, aby proud mohl procházet mezi jámou a uvedeným pásmem.

Dalším rysem polovodičového zařízení podle vynálezu je, že jáma obsahuje materiál typu P, oblast obsahuje materiál N+ a pásmo obsahuje materiál P+.

Dalším znakem zařízení podle vynálezu je, že zahrnuje tyristor obsahující tranzistor PNP a tranzistor NPN, které jsou propojeny mezi dvěma svorkami tvořícími příslušné emitory těchto tranzistorů, přičemž přechod báze — emitor tranzistoru NPN je přemostěn vypínacím zařízením, a že báze tranzistoru NPN je stejně jako kolektor tranzistoru PNP tvořena uvedenou jámou, přičemž emitor tranzistoru NPN je tvořen uvedenou oblastí a dané pásmo tvoří vstupní elektrodu vypínacího zařízení.

V důsledku toho, že vstupní elektroda vypínacího zařízení je tvořena pásmem mate-

riálu P+, který alespoň částečně obklopuje oblast materiálu N+, pak po spuštění vypínacího zařízení se odebírá proud od jámy typu P pod uvedenou oblastí N+ k jámě typu P+ přilehlé k oblasti N+. V důsledku nižšího odporu jámy P+ je vypínací zařízení schopné přerušovat větší proud.

Jiným znakem zařízení podle vynálezu je, že uvedené pásmo úplně obklopuje shora uvedenou oblast.

Ještě dalším rysem polovodičového zařízení podle vynálezu je, že obsahuje větší počet oblastí, z nichž každá je úplně obklopena uvedeným pásmem.

V těchto případech se vytvoří ještě nižší odporová dráha pro proud opouštějící jámu P—, protože je zařízení schopné přerušovat ještě větší proudy.

Další výhodou polovodičového zařízení podle vynálezu je, že nevyžaduje použití shora uvedeného přidavného zaškrnceného spouštěcího odporu.

Vynález bude popsán na příkladu provedení znázorněném na připojených výkresech.

Obr. 1 znázorňuje ekvivalentní elektrický obvod polovodičového zařízení podle vynálezu.

Obr. 2 je pohled v průřezu na jedno provedení takového zařízení.

Obr. 3 a 4 po jejich sestavení s obr. 4 nahoře znázorňuje půdorys dalšího provedení zařízení podle vynálezu.

Obr. 5 znázorňuje část obr. 3 ve zvětšeném měřítku.

Obr. 6, 7 a 8 jsou průřezy podle čar VI—VI, VII—VII a VIII—VIII na obr. 4, avšak rozměry jsou zkreslené.

Obr. 9 znázorňuje možné diagramy činnosti zařízení podle obr. 1.

Elektrický obvod znázorněný na obr. 1 obsahuje dva elektronické polovodičové spínače nebo hradla **SW1** a **SW2**, které jsou navzájem identické, avšak jsou zapojeny antiparalelně mezi svorkami **S1** a **S2**. Tyto spínače mají společnou hradlovou svorku **G** a jsou již popsány v belgickém pat. spisu číslo 897 772.

Spínač **SW1** obsahuje tranzistor typu PNP o značce **T1**, dále NPN tranzistor **T2**, parazitní PNP tranzistor **T3**, DMOS tranzistor **DM** a PMOS tranzistor **PM**. Tranzistory **T1**, **T2** dohromady tvoří tyristor, který může být spouštěn do jeho vodivého stavu tranzistorem **DM** a může být vypínán tranzistorem **PM**, jak bude vysvětleno níže.

Podobně obsahuje spínač **SW2** tranzistory **T'1**, **T'2**, **T'3**, **DM'** a **PM'**.

Jak je uvedeno ve shora uvedeném belgickém pat. spisu, spustí se spínač **SW1**, když svorka **S1** je na vyšším napětí než svorka **S2** a když se připojí vhodné pozitivní napětí ke společné hradlové elektrodě **G** spínačů **SW1**, **SW2**. Totéž platí pro spínač **SW2**, když svorka **S2** je na vyšším napětí než svorka **S1**.

Je-li například svorka **S1** na dostatečně vysokém napětí vůči svorce **S2** a hradlová elektroda **G** je uvedena v činnost, pak oba tranzistory **DM'**, **DM**, které jsou zapojeny v sérii mezi svorkami **S1**, **S2** (kde tranzistor **DM'** přemostňuje tranzistor **T1**) se stanou vodivými.

Tranzistor **T1** se stane vodivým, když poklesne napětí na tranzistoru **DM'** dosáhne 0,7 voltu. Jakmile se tranzistor **T1** stane vodivým, je sledován tranzistorem **T2** a oba tranzistory pak udržují jeden činnost druhého. Pro vypnutí spínače musí se připojit vhodné negativní napětí k tranzistoru **PM**, jelikož, když se tento tranzistor stane vodivým, odebírá proud z báze tranzistoru **T2** a pak uvede tento tranzistor do nevodivého stavu, což je sledováno tranzistorem **T2**.

Polovodičové spínací zařízení může být integrováno a průřez jednoho provedení takového integrovaného spínacího zařízení je znázorněn na obr. 2. Obsahuje vanu **1**, která je provedena z izolační vrstvy kysličníku křemičitého uložené v polysilikonové vrstvě **2** a obklopující substrát **3**, který sestává z velmi nepatrně dotovaného materiálu typu **N**, který je označen **N—**. Ve vaně **1** a v horním povrchu jejího substrátu **3** jsou provedeny spínací členy **SP1**, **SP2**. Tyto spínací členy tvoří navzájem zrcadlový obraz vůči středu vany **1**. Avšak neodpovídají shora uvedeným spínačům **SW1**, **SW2**, jelikož každý z nich obsahuje části každého z těchto spínačů, jak bude uvedeno níže.

Spínací člen **SP1** se zhotoví, jak níže stručně uvedeno, přičemž všechny jeho části jsou tvořeny podélnými díly.

Nejdříve se budicí desky **4**, **5** a hradlová deska **6**, provedené vesměs z polysilikonového materiálu, vytvoří na vrstvě **7** kysličníku křemičitého, umístěné na horním povrchu vany **1**. Jámy **8** a **9** obsahující nepatrně dotovaný materiál typu **P**, označený **P—**, jsou například vytvořeny implantací iontů, za kterou následuje vyvolání jejich vniknutí. Oblasti **10**, **11**, **12** se provedou analogickým způsobem. Oblasti **10**, **11** jsou tvořeny vysoce dotovaným materiálem typu **P**, označeným **P+**, a oblast **12** je tvořena vysoce dotovaným materiálem typu **N**, označeným **N+**. Oblast **10** je vytvořena v jámě **8** a obě oblasti **11**, **12** jsou vytvořeny v jámě **9**. Hliníkové vodící proužky **13**, **14** se provedou tak, že proužek **13** je v kontaktu s budicí deskou **4** a oblastí **10** podél ploch **15**, popřípadě **16**, a že vodivý proužek **14** je v kontaktu s budicí deskou **5** a oblastí **12** podél jejich ploch **17**, popřípadě **18**. Je třeba poznamenat, že vrstva **7** kysličníku křemičitého je také zavedena mezi součásti **4**, **5**, **6**, **12**, **14** a také je pokrývá. Konečně se proužky **13**, **14** elektricky spojí se svorkou **S2** a hradlová deska **6** se elektricky spojí s hradlovou svorkou **G**.

Spínací člen **SP2** je podobný spínacímu členu **SP1** a zahrnuje části **19** až **21** a **22** až **32**, které odpovídají součástí **4** až **6**, po-

případě **8** až **18** spínacího členu **SP1**. Vrstvy **7** je rovněž použito ve spínacím členu **SP2**.

Shora uvedené tranzistory **T1**, **T2**, **DM**, **PM** spínacího členu **SP1** a tranzistory **T'1**, **T'2** spínacího členu **SP2** jsou schematicky znázorněny na obr. 2. Tranzistory **DM'** a **PM'** nejsou znázorněny, jelikož jsou identické se shora uvedenými, a tranzistory **T3** a **T'3** nejsou znázorněny, jelikož pro vynález nemají význam. Elektrody tranzistorů **T1**, **T2**, **DM**, **PM** a **T'1**, **T'2** jsou následující:

- báze emitor a kolektor tranzistoru **T1** jsou tvořeny materiálem **N—** substrátu **2**, popřípadě materiálu **P—** a **P+** jámy **22** a oblasti **24**, popřípadě materiálem **P—** jámy **9**,

- báze, emitor a kolektor tranzistoru **T2** jsou tvořeny materiálem **P—** jámy **9**, popřípadě materiálem **N+** oblasti **12**, popřípadě materiálem **N—** substrátu **2**,

- hradlo, emitor a kolektor tranzistoru **DM**, který je vytvořen na horním povrchu vany **1**, jsou tvořeny hradlem **G** nebo hradlem **6**, popřípadě materiálem **N+** oblasti **12**, popřípadě materiálem **N—** substrátu **2**. Kanál je tvořen materiálem **P—** jámy **9**,

- hradlo, emitor a kolektor tranzistoru **PM**, který je také vytvořen na horním povrchu vany **1**, jsou tvořeny hradlem **G**, popřípadě materiálem **P—** a **P+** jámy **3** a oblasti **11**, popřípadě materiálem **P+** oblasti **10**. Kanál je tvořen materiálem **N—**,

- báze, emitor a kolektor tranzistoru **T'1** jsou tvořeny materiálem **N—** substrátu **2**, popřípadě materiálem **P+** oblasti **10**, popřípadě materiálem **P—** jámy **23**,

- báze, emitor a kolektor tranzistoru **T'2** jsou tvořeny materiálem **P—** jámy **23**, materiálem **N+** oblasti **26**, popřípadě materiálem **N—** substrátu **2**.

U tohoto známého provedení, když se například tranzistor **PM** stane vodivým, odebírá se proud z báze tranzistoru **T2** a z kolektoru tranzistoru **T1** ke svorce **S2** přes emitor, kanál a kolektor tranzistoru **PM**. Zejména prochází proud z materiálu **P—** jámy **9** k materiálu **P+** oblasti **10**, a jak vyplývá z obr. 2, zjistí se největší odpor v tomto materiálu **P—**, když tento proud vychází z dolní části pásma **12** typu **N+**. Ve skutečnosti takový proud prochází z dolní části tohoto pásma **12** typu **N+** k **P+** oblasti **10**, na jedné straně, přes **P—** materiál **9** a kanál tranzistoru **PM** umístěný pod hradlem **6** a na druhé straně přes **P+** oblast **11** na povrch vany **1** a neznázorněnou **P+** oblast v blízkosti kanálu tranzistoru **PM** a tímto kanálem. V důsledku přítomnosti **P+** materiálu **9** se značně sníží odpor emitoru PMOS tranzistoru **PM**, takže účinek tohoto tranzistoru se značně zdůrazní, tj. tento tranzistor může vypínat větší proud. Nevýhodou tohoto provedení spínacího zařízení podle obr.

2 je okolnost, že má podlouhlý povrch, který není tak vhodný pro vytvoření optimálního povrchového naplnění, když se kombinuje s větším počtem takových spínacích obvodů a s řídicími obvody v podstatě čtvercovými, přičemž je třeba mít na zřeteli, že spínací obvody musí být spojeny se svorkovými čipy umístěnými podél délky čipu.

Z toho důvodu bylo konstruováno výhodné druhé provedení, které zabírá povrch v podstatě čtvercový a má ještě menší emitorový odpor tranzistoru **PM**, takže dovolu- je vypínat větší proudy. Má také jiné další významné rysy. Toto druhé provedení bude nyní popsáno v souvislosti s obr. 3 až 8.

Obr. 3 a 4, při postavení obr. 4 nahoře, znázorňuje dva identické spínací členy **SP1**, **SP2**, které jsou uspořádány tak, že do sebe navzájem pronikají a pokrývají plochu v podstatě čtvercovou. Spínací člen **SP1** je spojen s přívodní svorkou **S2** relativně širokým hliníkovým vodivým proužkem **33** (obr. 4), a spínací člen **SP2** je podobně spojen s přívodní svorkou **S1** relativně širokým hliníkovým vodivým proužkem **34** (obr. 3). Tyto spínací členy **SP1**, **SP2** jsou také spojeny k hradlové svorce **G** nebo **6** pomocí hliníkových vodivých proužků **35** (obr. 4), popřípadě **36** (obr. 3).

Jelikož oba spínací členy **SP1**, **SP2** jsou identické, bude níže podrobně uvažován pouze spínací člen **SP1**.

Při pohledu na obr. 3 až 5 je patrné, že vodivé proužky jsou znázorněny šrafovanými částmi, že obr. 6 je průřez podél čáry VI—VI středem oblasti **D** náležející k navzájem sousedícím oblastem **A** až **L** tvořící část levého dolního úseku spínacího členu **SP1**, znázorněného na obr. 5, že obr. 7 je průřez oblastí **D** podél čáry VII—VII rovnoběžné s čarou VI—VI, a že obr. 8 je průřez podél čáry VIII—VIII středem oblastí **A**. Tato oblast je identická s oblastí **B** a každá z těchto dvou oblastí obsahuje tři za sebou jdoucí pásma, jejichž průřezy jsou stejné jako průřezy podle obr. 7, popřípadě podle obr. 8 a opět podle obr. 7. Podobně každá z oblastí **C** až **L**, které jsou také identické, obsahuje tři za sebou následující pásma, jejichž průřezy jsou stejné jako průřezy podle obr. 7, popřípadě podle obr. 6, popřípadě opět podle obr. 7.

Spínací člen **SP1** se zhotoví postupem podobným postupu shora stručně popsanému v souvislosti s obr. 2. Jak bude zřejmé později, je horní strana jámy **1** tvořena **P+** materiálem **10**, **11** a **N+** materiálem **12**, **46**, s výjimkou oblastí pod hradlem **6** a také oblastí v blízkosti okrajů spínacího členu **SP1**, kde **P+** materiál je oddělen od **N—** materiálu **P—** materiálem, který má větší poloměr křivosti za účelem zabránění průrazu.

Jak je znázorněno na obr. 3 a 4, pokrývá spínací člen **SP1** oblast vymezenou stranou tvaru **S**, která má zakřivené konce, z nichž jeden je spojen dalším zakřiveným úsekem

37 s jednou z obou přímočarých stran, které jsou umístěny v pravém úhlu. Druhá přímočará strana je oddělena od horního zakřiveného konce strany tvaru **S** mezerou umožňující průchod shora uvedeného vodivého proužku **35**.

Hradlo **6** je tvořeno hadovitě utvářeným vláknem majícím dolní úsek **38**, který probíhá podél dolní strany spínacího členu **SP1**, a úsek **39**, který pokrývá střední plochu spínacího členu **SP1** a obsahuje několik vlnitých prstů. Na jeho horní pravé části má hradlo **6** svorku **40**, ke které je připojen vodivý proužek **35** v místě **41**. Jak bude vysvětleno níže, je hadovitě utvářené hradlo umístěno nad hadovitě utvářeným kanálem materiálu **N—** oddělujícího oblast **P+** materiálu **10** od oblasti **P+** materiálu **11**. Oblast **P+** materiálu umístěná v blízkosti horní křivky spínacího členu **SP1**, je poměrně velká, jelikož v tomto místě opisuje hradlo **6** velkou křivku rovnoběžnou s jeho horní křivkou.

Vodivý proužek **63** je spojen s horním povrchem hradla **6** za účelem zkratování jeho levé a pravé části (obr. 8). Tyto části byly dotovány materiálem **P**, popřípadě materiálem **N** při postupu výroby spínače a hradlo **6** by tak tvořilo diodu, kdyby nebylo dalších opatření.

P— oblast **8** a **P+** oblast **10** obě probíhají podél přímočarých stran spínacího členu **SP1**. Jejich průřezy jsou rovné průřezům znázorněným na obr. 6 až 8, z čehož vyplývá, že na vnějším okraji obou těchto stran je **P+** materiál oblasti **10** oddělen od materiálu substrátu typu **N—** pomocí **P—** materiálu jamky **8**. Na vnitřním okraji těchto přímočarých stran probíhá **P+** materiál oblasti **10** částečně pod hradlem **G** a za **P—** materiálem. Zejména na dolní přímočaré straně spínacího členu **SP1** vyčnívá **P+** materiál **10** mezi hadovitý úsek **38** hradla **6** a částečně pod něj, zatímco na pravé přímočaré straně spínacího členu **1** vyčnívá **P+** materiál **10** mezi prsty zvlněného úseku **39** tohoto hradla.

Jak je také znázorněno na obr. 3 až 8, jsou vodivý proužek **13**, který je spojen s vodivým proužkem **33** vedoucím k přívodní svorce **S2**, a budicí deska **4** uspořádány podél přímočarých stran spínacího členu **SP1** a tento proužek **13** je spojen s budicí deskou **4** na místech **15** a je ve styku s **P+** materiálem oblasti **10** v místech **16**. Přímočará pravá část vodivého proužku **13** má kromě toho větší počet proužkovitých prstů, například **42**, **43**, které jsou ve styku se spodním **P+** materiálem **10** na velkém počtu míst, jako jsou místa označená značkami **44**, **45** na obr. 3, 4. Prvky **42**, **44** jsou také znázorněny na obr. 5.

P— jamka **9** má tvar **S** a tvoří stranu tvaru **S** spínacího členu **SP1**. Obsahuje **P+** oblast **11**, větší počet čtvercových **N+** oblastí **46**, které jsou také uspořádány podél vlák-

na tvaru S, a dvě obdélníkové N+ oblasti 12, umístěné poblíž shora uvedené křivky 37 na levém konci spínacího členu SP1. Tyto jamky a oblasti 9, 11, 12, 46 jsou znázorněny na levé straně shora uvedených obr. 6 až 8, z nichž vyplývá, že v oblasti A — L spínacího členu SP1 jsou N+ oblasti 46 úplně obklopeny P+ materiálem oblasti 11, a že obdélníkové N+ oblasti 1+ jsou obklopeny P+ materiálem oblasti 11 na třech stranách a P— materiálem jamky 9 na straně přilehlé k hradlu 6. Na vnějším okraji této strany tvaru S spínacího členu SP1 je P+ materiál oblasti 11 oddělen od materiálu substrátu typu N— P— materiálem jamky 9. Na vnitřním okraji této strany tvaru S spínacího členu SP1 probíhá P+ materiál oblasti 11 částečně pod hradlem G a za P— materiál (obr. 6, 7) nebo N+ materiál oblasti 12 a přiléhající P— materiál jamky 9 obojí vyčnívají pod hradlo (obr. 8).

V důsledku skutečnosti, že P+ materiál oblastí 10, 11 pod hradlem 6 (obr. 7) má malou hloubku, může být umístění jejich vnějších okrajů přesně určeno, a totéž platí pro okraje hradla 6 nad těmito okraji. Kromě toho P+ materiál oblasti 11 mezi N+ materiálem a P— materiálem jamky 9 na straně budící desky 5 (obr. 8) působí jako zarážecí difúze, která zabraňuje prosakování mezi tímto N+ materiálem a N— materiálem.

Jak je také znázorněno na obr. 3 až 8 jsou vodivý proužek 14 tvaru S a budící deska 5 uspořádány podél strany tvaru S spínacího členu SP1 a tento proužek je spojen s vodivým proužkem 13 ve shora uvedeném zakřivení 37. Proužek 14 jak je také spojen s budící deskou 5 v místech 17 a s N+ materiálem oblastí 12, 46 v místech 18. Proužek 14 je dále spojen širokým můstkovým dílem 47 s rozšířenou hlavou 48 proužkovitého prstu 49, přičemž tato rozšířená hlava 48 je sama ve styku se shora uvedenou velkou oblastí spodního P+ materiálu 10 ve velkém počtu míst, například 50. Konečně je vodivý proužek 14 také spojen s proužkovitým prstem 51, který je také ve styku s tímto P+ materiálem 10 ve větším počtu míst, označených 52.

Je třeba poznamenat, že každé z míst, například 44 (obr. 4) a 52 je na proužkovitém prstu, například 42, 51, který je ve styku se spodním P+ materiálem, přičemž hradlo 6 je od tohoto spojení ve větší vzdálenosti, postačující pro zabránění průrazu.

Další vodivý proužek 53/54 tvaru S probíhá rovnoběžně s vodivým proužkem 14 tvaru S a obsahuje dva úseky 53, 54, které jsou přerušeny shora uvedeným můstkovým dílem 47. Proužek 53/54 je ve styku s P+ materiálem oblasti 11 ve velkém počtu míst, označených značkami 55, (obr. 3 až 8). Zejména je úsek 53 proužku 53/54 spojen s větším počtem proužkovitých prstů, například 56, 57, které jsou ve styku se spodním P+ materiálem 11 na jedné straně hradla

6 ve větším počtu míst, jako 58, 59. Úsek 54 je podobně spojen s proužkovitým prstem 60, který je sám ve styku se spodním P+ materiálem 11 ve velkém počtu míst, například 61. Aby tento prst 60 byl na stejném potenciálu jako prsty spojené s úsekem 53, propojuje vodivý můstkový díl 62 prsty 60, 59.

Průřezy zbývajících částí tvaru S spínacího členu SP1 jsou podobné průřezům znázorněným v levé části obr. 6 a 7, až na to, že v různých z těchto průřezů není ve styku ani P+ materiál ani N+ materiál.

Ze shora uvedeného a ze srovnání obr. 2 a 6 až 8 vyplývá, že DMOS tranzistor DM, zvláště znázorněný na obr. 8, je vytvořen v každé z oblastí A, B spínacího členu SP1, přičemž oba tyto tranzistory jsou zapojeny paralelně. Byl také proveden větší počet tranzistorů T1 (emitor, kolektor), T2, PM, T'1 (báze, emitor), přičemž homologické tranzistory jsou zapojeny paralelně. Tranzistor T1, T2, DM, T'1 a PM jsou znázorněny na obr. 8, popřípadě na obr. 7. Zejména je kolektor tranzistoru T1 a báze tranzistoru T2 tvořeny P— materiálem jamky 9, kdežto emitor tranzistoru PM je tvořen P+ materiálem oblasti 11. Tak tomu také bylo na obr. 2.

Když například se tranzistor PM stane vodivým, odebírá se proud z báze tranzistoru T2 a kolektoru tranzistoru T1 ke svorce S2 přes emitor, kanál a kolektor tranzistoru PM. Tento proud prochází od P— materiálu jamky 9 k P+ materiálu oblasti 10 a největší odpor zjištěný v tomto P— materiálu je tenkrát, když tento proud vychází zpod čtverečku 46 N+ materiálu. Takový proud prochází ze spodku tohoto N+ pásma 46 k P+ oblasti 10 přes P+ materiál 11 na všech stranách čtverečku 46 a N— kanálu spínacího členu PM. V důsledku přítomnosti P+ materiálu na všech stranách N+ materiálu je odpor emitoru PMOS tranzistoru PM značně nižší než odpor u provedení podle obr. 2, takže účinek tohoto tranzistoru se dále zesílí. To znamená, že tranzistor PM může odpínat větší proudy.

Je třeba poznamenat, že provedení podle obr. 2 by mohlo být pozměněno takovým způsobem, že i tam je N+ materiál oblastí 12, 26 úplně obklopen P+ materiálem.

Ze shora uvedených obr. 6 až 8 vyplývá, že P+ materiál 10 tvoří emitor tranzistoru T'1, jehož kolektor je tvořen, jak je znázorněno na obr. 2, P— materiálem 23, který také tvoří bázi tranzistoru T'2, jehož emitor je tvořen N+ materiálem 26. Proto může procházet proud od emitoru tranzistoru T'1 k emitoru tranzistoru T'2, to znamená od P+ materiálu 10 k N+ materiálu 26. Jelikož povrch zakřiveného vlákna N+ materiálu oblasti 26 v horní části spínacího členu SP2 je poměrně velký, může tam protékat velký proud, takže bylo nutné umístit před tímto zakřiveným vláknem velkou oblast P+ materiálu 10, která je ve styku se stejným velkým povrchem 50.

Stejná úvaha také zřejmě platí pro tranzistory **T1**, **T2** a z toho důvodu má spínací člen **SP2** kontaktní povrch, odpovídající kontaktnímu povrchu **50** spínacího členu **SP1**.

Shora bylo uvedeno, že čím je emitorový odpor PMOS tranzistoru nižší, tím větší je proud, který může být tímto tranzistorem přerušován. Bylo zjištěno, že nazveme-li „RE“ kombinaci odporu kolektoru tranzistoru **T1**, báze tranzistoru **T2** a dráhy od emitoru ke kolektoru tranzistoru **PM**, potom maximální přerušovatelný proud je dán vztahem

$$I = \frac{0,5 (\beta_1 - 1)}{RE (\beta_1 - \frac{1}{\beta_2})}$$

kde

β_1 a β_2 jsou zesilovací činitelé proudu při hodnotě I tranzistoru **T1**, popřípadě **T2**. Naneseme-li RE ve funkci I , ukáže se, že se vzrůstajícími hodnotami I nejdříve RE poměrně rychle klesá a potom klesá pomaleji.

Jak bylo shora popsáno, je hlavním rysem spínače podle vynálezu skutečnost, že emitor tranzistoru **T2** je tvořen větším počtem čtverečků **46** N+ materiálu, úplně obklopených P+ materiálem. Struktura každého ze spínacích členů **SP1**, **SP2** je založena na tomto rysu a na následující úvaze:

— jelikož emitor tranzistoru **T2** tvořícího část spínacího členu **SP1** je tvořen velkým počtem malých čtverečků **46** z materiálu typu N+ a tento emitor má mít dostatečný povrch pro dané rozměry spínače, je třeba uspořádat tyto čtverečky **46** podél vlnitého vlákna, které má poměrně velkou délku oproti těmto rozměrům,

— stejná úvaha platí pro spínací člen **SP2**, jelikož oba uvedené členy mají být identické,

— z důvodu souvisejících s průrazem nemá být poloměr těchto zvlnění uvedených vláken příliš malý,

— aby spínací členy **SP1**, **SP2** kryly v podstatě obdélníkový nebo čtvercový povrch v podstatě bez volného prostoru mezi nimi, mají tato zvlněná vlákna do sebe navzájem pronikat,

— každý ze spínacích členů má mít hradlo s dostatečně velkou maximální šířkou vůči rozměrům spínacího členu,

— pro zabránění průrazu napětí má ve spínacích členech **SP1**, **SP2** být P+ materiál připojený na svorku **S1** (**S2**) na jedné straně hradla v dostatečné vzdálenosti od N+ materiálu spojeného se svorkou **S2** (**S1**) na druhé straně tohoto hradla a tato vzdálenost má být s výhodou konstantní. Totéž platí pro všechny jamky, oblasti a pásma náležející k odlišným spínacím členům.

Z těchto všech důvodů je spínací konstrukce podle vynálezu opatřena dvěma identickými spínacími členy **SP1**, **SP2**, kde

čtverečky N+ materiálu jsou uspořádány podél vláken tvaru S, která jsou navzájem rovnoběžná a do sebe navzájem pronikají takovým způsobem, že kryjí v podstatě čtvercový povrch a poskytují dostatek místa pro úpravu poměrně dlouhých hadicovitých hradel. Také vlákna N+ materiálu spínacích členů **SP1** (**SP2**) jsou ve vzdálenosti v podstatě konstantní od P+ materiálu spínacích členů **SP2** (**SP1**).

Je také třeba poznamenat, že budící desky **4**, **5** snižují nebezpečí průrazu napětí, jelikož zmenšují maximální elektrické pole na okrajích spínače.

Kromě toho je třeba k volbě tranzistorů **DM**, **DM'** poznamenat následující:

Jak bylo již shora uvedeno, jsou tranzistory **DM**, **DM'** identické a dráha emitor — kolektor tranzistoru **DM'** přemostuje dráhu kolektor — emitor PNP tranzistoru **T1** a je zapojena v sérii s dráhou kolektor — emitor tranzistoru **DM**. V důsledku toho musí napětí na dráze kolektor — emitor tranzistoru **DM'** dosáhnout hodnoty 0,7 voltu dříve, než PNP tranzistor **T1** může pracovat. To znamená, že když tranzistor **DM'** a tím také tranzistor **DM** je poměrně příliš velký, a z toho důvodu má poměrně malou impedanci, musí jím protékat relativně vysoký proud pro dosažení tohoto poklesu napětí 0,7 voltu. V tomto případě pracuje spínač v podstatě tak, jak je znázorněno na obr. 9 I/V-charakteristikou 2. Z této charakteristiky vyplývá, že spuštění tyristoru je zrychleno, avšak také, že při nižších úrovních proudu pracuje spínač v podstatě jako DMOS tranzistor a nikoli jako tyristor. Když naopak je tranzistor **DM'** (a tím také **DM**) poměrně příliš malý, a proto poskytuje poměrně vysokou impedanci, musí jím procházet poměrně malý proud, aby se dosáhlo shora uvedeného úbytku napětí 0,7 voltu. V tomto případě pracuje spínač v podstatě tak, jak je znázorněno na obr. 9 I/V-charakteristikou 1. Z této charakteristiky vyplývá, že přepnutí od modu DMOS na MOD tyristoru je velmi náhlé.

Bylo nyní zjištěno, že pro zajištění hladkého přechodu od modu DMOS k tyristoru (charakteristika 3), musí být napětí na spínači co nejbližší k napětí V_{BE} přechodu báze — emitor u tranzistoru **T1** nebo **T'1**, přičemž napětí V je dáno vztahem:

$$V = (R_b + R_d) \left(\frac{V_{BE}}{R_d} + I_b \right) + V_{BE},$$

kde

I_b je minimální proud báze, potřebný ke spuštění tyristoru,

R_b je kombinovaný celkový odpor N+ materiálu v bázi tranzistoru **T1** nebo **T'1** a kolektoru tranzistoru **T2** nebo **T'2**,

R_d je kanálový odpor tranzistoru **DM** nebo **DM'**.

Z tohoto vztahu vyplývá, že V je minimální, když

$$R_d = \frac{V_{BE} \cdot R_b}{i_b}$$

avšak určení velikosti tranzistorů **DM**, **DM'**

z tohoto vzorce není vždy jednoduché v důsledku nesnázi s určováním hodnoty i_b .

U výhodného provedení je povrch zaujímaný každým z DMOS tranzistorů roven $0,35 \text{ mm}^2$.

Vynález není ovšem omezen na popsany a znázorněný přístroj.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Polovodičové zařízení obsahující nejméně jednu oblast vysoce dotovaného materiálu prvního typu vodivosti v jámě materiálu druhého typu vodivosti pro umožnění průchodu proudu mezi uvedenou jámou a oblastí, vyznačující se tím, že v jámě (9) je oblast (12) alespoň částečně obklopena pásmem (11) vysoce dotovaného materiálu druhého typu vodivosti (P) pro umožnění průchodu proudu mezi jámou a pásmem.

2. Polovodičové zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že pásmo (11) úplně obklopuje oblast (12).

3. Polovodičové zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že obsahuje množinu oblastí (12), z nichž každá je úplně obklopena pásmem (11).

4. Polovodičové zařízení podle bodu 3, vyznačující se tím, že množina oblastí (12) je uspořádána podél vlnitého vlákna obklopeného pásmem (11).

5. Polovodičové zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že jáma (9) obsahuje materiál typu vodivosti P—, oblast (12) obsahuje materiál typu vodivosti N+ a pásmo (11) obsahuje materiál typu vodivosti P+.

6. Polovodičové zařízení podle bodu 5, vyznačující se tím, že obsahuje tyristor, sestávající z PNP tranzistoru (T1) a NPN tranzistoru (T2), které jsou propojeny mezi dvěma svorkami (S1, S2), tvořícími každá emitor jednoho z těchto tranzistorů, přechod báze — emitor NPN tranzistoru (T2) je přemostěn vypínacím ústrojím (PM) a kolektor PNP tranzistoru (T1) a báze NPN tranzistoru (T2) jsou tvořeny jámou (9), emitor NPN tranzistoru (T2) je tvořen uvedenou oblastí (12) a pásmo (11) tvoří vstupní elektrodu vypínacího ústrojí.

7. Polovodičové zařízení podle bodu 6, vyznačující se tím, že vypínací ústrojí je tvořeno PMOS tranzistorem (PM).

8. Polovodičové zařízení podle bodu 7, vyznačující se tím, že PMOS tranzistor (PM) má emitor tvořený pásmem (11) P+ materiálu, kolektor tvořený druhým pásmem (10) P+ materiálu a mezi těmito pásmy (10, 11) má hadicovitě utvářený kanál tvořený slabě dotovaným materiálem vodivosti typu N (N—), přičemž hadicovitě utvářené hradlo (6) je umístěno nad kanálem a okrají uvedených pásem.

9. Polovodičové zařízení podle bodu 8, vyznačující se tím, že pásma (10, 11) P+ materiálu mají menší hloubku, než je hloubka jámy (9).

10. Polovodičové zařízení podle bodu 9, vyznačující se tím, že část prvního pásma (11) P+ materiálu probíhá podél povrchu tvaru S, zatímco část druhého pásma (10) P+ materiálu probíhající podél dvou kolmých povrchů spojuje konce povrchu tvaru S.

11. Polovodičové zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že další části prvního pásma (11) a druhého pásma (10) P+ materiálu vymezují hadicovitý kanál probíhající v povrchu uzavřeném uvedenými kolmými stranami a stranou tvaru S.

12. Polovodičové zařízení podle bodu 11, vyznačující se tím, že obsahuje první vodivý proužek (53/54) tvaru S, opatřený větším počtem prvních proužkovitých prstů (56, 57), přičemž tento první proužek a první prsty jsou ve styku s povrchem tvaru S, popřípadě s druhou částí prvního pásma.

13. Polovodičové zařízení podle bodu 11, vyznačující se tím, že obsahuje druhý vodivý proužek (13, 14), opatřený větším počtem druhých proužkovitých prstů (42, 43), přičemž druhý proužek a druhé prsty jsou ve styku s uvedenými kolmými plochami, popřípadě s druhou částí druhého pásma.

14. Polovodičové zařízení podle bodu 13, vyznačující se tím, že druhý vodivý proužek (13, 14) je také ve styku s oblastí (12) N+ materiálu a tvoří jednu svorku (S2) z uvedených svorek (S1, S2).

15. Polovodičové zařízení podle bodu 13, vyznačující se tím, že jeden prst (49, 43) z uvedených druhých proužkovitých prstů je přerušen a má první část s rozšířenou hlavou (48) ležící proti křivce povrchu tvaru S a je spojen s druhým vodivým proužkem (13).

16. Polovodičové zařízení podle bodu 15, vyznačující se tím, že hlava (48) je spojena s druhým vodivým proužkem (13, 14) přes první vodivý díl (47) přerušující první vodivý proužek (53, 54) pro vytvoření dvou částí (53, 54), přičemž jeden druhý proužkovitý prst je spojen alespoň pomocí druhého vodivého dílu (62) s jednou částí (54) z částí přerušeného prvního vodivého proužku.

17. Polovodičové zařízení podle bodu 7, vyznačující se tím, že

$$I = \frac{0,5 (\beta_1 - 1)}{RE (\beta_1 - \frac{1}{\beta_2})}$$

kde

I je maximální proud, který může být přerušen tranzistorem PMOS,

β_1 a β_2 jsou zesilovací činitelé proudu tranzistorů PNP a NPN při příslušném proudu,

R_e je kombinovaný odpor kolektoru tranzistoru PNP, báze tranzistoru NPN a dráhy báze — kolektor tranzistoru PMOS.

18. Polovodičové zařízení podle bodu 8, vyznačující se tím, že dále obsahuje tranzistor DMOS (DM) s emitorem tvořeným jednou oblastí (12) z množiny oblastí (12) N^+ materiálu, kanál tvořený P^- materiálem a kolektor tvořený slabě dotovaným materiálem vodivosti typu N .

19. Polovodičové zařízení podle bodu 18, vyznačující se tím, že

$$R_d = \sqrt{\frac{V_{BE} \cdot R_b}{I_b}}$$

kde

R_d je odpor kanálu tranzistoru DMOS,

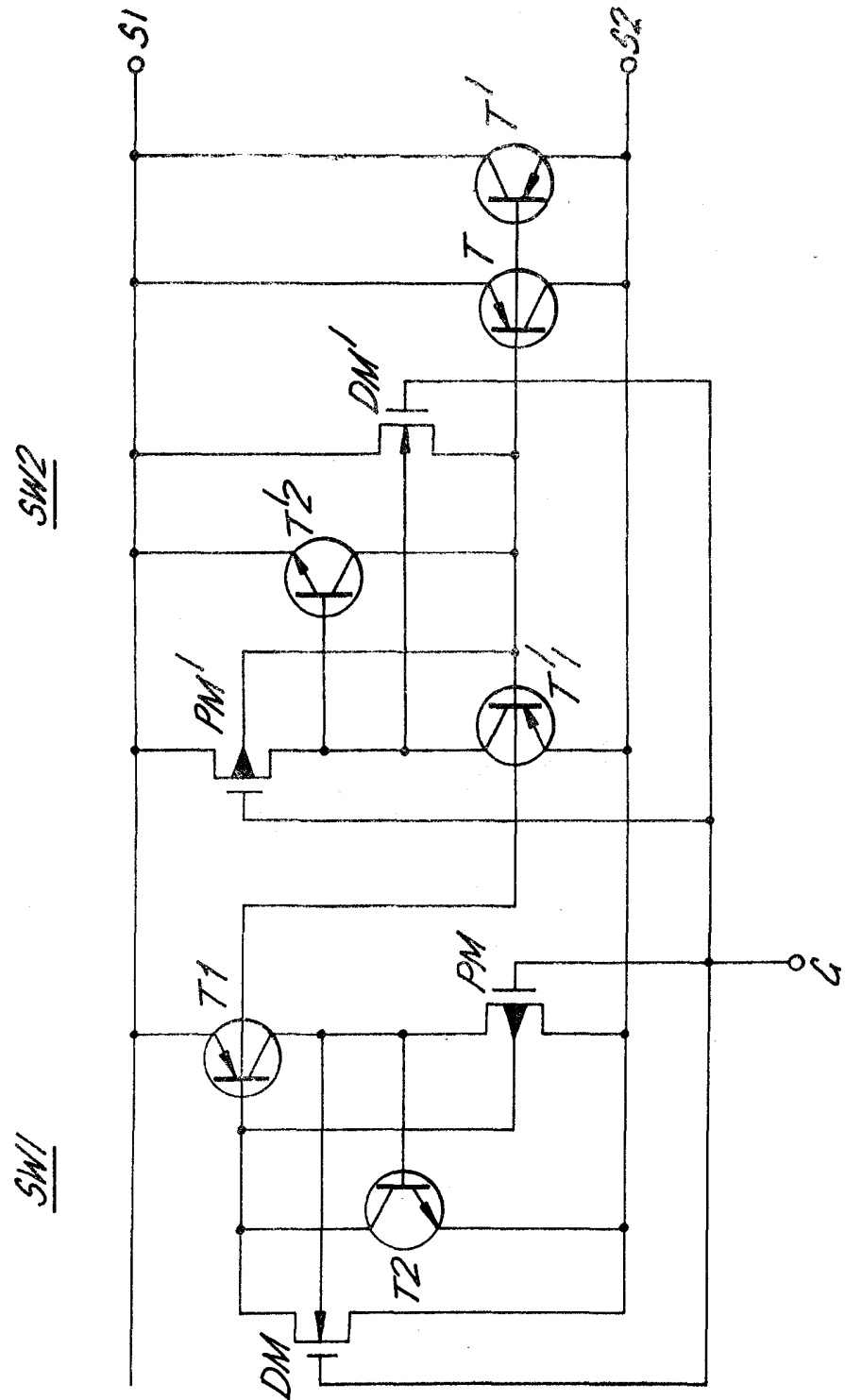
V_{BE} je napětí přechodu báze — emitor uvedeného tranzistoru PNP,

R_b je kombinovaný odpor báze a kolektoru tranzistorů PNP, popřípadě NPN.

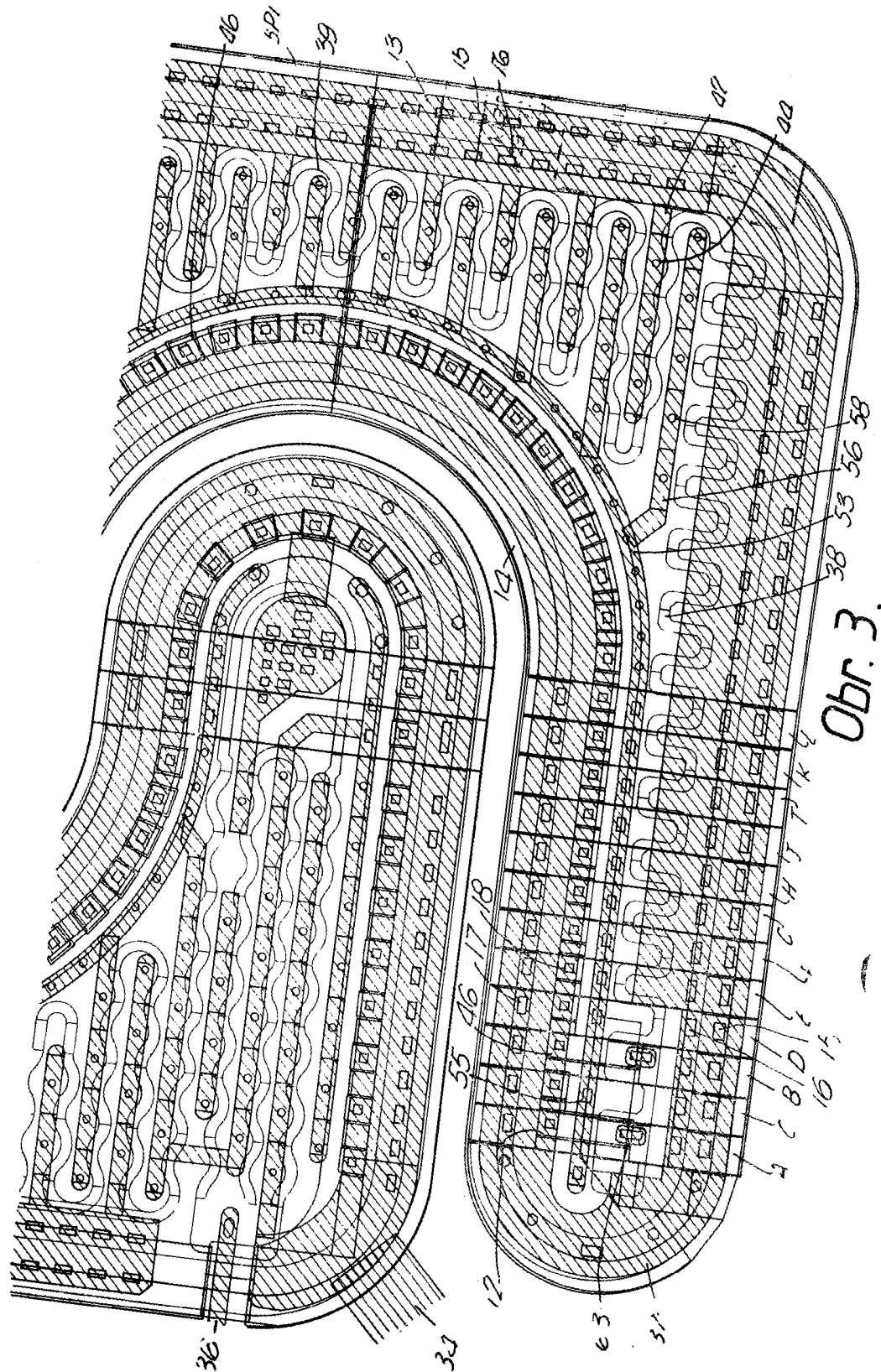
20. Polovodičové zařízení vyznačující se tím, že obsahuje dvě polovodičová zařízení podle kteréhokoliv z bodů 6 až 19, kterážto zařízení jsou spojena antiparalelně přes uvedené svorky (S1, S2) a jsou opatřena příslušnou svorkou z uvedených svorek.

21. Polovodičové uspořádání podle bodů 10 a 20, vyznačující se tím, že uvedené povrchy tvaru S materiálu vodivostního typu P^+ každého z uvedených zařízení vnikají jeden do druhého.

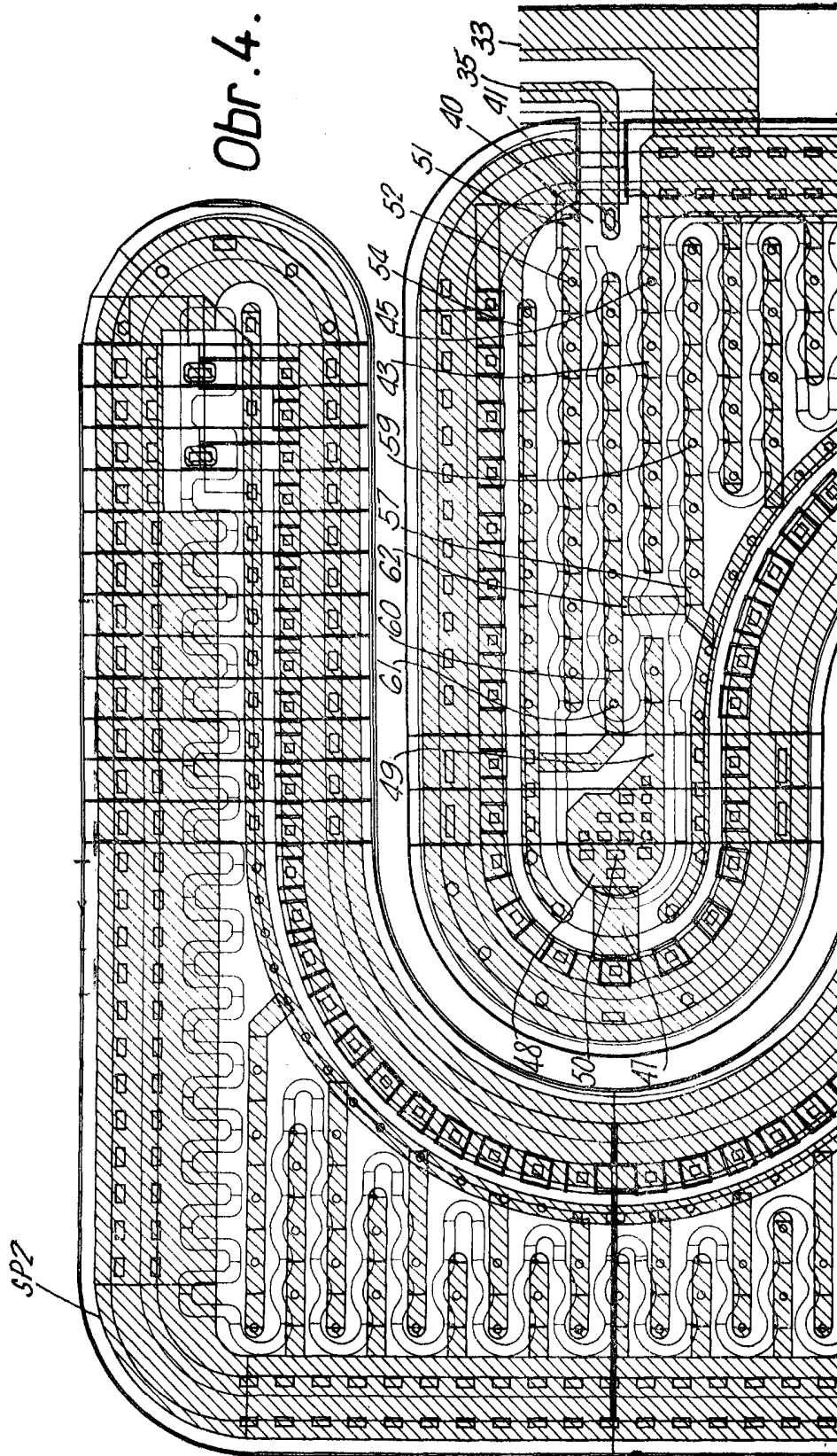
Obr. 1.



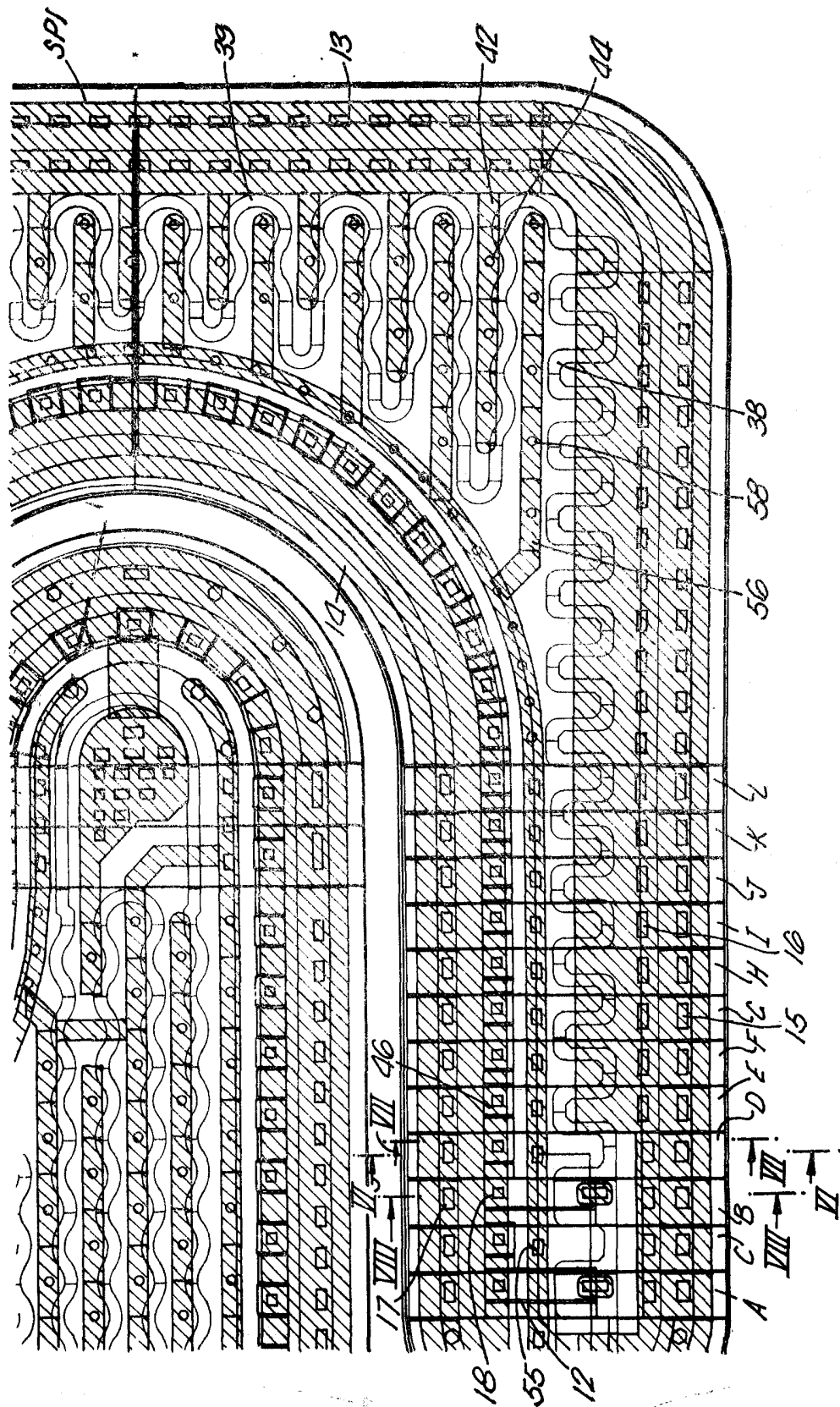
251097



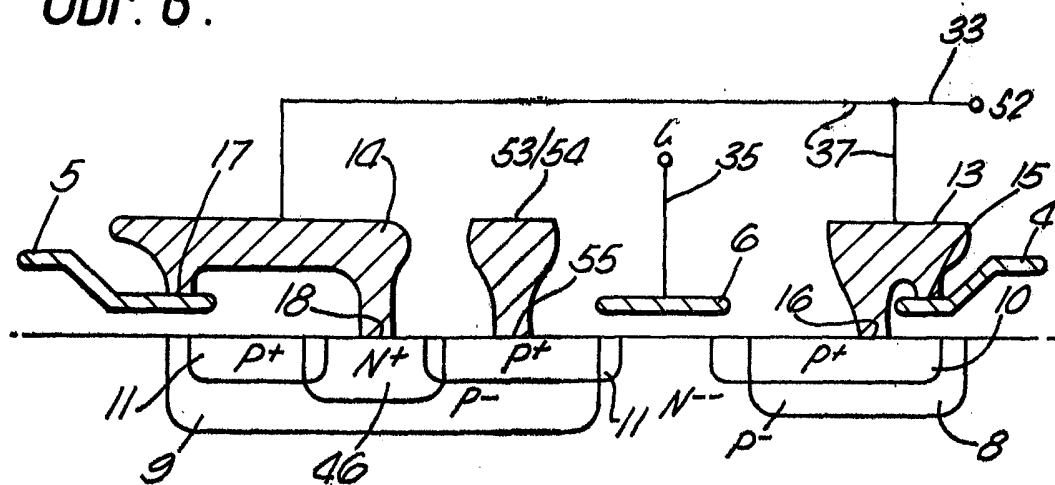
Обр. 3.



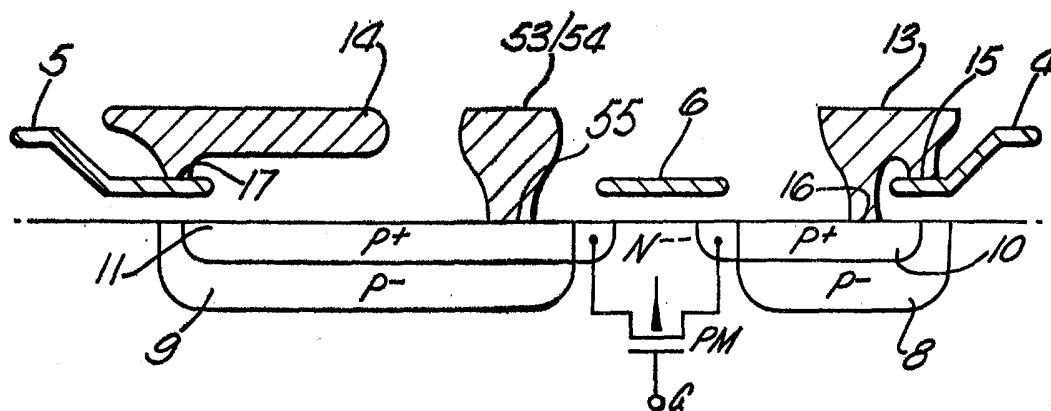
OBR 5.



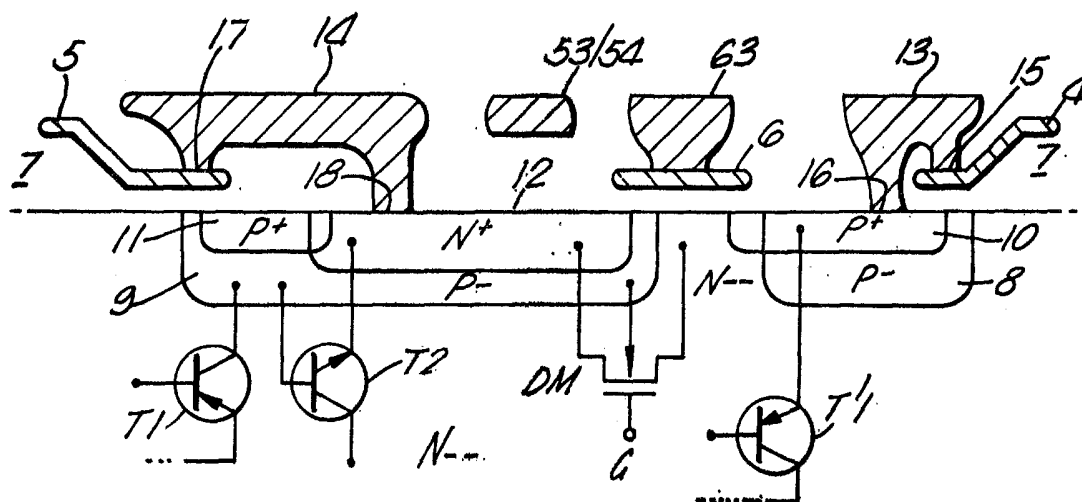
Obr. 6.

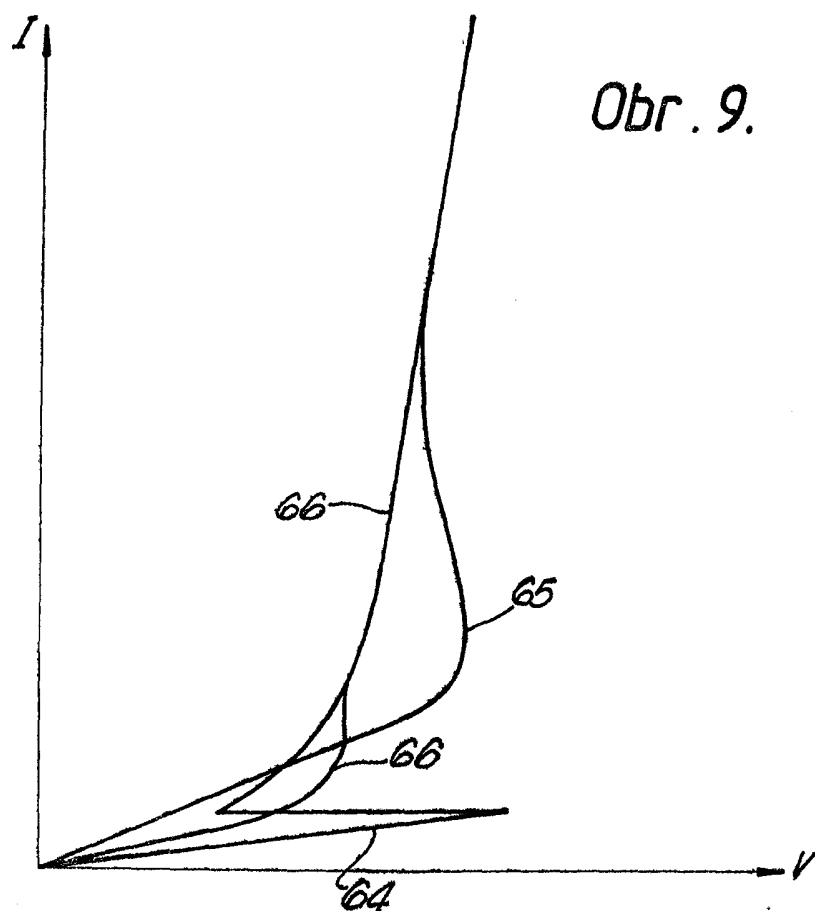
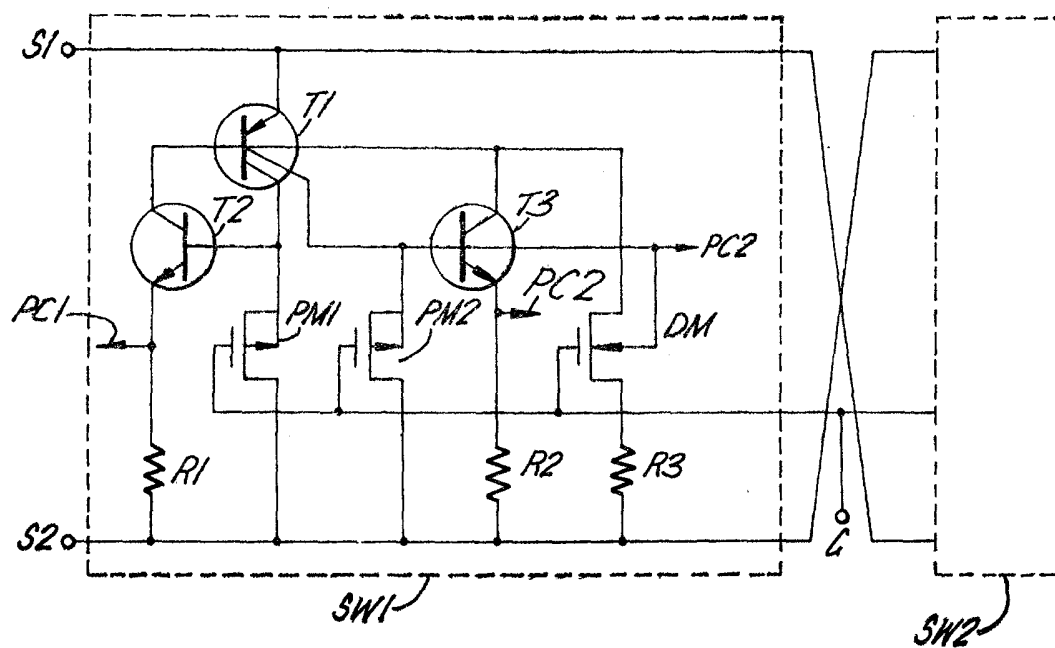


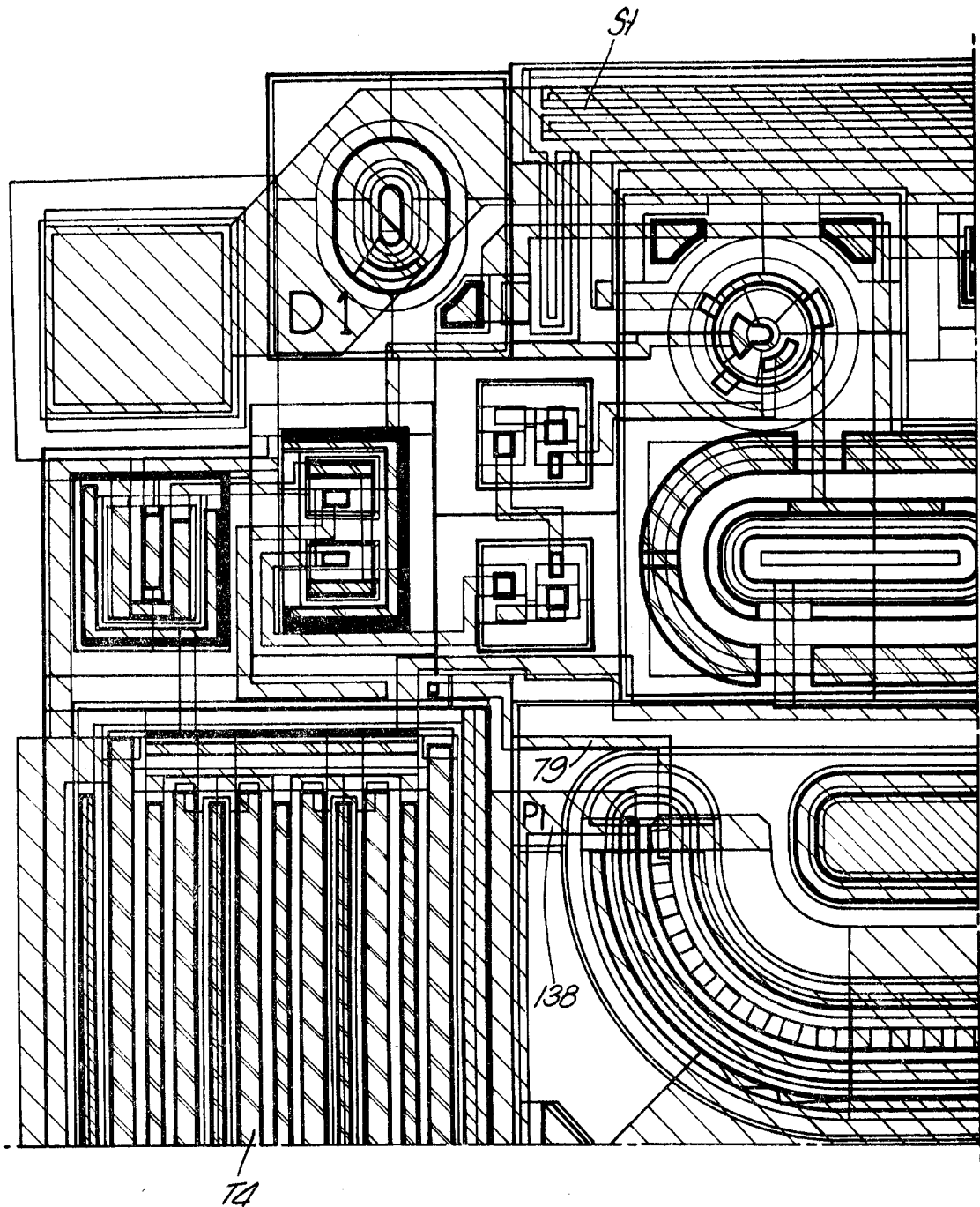
Obr. 7.



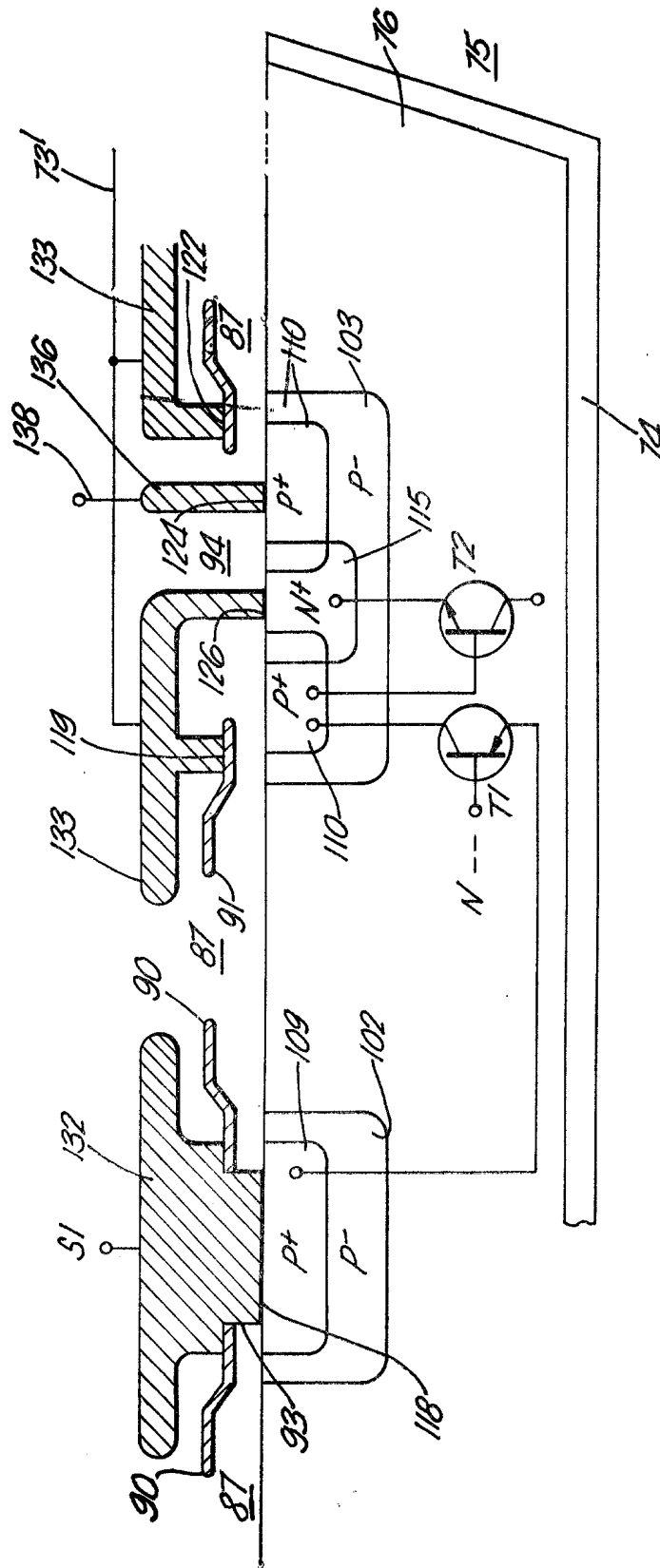
Obr. 8.



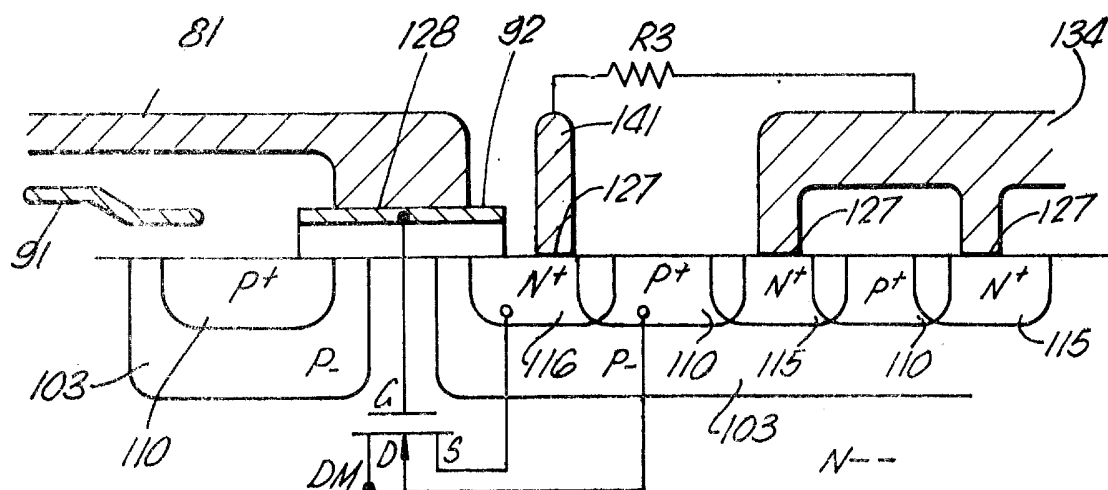
*Obr. 10.*

Obr 11(A).

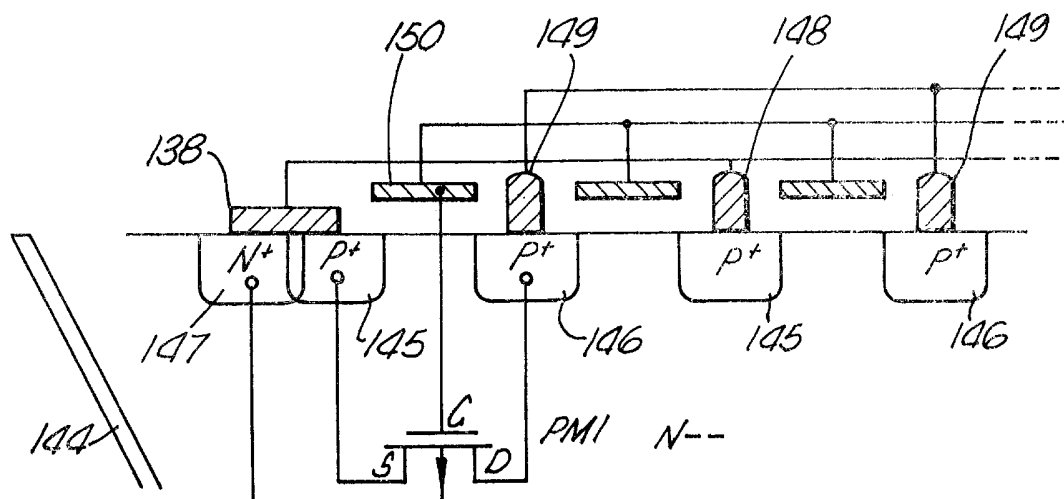
Obr. 13.



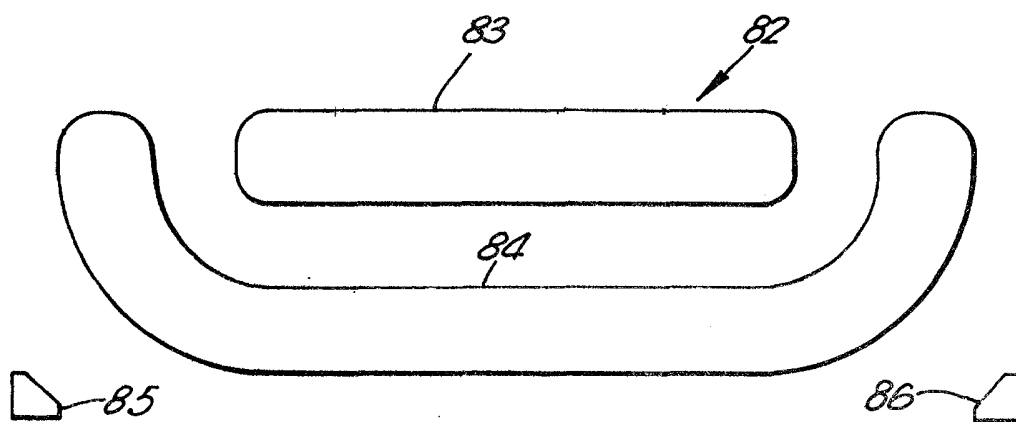
Obr. 14.



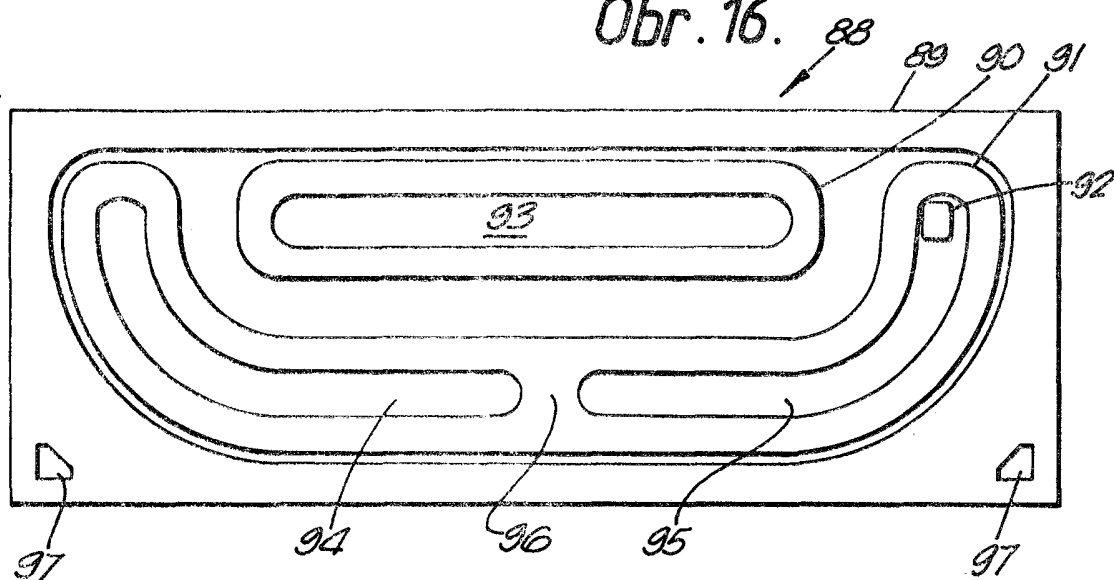
Obg. 22.



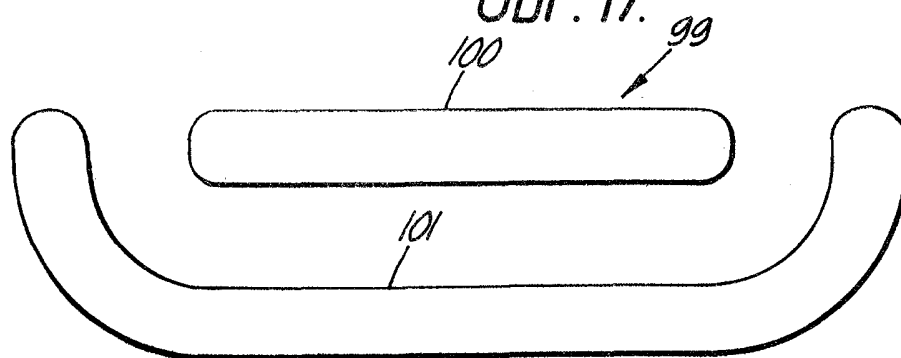
Obr. 15.



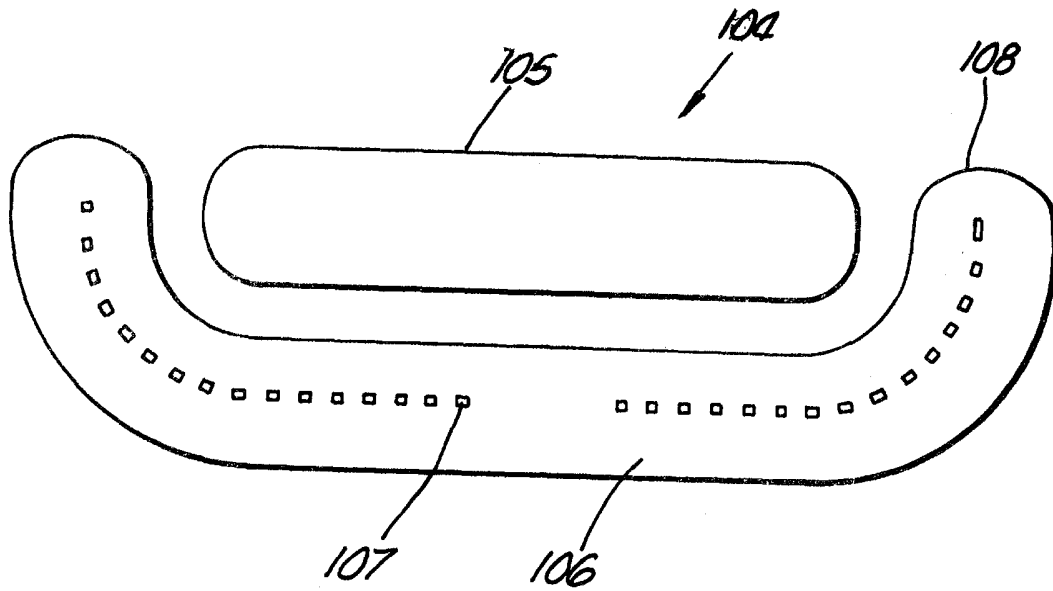
Obr. 16.



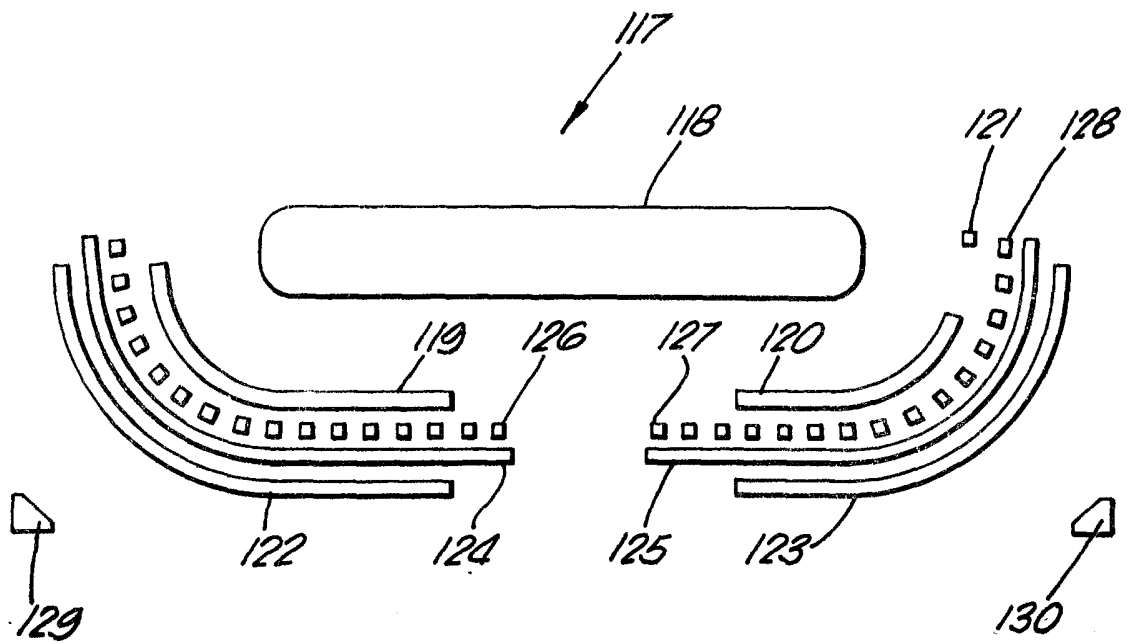
Obr. 17.



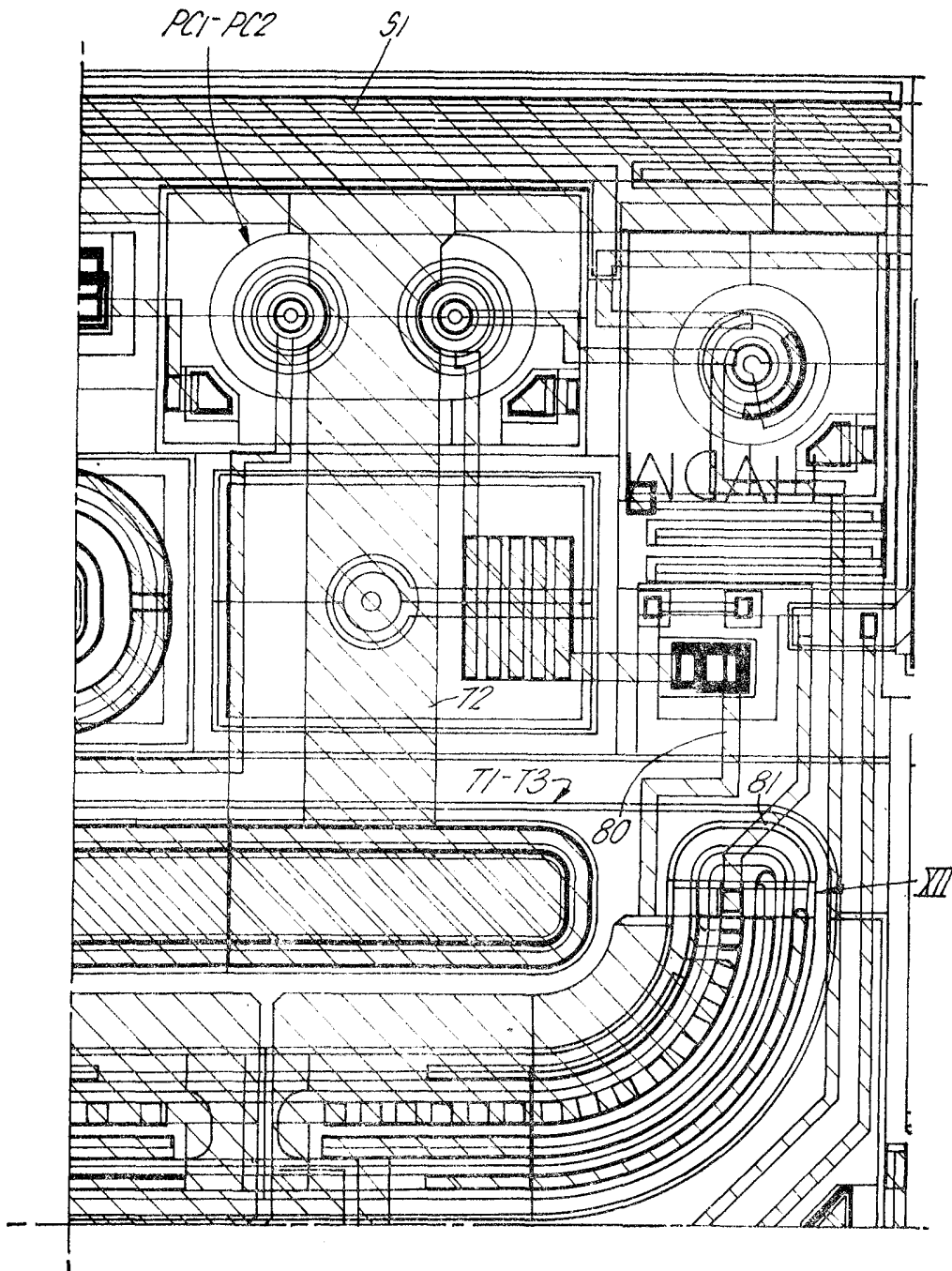
Obr. 18.



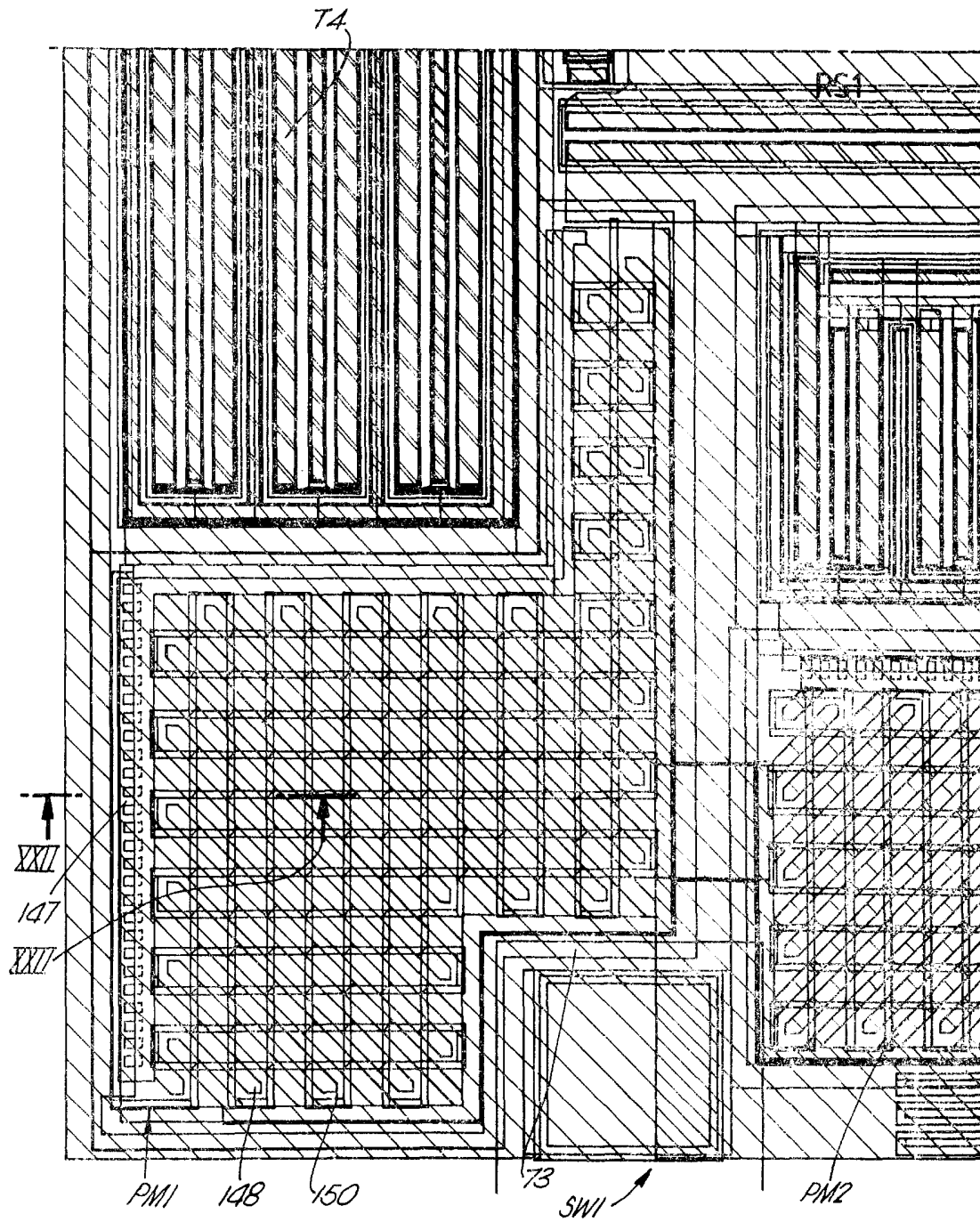
Obr. 20.



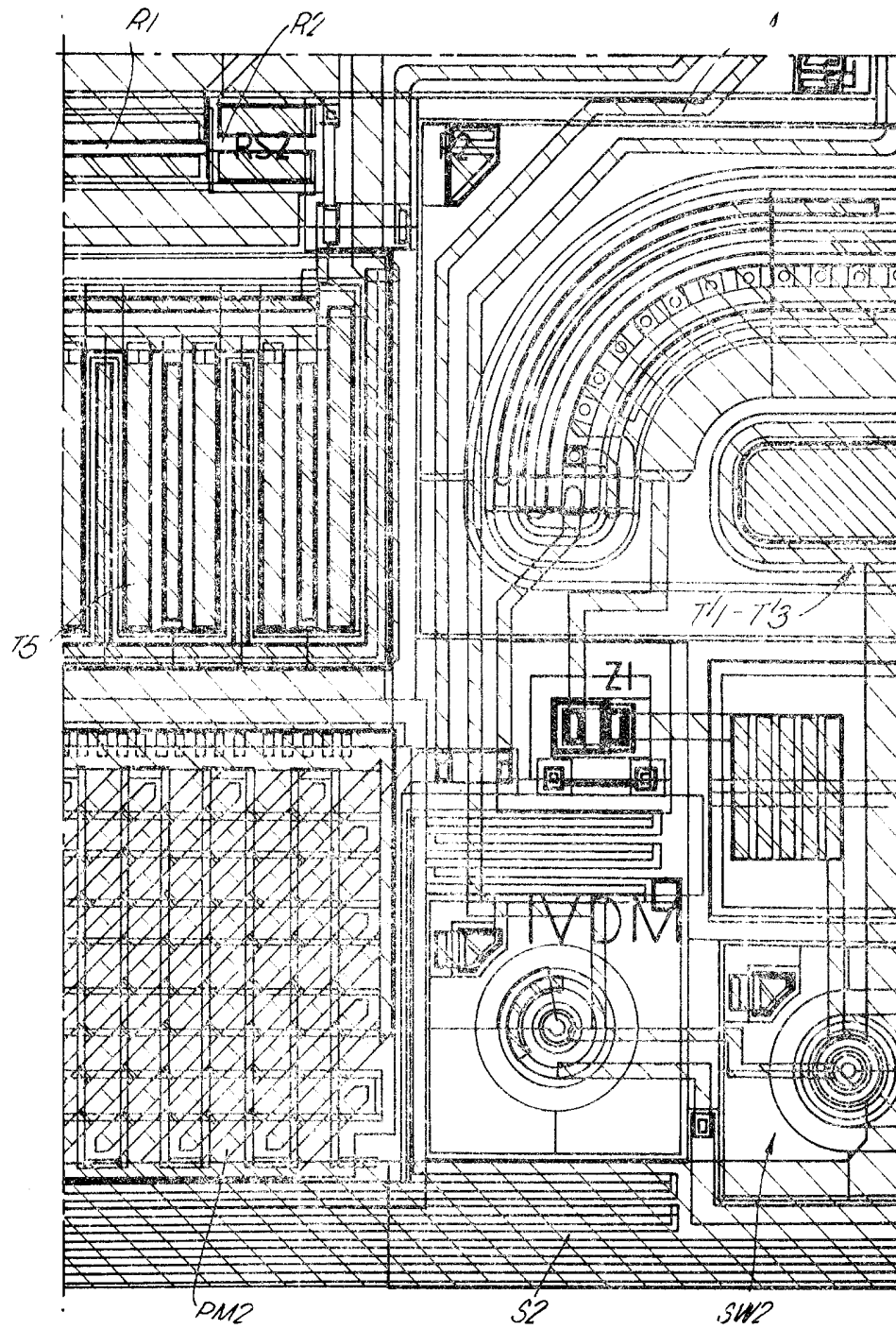
Obr. 11(B).



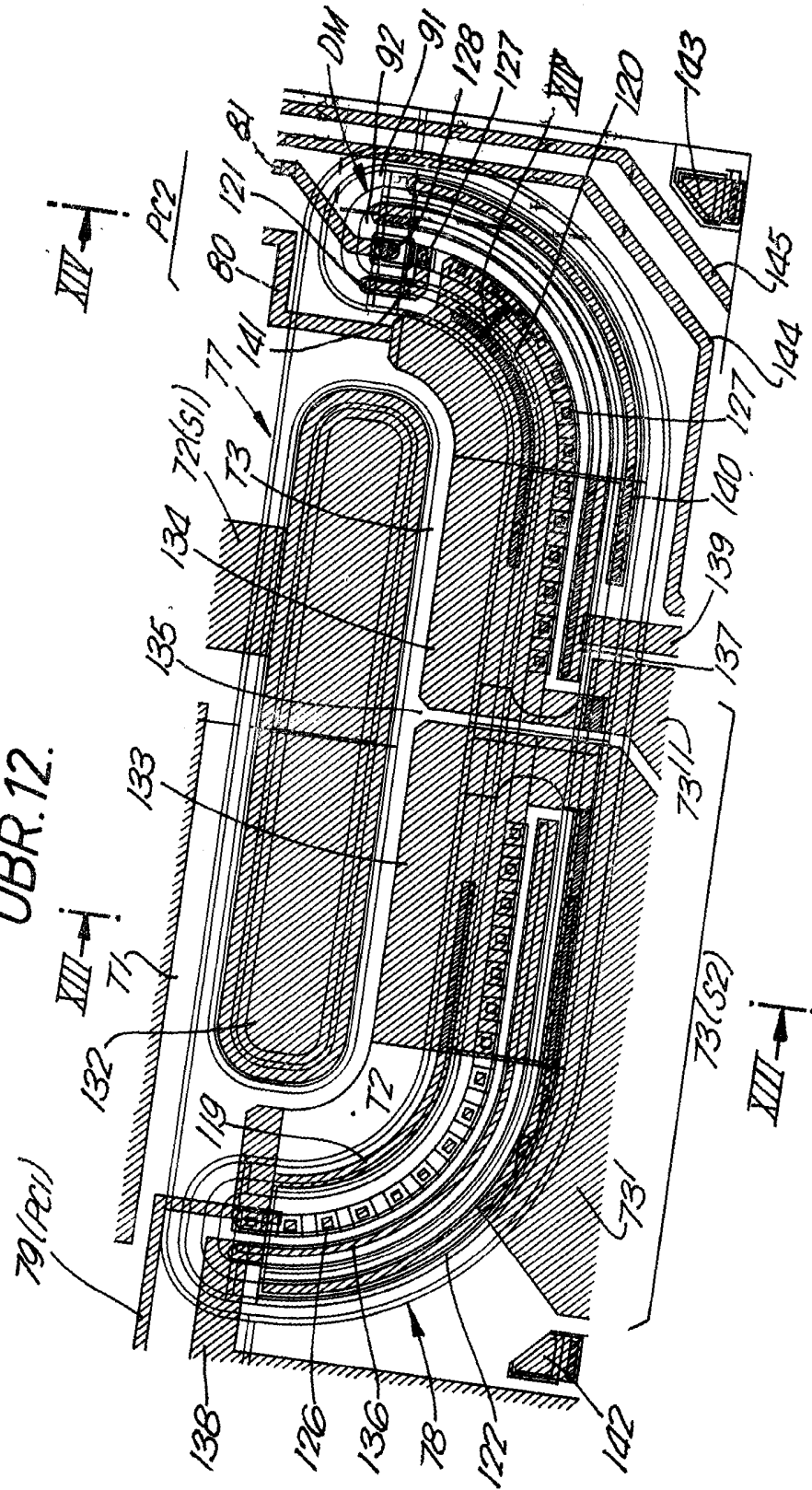
Obr. 11(C).



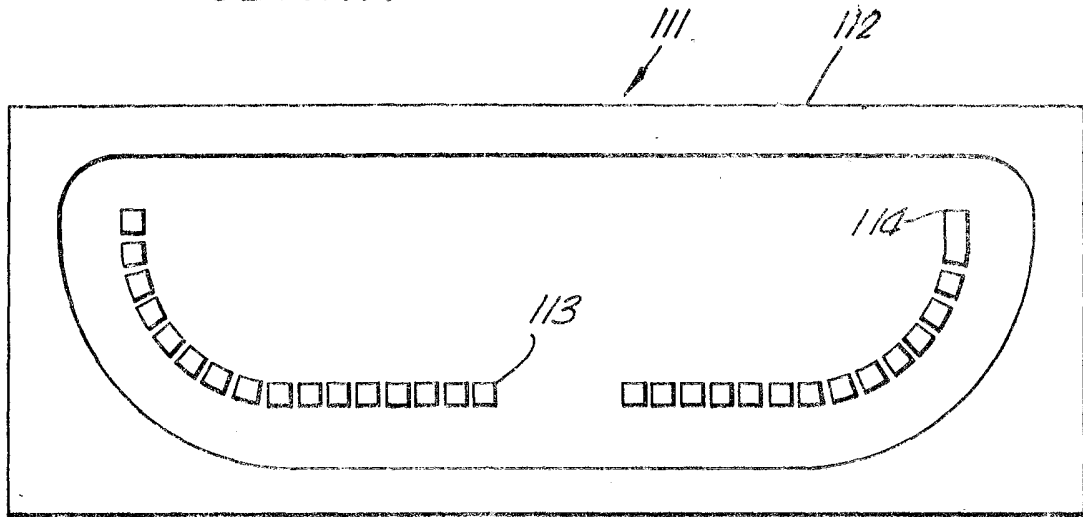
Obr. 11(D)



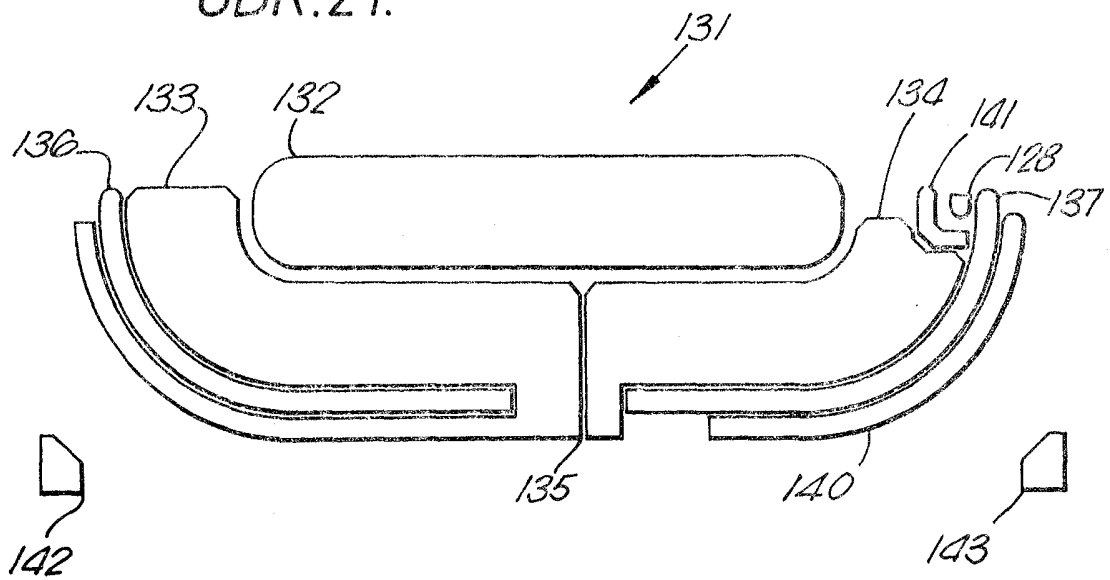
OBR.12.



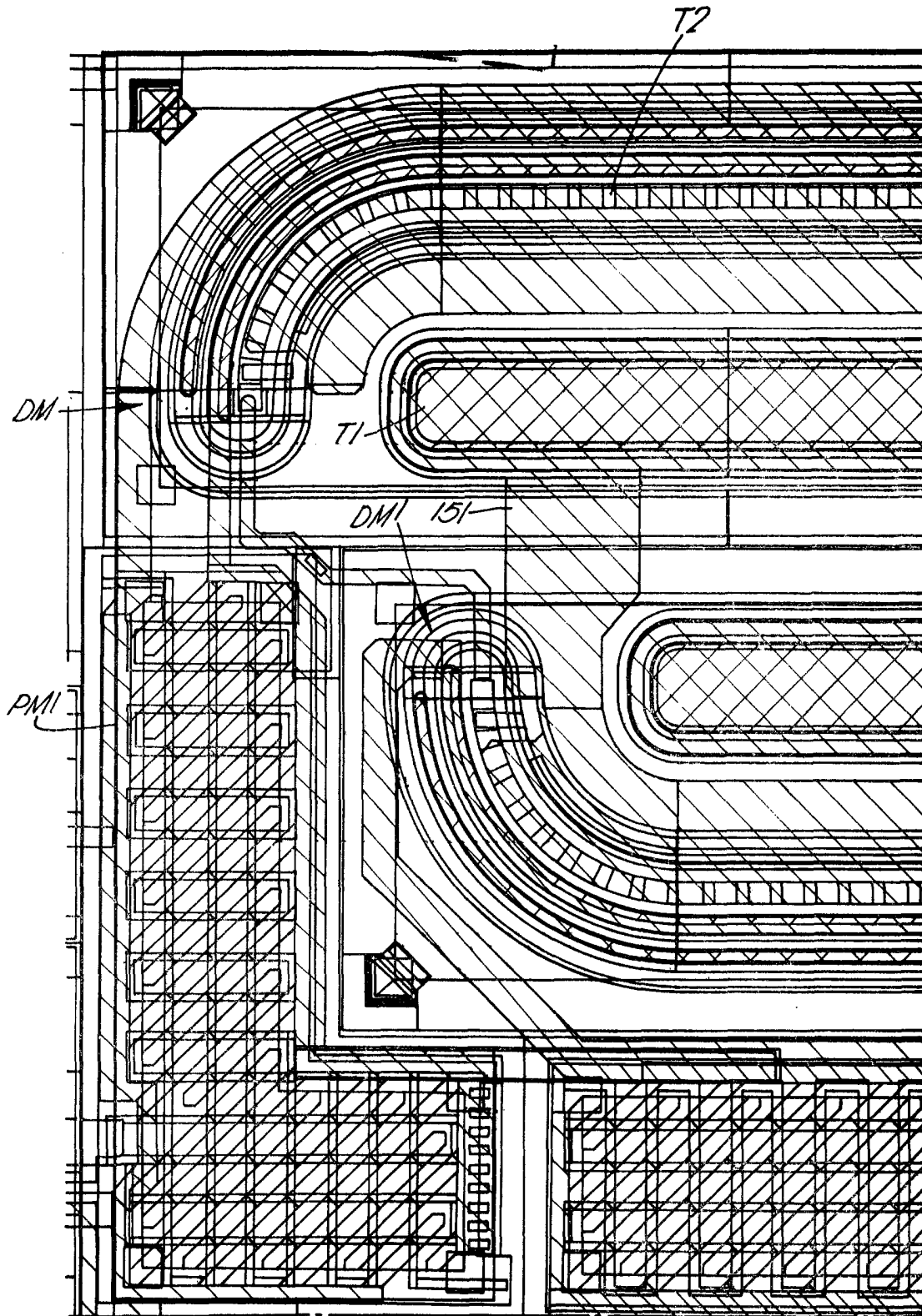
OBR.19.



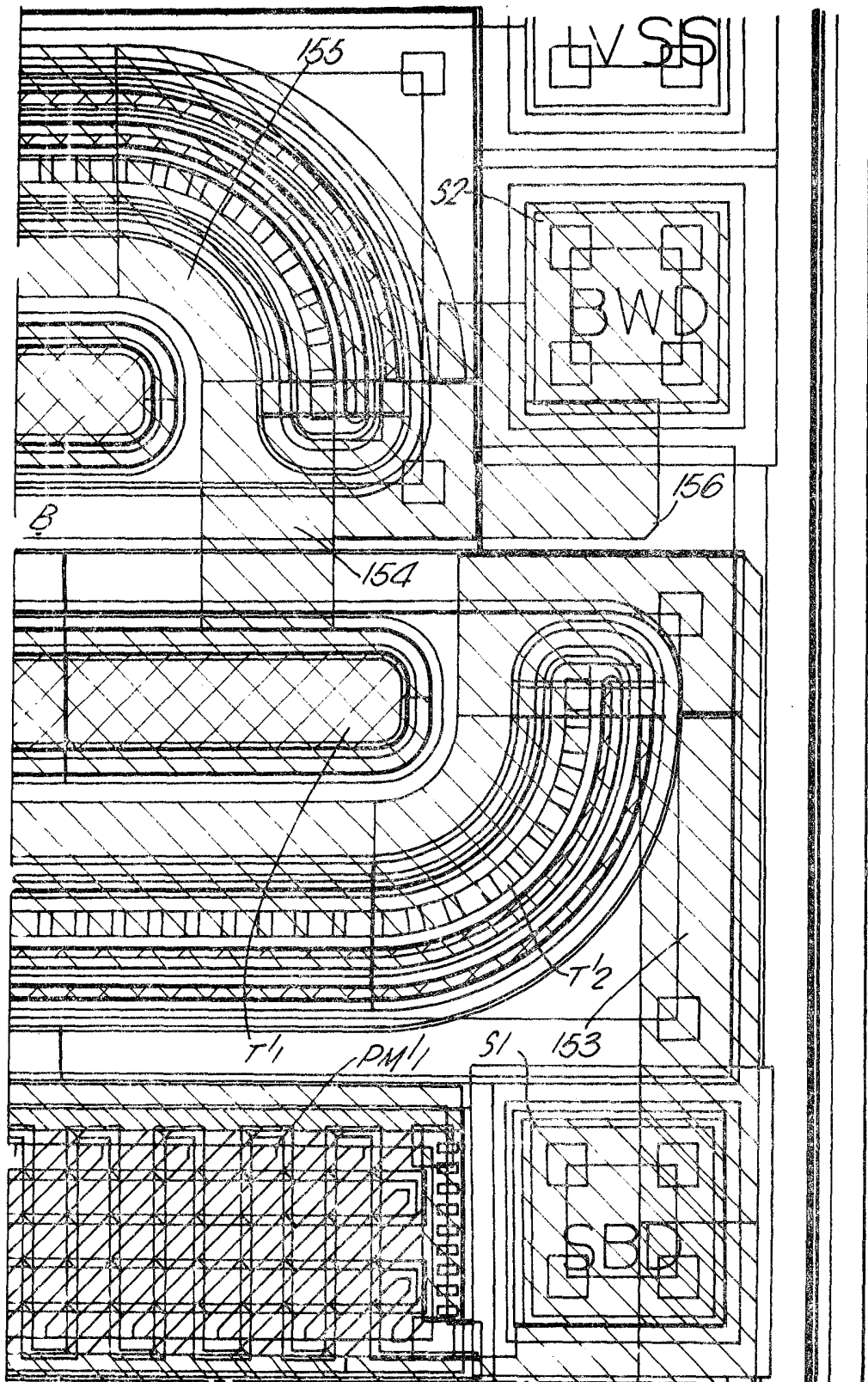
OBR.21.



Obr. 23(A).

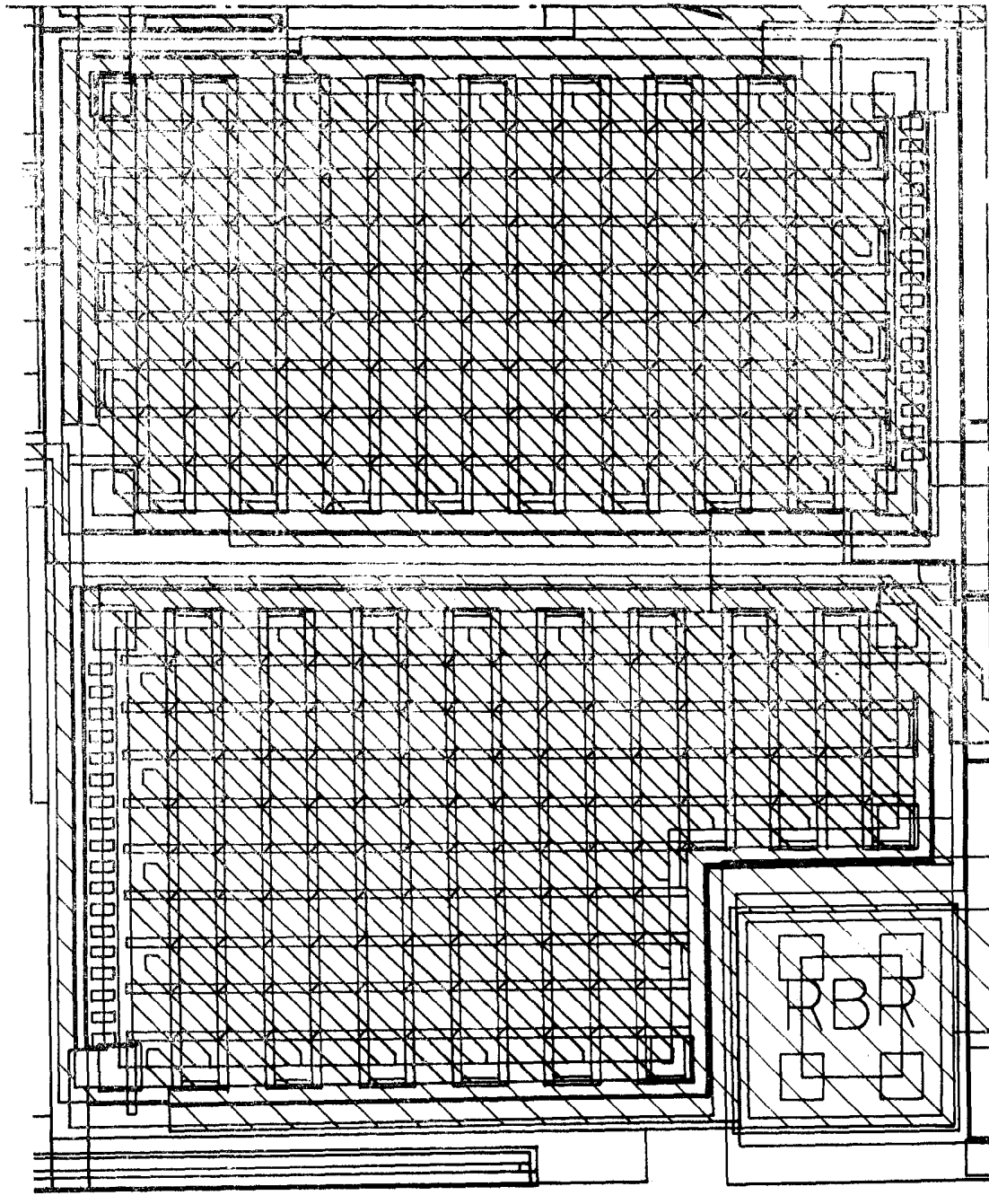


Obr 23(B)



251097

Obr 23(C)



251097

Obr 23(D)

