

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlekningsskrift nr. 127780

Int. Cl. H 01 1 9/00 Kl. 21g-11/02

Patentsøknad nr. 150.081 Inngitt 13.9.1963

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.7.1968

Søknaden utlagt og utlegningsskrift utgitt 13.8.1973

Prioritet begjært fra: 28.9.-62, 18.1.- og 17.6.-63
USA, nr. 226843, 252467, 252510, 252511,
288241

ENERGY CONVERSION DEVICES INCORPORATED,
14121 West McNichols Road,
Detroit 35, Mich., USA.

Oppfinner: Stanford R. Ovshinsky,
Bloomfield Hills, Mich., USA.

Fullmektig: Siv.ing. Tom Bryn.

Symmetrisk halvlederinnretning.

Foreliggende oppfinnelse angår en symmetrisk halvlederinnretning i hvilken et halvlederlegeme med samme ledningsevnetype tvers igjennom står i ohms kontakt med to elektroder anordnet for en belastningsstrømkrets.

Hovedformålet med denne oppfinnelse er å frem-skaffe en strømstyringsinnretning av faststoff-typen for en elektrisk belastningskrets, hvilken strømstyringsinnretning virker som bryter- eller koblingsinnretning for tilnærmet momentant å slutte og bryte eller åpne den elektriske belastningskrets, og er særlig egnet for slutning og brytning av elektriske vekselstrømsbelastningskretser, skjønt den også

127780

gjerne kan anvendes for slutning og brytning av elektriske likestrømsbelastningskretser. Oppfinnelsen kan videre anvendes ved slutning og brytning av elektriske belastningskretser med høy energi, omfattende belastningsområder opp til 250 watt og høyere, spenningsområder opptil 220 volt og høyere samt strømstyrke opp til 10 ampere og høyere ved påtrykning av elektriske felter på innretningen ved hjelp av styresignaler med forholdsvis liten effekt.

For oppnåelse av ovenstående og i det følgende angitte formål har halvlederinnretningen ifølge oppfinnelsen de i patentkrav 1 angitte karakteristiske trekk. Dette halvleder-materiale har i en tilstand eller betingelse en høy motstand og er i det vesentlige en isolator for å sperre strømmen gjennom denne i den ene eller begge retninger og har i en annen tilstand eller betingelse en lav motstand og er i det vesentligste en leder for å slippe strømmen gjennom i den ene eller annen eller begge retninger. I sin sperretilstand kan halvledermaterialer ha motstandsverdier på millioner ohm, mens de i sin ledende tilstand ved samme konfigurasjon kan ha motstandsverdier på mindre enn 1 ohm, og medfører derved sperring av strømmen tilnærmet som i en isolator av høy kvalitet eller tillater strømføring tilnærmet som i en metalleder med god ledningsevne.

Egenskapene ved halvleder-materialet av faststoff-typen i henhold til denne oppfinnelse er slike at innretningene tilnærmet momentant kan omstilles fra sin sperretilstand til sin ledertilstand, og fra sin ledertilstand til sin sperretilstand ved påtrykning av bestemte elektriske felter. Halvleder-materialet ifølge denne oppfinnelse sperrer i sin sperretilstand strømmen i hver retning, d.v.s. i den ene eller annen retning eller eventuelt i begge retninger tilnærmet i like høy grad og leder på samme måte i sin ledertilstand også strømmen i hver retning, d.v.s. i den ene eller annen retning eller eventuelt i begge retninger tilnærmet like godt, og er følgelig meget velegnet for inn- og utkoblingsfunksjoner i vekselstrømskretser. Det er likeledes egnet for inn- og utkobling av elektriske likestrøms-belastningskretser.

Når halvleder-materialet av faststoff-typen ifølge denne oppfinnelse befinner seg i sin sperretilstand og blir

påvirket av en type elektrisk felt med i det minste en terskelverdi, som f.eks. en påtrykket elektromotorisk kraft eller spenning høyere enn en terskelverdi, blir det tilnærmet momentant omstilt fra sin sperretilstand til sin ledertilstand.

Den påtrykte spenning kan være en vekselspenning eller en like-spenning som kan være påtrykket i den ene eller den annen retning. Halvleder-materialet har i visse tilfelle hukommelsesegenskaper og vil forbli i sin ledertilstand selvom den påtrykte spenning blir senket under terskelverdien. Den her omhandlede halvlederstrømstyringsinnretning krever en holdestrøm for å opprettholdes i sin ledertilstand, som omstilles til sin sperretilstand når strømmen avtar under en minste holdestrømverdi, og den betegnes som en innretning uten hukommelsesegenskaper. Betegnelsen "påtrykt spenning" slik denne brukes her er den spenning som påtrykkes den belastningskrets som inneholder halvleder-innretningene av faststoff-typen i henhold til denne oppfinnelse.

En type halvlederinnretning ifølge oppfinnelsen som betegnes strømveksler-innretning (uten hukommelsesegenskaper) befinner seg normalt i en sperretilstand og har alltid en tendens til å innstille seg i sperretilstanden, men som ved de andre innretninger, blir den tilnærmet momentant omstilt fra sin sperretilstand til sin ledertilstand ved påtrykning av en vekselspenning eller en likespenning av i det minste en øvre terskelverdi. Den bibeholder og forblir bare i sin ledertilstand inntil den påtrykte spenning blir nedsatt til en verdi som gir en minste holdestrøm, og når strømmen blir redusert under denne minste holdeverdi, vil den tilnærmet momentant eller øyeblikkelig omstilles fra sin ledertilstand til sin sperretilstand. Den ledende tilstand eller betingelse for strømveksler-innretningen med eller uten hukommelsesegenskaper, er når den bevirkes ved påtrykning av en vekselspenning, over en øvre terskelverdi, en noe modifisert ledertilstand, i hvilken strømføringen blir avbrutt momentant nær nullpunktene for den påtrykte vekselspenning hvor den øyeblikkelige strøm avtar under den minste holdestrømverdi, og lengden av hver slik momentan avbrytelse kan være avhengig av størrelsen av den påtrykte vekselspenning. Når den påtrykte vekselspenning reduseres under en nedre terskelverdi, blir den modifiserte strømgjennomgang avbrutt og innret-

127780

ningen forblir i sin sperretilstand. Når strømveksler-innretningen er strømførende mellom sine øvre og nedre terskelverdier for vekselspenningen, kan den gjennomsnittlige strøm bli modulert ved modulering eller variasjon av den påtrykte vekselspenning mellom de nevnte terskelverdier. Når frekvensen av den påtrykte vekselspenning blir redusert har likeledes strømveksler-innretningen en tendens til å forbli i sin ledende tilstand, og den nedre terskelverdi for den påtrykte vekselspenning, ved hvilken innretningen omstilles fra sin ledetilstand til sin sperretilstand, blir tilsvarende senket. Det antas at de reversible endringer mellom sperre- og ledetilstanden bevirkes av endringer i de indre termodynamiske betingelser i innretningene (f.eks. temperatur, elektrisk potensial, kjemisk sammensetning og/eller fase). Halvledermaterialene i disse innretninger som krever en holdestrøm for å holdes i sin tilstand av lav motstand eller ledetilstand blir her betegnet som halvleder-materialer av strømveksler- eller strømkoblingstypen. De ovennevnte elektriske egenskaper og koblingsfunksjoner kan tilveiebringes av mange forskjellige halvledermaterialer og, spesielt i forbindelse med innretningene utenmhukommelse, er koblingsfunksjonene ikke i kritisk grad avhengig av tilstanden eller betingelsene i halvledermaterialene, idet koblingsfunksjonene finner sted i halvledermaterialer som er krystallinske eller amorfe og kan endog være væskeformige. Noen eksempler på halvledermaterialer er angitt i det følgende.

Det er også funnet at økning av den påtrykte spenning over terskelverdien virker til å nedsette den ledende motstand ytterligere for halvleder-innretningene av faststoff-typen ifølge denne oppfinnelse. På denne måte kan de ledende motstandsverdier for innretningene reguleres og forutbestemmes innen visse grenser.

Halvlederinnretningene ifølge denne oppfinnelse har en temperatur/motstands-koeffisient, idet sperremotstandene og de terskelverdier for påtrykt spenning for omkobling av innretningene fra sine sperretilstander til sine ledetilstander øker når innretningenes temperatur reduseres. En innretning ifølge denne oppfinnelse med en sperremotstand på f.eks. omkring 300.000 ohm ved romtemperatur har en sperremotstand på omkring

500.000.000 ohm ved temperaturen av flytende nitrogen. Derfor kan sperremotstandenes størrelse og terskelverdiene for den påtrykte spenning anvendes som indikasjoner på innretningenes temperatur, (idet høyere temperaturer for innretningene medfører lavere terskelverdier), og disse størrelser kan likeledes forutbestemmes og utvelges ved å regulere temperaturen av innretningene, hvorved disse er istand til å bli omkoblet eller omstillet ved påtrykning av eller tilførsel av ytre varme til disse, hvilket er særlig fordelaktig ved anvendelse av innretningene som transduser.

De vanlige endringer i de vanlige temperaturforhold som normalt opptrer under regulære koblingsanvendelser og omgivelser kan ha tilnærmet ingen virkning på de nettopp beskrevne effekter i halvlederinnretningene ifølge denne oppfinnelse, når disse er særlig innrettet for anvendelse ved vanlige temperaturbetingelser.

De påtrykte elektriske felter for styring av de forannevnte strømstyrings-innretninger av halvledertypen for tilnærmet momentant å inn- og utkoble elektriske belastningskretser med høy energi (inkludert belastningskretser for vekselstrøm) kan greit og lett reguleres. Påtrykning av disse elektriske felter og fremgangsmåten for regulering av disse utgjør også viktige nye erkjennelser, aspekter og formål ved denne oppfinnelse.

Da kobling av vekselstrøms-belastningskretser med høy energi er av stor viktighet og hittil ikke er oppnådd med hell ved hjelp av ett-lags halvleder-innretninger av faststoff-typen, til forskjell fra flerlags dioder med P/N-overganger, vil den følgende beskrivelse hovedsakelig bli rettet mot slike vekselstrøms-anvendelser, skjønt det vil forstås at stort sett tilsvarende virkninger også kan anvendes ved likestrømsbelastningskretser med høy energi og likeledes ved vekselstrøms- og likestrømskretser med lav energi.

Hittil har strømstyringsinnretninger av faststoff-halvleder-typen stort sett vært av den type som regulerer eller styrer likestrøms-kretser eller avstedkommer likeretning av vekselstrøm, idet alle slike innretninger har vært komponenter hovedsakelig for likestrømsdrift og likeretning. Forskningsarbeide innen halvleder-teknikken er hovedsakelig og i størst

127780

utstrekning blitt rettet mot fremskaffelsen av tilnærmet rene halvledermaterialer (i noen tilfeller med små doserte mengder av dopeforurensninger) for slike likestrøms- og likeretningskomponenter. Videre er det gjort store anstrengelser for å eliminere eller å redusere til et minimum endringer i halvleder-materialenes oppbygning og defekter eller rekombinasjonssentre eller -feller, særlig når det gjelder slike defekter eller rekombinasjonssentre eller -feller ved overflaten eller grenseflatene på halvlederinnretningene, da slike fenomener har medført alvorlige og skadelige virkninger på disse halvlederinnretningene.

Det er imidlertid i henhold til foreliggende oppfinnelse, særlig når det anvendes halvledermaterialer som er amorfe eller amorf/krystallinske, funnet at halvlederinnretninger av faststoff-typen som kan endres i struktur eller oppbygning, som er overordentlig rene og som særlig i sperretilstanden eller ved høye motstandsverdier har et stort antall defekter eller rekombinasjonssentre eller -feller, (i det følgende i fellesskap ^{også} betegnet som strømbærer-holdesentre) med hensyn til strømbærerne, i den indre masse og ved overflatene eller grenseflatene i innretningene, har de ovenfor beskrevne elektriske egenskaper og er istand til å inn- eller utkoble elektriske belastningskretser med høy energi, inkludert vekselstrøms-belastningskretser, mellom på- og av-tilstander på den ovenfor beskrevne måte. Det antas at slike endringer i strukturen og forurensninger eller defekter eller rekombinasjonssentre eller -feller og strømbærerne i halvledermaterialene ifølge denne oppfinnelse blir påvirket av de ovenfor nevnte elektriske felter som blir påtrykket på disse for å tilveiebringe de elektriske egenskaper og virkemåter som er beskrevet ovenfor, og som tidligere ikke er tilveiebrakt ved hjelp av de kjente halvleder-innretninger som anvendes som likestrøms- og likeretningskomponenter. Når det brukes krystallinske halvledermaterialer i innretningene uten hukommelse, kan det være nødvendig å ta renheten i betraktning for å oppnå høy motstand i sperretilstanden. Her likesom i tilfelle av innretninger som anvender amorfe materialer, er det nødvendig å forhindre dannelse av en likeretterbarriere og P/N-overgang. Denne oppdagelse og disse prinsipper utgjør ytterligere viktige sider og formål

127780

ved denne oppfinnelse.

Ved å bruke utvalgte halvledermaterialer av faststoff-typen kan de ønskede elektriske egenskaper reguleres og forutbestemmes, som f.eks. vedkommende type innretning, såsom av/på-, strømbryter- eller strømveksler-innretning, de elektriske motstandsverdier for halvleder-innretningene i deres sperretilstand og i deres ledetilstand, innretningenes kapasitet med hensyn til strømsperring og strømføring, terskelverdien av det elektriske felt ved hvilket innretningene tilnærmet øyeblikkelig omstilles fra sin sperretilstand til sin ledetilstand, verdien av det påtrykte elektriske felt som kreves for tilnærmet øyeblikkelig å omstille av/på-innretningen fra sin ledetilstand til sin sperretilstand, verdien av det påtrykte elektriske felt som kreves for tilnærmet øyeblikkelig å omstille strømbryter-innretningen fra sin ledetilstand til sin sperretilstand, og verdien av det elektriske felt ved hvilket strømvekslerinnretningen blir tilnærmet øyeblikkelig omstilt fra sin ledetilstand til sin sperretilstand.

Halvledermaterialene av faststoff-typen kan f.eks. være tallurider, selenider, sulfider eller oxyder av i det vesentlige hvilket som helst metall eller metalloïd eller intermetallisk blanding, eller halvleder eller faste oppløsninger eller blandinger av slike, og særlig gode resultater blir oppnådd når tellurium eller selen anvendes. Disse halvledermaterialer av faststoff-typen kan bli passende utvalgt og passende behandlet for å tilveiebringe de ønskede holdesentre for strømbærere, og det vil i det følgende bli angitt noen spesielle eksempler. Halvledermaterialene i henhold til denne oppfinnelse er ikke-likerektende og kan være av P-typen eller av N-typen.

Halvledermaterialene kan velges for å avstedkomme en intermolekylær båndstruktur med store antall strømbærerholdesentre som følge av en uordnet kjede- eller ringstruktur eller en uordnet atomstruktur, og dette kan befordres eller forsterkes ved behandling av materialet på forskjellige måter, som f.eks. ved anvendelse av urene materialer, tilsetning av forurensninger, påføring på bærelag omfattende oksyder i det indre og/eller ved overflatene eller grenseflatene; mekanisk ved bearbeiding, sandblåsing, slagbehandling, bøyning, etsning

127780

eller behandling med ultralydbølger; metallurgisk dannelse av fysikalske nettverkdannelser ved hjelp av varmebehandling og hurtig avkjøling eller ved høyenergetisk stråling med alfa-, beta- eller gammastråler; kjemisk ved hjelp av oksygen, salpetersyre eller fluorvannstoff, klor, svovel, karbon, gull, nikkel, jern eller manganinnhold, eller ioniske komposisjoner omfattende alkali eller jordalkalimetall-komposisjoner; elektrisk ved hjelp av elektriske pulser eller kombinasjoner av slike.

Halvledermaterialene av faststoff-typen i henhold til denne oppfinnelse kan ha form av et legeme, en skive eller et belegg eller en film og kan utføre sine strømføringsfunksjoner i det indre og/eller ved overflaten eller i grenseflatene eller ved kombinasjoner av disse virkninger, idet den mest fremtredende styringsvirkning vanligvis bevirkes ved overflatene eller grenseflatene. Overflatene kan omfatte en film som kan innehold oksyder og tykkelsen av dette legeme, skiven, belegget eller filmen kan ligge i området for en i det vesentlige monomolekylær tykkelse opptil en tykkelse på noen titusendedels sentimeter eller opptil en tykkelse på noen hundredels sentimeter eller mer. Det anvendes elektrisk ledende elektroder for innkobling av halvledermaterialene i serie med den elektriske belastningskrets og strømmen kan flyte gjennom materialet omfattende dettes grenseflater eller overflater eller filmer, eller langs overflatene av selve filmen. Arten og tykkelsen av halvledermaterialene og deres grenseflater, overflater og filmer, avstanden mellom elektrodene og den måte elektrodene er påført på har en virkning på resultatene, men halvlederinnretningene i henhold til denne oppfinnelse kan tilpasses spesielt for å kunne tilfredsstille nesten hvilket som helst krav eller behov.

Det er blitt fremsatt forskjellige funksjonsteorier for de hittil kjente halvlederinnretninger av faststoff-typen, men ingen av dem synes å være tilstrekkelige til fullt ut å forklare virkemåten av halvlederinnretningene i henhold til denne oppfinnelse. Den særlige teori blant funksjonsteoriene for halvlederinnretningene i henhold til denne oppfinnelse er ikke med sikkerhet fastlagt, men det kan fremsettes forskjellige teorier eller antagelser som kan gjøres i forsøk på

å forstå denne oppfinnelse bedre.

Som et eksempel på en mulig teori i henhold til denne oppfinnelse, eksisterer det i halvledermaterialet og dets overflater og ved grenseflatene mellom halvledermaterialet og de elektroder som er forbundet med dette, holdesentre for strømbærere, eller tilstander eller betingelser som kan være virksomme under styring av elektriske felter som anvendes eller pålegges disse for å holde og frigjøre strømbærerne.

Det er disse tilstander eller betingelser som har vært en stor vanskelighet eller ulempe for konstruktører av halvlederkomponenter, men som blir effektivt utnyttet ved denne oppfinnelse.

I halvlederinnretningene i henhold til denne oppfinnelse er det mulig at strømbærerne og deres mobilitet eller bevegelse blir slik styrt av et elektrisk felt at de forblir i en fri, nesten metallisk tilstand eller ledningsbetingelse, og at de frie strømbærere i ledetilstanden blir slik styrt i avhengighet av elektriske felter at deres tilgjengelighet reduseres og frembringer en halvledende eller en dielektrisk eller sperretilstand som vedvarer i det vesentlige ubegrenset. Det er også mulig at det finner sted en endring i fase påvirkningstilstand (state) eller tilstand (condition) i det indre av halvledermaterialet eller umiddelbart nær elektrodene, hvilket skjer usedvanlig raskt og i høy grad reversibelt, såsom en endring i fase eller tilstand mellom en krystallinsk tilstand hvor materialet er en leder og en amorf tilstand hvor det er en isolator, og/eller en endring i fase eller tilstand mellom en myknet eller smeltet eller væskeformig tilstand hvor materialet er en leder og en fast tilstand hvor det er en isolator, og eller en endring i krystallstruktur og størrelse og innbyrdes forhold mellom krystaller i forbindelse med slike endringer i fase eller betingelser, hvorved halvledervirkning med strømbærere og holdesentre for strømbærere sannsynligvis er tilstede i hvilken som helst eller alle av slike faser eller tilstander.

Det er mulig at halvledermaterialene og deres grenseflater og overflater, og særlig der hvor det inngår oksyder, tjener til å bevirke sterke lokale felter, og under visse betingelser er tunneldannelse mulig. De urenheter eller forurensninger og defekter og ioner som er introdusert i materi-

127780

alene og deres overflater og grenseflater virker sannsynligvis som styrbare holdesentre for strømbærerne og påvirker sannsynligvis også romladningen. Det er videre mulig at kontaktene mellom halvledermaterialene og elektrodene er i det vesentlige ikke-likerettende eller ohmske kontakter som leder strøm i den ene eller begge retninger uten likeretning, men som ved påtrykning av visse elektriske felter er istand til å bevirke at metallektrodene injiserer strømbærere i halvledermaterialene eller samler opp strømbærerne.

Det kan også være mulig at det etableres en barriere av ladningene ved grenseflatene mellom halvledermaterialet og metall-elektrodene i forbindelse med disse, hvilket medfører en sperretilstand, og det er mulig at en elektrisk gradient i form av et elektrisk felt, såsom den påtrykte spenning, virker som om den reduserer barrieren ved å bevirke adskillelse av strømbærerne fra sine holdesentre og avstedkomme en ledetilstand for i det vesentlige uhindret strømføring. Det kan tenkes at i ledetilstanden blir strømbærerne emittert og at barrieren er forsvinnende tynn.

Det kan også tenkes at strømbærer-holdesentrene blir gjenaktivert for å rekombinere eller innfange eller holde strømbærerne for å gjenopprette barrieren og følgelig sperretilstanden eller sperrebetingelsene.

Halvledematerialene i innretningene ifølge denne oppfinnelse kan fortrinnsvis være materialer av polymertypen innbefattet polymeriske nettverk og lignende med kovalent binding og kryssforbindelser som gir høy motstand mot krystallisasjon, som i sin tilstand av høy motstand eller sperretilstand, befinner seg i en lokalt organisert uordnet faststofftilstand som er i hovedsaken amorf (ikke krystallinsk), men som muligens kan inneholde forholdsvis små krystaller eller kjede- eller ringsegmenter som sannsynligvis vil holdes i tilfeldig orientert stilling av kryssforbindelsene. Disse polymerstrukturer kan være endimensjonale, todimensjonale eller tredimensjonale strukturer. Det antas at slike stort sett amorfe polymerlignende halvledermaterialer har betydelige strømbærer-holdesentre og et forholdsvis stort energitap, at de har en forholdsvis liten midlere fri veilengde for strømbærerne, store rompotensialfluktuasjoner og forholdsvis få frie strømbærere på grunn av den amorfe

struktur og de betydelige strømbærer-holdesentre i materialet, slik at det fremkommer høy motstand og en sperretilstand. I denne forbindelse blir det antatt at slike amorfe halvleder-materialer kan ha en høyere motstand ved de ordinære og vanlige brukstemperaturer, større ikke-lineær negativ temperatur/motstands-koeffisient, lavere varmeledningskoeffisient og større endring i elektrisk ledningsevne mellom blokkerings-tilstand og ledetilstand enn halvledermaterialer av den krystallinske type, og således er mer velegnet for mange anvendelser av denne oppfinnelse.

Imidlertid kan halvledermaterialene i strømveksler- eller strømkoblingsinnretningene uten hukommelse være krystallinsklignende materialer i sin tilstand med høy motstand eller sperretilstanden, med betydelige strømbærer-holdesentre, og det antas at slike krystallaktige halvledermaterialer har en forholdsvis stor midlere fri veilengde for strømbærerene på grunn av krystallgitterstrukturen og følgelig en høy mobilitet eller bevegelighet for strømbærerene, men at det er forholdsvis få frie strømbærere på grunn av de betydelige strømbærer-holdesentre i dette, et forholdsvis stort energitap og store rompotensial-fluktuasjoner for å frembringe den høye motstand eller sperretilstanden.

Når et elektrisk felt blir påtrykket eller meddelt halvledermaterialet (enten det er av den krystallinske type eller den amorfe type) i en innretning ifølge denne oppfinnelse i sin sperretilstand, så som en spenning påtrykket på elektrodene, vil motstanden av i det minste visse deler eller baner i halvledermaterialet mellom elektrodene nedsettes gradvis og langsomt etter hvert som det påtrykte felt øker, inntil det tidspunkt da det påtrykte felt eller spenningen øker til en terskelverdi, hvorefter de nevnte deler eller baner i halvledermaterialet, og i det minste én strømvei mellom elektrodene, blir tilnærmet øyeblikkelig omstilt eller endret til en tilstand med lav motstand eller ledetilstand for gjennomgang av strøm. Det antas at det påtrykte terskelfelt eller terskelspenningen avstedkommer tenning eller gjennomslag eller "omkobling" av de nevnte deler eller baner i halvledermaterialet, og at gjennomslaget kan være av elektrisk eller termisk art eller en kombina-

127780

sjon av begge disse typer, idet den elektriske nedbrytning eller gjennomslaget som bevirkes av det elektriske felt eller spenningen er mer utpreget når motstanden mellom elektrodene er liten, så som en brøkdel av en mikron eller lignende, og det termiske gjennomslag som bevirkes av feltet eller spenningen er mer utpreget for større avstander mellom elektrodene. For noen krystallinsklignende materialer kan avstandene mellom elektrodene være så små at barrierelikeretning og P/N-overgangsvirkning er umulig på grunn av at avstandene ligger under overgangslengden (transition length) eller barrierehøyden. Omkoblingstidene for omstilling fra sperretilstand til ledetilstand er overordentlig korte, mindre enn noen få mikrosekunder.

Det elektriske gjennomslag kan skyldes hurtig frigjøring, multiplikasjon og ledning av strømbærere på lavinelignende måte under påvirkning av det påtrykte elektriske felt eller spenningen, hvilket kan skyldes ytre feltemisjon, indre feltemisjon, støt- eller kollisjonsionisasjon fra strømbærerholdesenteret (rekombinasjonssenteret, feller eller lignende), støt- eller kollisjonsionisasjon fra valensbånd, meget lik det som forekommer ved gjennomslag i et gassutledningsrør, eller ved reduksjon av høyden eller bredden av mulige potensialbarrierer og tunneldannelse eller lignende kan også være mulig. Det antas at den lokale organisasjon av atomene og deres innbyrdes forhold i rommet i krystallgitrene i materialene av krystallinsk type og den lokale organisasjon og det innbyrdes forhold i rommet mellom atomene eller små krystaller eller kjede- eller ringsegmenter i amorfe materialtyper ved gjennomslag er slik at det fremkommer i det minste en minste midlere fri veilengde for strømbærerne som frigjøres av det elektriske felt eller spenningen, tilstrekkelig til å muliggjøre den nødvendige aksellerasjon av de frie strømbærere av det påtrykte felt eller spenningen for å frembringe støt- eller kollisjonsionisasjon og elektrisk gjennomslag. Det antas også at en slik minste midlere fri veilengde for strømbærerne iboende kan være til stede i den amorfe struktur og at strømledningstilstanden i høy grad avhenger av den lokale organisasjon både for den amorfe og den krystallinske tilstand. Som forklart ovenfor kan det eksistere en forholdsvis stor midlere fri veilengde for strømbærerne i den

krystallinske struktur.

Den termiske nedbrytning eller gjennomslaget kan skyldes oppvarming på grunn av strømgjennomgang i de nevnte deler eller baner av halvledermaterialet på grunn av det elektriske felt eller den påtrykte spenning, idet halvledermaterialet har en betydelig ikke-lineær negativ temperatur/motstandskoeffisient og en minimal varmeledningskoeffisient, og motstanden av de nevnte deler eller baner eller strømveier i halvledermaterialet avtar raskt etter oppvarming av dette. I denne forbindelse blir det antatt at en slik reduksjon av motstanden øker strømmen og hurtig fører til oppvarming på grunn av strømgjennomgang i de nevnte deler, baner eller strømveier i halvledermaterialet for termisk å frigjøre strømbærerne slik at de blir aksellerert i den midlere frie veilengde av det elektriske felt eller den påtrykte spenning for å avstedkomme en hurtig frigjøring, multiplikasjon og fremføring av strømbærere på lavinelignende måte, og følgelig gjennomslag og, spesielt i den amorf tilstand, kan overlappingen av elektroner i sine baner som følge av arten av den lokale organisasjon, frembringe forskjellige sub-bånd i båndstrukturen.

Det antas også at den strøm som derved er blitt innledet mellom elektrodene ved gjennomslag (elektrisk, termisk eller begge) bevirker at de nevnte deler eller baner i halvledermaterialet mellom elektrodene blir tilnærmet momentant oppvarmet ved strømgjennomgangen, at ved således forhøyede temperaturer og under påvirkning av det elektriske felt eller den påtrykte spenning, ytterligere strømbærere blir frigjort, multiplisert og ledet på lavinelignende måte for å avstedkomme høy strømtetthet og en lav motstand eller ledetilstand som opprettholdes ved sterkt redusert påtrykt spenning. Det er mulig at den angitte økning i mobiliteten av strømbærerne ved høyere temperatur og høyere elektrisk feltstyrke skyldes det faktum at strømbærerne blir eksitert til populasjonsbånd med høyere energitilstand og med lavere effektiv masse, og følgelig høyere mobilitet enn ved lavere temperaturer og elektriske feltstyrker. Muligheten for tunneldannelse øker med lavere effektiv masse og høyere mobilitet. Det er også mulig at det kan opprettes en romladning på grunn av muligheten av at strømbærerne har for-

127780

skjellige masser og mobiliteter og da det kan være opprettet et inhomogent elektrisk felt som kontinuerlig vil heve eller bringe strømbærere fra en mobilitet til en annen på regenerativ måte. Når strømtetthetene i innretningene øker, avtar strømbærer-mobilitetene og derfor øker deres innfangningsmuligheter. I ledetilstanden vil strømbærerne være mer energirike enn sine omgivelser og er å betrakte som varme. Det er ikke helt klart på hvilket punkt de tilstedeværende minoritetsbærere kan ha innvirkning på strømledningsprosessen, men det er mulig at disse strømbærere kan tre inn og dominere, d.v.s. bli majoritetsstrømbærere på visse kritiske nivåer.

Det antas videre at graden av økning i den midlere fri veilengde for strømbærerne i de amorflignende halvleder-materialer og den økede strømbærermobilitet er avhengig av graden av økning i temperatur og feltstyrke, og det er mulig at de nevnte deler, baner eller strømveier i noen av de amorflignende halvledermaterialer blir elektrisk aktivert og oppvarmet i det minste til en kritisk omdannelses- eller omvandlingstemperatur, så som en glassomvandlingstemperatur (transition temperature), hvor mykning begynner å inntre. På grunn av denne økning i den midlere fri veilengde for strømbærerne blir således de strømbærere som er frembrakt og frigjort av det elektriske felt eller den påtrykte spenning, hurtig frigjort, multiplisert og ledet på lavelignende måte under påvirkning av feltet eller spenningen for å avstedkomme og opprettholde en lav motstand eller ledetilstand. Videre kan de strømledende filamenter eller tråder eller strømveier øke eller avta i tverrsnitt eller volum i avhengighet av strømtettheten og følgelig kan strømgjennomgangen variere ved tilnærmet konstante spenninger og det skjer ingen vesentlig total dannelselse av varme i innretningene.

Det antas at i det amorfe halvledermateriale ifølge denne oppfinnelse er det alltid til stede krefter som forhindrer eller nedbryter krystallene (kryssforbindelser og lignende i polymerstrukturen) som alltid er tilbøyelige til å bevirke at halvledermaterialene antar sin sterkt uordnede eller i hovedsaken amorfe faststoff-tilstand og at etter aktivering av det påtrykte terskelfelt eller spenningen og oppvarming av de nevnte deler eller baner av halvledermaterialene, blir krystallfor-

forhindrengs- eller nedbrytningskreftene redusert og krystallisasjonskreftene gjør seg gjeldende, hvilket søker å bevirke at de nevnte deler, baner eller strømveier i halvledermaterialene inntar sin mer ordnede krystalllignende faststoff-tilstand. Hvorvidt disse deler eller baner i materialene endres til og forblir i sin mer ordnede eller krystallinske faststoff-tilstand eller ikke, eller forblir i sin uordnede eller stort sett amorfe faststoff-tilstand (skjønt i en dynamisk mer ordnet faststoff-tilstand), antas å avhenge av de relative styrker av krystallforhindrengs- eller nedbrytningskreftene og krystallisasjonskreftene. Strømvekslerinnretningene uten hukommelse og som anvender amorfe materialer forblir alltid i den uordnede eller stort sett amorfe tilstand. I hukommelsesinnretningene hvor krystallisasjonskreftene er tilstrekkelig sterke til å bevirke at de nevnte deler, baner eller strømveier i halvledermaterialene endres til å forbli i sin mer ordnede krystallinskelignende tilstand kan disse krystallisasjonskrefter reguleres og reduseres tilstrekkelig til å tillate at de alltid nærværende krystallforhindrengs- eller nedbrytningskrefter tilbakefører de nevnte deler eller baner i halvledermaterialene til sin uordnede eller stort sett amorfe faststoff-tilstand. Når de nevnte deler eller baner av halvledermaterialene av strømvekslertypen, slik som anvendt i slike strømvekslerinnretninger uten hukommelse, er i sin tilstand med lav motstand eller ledetilstand, d.v.s. deres dynamisk mer ordnede faststoff-tilstand, og selv når de har en temperatur høyere enn den forannevnte kritiske overgangstemperatur, vender de automatisk og tilnærmet momentant ved vesentlig reduksjon av strømmen under en viss holdeverdi, tilbake til sin høye motstand eller sperretilstand, d.v.s. den uordnede eller stort sett amorfe faststoff-tilstand, mot hvilken de alltid søker å vende tilbake. Det antas at disse halvledermaterialer har forholdsvis sterke krystallforhindrengs- eller nedbrytningskrefter (en større grad av kryssforbindelser i polymerstrukturen) i forhold til krystallisasjonskreftene.

Halvlederinnretningene av faststoff-typen for strømstyring i henhold til denne oppfinnelse kan ta mange forskjellige former og kan være av en type med to, tre eller fire elektroder i avhengighet av den virkemåte de er beregnet for. Hvis

127780

innretningene skal utsettes for kraftige eller vanskelige atmosfæriske betingelser eller uvøren behandling, kan de innkapsles på passende måte. Innkapslingen representerer intet virkelig problem da innretningene er i det vesentlige isolatorer i sin sperretilstand, er i det vesentlige ledere i sin ledetilstand og blir også i det vesentlige øyeblikkelig omstilt fra sin sperretilstand til sin ledetilstand.

Andre formål og fordeler med denne oppfinnelse vil fremgå for fagfolk av den følgende beskrivelse i tilknytning til tegningene av hvilke:

Fig. 1 til 17 på skjematisk måte illustrerer forskjellige former for strømstyrings-innretninger av faststoff-typen i henhold til denne oppfinnelse;

Fig. 18 er et skjematisk koblingsdiagram for en prøvekobling som er beregnet for prøvning og demonstrasjon av virkemåten av strømstyrings-innretningene av faststoff-typen ifølge oppfinnelsen, omfattende innretninger av av/på-, strømbryter og strømveksler-typen;

Fig. 19 er en serie kurver som viser virkemåten for strømveksler-innretningen;

Fig. 20 er et skjematisk diagram over en typisk belastningskrets ved anvendelse av en strømveksler-innretning;

Fig. 21 er et skjematisk diagram over en typisk belastningskrets ved anvendelse av en strømveksler-innretning som arbeider som en logisk krets, såsom en OG-port;

Fig. 22 er et skjematisk diagram over en typisk belastningskrets ved anvendelse av en strømveksler-innretning med fire elektroder;

Fig. 23 er et koblingsskjema i likhet med det på fig. 22 og viser en typisk belastningskrets ved anvendelse av en strømveksler-innretning med tre elektroder; og

Fig. 24 er et skjematisk diagram over en typisk belastningskrets ved anvendelse av en strømbryter-innretning;

Fig. 25 er et skjematisk diagram over en annen typisk belastningskrets ved anvendelse av en strømveksler-innretning med tre elektroder; og

Fig. 26 viser en karakteristisk kurve for strømveksler- eller strømkoblingsinnretning uten hukommelse, idet

strømmen er angitt som funksjon av likespenningen.

En halvleder- eller strømstyrings-innretning av faststoff-typen i henhold til denne oppfinnelse er vist skjematisk på fig. 1 og innbefatter et legeme 10 av halvleder-materiale av faststoff-typen, to elektrisk ledende elektroder 11 og 12 i elektrisk kontakt med halvleder-legemet 10 og to tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i serie i en elektrisk belastningskrets. Elektrodene 11 og 12 kan være innesluttet i legemet 10 eller de kan på passende måte være anbrakt og festet på overflaten av legemet 10. I dette tilfelle går strømmen gjennom halvleder-legemet 10 og styringen av strømmen blir i hovedsaken foretatt i det indre av legemet 10, idet det effektive materialet mellom elektrodene normalt er i sin sperre-tilstand.

I strømstyrings-innretningen på fig. 2 har et legeme 15 av halvleder-materialet av faststoff-typen overflater eller filmer 16 og 17 på hvilke det er anbrakt elektroder 11 og 12 med tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets. Her går strømmen gjennom legemet 15 og overflatene eller filmene 16 og 17, og styringen av strømmen finner i hovedsaken sted i overflatene eller filmene 16 og 17, idet materialet i legemet er i sin ledertilstand og materialet i overflatene eller filmene er i sin sperretilstand.

På fig. 3 omfatter strømstyrings-innretningen et halvleder-legeme 18 av faststoff-typen med en enkelt overflate eller film 19, hvor elektroden 11 er i elektrisk kontakt med legemet 18 og elektroden 12 er i elektrisk kontakt med filmen eller overflaten 19. Tilledere 13 og 14 tjener til å forbinde innretningen med den elektriske belastningskrets. Strømmen flytter gjennom legemet 18 og overflaten eller filmen 19, og styringen av strømmen finner i hovedsaken sted i overflaten eller filmen 19, idet materialet i legemet er i sin ledertilstand og materialet er i overflaten eller filmen normalt i sin sperretilstand. Elektroden 11 kan være innesluttet i legemet 18 eller anbrakt på overflaten av dette og elektroden 12 er anbrakt på overflaten eller filmen 19.

På fig. 4 omfatter strømstyrings-innretningen 2

halvleder-legemer 20 og 21 av faststoff-typen som er forsynt med overflater eller filmer 22, henholdsvis 23. Legemene 20 og 21 er på passende måte sammenføyet med sine respektive filmer 22 og 23 innlagt mellom seg ig i elektrisk kontakt. Elektrodene 11 og 12 er i elektrisk kontakt med legemene 20 og 21 og de kan være innesluttet i disse eller anbrakt på de ytre overflater av legemene. Tilledningene 13 og 14 forbinder denne innretning med den elektriske belastningskrets. Strømmen flyter gjennom legemene 20 og 21 og de respektive overflater eller filmer 22 og 23, og styringen av strømføringen blir i hovedsaken foretatt i overflatene eller filmene 22 og 23, idet materialet i legemene er i sin ledetilstand og materialet i overflatene eller filmene er i sin sperretilstand.

Strømstyrings-innretningen på fig. 5 omfatter et legeme 24 av halvleder-materialet av faststoff-typen og to innbyrdes adskilte elektroder 11 og 12 som på passende måte er festet på legemet 24. Tillederne 13 og 14 innkobler innretningen i serie i den elektriske belastningskrets. Elektrodene 11 og 12 kan være innesluttet i legemet 24 eller de kan på passende måte være anbrakt på dettes overflate. Strømmen flyter langs legemet 24 mellom elektrodene 11 og 12 og styringen av strømmen skjer i hovedsaken i det indre av legemet 24, idet det effektive materialet mellom elektrodene normalt er i sin sperretilstand.

På fig. 6 omfatter strømstyrings-innretningen av faststoff-typen et legeme 25 med en overflate eller film 26 på den ene sideflate sammen med adskilte elektroder 11 og 12 som på passende måte er anbrakt på overflaten eller filmen 26. Her er strømføringen i hovedsaken langs legemet og gjennom overflaten eller filmen 26 mellom elektrodene 11 og 12 og legemet, og styringen av strømmen skjer i hovedsaken i overflaten eller filmen 26, idet materialet i legemet er i sin ledetilstand og materialet i overflaten eller filmen normalt er i sin sperretilstand.

Strømstyrings-innretningen på fig. 7 likner den på fig. 6, idet den omfatter et legeme 27 av halvleder-materiale av faststoff-typen med en overflate eller film 28. To elektrisk ledende elektroder 29 og 30 i form av inn mellom

hverandre stikkende metallelementer i form av kammer, blir passende anbrakt på overflaten eller filmen 28. Her skjer strømføringen i hovedsaken langs legemet og gjennom overflaten eller filmen 28 mellom elektrodene 29 og 30 og legemet, og styringen av strømmen skjer i hovedsaken i overflaten eller filmen 28, idet materialet i legemet er i sin ledetilstand og materialet i overflaten eller filmen normalt er i sin sperretilstand. Elektrodene 29 og 30 er forsynt med tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets.

Strømstyrings-innretningen på fig. 8 omfatter en pellet eller perle 31 av faststoffhalvleder-materiale som fortrinnsvis har en overflate eller film. To elektrisk ledende elektroder 32 og 33 er på passende måte festet på overflaten eller filmen på den nevnte perle 31 og elektrodene 32 og 33 kan være forlenget for å danne tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets, eller de kan være forsynt med separate tilledere for dette formål. Her finner strømgjennomgangen i hovedsaken sted gjennom overflaten eller filmen, og perlen 31 mellom elektrodene 32 og 33, og styringen av strømmen skjer i hovedsaken i overflaten eller filmen, idet materialet i perlen er i sin ledetilstand og materialet i overflaten eller filmen normalt er i sin sperretilstand.

Strømstyrings-innretningen ifølge fig. 9 omfatter to elektrisk ledende tråder 34 og 35 som er belagt med halvleder-materialer 36 og 37 av faststoff-typen. Halvleder-materialene 36 og 37 på trådene 34 og 35 er på passende måte holdt i elektrisk kontakt med hverandre og strømovergangen skjer gjennom halvleder-materialene 36 og 37 mellom trådene 34 og 35, idet halvleder-materialet normalt er i sin sperretilstand. Trådene 34 og 35 kan være forlenget for å danne tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets eller de kan være forsynt med separate tilledere for dette formål. Skjønt fig. 9 viser at begge tråder 34 og 35 har halvleder-materiale som belegg, kan halvleder-materialet utelates fra den ene av trådene, og i dette tilfelle blir den blanke tråd satt i elektrisk berøring med halv-

127780

ledermaterialet på den annen tråd. Effektiv virkemåte og tilfredsstillende resultat blir oppnådd i begge tilfeller.

Strømstyrings-innretningen på fig. 10 likner den på fig. 9, men adskiller seg fra denne ved den måte trådene og halvledermaterialene holdes i elektrisk kontakt med hverandre. På fig. 10 er to tråder 38 og 39 forsynt med belegg av halvledermateriale 40 og 41, og trådene 38 og 39 og halvledermaterialet 40 og 41 blir tvunnet sammen for å bevirke den riktige elektriske kontakt mellom disse. Her flyter strømmen gjennom halvledermaterialene 40 og 41 mellom trådene 38 og 39, idet halvledermaterialene virker til å styre strømgjennomgangen. Trådene 38 og 39 kan være forlenget for å danne tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets, eller de kan være forsynt med separate tilledere for dette formål. Likesom på fig. 9 behøver også her bare en av trådene å være belagt med halvledermaterialet, og i begge tilfeller blir det oppnådd tilfredsstillende resultater og effektiv funksjon.

Halvlederinnretningen på fig. 11 anvender også tråder 42 og 43 som er belagt med passende halvledermaterialer 44 og 45. Halvledermaterialene 44 og 45 er i elektrisk kontakt med hverandre når trådene 42 og 43 er lagt i kryss mot hverandre som vist på fig. 11. Trådene 42 og 43 kan forlenges for å danne tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets, eller det kan være anordnet separate tilledere for dette formål. Strømmen flyter her gjennom og blir styrt av halvledermaterialene 44 og 45 der hvor trådene krysser hverandre og halvledermaterialene ligger an mot hverandre, idet materialene normalt er i sin sperre, tilstand. De andre ender av trådene 42 og 43 kan om det ønskes, utnyttes som styrelektroder. Som ved innretningene ved fig. 9 og 10 behøver bare den ene av trådene 42 eller 43 være belagt med halvledermateriale, og i begge tilfeller blir det oppnådd effektiv funksjon og tilfredsstillende resultater.

Strømstyringsinnretningen på fig. 12 har fire elektroder. Innretningen omfatter et legeme 46 av halvledermateriale av faststoff-typen og har elektroder 11 og 12 anbrakt på passende måte på motsatte sideflater av dette, hvilke

elektroder 11 og 12 er forsynt med tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets. Her flyter strømmen gjennom legemet 46 og styringen av strømmen blir i hovedsaken bevirket i det indre av legemet 46, idet det effektive materialet mellom elektrodene normalt er i sin sperretilstand. En annen sideflate av legemet 46 er forsynt med en elektrode 47 som bærer en tilleder 48 og en ytterligere flate på legemet 46 er forsynt med en elektrode 49 forsynt med en tilleder 50. Elektrodene 47 og 49 er prinsipielt styreelektroder for å påvirke eller omstille legemet 46 for å lede strøm mellom elektrodene 11 og 12 eller for å sperre strømgjennomgangen mellom elektrodene 11 og 12. Elektrodene 11, 12, 47 og 49 kan være innesluttet i legemet 46 eller de kan være anbrakt på overflatene av dette. Således blir ved innretningen på fig. 12 strømgjennomgangen gjennom denne mellom tillederne 13 og 14 styrt ved hjelp av elektriske signaler eller - felter påtrykket tillederne 48 og 50.

Strømstyringsinnretningen på fig. 13 likner den på fig. 12 idet den omfatter et legeme av halvledermateriale 55 med elektroder 11 og 12 anbrakt på dette og forbundet med tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets, idet det effektive materiale mellom elektrodene normalt er i sin sperretilstand. Innretningen omfatter også styreelektroder 47 og 49 som ved hjelp av tilledere 48 og 50 er innkoblet i en styrekrets. Her er imidlertid elektrodene 47 og 49 elektrisk isolert fra legemet 55 ved hjelp av isolatorer 56 og 57 slik at strømmen mellom elektrodene 11 og 12 er isolert fra elektrodene 47 og 49. Strømgjennomgangen blir styrt av et elektrisk felt som i det vesentlige utgjøres av en kapasitiv eller ladningseffekt mellom styreelektrodene 47 og 49 bestemt av styrekretsen. Her har halvlederlegemet 55 tilnærmet en timeglass-form hvorved strømbærerne blir konsentrert mellom styreelektrodene 47 og 49 for å avstedkomme en mer effektiv styring av strømmen.

Strømstyringsinnretningen på fig. 14 likner den på fig. 12, men her er det brukt tre elektroder istedenfor fire. På fig. 14 omfatter innretningen et halvlederlegeme 51 av faststoff-typen, elektroder 11 og 12 anbrakt på motstå,

ende flater av dette og en enkelt styreelektrode 47 anbrakt på en annen flate av dette, idet det effektive materiale mellom elektrodene normalt er i sin sperretilstand og elektrodene 11 og 12 blir innkoblet i den elektriske belastningskrets ved hjelp av tilledere 13 og 14, og elektroden 47 blir innkoblet i en elektrisk styrekrets ved hjelp av en tilleder 48, idet styrekretsen også kan være forbundet med den ene eller den annen av tillederne 13 og 14. Her som på fig. 12, kan elektrodene 11, 12 og 47 være innesluttet i legemet 41 eller de kan være anbrakt på overflatene av dette.

Strømstyrings-innretning på fig. 15 omfatter et halvleder-legeme 52 med elektroder 11 og 12 anbrakt på motstående flater av dette, hvilke elektroder 11 og 12 har tilledere 13 og 14 for innkobling av innretningen i den elektriske belastningskrets. Også her er det anbrakt en styreelektrode 47 på den ene av flatene, f.eks. den flate som også har elektroden 11, hvilken styreelektrode 47 ved hjelp av en tilleder 48 er forbundet med styrekretsen og styrekretsen også er forbundet med tillederen 14. Elektrodene 11, 12 og 47 kan være innesluttet i legemet 42 eller anbrakt på overflatene av dette. Strømgjennomgangen skjer her gjennom legemet 42 mellom elektrodene 11 og 12 og styreelektroden 47 virker til å styre strømgjennomgangen, idet det effektive materiale i legemet mellom elektrodene normalt er i sin sperretilstand.

På fig. 16 er det vist en strømstyrings-innretning av faststoff-typen i likhet med den på fig. 15. På fig. 16 er imidlertid elektrodene 11 og 12 anbrakt på en overflate eller film 54 på halvleder-legemet 53, idet materialet i legemet er i sin ledetilstand og materialet i overflaten eller filmen normalt er i sin sperretilstand. Strømovergangen mellom elektrodene 11 og 12 skjer gjennom legemet 53 og overflaten eller filmen 54, idet styringen av strømmen blir bestemt av styreelektroden 47.

Strømstyrings-innretningen på fig. 17 omfatter et halvlederlegeme 58 med en overflate eller film 59, idet elektrodene 11, 12 og 47 er anbrakt på denne overflate eller film 59, idet materialet i legemet er i sin ledetilstand og materialet i overflaten eller filmen normalt er i sin sperretilstand.

Strømmen mellom elektrodene 11 og 12 går langs legemet eller/ og gjennom overflaten eller filmen 59, og styringen av strømmen ved hjelp av elektroden 47 finner i hovedsaken sted i overflaten eller filmen 59.

Elektrodene og tilleder-arrangementene i innretningene på fig. 15, 16 og 17 kan innkobles i den elektriske belastningskrets og i styrekretsen på annen måte om det er ønskelig. F.eks. kan tillederne 13 og 48 være forbundet med belastningskretsen og tillederen 14 forbundet med styrekretsen.

Mens legemene 15 på fig. 2, 18 på fig. 3, 20 og 21 på fig. 4, 25 på fig. 6, 27 på fig. 7, 53 på fig. 16 og 58 på fig. 17 er blitt beskrevet i form av halvledermateriale med overflater eller filmer av halvleder-materialet anbrakt på dette, kan disse legemer være laget av hvilket som helst passende ledende materiale på hvilke overflaten eller filmen av halvledermaterialet på passende måte kan være påført eller avsatt f.eks. ved hjelp av vakuum-påføring eller lignende. Dette er mulig fordi styringen av strømmen finner sted i overflatene eller filmene på disse innretninger. Likeledes kan legemene 25 på fig. 6, 27 på fig. 7, 53 på fig. 16 og 58 på fig. 17 være laget av et passende isolerende materiale, såsom plast eller glass e.l. om det er ønskelig, med overflaten eller filmen av halvledermateriale på passende måte påført eller avsatt på dette. Dette er mulig i disse innretninger, da det ikke er nødvendig å lede strøm gjennom disse legemer, idet strømføringen utelukkende finner sted i overflatene eller filmene.

Skjønt det kan anvendes mange forskjellige halvledermaterialer av strømvekslertypen for å gi de omtalte omkoblingsegenskaper ved bruk av holdestrom for den lave motstand eller ledetilstand, skal det i det følgende gis eksempler på noen av strømvekslerinnretningene på fig. 1 - 8 og 14 - 17 som utnytter materialer av strømvekslertypen og som har gitt tilfredsstillende resultater: Legemer eller pellets laget av en blanding av 25 % arsenikk og 75 % av en blanding av 90 % tellurium og 10 % germanium og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av den foregående blanding pluss tilsetning av 5 % silicium og med metallelektroder

127780

anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 75 % tellurium og 25 % arsenikk og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 71,8 % tellurium, 14,05 % arsenikk, 13,06 % gallium og resten blyulfid og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 72,6 % tellurium, 13,2 % gallium og 17,2 % arsenikk og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 72,6 % tellurium, 27,4 % galliumarsenid og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 85 % tellurium, 12 % germanium og 3 % silicium og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 50 % tellurium og 50 % gallium og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 67,2 % tellurium, 25,3 % galliumarsenid og 7,5 % germanium av N-typen og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 75 % tellurium og 25 % silicium og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 75 % tellurium og 25 % indiumantimonid og med metallelektroder anbrakt på overflaten; legemer eller pellets laget av 55 % tellurium og 45 % germanium og med metallelektroder anbrakt på overflaten, hvilken innretning virker både som strømvekslerinnretning og strømbryterinnretning; legemer eller pellets laget av 45 % tellurium og 55 % germanium og med metallelektroder anbrakt på overflaten, hvilket danner en strømvekslerinnretning for lavt nivå og som kan bringes til sperring ved anvendelse av en likespenning eller strøm; og legemer eller pellets laget av 75 % selen og 25 % arsenikk og med metallelektroder anbrakt på overflaten.

Halvlederematerialene kan også omfatte pellets, perler eller skiver eller lag eller filmer laget av aluminiumtelurid i argon eller i luft; blandinger av 50 % aluminium og 50 % telur, 50 % aluminium og 50 % telur pluss i det minste 1 % indium og/eller gallium; teluroksyd, teluroksyd pluss minst 1 % indium og/eller gallium, kombinasjoner av aluminiumtelurid og teluroksyd; oksyder av telur, kobber, germanium og tantal; blandinger av 87,6 deler telur med 12,4 deler aluminium, 31 deler telur med 13 deler aluminium, 2 deler aluminiumtelurid blandet med 1 del germanium og 1 del germaniumoksyd; bland-

inger av 90 % telur og 10 % germanium, 50 % telur og 50 % galliumarsenid.

I de ovennevnte legemer og pellets eller perler som brukes i innretninger av strømvekslertypen, blir materialene fortrinnsvis malt i en uglasert poselensmørtel til en jevn pulverkonsistens og grundig blandet. De blir så fortrinnsvis stampet og oppvarmet i en forseglet kvartsbeholder eller i et kvartsrør til over smeltepunktet for materialet med det høyeste smeltepunkt. Det smeltede materialet kan avkjøles i røret og så brytes opp til stykker, som deretter blir slipt til riktig form for å danne legemene eller perlene, eller det smeltede materialet kan støpes fra røret til forvarmede grafittformer for å danne legemene eller perlene. Den første sliping av materialene kan gjøres i nærvær av luft eller fravær av luft, idet den førstnevnte fremgangsmåte er å foretrekke når det er ønskelig med betydelige mengder oksyden i de endelige legemer eller pellets.

Etter at legemene eller perlene er dannet på denne måte kan de bli overflatebehandlet, som f.eks. ved sliping, etsning, klorinering eller lignende, og ved å utsette disse overflater for atmosfæren for å frembringe overflatetilstander med betydelige mengder holdesentre for strømbærere. De elektrisk ledende elektroder blir fortrinnsvis anbrakt på disse overflater. Andre metoder for frembringelse av holdesentre for strømbærere er beskrevet i den første del av beskrivelsen, og kan likeledes anvendes. De legemene eller perlene under fremstillingen blir oppvarmet og tillatt å avkjøles, vil de i tilfelle av at de er hukommelses-innretninger normalt være i sin tilstand med lav motstand eller i ledetilstanden, men de eller overflatene eller filmene på legemene kan behandles slik som beskrevet for å bringe dem eller overflatene eller filmene på disse i sin tilstand med høy motstand eller i sperretilstanden, hvor det er tilstede betydelige mengder holdesentre for strømbærere eller tilsvarende tilstander eller betingelser. I tilfelle av strømvekslerinnretninger uten hukommelsesegenskaper vil legemene eller perlene normalt være i sin tilstand med høy motstand eller i sperretilstand. Eventuelt kan det ved fremstillingen av materialene

være ønskelig å presse de blandede pulvermaterialer under trykk opptil 70 kg. pr. cm² inntil de pulverformige materialene er fullstendig komprimert, og de således komprimerte materialer kan først oppvarmes f.eks. til 400°C med den resterende oppvarming bevirket ved eksotermisk reaksjon. De forskjellige typer av strømstyringsinnretninger av faststofftypen som er vist på fig. 1 - 17 kan fremstilles med de forskjellige materialer som er omtalt ovenfor.

Istedenfor å fremstille legemer eller pellets, kan de forannevnte halvledermaterialer belegges eller påføres på et passende underlag, såsom ved pådampning i vakuum e.l., og elektroder kan på passende måte anbringes på disse, slik som vist på fig. 2, 3, 4, 6, 7, 16 og 17. En særlig tilfredsstillende strømvekslerinnretning som har en meget høy grad av nøyaktighet og reproducerbarhet i produksjon er blitt fremstilt ved damppåføring eller pådampning på et glatt stållegeme eller en pellet eller perle av en tynn film av telur, arsen og germanium og ved å anbringe wolfram-elektroder på den påførte film. Filmen kan om ønskelig formes ved påføring av lag etter hverandre av telur, arsen, germanium, arsen og telur, og så oppvarmes til en temperatur like under sublimasjonspunktet for arsen for å gjøre filmen ensartet og å fikse denne. Når filmer av halvledermaterialene ifølge denne oppfinnelse blir påført i vakuum på underlag antar de normalt sin tilstand med høy motstand eller sperretilstanden på grunn av den raske avkjøling av materialene når de blir påført, eller de kan lett bringes til å anta en slik tilstand ved hjelp av en av de måter som er beskrevet ovenfor.

De elektroder som blir anvendt i strømstyringsinnretningene i henhold til denne oppfinnelse kan i det vesentlige være av hvilket som helst godt ledende materiale som vanligvis er forholdsvis inert i forhold til de forskjellige forannevnte halvledermaterialer. Gullelektroder har en sterk tendens til å diffundere inn i disse halvledermaterialer. Aluminiumelektroder har en tendens til å påvirke de nevnte materialer, særlig slike som inneholder telur og germanium, og har en tendens til å bevirke at strømvekslerinnretningene antar sin sperretilstand, og følgelig vil bruk av aluminium-

elektroder bidra sterkt til å oppnå en modulasjon av strøm-gjennomgangen gjennom strømvekslerinnretningen ved variasjon av det påtrykte elektriske felt mellom dettes øvre og nedre terskelverdier.

Elektrodene kan anbringes på overflatene av halvlederlegemene eller perlene på hvilken som helst ønsket måte, f.eks. ved mekanisk pressing, ved sveising, ved lodding, ved pådampning e.l. Etter at elektrodene er anbrakt på legemene eller perlene blir det fortrinnsvis påtrykket en spennings- og strømpuls på innretningene for kondisjonering og fiksering av den elektriske kontakt mellom elektrodene og halvleder-materialet. Som forklart ovenfor kan strømstyrings-innretningene ifølge denne oppfinnelse innkapsles om det ønskes.

På fig. 18 er det vist et enkelt koblingsskjema for en prøvekobling som er egnet for å prøve og illustrere virkemåten for strømstyringsinnretningene ifølge denne oppfinnelse, inkludert strømvekslerinnretningene. Som det fremgår av figuren omfatter prøvekoblingen en variabel transformator 65, såsom f.eks. en "Varisc", med en primærvikling 66 og en sekundærvikling 67. Primærviklingen 66 er forbundet med to klemmer 68 og 69 som på sin side er forbundet med en kilde for vekselstrøm, som f.eks. en nettspenning på 220 volt. En bevegelig kontakt 70 er forbundet med viklingen 67 for å avstedkomme vekselspenninger etter valg. Sekundærviklingen 67 og dennes bevegelige kontakt 70 er forbundet med en vekselstrøms-belastningskrets 71, 72 omfattende en elektrisk belastning 73. Likeledes er det i belastningskretsen 71, 72 innsatt en annen belastningsmotstand 74 som blir brukt i forbindelse med et oscilliskop for å angi de elektriske forhold i prøvekoblingen. En ytterligere belastningsmotstand 75 kan være forbundet i parallell med belastningsmotstanden 73 ved hjelp av en bryter 76 for å øke den totale belastning og dermed strømstyrken i belastningskretsen 71, 72. Strømstyringsinnretningene i henhold til denne oppfinnelse blir innkoblet i serie med belastningskretsen 71, 72 for å styre strømmen i denne, og som vist på fig. 18, er strømstyringsinnretningen betegnet med tallet 10 og denne er innkoblet i belastningskretsen ved hjelp av tilledere 13 og 14. Skjønt fig. 18 for anskuelighets skyld er

vist med en strømstyringsinnretning i henhold til fig. 1, kan det også anvendes andre strømstyringsinnretninger i henhold til fig. 2 - 17 i denne prøvekobling. En likespenningskilde er innrettet til å bli forbundet over strømstyringsinnretningen 10, hvilken likespenningskilde er vist som et batteri 77 som er innrettet til å bli koblet over strømstyringsinnretningen 10 ved hjelp av en bryter 78 i en styrekrets med liten eller ingen motstand.

Prøvekoblingen på fig. 18 omfatter også et oscilloskop for å indikere de elektriske forhold som eksisterer i prøvekoblingene ved hjelp av passende opptegninger eller kurver. Oscilloskopet er koblet over sekundærsiden 67 av transformatoren 65 for å frembringe en spenning/tid-kurve svarende til den vekselspenning som påtrykkes belastningskretsen fra transformatoren, idet denne forbindelse er betegnet med henvisningstallet 80 og "A" på fig. 18, og bevirker kurver 80 som er vist med stiplede linjer på fig. 19. Oscilloskopet er også forbundet over seriemotstanden 74 i belastningskretsen 71, 72 for å avstedkomme en spenningsfall/tid-kurve og følgelig en strøm/tid-kurve svarende til strømmen i belastningskretsen, idet denne forbindelse er vist ved 81 og "B" på fig. 18, og de kurver som dannes på denne måte er vist med fullt optrukne linjer 81 på fig. 19. Oscilloskopet er også forbundet med strømstyringsinnretningen 10, hvilke forbindelser er betegnet med "X-akse, V" og 82 og som påvirkes av spenningsfallet over strømstyringsinnretningen 10. Oscilloskopet omfatter videre forbindelser over seriemotstanden 74, hvilke forbindelser er betegnet med "Y-akse, I" og 83, og disse forbindelser påvirkes av strømstyrken i belastningskretsen. Forbindelsene 82 og 83 blir i oscilloskopet sammenlignet for å frembringe spennings/strømkurver 84 i overensstemmelse med de øyeblikkelige spennings- og strømforhold som påvirker strømstyringsinnretningen 10, hvilken spennings/strøm-kurver er betegnet med henvisningstallet 84 på fig. 19.

Fig. 26 angir de karakteristiske kurver for strømveksler- eller strømkoblingsinnretningen uten hukommelse innsett i likestrømbelastningskretsen. Her er innretningen normalt i sin sperretilstand og når likespenningen blir øket

finner det sted en liten økning i strøm, slik som vist med linjen 150. Når den påtrykte likespenning når en terskelverdi, blir innretningens sperretilstand øyeblikkelig endret og omstilt langs linjen 151 til sin ledetilstand slik som vist med kurven 152. Denne tilstand med lav motstand eller ledetilstand, har som vist med den tilnærmet rette linje 152 et i det vesentlige konstant forhold mellom spenningsendring og strømendring og leder strømmen med en tilnærmet konstant spenning over en minste holdestrømverdi som er angitt nær bunnen av den tilnærmet rette kurve 152. Spenningen er i det vesentlig den samme for økning og reduksjon av strømmen over den minste holdestrømverdi som vist med kurven 152. Når imidlertid den påtrykte likespenning blir senket til en verdi for å redusere strømmen til en verdi under den minste holdestrømverdi, følger tilstanden med lav motstand eller ledetilstanden i det vesentlige kurven 156 og bevirker øyeblikkelig endring og tilbakestilling til høy motstand eller sperretilstand. Denne nye endring og tilbakestilling eller omkobling kan fortsette langs kurven 156 som under tiden opptrer når vekselstrøm blir omkoblet eller endringen og omkoblingen kan være i det vesentlige øyeblikkelig som vist med den strekede linje 156', som vanligvis opptrer når likestrøm blir omkoblet eller tilbakestilt. I begge tilfelle vil reduksjonen av strøm til en verdi under den minste holdestrømverdi øyeblikkelig bevirke endring av tilstanden med lav motstand eller ledetilstanden til sperretilstanden med høy motstand. Betegnelsen "øyeblikkelig" som brukt i denne forbindelse har sin normale betydning og betegner direkte start av endringen, med én gang og uten noe som helst mellomrom eller mellomliggende tilstand. Innretningen vil forbli i sin sperretilstand inntil den blir omkoblet til sin ledetilstand ved påtrykning av en terskelspenning.

Virkemåten ved vekselstrøm for strømstyringsinnretningen i henhold til denne oppfinnelse i form av en strømvekslerinnretning er vist på fig. 19. Strømvekslerinnretningen er, når den innsettes i prøvekoblingen, i sin sperretilstand og den sperrer strømgjennomgangen gjennom belastningskretsen slik som vist med kurvene 80, 81 og 84 i første del av fig. 19. Dette svarer til kurve 150 på fig. 26. Den vil fortsette å sperre for

strømmen så lenge den påtrykte spenning er under en øvre terskelverdi. Når imidlertid den påtrykte vekselspenning blir øket i det minste til terskelverdien "tennes" strømveksler-innretningen og den blir tilnærmet momentant omstilt fra sin sperretilstand til sin ledetilstand, slik som angitt med kurvene 80, 81 og 84 i annen del av fig. 19. Dette svarer til kurve 152 på fig. 26. Som vist ved 85 i tid/strøm-kurven 81 og i spennings/strøm-kurven 84 er det imidlertid ikke absolutt fullstendig strømgjennomgang gjennom hele vekselstrømsperioden, idet innretningen tennes i punktet 85 på hver halvperiode. Dette svarer til det punkt hvor kurven 150 på fig. 26 avbøyes langs linjen 151. Det antas at dette skyldes at strømveksler-innretningen på ethvert tidspunkt har en tendens til å omstilles fra sin ledetilstand til sin sperretilstand og gjør dette når strømmen er nær nullpunktene i vekselstrømperioden. Dette svarer til kurven 156 eller 156' på fig. 26. Når den påtrykte spenning blir nedsatt fra sin øvre terskelverdi kan punktene 85 i kurvene 81 og 84 opptre senere i hver halvperiode og blir mer fremtredende, slik som vist i den tredje del av fig. 19, og derved kan strømmen bli modulert (prosent "av" i forhold til "på") i henhold til størrelsen av nedsettelsen av den påtrykte spenning under den øvre terskelverdi. Retningen av spenning/strøm-kurven eller opptegningen 84 er angitt med pilene i tredje del av fig. 21, og det skal her bemerkes at innretningen har en omkoblingskarakteristikk som er fullstendig symmetrisk for både første og annen halvdel av den påtrykte vekselspenning.

De deler av kurvene 84 som ligger mellom punktene 85 på horisontalen og vertikalen gjennomløpes så hurtig at det skjer en tilnærmet øyeblikkelig omstilling eller omkobling fra sperretilstand til ledetilstand, og skjønt det på den tredje del av fig. 19 er vist dobbeltspor for å illustrere retningen av disse, ligger sporene i virkeligheten over hverandre slik som vist på den annen del av fig. 19. Det skal også bemerkes at på annen og tredje del av fig. 19 har de vertikale strømkurver 84 tilnærmet ingen helning og at strømmen flyter inntil den nærmer seg null i vekselstrømperioden. Derfor har strømveksler- eller strømkoblingsinnretningen til-

nærmet null minste strømholdeverdi. De tilnærmet vertikale strømkurver 84 er i det vesentlige rette og viser at strømvexlerinnretningen i sin ledetilstand har et i det vesentlige konstant forhold mellom spenningsendring og strømendring med tilnærmet konstant spenning mellom elektrodene, hvilken spenning er den samme for økning og reduksjon i strøm over den minste holdestrømverdi og likeledes oppviser et spenningsfall over innretningen i sin ledetilstand, som er en liten brøkdel av spenningsfallet over innretningen i sperretilstand nær den nevnte terskel-spenningsverdi. Når den øyeblikkelige strøm gjennom innretningen i sin ledetilstand avtar i hver halvperiode til en verdi under den nevnte minste holdestrømverdi, en verdi nær "null", bevirker den øyeblikkelig på ny endring eller omstilling fra ledetilstand til sperretilstand.

Når den påtrykte spenning blir redusert til en nedre terskelverdi blir strømvexlerinnretningen omstilt fra sin modifiserte ledetilstand, slik som vist med kurvene 80, 81 og 84 i tredje del av fig. 19, til sin sperretilstand, slik som vist med kurvene 80, 81 og 84 i fjerde del av fig. 19. Det antas at dette skyldes at den påtrykte spenning ikke er tilstrekkelig til på ny å tenne innretningen under halvperiodene. Forskjellen mellom den øvre terskelverdi og den nedre terskelverdi kan gjøres stor eller liten eller endog null i avhengighet av den virkemåte som ønskes. Innretningen vil forbli i sin sperretilstand inntil et slikt tidspunkt da den påtrykte spenning igjen blir øket til i det minste sin øvre terskelspenning. Således har strømvexlerinnretningen ikke generelt en fullstendig hukommelse når den gjøres ledende ved hjelp av en vekselspenning, slik som tilfellet er med av/på- og strømbryterinnretningene. Det elektriske felt som omstiller strømvexlerinnretningen fra sin sperretilstand til sin modifiserte ledetilstand er den påtrykte spenning over en øvre terskelverdi og det elektriske felt som omstiller innretningen fra sin modifiserte ledetilstand til sin sperretilstand er reduksjonen av den påtrykte spenning til en nedre terskelverdi.

Det er imidlertid funnet at når strømvexlerinnretningen med hukommelsesegenskaper er i sin ledetilstand som

127780

vist med annen og tredje del av fig. 19, og når belastningsmotstanden 73 blir øket slik at den i vesentlig grad nedsetter strømmen gjennom innretningen, har innretningen tendens til å bli en fullstendig leder og søker å forbli i det vesentlige ubegrenset i tid i denne ledetilstand når den påtrykte vekselspanning blir redusert til 0. Som beskrevet ovenfor er det også funnet at når strømvekslerinnretningen er i sin ledetilstand, som vist med annen og tredje del av fig. 19, blir det også påtrykket en forspenning eller likespenning enten kontinuerlig eller som en puls ved hjelp av batteriet 77, hvorved motstandsverdien eller tilstanden av innretningen i dennes ledetilstand blir forsterket eller forøket i henhold til størrelsen av likespenningen. Denne forøkede motstandsverdi eller forsterkede tilstand er illustrert ved hjelp av de strekprikkede kurver 86 og 87 i annen og tredje del av fig. 19. Når vekselspanningen og likespenningen fjernes har innretningen en hukommelse for denne motstandsverdi og forblir i denne tilstand.

Som eksempel kan det angis at en typisk strømvekselinnretning bestående av halvledermateriale av strømvekseltypen som omfatter en pulverblanding av 72,6 % tellur, 13,2 % gallium og 14,2 % arsen som er blitt stampet, oppvarmet til smelting, langsomt avkjølt, oppdelt i stykker og formet til pellets ved sliping i luft til passende form, og som har wolframelektroder anbrakt på overflatene av den nevnte pellet. En slik strømvekslerinnretning har en høy sperremotstand på minst 50.000.000 ohm og en lav ledemotstand som angitt ved den lave spenning eller det lave spenningstall over innretningen. Den har også en øvre terskelspanning på omkring 60 volt og en nedre terskelspanning på omkring 55 volt. Hvis slike pellets ikke blir oppmalt, har strømvekslerinnretningen en øvre terskelspanning på omkring 150 volt og en nedre terskelspanning på omkring 140 volt. Når det anvendes aluminiumselektroder i strømvekslerinnretningen er det en større tendens i disse til omstilling til sin sperretilstand med det resultat at disse innretninger har et større strømmoduleringsområde mellom de øvre og nedre verdier av den på-

trykte spenning. Dette er eksempelvis angitt i tredje del av fig. 19 ved fremkomsten av punktene 85 på kurvene 81 og 84 før innretningen tilnærmet momentant omstilles fra sin modifiserte ledetilstand til sin sperretilstand.

Tilsetning av arsen, svovel, fosfor, antimon, arsenider, sulfider, fosfider og antimonider til de forskjellige halvledermaterialer av faststoff-typen synes å ha en stabiliserende virkning på halvledermaterialene, og det blir antatt at dette også har den virkning at det fremkommer en forsterkning eller forøkning av holdesentrene for strømbærere og/eller nedsettelse eller forhindring av krystallisasjonskreftene. Disse materialer kan velges etter ønske og mange av dem er blitt nevnt i den tidligere beskrivelse av halvledermaterialene. Gull, nikkel, jern, mangan, aluminium, cesium og alkali- og jordalkalimetall-inneslutninger blandes lett inn i halvledermaterialene og det blir antatt at disse også har en tendens til å påvirke holdesentrene for strømbærere og/eller påvirke krystallisasjonskreftene. De kan også utvelges etter ønske og mange av dem er likeledes nevnt i den foregående beskrivelse av halvledermaterialene.

Fig. 20 er et koblingsskjema for en typisk belastningskrets som anvender en strømvekslerinnretning av den type som har to elektroder, som vist på fig. 1 - 11. Her er innretningen 10 koblet i serie med belastningskretsen 103, 104 ved hjelp av tillederne 13 og 14. Den spenning som påtrykkes klemmene 100 og 101 har en verdi mellom den øvre terskelverdi, som virker til å omstille innretningen 10 tilnærmet momentant fra sin sperretilstand til sin ledetilstand, og den nedre terskelverdi som virker til å omstille innretningen fra sin ledetilstand til sin sperretilstand på tilnærmet momentan måte. For å frembringe spenninger over den øvre terskelverdi og spenninger under den nedre terskelverdi for omstilling av innretningen 10 mellom sin sperretilstand og sin ledetilstand, er sekundærviklingen 116 for en transformator 115 med en primærvikling 117, koblet i serie i belastningskretsen 103, 104. Primærviklingen 117 er gjennom en to-polet toveis vendebryter 118, 119 forbundet med klemmene 100 og 101.

Vendebryteren 118, 119 tjener til å snu fasen av

den spenning som påtrykkes belastningskretsen av sekundærviklingen 116 i transformatoren 115. Når vendebryteren 118, 119 er i den ene stilling er den spenning som påtrykkes av sekundærviklingen 116 i fase med og adderes til den spenning som påtrykkes klemmene 100 og 101, med det resultat at den totale spenning som legges over innretningen 10 er høyere enn den øvre terskelverdi slik at innretningen bringes til tilnærmet momentant å omstilles fra sin sperretilstand til sin ledetilstand. Når vendebryteren 118, 119 blir ført til sin annen stilling, er den spenning som påtrykkes belastningskretsen fra den sekundære vikling 116 av motsatt fase og motvirker den spenning som påtrykkes klemmene 100 og 101. Som følge av dette blir den resulterende spenning som påtrykkes over innretningen nedsatt under den nedre terskelverdi, og innretningen 10 blir tilnærmet momentant omstilt fra sin ledetilstand til sin sperretilstand. Ved således å betjene vendebryteren 118, 119, kan innretningen 10 tilnærmet momentant omstilles mellom sin sperretilstand og sin ledetilstand for åpning og lukning eller slutning av belastningskretsen 103, 104.

Fig. 21 er et koblingsskjema for en typisk belastningskrets som anvender en strømvekslerinnretning av den type som har to elektroder, som vist på fig. 1 - 11, og arbeider som en logisk krets, såsom en OG-port. Her er strømvekslerinnretningen 10 innkoblet i serie med belastningskretsen 103, 104 ved hjelp av tillederne 13 og 14. Belastningskretsen blir imidlertid energisert ved hjelp av sekundærviklingen 123 på en transformator 122 som har to primærviklinger 124 og 125. Primærviklingene 124 og 125 er viklet slik i forhold til sekundærviklingen 123 at de har en adderende effekt slik at det frembringes en spenning i sekundærviklingen 123. Når begge primærviklinger 124 og 125 er energisert, ligger den spenning som frembringes av sekundærviklingen 123 over den øvre terskelverdi for således tilnærmet momentant å omstille innretningen 10 fra sin sperretilstand til sin ledetilstand for å slutte belastningskretsen 103, 104. Hvis imidlertid den ene eller begge av primærviklingene 124 og 125 ikke er energisert, er den spenning som frembringes av sekundærviklingen 123 lavere enn den nedre terskelverdi slik at innretningen 10 tilnærmet momen-

tant blir omstilt fra sin ledetilstand til sin sperretilstand for å blokkere for strømgjennomgangen gjennom belastningskretsen 103, 104. Således utgjør belastningskretsen eller arrangementet på fig. 21 en enkel logisk krets, såsom en OG-krets, som krever samtidig energisering av begge primærviklinger 124 og 125 for å energisere den elektriske belastning 102. En slik krets er særlig nyttig i regnemaskiner o.l. Om det ønskes kan det anordnes ytterligere primærviklinger for å kreve samtidig energisering av alle disse mange primærviklinger for å energisere den elektriske belastning.

Fig. 22 er et koblingsskjema for en typisk belastningskrets som anvender en strømvexlerinnretning av den type som har fire elektroder, og er illustrert på fig. 12 og 13. Her er innretningen, som f.eks. innretningen 46, innkoblet i serie i belastningskretsen 103, 104 ved hjelp av tillederne 13 og 14. Styrelederne 48 og 49 for innretningen 46 er forbundet med sekundærviklingen 128 på en transformator 127 med primærviklinger 129 og 130. Primærviklingen 129 er gjennom en bryter 131 forbundet med to klemmer 132 og 133, som på sin side er forbundet med en spenningskilde med samme fase som den spenningskilde som er tilkoblet belastningsklemmene 100 og 101. Primærviklingen 130 er gjennom en bryter 134 forbundet med to klemmer 133 og 135, som på sin side er forbundet med en spenningskilde som har en fase motsatt av fasen for den spenningskilde som er tilkoblet belastningsklemmene 100 og 101. Bryterne 131 og 134 er mekanisk sammenkoblet slik at når den ene lukkes blir den andre åpnet. Den spenning som påtrykkes belastningsklemmene 100 og 101 har en størrelse som er mindre enn den øvre terskelspenning for innretningen 46 og høyere enn den nedre terskelverdi for innretningen 46.

Når således bryteren 134 er lukket og bryteren 131 er åpen motvirker således den spenning som påtrykkes innretningen 46 av sekundærviklingen 128 på transformatoren 127, den spenning som påtrykkes fra belastningsklemmene 100 og 101 på innretningen 46. Som følge av dette er den resulterende totale spenning over innretningen 46 mindre enn den nedre terskelspenning, og innretningen 46 blir tilnærmet øyeblikke-

lig omstilt fra sin ledetilstand til sin sperretilstand for å avbryte strømmen i belastningskretsen 103, 104. Når på den annen side bryteren 131 er lukket og bryteren 134 er åpen, vil den spenning som frembringes av sekundærviklingen 128 og påtrykkes innretningen 46 adderes til den spenning som påtrykkes innretningen 46 av belastningsklemmene 100 og 101. Følgelig vil den resulterende spenning som påtrykkes innretningen 46 være høyere enn den øvre terskelverdi og innretningen 46 blir tilnærmet momentant omstilt fra sin sperretilstand til sin ledetilstand for å tillate strømgjennomgang gjennom belastningskretsen 103, 104. Således avstedkommer arrangementet på fig. 22 i det vesentlige de samme resultater som arrangementet på fig. 20, men det anvender en innretning med fire elektroder og en isolert transformator.

På fig. 23 er det vist et koblingsskjema i likhet med det på fig. 22, og det viser en typisk belastningskrets som anvender en strømvekslerinnretning av den type som har tre elektroder, slik som vist i fig. 14 - 17. Her er innretningen 51 ved hjelp av tilledere 13 og 14 innkoblet i serie med belastningskretsen 103. Primærviklingen 128 av transformatoren er forbundet med tillederen 13 og med styrelederen 48. Arrangementet på fig. 23 virker på samme måte som arrangementet på fig. 22 og derfor antas det at ytterligere beskrivelse i denne forbindelse ikke er nødvendig.

Arrangementet på fig. 24 kan anvendes for å avstedkomme de samme resultater som er oppnådd med arrangementene på fig. 20, 22 og 23. I denne forbindelse er innretningen 10, som er forbundet i serie med belastningskretsen ved hjelp av tillederne 13 og 14, en strømvekslerinnretning med en øvre terskelspenning for tilnærmet momentant å omstille innretningen fra sin sperretilstand til sin ledetilstand og en nedre terskelspenning for tilnærmet momentant å omstille innretningen fra sin ledetilstand til sin sperretilstand. Her er den spenning som påtrykkes klemmene 100 og 101 mindre enn den nedre terskelverdi, slik at innretningen 10 normalt sperrer for strømmen gjennom belastningskretsen 103, 104. Når imidlertid bryteren 111, 112 blir lukket er den resulterende spenning som påtrykkes innretningen 10 høyere enn den øvre terskel-

verdi for tilnærmet momentant å omstille innretningen 10 fra sin sperretilstand til sin ledetilstand. Følgelig blir strømvekslerinnretningen 10 omstilt mellom sin sperretilstand og sin ledetilstand ved ganske enkelt å betjene bryteren 111, 112.

Arrangementet på fig. 24 som anvender den umiddelbart ovenfor beskrevne strømvekslerinnretning kan også arbeide som en logisk krets i likhet med den på fig. 21, eller som en nærhetsbryterkrets. Når det gjelder virkemåten som logisk krets eller OG-port, kan transformatoren 122 på fig. 21 innsettes istedenfor transformatoren 108 på fig. 24, idet sekundærviklingen 123 innkobles i belastningskretsen 103, 104 på fig. 24. Ved dette arrangement vil det kreves samtidig energisering av primærviklingene 124 og 125 for å bringe den påtrykte spenning over den øvre terskelverdi for å tenne innretningen 10 slik at denne settes i sin ledetilstand, og hvis enten den ene eller begge primærviklinger 124 og 125 avenergiseres, vil den påtrykte spenning falle under den nedre terskelspenning for å omstille innretningen 10 til sin sperretilstand. Når det gjelder virkemåten som nærhetsbryterkrets, vil primærviklingen 109 på transformatoren 108 på fig. 24 være forbundet direkte med klemmene 100 og 101 og kjernekonstruksjonen i transformatoren beveget for å styre koblingen mellom primær- og sekundærviklingene 109 og 110. Når kjernekonstruksjonen er i en utkoblingsstilling, vil den påtrykte spenning være mindre enn den nedre terskelverdi, og når kjernekonstruksjonen er i en innkoblingsstilling, vil den påtrykte spenning være større enn den øvre terskelverdi. Ved således å bevege transformatorens kjernekonstruksjon kan belastningskretsen 103, 104 slutes og åpnes etter ønske, for derved å avstedkomme en enkel og effektiv nærhetsbryterkonstruksjon.

Fig. 25 er et koblingsskjema for en annen typisk belastningskrets som anvender en strømvekslerinnretning av den type som har tre elektroder og er vist på fig. 14 - 17. Her er innretningen 58 ved hjelp av tilledere 13 og 14 innkoblet i serie med belastningskretsen 103, 104. Styrelederen 48 er gjennom en motstand 137 og en bryter 138 forbundet med den ene ende av en sekundærvikling 139 på en transformator 140. Den annen ende av sekundærviklingen 139 er forbundet med tillederen

13, men om ønskelig kan den være forbundet med tillederen 14 istedenfor med tillederen 13, idet begge forbindelsesmåter resulterer i korrekt virkemåte. Primærviklingen 141 for transformatoren 140 er forbundet med en passende vekselstrømkilde med samme frekvens som vekselstrømkilden for belastningskretsen 103, 104 og om det er ønskelig kan den være forbundet med samme kilde, idet det er av viktighet at det vekselstrømsignal som påtrykkes tillederne 48 og 13 er i fase med vekselstrømsignalet som påtrykkes tillederne 13 og 14 gjennom belastningskretsen 103, 104. Vekselstrømsignalet kan også påtrykkes lederen 48 fra tillederen 13 gjennom en motstand og en bryter, idet signalet blir regulert eller styrt av bryteren eller ved å variere størrelsen av motstanden. Den vekselspanning som påtrykkes belastningskretsene 103, 104 er lavere enn den nedre terskelverdi, f.eks. 40 volt, og når bryteren 138 er i sin åpne stilling, er innretningen 58 i sin sperretilstand og det flyter ingen strøm i belastningskretsen. Når imidlertid bryteren 138 blir lukket, påtrykkes en vekselspanning, f.eks. 9 volt, gjennom motstanden 137 og tillederne 13 og 48 til innretningen 58, idet den totale effektive spanning som påtrykkes innretningen 58 ligger høyere enn den øvre terskelverdi, og følgelig blir innretningen omstilt til sin sperretilstand for å tillate strømgjennomgang i belastningskretsen. Når bryteren 138 igjen blir åpnet omstilles innretningen tilbake til sin sperretilstand for å avbryte strømmen i belastningskretsen. Ved således vekselvis å påtrykke og avbryte vekselspanningen til innretningen 58 gjennom styrelederne 48 og 13, kan innretningen omstilles mellom sine lede- og sperretilstander for å inn- eller utkoble strømmen i belastningskretsen med relativt høy spanning ved hjelp av en relativt lav spanning i styrekretsen.

Som forklart i denne beskrivelse fortsetter strømmen gjennom strømvekslerinnretningene ifølge denne oppfinnelse, å flyte inntil den øyeblikkelige strøm er tilnærmet lik 0. Slike innretninger er derfor i høy grad velegnet for reguleringsinnretninger for styring av belastningskretser med induktive belastninger, idet de forhindrer oppbygning av induktive sjokk eller strømstøt og avstedkommer inn- og ut-

kobling uten transienter. Disse innretninger er også særlig velegnet for anvendelse som overspenningsavleder i vanlige belastningskretser som reguleres eller styres av annet utstyr. Her blir strømvekslerinnretningen forbundet i serie i den styrte belastningskrets i parallell med den induktive belastning, idet spenningen over den styrte belastningskrets er lavere enn den nedre terskelspanning for innretningen, slik at innretningen normalt er i sin sperretilstand og medfører ikke kortslutning av den induktive belastning. Når imidlertid den styrte eller kontrollerte belastningskrets blir åpnet stiger den spenning som frembringes ved det induktive sjokk fra den induktive belastning, over den øvre terskelspanning for innretningen for å bevirke at denne omstilles til sin ledestand for å fortsette å oppta denne transiente spenning og strøm. Når det transiente induktive sjokk forsvinner omstilles innretningen tilbake til sin sperretilstand for normal drift av den kontrollerte belastningskrets og for fortsatt beskyttelse mot ytterligere transiente induktive sjokk i denne.

P a t e n t k r a v

1. Symmetrisk halvlederinnretning i hvilken et halvlederlegeme med samme ledningsevnetype tvers igjennom står i ohmsk kontakt med to elektroder anordnet for en belastningsstrømkrets, k a r a k t e r i s e r t ved at i det minste ett skikt av halvlederlegemet, som strekker seg på tvers av strømretningen, i grunntilstanden har høy spesifikk motstand og består av et eventuelt først etter innføring av krystallisasjonsforhindrende tilsetninger, formning, katodeforstøvning eller fordampning amorft, uordnet materiale, eller av et krystallinsk materiale inneholdende forstyrrelsessteder, som f.eks. er tilveiebrakt ved bestråling, oppvarmning og avkjøling, og ladningsbærefeller, hvilket krystallinske materiale f.eks. består av oksyder, sulfider, tellurider, selenider og halvlederblandinger inneholdende tellur, selen, germanium, antimon, silisium og gallium, slik at halvlederlegemet har en materialavhengig elektrisk feltstyrketerskelverdi, ved hvis

overskridelse det umiddelbart inntreffer en sprangvis overgang til en ledende tilstand som har en i forhold til grunn-tilstanden drastisk minsket spesifikk motstand og en steil, hovedsakelig rettlinjert strøm/spennings-karakteristikk, og at halvlederlegemet har en materialavhengig strømstyrkeverdi ved hvis underskridelse det umiddelbart skjer en sprangvis overgang til grunntilstanden.

2. Halvlederinnretning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at halvledermaterialet omfatter tellur som en nødvendig bestanddel.

3. Halvlederinnretning ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t ved at halvlederlegemet omfatter et materiale i hvilket det inngår tellur, selen, svovel og/eller oksygen, og et materiale i hvilket det inngår et metall, et metalloidd, en intermetallisk forbindelse og/eller en halvleder.

4. Halvlederinnretning ifølge et av kravene 1-3, k a r a k t e r i s e r t ved at halvledermaterialet har en slik skikttykkelse av skiktets terskelspanning minskes og økes ved økning henholdsvis minskning av skiktets temperatur.

5. Halvlederinnretning ifølge et av kravene 1-3, k a r a k t e r i s e r t ved at halvledermaterialet har så liten skikttykkelse at skiktets terskelspanning er i hovedsaken ufølsom for temperaturendringer som opptrer ved normal drift.

6. Halvlederinnretning ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at det er anordnet i det minste én ytterligere elektrode på halvlederlegemet for innkobling i en styrekrets.

Anførte publikasjoner:

U.S. patent nr. 2855524
Belgisk patent nr. 619125

127780

Fig. 1

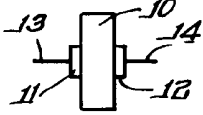


Fig. 2.

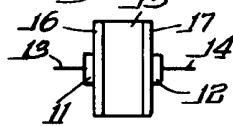


Fig. 3.

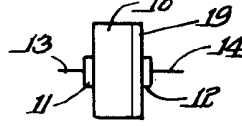


Fig. 4.

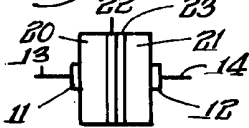


Fig. 5.

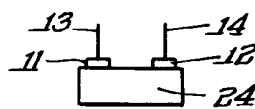


Fig. 6.

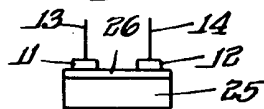


Fig. 7.

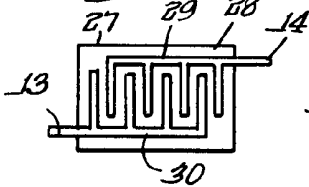


Fig. 8.

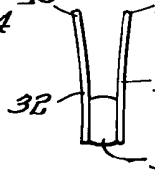


Fig. 9.

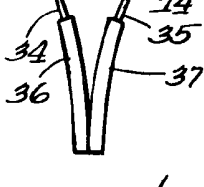


Fig. 10.

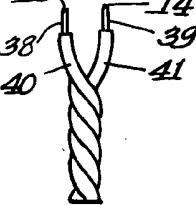


Fig. 11.

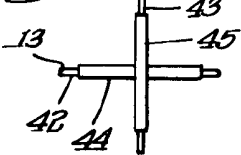


Fig. 12.

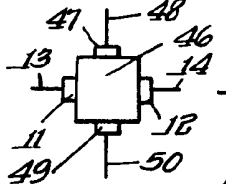


Fig. 13.

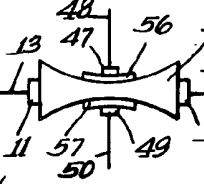


Fig. 14.

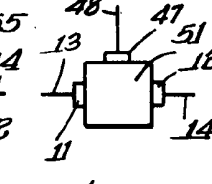


Fig. 15.

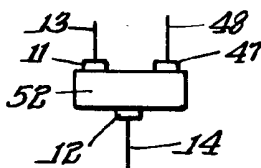


Fig. 16.

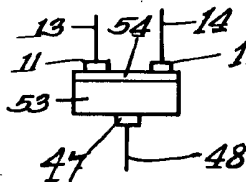
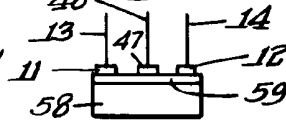
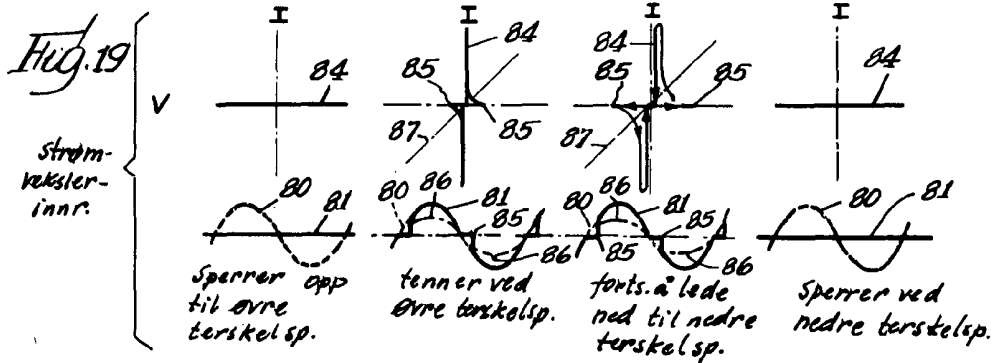
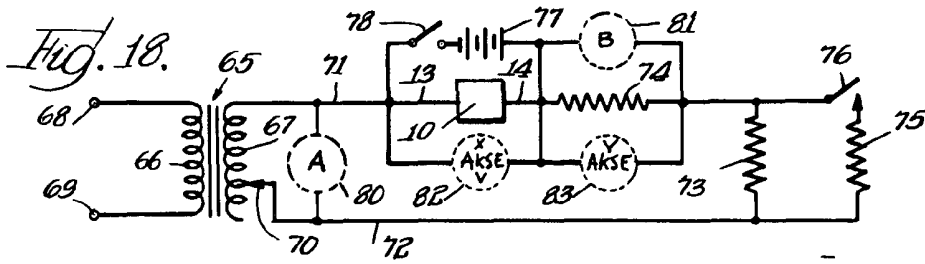


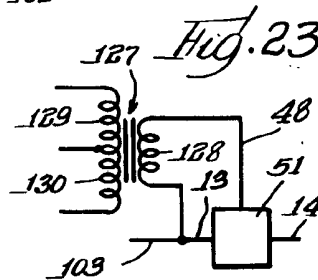
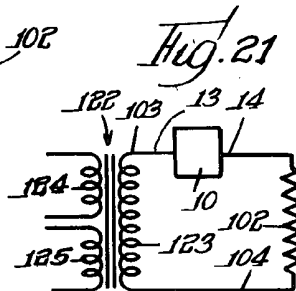
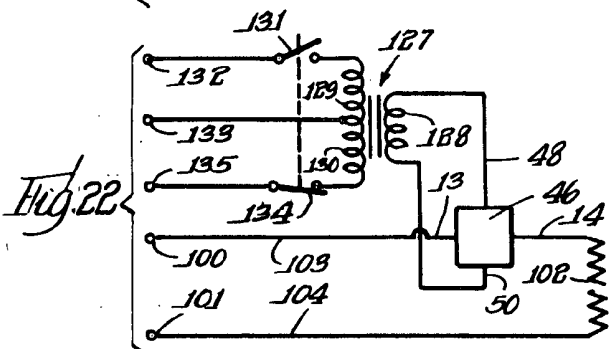
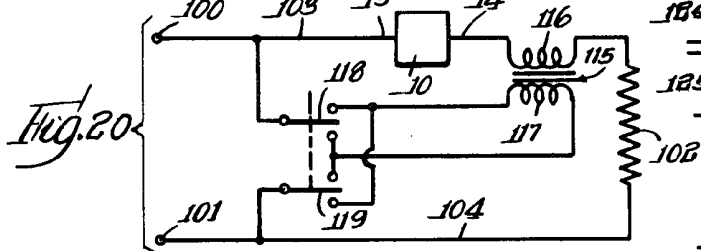
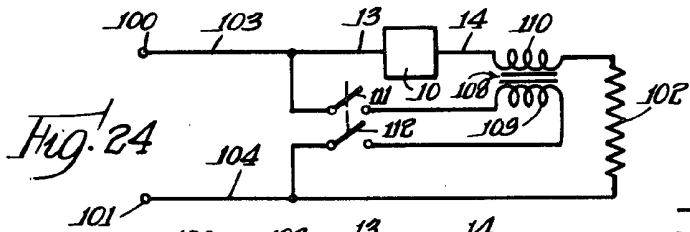
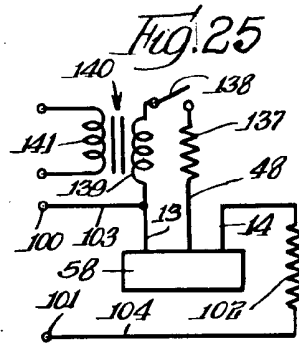
Fig. 17.



127780



127780



127780

Fig. 26

