



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8702905**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze en inrichting voor het optekenen van informatie, een registratiedrager, een inrichting voor het uitlezen van de opgetekende informatie, alsmede een codeer- en decodeerschakeling voor toepassing in de opteken- en uitleesinrichting.**
- ⑤1 Int.Cl.: G11B 20/14, G11B 7/00, G11B 7/013.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8702905.
- ②2 Ingediend 3 december 1987.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 3 juli 1989.

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

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken.

Werkwijze en inrichting voor het optekenen van informatie, een registratiedrager, een inrichting voor het uitlezen van de opgetekende informatie, alsmede een codeer- en decodeerschakeling voor toepassing in de opteken- en uitleesinrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het optekenen van informatie op een registratiedrager, waarbij een informatiesignaal wordt omgezet in een codesignaal dat bestaat uit, uit bits samengestelde codewoorden, waarbij het aantal opeenvolgende bits
5 met een eerste logische waarde tenminste gelijk aan P is, en waarbij binnen elk codewoord groepen van tenminste P bits met een eerste logische waarde worden gescheiden door ten minste Q opeenvolgende bits met een tweede logische waarde, met P een geheel getal groter of gelijk aan 1 en Q een geheel getal groter dan P , bij welke werkwijze een met
10 het codesignaal overereenkomend informatiepatroon van registratietekens op de registratiedrager wordt aangebracht, waarbij de registratietekens de bits met de eerste logische waarde vertegenwoordigen.

De uitvinding heeft eveneens betrekking op een inrichting voor het optekenen van informatie op een registratiedrager, welke
15 inrichting is voorzien van een codeerschakeling voor het omvormen van een informatiesignaal in een tweewaardig, uit codewoorden samengesteld, codesignaal, waarbij in elk codewoord het aantal opeenvolgende bits een eerste logische waarde ten minste gelijk aan P is, en waarbij groepen van tenminste P bits met de eerste logische waarde gescheiden zijn door
20 tenminste Q opeenvolgende bits met een tweede logische waarde, met P een geheel getal groter of gelijk aan 1 en Q een geheel getal groter dan P , waarbij de inrichting verder voorzien is van aandrijfmiddelen voor het ten opzichte van, schrijfmiddelen doen bewegen van de registratiedrager, waarbij de schrijfmiddelen zijn ingericht voor het in
25 reactie op een bit van het codesignaal met de eerste logische waarde aanbrengen van een elementair teken op de registratiedrager.

De uitvinding heeft voorts betrekking op een registratiedrager voorzien van een informatiespoor waarin door middel van een informatiepatroon van registratietekens informatie is
30 opgetekend, waarbij het informatiepatroon codesymbolen omvat, welke codewoorden vertegenwoordigen, en welke codesymbolen in hoofdzaak equidistante symboolposities bezitten, waarvan er een aantal zijn bezet

. 8702905

door een registratieteken, waarbij het aantal opeenvolgende bezette symboolposities ten minste gelijk is aan P en waarbij binnen de codesymbolen het aantal onbezette opeenvolgende symboolposities dat tussen de groepen van bezette symboolposities is gelegen ten minste
5 gelijk aan Q is, met P een geheel getal groter of gelijk aan 1 en Q groter dan P .

De uitvinding heeft voorts betrekking op een inrichting voor het uitlezen van de registratiedrager.

De uitvinding heeft verder nog betrekking op een
10 codeer- en decodeerschakeling voor toepassing in de opteken- en uitleesinrichting.

De bovengenoemde werkwijze, registratiedrager, opteken- en uitleesinrichting zijn onder andere bekend uit het Britse octrooischrift GB 2.148.670.

15 Bij de aldaar beschreven werkwijze en optekeninrichting worden 8-bit informatiewoorden van het informatiesignaal omgezet in 15-bit codewoorden waarvoor geldt dat het aantal opeenvolgende "1" bits tenminste gelijk aan 1 is en waarbij het aantal opeenvolgende "0" bits tenminste gelijk aan 2 is.

20 Bij de uitlezing van de registratiedrager wordt het patroon van registratietekens afgetast met een laserbundel waarbij de gereflekteerde laserbundel door het afgetaste patroon wordt gemoduleerd. Met behulp van een optische detector wordt de gereflekteerde laserbundel gedetecteerd, waarbij de detector een
25 detectiesignaal opwekt met een signaalsterkte die overeenkomt met de mate waarin de laserbundel is gemoduleerd. Vervolgens wordt het codesignaal weer teruggewonnen uit het detectiesignaal. Ten einde een betrouwbare detectie mogelijk te maken is aan de codewoorden de
30 additionale eis gesteld dat het aantal "1"-bits voor elke codewoord gelijk aan 4 is. In dat geval kan elk codewoord betrouwbaar uit het met dit codewoord overeenkomende gedeelte van het detectiesignaal worden teruggewonnen door de vier posities in het detectiesignaal met de meest extreme signaalsterkte te selecteren. Een dergelijke detectiemethode is bekend onder de naam differentiële detectie.

35 De uitvinding heeft tot doel een werkwijze en inrichting te verschaffen welke een optekening van een informatiesignaal mogelijk maken waarbij een hogere informatiedichtheid op de registratiedrager

. 8702905

verkregen wordt, en waarbij een betrouwbare uitlezing van de registratiedrager mogelijk blijft.

Voor wat betreft de werkwijze wordt dit doel bereikt doordat het aantal bits met de eerste logische waarde codewoord
5 afhankelijk is.

Voor wat betreft de inrichting wordt dit doel bereikt doordat de codeerschakeling is ingericht voor het genereren van codewoorden met een variabel aantal bits met de eerste logische waarde.

De uitvinding berust mede op het inzicht dat bij het
10 laten vallen van de eis van een constant aantal "1"-bits per codewoord het aantal benodigde codewoordbits aanzienlijk verlaagd kan worden zonder dat daarbij de betrouwbaarheid wordt aangetast, mits niveaudetectie wordt toegepast in plaats van differentiële detectie. Bij een dergelijke niveaudetectie wordt het detectiesignaal op nagenoeg
15 equidistante tijdstippen vergeleken met een beslissingsniveau. De logische waarde van het teruggewonnen bit van het codesignaal wordt dan bepaald door het resultaat van de vergelijking.

Een uitvoeringsvorm van de werkwijze wordt gekenmerkt doordat elk codewoord begint met P bits met de eerste logische waarde
20 dan wel begint met Q bits met de tweede logische waarde en dat elk codewoord eindigt met P bits met de eerste logische waarde dan wel eindigt met Q bits met de tweede logische waarde. Deze uitvoeringsvorm heeft het voordeel dat de codewoorden in willekeurige volgorde achter
25 opeenvolgende codewoorden het aantal opeenvolgende bits met de tweede logische waarde kleiner dan Q wordt en zonder dat daarbij het aantal opeenvolgende bits met de eerste logische waarde kleiner dan P wordt.

Het blijkt dat, bijvoorbeeld voor $P=1$, het aantal
30 benodigde bits voor de codewoorden slechts $Q-1$ bit groter wordt dan indien deze eisen aan het begin en einde van de codewoorden niet gesteld zijn.

Bij het optekenen van het informatiesignaal is het gebruikelijk om informatiewoorden met een constant aantal bits (m) om te zetten in codewoorden met eveneens een constant aantal bits (n), hetgeen
35 resulteert in een bepaalde verhouding tussen het aantal informatiebits en het aantal codebits.

Deze verhouding, en daarmee de informatiedichtheid bij

: 87 02 905

gelijkblijvende codebitlengte en bij gelijkblijvende P en Q, wordt aanzienlijk verhoogd bij een uitvoering van de werkwijze welke is gekenmerkt, doordat elk m-bit informatiewoord uit een eerste groep wordt omgezet in een uniek n-bit codewoord, waarbij m en n zo zijn gekozen dat
5 het aantal beschikbare n-bit codewoorden kleiner is dan het aantal mogelijke m-bit informatiewoorden, en waarbij m-bit informatiewoorden welke niet tot de eerste groep behoren worden gecombineerd met tenminste een aangrenzend m-bit informatiewoord ten einde rxn-bit informatiewoorden te vormen, met r een geheel getal en waarbij de rxm-
10 bit informatiewoorden worden omgezet in een unieke rxn-bit codewoorden.

De aldus opgetekende gecodeerde informatie kan voordelig worden uitgelezen met behulp van een inrichting voor het uitlezen, inrichting voor het uitlezen van een registratiedrager waarop een gecodeerd informatiesignaal is opgetekend door middel van een patroon
15 van registratietekens, welke inrichting is voorzien van een leesmiddelen voor het aftasten van het patroon en voor het opwekken van een detectiesignaal dat het afgetaste patroon vertegenwoordigt, en van middelen voor het omzetten van het detectiesignaal in een uit groepen van n-bit codewoorden samengesteld codesignaal en van een
20 decodeerschakeling voor het omzetten van een codesignaal in een informatiesignaal, met het kenmerk, dat de inrichting is voorzien van middelen voor het samenstellen van rxn bit codewoorden, met r een variabel geheel getal groter of gelijk aan 1, waarbij de decodeerschakeling is voorzien van detectiemiddelen voor het ter
25 bepaling van de grenzen tussen de codewoorden testen of bij twee opeenvolgende n-bit groepen de laatste n-bit groep begint met P bits met de eerste logische waarde dan wel begint met Q bits met de tweede logische waarde en of bovendien de eerste groep van de opeenvolgende groepen eindigt met P bits met de eerste logische waarde dan wel begint
30 met de Q bits met de tweede logische waarde en van middelen voor het omzetten van de rxn bit codewoorden in rxm bit informatiewoorden.

Een verdere uitvoeringsvorm van de werkwijze voor het optekenen is gekenmerkt doordat op terugvindbare posities op de registratiedrager en buiten het voor optekenen van de informatie
35 gebruikte gebied vrij gelegen referentietekens worden aangebracht welke van dezelfde soort zijn als de registratietekens.

De uitvoeringsvorm maakt een betrouwbare afleiding van

. 8702905

het beslissingsniveau uit het detectiesignaal mogelijk. Bij de uitlezing van het aldus opgetekende informatiesignaal kan namelijk het beslissingsniveau eenvoudig uit het gedeelte van het detectiesignaal worden afgeleid dat overeenkomt met de vrijgelegen referetietekens. Bij 5 dergelijke afleiding hebben veranderingen van parameters zoals de intensiteit van de stralingsbundel, de reflectiecoëfficiënt van de registratiedrager etc. nagenoeg geen invloed op de betrouwbaarheid van de uitlezing.

Nog een andere uitvoeringsvorm van de werkwijze voor het 10 optekenen wordt gekenmerkt doordat de registratiedrager is voorzien van een voorafaangebracht patroon van informatiesporen, waarbij het informatiespoor is voorzien van, ten opzichte van het patroon van aan te brengen registratiedrager onderscheidbare, besturingssymbolen, waarbij de referentietekens op voorafbepaalde plaatsen ten opzichte van 15 de besturingssymbolen worden aangebracht.

Deze uitvoeringsvorm heeft het voordeel dat de referentietekens eenvoudig terug te vinden zijn.

Verdere uitvoeringsvormen van de werkwijze en 20 inrichtingen alsmede voordelen hiervan zullen hierna in detail worden beschreven onder verwijzing naar de figuren 1 tot en met 25, waarin figuur 1 een langs optische weg beschrijfbare registratiedrager toont,

figuren 2 en 3 een codesignaal V_c , het patroon van 25 registratietekens op de informatiedrager dat dit codesignaal vertegenwoordigt, het bij uitlezing van de registratiedrager en verkregen detectiesignaal V_d , en het uit het registratiesignaal teruggewonnen codesignaal V_c' toont voor verschillende opteken systemen,

figuur 4 een uitvoeringsvorm van de uitlees- en 30 optekeninrichting toont,

figuur 5 een aantal in de inrichting van figuur 4 optredende signalen toont,

figuur 6 een andere uitvoeringsvorm van een langs 35 optische weg beschrijfbare registratiedrager toont,

figuur 7 een andere uitvoeringsvorm van de opteken- en uitleesinrichting toont,

figuur 8 een voorbeeld van een bij de werkwijze volgens

. 87 02 905

de uitvinding gebruikt codewoord en het bijbehorende patroon van registratietekens toont,

figuren 9 en 10 het detectiesignaal Vd afgeleide oogpatronen tonen voor verschillende afstanden tussen de symboolposities,

5 figuur 11 een vergelijkend overzicht van de informatiedichtheid bij toepassing van verschillende coderingen toont,

figuur 12 de vorm van het detectiesignaal toont voor het geval een elementair teken wordt afgetast,

10 figuur 13, 21, 22, 23, 24 en 25 het aantal beschikbare codewoorden aangeeft, welke gebruikt kunnen worden voor verschillende uitvoeringsvormen van de uitvinding,

figuren 14 en 16 bij wijze van voorbeeld de relaties tussen de informatiewoorden IW en de codewoorden CW toont voor verschillende uitvoeringsvormen van de werkwijze volgens de uitvinding,

15 figuur 15 de relatie tussen een willekeurig informatiesignaal en het bijbehorend codesignaal toont voor een uitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding,

figuur 17a een uitvoeringsvorm van de codeerschakeling volgens de uitvinding toont,

20 figuur 17b de relaties tussen de in- en uitgangssignalen van het in de codeerschakeling toegepaste geheugen toont,

figuren 17c en 17d een aantal van de in de codeerschakeling voorkomende signalen toont,

25 figuur 18 een uitvoeringsvorm van de decodeerschakeling volgens de uitvinding toont,

figuur 19 de relatie tussen in- en uitgangssignalen van de in de decodeerschakeling toegepaste geheugen toont,

30 figuur 20 de mogelijke grenzen tussen de codewoorden van het in de serieel-parallel omzetter van de decodeerschakeling aanwezige teruggewonnen codesignaal VO' aangeeft.

Figuur 1a toont een schijfvormige registratiedrager 1 welke is voorzien van een vooraf aangebracht patroon van sporen 4.

35 Een dergelijk sporenpatroon kan bijvoorbeeld bestaan uit een vooraf aangebrachte spiraalvormige groef welk in een substraat 5 is aangebracht. De groeven zijn in figuur 1b, welk een gedeelte van de doorsnede van de registratiedrager 1 langs de lijn b-b toont, sterk vergroot weergegeven. Het substraat 5 is bedekt met een

. 8702905

stralingsgevoelige laag 6 van een gebruikelijke soort welke, indien bestraald met een straling met voldoende hoge energie-inhoud een optisch detekteerbare verandering ondergaat. Een dergelijke laag 6 kan bijvoorbeeld bestaan uit een Telluurlegering, welke door bestraling met een stralingsbundel plaatselijk zodanig verhit kan worden, dat de laag ter plaatse van de verhitting wordt verwijderd.

De laag 6 kan ook bestaan uit een zogeheten "phase-change"-materiaal, dat bij verhitting met een stralingsbundel een structuurverandering ondergaat, bijvoorbeeld een verandering van een amorfe naar een kristallijne structuur of omgekeerd.

De laag 6 kan ook bestaan uit een magneto-optisch materiaal, waarvan de magnetisatierichting kan worden veranderd door de laag onder invloed van een magnetische veld te brengen en tegelijkertijd het magneto-optische materiaal plaatselijk te verwarmen met een stralingsbundel. De laag 6 is afgedekt met een afdeklaag 7.

Het in figuur 1 getoonde sporenpatroon bestaat uit een doorlopende groef. Een dergelijk sporenpatroon kan echter ook uitsluitend worden gevormd door bijvoorbeeld op equidistante hoekposities gelegen servobesturingssymbolen, welke de positie van het voor optekening te gebruiken sporen vastleggen.

In het spoor 4 kan een informatiesignaal worden opgetekend door het spoor 4 met behulp van een stralingsbundel af te tasten en daarbij de stralingsbundel zodanig te moduleren dat een patroon van registratietekens in het spoor ontstaat dat het informatiesignaal vertegenwoordigt. Daarbij is het gebruikelijk om het informatiesignaal om te zetten in een tweewaardig codesignaal en vervolgens de stralingsbundel overeenkomstig het codesignaal te moduleren, zodat een patroon van registratietekens ontstaat, waarbij gedeelten van het codesignaal met een eerste logische waarde, bijvoorbeeld "1", in het patroon overeenkomt met de gedeelten van het spoor die zijn bezet met de registratietekens, en waarbij de gedeelten met andere logische waarde, bijvoorbeeld "0", overeenkomt met de onbezette gedeelten van het spoor.

In figuur 2 is een op de hiervoor beschreven wijze verkregen patronen van registratietekens 8 en het daarmee overeenkomende codesignaal Vc weergegeven.

Het weergegeven codesignaal Vc bestaat uit bitcellen 9

. 8702905

met constante lengte τ . De middens van de bitcellen 9 komen overeen met equidistante symboolposities, welke in figuur 2 met de letter p zijn aangeduid. Het codesignaal Vc kan uit het spoor 4 worden uitgelezen door het spoor 4 met een stralingsbundel af te tasten, en vervolgens de, 5 daarbij door het patroon van registratietekens 8 veroorzaakte, modulatie van de gereflekteerde bundel te detekteren met behulp van een optische detector van een gebruikelijke soort, die een detektiesignaal Vd opwekt met een signaalsterkte die overeenkomt met de tijdens de aftasting in de stralingsbundel veroorzaakte modulatie. Het aldus verkregen 10 detektiesignalen Vd is eveneens in de figuur 2 weergegeven. Een met het oorspronkelijk codesignaal Vc identiek codesignaal Vc' wordt uit het detektiesignaal Vd terug gewonnen door op de tijdstippen waarop het midden van de stralingsbundel overeenkomt met de symboolposities p, het detektiesignaal Vd te vergelijken met een beslissingsniveau Vref. De 15 logische waarde van het teruggewonnen codesignaal Vc is afhankelijk van het resultaat van de vergelijking. Ten einde een eenvoudige afleiding van het referentieniveau uit het detektiesignaal Vd mogelijk te maken, is het gebruikelijk om een gelijkstroombeperkte codering toe te passen. In dat geval kan de gelijkstroomcomponent in het detektiesignaal 20 gebruikt worden als beslissingsniveau.

De eisen die ten behoeve van de verkrijging van deze gelijkstroombeperking aan de codering gesteld worden, maken deze codering slecht geschikt voor toepassing in systemen waarbij digitale informatie op willekeurige plaatsen op de registratiedrager moet worden 25 geschreven, zoals veelal bij computertoepassingen gewenst is.

Aan de hand van figuur 3 zal nu een werkwijze voor het optekenen en uitlezen volgens de uitvinding worden beschreven waarbij op eenvoudige en betrouwbare wijze het beslissingsniveau uit het detektiesignaal Vd kan worden teruggewonnen en waarbij er geen 30 beperkende eisen aan de codering behoeven te worden gesteld.

In het figuur 3 weergegeven spoor 4 worden gedeelten 30, welke gedeelten 32 van het codesignaal Vc vertegenwoordigen, afgewisseld met gedeelten 31 waarin een referentieteken 33 is aangebracht. De referentietekens 33 zijn op dezelfde wijze met behulp 35 van een stralingsbundel in de laag 6 aangebracht als de registratietekens 8, zodat zij dezelfde veranderde optische eigenschappen bezitten als de registratietekens 8, welke in figuur zijn

samengesteld uit één of meer elementaire tekens 54. Dit zijn de kleinste mogelijke tekens die door de gebruikte schrijfinrichting kunnen worden aangebracht.

5 Bij de uitlezing van het spoor 4 wordt uit het gedeelte van het detectiesignaal Vd dat overeenkomt met het referentieteken 33 het referentieniveau afgeleid, bijvoorbeeld door een referentieniveau te kiezen dat gelijk is aan een voorafbepaald percentage van het verschil 34a tussen de minimale en maximale waarde van het detectiesignaal gedeelte 34.

10 Een andere geschikte waarde voor het referentieniveau is de signaalsterkte van het detectiesignaal op het tijdstip dat de afstand tussen het midden van de stralingsbundel en het midden van het referentieteken 33 gelijk is aan de halve afstand tussen de symboolposities p. Deze waarden zijn in figuur 3 aangeduid met 15 verwijzingscijfers 35.

Ten einde een afleiding van het referentieniveau Vref mogelijk te maken is het noodzakelijk om de referentietekens 33 op terugvindbare posities aan te brengen. Indien een schijfvormige registratiedrager wordt toegepast, kan dit bijvoorbeeld worden 20 gerealiseerd door de referentietekens op voorafbepaalde hoekposities aan te brengen. Indien een registratiedrager wordt toegepast die is voorzien van voorafaangebrachte optische detekteerbare besturingssymbolen welke onderscheidbaar zijn van de patronen van registratietekens, zoals deze ontstaan bij de optekening van de informatie, dan worden de 25 referentietekens 33 bij voorkeur op voorafbepaalde posities ten opzichte van deze besturingssymbolen aangebracht.

Bij de hiervoor beschreven werkwijze wordt het referentieniveau uit het detectiesignaal afgeleid. Dit heeft het voordeel dat de invloed van de intensiteit van de stralingsbundel en de 30 materiaal eigenschappen van de laag 6, bijvoorbeeld de reflectiecoëfficiënt, geen invloed hebben op de betrouwbaarheid van de terugwinning van het codesignaal Vc'.

Figuur 4 toont een uitvoeringsvorm van een opteken- en uitleesinrichting volgens de uitvinding. In de getoonde uitvoeringsvorm 35 is de registratiedrager 1 vast op een draaitafel 40 bevestigd. De draaitafel 40 wordt aangedreven door een aandrijfmotor 41, die mechanisch is gekoppeld met een pulsgenerator 42 voor het opwekken van

. 8702905

een pulsvormig kloksignaal cl, met een frequentie die evenredig is met de hoeksnelheid van de registratiedrager 1.

De periodetijd van de klokpulsen van het kloksignaal komt overeen met de afstand tussen de symboolposities p. Verder is
5 pulsgenerator 42 nog voorzien van gebruikelijke middelen voor het éénmaal per omwenteling opwekken van een terugstelpuls cr. Het kloksignaal cl wordt toegevoerd aan een cyclische teller 43 voor het tellen van de pulsen van het kloksignaal cl. Het telbereik van de cyclische teller 43 is zodanig gekozen dat in één volledige
10 omwenteling van de plaat een geheel aantal telcycli wordt uitgevoerd. In het hier getoonde uitvoeringsvorm is het telbereik "65". De terugstelpuls cr wordt toegevoerd aan een terugstelingang van de teller 43 voor het op nul stellen van de teller 43. De telstand van de teller 43 wordt via een bus 44 toegevoerd aan een poortschakeling 45, welke een
15 signaal S2 met een logische waarde "1" opwekt voor de telstand "6" tot en met "65" en welke een signaal S1 met een logische waarde "1" opwekt gedurende de tijd dat de telstand van de teller 43 gelijk is aan "3". De poortschakeling 45 kan bestaan uit gebruikelijke
vergelijkingsschakelingen, die de telstand vergelijken met een gewenste
20 telstand, en die het resultaat van de vergelijkingen door middel van een logisch signaal afgeven. Echter ook andere schakelingen bijvoorbeeld een uitsluitend leesbaar geheugen (ROM) of een programmeerbaar logisch array (PLA), kunnen worden gebruikt.

Tegenover de roterende registratiedrager 1 is een
25 optische lees/schrijfkop 47 van een gebruikelijke soort opgesteld voor het met behulp van een stralingsbundel 46 aftasten van het spoor 4. De lees/schrijfkop 47 is voorzien van stralingsbundel modulatiemiddelen voor het overeenkomstig een door een schrijfschakeling 48 aangeboden schrijfsignaal Vs moduleren van de stralingsbundel ten einde het patroon
30 van registratietekens in het spoor 4 aan te brengen.

De schrijfschakeling 48 omvat een codeerschakeling 61 voor het omzetten van het tweewaardige informatiesignaal Vi in het codesignaal Vc. De codeerschakeling, welke in figuur 4a in detail is weergegeven, omvat een serieel-parallel omzetter 62 voor het
35 samenstellen van m-bit informatiewoorden, bijvoorbeeld 8-bit informatiewoorden. De m-bit informatiewoorden worden met behulp van een geheugen 63, bijvoorbeeld een ROM, omgezet in n-bit codewoorden,

. 8702905

bijvoorbeeld 12-bit codewoorden. De n-bit codewoorden worden door middel van een parallel-serieel omzetter 64 omgezet in het serieële codesignaal Vc.

Teneinde de omzetting te sturen is de codeerschakeling 61
5 nog voorzien van een stuurschakeling 65 voor het opwekken van kloksignalen cl2 en cl3, welke op een gebruikelijke wijze worden afgeleid uit het kloksignaal cl. De stuurschakeling 65 is zo gedimensioneerd dat de frequentie van het kloksignaal cl2, dat via een twee-ingangs EN-poort 66 toegevoerd wordt aan de klokingang van de
10 serieel parallel omzetter 62, gelijk is aan m/n maal de frequentie van het kloksignaal cl.

De frequentie van het kloksignaal cl3, dat via de twee-ingangs EN-poort 64 wordt toegevoerd van de parallel laadingang van parallel-serieel omzetter 67, is gelijk aan 1/n maal de frequentie van
15 het kloksignaal cl. Het kloksignaal cl wordt via twee-ingangs EN-poort 68 toegevoerd aan de klokingang van parallel-serieel omzetter 64. Verder wordt het signaal S2 nog toegevoerd aan de ingangen van de EN-poorten 66, 67 en 68, zodat gedurende bij de telstanden "6" tot en met "65" de kloksignalen cl, cl2 en cl3 aan de omzeters 62 en 64 worden doorgegeven
20 terwijl bij de telstanden "1" tot en met "5" de kloksignalen cl, cl2 en cl3 worden geblokkeerd door de poorten 66, 67 en 68. Op deze wijze wordt bereikt dat gedurende de aftasting van de symboolposities p6 tot en met p65 het informatiesignaal Vi wordt omgezet in het codesignaal Vc, terwijl gedurende de aftasting van de symboolposities p1 tot en met p5
25 de omzetting wordt onderbroken.

Het codesignaal Vc wordt toegevoerd aan de ingang van een van de ingangen van een twee-ingangs EN-poort 51, terwijl het signaal S2 aan de andere ingang van de EN-poort 51 wordt toegevoerd, zodat het codesignaal Vc alleen gedurende de aftasting van de symboolposities p6
30 tot en met p65 wordt doorgegeven aan de uitgang van EN-poort 51. De uitgang van EN-poort 51 wordt via een OF-poort 52 toegevoerd aan een van de ingangen van een twee-ingangs EN-poort 53. Aan de andere ingang van EN-poort 53 wordt het pulsvormige kloksignaal cl toegevoerd, zodat voor elk code bit met de logische waarde "1" één puls van het kloksignaal
35 aan de uitgang van EN-poort 53 wordt doorgegeven. (zie figuur 5). Het uitgangssignaal van EN-poort 53 fungeert als schrijfsignaal Vs voor de schrijfkop 47. De schrijfkop 47 genereert in reactie op elke puls van

. 8702905

het schrijfsignaal Vs een stralingsimpuls, waardoor de laag 6 over een gebiedje wat overeenkomt met de diameter van de stralingsbundel wordt bestraald, en er een optisch detekteerbare verandering in dit gebiedje teweeg wordt gebracht. Deze gebiedjes vormen de elementaire tekens 54.

5 Zoals uit de figuur 5 blijkt zijn op deze wijze verkregen registratietekens alle samengesteld uit één of meer van deze elementaire tekens 54.

Bij het bereiken van de telstand "1" wordt in reactie op een 1-0 overgang van signaal S2 de stroom van codewoord bits aan de
10 uitgang van de codeerschakeling 61 tijdelijk onderbroken totdat de telstand "6" weer bereikt wordt, en het signaal S2 weer "1" wordt. Bij het bereiken van telstand "3" wordt signaal S1 gelijk aan 1. Daar dit signaal via OF-poort 52 eveneens naar EN-poort 53 wordt toegevoerd, wordt bij telstand 3 een klokpuls van kloksignaal cl doorgegeven aan de
15 lees/schrijfkop 47, zodat bij telstand "3" eveneens een elementair teken 54 in spoor 4 wordt aangebracht, welk teken fungeert als referentieteken 33.

Indien het spoor 4 uitgelezen moet worden kan lees/schrijfkop 47 in de leesmode gezet worden, in welke mode de
20 intensiteit van stralingsbundel 46 op een constante waarde gehouden wordt, welke onvoldoende is om een verandering in de laag 6 te bewerkstelligen. De lees/schrijfkop 47 is voorzien van een optische detector voor het detekteren van de door het patroon van registratietekens 8 in het spoor 4 veroorzaakte modulatie in de
25 gereflekteerde bundel en voor het opwekken ook een detektiesignaal Vd met een signaalsterkte die overeenkomt met deze modulatie. Het detektiesignaal Vd wordt toegevoerd aan een leesschakeling 55. De leesschakeling 55 omvat een comparator 56, met een niet-inverterende ingang waaraan het detektiesignaal Vd wordt toegevoerd en met een
30 inverterende ingang waaraan een referentiesignaal wordt toegevoerd, waarvan het spanningsniveau overeenkomt met het beslissingsniveau Vref.

De uitgang van comparator 56 wordt toegevoerd aan een de seriële data ingang van een serieel-parallel omzetter 62a van een dekodeerschakeling 57 (zie figuur 4b). De serieel-parallel omzetter 62a
35 wordt gestuurd door het kloksignaal cl dat via een twee-ingangs EN-poort 66a aan de klokingang van de omzetter 62a wordt toegevoerd. Het signaal S2 wordt eveneens aan de EN-poort 66a toegevoerd, zodat alleen gedurende

. 8702905

de aftasting van symboolposities p6 tot en met p65, en dus alleen gedurende de tijd dat het uitgangssignaal van comparator 56 het teruggewonnen codesignaal Vc' vertegenwoordigt dit uitgangssignaal in de omzetter 62a wordt ingelezen. Aldus wordt het signaal aan de uitgang van

5 comparator 56 omgezet in n-bit codewoorden, welke met behulp van een geheugen 63a, bijvoorbeeld een ROM, in m-bit informatiewoorden worden omgezet. De m-bit informatiewoorden worden in reactie op, het via een twee-ingangs EN-poort 68a toegevoerde, kloksignaal cl2' ingelezen in een parallel-serieel omzetter 64a.

10 De ingelezen m-bit informatiewoorden worden onder besturing van een kloksignaal cl3', dat via een twee-ingangs EN-poort 67a aan de klokingang van de omzetter 64a wordt toegevoerd, omgezet in het seriële binaire informatiesignaal Vi'. Het signaal S2 wordt eveneens toegevoerd aan de poorten 67a en 68a, zodat de omzetting

15 gedurende de tijd dat S2 aangeeft dat de symboolposities p1 tot en met p5 aftast wordt onderbroken. De kloksignalen cl2' en cl3' worden op een gebruikelijke wijze afgeleid uit het kloksignaal cl door een besturingsschakeling 65a, welke zodanig is gedimensioneerd dat de frequenties van het kloksignaal cl2' en cl3' gelijk zijn aan

20 respectievelijk m/n maal en 1/n maal de frequentie van het kloksignaal cl.

Ten behoeve van de afleiding van het referentiesignaal is de leesschakeling 55 voorzien van een bemonsterings- en houdschakeling 58 voor het bemonsteren van het detektiesignaal op tijdstippen waarop

25 het midden van de bundel 46 een positie heeft bereikt die ongeveer een met de halve afstand tussen de symboolposities overeenkomende afstand voorbij het midden van het referentieteken 33 is gelegen. Het besturingssignaal voor schakeling 58 kan uit het signaal S1 afgeleid worden door het signaal S1 een, met de halve afstand tussen de

30 symboolposities overeenkomende, tijd te vertragen door middel van een vertragingsschakeling 60. Het niveau van het uitgangssignaal van de schakeling 58 kan gebruikt worden als het beslissingsniveau Vref. Het is van voordeel om de uitgang van schakeling 58 via een laagdoorlaatfilter 59 toe te voeren aan de comparator 56.

35 Het uitgangssignaal van het laagdoorlaatfilter 59 is een maat voor het gewogen gemiddelde van de bemonsteringen van het detektiesignaal, waarbij de invloed van referentietekens op het

. 8702905

uitgangssignaal afneemt naarmate de aftasting van het referentieteken verder in het verleden ligt. Het voordeel van een dergelijke middeling is dat de invloed van een eventueel onjuist aangebracht of uitgelezen referentieteken op het referentieniveau slechts gering is. Het zij
5 verder nog opgemerkt dat het voor de vakman duidelijk zal zijn dat de middeling behalve met behulp van een laagdoorlaatfilter op tal van andere wijzen kan worden verkregen, bijvoorbeeld met behulp van een microcomputer, die geladen is met een geschikt middelingsprogramma.

Het zij opgemerkt dat de bepaling van het
10 beslissingsniveau uit de gedeelten van het detektiesignaal tijdens de aftasting van de referentietekens 33 nog op tal van andere wijze kan worden uitgevoerd. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om vlak voor of vlak na aftasting van het referentievlak de signaalwaarde van het vlakke gedeelte van het detektiesignaal Vd te bemonsteren met behulp van een
15 eerste bemonsterings en houdschakeling. Met een tweede bemonsterings en houdschakeling kan vervolgens de maximale signaalwaarde tijdens de aftasting van het midden van het referentieteken 34 bepaald worden. Het verschil tussen de uitgangssignalen van de bemonsterings en houdschakeling geeft de hoogte aan van de door het referentieteken 34
20 veroorzaakte signaalpiek in het detektiesignaal Vd. Het beslissingsniveau kan uit deze piekhoogte bepaald worden door de signaalwaarde van de piekhoogte met een bepaalde faktor te vermenigvuldigen. Daar de afstand tussen de symboolposities afhankelijk is van de straal (de registratiedrager beweegt met constante
25 hoeksnelheid) en daarmee ook de grootte van de oogopening) van het door het detektiesignaal bepaalde oogpatroon is voor de verkrijging van een optimaal beslissingsniveau (dit is het midden van de kleinst voorkomende oogopening) wenselijk om de genoemde vermenigvuldigingsfaktor straalafhankelijk in te stellen, en wel zodanig dat het
30 beslissingsniveau op een hogere waarde wordt ingesteld naarmate de afstand tussen de symboolposities kleiner is, dus naarmate het uit te lezen spoor dichterbij het centrum van de plaat is gelegen.

Dit kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd door in het signaalpad tussen het uitgang van filter 59 en comparator 56 een
35 vermenigvuldiger op te nemen die het uitgangssignaal van het laagdoorlaatfilter vermenigvuldigd met een straalafhankelijke waarde, welke op gebruikelijke wijze uit de radiële positie van de

. 87 02905

lees/schrijfkop 47 kan worden afgeleid met behulp van een positiedetektor.

Het zij opgemerkt dat voor het geval het beslissingsniveau wordt afgeleid uit de detektiesignaalwaarde op het moment dat de aftastbundel zich op de halve symboolpositieafstand bevindt, bij zeer hoge informatiedichtheden het gewenste beslissingsniveau, als gevolg van intersymboolinterferentie hoger moet liggen, dan de bepaalde waarde. In dat geval is het ook wenselijk om bij toepassing van een schijfvormige registratiedrager een straalafhankelijke correctie op het bepaalde niveau uit te voeren.

Het zij verder opgemerkt dat de straalafhankelijke aanpassing in principe niet noodzakelijk is, indien men het beslissingsniveau instelt op een waarde die bruikbaar is voor de kleinste voorkomende afstand tussen de symboolposities.

In de in figuur 4 weergegeven inrichting wordt de cyclische teller 43 gestuurd door de klokpulsen c1 van de pulsgenerator 42. Het is echter ook mogelijk om de teller 43 te sturen met klokpulsen welke afkomstig zijn van een oscillator met vaste frequentie en de motor met behulp van fase vergrendelde lustechnieken zodanig te sturen dat de door pulsgenerator 43 opgewekte synchroon zijn met de door de oscillator opgewekte klokpulsen.

In figuur 6 is een uitvoeringsvorm van de registratiedrager 1 weergegeven, welke verdeeld is in sectoren 70, waarvan in figuur 6 slechts een gedeelte is weergegeven. Door deze sectoren zijn de sporen verdeeld in segmenten 71.

In figuur 6b is één van de segmenten 71 sterk vergroot weergegeven. Elk segment omvat een vast aantal symboolposities. Bij de getoonde registratiedrager is dit aantal bijvoorbeeld gelijk aan 264 gekozen.

In het gedeelte van het spoor 4 dat de symboolposities p1 tot en met p24 omvat een vooraf aangebracht en optisch detekteerbare besturingssymbool 72, dat bijvoorbeeld uit voorafaangebrachte putten bestaat. Het besturingssymbool en de bij optekening van het informatiesignaal gebruikte codering zijn zodanig op elkaar afgestemd dat het patroon van voorafaangebrachte besturingstekens 73, 74, 75 en 76 verschilt met het patroon van registratietekens 8 dat ontstaat bij optekening van het informatiesignaal.

. 87 02905

Indien bijvoorbeeld een codering is gekozen waarbij de maximum lengte van de aan te brengen registratietekens 8 kleiner is dan het voorafaangebrachte besturingsteken 73 dan is het besturingssymbool 72 ten alle tijde onderscheidbaar van de bij optekening ontstane patroon
5 van registratietekens 8.

De besturingstekens 74, 75 en 76 zijn ten behoeve van de besturing van de optekening en uitlezing aangebracht. De wijze waarop uit de besturingstekens 74, 75 en 76 de benodigde besturingssignalen worden afgeleid zal verderop in detail beschreven worden.

10 Figuur 7 toont een uitvoeringsvorm van een opteken- en uitleesinrichting volgens de uitvinding voor het optekenen en uitlezen van een informatiesignaal op/uit de in figuur 6 getoonde registratiedrager, waarbij de elementen welke overeenkomen met de in figuur 6 getoonde elementen met dezelfde verwijzingscijfers zijn
15 weergegeven.

Het door de lees/schrijfkop 47 geleverde detektiesignaal Vd wordt toegevoerd aan een detektieschakeling 81 voor het detekteren van besturingstekens 73 waarvan de lengte overeenkomt met de elf symboolposities. De hier bij wijze van voorbeeld getoonde
20 detektorschakeling 81 omvat een niveaugestuurde herstartbare monostabiele multivibrator 95 welke bij een laag niveau op de sturingang steeds wordt herstart, zodat bij een aanhoudend laag niveau stuursignaal het uitgangssignaal van de multivibrator 95 gelijk aan "1" blijft. De monostabiele multivibrator 95 is zodanig ingesteld dat na een
25 niveauverandering op de sturingang van laag naar hoog het uitgangssignaal nog gedurende een tijdsinterval dat overeenkomt met 11.5 symboolposities, gelijk aan "1" wordt gehouden.

De uitgang van detektorschakeling 81 wordt toegevoerd aan een monostabiele multivibrator 96 en een monostabiele multivibrator 97
30 die in reactie op een 1-0 overgang van multivibrator 95 respectievelijk een positieven en negatieve puls opwekken. De positieve en negatieve pulsen worden toegevoerd aan een EN-poort 97a. De pulstijden van de positieve en negatieve pulsen zijn zo gekozen dat aan de uitgang van EN-poort 97 een stuursignaal wordt opgewekt gedurende het tijdsinterval dat
35 tenminste de aftasting van het besturingsteken 74 op symboolposities 16 omvat en dat ten hoogste de aftasting van de symboolposities p13 tot en met p18 omvat. Het stuursignaal Sm aan de uitgang van de

. 8702905

detektorschakeling 81 wordt toegevoerd aan een sturingang van een elektronische schakelaar 83, welke in reactie op het stuursignaal het detektiesignaal Vd toevoert aan een pulsformer 84, bijvoorbeeld een niveaugestuurde monostabiele multivibrator.

5 Op deze wijze wordt aan de uitgang van pulsformer 84, in reactie op de aftasting van het besturingsteken 74 een puls wordt gegenereerd. Deze puls wordt toegevoerd aan een fase-detektor 85 van een fasevergrendelde lusschakeling, welke verder nog bestaat uit een lusfilter 86, een spanningsgestuurde oscillator 87 en een

10 frequentiedeler, in de vorm van een cyclische teller 43a, welke éénmaal per telcyclus een puls aan de fase-detektor 85 toevoert. Het telbereik van de teller 43a komt overeen met het aantal symboolposities binnen de spoorsegmenten 71, zodat de telstand van de teller 43a steeds de momentaan afgetaste symboolpositie binnen het spoorsegment 71

15 aangeeft. De uitgangen van de teller 43a worden via een bus 44a aan een poortschakeling 45a toegevoerd, welke poortschakeling op gebruikelijke wijze uit de telstand een vijftal signalen S1', S2', S3' en S4' opwekt zodanig dat signaal S1' "1" is bij de telstand die aangeeft dat symboolpositie p23 wordt afgetast, dat signaal S2' "1" is gedurende de

20 telstanden die de aftasting van de symboolposities p25 tot en met p264, dat signaal S3 "1" is bij de telstand die de aftasting van symboolpositie p19 aangeeft, dat signaal S4 "1" is bij de telstand die de aftasting van symboolpositie p21 aangeeft en dat S5 "1" is bij de telstand die de aftasting van symboolposities p14 aangeeft.

25 Op dezelfde wijze als bij de in figuur 4 beschreven uitvoeringsvorm de optekenschakeling wordt bestuurd door de signalen S1, S2, en cl, wordt de leeschakeling 48 in de in figuur 5 getoonde uitvoeringsvorm gestuurd door de signalen S1', S2', cl, waarbij voor signaal cl het uitgangssignaal van de oscillator 87 wordt gebruikt.

30 De besturing van uitleeschakeling 55 door de signalen cl, S1' en S2' is eveneens gelijksoortig aan de besturing van de uitleeschakeling 55 door de signalen cl1, S1 en S2 in de uitvoeringsvorm van figuur 4.

De signalen S3, S4 en S5 worden gebruikt voor de bepaling

35 van de bemonsteringstijdstippen voor de bemonsterde servoregelingen voor de spoorvolging en fokusering.

De bemonsterde servoregeling voor de spoorvolging omvat

. 8702905

een eerste (88) en tweede bemonsterings- en houdschakeling 89 waaraan het detektiesignaal Vd wordt toegevoerd. De uitgangen van de schakelingen 88 en 89 worden toegevoerd aan respectievelijk de inverterende en niet-inverterende ingang van een verschilversterker 90.

5 De schakeling 88 wordt bestuurd door het signaal S3, dat het aftasttijdstip van het besturingsteken 75 op symboolpositie p19 aangeeft.

De schakeling 89 wordt bestuurd door signaal S4, dat het aftasttijdstip van besturingsteken 76 op symboolpositie p21 aangeeft.

10 Het besturingsteken 75 is ten opzichte van het met verwijzingscijfer 91 aangegeven midden van het spoor 4 verschoven aangebracht. Het besturingsteken 76 is in tegenovergestelde richting ten opzichte van het midden 91 verschoven aangebracht.

Het uitgangssignaal op de uitgang van verschilversterker
15 90 dat het verschil in het detektiesignaal Vd op de aftasttijdstippen van besturingstekens 75 en 76 aangeeft, is dus een maat voor de spoorvolgfout.

Het uitgangssignaal wordt toegevoerd aan een regelschakeling 92 welke op gebruikelijke wijze een stuursignaal afleidt
20 uit de spoorvolgfout, welk stuursignaal wordt toegevoerd aan de lees/schrijfkop 47 ten einde de stralingsbundel 46 op het midden van het af te tasten spoor 4 gericht te houden.

De bemonsterde servoregeling voor het op de laag 6 gefokuseerd houden van de stralingsbundel 46 omvat een focusfout
25 detektiesysteem van gebruikelijke soort, bijvoorbeeld een in de schrijfkop 47 ondergebracht astigmatisch focusfout detektiesysteem, voor het opwekken van een focusfoutsignaal. Het focusfoutsignaal wordt toegevoerd aan een bemonsterings- en houdschakeling 93, welke wordt gestuurd door het signaal S5 dat het tijdstip aangeeft waarop een vlak
30 gedeelte van de laag 6 ter plaatse van symboolpositie p14 wordt afgetast. Het uitgangssignaal van de bemonsteringsschakeling 93 wordt toegevoerd aan een regelschakeling 94 welke uit het bemonsterde focusfoutsignaal een stuursignaal afleidt voor het op de laag 6 gefokuseerd houden van de stralingsbundel 46.

35 De in figuur 7 getoonde uitvoeringsvorm van de opteken- en uitleesinrichting waarin de toepassing van referentietekens ten behoeve van het bepalen van het beslissingsniveau gekombineerd is met de

. 8702905

toepassing van bemonsterde servosystemen en met de toepassing van schakelingen van het afleiden van het kloksignaal uit de besturingssymbolen 72, heeft het voordeel dat het ten behoeve van de optekening gebruikte patroon van registratietekens 8 geen enkele invloed heeft op de afleiding van het kloksignaal, de spoorvolgingsregeling, de 5 fokusregeling en de besturingsniveauafleiding. Hierdoor is het aantal aan de codering gestelde eisen minimaal geworden, hetgeen inhoudt dat klassen van coderingen gebruikt kunnen worden welke een zeer hoge informatiedichtheid op de registratiedrager mogelijk maken.

10 De uitvinding is beschreven aan de hand van een registratiedrager die in reflectie wordt uitgelezen, het zal duidelijk zijn dat de uitvinding even goed toepasbaar is voor registratiedragers die in doorzicht worden uitgelezen.

Een geschikte klasse van coderingen waarbij een hoge 15 informatiedichtheid op de registratiedrager kan worden verkregen omvat de coderingen waarbij het informatiesignaal wordt omgezet in een uit codebits samengestelde codewoorden, waarbij het aantal codebits met een eerste logische waarde, bijvoorbeeld "1" variabel is, waarbij het aantal opeenvolgende bits met deze logische waarde binnen het codewoord 20 tenminste gelijk is aan P en waarbij binnen elk codewoord het aantal groepen van ten minste P opeenvolgende bits met de eerste logische waarde van elkaar zijn gescheiden door ten minste Q opeenvolgende bits met een andere logische waarde, waarbij Q groter is dan P . Een dergelijk codewoord kan worden opgetekend met behulp van codesymbolen 25 met een aantal equidistante symboolposities dat gelijk is aan het aantal bits van het codewoord, waarbij een bit met de eerste logische waarde wordt vertegenwoordigd door een elementair teken 54, dat is aangebracht op een symboolpositie die overeenkomt met de bitpositie binnen het betreffende codewoord. Op de symboolposities die overeenkomen met de 30 bitposities van de bits met de tweede logische waarde "0" wordt geen elementair teken aangebracht.

Figuur 8 toont, bij wijze van voorbeeld, voor P gelijk aan 1 en Q gelijk aan 2 een mogelijk codewoord 200 en een op de registratiedrager aangebracht codesymbool 201 dat overeenkomt met het 35 codewoord 200. De "1" bits op bitposities b_2 , b_3 , b_4 , b_7 en b_{11} worden vertegenwoordigd door elementaire tekens 54. Zoals reeds hiervoor beschreven kunnen de elementaire tekens met behulp van een

7. 8702905

stralingsimpuls worden aangebracht. Het zij opgemerkt dat de diameter van het elementair teken 54 bij hoge informatiedichtheden groter is dan de afstand tussen de symboolposities.

Bij de vergelijking van de informatiedichtheden voor
5 verschillende coderingen is het gebruikelijk om de grootte van de
kleinst voorkomende oogopening in, de met behulp van het detectiesignaal
Vd verkregen, oogpatronen te vergelijken. Een dergelijk oogpatroon is
weergegeven in figuur 9 voor een detectiesignaal Vd dat is verkregen
indien het informatiesignaal ongecodeerd is opgetekend. Een dergelijk
10 oogpatroon wordt verkregen door verschillende gedeelten van het
detectiesignaal over elkaar heen te schrijven, waarbij er voor wordt
gezorgd dat de faserelaties tussen het detectiesignaal en het
kanaalkloksignaal gehandhaafd blijft. De meest gunstige tijdstippen voor
de bepaling van de logische waarde van een bit van het terug te winnen
15 codewoord, zijn de tijdstippen waarop de oogopening het grootst is. Deze
tijdstippen zijn in figuur 9 met de cijfers "1" tot en met "8"
aangegeven, en komen over een met de tijdstippen waarop het centrum van
de aftastbundel samenvalt met een symboolpositie. Het tijdsverschil
tussen deze tijdstippen komt dus overeen met de afstand tussen de
20 symboolposities. In figuur 8 is deze afstand ongeveer 1 μm .

Bij de bepaling van de logische waarde van elk codebit
wordt het detectiesignaal Vd vergeleken met dat referentieniveau Vref.
Naarmate de oogopening kleiner wordt zal dus de betrouwbaarheid van de
bepaling afnemen. Een goede maat voor de betrouwbaarheid is de grootte
25 van de kleinst voorkomende oogopening in het oogpatroon. (In figuur 9 is
deze met pijl 102 aangeduid).

Indien de afstand tussen de symboolposities afneemt,
neemt de informatiedichtheid toe, maar de grootte van de oogopeningen en
dus de betrouwbaarheid, neemt af. Ter illustratie is in figuur 10 een
30 oogpatroon weergegeven voor het geval dat de afstand tussen de
symboolposities in vergelijking met figuur 9 met circa 50% is afgenomen.

In figuur 11 is voor een aantal verschillende coderingen
de kleinst voorkomende oogopening Emin als functie van de inverse van de
informatiedichtheid DEN getoond.

35 De kleinst voorkomende oogopening is uitgedrukt in een
percentage van het verschil tussen de maximum signaalsterkte Dmax en de
minimum signaalsterkte Dmin van het detectiesignaal Vd. De

8702905

informatiedichtheid is uitgedrukt in een aantal gebruikte μm per bit van het informatiesignaal Vi.

De getoonde relaties gelden voor het geval dat de zogeheten FWHM-waarde in het detectiesignaal (Full width half maximum value) bij de aftasting van een vrijgelegen eenheidsteken overeenkomt met $1.0 \mu\text{m}$. Ter illustratie is in figuur 12 het detectiesignaal Vd weergegeven dat is verkregen bij de aftasting van het vrijgelegen elementair teken 54. In figuur 12 is horizontaal de verplaatsing van de stralingsbundel ten opzichte van het elementair teken 54 uitgezet, terwijl vertikaal de signaalsterkte van het detectiesignaal Vd is uitgezet. De FWHM waarde geeft de afstand aan tussen de punten waarop de signaalsterkte de helft is van de maximum signaalsterkte.

In figuur 11 geven de krommes 110, 111 en 112 de relatie tussen de kleinst voorkomende oogopening Emin en de informatiedichtheid voor P gelijk aan 1 en Q gelijk aan respectievelijk gelijk aan 2, 3 en 4.

Ter illustratie wordt de relatie tussen de kleinst voorkomende oogopening en de informatiedichtheid voor het geval dat het informatiesignaal ongecodeerd is opgetekend aangeduid door de kromme 113. Met de kromme 115 wordt de informatiedichtheid aangegeven in het geval dat de informatiewoorden overeenkomstig de in GB 2.198.670 beschreven 4/15 codering is gecodeerd.

Uit de figuur 11 blijkt duidelijk dat de hiervoor beschreven klasse van coderingen een aanzienlijke verhoging van de informatiedichtheid mogelijk maakt.

De in figuur 11 weergegeven krommes gelden voor het geval dat het codesignaal optimaal is gecodeerd, dat wil zeggen dat de verhouding R tussen het aantal informatie bits en het aantal codebits maximaal is. In het geval dat P gelijk aan 1 is kan deze maximale waarde η worden bepaald met behulp van de volgende relaties.

$$\eta = \lim_{n \rightarrow \infty} 1/n \log_2 N(n, Q)$$

$$N(n, Q) = 2N(n-1, Q) - N(n-2, Q) + N(n-Q-1, Q) \quad (\text{voor } n > Q+2)$$

Voor P ongelijk aan 1 kan het aantal N worden gevonden met de volgende relatie:

$$N(n, Q, P) = 2N(n-1, P, Q) - (N(n-2, P, Q) + N(n-P-Q, P, Q)) \quad (\text{voor } n > P+Q+1)$$

waarbij n het aantal bits van het codewoord weergeeft, waarbij N het aantal verschillende codewoorden.

. 8702905

In tabel 1 is voor $Q=2, 3, 4$ en 5 de maximale verhouding (r) aangegeven.

TABEL 1

5	Q	r
	2	0,8114
	3	0,6942
	4	0,6125
10	5	0,5515

Bij een vaak gebruikte wijze van coderen worden informatiewoorden met een vast aantal bits, bijvoorbeeld 8, in codewoorden met een vast aantal bits omgezet.

Ten einde de lengte van de codewoorden te kunnen bepalen is in tabel 2 voor $Q=2, 3, 4$ en 5 het aantal verschillende codewoorden als functie van het aantal (n) bits van het codewoord weergegeven.

TABEL 2

n	$Q=2$	$Q=3$	$Q=4$	$Q=5$
20	1	2	2	2
	2	4	4	4
	3	7	7	7
	4	12	11	11
	5	21	17	16
25	6	37	27	23
	7	65	44	34
	8	114	72	52
	9	200	117	81
	10	351	189	126
30	11		305	194
	12			296
	13			303

Uit tabel 2 blijkt dat voor het geval dat de lengte van het informatiewoord gelijk is aan 8-bit (en Q gelijk is aan $2, 3, 4$ of 5) de lengte van het codewoord respectievelijk tenminste $10, 11, 12$ of 13 bit moet zijn om aan elk van de 256 verschillende 8-bit

. 8702905

informatiewoorden een uniek codewoord toe te kunnen kennen. Ter illustratie zijn in figuur 21, 22 en 23 alle beschikbare codewoorden weergegeven voor respectievelijk ($n=10$, $Q=2$), ($n=11$, $Q=3$) en ($n=12$, $Q=4$). Het aantal beschikbare codewoorden in figuur 21, 22 en 23 is
5 steeds groter dan de benodigde 256 voor het geval dat de informatiewoorden 8 bit lang zijn, zodat er aan elk informatiewoord een uniek codewoord kan worden toegekend.

Behalve de eis dat het aantal opeenvolgende "0" bits binnen het codewoord tenminste Q moet zijn, is het vaak ook gewenst dat
10 het aantal opeenvolgende "0" bits ook bij de grenzen tussen twee opeenvolgende codewoorden tenminste gelijk aan Q is. Hieraan kan eenvoudig worden voldaan door aan elk codewoord Q "0" bits toe te voegen. Voor Q is 2 betekent dit dat elk 8-bit informatiewoord wordt omgezet in een 12-bit codewoord.

15 De verhouding tussen het aantal informatiebits en het aantal codebits wordt dan $8/12=0,666$.

Dit betekent dat de informatiedichtheid op de registratie 18% slechter wordt dan de voor $Q=2$ in figuur 11 aangegeven informatiedichtheid. In dat geval is de informatiedichtheid iets lager
20 geworden dan de informatiedichtheid voor het geval dat het informatiesignaal ongecodeerd wordt opgetekend. Desondanks verdient codering toch de voorkeur, omdat niet alle beschikbare codewoorden behoeven te worden gebruikt voor optekening. De niet gebruikte codewoorden kunnen dan namelijk gebracht worden als besturingswoorden,
25 bijvoorbeeld synchronisatiecodes.

Een hogere waarde voor R kan bereikt worden indien slechts 1 bit aan de code wordt toegevoegd, waarbij dan de logische waarde van het toegevoegde bit zodanig afhangt van het eerste bit van het volgende codewoord en het laatste bit van het voorafgaande codewoord
30 dat steeds aan gestelde minimum eis voor het aantal opeenvolgende "0" bits wordt voldaan.

Deze methode heeft echter het bezwaar dat de complexiteit van de codeer- en decodeerschakelingen toeneemt.

Een andere oplossing om het aantal codebits te verlagen
35 is slechts codewoorden toe te staan die beginnen met P "1" bits dan wel beginnen met Q "0" bits en die bovendien eindigen met P "1" bits dan wel eindigen met Q "0" bits. Een dergelijke code zal in het vervolg als een

. 8702905

concateneerbare code worden aangeduid.

Voor $P=1$ geldt dat het aantal N dat hieraan voldoet kan worden afgeleid uit de volgende relatie

$$N(n+Q-1, Q) = N(n, Q) \quad (2)$$

5 Dus bij toepassing van 8-bit informatiewoorden en q gelijk aan 2, 3, 4, 5 bestaat er respectievelijk een 11-bit, 13-bit, 15-bit en een 17-bit concateneerbare code.

10 Figuur 13 toont alle verschillende (351) concateneerbare codewoorden voor $Q=2$ en 8-bit informatiewoorden. Hieruit kunnen weer 256 codewoorden worden geselecteerd. Verder zijn ter illustratie in figuur 24 en 25 alle beschikbare concateneerbare codewoorden getoond voor respectievelijk ($Q=3, n=13$) en ($Q=4, n=15$).

15 Het aantal verschillende codewoorden in figuur 24 is gelijk aan 305, en het aantal verschillende codewoorden in figuur 25 is gelijk aan 296. (zie ook tabel 2). Een klasse van codering met een waarde voor de verhouding R die nog dichter bij de maximale waarde ligt zal hierna worden besproken voor het geval dat Q is gelijk is aan 2.

20 Bij deze codering wordt het informatiesignaal opgedeeld in 4-bits woorden. Een eerste groep van 4-bits informatiewoorden wordt afgebeeld op concateneerbare 5-bits codewoorden. Volgens tabel 2 en relatie 2 zijn er 12 verschillende concateneerbare 5-bits codewoorden. Aangezien er 16 verschillende 4-bits informatiewoorden zijn, is er voor vier 4-bit informatiewoorden geen 5-bit codewoord beschikbaar. Bij encoding worden deze overgebleven 4-bit informatiewoorden gecombineerd met een ander 4-bit informatiewoord tot een 8-bit informatiewoord. Het
25 aantal verschillende 8-bit informatiewoorden is gelijk aan $4 \times 2^4 = 64$. Deze 8-bit informatiewoorden worden afgebeeld op 10-bits concateneerbare codewoorden, waarvan er (volgens tabel 2) 200 verschillende zijn. Hiervan kunnen echter de combinaties van codewoorden welke kunnen worden
30 samengesteld uit de 5-bits concateneerbare codewoorden niet worden gebruikt, zodat er slechts 56 10-bits concateneerbare codewoorden gebruikt kunnen worden voor het afbeelden van 8-bits informatiewoorden. Dus er blijven 8 8-bit informatiewoorden over. Deze 8-bit informatiewoorden worden weer gecombineerd met een 4-bit
35 informatiewoord, zodat er 12-bit informatiewoorden ontstaan. Het aantal verschillende 12-bit informatiewoorden is gelijk aan $8 \times 2^4 = 128$. Deze 12-bit subwoorden worden afgebeeld op 15-bits concateneerbare codewoorden,

. 8702905

waarvan er 3329 zijn. Hiervoor kunnen de 15-bit codewoorden die zijn samengesteld uit de reeds gebruikte 5-bit concateneerbare en 10-bit concateneerbare codewoorden niet worden gebruikt. Dit zijn er 3072, zodat er nog 257 15-bit concateneerbare codewoorden beschikbaar zijn, 5 hetgeen ruim voldoende is om de 128 12-bit informatiewoorden af te beelden.

De hiervoor beschreven codering zal in het vervolg als synchrone codering aangeduid worden. Bij de hiervoor beschreven synchrone codering is de verhouding R tussen het aantal informatiebits 10 en het aantal codebits gelijk aan 0,8, zodat de maximale waarde (η) van 0,8114 dicht benaderd wordt.

Op dezelfde wijze als hiervoor beschreven, kan voor $Q=3$ een synchrone code gevonden worden waarvoor subwoorden van 2-, 4- of 6-bits worden afgebeeld op respectievelijk 3-, 6- of 9-bit concateneerbare 15 codewoorden. In figuur 14 zijn voor $Q=3$ de 2-, 4- en 6-bit informatiewoorden (IW) waarin het informatiesignaal kan worden verdeeld en de bijbehorende 3-, 6- en 9-bits codewoorden (CW) weergegeven.

In figuur 15 is bij wijze van illustratie voor een willekeurig informatiesignaal V_i , de opdeling in 2, 4 en 6-bit 20 informatiewoorden weergegeven. Bovendien is in figuur 15 het bij de codering verkregen codesignaal V_c weergegeven. Het eerste informatiewoord IW1 bestaat uit de combinatie "00" welke wordt omgezet in het 3-bit codewoord "000". De eerste 2 bits van het informatiesignaal die direct op het 2-bit informatiewoord IW1 volgen, bestaat uit de 25 bitcombinatie "10", waarvoor geen 3-bits codewoord beschikbaar is. Vervolgens wordt de combinatie "10" gecombineerd met de volgende 2-bits combinatie, waarna de combinatie "1011" ontstaat, waarvoor echter ook geen codewoord beschikbaar is. Daarna wordt de combinatie nogmaals uitgebreid met twee bits waarna de bitcombinatie "101100" ontstaat. Deze 30 combinatie is een toegestaan 6-bit informatiewoord (IW2) welke wordt omgezet in het codewoord CW2 met de bitcombinatie "000010001". Op soortgelijke wijze wordt het resterende gedeelte van het informatiesignaal verdeeld in de informatiewoorden IW3, IW4, IW5, IW6 en IW7. De grenzen tussen de codewoorden kunnen als volgt worden bepaald. 35 Allereerst wordt het codesignaal V_c verdeeld in groepen van 3-bits, waaruit de 3-, 6- of 9 bits codewoorden gevormd kunnen worden. Omdat de codewoorden concateneerbaar zijn, vormt de grens tussen twee

. 87 02 905

opeenvolgende 3-bits groepen een codewoordgrens indien de eerste 3-bits groep eindigt met één "1" bit ($P=1$) dan wel eindigt met drie "0" bits ($Q=3$) en bovendien de tweede 3-bits groep begint met één "1" bit dan wel begint met drie "0" bits. Deze combinaties (000.1; 1.000; 5 000.000; 1.1) komen niet voor bij de grenzen tussen 3-bits groepen welke binnen de codewoorden zijn gelegen. Bij de selectie van de 6- en 9-bits codewoorden is namelijk als eis gesteld dat deze niet samengesteld mogen kunnen worden uit combinaties van de reeds gebruikt concateneerbare 3-bits en/of 6-bits codewoorden.

10 De verhouding R tussen het aantal informatiebits en het aantal codebits is bij de laatstbehandelde synchrone code 0,6667, welke waarde de maximale haalbare waarde (η) van 0,6942 dicht benadert. Verder is in figuur 16 nog voor $Q=5$ een synchrone code weergegeven.

Figuur 17a toont een uitvoeringsvorm van de
15 codeerschakeling 61, voor het uitvoeren van een synchrone codering. De getoonde codeerschakeling 61 omvat een door kloksignaal $cl2^*$ gestuurde 6-bits serieel-parallel-omzetter 120, waarvan de uitgangssignalen aan de parallel-uitgangen worden toegevoerd aan de adresingangen $A1, \dots, A6$ van een geheugen 121, bijvoorbeeld een "Read-only-memory". De
20 uitgangssignalen van het geheugen 121 zijn in twee groepen gesplitst. Een eerste groep uitgangssignalen $O1, \dots, O9$ wordt toegevoerd aan de parallel-ingangen van een door kloksignaal cl gestuurde parallel-serieel-omzetter 122. Deze groep uitgangssignalen $O1, \dots, O9$ vertegenwoordigt de
25 codewoorden. Een tweede groep van uitgangssignalen OT wordt toegevoerd aan de parallel-ingangen van een door kloksignaal cl gestuurde "NEER" teller 123. Deze tweede groep van uitgangssignalen vertegenwoordigt een code die het aantal bits van het uitgevoerde codewoord aangeeft.

In figuur 17b is de relatie tussen de adressignalen $A1, \dots, A6$ de uitgangssignalen $O1, \dots, O9$ en de uitgangssignalen OT
30 aangegeven. De telstand van "NEER" teller 123 wordt toegevoerd aan een telstanddetector 124, welke bij het bereiken van de telstand "0" een logisch "1" signaal opwekt dat naar een ingang van een drie-ingangs-EN-poort 128 wordt toegevoerd. Aan de andere ingangen van de EN-poort 128 worden het kloksignaal $cl3^*$ en het signaal $S2$ toegevoerd.

35 Het uitgangspunt van EN-poort 128 fungeert als laadsignaal voor parallel-serieel-omzetter 122 en "NEER"-teller 123.

Verder is de codeerschakeling 61 nog voorzien van een

. 8702905

stuurschakeling 125 welke op een gebruikelijke wijze de kloksignalen $cl2^*$ en $cl3^*$ afleidt uit het kloksignaal cl . De relatie tussen de kloksignalen cl , $cl2^*$ en $cl3^*$ is in figuur 17c aangegeven. De frequentie van het kloksignaal $cl2^*$ en $cl3^*$ zijn respectievelijk $2/3$ en $1/3$ maal de frequentie van kloksignaal cl . Verder zijn met t_1, \dots, t_4 een aantal tijdstippen binnen de periodetijd van cl^* aangegeven.

Verder is codeerschakeling 61 nog voorzien van EN-poorten 126 en 127 voor het onderbreken van respectievelijk kloksignalen cl en $cl2^*$, indien het signaal S_2 gelijk aan "0" is.

10 De werking van codeerschakeling 61 is als volgt:

In reactie op de klokpulsen van het kloksignaal $cl2^*$ wordt het informatiesignaal V_i ingelezen. Stel nu dat op tijdstip t_4 de telstand TS gelijk aan nul is en de bits b_1, \dots, b_6 van het in de omzetter 120 ingelezen informatiewoord gelijk signaal "001011" (deze toestand is aangegeven in de eerste regel van figuur 17d). Bij de eerstvolgende klokpuls $cl3^*$ wordt dan het door de bits b_1 en b_2 in omzetter 120 bepaalde codewoord "000" toegevoerd aan parallel serieel omzetter 122. Bovendien wordt de "NEER"-teller 123 met de telstand "3" geladen. Bij elke klokpuls cl worden de codebits c_2, \dots, c_9 in parallel-
20 serieelomzetter 122 een plaats opgeschoven en wordt het bit c_1 als codesignaalbit uitgevoerd. Intussen worden de bits van het informatiesignaal V_c in de serieel-parallelomzetter 120 ingevoerd met $2/3$ maal de frequentie van het uitvoeren van de codesignaalbits, zodat per drie uitgevoerde codebits twee informatiebits worden ingevoerd.
25 Zodra alle bits van het codewoord in de omzetter 122 zijn uitgevoerd, is de telstand van "NEER"-teller 123 gelijk aan nul geworden, en wordt de omzetter 122 weer geladen met een nieuw codewoord, waarvan de lengte afhangt van de bitcombinatie b_1, \dots, b_6 in omzetter 120. Op deze wijze wordt het in figuur 15 getoonde informatiesignaal omgezet in het
30 bijbehorende codesignaal V_c , zoals getoond in figuur 17d.

Figuur 18 toont een uitvoeringsvorm van de decodeerschakeling 57 voor het decoderen van een synchroon gecodeerd codesignaal V_c .

De getoonde decodeerschakeling 57 is voorzien van
35 eenzelfde schakeling (in figuur 18 niet weergegeven) voor het opwekken van kloksignalen $cl2^*$ en $cl3^*$ als de bij de codeerschakeling besproken besturingsschakeling 125. Verder is de decodeerschakeling 57 voorzien

. 8702905

van een 12-bit-serieel-parallelomzetter 130 voor het onder besturing van het kloksignaal c1 serieel inlezen van het codesignaal Vc. De signalen op de paralleluitgangen q1, ..., q12 zijn verdeeld in twee groepen. De eerste groep wordt gevormd door de uitgangssignalen Ac1, ..., Ac3 op de
 5 uitgangen q12, ..., q10. De tweede groep wordt gevormd door de uitgangssignalen c1, ..., c9 op de uitgangen q9, ..., q1.

De signalen c1, c2, c3 worden als adressignalen toegevoerd aan geheugen 131, bijvoorbeeld een "read-only memory". De signalen c1, ..., c6 worden als adressignalen toegevoerd aan een tweede
 10 geheugen 132. De signalen c1, ..., c9 worden als adressignalen toegevoerd aan een derde geheugen 133. De relatie tussen de adressignalen en de uitgangssignalen IA, IB, IC van respectievelijk de geheugens 131, 132, 133 zijn weergegeven in de figuren 19a, 19b, 19c. De uitgangssignalen IA, IB, IC worden toegevoerd aan een drie-
 15 ingangsmultiplexschakeling 134. De uitgangssignalen van de multiplexschakeling 134 worden toegevoerd aan een door kloksignaal c12* gestuurde parallel-serieelomzetter 135. Verder is de decodeerschakeling 57 nog voorzien van een grensdetectieschakeling (zie figuur 18a) welke uit de signalen Ac1, Ac2, Ac3 en c1, ..., c9 afleidt of de in figuur 20
 20 aangegeven grenzen 140, 141, 142 tussen de signalen overeenkomen met een grens tussen opeenvolgende codewoorden. Het signaal $g_1 = ((\overline{Ac1} \cdot \overline{Ac2} \cdot \overline{Ac3}) + Ac3) \cdot ((\overline{c1} \cdot \overline{c2} \cdot \overline{c3}) + c1)$ geeft aan dat de grens 140 een codewoord grens is.

Het signaal $g_2 = ((\overline{c1} \cdot \overline{c2} \cdot \overline{c3}) + c3) + ((\overline{c4} \cdot \overline{c5} \cdot \overline{c6}) + c4)$ geeft aan of de grens 141
 25 een codewoord grens is.

En het signaal $g_3 = ((\overline{c4} \cdot \overline{c5} \cdot \overline{c6}) + c6) \cdot ((\overline{c7} \cdot \overline{c8} \cdot \overline{c9}) + c7)$ geeft aan of de grens 142 een codewoord grens is. Met behulp van de in figuur 18b getoonde poortschakelingen wordt bepaald of de signalen c1, c2, c3 een 3-bits codewoord vormen. Dit is het geval als de grens 140 en 141 codewoord
 30 grenzen zijn. Het signaal $SI_2 = g_1 \cdot g_2$ geeft aan dat c1, c2, c3 een 3-bits codewoord vormen.

De schakeling in figuur 18c bepaalt of de signalen c1, ..., c6 een 6-bits codewoord vormen. Dit is het geval als grens 140 en 142 een codewoordgrens vormen en bovendien grens 141 geen codewoord
 35 grens vormt. Het signaal $SI_4 = g_1 \cdot g_3 \cdot \overline{g_2}$ geeft aan dat c1, ..., c6 een 6-bit codewoord vormen.

De schakeling in figuur 18d bepaalt of de signalen c1,

. 8702905

..., c9 een 9-bits codewoord vormen. Dit is het geval als grens 140 een codewoord grens en grens 141 en 142 niet. Het signaal $Si6 = g1.\overline{g2}.\overline{g3}$ geeft aan dat de signalen c1, ..., c9 een 9-bits codewoord vormen. De signals SI2, SI4 en SI6 worden toegevoerd aan een OF-poort 136. Het 5 uitgangssignaal van de OF-poort 136 wordt toegevoerd aan een drie-ingangs EN-poort 137. Aan de andere ingangen van EN-poort 137 worden het signaal S2 en het kloksignaal c13* toegevoerd. Het uitgangssignaal van de EN-poort 137 wordt als parallel laadsignaal toegevoerd aan de parallel-laadingang van de parallel-serieelomzetter 135. Verder is 10 decodeerschakeling 57 nog voorzien van EN-poorten 138 en 139 voor het blokkeren van de toevoer van de kloksignalen c12* en c1 naar, respectievelijk, omzeters 130 en 135.

De werking van de decodeerschakeling van figuur 18 is als volgt.

15 De bits van het codesignaal Vc worden serieel ingelezen in omzetter 130. Met behulp van de grensdetectorschakeling van figuur 18a en de schakelingen van figuren 18b, c en d wordt bepaald of een 3-, 6- of 9-bits codewoord omgezet moet worden. Afhankelijk van de lengte van het codewoord worden of de uitgangssignalen IA van het geheugen 131 20 (voor 3-bits codewoord), de uitgangssignalen IB van het geheugen 132 (voor 6-bits codewoord), of de uitgangssignalen IC van het geheugen 133 (9-bit codewoord) aan de parallel-serieelomzetter 135 toegevoerd.

De geheugens 131, 132 en 133 zijn met zodanige opzoektabelen geladen dat zij een 3-bits, 6-bit of 9-bit codewoord op 25 de adresingang omzetten in, respectievelijk, het bijbehorende 2-bit, 4-bit of 6-bit subwoord van het informatiesignaal Vi. Het op deze wijze in de parallel-serieelomzetter 135 geladen subwoord wordt onder besturing van kloksignaal c12* serieel uitgevoerd. Zodra het subwoord in zijn geheel is uitgevoerd wordt de parallel-serieelomzetter weer met het 30 volgende subwoord geladen. Eventuele fouten in het gedetekteerde codesignaal kunnen worden gedetekteerd, indien een door kloksignaal c13* gestuurde teller wordt toegevoegd, die na elke blokgrensdetectie op nul gesteld wordt, en die een foutdetektiesignaal afgeeft indien telstand "3" wordt bereikt en bovendien nog geen codewoordgrens is gedetekteerd. 35 De in de figuren 17 en 18 getoonde codeer- en decodeerschakelingen zijn als hardware-schakelingen uitgevoerd. Het spreekt voor zich deze coderingen en decoderingen eveneens met behulp van een programmeerbare

. 8702905

schakeling, bijvoorbeeld een microcomputer kunnen worden uitgevoerd. Indien, zoals bijvoorbeeld bij de in figuur 16 getoonde codewoorden Q groter is dan het aantal bits van het kleinst voorkomende codewoord, dan zijn de detektiecriteria voor het bepalen van de codewoordgrenzen, 5 waarbij getest wordt of de bitreeks voor de potentiële codewoordgrens eindigt met $Q-1$ logische "1"-bits dan wel eindigt met een logische "1"-bit en bovendien de bitreeks na de potentiële codewoordgrens begint met $Q-1$ logische "0"-bits dan wel begint met een logische "1"-bit niet zonder meer toepasbaar.

10 De grenzen tussen een reeks opeenvolgende codewoorden van de in figuur 16 getoonde groep kan als volgt bepaald worden. Na detektie van een grens tussen codewoorden wordt een teller op nul gesteld. Vervolgens wordt de potentiële grens twee bitposities verder in de bitreeks van de opeenvolgende codewoorden op geldigheid getest.

15 Bovendien wordt de teller bij elke nieuwe test van de potentiële grens (dus telkens na een verschuiving van twee bits) met één verhoogd. Bij telstand 1 of 2 wordt getest of het laatste bit voor de potentiële codewoordgrens een logische "1"-bit. Bij een positief resultaat van de test wordt de potentiële grens als codewoordgrens geaccepteerd. Bij 20 een negatief resultaat wordt de potentiële grens afgekeurd. Bij tellerstand worden ook de twee bits die nu de potentiële grens volgen getest. Indien twee bits een "01" combinatie vormen wordt de potentiële grens afgekeurd. Bij tellerstand 4 wordt de potentiële grens altijd goedgekeurd.

25 Zoals uit het voorgaande blijkt, is de verhouding tussen het aantal codebits en het aantal informatiebits bij synchrone codering constant, ongeacht het bitpatroon van het informatiesignaal, zodat de benodigde opslagruimte op de registratiedrager voor elk informatiesignaal met een bepaalde lengte altijd dezelfde is, hetgeen 30 voor opslagsystemen van groot belang is.

Bovendien is de besturing van de omzetting bij een synchrone code eenvoudig te realiseren omdat de verhouding tussen de inleesfrequentie en uitleesfrequentie bij de omzetting constant kan blijven.

35 In de hiervoor beschreven uitvoeringsvormen wordt het voor decodering benodigde beslissingsniveau steeds uit het detektiesignaal afgeleid tijdens de aftasting van de referentietekens.

. 8702905

Het zij echter opgemerkt dat, indien de plaatparameters, in het bijzonder de reflectiecoëfficiënt, voldoende constant blijven ook volstaan kan worden met een voorafbepaald constant beslissingsniveau.

Conclusies

1. Werkwijze voor het optekenen van informatie op een registratiedrager, waarbij een informatiesignaal wordt omgezet in een codesignaal dat bestaat uit, uit bits samengestelde, codewoorden, waarbij het aantal opeenvolgende bits met een eerste logische waarde
5 tenminste gelijk aan P is, en waarbij binnen elk codewoord groepen van tenminste P bits met een eerste logische waarde worden gescheiden door ten minste Q opeenvolgende bits met een tweede logische waarde, met P een geheel getal groter of gelijk aan 1 en Q een geheel getal groter dan P , bij welke werkwijze een met het codesignaal overeenkomend patroon van
10 registratietekens op de registratiedrager wordt aangebracht, waarbij de registratietekens de bits met de eerste logische waarde vertegenwoordigen met het kenmerk, dat het aantal bits met de eerste logische waarde codewoord afhankelijk is.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat elk
15 codewoord begint met P bits met de eerste logische waarde, dan wel begint met Q bits met de tweede logische waarde en dat elk codewoord eindigt met P bits met de eerste logische waarde, dan wel eindigt met Q bits met de tweede logische waarde.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, waarbij het
20 informatiesignaal een uit een reeks m -bit informatiewoorden samengesteld signaal is, met het kenmerk, dat elk informatiesignaal uit een eerste groep wordt omgezet in een uniek n -bit codewoord, waarbij m en n zo zijn gekozen dat het aantal beschikbare n -bit codewoorden kleiner is dan het aantal mogelijke m -bit informatiewoorden, en waarbij n -bit
25 informatiewoorden welke niet tot de eerste groep behoren worden gecombineerd met tenminste één aangrenzend m -bit informatiewoorden ten einde rxm bit informatiewoorden te vormen, met r een geheel getal en waarbij de rxm -bit informatiewoorden worden omgezet in een unieke rxn bit codewoorden.
- 30 4. Werkwijze volgens één der conclusies 1, 2 of 3 met het kenmerk, dat op terugvindbare posities op de registratiedrager en buiten het voor optekenen van de informatie gebruikte gebied vrij

. 8702905

gelegene referentietekens worden aangebracht welke van dezelfde soort zijn als de registratietekens.

5. Werkwijze volgens conclusie 4 met het kenmerk, dat de registratiedrager is voorzien van een voorafaangebracht patroon van 5 informatiesporen, waarbij het informatiespoor is voorzien van, van het patroon van aan te brengen registratietekens, onderscheidbare besturingssymbolen, waarbij de referentietekens op voorafbepaalde plaatsen ten opzichte van de besturingssymbolen worden aangebracht.

6. Inrichting voor het optekenen van informatie op een 10 registratiedrager, welke inrichting is voorzien van een codeerschakeling voor het omvormen van een informatiesignaal in een tweewaardig, uit codewoorden samengesteld, codesignaal, waarbij in elk codewoord het aantal opeenvolgende bits met een eerste logische waarde ten minste 15 gelijk aan P is, en waarbij groepen van tenminste P bits met de eerste logische waarde gescheiden zijn door tenminste Q opeenvolgende bits met een tweede logische waarde, met P een geheel getal groter of gelijk aan 1 en Q een geheel getal groter dan P , waarbij de inrichting verder voorzien is van aandrijfmiddelen voor het ten opzichte van schrijfmiddelen doen bewegen van de registratiedrager, waarbij de 20 schrijfmiddelen zijn ingericht voor het in reactie op een bit van het codesignaal met de eerste logische waarde aanbrenge van een elementair teken op de registratiedrager met het kenmerk, dat de codeerschakeling is ingericht voor het genereren van codewoorden met een variabel aantal bits met de eerste logische waarde.

25 7. Inrichting volgens conclusie 5 met het kenmerk, dat de codeerschakeling is ingericht voor het genereren van codewoorden welke behoren tot een groep waarvoor elk codewoord begint met P bits met de eerste logische waarde dan wel begint met Q bits met de tweede logische waarde en waarvoor bovendien elk codewoord eindigt met P bits met de 30 eerste logische waarde dan wel eindigt met Q bits met de tweede logische waarde.

8. Inrichting volgens conclusie 7 met het kenmerk, dat het informatiesignaal is samengesteld uit een reeks m -bit informatiewoorden waarbij de codeerschakeling is voorzien van detectiemiddelen voor het 35 detecteren of een m -bit informatiewoord tot een eerste groep van informatiewoorden behoort en van middelen voor het in reactie op een detectie van een dergelijke m -bit informatiewoord omzetten van dit

informatiewoord in een n -bit codewoord, met m en n zo gekozen dat het aantal beschikbare n -bit codewoorden kleiner is dan het aantal mogelijk verschillende m -bit informatiewoorden, waarbij de codeerschakeling verder is voorzien van middelen voor het combineren van een m -bit
5 informatiewoord dat niet tot de eerste groep behoort met tenminste één direct aangrenzend m -bit informatiewoord uit de reeks, tot een informatiewoord van rxm bits met r een geheel getal groter of gelijk aan 2, en waarbij de omvormingsschakeling verder is voorzien van middelen voor het omzetten van het gevormde rxm -bit informatiewoord in een rxn
10 bit codewoord.

9. Inrichting volgens één der conclusies 6, 7 of 8 met het kenmerk, dat de inrichting is voorzien van middelen voor het tijdelijk onderbreken van de aanbrengring van codesymbolen, en van middelen voor het tijdens de onderbreking opwekken van
15 besturingssignalen voor de schrijfmiddelen voor het aanbrengen van ten opzichte van de codesignalen vrij gelegen referentietekens.

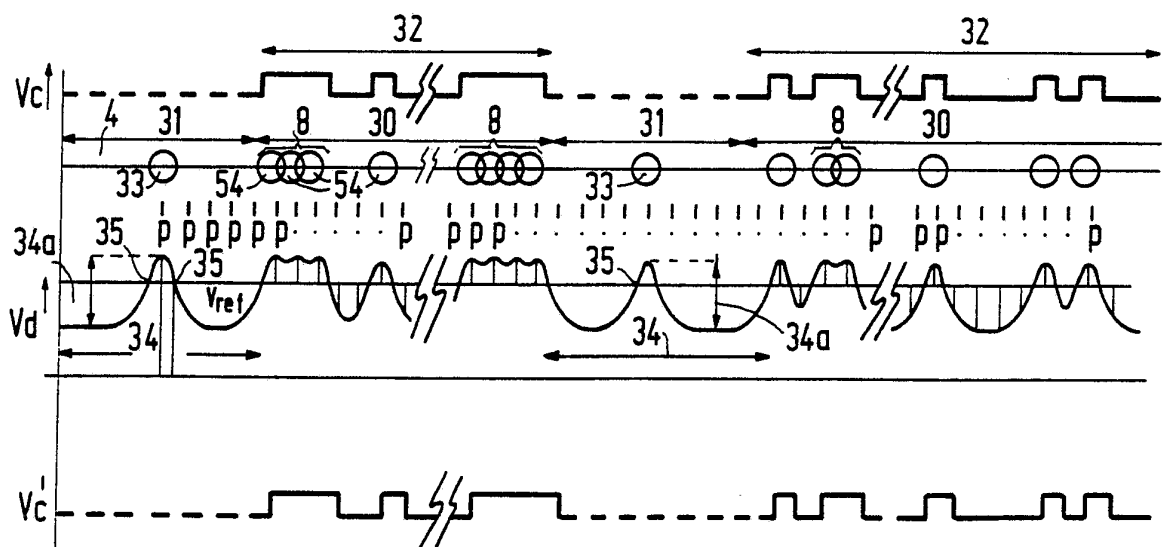
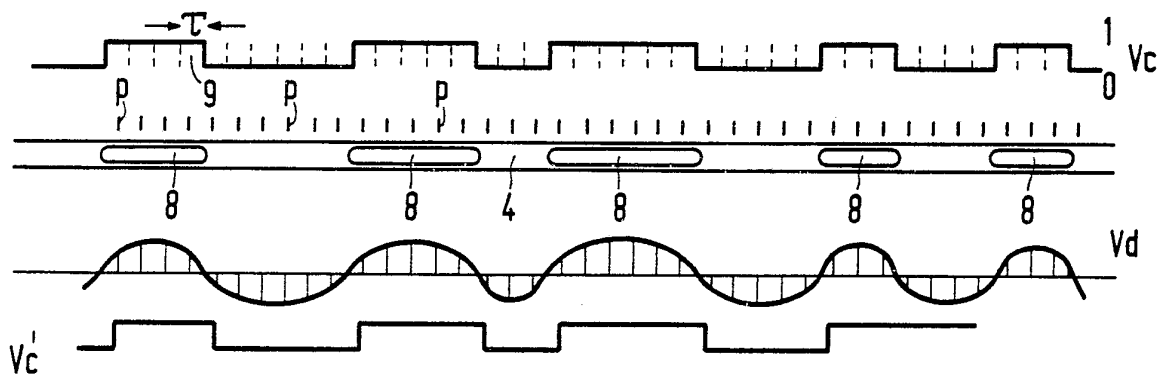
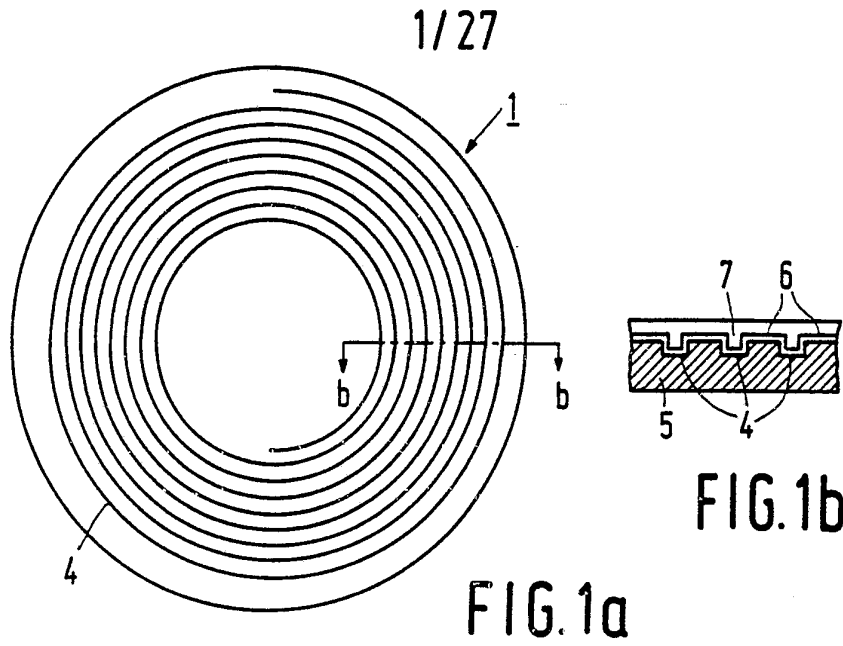
10. Inrichting volgens conclusie 9 waarbij de registratiedrager van een soort is waarbij de in het informatiespoor detecteerbare besturingssymbolen zijn aangebracht, die onderscheidbaar
20 zijn van het patroon aan te brengen registratietekens, welke inrichting is gekenmerkt doordat de inrichting is voorzien van middelen voor het detecteren van de tijdstippen waarop de besturingssymbolen de schrijfmiddelen passeren en waarbij de inrichting verder is voorzien van middelen voor het in reactie op de detectie van de passagetijdstippen
25 van besturingssymbolen onderbreken van de aanbrengring van de codesymbolen en opwekken van de genoemde besturingssignalen voor het aanbrengen van de referentietekens.

11. Inrichting voor het uitlezen van een registratiedrager waarop een gecodeerd informatiesignaal is opgetekend door middel van een
30 patroon van registratietekens, welke inrichting is voorzien van een leesmiddelen voor het aftasten van het patroon en voor het opwekken van een detectiesignaal dat het afgetaste patroon vertegenwoordigt, en van middelen voor het omzetten van het detectiesignaal in een uit groepen van n -bit codewoorden samengesteld codesignaal en van een
35 decodeerschakeling voor het omzetten van een codesignaal in een informatiesignaal, met het kenmerk, dat de inrichting is voorzien van middelen voor het samenstellen van rxn bit codewoorden, met r een

. 8702905

- variabel geheel getal groter of gelijk aan 1, waarbij de decodeerschakeling is voorzien van detectiemiddelen voor het ter bepaling van de grenzen tussen de codewoorden testen of bij twee opeenvolgende n-bit groepen de laatste n-bit groep begint met P bits met de eerste logische waarde dan wel begint met Q bits met de tweede logische waarde en of bovendien de eerste groep van de opeenvolgende groepen eindigt met P bits met de eerste logische waarde dan wel begint met de Q bits met de tweede logische waarde en van middelen voor het omzetten van de rxn bit codewoorden in rxm bit informatiewoorden.
- 10 12. Codeerschakeling voor toepassing in een optekeninrichting volgens conclusie 8.
13. Decodeerschakeling voor toepassing in een uitleesinrichting volgens conclusie 11.
14. Registratiedrager voorzien van een informatiespoor waarin door middel van een informatiepatroon van registratietekens informatie is opgetekend, waarbij het informatiepatroon codesymbolen omvat, welke codewoorden vertegenwoordigen welke codesymbolen in hoofdzaak equidistante symboolposities bezitten, waarvan er een aantal zijn bezet door een registratieteken, waarbij het aantal opeenvolgende bezette symboolposities ten minste gelijk is aan P en waarbij binnen de codesymbolen het aantal onbezette opeenvolgende symboolposities dat tussen de groepen bezette symboolposities is gelegen ten minste gelijk aan Q is en, met P een geheel getal groter of gelijk aan 1 en Q groter dan P met het kenmerk, dat het aantal bezette symboolposities
- 25 codesymbool afhankelijk is.

. 8702905



. 8702905

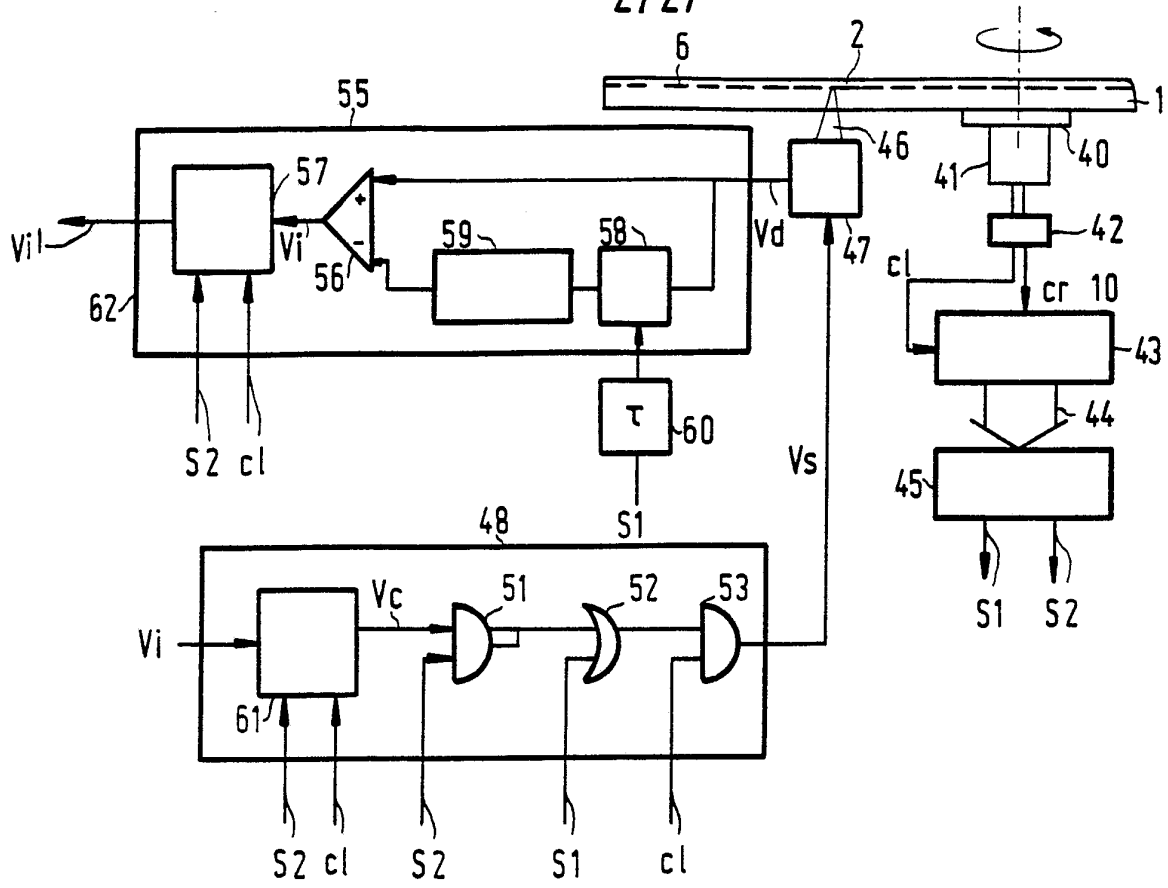


FIG. 4

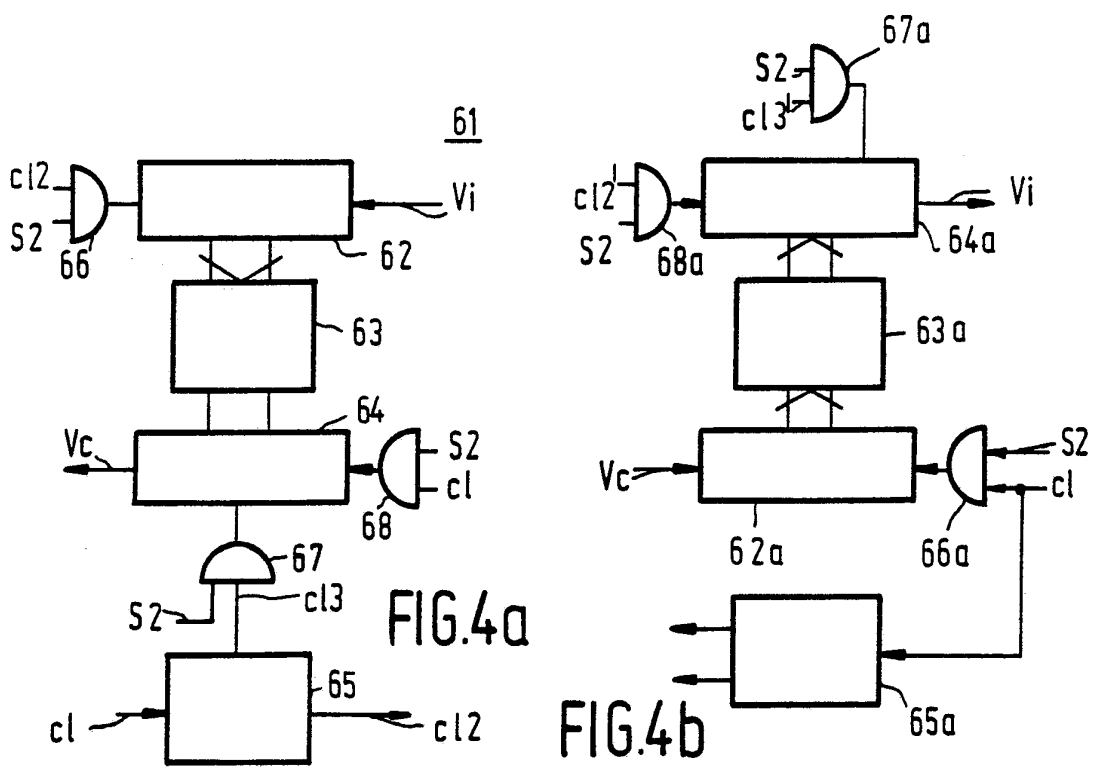


FIG. 4a

FIG. 4b

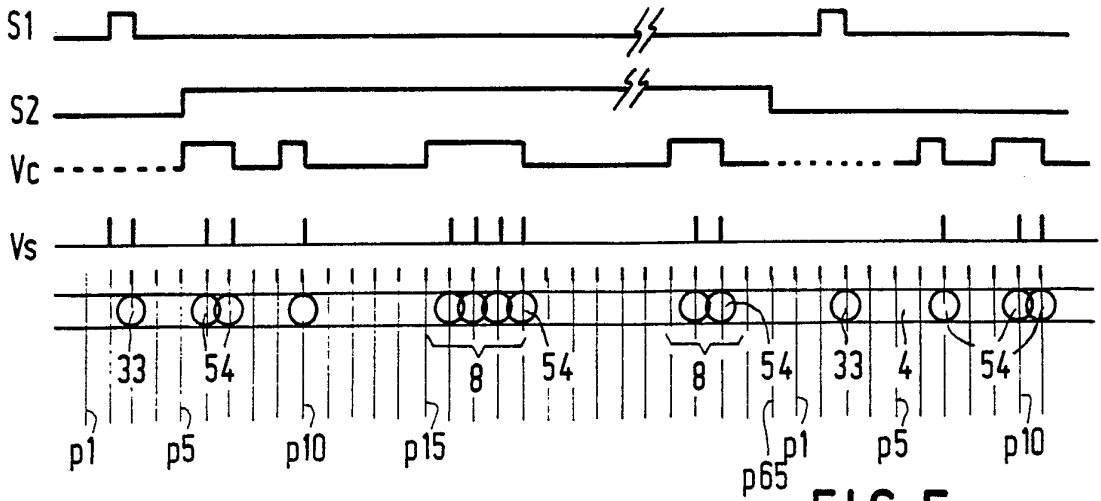


FIG. 5

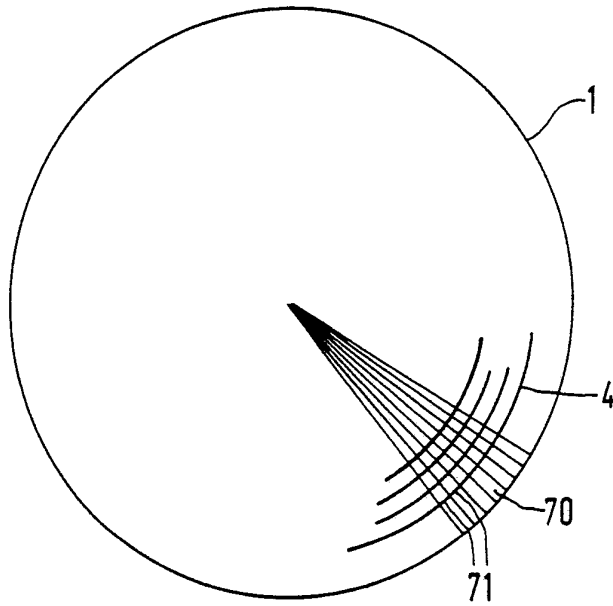


FIG. 6a

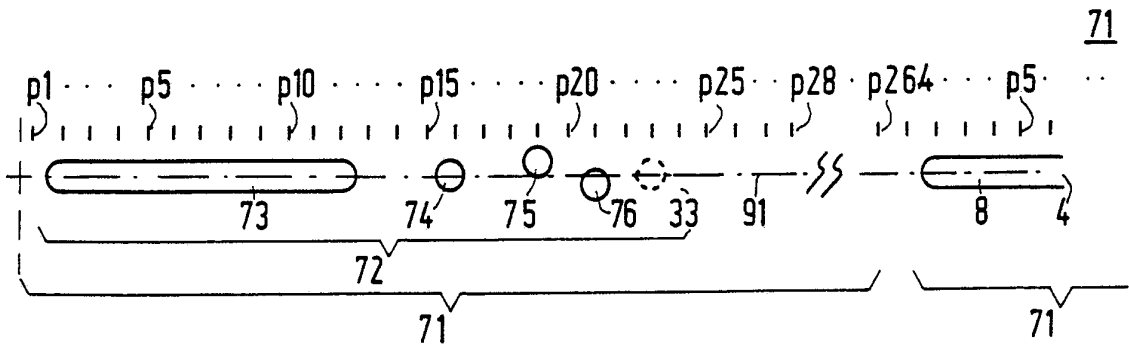


FIG. 6b

. 8702905

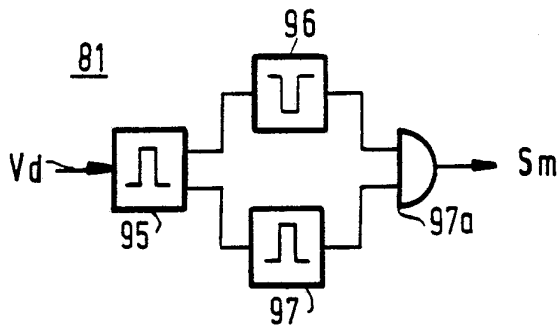
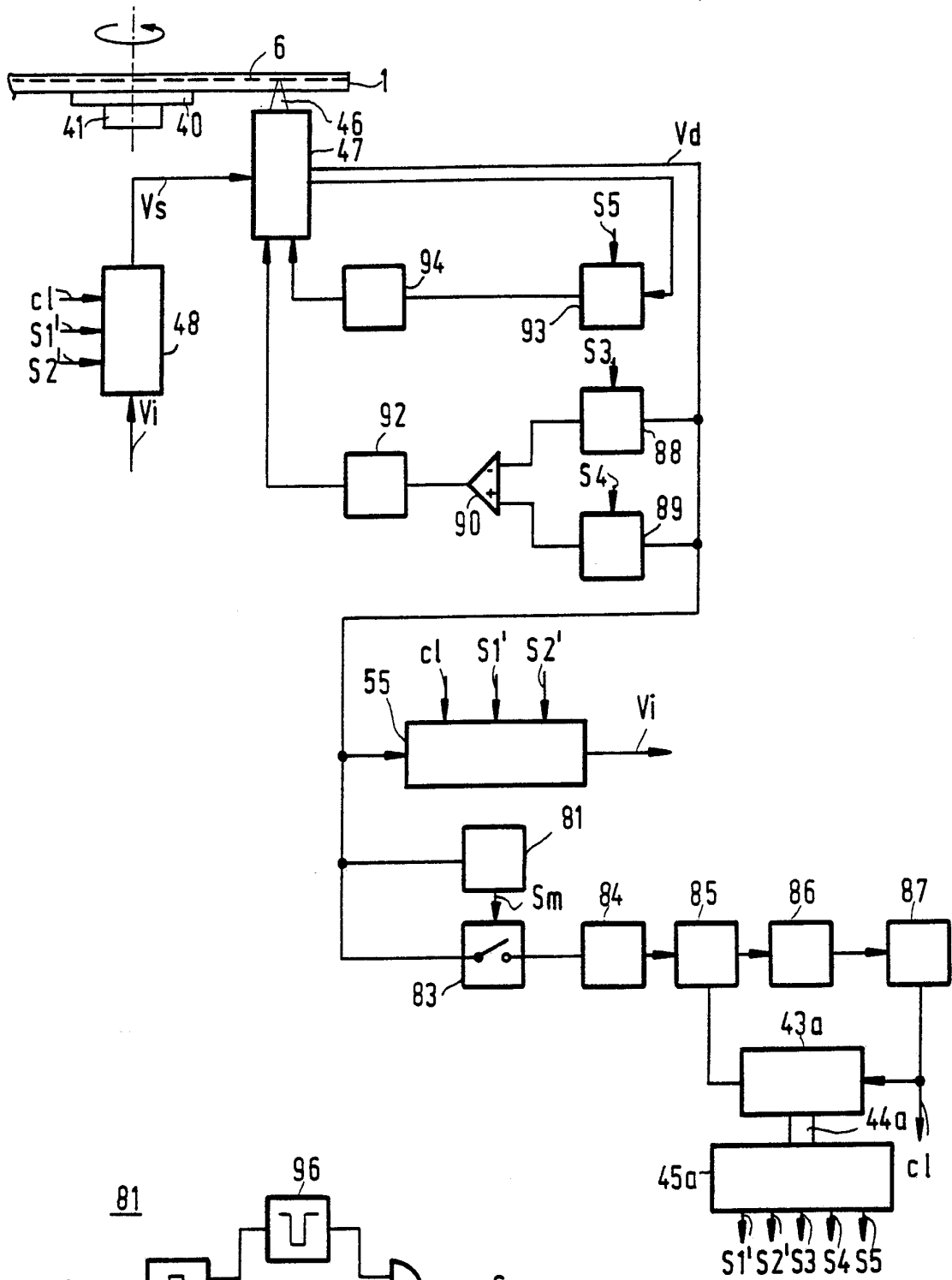


FIG.7a

FIG.7

5/27

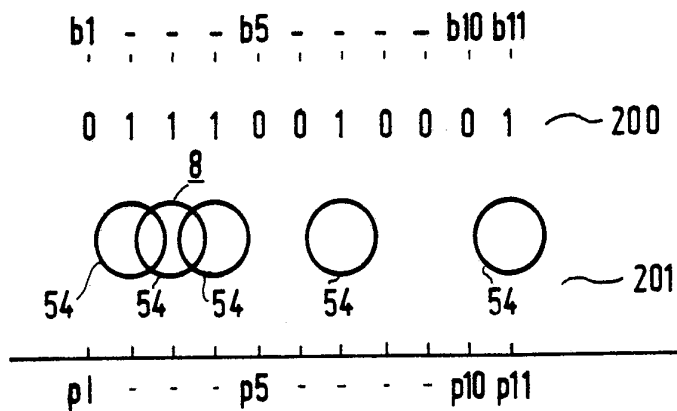


FIG. 8

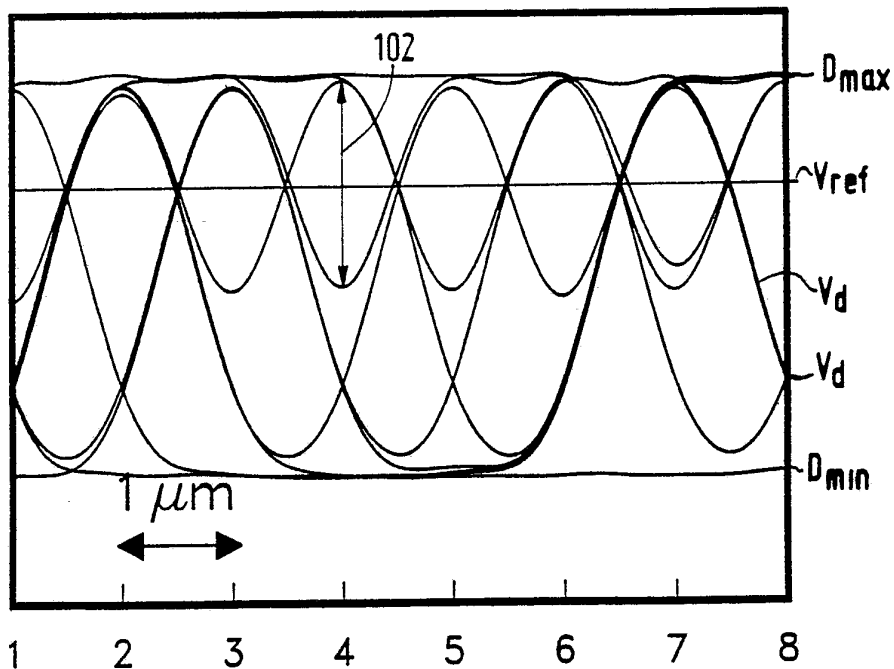


FIG. 9

. 8702905

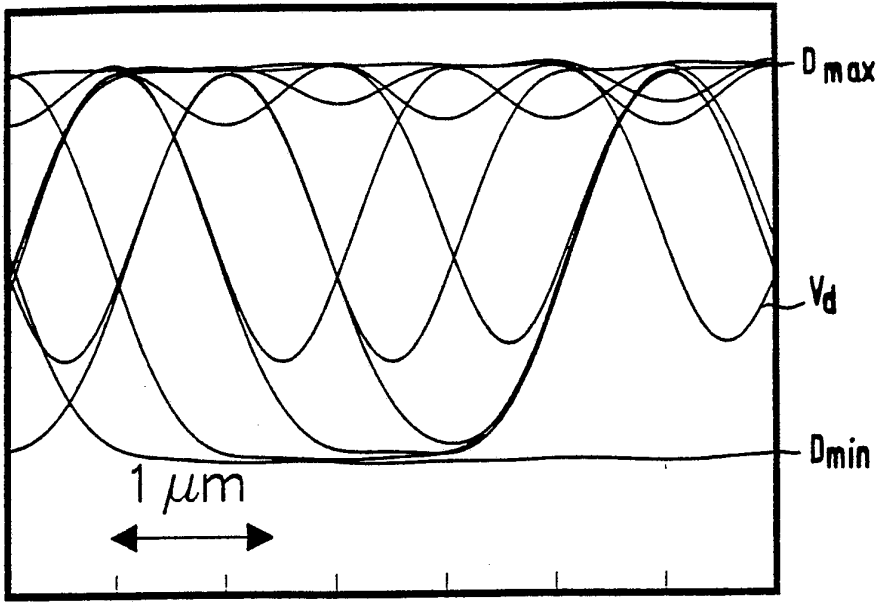


FIG.10

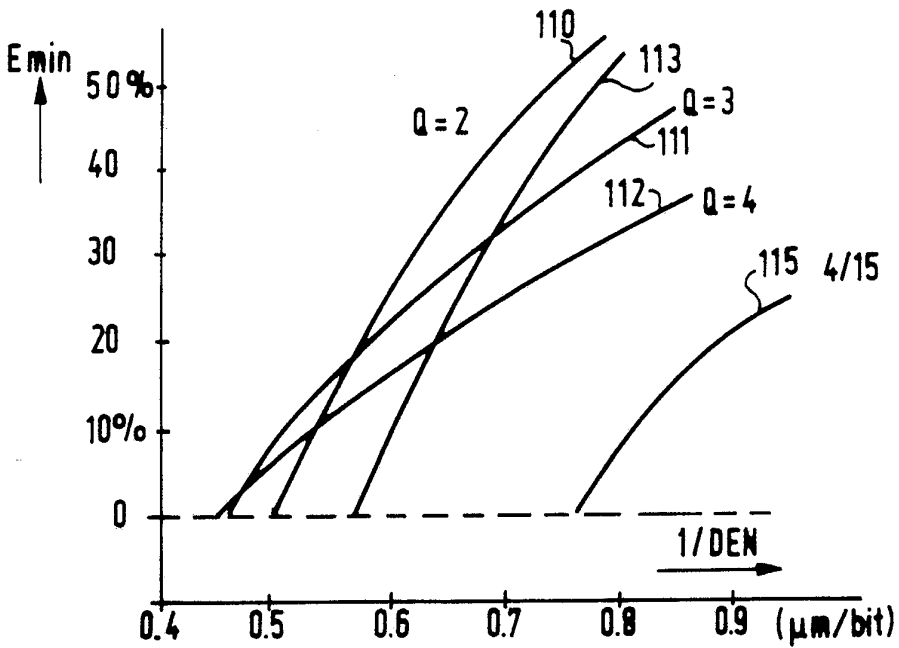


FIG.11

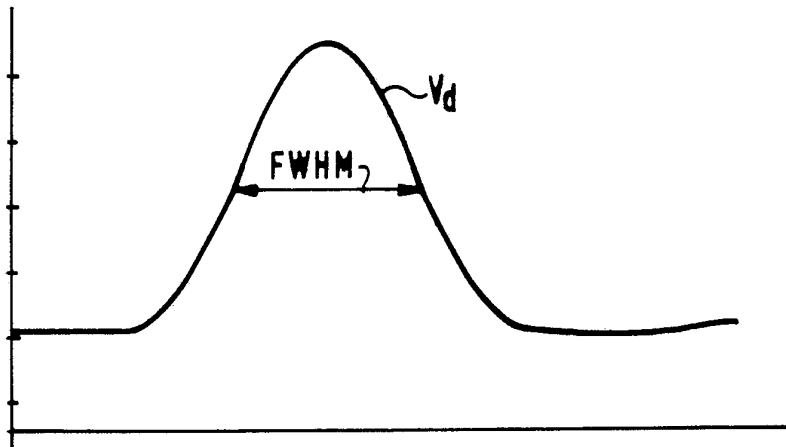


FIG.12

10/27

IW		CW
0 0		0 0 0
1 1		1 1 1
0 1 0 0		0 0 0 0 0 1
0 1 0 1		0 0 0 0 1 1
0 1 1 0		1 0 0 0 0 0
0 1 1 1		1 1 0 0 0 0
1 0 0 0		1 0 0 0 0 0
1 0 0 1		1 1 0 0 0 1
1 0 1 0		1 0 0 0 1 1
1 0 1 1 0 0		0 0 0 0 1 0 0 0 1
1 0 1 1 0 1		0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 0 1 1 1 0		1 0 0 0 1 0 0 0 1
1 0 1 1 1 1		1 0 0 0 1 0 0 0 0

FIG. 14

	IW1	IW2	IW3	IW4	IW5	IW6	IW7
Vi	0 0	1 0 1 1 0 0	0 1 1 1	1 1	0 1 1 0	1 1	0 0
Vc	000	000 010 001	110 000	111	100 000	111	000
	CW1	CW2	CW3	CW4	CW5	CW6	CW7

FIG. 15

IW	CW
1	1 1
0 0 1	1 0 0 0 0 0
0 1 0	0 0 0 0 0 1
0 0 0	0 0 0 0 0 0
0 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 1
0 1 1 1	1 0 0 0 0 0 0 1

FIG. 16

8702905

11/27

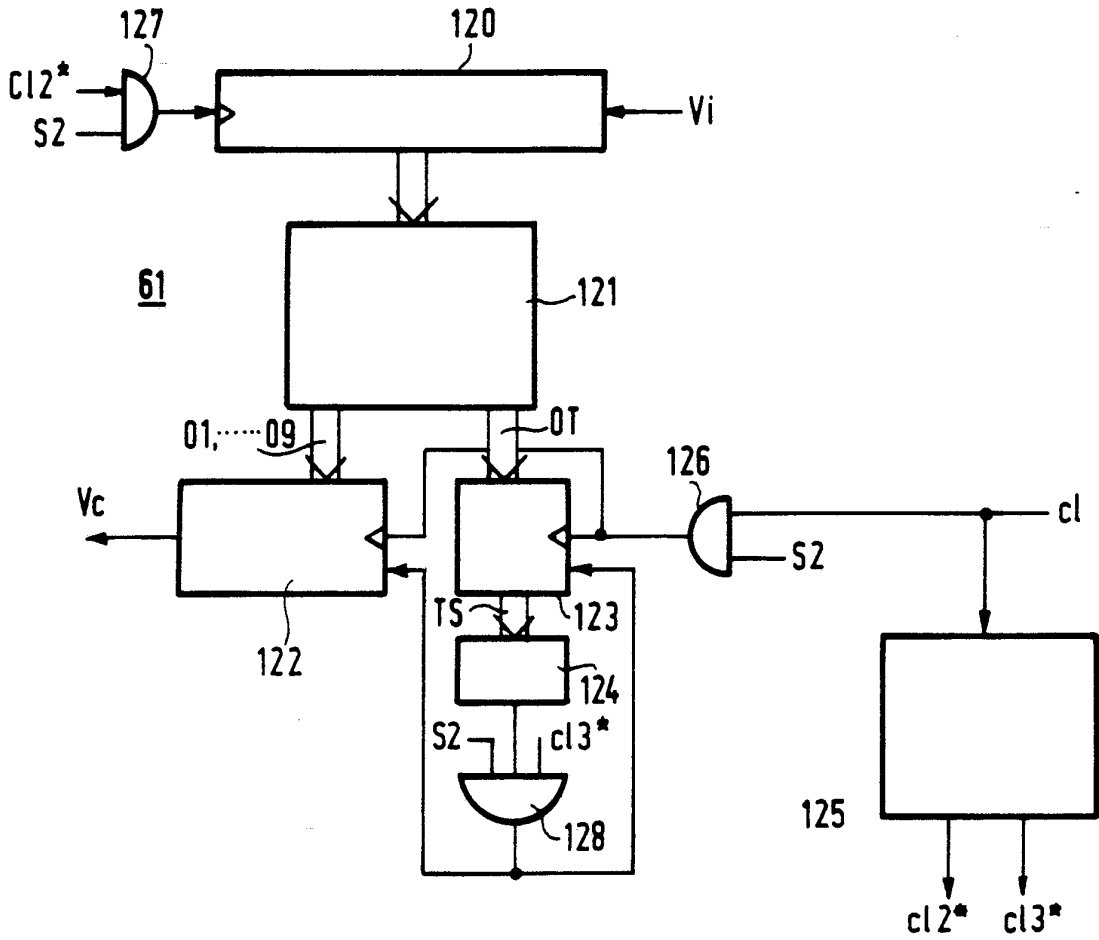


FIG. 17a

A1	A2	A3	A4	A5	A6	01	02	03	04	05	06	07	08	09	OT
0	0	x	x	x	x	0	0	0	x	x	x	x	x	x	3
1	1	x	x	x	x	1	1	1	x	x	x	x	x	x	3
0	1	0	0	x	x	0	0	0	0	0	1	x	x	x	6
0	1	0	1	x	x	0	0	0	0	1	1	x	x	x	6
0	1	1	0	x	x	1	0	0	0	0	0	x	x	x	6
0	1	1	1	x	x	1	1	0	0	0	0	x	x	x	6
1	0	0	0	x	x	1	0	0	0	0	1	x	x	x	6
1	0	0	1	x	x	1	1	0	0	0	1	x	x	x	6
1	0	1	0	x	x	1	0	0	0	1	1	x	x	x	6
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9
1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9
1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	9
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	9

FIG. 17b

. 8702905

12/27



FIG. 17c

	TS	b1	b2	b3	b4	b5	b6	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9
t4	0	0	0	1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
t1	3	0	0	1	0	1	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x
t2	2	0	1	0	1	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x
t3	1	0	1	0	1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x
t4	0	1	0	1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
t1	9	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
t2	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	x
t3	7	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	x	x
t4	6	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	x	x	x
t1	6	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	x	x	x
t2	5	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	x	x	x	x
t3	4	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	x	x	x	x	x
t4	3	0	0	0	1	1	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x
t1	3	0	0	0	1	1	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x
t2	2	0	0	1	1	1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x
t3	1	0	0	1	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x
t4	0	0	1	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
t1	6	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	x	x	x
t2	5	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	x	x	x	x
t3	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x
t4	3	1	1	1	1	0	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x
t1	3	1	1	1	1	0	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x
t2	2	1	1	1	0	1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x
t3	1	1	1	1	0	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x
t4	0	1	1	0	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
t1	3	1	1	0	1	1	0	1	1	1	x	x	x	x	x	x
t2	2	1	0	1	1	0	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x
t3	1	1	0	1	1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x
t4	0	0	1	1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
t1	6	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	x	x	x

FIG. 17d

. 8702905

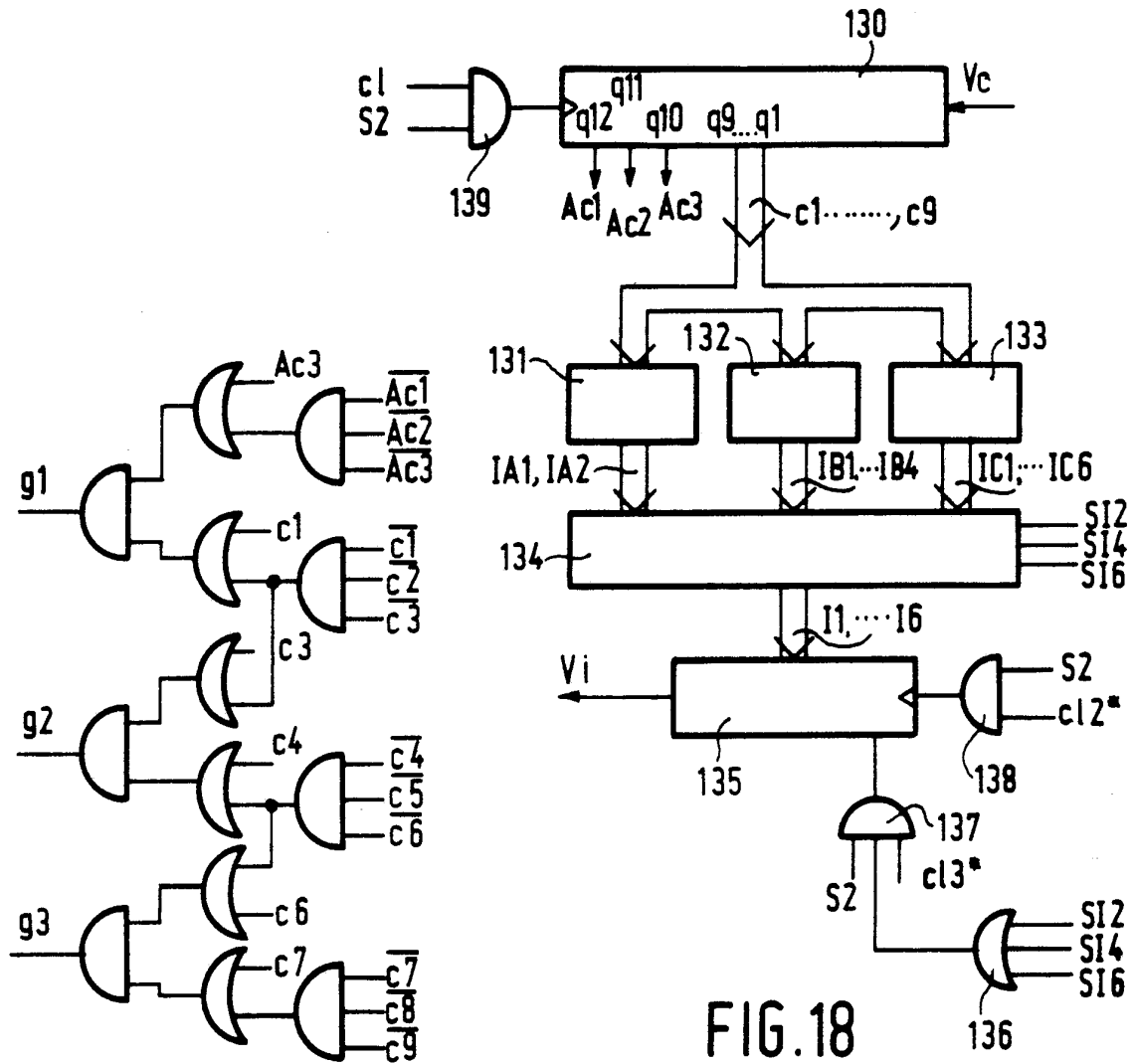


FIG. 18a

FIG. 18

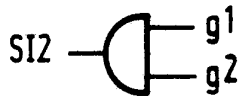


FIG. 18 b

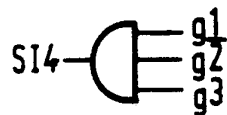


FIG. 18 c

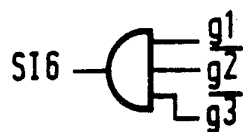


FIG. 18 d

C1	C2	C3	IA1	IA2
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1

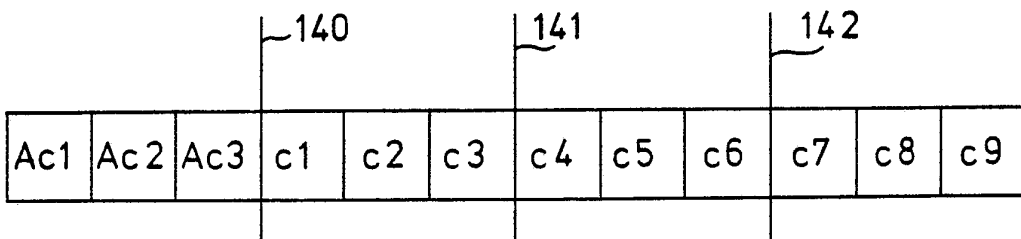
FIG. 19a

C1	C2	C3	C4	C5	C6	IB1	IB2	IB3	IB4
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1	0	1	0

FIG. 19b

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5	IC6
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1

FIG. 19c



. 8702905

FIG. 20

0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1	
0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1	1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0	
0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0	1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1	
0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1	1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0	
0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0	
0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0	1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0	
0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1	1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0	
0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1	
0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	
0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	
0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	
0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1	
0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	
0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0	
0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1	
0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	
0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	
0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0	
0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1	
0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1	1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0	
0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0	1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0	
0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0	
0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0	
0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1	1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1	
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0	
0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0	1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1	
0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0	
0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0	1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0	
0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0	
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0	
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1	
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1	
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1	1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0
1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0	1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1	1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1	1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0
1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0
1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0	1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1
1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1	1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1	1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0	1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0
1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0
1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0
1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

FIG. 23d
8702905

FIG. 23e

FIG. 23f

0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1
0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0
0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1
1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1

1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1
1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1
1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1
1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1
1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0
1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1
1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1
1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1
1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1
1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1
1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1
1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1

. 87 02905 FIG. 24c

FIG. 24d

1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1
1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1
1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1
1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1
1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1
1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1
1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

8702905 FIG. 25e

FIG. 25 f