



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8004328**

⑲ NL

- ⑤4 **Schakelinrichting voor het ontladen van een capaciteit.**
- ⑤1 Int.Cl.³: H04N 9/07, H01J 31/46, H01L 27/10.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8004328.
- ②2 Ingediend 29 juli 1980.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 maart 1982.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
Schakelinrichting voor het ontladen van een capaciteit.

De uitvinding heeft betrekking op een halfgeleider-
inrichting bevattende een halfgeleiderlichaam met een schakel-
inrichting waarmee binnen een bepaald tijdsinterval met een
eindige tijdsduur T , een hoeveelheid lading Q_s , die represen-
5 tatief is voor een signaal, van een eerste condensator C_s
naar een tweede condensator D_d wordt overgeheveld.

Dergelijke halfgeleiderinrichtingen kunnen niet
uitsluitend, maar wel in het bijzonder toegepast worden in
opneemcamera's waarbij het op te nemen beeld in een fotoge-
10 voelige laag wordt omgezet in een patroon van ladingspakketten
 Q_s die via relatief lange signaallijnen naar een uitleesorgaan
worden overgeheveld. Een dergelijke camera is onder andere
beschreven in de Nederlandse octrooiaanvraag 76.013.61
(PHN 8303) ten name van aanvraagster. De fotogevoelige tref-
15 plaat in deze inrichting is aan een zijde toegankelijk voor het
op te nemen beeld, en is aan de andere zijde voorzien van een
aantal, zich in de kolomrichting uitstrekkende signaal-
strippen. Via schakelaars, gevormd door veldeffekttransistoren,
zijn de signaalstrippen gekoppeld aan een horizontaal uitlees-
20 register in de vorm van een ladingsoverdrachtregister, bijvoor-
beeld een BBD of een CCD-lijn.

Het overhevelen van de signaalladingen Q_s van de
signaalstrippen in het uitleesregister kan plaatsvinden in een
beperkt tijdsinterval T , bij voorkeur gedurende de lijn-
25 terugslagtijd. Een specifieke waarde voor dit tijdsinterval be-
draagt $10 \mu \text{ sec}$.

De gebruikelijke veldeffekttransistoren vertonen
bij de optredende stromen in het algemeen een bij benadering
exponentiële $I-V_{gs}$ karakteristiek waarbij I de stroom door
30 de transistor en V_{gs} de spanning tussen de poortelektrode en
de aanvoerzone voorstellen. Wanneer derhalve, in het geval dat
de transistoren een drempelspanning $V_{th} = 0$ hebben, V_{gs}
kleiner wordt, zal de stroom exponentieel naar nul gaan. Het

gevolg hiervan is, dat het overhevelen van de ladingspakketten Q_s steeds trager verloopt omdat tijdens het overhevelen de spanning van de aanvoerzone verandert en daarmee ook V_{gs} . Omdat het tijdsinterval dat voor het overhevelen van lading ter beschikking staat eindig is, zal derhalve steeds lading op de signaalstrippen achterblijven. Deze lading en derhalve de potentiaal van de signaalstrippen, is afhankelijk van de grootte van het signaal. Bij constante belichting over het hele beeld, zullen de signaalstrippen zich instellen op een potentiaal U_s^0 die zodanig is dat elk signaalpakket Q_s^0 , op U_s^0 gesuperponeerd, binnen het tijdsinterval T geheel wordt overgeheveld. Bij een abrupte sprong in het beeld, bijvoorbeeld tussen een gebied van geringe intensiteit en een gebied van hoge intensiteit, zullen de signaalstrippen pas na een aantal lijnen de nieuwe evenwichtspotentiaal bereiken. Dit aantal hangt in het algemeen af van de grootte van de signalen, maar zal in het bijzonder groter worden naarmate de signalen kleiner zijn, en kan, in specifieke uitvoeringsvormen zelfs een grootte orde van 25 bereiken. Hierdoor kan in het opgenomen beeld, bij het weergeven ervan op bijvoorbeeld een televisiescherm vooral bij lagere lichtintensiteit een grote onscherpte worden geïntroduceerd tussen lijnen van verschillende intensiteit.

Het feit dat de evenwichtsspanning U_s^0 van de signaalstrippen van de grootte van de lading Q_s , dus van de lichtintensiteit afhangt, kan, naar gebleken is, ook in horizontale richting een onscherpte tengevolge van overspraak tussen naburige signaalstrippen via parasitaire capaciteiten.

Ook bijtoepassing van andere fotogevoelige trefplaten, dan hier beschreven, kunnen tengevolge van de exponentiële $I-V_{gs}$ karakteristiek en de hiermee samenhangende onvolledige ladingsoverdracht, soortgelijke problemen optreden. Zoals bijvoorbeeld beeldopneeminrichtingen waarin de fotogevoelige cellen elk een fotodiode en een veldeffekttransistor voor het selecteren en uitlezen van de cel omvatten. Ook in dit type beeldopneeminrichting kunnen onscherpteproblemen tengevolge van onvolledige en signaal-afhankelijke signalladingen zoals hierboven beschreven, optreden.

Bovendien is de wijze waarop de signaalladingen Q_s , die in beeldsensoren ontstaan door generatie van lading tengevolge van absorptie van straling, worden gevormd voor de uitvinding niet relevant, en derhalve zou de uitvinding behalve in camera's ook met voordeel kunnen worden toegepast in andersoortige inrichtingen, waarin in een relatief klein tijdsinterval, signaalladingen moeten worden overgeheveld van een eerste condensator naar een tweede condensator. Ook kunnen de beschreven problemen bij toepassing van andere schakelaars dan veldeffekttransistoren met geïsoleerde poortelektroden optreden, zodat de uitvinding niet beperkt dient te worden tot deze veldeffekttransistoren.

De uitvinding beoogt een halfgeleiderinrichting aan te geven, waarmee een signaallading Q_s binnen een vooraf bepaalde tijdsinterval T geheel kan worden overgeheveld waarbij de potentiaal van de eerste condensator na overheveling van Q_s in principe geheel signaal onafhankelijk is.

De uitvinding berust onder meer op het inzicht dat een snelle en volledige overheveling van een signaallading Q_s bereikt kan worden door - bijvoorbeeld in het geval van een veldeffekt-transistor -, een vaste stroom i_0 door de transistor te sturen en de signaalstroom door de transistor hierop te superponeren, waarbij i_0 zodanig gekozen kan worden dat de bijbehorende $(\frac{dI}{dV})_{gs}$, die bepalend is voor de ingangsimpedantie voor kleine signalen, nog een comfortabele waarde heeft.

Een halfgeleiderinrichting van de in de aanhef beschreven soort is volgens de uitvinding daardoor gekenmerkt dat middelen aanwezig zijn met behulp waarvan gedurende het genoemde tijdsinterval periodiek een vaste hoeveelheid lading Q_t naar C_s wordt teruggeheveld met een frequentie n/T waarbij n en Q_t zodanig zijn gekozen dat in een periode $t < T$, waarbij t wordt gemeten vanaf het begin van het ladingstransport, een evenwichtssituatie wordt bereikt waarbij de per tijdseenheid overgehevelde lading uit C_s althans, praktisch gelijk is aan de in een zelfde tijdseenheid in C_s teruggehevelde lading en de potentiaal van C_s praktisch onafhankelijk is van Q_s .

Doordat bij overheveling van een signaal Q_s de stroom door de schakelaar niet nul wordt, maar op een geschikte waarde i_0 kan worden ingesteld, kan een evenwichtstoestand worden bereikt die slechts van i_0 afhangt en niet van Q_s . Door-
5 dat verder voor de stroom i_0 de signaallading Q_s zelf wordt gebruikt, is het niet nodig een afzonderlijke stroombron aan te brengen.

Een belangrijke uitvoeringsvorm is daardoor gekenmerkt dat een aantal elementen aanwezig is waarin informatie
10 in de vorm van elektronische lading kan worden gegenereerd en/of opgeslagen en dat verder selectiemiddelen aanwezig zijn door middel waarvan genoemde elementen selectief kunnen worden gekoppeld aan de met de schakelinrichting verbonden elektrode C_s voor het overdragen van de in de elementen opgeslagen in-
15 formatie naar C_s .

Hoewel de uitvinding zich in principe ook uitstrekt tot andere schakelinrichtingen met een (althans bij benadering) exponentiële I-V karakteristiek, zoals bijvoorbeeld dioden, is een belangrijke voorkeursuitvoering daardoor gekenmerkt
20 dat de schakelinrichting van het veldeffekt-type is en twee aan een oppervlak van het halfgeleiderlichaam grenzende oppervlakgebieden omvat die een aan- en afvoergebied van de veld-effektinrichting vormen die aan respectievelijk de eerste en tweede condensator zijn gekoppeld, en die onderling zijn ge-
25 scheiden door een kanaalgebied, dat, gezien in de richting van de stroomdoorgang van aanvoergebied naar afvoergebied voorzien is van tenminste twee achter elkaar gelegen poort-elektroden waarvan de eerste bestemd is om de stroomdoor-
gang door het kanaalgebied te sturen en de tweede om in het
30 onderliggende deel van het kanaalgebied een potentiaalput te induceren voor het opslaan van de lading Q_t die door het aanleggen van een geschikte spanning aan de tweede poortelektrode naar het aanvoergebied kan worden teruggeheveld. Zoals uit de figuurbeschrijving nog zal blijken kan het terughevelmecha-
35 nisme op eenvoudige wijze, die praktisch analoog zijn aan C.T.D. technieken worden gerealiseerd.

Het met de capaciteit C_d gekoppelde afvoergebied van de veldeffektinrichting kan direct achter de tweede poort-

elektrode waaronder het terug te hevelen ladingspakket wordt gevormd zijn gelegen. Een voorkeursuitvoering echter, die het voordeel heeft dat terugwerking van een lege potentiaalput met kleine capaciteit onder de tweede poortelektrode naar het aanvoergebied die kan optreden omdat de versterkingsfactor
5 van gebruikelijke veldeffekttransistoren niet oneindig is, maar in de grootte orde van 10 of 100 ligt, aanzienlijk kan worden gereduceerd is daardoor gekenmerkt dat middelen aanwezig zijn met behulp waarvan de potentiaalput onder de tweede
10 poortelektrode, na terugheveling van de lading Q_t naar het aanvoergebied, weer gevuld kan worden met lading alvorens opnieuw lading van het aanvoergebied naar het afvoergebied wordt teruggeheveld.

Een halfgeleiderinrichting, zoals hier beschreven,
15 kan in principe met voordeel worden toegepast overal waar in een beperkt tijdsinterval T een eindige hoeveelheid lading Q_s van een eerste condensator C_s dient te worden overgeheveld naar een tweede condensator Q_d . Een belangrijke toepassing van de halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding, waarbij
20 bijzondere voordelen worden verkregen, is gelegen op het gebied van beeldopneemcamera's. Een andere voorkeursuitvoering is derhalve daardoor gekenmerkt dat de genoemde elektrode van C_s een strookvormige geleider omvat die samen met de bijbehorende informatie bevattende elementen deel uitmaakt van een
25 beeldopneeminrichting die een aantal soortgelijke strookvormige geleiders en bijbehorende informatie elementen omvat, waarbij de informatie elementen gevormd worden door een mozaiek van in lijnen en kolommen gerangschikte fotogevoelige cellen. Bij voorkeur worden de parameters (frequentie van het terug-
30 hevelen) en Q_t (= grootte van het teruggehevelde ladingspakket) zodanig gekozen dat het signaal binnen de lijnterugslagtijd kan worden overgeheveld.

De uitvinding heeft bovendien betrekking op een camera voor het omzetten van een optisch beeld in elektrische signalen. Een dergelijke camera is volgens de uitvinding ge-
35 kenmerkt door toepassing van een halfgeleiderschakelinrichting zoals hiervoor is beschreven.

De uitvinding zal nader worden toegelicht aan de

hand van enkele uitvoeringsvoorbeelden en de bijbehorende schematische tekening, waarin

Figuur 1 schematisch een beeldopneeminrichting met schakelaars volgens de uitvinding weergeeft;

5 Figuur 2 en 5 spanningssignalen die tijdens bedrijf in een inrichting volgens figuur 1 optreden, weergeven;

Figuur 3 schematisch een MOS-karakteristiek weergeeft;

10 Figuur 4 een dwarsdoorsnede van een halfgeleiderinrichting volgens de uitvinding toont;

Figuur 6 potentiaalprofielen, die tijdens bedrijf in de inrichting volgens figuur 4 optreden, weergeven en

Figuur 7 schematisch een tweede beeldopneeminrichting volgens de uitvinding toont.

15 Figuur 1 toont een schema van een beeldopneeminrichting die, met uitzondering van de schakelaars $17'_1$, $17'_2$, $17'_3$ beschreven is in de reeds genoemde Nederlandse octrooi-aanvraag 76.013.61 ten name van aanvrager.

20 De inrichting bevat een twee-dimensionaal patroon van fotogevoelige elementen 41_{11} , 41_{12} , 41_{13} , 41_{22} , 41_{32} enz. in een fotogevoelige trefplaat 5. Deze elementen zijn schematisch door condensatoren voorgesteld. De trefplaat 5 is zodanig gemonteerd in een opneembuis, dat de achterzijde van de trefplaat kan worden afgetast door een elektronenbundel 6, en dat
25 de voorkant toegankelijk is voor invallende straling L_1 , L_2 , L_3 enz.

30 De voorzijde van de trefplaat 5 is voorzien van signaalelektrodestrippen 4_1 , 4_2 , 4_3 , waarvan er in de tekening drie zijn aangegeven, maar waarvan het werkelijke aantal in concrete gevallen enkele honderden kan bedragen. De signaalstrippen 4_1 , 4_2 , 4_3 , die kolomsgewijs met de elementen 41_{11} , 41_{12} , 41_{22} , enz. zijn gekoppeld, zijn via de schakelaars $17'_1$, $17'_2$, $17'_3$ verbonden met het schuifregister $19'$, dat in het getoonde uitvoeringsvoorbeeld uit een emmertjes-
35 brigade of BBD bestaat maar bijvoorbeeld ook een CCD zou kunnen omvatten. De uitgangstrap van het emmertjesregister wordt gevormd door source-volger schakeling met een veldeffekt-transistor 62 en een uitgangsklem 20.

De transistoren 50, 52, 54, 56, 58 en 61 van het register 19' worden, evenals de transistor 62 bij wijze van voorbeeld verondersteld van het n-kanaal type te zijn.

De poortelektroden van de transistoren van het emmertjesregister zijn om en om verbonden met de kloklijnen S_5 en S_6 en via deze kloklijnen met de klokspanningsbron 21'. Het register 19' is bovendien voorzien van een aantal parallel ingangen $18_1, 18_2, 18_3$ enz. die via de schakelinrichtingen $17_1, 17_2, 17_3$ enz. kunnen worden verbonden met de signaalelektrodestrippen $4_1, 4_2, 4_3$ enz.

De beeldinformatie die in de fotogevoelige trefplaat wordt gegenereerd kan via de stripjes 4 en de schakelaar $17'$ in de condensatoren 53, 57, 60 van emmertjesregister worden geschoven.

De inrichting zoals hier beschreven verschilt in hoofdzaak slechts door de schakelaars $17'$ van de inrichting beschreven in de genoemde oudere Nederlandse aanvraag, waarin de schakelinrichtingen gevormd worden door gebruikelijke veldeffekttransistoren met geïsoleerde poortelektrode.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de opbouw en de werking van de camera kan daarom verwezen worden naar de reeds genoemde Nederlandse aanvraag 76.013.61. Hier zullen in hoofdzaak slechts die elementen genoemd worden die voor een duidelijke beschrijving van de uitvinding noodzakelijk zijn.

In figuur 2 zijn de amplituden van de signalen S_1 tot en met S_{12} en het beeldsignaal PS, zoals deze in de bekende inrichting optreden, gegeven als functie van de tijd t .

Door middel van de elektronenbundel 6 wordt de achterzijde van de trefplaat 5 opgeladen tot de spanning U_c (bijvoorbeeld -5V). In figuur 2 stelt A het stuursignaal voor dat het aftasten van de trefplaat 5 door middel van de elektronenbundel stuurt. TH is een lijnperiode, en omvat een lijn-terugslagtijd T_B en een lijnaftasttijd T_S . De signaalelektrodestrippen $4_1, 4_2, 4_3$ enz. worden geacht aan het begin van een lijnaftasttijd aan referentiepotentiaal, bijvoorbeeld 0 V te liggen.

Gedurende de integratieperiode kan licht op de fotogevoelige trefplaat invallen waardoor de condensatoren

41₁₁, 41₁₂, 41₂₂ enz. ontladen kunnen worden, in figuur 1 schematisch weergegeven door de lekweerstand 42₁₁, 42₁₂ enz. waarvan de grootte afhankelijk is van de intensiteit L₁, L₂, L₃ enz. Bij het aftasten door een elektronenbundel 6 op de tijdstippen t₁, t₂, t₃, komen op de signaalelektrode-
5 strippen 4₁, 4₂, 4₃, respectievelijk de potentiaaldalingen U₁, U₂ en U₃ ten opzichte van de referentiepotentiaal voor, die met signaalladingen Q₁, Q₂, Q₃, in de parasitaire capaciteiten 40₁, 40₂, 40₃ corresponderen. Op een tijdstip t₄
10 begint de lijnterugslagtijd of lijnonderdrukkingstijd T_B die eindigt op een tijdstip t₇. In de tijd T_B treedt tussen de tijdstippen t₅ en t₆ een puls op in het signaal S₅, terwijl tegelijkertijd de schakelaars 17' worden gesloten (schematisch weergegeven door de puls in het signaal S₄), om de sig-
15 nalen op de condensatoren 40₁, 40₂, 40₃ over te kunnen hevelen naar het emmertjesregister 19'.

Voor het schuifregister 19' geldt dat tussen de tijdstippen t₄ en t₅ de capaciteiten 51, 53, 55, 57, 59 en 60 elk geladen zijn tot 3 V, hetgeen volgt uit de aanwezig-
20 heid van de spanning -3 V in de signalen S₅ en S₆ en van de massa-potentiaal 0 V in de signalen S₇ tot en met S₁₂. De puls in het signaal S₄ dat wordt aangelegd aan de poortelektrode van de transistoren 17' en de puls in het signaal S₅ tussen de tijdstippen t₅ en t₆ heeft een spanning van + 0 Volt. De
25 spanning van 0,7 Volt op de poortelektroden van de transistoren 17', 17'₁ geeft dat bij een voldoende hoge spanning op de afvoer van deze transistoren, de spanning op de bron, dat wil zeggen op de ermee verbonden signaalelektrodestrip 4₁, 4₂, 4₃, of nog anders gezegd, de spanning op de condensatoren
30 40₁, 40₂, 40₃ kan stijgen tot de massa-potentiaal 0 Volt en niet hoger. De spanning van 0,7 Volt is namelijk de drempelspanning die tussen de poortelektroden en de bron van de transistoren 17' aanwezig moet zijn om deze transistoren in geleiding te brengen en te houden. De op het tijdstip t₅ optredende
35 pulsflank met de spanningssprong van -3 Volt tot + 0,7 Volt in het signaal S₅ geeft via de capaciteiten 53, 57 en 60 een gelijke spanningssprong van 3.7 Volt op de afvoeren van de transistoren 17'₁, 17'₂. Tezamen met de spanning van 0,7 Volt

op de poortelektroden geven de spanning in de signalen S_8 , S_{10} en S_{12} dat de capaciteiten 40_1 , 40_2 , 40_3 van de respectievelijke signaalstrippen 4_1 , 4_2 en 4_3 geladen kunnen worden tot massa-potentiaal 0 V (signalen S_1 , S_2 , en S_3 in figuur 2 op t_5), vanuit de capaciteiten 53, 57 en 60 (signalen S_8 , S_{10} en S_{12}). De met de spanningsdalingen U_1 , U_2 , U_3 op de capaciteiten 40_1 , 40_2 , 40_3 corresponderende ladingstoestanden kunnen aangevuld worden uit de capaciteiten 53, 57 en 60 en daar spanningsdalingen U'_1 , U'_2 en U'_3 geven die met U_1 , U_2 respectievelijk U_3 corresponderen.

De spanningssprong in de signalen S_4 en S_5 op het tijdstip t_6 geeft dat de schakelaars $17'_1$, $17'_2$, $17'_3$ gesperd worden en een even grote spanningssprong optreedt in de signalen S_8 , S_{10} en S_{12} .

Op het tijdstip t_7 begint de lijnaftasttijd TS met enerzijds opnieuw een lijnaftasting van de laag 5 door de elektronenbundel 6, en anderzijds de overdracht van de signalen U'_1 , U'_2 , U'_3 tussen de capaciteiten 51, 53, 55, 57, 59 en 60 onder invloed van de pulsen gegeven in de signalen S_6 en S_5 . De signalen U'_1 , U'_2 , U'_3 worden op op zichzelf bekende wijze door het register 19' getransporteerd en kunnen aan de uitgang PS worden afgenomen.

In de hier beschreven bekende inrichting worden de signaalelektrodestrippen 4_1 , 4_2 , 4_3 op referentiespanning gebracht bij het overhevelen van de signaalladingen van de condensatoren 40_1 , 40_2 , 40_3 naar het schuifregister 19', waarbij de referentiespanning gegeven wordt door de drempelspanning van de transistoren $17'_1$, $17'_2$, $17'_3$. Dergelijke MOS-transistoren vertonen (in het sub μ A bereik) een stroomspanningskarakteristiek die een min of meer exponentieel verloop heeft, zoals in figuur 3 is weergegeven door de curve A. In deze figuur is op de verticale as de stroom uitgezet tegen de poortspanning verminderd met de drempelspanning (voor een n-kanaal MOST) op de horizontale as, waarbij V_g de spanning van de poort ten opzichte van het aanvoergebied voorstelt. Tijdens het overhevelen van lading verandert de potentiaal van de aanvoer van de transistoren zodanig dat $V_g - V_{th}$ naar nul gaat. Dit betekent dat de stroom ook naar nul gaat,

en dat, wanneer de transistoren weer gesperd worden, niet alle lading overgeheveld is. De referentie potentiaal van de signaalelektrodenstrippen is dan niet meer gelijk aan de drempelspanning van de transistoren maar is in meerdere of in mindere mate signaalafhankelijk. Tengevolge van parasitaire capaciteiten tussen de signaalelektrodenstrippen 4_1 , 4_2 , 4_3 , kunnen variaties in referentiespanning op een strip bovendien doorwerken op naburige strippen. Om deze en andere mogelijke bezwaren althans grotendeels te vermijden, zijn in de in-
10 richting volgens de uitvinding in plaats van veldeffekttransistoren, schakelaars 17' gebruikt, waarvan figuur 4 een doorsnede toont en die in het schakelschema volgens figuur 1 elk zijn voorgesteld door een veldeffektinrichting met drie poortelektroden.

15 Opgemerkt wordt dat de schakelaar volgens de uitvinding in het bijzonder doch niet uitsluitend geschikt is voor toepassing in een camera, maar ook met voordeel kan worden toegepast in andere systemen en waarbij een snel ladingstransport is vereist.

20 Figuur 4 toont in doorsnede een halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam 1 omvattende een schakelaar waarmee, in het algemeen gesproken, binnen bijvoorbeeld de lijn-
onderdrukkingstijd in het geval van een camera, een ladingssig-
naal van de condensator C_s kan worden overgeheveld naar de
25 condensator C_d . De condensatoren C_s en C_d die niet noodzakelijkerwijs op halfgeleiderlichaam 1 geïntegreerd dienen te zijn, zijn in figuur 4 slechts met onderbroken lijnen aangegeven.

De schakelaar bevat 2 klemmen 2 en 3 die met C_s respectievelijk C_d zijn of kunnen worden verbonden en die een
30 aanvoerelektrode respectievelijk afvoerelektrode van een veld-
effektinrichting met geïsoleerde sturelektroden G_1 , G_2 , G_3 vormen. De inrichting omvat in een specifieke uitvoering een p-type halfgeleiderlichaam van silicium, maar het zal duidelijk zijn dat ook van een n-type halfgeleiderlichaam kan worden
35 uitgegaan, en dat de uitvinding ook niet beperkt is tot het gebruik van silicium maar dat ook andere halfgeleidermaterialen met voordeel kunnen worden toegepast.

Het siliciumlichaam 1, dat een voor geïntegreerde

MOST-schakelingen gebruikelijke soortelijke weerstand van 0,3 - 5 ohm.cm kan hebben, is aan het oppervlak 4 voorzien van n-type oppervlaktezones 5 en 6 die respectievelijk een aan- en afvoergebied vormen.

5 De klemmen 2 en 3 zijn met het aanvoergebied respectievelijk het afvoergebied verbonden via de aan- en afvoerelektroden 7 respectievelijk 8 van bij voorbeeld A1 die met de zones 5 respectievelijk 6 zijn gecontacteerd.

Het oppervlak 4 van het halfgeleiderlichaam is
10 bedekt met een isolerende laag 9 die op conventionele wijze kan worden aangebracht als een laag van siliciumoxide, maar die ook andere diëlektrische materialen kan omvatten zoals siliciumnitride of aluminiumoxyde. De laag 9 heeft, althans in het door de zones 5 en 6 begrensde gebied, een dikte van
15 ongeveer 700 Å - 1000 Å. Buiten het in figuur 4 getoonde actieve gebied kan de oxidelaag 9 die dan de functie van veldoxide heeft, een veel grotere dikte vertonen zoals in halfgeleiderinrichtingen met veldeffekttransistoren algemeen gebruikelijk is.

20 Op de isolerende laag 9 is tussen het aanvoergebied 5 en het afvoergebied 6 een eerste poortelektrode G_1 aangebracht waarvan de functie vergelijkbaar is met die van de poortelektrode van een veldeffekttransistor en waarmee de schakelaar naar wens kan worden geopend of gesloten.

25 Volgens de uitvinding bevat de schakelaar middelen (G_{2a} , G_{2b} , 10) met behulp waarvan tijdens de overheveltijd T ($t_5 - t_6$) periodiek een vaste hoeveelheid lading Q_t naar C_s kan worden teruggeheveld met een zodanige frequentie n dat in een tijdsinterval $t < T$ een evenwichtssituatie wordt bereikt
30 waarbij de per tijdseenheid (seconde) uit C_s overgehevelde lading gelijk is aan de per tijdseenheid teruggehevelde hoeveelheid lading. In deze evenwichtssituatie zal de potentiaal van de capaciteit C_s niet meer van de begin lading (signaal) Q_s afhangen maar voornamelijk nog van n en Q_t .

35 De poortelektrode G_2 vertoont twee, onderling verbonden delen G_{2a} , G_{2b} . Onder G_{2a} zijn middelen 10 aanwezig tengevolge waarvan bij het aanleggen van een spanning aan G_2 in het halfgeleiderlichaam een asymmetrisch potentiaalprofiel wordt

verkregen met een potentiaalput onder G_{2a} , waarin de terug te hevelen lading Q_t kan worden opgeslagen, en met een potentiaalbarrière onder G_{2b} .

Het asymmetrische potentiaalprofiel onder de elektrode G_2 kan verkregen worden op verschillende, op zichzelf uit de techniek van de ladinggekoppelde inrichtingen bekende wijzen, zoals bijvoorbeeld oxyde-lagen onder de elektroden G_{2a} en G_{2b} van verschillende dikten. In het in Fig. 4 getekende uitvoeringsvoorbeeld wordt de asymmetrie gevormd door verschil in dotering in het halfgeleiderlichaam onder de elektrodedelen G_{2a} en G_{2b} , verkregen door aanbrengen van de n-type zone 10 onder het elektrodedeel G_{2a} . De doteringsconcentratie van de zone 10, kan ter verkrijging van een potentiaalput van de gewenste diepte, en daarmee van een lading Q_t van de gewenste grootte, door middel van ionenimplantatie geschikt gekozen worden, en bedraagt bijvoorbeeld $10^{12} - 10^{14}$ atomen/cm².

Hoewel in een aantal toepassingen met de terughevelmiddelen G_{2a} , G_{2b} , 10 volstaan kan worden, zijn in het onderhavige uitvoeringsvoorbeeld extra middelen aanwezig om de potentiaalput onder de elektrode G_{2a} , wanneer deze leeg is, alvorens lading van C_s naar C_d wordt overgeheveld, op te vullen. Deze middelen, hier gelegen tussen G_2 en het afvoergebied 6, bevatten een derde geïsoleerde poortelektrode G_3 . In structuur stemt de elektrode G_3 overeen met G_2 en bevat, evenals G_2 , twee onderling verbonden delen G_{3a} en G_{3b} . Onder het gedeelte G_{3a} is een n-type gebied 11 aangebracht met dezelfde doteringsconcentratie als de zone 10. De laterale afmetingen van G_{3a} en de zone 11 worden bij voorkeur tenminste gelijk of groter gekozen dan die van G_{2a} , 10. Hierdoor kan, bij aanleggen van een geschikte spanning onder G_{3a} een -gevulde- potentiaalput gevormd worden dat als reservoir gebruikt kan worden voor het leveren van de lading Q_t .

De poortelektroden G_1 , G_2 en G_3 zijn, zoals in Fig. 1 is getoond, via de signaallijnen S_{41} , S_{42} respectievelijk S_{43} gekoppeld aan de klokspanningsbron 21. Fig. 5 geeft schematisch de signalen S_{41} , S_{42} en S_{43} , die het signaal S_4 in Fig. 2 vervangen.

In Fig. 5 zijn weer de tijdstippen t_5 en t_6 aange-

geven die binnen de lijnonderdrukkingstijd T_B zijn gelegen en die het tijdsinterval bepalen gedurende welk signaallading van de signaalstrippen $4_1, 4_2, 4_3$, naar het BBD 19' wordt overgeheveld. Het signaal S_4 in Fig. 2 wordt in de opneemin-
5 richting volgens de uitvinding vervangen door het signaal S_{41} in Fig. 5 dat aan de poortelektroden G_1 wordt aangelegd. Uit het verloop van S_{41} is duidelijk dat het ladingstransport niet continu, maar onderbroken verloopt, zoals hierna nog nader wordt uiteengezet.

10 Op het tijdstip t_5 zijn ook de signalen S_{42} en S_{43} positief. De waarden van S_{41}, S_{42} en S_{43} kunnen door de vakman op eenvoudige wijze zodanig gekozen worden dat in het halfgeleiderlichaam het in Fig. 6a getekende potentiaalprofiel wordt verkregen. In deze figuur corresponderen s en d respec-
15 tievelijk met het aanvoergebied 5 en 6 in Fig. 4, terwijl de in Fig. 6 met G_1, G_2 en G_3 aangegeven gebieden respectievelijk corresponderen met de onder de poortelektroden G_1, G_2 en G_3 gelegen delen van het halfgeleiderlichaam. De gebieden in G_2 en G_3 die in Fig. 6 gearceerd zijn weergegeven, corresponderen
20 met de n-type gedoteerde gebieden 10 en 11 in Fig. 4 en stellen ladingspakketjes voor die in de door de dotering verkregen potentiaalputten zijn opgeslagen. In de situatie zoals in Fig. 6a is geschetst kan lading (in de vorm van elektronen) van s naar d stromen, zoals door de pijl in Fig. 6a schema-
25 tisch is aangegeven.

Tijdens dit ladingstransport daalt het potentiaal-niveau van s, waardoor het ladingstransport trager zal verlopen. Ter voorkoming van dit, en hiermee samenhangende problemen, wordt het transport onderbroken, en wordt de potentiaal van
30 G_2 zover verlaagd dat het onder G_2 opgeslagen ladingspakket naar s terug wordt geheveld. Ter illustratie hiervan is in Fig. 6b het potentiaalprofiel op tijdstip t_8 getekend.

In de volgende stap zou het ladingstransport van s naar d, zoals in Fig. 6a is weergegeven, kunnen worden voort-
35 gezet. In dit geval zal de (lege) potentiaalput onder G_2 weer worden opgevuld met lading waardoor de potentiaal in de potentiaalput weer verandert. Omdat de versterkingsfactor

($\frac{V_{ds}}{V_{gs}}$) van de transistor, gevormd door de zone 5 als

source, G_1 als poortelektrode en de potentiaalput als afvoerzone, niet oneindig groot is, heeft deze spanningsvariatie een
 5 terugwerking op S. Bij een specifieke versterkingsfactor van 10 en een capaciteitsverhouding tussen s en de potentiaalput onder G_2 van ongeveer 100, zal 1/10 van de ongeveer 100 x grotere spanningsvariatie onder G_2 op de ingang van de transistor terugwerken. Om deze terugwerking en ook de terugwerking
 10 van d naar s althans grotendeels te voorkomen is tussen G_2 en d het gebied G_3 aangebracht. Op t_5 wordt aan G_3 een zodanige positieve spanning S_{43} aangelegd dat onder G_3 het in Fig. 6a getekende potentiaalprofiel wordt verkregen, waarbij de potentiaal onder G_3 iets dieper ligt dan onder G_2 , en ter
 15 plaatse van de n-type gedoteerde zone 11 onder G_3 een potentiaalput wordt gevormd die gevuld is met lading. In Fig. 6a is dit ladingspakket gearceerd weergegeven.

Na het overhevelen van de lading onder G_2 op de in Fig. 6b getoonde wijze, wordt het ladingstransport van s naar d
 20 niet hervat, maar wordt eerst een positieve spanning aan G_2 aangelegd terwijl de spanning S_{43} aan G_3 wordt verlaagd. Fig. 6c toont het potentiaalprofiel in de schakelaar op het tijdstip t_9 . Het ladingspakket onder G_3 kan nu in de potentiaalput onder G_2 stromen en deze opvullen. Op t_{10} zijn de signalen S_{41} , S_{42}
 25 en S_{43} weer gelijk aan die op t_5 , zodat weer lading van s naar d kan stromen op de in Fig. 6a geschetste wijze. Tijdens het ladingstransport zal de potentiaal onder G_2 althans praktisch niet veranderen, zodat terugkoppeling naar s wordt vermeden. Eventuele terugkoppeling van G_3 naar s kan als tweede orde
 30 effect verwaarloosd worden.

Het overhevelen van de signaallading Q, van de signaalstrippen 4₁, 4₂, 4₃ naar het schuifregister 19' kan op de hier beschreven wijze voortgezet worden en periodiek onderbroken worden voor het terughevelen van lading.

35 In evenwicht is de hoeveelheid lading die teruggeheveld wordt per tijdseenheid even groot als de hoeveelheid die per tijdseenheid van s naar d stroomt. De frequentie van het terughevelen wordt zodanig gekozen, dat een evenwichtssituatie

met J_0 , V_0 (zie Fig. 3) wordt verkregen waarbij de impedantie van de schakelaar voldoende laag is om elk signaal, ongeacht de grootte ervan, binnen de lijnonderdrukkingstijd over te hevelen. Deze frequentie kan door de vakman op eenvoudige wijze, al naar gelang de specifieke omstandigheden in een concreet geval, worden gekozen. In een concrete uitvoeringsvorm, waarbij C_s ongeveer 1pF en de hoeveelheid teruggehevelde lading steeds 10fC bedroegen, bleken zeer bevredigende resultaten verkregen te kunnen worden bij een frequentie van 1 MHz, dat wil zeggen wanneer tussen t_5 en t_6 (Fig. 5) ongeveer 10 maal lading naar S werd teruggeheveld. Doordat binnen de gestelde tijd $t_5 - t_6$ het gehele signaalpakket kan worden overgeheveld van s naar d kunnen beelden met intensiteitsverschillen zowel in verticale richting met grootte scherpte worden omgezet terwijl in horizontale richting in belangrijke mate aan scherpte kon worden gewonnen doordat de signaalstrippen 4_1 , 4_2 , 4_3 telkens op een goed gedefinieerde eindspanning (V_0) konden worden ingesteld zodat parasitaire overspraak effecten tussen de strippen praktisch niet voorkwam.

Behalve in de hier beschreven camerabuis, kan een schakelaar volgens de uitvinding ook in camera's van een ander type worden toegepast, zoals bijvoorbeeld in camera's met een beeldopneeminrichting zoals schematisch in Fig. 7 getoond. De inrichting bevat een op zichzelf bekende matrix van in rijen en kolommen gerangschikte fotogevoelige elementen 70 die elk een diode D en een veldeffekttransistor T omvatten. Het ene hoofdelektrodegebied van de transistoren T is verbonden met de dioden, en het andere hoofdelektrodegebied met de leeslijnen 71. De poortelektroden van de transistoren zijn verbonden met selectielijnen 72, die door een schuifregister 73 kunnen worden aangestuurd. Wanneer een van de lijnen 72 wordt geselecteerd, kunnen de in de dioden D van de desbetreffende rij opgeslagen signaalladingen via de bijbehorende transistoren D overgeheveld worden op de leeslijnen 71. Ten behoeve van het overdragen van de signalen van de lijnen 71 naar een uitleeslijn 74, zijn tussen de lijnen 71 en de lijn 74 schakelaars 75 aangebracht, die qua opbouw en functie overeenstemmen met de schakelaars $17'_1$, $17'_2$, $17'_3$ uit het voorgaande uitvoeringsvoorbeeld.

De schakelaars 75 zijn verbonden met een klokspanningsbron 76, die aan de poortelektroden van de schakelaars spanningen aangelegt van de in Fig. 5 aangegeven soort.

De schakelaars 75 kunnen juist als in het voorgaande
5 uitvoeringsvoorbeeld parallel met een CTD register verbonden zijn in welk geval de signalen op de signaallijnen 71 gelijktijdig kunnen worden overgeheveld. In het hier getoonde uitvoeringsvoorbeeld echter zijn de schakelaars 75 gemeenschappelijk met de uitgang 74 verbonden en worden derhalve achtereenvolgens aangestuurd.
10

Het zal duidelijk zijn dat de uitvinding niet is beperkt tot de hier beschreven uitvoeringsvoorbeelden, maar dat binnen het kader van de uitvinding voor de vakman nog veel variaties mogelijk zijn. Zo kunnen, in plaats van silicium
15 ook andere geschikte halfgeleidermaterialen, zoals Ge of AIII-BV verbindingen zoals GaAs worden gebruikt. Ook kunnen, in plaats van de geïmplanteerde zones 10 en 11 andere uit de CTD techniek bekende middelen ter verkrijging van potentiaalputten van de gewenste diepte worden gebruikt, zoals verschillende oxyde-
20 dikten, en/of voor schakelspanningsbronnen tussen de elektroden G_{2a} en G_2 en tussen de elektroden G_{3a} , G_3 . Ook kunnen aan de elektroden G_{2a} en G_2 , evenals het elektrodestel G_{3a} , G_3 afzonderlijke klokspanningen worden aangelegd.

In de beschreven uitvoeringsvoorbeelden omvatten
25 de schakelaars een oppervlaktekanaal. In plaats hiervan echter zijn ook uitvoeringen met een begraven kanaal, in analogie van cod's met begraven kanaal, mogelijk.

30

35

CONCLUSIES.

1. Halfgeleiderinrichtingen omvattende een halfgeleider-
lichaam met een schakelinrichting waarmee binnen een bepaalde
tijdsinterval met een eindige tijdsduur T , een hoeveelheid
lading Q_s , die representatief is voor een signaal, van een
5 eerste condensator C_s naar een tweede condensator C_d wordt
overgeheveld, met het kenmerk, dat middelen aanwezig zijn met
behulp waarvan gedurende het genoemde tijdsinterval periodiek
een vaste hoeveelheid lading Q_t naar C_s wordt teruggeheveld met
een frequentie n/T waarbij n en Q_t zodanig zijn gekozen dat in
10 een periode $t < T$, waarbij t wordt gemeten vanaf het begin
van het ladingstransport, een evenwichtssituatie wordt bereikt
waarbij de per tijdseenheid overgehevelde lading uit C_s al-
thans praktisch gelijk is aan de in een zelfde tijdseenheid in
 C_s teruggehevelde lading en de potentiaal van C_s praktisch
15 onafhankelijk is van Q_s .
2. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1, met het
kenmerk, dat Q_t ten hoogste ongeveer 0.1 van de maximale waarde
van Q_s bedraagt.
3. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1 of 2 met
20 het kenmerk dat een aantal elementen aanwezig is waarin infor-
matie in de vorm van elektronische lading kan worden gegene-
reerd en/of opgeslagen en dat verder selectiemiddelen aanwezig
zijn door middel waarvan genoemde elementen selectief kunnen
worden gekoppeld aan de met de schakelinrichting verbonden elek-
25 trode van C_s voor het overdragen van de in de elementen opge-
slagen informatie naar C_s .
4. Halfgeleiderinrichting volgens een of meer van de
voorgaande conclusies, met het kenmerk dat de schakelinrichting
van het veldeffekt-type is en twee aan een oppervlak van het
30 halfgeleiderlichaam grenzende oppervlaktegebieden omvat die
een aan- en afvoergebied van de veldeffektinrichting vormen
die aan respectievelijk de eerste en tweede condensator
zijn gekoppeld, en die onderling zijn gescheiden door een kanaal-
gebied, dat, gezien in de richting van de stroomdoorgang van aan-
35 voergebied naar afvoergebied voorzien is van ten minste twee
achter elkaar gelegen poortelektroden waarvan de eerste bestemd
is om de stroomdoorgang door het kanaalgebied te sturen en de
tweede om in het onderliggende deel van het kanaalgebied een po-

tentiaalput te induceren voor het opslaan van de lading Q_t die door het aanleggen van een geschikte spanning aan de tweede poortelektrode naar het aanvoergebied kan worden teruggeheveld.

5 5. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk dat middelen aanwezig zijn tengevolge waarvan bij het aanleggen van een spanning aan de tweede poortelektrode in het deel van het halfgeleiderlichaam onder de tweede poortelektrode een asymmetrisch potentiaalprofiel wordt verkregen met
10 een potentiaalput nabij de rand van de tweede poortelektrode gelegen aan de kant van het aanvoergebied.

6. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat genoemde middelen een ter plaatse van de potentiaalput gelegen gebied bevatten waarvan de doterings-
15 concentratie verschilt van die van aangrenzende oppervlakteden van het halfgeleiderlichaam.

7. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk dat het genoemde gebied ter plaatse van de potentiaalput onder de tweede potentiaalelektrode gevormd wordt door
20 een met verontreinigingen geïmplanteerde zone.

8. Halfgeleiderinrichting volgens een of meer van de conclusies 4-7 met het kenmerk, dat middelen aanwezig zijn met behulp waarvan de potentiaalput onder de tweede poortelektrode, na terugheveling van de lading Q_t naar het aanvoergebied, weer
25 gevuld kan worden met lading alvorens opnieuw lading van het aanvoergebied naar het afvoergebied wordt overgeheveld.

9. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat genoemde middelen voor het bijvullen van de potentiaalput onder de tweede poortelektrode een derde poort-
30 elektrode tussen de tweede poortelektrode en het afvoergebied omvatten met behulp waarvan in het onderliggende deel van het halfgeleiderlichaam een tweede potentiaalput kan worden geïnduceerd waarin lading kan worden opgeslagen van ten minste de grootte van Q_t .

35 10. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat middelen aanwezig zijn tengevolge waarvan bij het aanleggen van een spanning aan de derde poortelektrode in het onderliggende deel van het halfgeleiderlichaam een asymmetrisch

potentiaalprofiel wordt gevormd met een potentiaalput onder en nabij de rand van de derde poortelektrode gelegen aan de kant van het aanvoergebied.

11. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 10, met
5 het kenmerk, dat genoemde middelen een ter plaatse van de te vormen potentiaalput gelegen oppervlaktegebied bevatten waarvan de doteringsconcentratie verschilt van die van aangrenzende delen van het halfgeleiderlichaam.

12. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 3, met het
10 kenmerk, dat de genoemde elektrode van C_s een strookvormige geleider omvat die samen met de bijbehorende informatie bevattende elementen deel uitmaakt van een beeldopneeminrichting die een aantal soortgelijke strookvormige geleiders en bijbehorende informatie-elementen omvat, waarbij de informatie-
15 elementen gevormd worden door een mozaiek van in lijnen en kolommen gerangschikte fotogevoelige cellen.

13. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de strookvormige geleiders zich evenwijdig aan de kolomrichting van het mozaiek uitstrekken en elk af-
20 zonderlijk zijn verbonden met een bijbehorende schakelinrichting.

14. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de schakelinrichtingen die aan een zijde zijn verbonden met de strookvormige geleiders, aan de andere zijde zijn verbonden met parallelelingen van een ladingsoverdracht-
25 register, waarbij de signaalladingen Q_s per lijn via de schakelinrichtingen parallel in het ladingsoverdrachtregister kunnen worden overgeheveld en via het ladingsoverdrachtregister naar een uitgang kunnen worden getransporteerd om elders in serie te worden afgenomen.

30 15. Halfgeleiderinrichting volgens een van de conclusies 12-14, met het kenmerk, dat de parameters n en Q_t zodanig zijn gekozen dat t kleiner of gelijk is aan de lijnterugslag-tijd.

16. Beeldopneemcamera bevattende een halfgeleiderin-
35 richting volgens een of meer van de conclusies 11-15.

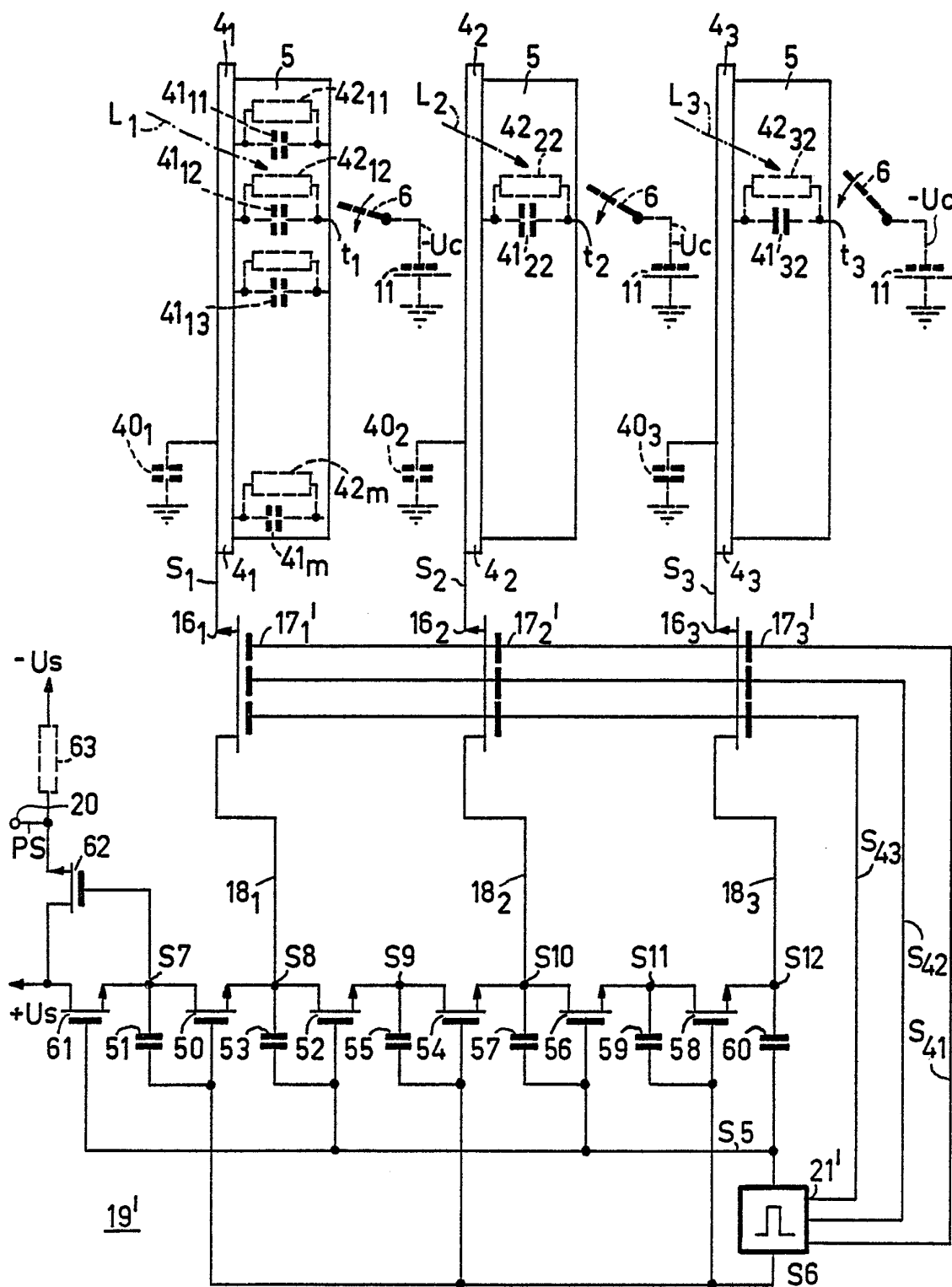


FIG.1

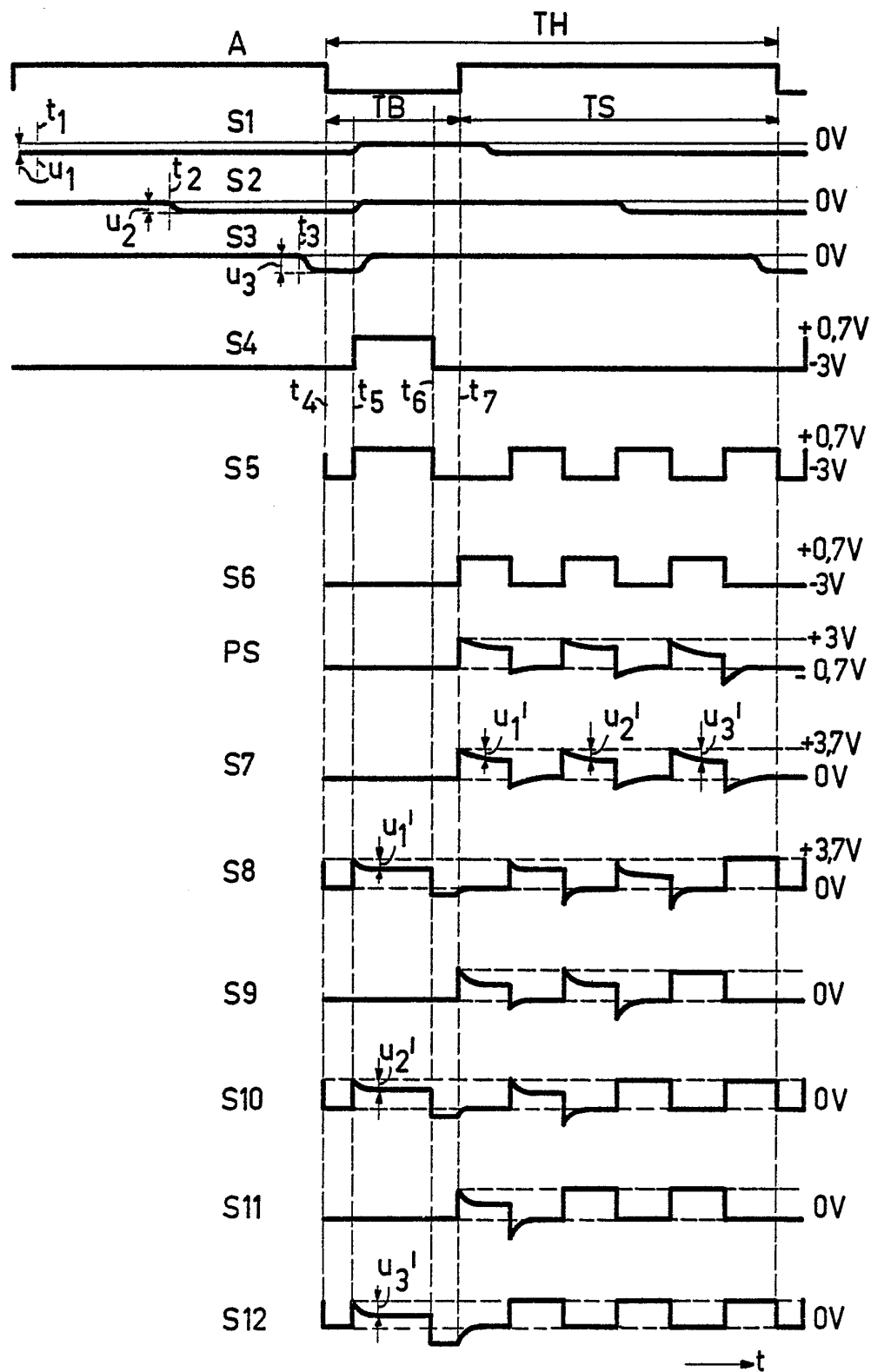


FIG.2

3/4

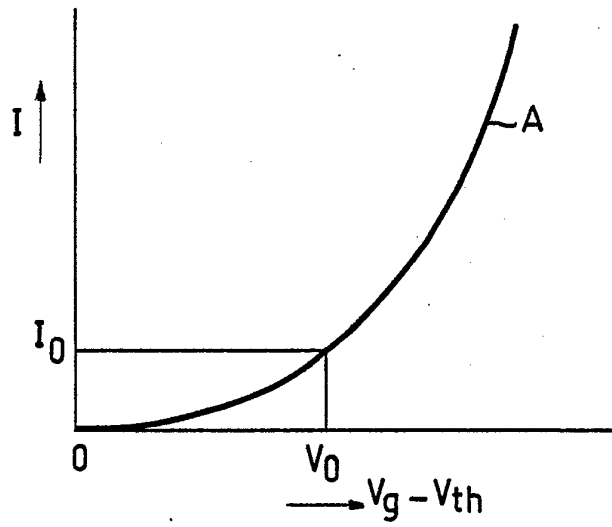


FIG.3

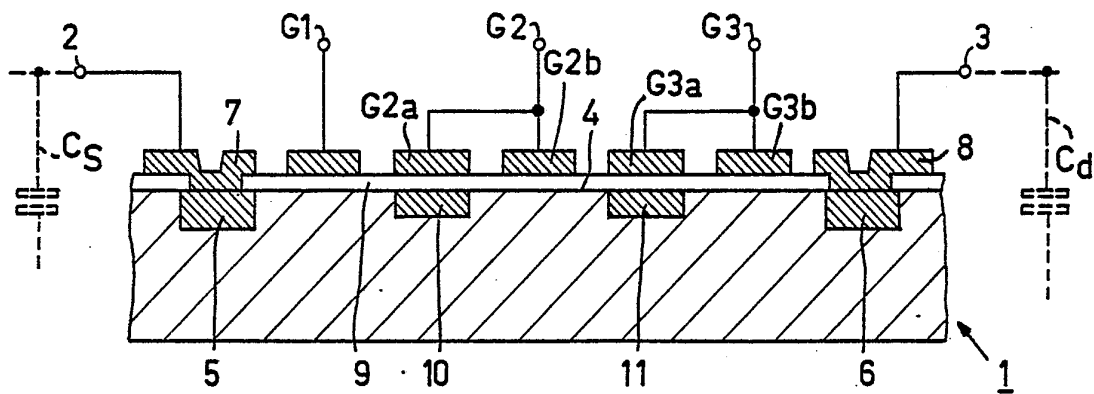


FIG.4

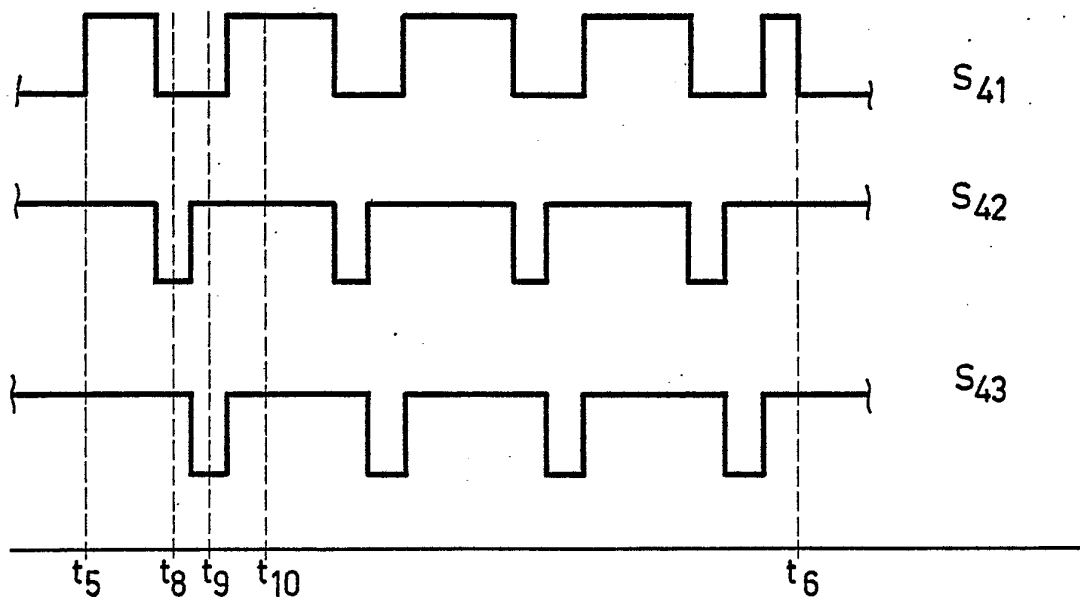


FIG.5

4/4

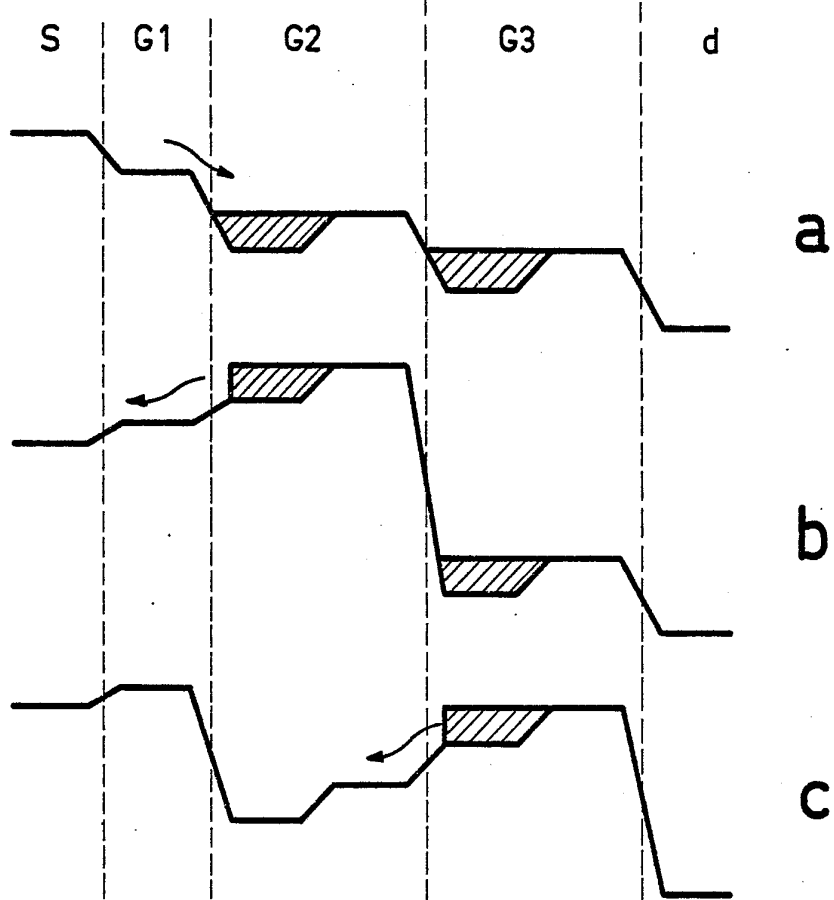


FIG. 6

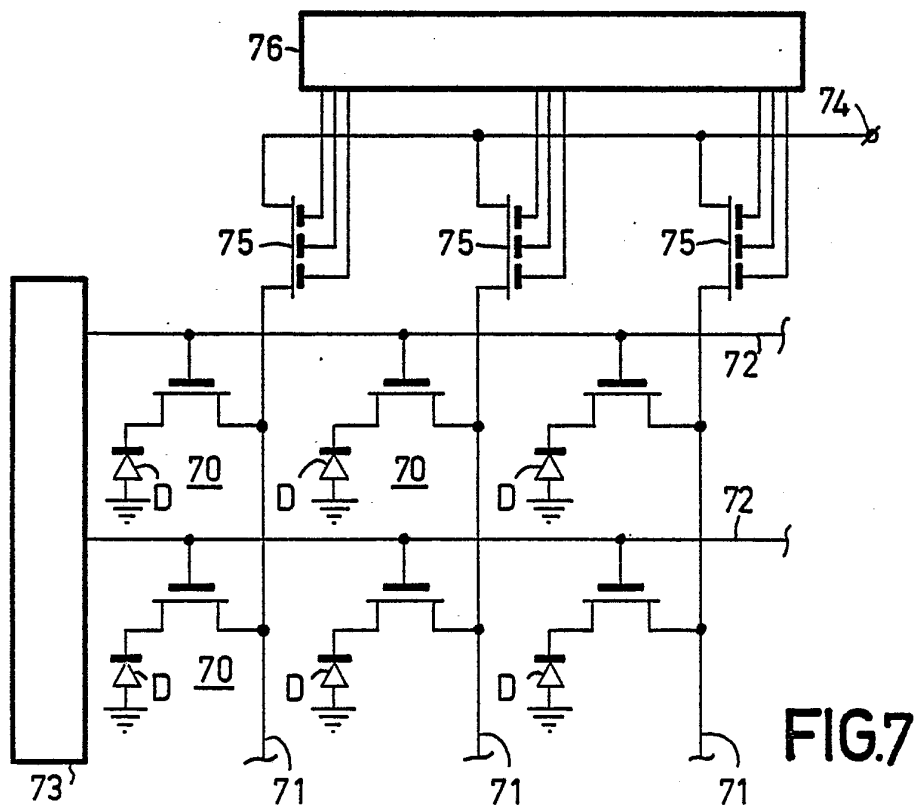


FIG. 7