(19) Octrooiraad Nederland

(11) 194563

(12) C OCTROOI

(21) Aanvrage om octrooi: 9300208

(22) Ingediend: 03.02.1993

(51) Int.Cl.[7] G01R13/34, G09G1/16

(30) Voorrang:
29.05.1992 US 0000891489

(43) Ter inzage gelegd:
16.12.1993 I.E. 1993/24

(44) Openbaargemaakt:
01.03.2002 I.E. 2002/03

(47) Dagtekening:
02.07.2002

(45) Uitgegeven:
02.09.2002 I.E. 2002/09

(73) Octrooihouder(s):
Agilent Technologies, Inc a Delaware Corporation te Palo Alto, California, Verenigde Staten van Amerika (US).

(72) Uitvinder(s):
David William Long te Colorado Springs, Colorado (US)

(74) Gemachtigde:
Ir. J.J.H. Van kan c.s. te 5600 AP Eindhoven.

(54) **Digitaliserende oscilloscoop.**

Digitaliserende oscilloscoop

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een digitaliserende oscilloscoop met een aantal ingangskanalen, een weergeefinrichting, een weergeefgeheugen en een weergeefinrichtingsstuurinrichting, welke weergeefinrichtingsstuurinrichting een actuele golfvorm en een aantal voorafgaande golfvormen vanaf elk van het aantal ingangskanalen in een andere kleur op de weergeefinrichting tekent, waarbij alle golfvormen zijn gevormd door een aantal beeldelementen op de weergeefinrichting.

Signaalgolfvormen zijn, wanneer ze op oscilloscoopweergeefinrichtingen worden bekeken, niet altijd stabiele, enkelwaardige functies. Integendeel, de signalen kunnen van de ene aftasting van het scherm tot de eerstvolgende aftasting van het scherm in amplitude en/of in de tijd verschuiven. De term "aftasting" hierin verwijst naar de verplaatsing van een elektronenbundel over de fosfordeklaag op de binnenzijde van een elektronenstraalbuisweergeefinrichting die het fosfor doet glimmen en licht uitzenden.

Het "grijsschaal"-effect op een analoge oscilloscoopweergeefinrichting verwijst naar de recentst weergegeven golfvormgegevens die de helderste golfvorm op de weergeefinrichting zijn. Golfvormen van de recente eerdere aftastingen zijn te zien als verscheidene "grijstinten" afhankelijk van hoe lang de golfvorm op het scherm aanwezig is geweest. De term "grijsschaal" hierin is gedefinieerd als discrete helderheidsstappen tussen licht en donker. Het grijsschaaleffect trad in analoge oscilloscopen op ten gevolge van het gedrag van de fosfordeklaag. Het fosfor zou met volledige helderheid glimmen, wanneer een golfvorm initieel werd getekend, en zou dan vervagen (tenzij deze opnieuw zou worden getekend).

Een techniek die in digitaliserende oscilloscopen wordt benut, is een maatregel die "variabele nalichting" wordt genoemd, die poogt om te voorzien in enige grijsschaalinformatie. Dit kenmerk maakt het de gebruiker mogelijk te specificeren hoe lang een gegevenspunt op het scherm moet blijven, nadat dit is getekend. Dit wordt eenvoudigweg volbracht door de microprocessorstuurinrichting te laten bepalen hoe lang een bit in weergeefgeheugen gezet dient te blijven, waarbij de tijdsduur door de gebruiker wordt gestuurd. Wanneer de van tevoren ingestelde hoeveelheid tijd is verstreken, wist dan de microprocessor het bit in het weergeefgeheugen uit, hetgeen het effect heeft van het doven van de stip van de weergeefinrichting. In digitaliserende oscilloscopen verschijnen, omdat het fosfor snel vervaagt van volle helderheid naar uit, de gegevenspunten voor de gebruiker als hetzij met volle helderheid, hetzij uit. Het "variabele nalichtingskenmerk" verhoogt eenvoudigweg de dichtheid (dat wil zeggen hoeveelheid) van volledig verlichte stippen op het scherm. Derhalve is er een grotere dichtheid van stippen op de recentere plaatsen van de golfvorm en een lage dichtheid van stippen op de minder recente plaatsen van de golfvorm.

Er zijn duidelijke nadelen met betrekking tot het "variabele nalichtkenmerk". Een belangrijkste nadeel is dat alle gegevenspunten tot dezelfde helderheid zijn opgelicht onder toepassing van deze techniek. Dit schermt feitelijk op twee manieren informatie van de gebruiker af. Ten eerste kan, teneinde een weergave van het volledige bereik van waarden van de golfvorm (dat wil zeggen tussen A_{min} en A_{max}) te zien, de gebruiker van de oscilloscoop in het algemeen de nalichtingstijd afhankelijk van hoe snel de golfvorm verandert op een betrekkelijk lange waarde moeten instellen. Het resultaat is dat alle gegevenspunten in het golfvormbereik op hetzelfde helderheidsniveau oplichten. Het is niet mogelijk visueel de actuele waarde van de golfvorm te bepalen of of de golfvorm de tendens heeft meer tijd te verblijven op sommige plaatsen dan andere. Ten tweede zal, indien de gebruiker de nalichtingstijd bekort, zodat de actuele waarde van de golfvorm kan worden bekeken, de gebruiker niet het volledige bereik van waarden kunnen zien, dat de golfvorm kan aannemen. Dit hangt af van hoe snel de golfvorm verandert. Derhalve zou een korte nalichtingstijd een deel van de golfvormomhullende ten gunste van het laten zien van de actuele waarde kunnen elimineren.

Een ander belangrijk nadeel van de variabele nalichtingsmethode is dat de weergeefinrichting neigt te worden bedekt met een wolk van oplichtende stippen wanneer de golfvorm van vorm verandert. Omdat alle golfvormgegevenspunten met dezelfde lichtintensiteit worden getekend, kan de werkelijke vorm van de golfvorm moeilijk zijn te bepalen. Het is moeilijk om te bepalen welke verzameling van oplichtende stippen verband houdt met welk spoor van de golfvorm. Een goed voorbeeld is een in frequentie gemoduleerde golfvorm. De golfvorm zelf is een sinusgolf, maar de frequentie ervan verandert. Op actuele variabele nalichtingsoscilloscopen brengt de verandering van sinusgolf met minimale frequentie in een sinusgolf met maximale frequentie een vaste band van stippen op het scherm voort. Terwijl de omhullende, die het volledige bereik van waarden laat zien, tot stand wordt gebracht, is de vorm van de golfvorm moeilijk te bepalen in de band van stippen.

Een laatste nadeel is, dat de op een digitale oscilloscoopweergeefinrichting getoonde golfvorm kwalitatief niet lijkt op de golfvorm die op een analoge oscilloscoopweergeefinrichting wordt getekend. Het is voor een gebruiker van een digitale weergeefinrichting moeilijk het type grijsschaalinformatie daar vanaf te extrahe-

ren.

Daarom bestaat er een behoefte om te voorzien in digitaliserende oscilloscopen met de mogelijkheid van het voorzien in grijsschaalinformatie zoals in analoge oscilloscopen wordt aangetroffen. Er bestaat eveneens een behoefte om te voorzien in meerkanaalsgrijsschaalkleurenweergeefinrichtingen met speciale weergave-benadrukking voor het weergeven van elkaar overlappende beeldelementen. De oscilloscoop model 54720A van Hewlett Packard bijvoorbeeld heeft vier golfvormverzamelingskanalen.

Amerikaans octrooischrift 4.829.293, dat het eigendom is van de rechtverkrijgende van de onderhavige uitvinding, zet een werkwijze en apparaat uiteen voor het bereiken van variabele en oneindige nalichting. Dit illustreert de hierboven besproken conventionele nalichting.

Amerikaans octrooischrift 4.504.827 zet een dynamische synthetische nalichting uiteen voor rasteraftast-weergeefinrichtingen. Bij deze benadering treedt pseudowillekeurige verlaging van de intensiteit van gegevens op, die op een rasterscherm worden weergegeven. Dit wordt bereikt door het willekeurig selecteren van de gegevens en het willekeurig variëren van de tijdstippen waarop de gegevens worden verlaagd. Dit laatstgenoemde octrooischrift geeft een drie bit code per beeldelement. De verlagingslogica waarin is voorzien, verlaagt elke geselecteerde drie bit beeldelementcode met één. De gedeeltelijk verlaagde code wordt in geheugenbatterijen teruggeschreven. De bedieningspersoon kan manueel een gewenste mate van verval selecteren. Dit is een variatie op de synthetische nalichtingsbenadering die hierboven is besproken, en simuleert niet het grijsschaaleffect van een analoge oscilloscoopweergeef-inrichting, omdat er geen correlatie is tussen de tijd dat de golfvorm op het scherm is en de helderheid. De benadering van het laatstgenoemde octrooischrift is dynamisch doordat de willekeurige verlaging optreedt wanneer de gegevens voor weergave worden afgegeven.

Voorts beschrijft Amerikaans octrooischrift 4.223.353 in algemene termen een weergaveinrichting voor videosignalen, waarbij de intensiteit van de beeldschermpixels in de tijd wordt verminderd.

Er bestaat een behoefte om het grijsschaaleffect van een analoge oscilloscoop te simuleren, waarbij alle gegevens voor een golfvormaftasting die op een gegeven tijdstip wordt getekend in een constante mate vervaagt. Met andere woorden dient het grijsschaaleffect een tijdgecorreleerde vervaging te zijn. In het Amerikaans octrooischrift 4.504.827 treedt dit niet op, aangezien alle gegevenspunten pseudo-willekeurig worden uitgewist.

Er bestaat een behoefte om de gegevens voor golfvormen in een meerkanaalsoscilloscoop uniform te vervagen, maar niet andere gedeelten van de weergave te vervagen, die grafische informatie bezitten, zoals schalen (rasters), tekst, enzovoorts. Er bestaat eveneens behoefte aan weergeefbeeldelementen van elkaar overlappende golfvormen in een andere kleur die hetzij een constante oplichting kunnen hebben, zoals een raster, hetzij eveneens vervaagd. Er bestaat een verdere behoefte aan het onafhankelijk van de afgifte van de gegevens aan de weergeefinrichting verlagen van de gegevens.

De onderhavige uitvinding beoogt een oplossing van het hierboven beschreven probleem te verschaffen door te voorzien in een digitaliserende oscilloscoop, welke voorzien is van een inrichting in het weergeef-geheugen voor het voor elk ingangskanaal verschaffen van een apart binair grijsschaalveld van ten minste twee bits voor elk van het aantal beeldelementen, waarbij de binaire waarden in elk binair grijsschaalveld overeenkomen met de leeftijd van een van de golfvormen die worden gevormd door het beeldelement dat respectievelijk behoort bij genoemd elk binair grijsschaalveld, en deze leeftijd aangeven, een inrichting die elk genoemd binair grijsschaalveld ontvangt vanaf de verschaffingsinrichting voor het omzetten van de binaire waarde in elk genoemd binair grijsschaalveld in een overeenkomstige analoge grijsschaalwaarde, waarbij de weergeefinrichting elke genoemde analoge grijsschaalwaarde vanaf de omzettingsinrichting ontvangt voor het doen oplichten van het overeenkomstige beeldelement in de verschillende kleur in de mate van helderheid die is bepaald door de overeenkomstige binaire grijsschaalwaarde, teneinde de actuele golfvorm en alle van het aantal voorafgaande golfvormen weer te geven, waarbij de omzettingsinrichting verder een overlappingskleur opwekt, wanneer golfvormen vanaf twee of meer kanalen elkaar op hetzelfde beeldelement overlappen, een met het weergeefgeheugen en de weergeefinrichtingsstuurinrichting verbonden inrichting voor het in een van tevoren bepaalde tijdcyclus verlagen van de binaire waarde in alle van de binaire grijsschaalvelden van de actuele golfvorm en elk van de voorafgaande golfvormen met een van tevoren bepaalde binaire waarde, waarbij de verlaagde binaire grijsschaalvelden in elke genoemde van tevoren bepaalde tijdcyclus alle binaire grijsschaalvelden in de verschaffingsinrichting vervangen, en een met de weergeefinrichtingsstuurinrichting verbonden en op een manuele invoer aansprekende inrichting voor het verschaffen van de van tevoren bepaalde tijdcyclus.

De uitvinding zal nu gedetailleerd worden beschreven aan de hand van de tekening, waarin:

figuur 1 beelden volgens de stand van de techniek uiteenzet, zoals die worden gezien op een analoge

oscilloscoopweergeefinrichting;

figuur 2 digitale beelden volgens de stand van de techniek uiteenzet, zoals vertegenwoordigd in een weergeefgeheugen en zoals te zien op een digitaal scherm;

figuur 3 het blokschema van de digitaliserende oscilloscoop van de onderhavige uitvinding uiteenzet;

figuur 4 het blokschema van de wisselwerking tussen de verlagingsinrichting van de onderhavige uitvinding en het weergeefgeheugen uiteenzet;

figuur 5 het weergeefgeheugen van de onderhavige uitvinding illustreert, waarbij een drie bit code wordt gebruikt om de weergeefinrichting aan te sturen;

figuur 6 de gegevensveldopmaak van de onderhavige uitvinding uiteenzet, waarbij de weergegeven golfvorm in de tijd vervaagt, maar grafische informatie niet in de tijd vervaagt;

figuur 7 het blokschema van de verlagingsinrichting van de onderhavige uitvinding is;

figuren 8 en 9 het stroomschema van het bedrijf van de in figuur 7 getoonde verlagingsinrichting uiteenzetten;

figuur 10 het bedrijf van de gastheerprocessor van de onderhavige uitvinding uiteenzet;

figuur 11 het bedrijf van de grafische systeemprocessor van de onderhavige uitvinding uiteenzet;

figuur 12 een weergave van de onderhavige uitvinding illustreert;

figuur 13 een meerkanaalsgolfvormveld voor elk beeldelement van de onderhavige uitvinding uiteenzet;

figuur 14 een eerste voorbeeld uiteenzet, waarbij het overlappende beeldelement een uniforme helderheid heeft;

figuur 15 een tweede, de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm uiteenzet, waarbij het overlapte beeldelement wordt weergegeven met de intensiteit van de nieuwste golfvorm van de overlappende golfvormen.

Het hiervoor besproken grijsschaaleffect op analoge oscilloscopen verschafte nuttige informatie aan een gebruiker van de oscilloscoop. De gebruiker kon zowel de actuele waarde van de golfvorm (dat wil zeggen van de actuele aftasting) bepalen, als waarden die deze had aangenomen gedurende de voorafgaande aftastingen. Zo kan bijvoorbeeld in figuur 1 een golfvorm die op de oscilloscoop wordt waargenomen, een minimale amplitude A_{min} hebben (zoals in figuur 1a is getoond) of een maximale amplitude A_{max} (zoals in figuur 1b is getoond). Het resulterende, gecombineerde beeld zoals te zien op een analoge oscilloscoop-weergeefinrichting is in figuur 1c getoond. Golfvorm 10 is de golfvorm van de actuele aftasting (derhalve volle helderheid), golfvorm 20 werd getekend gedurende de laatste aftasting (derhalve nagenoeg volle helderheid) en golfvorm 30 werd getekend door een voorafgaande aftasting (derhalve gedimd oplichtend). De golfvormen van andere aftastingen zijn eveneens getoond en al deze golfvormen samengenomen resulteren in een grijsschaalomhullende 40 die de golfvormen met variërende helderheidsgraden gemeenschappelijk binnen een bereik van amplitudewaarden (A_{min}–A_{max}) plaatst.

De nuttige informatie die in figuur 1 is vervat, is voorzien van een indicatie aan de gebruiker van de analoge oscilloscoop dat de golfvorm een actuele veranderingsrichting 50 heeft, zoals in figuur 1c is getoond. De aftastfrequentie (dat wil zeggen de aftastherhalingsmate) en de oscillatie door de golfvorm 100 tussen A_{min} en A_{max} bepaalt wat op het scherm wordt gezien, zoals door figuur 1c is getoond. Indien bijvoorbeeld de oscillatie tussen amplitudewaarden optrad in een voldoend hoge mate, zodat het fosfor niet tot zwart vervaagde tussen opfrissingen, zou de gebruiker het volledige bereik van waarden kunnen zien, dat de golfvorm aannam, vooropgesteld dat de aftastfrequentie snel genoeg was. Anderzijds zou, indien de oscillaties in een uitermate hoge herhalingsmate optraden, de gebruiker slechts de vaakst voorkomende amplitudewaarden voor de golfvorm zien. Indien bijvoorbeeld golfvorm 100 een groter percentage van de oscillatieperiodetijd ervan op A_{max} verbleef dat op A_{min}, zouden de buitenste kanten 60 van de grijsschaalomhullende 50 helderder voor de gebruiker blijken. Dit is eenvoudigweg ten gevolge van het feit dat het fosfor vaak wordt geëxciteerde en daarom op een hoger gemiddeld lichtafgifteniveau blijft.

Terwijl hetgeen hierboven is beschreven een karakteristiek van analoge oscilloscopen was, voorzien moderne digitaliserende oscilloscopen de verbruiker niet van het hierboven beschreven type grijsschaalinformatie. Integendeel, moderne digitaliserende oscilloscopen digitaliseren de golfvorm in een verzameling van discrete waarden die dan in een weergeefgeheugen wordt geschreven. Het weergeefgeheugen houdt een beeld vast, dat naar de feitelijke weergave wordt gekopieerd. Het beeld wordt herhaaldelijk naar de weergeefinrichting gekopieerd en blijft worden opgefrist totdat het beeld verandert. Dit is in figuur 2 geïllustreerd.

In figuur 2 bevat een weergeefgeheugen 200 de binaire informatie in de vorm van enen en nullen. In figuur 2 bijvoorbeeld heeft het weergeefgeheugen 200 bitpatroon 210 dat overeenkomt met een weergeefpatroon 220 op een scherm 230. De binaire één komt overeen met een oplichtende stip 240. Dit is grafisch getoond door pijlen 250 en 260. Derhalve zijn afzonderlijke weergeefstippen (of beeldelementen) op scherm

230 hetzij aan, hetzij uit, en voor de menselijke gebruiker zijn er geen tussenliggende helderheidswaarden die overeenkomen om te voorzien in grijsschaalinformatie. Er bestaat een noodzaak om overeenkomstige grijsschaalinformatie aan de gebruiker van een digitaliserende oscilloscoop te verschaffen.

Zoals in figuur 3 is uiteengezet, zijn de systeemcomponenten van de onderhavige uitvinding voorzien van een gastheermicroprocessor 300, een weergeefgeheugen 310, een weergeefinrichtingsstuurinrichting (die is voorzien van een weergeefinrichtingsstuurinrichting 320A en een grafische systeemmicroprocessor 320B), een verlagingsinrichtingstoestandmachine 330, een prioriteitcoderend, direct toegankelijk geheugen (RAM) 340, en een kleurenpalet 352 (dat is voorzien van een kleuropzoektabel 352A en een video digitaal-naar-analoog-omzetter 352B) dat is verbonden met een weergeefinrichting 350.

De digitaliserende oscilloscoop van figuur 3 verkrijgt signalen van een te testen systeem of inrichting 370 door het door middel van een bemonsteringsschakeling 380 invoeren van signalen. Schakeling 380 bemonstert conventioneel het op leidingen 372 optredende signaal en geeft het bemonsterde signaal op leiding 382 af aan de analoog-naar-digitaalomzetter (A/D-omzetter) 384 die dan over leidingen 386 het digitale ingangssignaal voor opslag in een hogesnelheidsgeheugen 390 afgeeft.

De gastheermicroprocessor 300 verkrijgt het in het hogesnelheidsgeheugen 390 opgeslagen digitale ingangssignaal over de gastheersysteembus 362 voor verwerking en bijwerking van het gastheergeheugen 364.De gastheermicroprocessor 300 stuurt de weergeefinrichtingsstuurinrichting 320 over bus 362. De gastheermicroprocessor 300 ontvangt ingangssignalen vanaf de gebruikersingang 360 over de gastheer-systeembus 362 en slaat verder gegevens op/ontvangt gegevens in het gastheergeheugen 364.

De grafische systeemmicroprocessor 320B voert nieuwe golfvormgegevens in in het weergeefgeheugen 310 over de grafische systeembus 332, en stuurt de verlagingsinrichting 330 over dezelfde bus. De grafische systeemmicroprocessor benadert eveneens het prioriteitcodering-RAM 340 en het kleurenpalet 352 over bus 332. De weergeefinrichtingsstuurinrichting 320A stuurt het weergeefgeheugen 310, het prioriteitcodering-RAM 340 en het kleurenpalet 352 en over leidingen 324. De weergeefinrichtingsstuurinrichting 320 benadert eveneens de verlagingsinrichting 330 over leidingen 324.

De informatie die wordt weergegeven, wordt door het weergeefgeheugen 310 over bus 312 aan het prioriteitcodering-RAM 340 afgegeven, en dan over leidingen 342 aan het kleurenpalet 352 en tenslotte over leidingen 354 aan de weergeefinrichting 350. Het dient expliciet te worden begrepen dat de systeemcomponenten van figuur 3 op een globale wij ze zijn weergegeven. In het conventionele rasteraftast-weergeefsysteem leest de weergeefinrichtingsstuurinrichting 320 onafgebroken het weergeefgeheugen 310 om de gecodeerde weergeefinformatie vanaf het weergeefgeheugen 310 aan de weergeefinrichting 350 af te geven. Het weergeefgeheugen 310 wordt typisch gelezen en de inhoud ervan wordt ongeveer zestig maal per seconde (dat wil zeggen dat in de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm de periode 16,680 milliseconden is) opnieuw op het scherm 350 getekend.

Ook getoond in figuur 3 zijn de tijdbasisschakeling 302 en de trekkerschakeling 303. Beide zijn met bus 362 verbonden en staan onder besturing van de gastheermicroprocessor 300. De tijdbasisschakeling 302 voorziet in sturing in de tijd voor het hogesnelheidsgeheugen 390, de A/D-omzetter 384 en de bemonsteringsschakeling 380 over respectievelijk leidingen 302A, 302B en 302C. De trekkerschakeling 303 is door leiding 303A met de tijdbasis 302 verbonden en ontvangt de signalen vanaf het te testen systeem 370. De tijdbasis 302 en trekker 303 sturen feitelijk de bemonsteringsschakeling 380, de A/D-omzetter 384 en het hogesnelheidsgeheugen 390. De microprocessor 300 programmeert de tijdbasis 302 en trekker 303 om de gewenste conventionele kanalen 372 van golfvormen vanaf het te testen systeem 370 te verzamelen. De ingangssignalen over conventionele kanalen 372 worden in de trekkerschakeling 303 alsmede in de bemonsteringsschakeling 380 gevoerd. Wanneer het signaal aan zekere voorwaarden voldoet (zoals gespecificeerd door de gebruiker en zoals geprogrammeerd door de microprocessor 300) "trekt" de trekkerschakeling 303 de tijdbasisschakeling 302. Dit doet de tijdbasisschakeling 302 lopen en verzameling van de actuele golfvorm vanaf elk conventioneel golfvormverzamelingskanaal 372 sturen. De tijdbasis 302 vertelt de bemonsteringsinrichting 380 feitelijk een monster te nemen, vertelt de A/D-omzetter 384 om dat monster te digitaliseren, en doet de gedigitaliseerde monsterwaarde geschreven worden in het hogesnelheidsgeheugen 390. De tijdbasis doet monsters vanaf elk conventioneel golfvormverzamelingskanaal 372 op op gelijke afstand van elkaar gelegen tijdsintervallen nemen totdat het hoge snelheidsgeheugen vol is.

In de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm is de gastheermicroprocessor 300 een Motorola 68020 en is de grafische systeemmicroprocessor 320B een grafische systeemprocessorchip model TMS34010 van Texas Instruments. Het kleurenpalet 352 is conventioneel verkrijgbaar bij Brooktree, onderdeel nr. BT471.

In tegenstelling tot het conventionele weergeefgeheugen 200 van figuur 2 voorziet het weergeefgeheugen 310 voor elk conventioneel golfvormverzamelingskanaal 372 van de onderhavige uitvinding in een

beeldelementgegevensveld 400 voor elke stip van de weergeefinrichting 350. In overeenstemming met hetgeen de uitvinding leert, is het beeldelementveld 400 ten minste twee binaire bits. Derhalve bestaat er, zoals in figuur 4 is getoond, een apart beeldelementveld 400 voor elke stip van de weergeefinrichting 350. Elk beeldelementveld 400 zou groter dan twee binaire bits kunnen zijn, afhankelijk van de mate van grijsheidresolutie die is gewenst. De onderhavige uitvinding is niet beperkt tot de grootte van het beeldelementveld, zolang als deze gelijk is aan of groter dan twee binaire bits.

De verlagingsinrichtingstoestandmachine 330 leest elk beeldelementveld 400 uit het weergeefgeheugen 310 uit over bus 332, en indien de beeldelementwaarde groter dan nul is, verlaagt deze de beeldelementwaarde met een gegeven hoeveelheid, zoals één. De verlaagde beeldelementwaarde wordt dan over bus 332 terug afgegeven aan het weergeefgeheugen 310 om de gelezen beeldelementwaarde te vervangen en de toestandmachine 330 gaat verder naar het eerstvolgende beeldelementveld 400. Derhalve verlaagt op een sequentiële wijze de toestandmachine 330 beeldelementveld voor beeldelementveld (dat wil zeggen BEELDELEMENT 0, BEELDELEMENT 1, ..., BEELDELEMENT N) elke beeldelementwaarde.

In figuur 5 bijvoorbeeld vertoont het weergeefgeheugen 310 drie beeldelementen 500, 510 en 520. Elk beeldelement komt overeen met een beeldelementveld 400 in het weergeefgeheugen 310. Beeldelement 1 licht volledig op, waarbij een waarde zeven (111 binair) daarin is opgeslagen. Beeldelement 3 is uit (dat wil zeggen donker), terwijl beeldelement 2 een waarde drie (011) heeft en drie zevende helderheid heeft. Natuurlijk zouden, indien vier binaire cijfers worden benut, dan kunnen worden voorzien in vijftien helderheidsniveaus. In overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert, wordt de binaire voorstelling van het grijsniveau over bus 312 aan het prioriteitcodering-RAM 340 afgegeven. Derhalve kan het gemakkelijk worden ingezien dat grijsniveau-informatie die overeenkomt met het gewenste helderheidsniveau nu aan de weergeefinrichting 350 kan worden verschaft. Zoals hierna zal worden besproken, zal een variatie op dit voorbeeld worden gemaakt om flikkering te elimineren.

De verlagingsinrichtingstoestandmachine 330 staat onder besturing van de grafische systeemmicroprocessor 320B over de grafische systeembus 332. De cyclustijd van de verlagingsinrichting 330 kan selectief worden ingesteld door de gebruiker door middel van sturing van ingang 360 teneinde de verlagingsperiode te versnellen of vertragen (in de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm variëren de periodebereiken van een minimum van 50 milliseconden tot een maximum van 1,4 seconden). Voor elke periode leest de verlagingsinrichting 330 elk in het weergeefgeheugen 310 opgeslagen beeldelementveld en indien de waarde groter dan nul is, verlaagt zij deze met een gegeven hoeveelheid, zoals één. Derhalve zou de eerstvolgende keer dat dat beeldelementveld door de weergeefinrichtingsstuurinrichting 320 wordt gelezen en weergegeven 350 het beeldelement met het gewenste helderheidsniveau op het scherm worden getekend. Een beeldelement bijvoorbeeld, waarvan de beginwaarde zeven is, zou door de toestandmachine 330 tot zes worden verlaagd. De eerstvolgende keer dat het weergeefgeheugen 310 door de weergeefinrichtingsstuurinrichting 320 wordt gelezen, zou het beeldelement met een grijsniveauwaarde zes opnieuw worden getekend. Dit proces zou zich dan voor de eerstvolgende periode herhalen.

In figuur 7 zijn de details van de verlagingsinrichting 330 getoond. De verlagingsinrichting 330 communiceert direct met de grafische systeembus 332 en staat in verbinding met de grafische systeemmicroprocessor 320B. De verlagingsinrichting 330 communiceert eveneens met het weergeefgeheugen 310.

Zoals in figuur 7 is getoond, benut de verlagingsinrichting 330 een stel verlagingsinrichtingsstuurregisters 700. Deze zijn voorzien van instructie-, rij-adres-, rij-afstand-, kolomadres- en kolomafstandregisters. Deze registers maken deel uit van de adresselectie en volgordebesturingslogica 700A en de lees/schrijfstuurlogica 700B. Eveneens opgenomen in de verlagingsinrichting 330 is een verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710. Dit is een conventioneel statisch RAM. De adresselectie- en volgordebesturingslogica voorziet in de noodzakelijke adressen voor de adresingangen 310A van het weergeefgeheugen 310 over leidingen 702. De lees/schrijfstuurlogica voorziet in de noodzakelijke lees/schrijfingangssignalen over leidingen 704 voor de lees/schrijfingangen 310B van het weergeefgeheugen 310 en voor de lees/schrijfingang 710A van de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710. De verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710 ontvangt adresingangssignalen op 710B over leidingen 706 en geeft gegevensuitgangssignalen vanaf gegevenspoort 710C af over leidingen 708 aan de grafische systeembus 332. De verlagingsinrichtingsadresvergrendelingsschakeling 720 staat onder besturing van de adresselectie- en volgordebesturingslogica 700A over leidingen 712 en is over leidingen 714 doorverbonden met de grafische systeembus 332. De doorkijktabel 710 wordt initieel geprogrammeerd door het vanaf bus 332 aan gegevenspoort 710C afgeven van gegevens.

Het weergeefgeheugen 310, zoals in figuur 7 is getoond, heeft adresingangen 310A, lees/schrijfingangen 310B, een seriële gegevenspoort 310C en een parallelle gegevenspoort 310D. De seriële gegevenspoort 310C geeft het weer te geven beeldelementveld 400 over leidingen 312 af aan het prioriteitscodering-RAM 340. Derhalve is het weergeefgeheugen 310 een inrichting met twee poorten (serieel-parallel).

De werking van de verlagingsinrichting 330 zoals uiteengezet in het systeem van figuren 3 en 7 zal hierna worden beschreven.

Het dient expliciet te worden begrepen dat elk aantal binaire bits in het beeldelementveld 400 (zolang als dit groter is dan of gelijk aan twee bits) zou kunnen worden gebruikt om de grijsniveaus in overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert, te implementeren.

Het dient eveneens expliciet te worden begrepen dat, ofschoon een afzonderlijke fysische verlagingsinrichtingstoestandmachine 330 is getoond, de grafische systeemmicroprocessor 320B geschikt zou kunnen geprogrammeerd om de verlaging van de beeldelementvelden in het weergeefgeheugen 310 te implementeren.

De onderhavige uitvinding maakt het de gebruiker mogelijk door middel van manipulatie van de gebruikeringang 360 de vervaagtijd te specificeren. De gebruikeringang 360 geeft het vervaagtijdsignaal van de gebruiker over de gastheersysteembus 362 af aan de gastheermicroprocessor 300 om de mate van vervaging te specificeren. De gastheermicroprocessor 300 activeert op basis van dit ingangssignaal selectief de verlagingsinrichtingstoestandmachine 330 om vaker of minder vaak te lopen. Het vaker laten lopen van de verlagingsinrichting 330 zou ervoor zorgen dat een eerdere golfvorm op het scherm 350 sneller van de weergeefinrichting vervaagde en het minder vaak laten lopen zou ervoor zorgen dat de stippen trager wegvagen. De gebruikeringang in de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm is een menuselectie op scherm 350. De gebruiker voert de nalichtingstijd in via het weergeefmenu van het instrument via een voorpaneelknop of toetsenbord. De sturing van de nalichtingstijd (vervagingstijd) kan op dezelfde manier als de meeste andere sturingen in het instrument worden veranderd. De gebruiker kan het numerieke toetsenbord gebruiken om een gewenste nalichtingstijd direct in te voeren. In dit geval zal de door de gebruiker gespecificeerde tijd worden afgerond op de dichtstbijliggende ondersteunde tijd (dat wil zeggen dat 179 ms wordt afgerond op 200 ms). De gebruiker kan eveneens de knop voor algemene doeleinden gebruiken, die de nalichtingstijd in discrete stappen zal veranderen. Alle ondersteunde vervagingstijdinstellingen kunnen via de knop worden geselecteerd. Tenslotte kan de gebruiker de ophoog- en verlaagtoetsen gebruiken, die op dezelfde manier als de knop werken. Het indrukken van de ophoogtoets heeft bijvoorbeeld hetzelfde resultaat als het een "klik" met de wijzers van de klok meedraaien van de knop.

Aangezien moderne digitaliserende oscilloscoopweergaven zijn voorzien van tekst voor zaken zoals tekst, menu's en meetresultaten, alsmede andere grafische informatie, zoals rasters en markeringen, zijn de grijsschaalkenmerken van de onderhavige uitvinding ontworpen om dergelijke grafische informatie niet te verstoren. Dergelijke grafische informatie vervaagt niet met de tijd in overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert.

Dit wordt verkregen door het voorzien in een niet-vervagend veld voor dergelijke grafische informatie en een vervagend veld voor de golfvormbeeldelementen, zoals in de gegevensopmaak van figuur 6 is getoond. In figuur 6 benut het golfvormgegevensveld vier binaire bits. Dit veld wordt onderworpen aan vervaging. Voor beeldelement J bijvoorbeeld, worden de laagste twee bits op één gezet. Dit resulteert in het feit dat beeldelement J met 3/15 van de maximale helderheid ervan wordt ontstoken. Derhalve kunnen in het golfvormgegevensveld van figuur 6, dat bits 0 tot en met 3 omvat, vijftien helderheidsniveaus worden bereikt. De hoogste vier bits (bits 4–7) omvatten het niet-vervagende veld. Indien een van de hoogste vier bits op 1 is gezet, dan blijft het beeldelement altijd ontstoken op een of ander helderheidsniveau ongeacht de waarde in het golfvormgegevensveld. Aldus is voor in figuur 6 getoond beeldelement K bit 7 op 1 gezet en resulteert dit in het feit dat beeldelement K met hogere helderheid wordt ontstoken. In deze inrichting leest de verlagingsinrichting 330 en modificeert deze elk beeldelementveld (bits 0 tot en met 7), maar worden alleen de laagste vier bits verlaagd (dat wil zeggen bits 0 tot en met 3).

Het bovenstaande zet het golfvormgegevensveld voor één kanaal uiteen. Voor een conventionele vierkanaalsoscilloscoop zou er zijn voorzien in vier golfvormvelden, zoals in figuur 13 is getoond. Een apart golfvormveld wordt toegewezen aan elk kanaal (dat wil zeggen golfvormveld 1 komt overeen met kanaal CH1). Opnieuw kan het aantal bits in elk veld elk geschikt aantal zijn en in figuur 13 worden drie bits per veld gebruikt. In figuur 13 benut de beeldelementgegevensstructuur net zoals in figuur 6 één 4 bit niet-vervagingsveld en vier 3 bit vervagingsgolfvormgegevensvelden die overeenkomen met kanalen CH1-CH4. De vanaf kanaal 1 verzamelde golfvormen worden in golfvormveld 1 getekend, die vanaf kanaal 2 worden in golfvormveld 2 getekend, enzovoorts.

Concluderend kan het worden ingezien dat in overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert, de gebruiker de gedigitaliseerde grijsschaalinformatie op de weergeefinrichting kan gebruiken om karakteristieken van de golfvorm te bepalen, die normaal op analoge oscilloscopen worden waargenomen, zoals het bereik van waarden die in het recente verleden zijn aangenomen, richting waarin de golfvorm actueel verandert (dat wil zeggen waarden voor de ver weg liggende aftasting zijn het meest gedimd terwijl

recentste aftastingen helderder zijn) en de actuele of frequentste waarden van de golfvorm. Verder kan de gebruiker van de onderhavige uitvinding gemakkelijk zien welke stippen op het scherm afzonderlijke golfvormen samenstellen, ten gevolge van de tijdgecorreleerde vervaging. Dat wil zeggen dat alle stippen die een gegeven eerder golfvormspoor samenstellen op dezelfde helderheid zijn, terwijl oudere golfvormsporen gedimder zijn en nieuwere helderder zijn. Tenslotte lijkt de weergave van de onderhavige uitvinding meer op een analoge oscilloscoopweergave. Derhalve kunnen personen die reeds zijn getraind op analoge oscilloscopen de hierboven genoemde informatie verkrijgen aan de hand van de gedigitaliseerde grijsschaalweergave van de onderhavige uitvinding zonder welke aanvullende training dan ook, zoals het leren interpreteren van stipdichtheid, enzovoorts. Deze kenmerken zullen vollediger in het volgende worden besproken.

In figuur 8 zullen de werkwijze en het bedrijf van de verlagingsinrichting 330 van de onderhavige uitvinding met betrekking tot een verlagingscyclus worden toegelicht.

In fase 800 programmeert de grafische systeemmicroprocessor 320B de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710. In deze fase is de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel bij initialisering geschikt geprogrammeerd. De grafische processor in fase 810 tekent dan de actuele golfvorm vanaf elk van de kanalen die in het weergeefgeheugen 310 zijn aangeschakeld. In fase 820 wordt een beslissing gemaakt om al dan niet de beslist de verlagingsinrichting niet te laten lopen, wordt opnieuw fase 810 binnengetreden en worden de golfvormen weergegeven. Indien de verlagingsinrichting moet lopen, programmeert de grafische processor de verlagingsinrichtingsstuurregisters 700 en wordt fase 830 binnengetreden. De grafische processor maakt de verlagingsinrichting 330 vrij om te beginnen met verlaging.

Fase 840 wordt binnengetreden en de verlagingsinrichting 330 verzoekt toegang tot de grafische systeembus 332 vanaf de grafische processor 320B. In fase 850 beslist de grafische systeemmicroprocessor 320B om al dan niet toegang tot de bus te verlenen en indien deze wordt verleend, wordt fase 860 binnengetreden. In fase 860 neemt de verlagingsinrichting besturing van de grafische systeembus 332. De verlagingsinrichting verschaft het adres van de eerstvolgende weergeefgeheugenplaats over leidingen 702 aan de adresingangen 310A van het weergeefgeheugen 310 en specificeert een LEES-bewerking over leidingen 704 voor het uitlezen van het beeldelementveld op die geheugenplaats over bus 714 vanaf de parallelle gegevenspoort 310D.

Dan wordt fase 870 binnengetreden. In fase 870 wordt de gegevenswaarde voor het beeldelementveld op leiding 714 afgegeven aan de verlagingsinrichtingsadresvergrendelingsschakeling 720. Zodra deze is vergrendeld, worden de gegevens afgegeven aan de adresingang 710B over leiding 706 van de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710.

Op dit tijdstip heeft, zoals in figuur 8 is uiteengezet, de grafische processor de verlagingsinrichting 330 vrijgemaakt, en heeft de verlagingsinrichting 330 sturing van de grafische systeembus 332 genomen, teneinde toepassingsgerichte toegang tot het weergeefgeheugen 310 te hebben. Op tijdstip A van figuur 8 is de eerste weergeefgegevenswaarde voor het uit het weergeefgeheugen 310 op het eerste adres gelezen eerste beeldelementveld in de verlagingsinrichting 330 geladen.

In figuur 9 specificeert de lees/schrijfstuurlogica 700B van de verlagingsinrichting een LEES-bewerking aan de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel over bus 704. Dit treedt op in fase 900. De verlagingsinrichting 330 specificeert dan in fase 910 een SCHRIJF-bewerking aan het weergeefgeheugen over bus 704 naar de lees/schrijfingang 310B. Dit treedt op hetzelfde adres op als is gespecificeerd gedurende de voorafgaande leesbewerking in fase 870. In fase 920 wordt de uit de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710 gelezen waarde nu door middel van de gegevensuitgang 710C afgegeven aan de grafische systeembus 332 om door middel van de parallelle poort 310D in het weergeefgeheugen 310 te worden geschreven om de oorspronkelijke waarde in het beeldelementveld te vervangen. Het dient expliciet te worden begrepen dat in deze fase van het bedrijf de gegevenswaarde voor het beeldelementveld die oorspronkelijk in het weergeefgeheugen 310 is opgeslagen, is uitgelezen en geschikt is verlaagd en de nieuwe verlaagde waarde op de oorspronkelijke plaats is teruggeschreven in het weergeefgeheugen 310.

Fase 930 wordt dan binnengetreden om vast te stellen of al dan niet het weergeefgeheugen 310 volledig is verlaagd. Indien dit het geval is, wordt fase 880 van figuur 8 binnengetreden, zoals door B is getoond. De verlagingsinrichting geeft sturing van de grafische systeemadres- en -gegevensbussen 332 terug aan de grafische processor 320B. Fase 810 wordt dan binnengetreden. Indien het weergeefgeheugen niet volledig is verlaagd in fase 930, wordt fase 940 binnengetreden. De verlagingsinrichting controleert om te zien of de weergeefinrichtingsstuurinrichting 320A over bus 324 heeft gesignaleerd dat deze een weergeefinrichtingsopfriscyclus moet uitvoeren of dat in overeenstemming met de eigen interne tijdschakeling van de verlagingsinrichting het tijd is dat de weergeefinrichtingsstuurinrichting 320A enige geheugenopfriscyclussen uitvoert.

Indien een van de typen opfriscyclussen nodig is, wordt fase 950 binnengetreden. In fase 950 worden

geheugenopfriscyclussen uitgevoerd ongeacht of ze al dan niet feitelijk nodig zijn. Dan wordt fase 965 binnengetreden.

In fase 940 wordt, indien er geen noodzaak is op te frissen, fase 960 binnengetreden. Opnieuw stelt de verlagingsinrichting 330 vast of de gastheer 300 al dan niet aan het wachten is om gegevens in het weergeefsysteem te schrijven. Indien dit niet het geval is, wordt "C" ingevoerd en wordt fase 860 opnieuw binnengetreden om de eerstvolgende gegevenswaarde in het weergeefgeheugen 310 te verlagen. Dit proces gaat door totdat alle gegevens in het weergeefgeheugen 310 geschikt zijn verlaagd.

In fase 960 wordt, indien de gastheer aan het wachten is om gegevens in het weergeefgeheugen 310 te schrijven, dan fase 965 binnengetreden en geeft de verlagingsinrichting 330 besturing van de grafische systeembus 332 over aan de grafische systeemmicroprocessor 320B. Fase 970 wordt dan binnengetreden, waarin de verlagingsinrichting 330 gedurende verscheidene klokcyclussen wacht alvorens de bus 332 te verzoeken de verlagingscyclus te beëindigen. Dit houdt tijd vrij voor het optreden van een of meer van het volgende: geheugenopfriscyclussen, weergave-opfriscyclussen en het doorgeven van gegevens aan het weergeefgeheugen 310 door de gastheermicroprocessor 300. Fase 980 wordt dan binnengetreden en de verlagingsinrichting controleert om te zien of de gastheer 300 nog steeds aan het wachten is om gegevens in het weergeefgeheugen 310 te schrijven. Zo niet, dan wordt fase 840 binnengetreden, waarin de verlagingsinrichting de bus 332 verzoekt teneinde verlaging van het weergeefgeheugen 310 te voltooien. Indien de gastheer 300 nog steeds aan het wachten is, wordt fase 970 binnengetreden.

Het bovenstaande beschrijft volledig het bedrijf van de verlagingsinrichting 330 met betrekking tot de stroom van gebeurtenissen die gedurende de verlagingscyclus optreedt. Het dient expliciet te worden begrepen dat een aantal verschillende benaderingen voor het programmeren van het systeem van de onderhavige uitvinding zou kunnen worden benut om dezelfde doelen te bereiken als worden bereikt door het bedrijf dat in figuren 8 en 9 is uiteengezet.

In figuur 10 is het bedrijf van de gastheerverwerkingsinrichting 300 uiteengezet. In fase 1000 stelt de gebruiker van de onderhavige uitvinding de gebruikeringang 360 in om een tijdsduur te selecteren voor de golfvorm op weergeefinrichting 350 om van volle helderheid tot zwart te vervagen. De gebruiker stelt de "vervagingstijd" in. Deze wordt door de gastheerprocessor 300 ontvangen over de gastheersysteembus 362. De gastheerprocessor 300 geeft dan de gespecificeerde vervagingstijd af aan de grafische systeem-microprocessor 320B. Dit treedt op in fase 1010. Zoals is gezegd, kan de gebruiker een vervagingstijd selecteren, die in de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm tussen 100 milliseconden en 10 seconden varieert.

De gebruiker van de onderhavige uitvinding verbindt in fase 1020 het te testen systeem 370 door met de bemonsteringsschakeling 380 en trekkerschakeling 303. In fase 1030 digitaliseert de A/D-omzetter monsters van signalen die vanaf het te testen systeem 370 zijn verkregen. Deze gedigitaliseerde monsters worden dan vanaf de A/D-omzetter 384 over leiding 386 doorgelaten naar het hogesnelheidsgeheugen 390 zoals in fase 1040 is uiteengezet.

De gastheerprocessor 300 kopieert de gedigitaliseerde monsters, die de golfvorm voor elk kanaal vanaf het hogesnelheidsgeheugen 390 vertegenwoordigen naar het normale gastheergeheugen 364 zoals in fase 1050 is uiteengezet. De gastheermicroprocessor zendt dan kopieën van de gedigitaliseerde golfvorm vanaf het gastheergeheugen 364 over de gastheersysteembus 362 aan het weergeefgeheugen 310 zoals in fase 1060 is uiteengezet. Zoals in figuur 10 is aangegeven, gaat dit proces door zoals door lus 1070 is getoond om continu monsters van de golfvorm vanaf het te testen systeem 370 te verkrijgen.

Het dient expliciet te worden begrepen dat deze benadering conventioneel in de techniek is en hierboven is uiteengezet voor het voorzien in een complete beschrijving van de onderhavige uitvinding.

In figuur 11 zijn de algemene werkwijze en het bedrijf van het grafische systeem 320 gedurende golfvormweergave en grijsschaalsimulatie uiteengezet. In fase 1100 programmeert de grafische systeem-microprocessor (GSP) 320B de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710 van figuur 7. Het volgende zet een voorbeeld uiteen van hoe de processor 320B de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel programmeert. Neemt bijvoorbeeld aan dat een vier bit veld wordt gebruikt voor elk beeldelement om op het scherm 350 te worden weergegeven. De laagste drie bits komen overeen met het vervagende golfvormveld en het hoogste, vierde bit komt overeen met het bitveld dat wordt gebruikt voor het weergaveraster en dat niet onderhevig is aan vervaging. Dit voorbeeld verschilt van het voorbeeld van figuur 6 en wordt gebruikt om een simplistische toelichting te vertegenwoordigen van wat in fase 1100 optreedt. Het dient expliciet te worden begrepen dat de onderhavige uitvinding niet is beperkt tot het aantal bits in het beeldelementveld dat vervaagt of tot het aantal bits dat wordt benut voor de grafische informatie die niet vervaagt.

Tabel A zet de inhoud van de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel in dit voorbeeld uiteen:

TABEL A
Inhoud van verlagingsinrichtingsdoorkijktabel

RAM-adres	RAM-inhoud
0000	0000
0001	0000
0010	0001
0011	0010
0100	0011
0101	0100
0110	0101
0111	0110
1000	1000
1001	1000
1010	1001
1011	1010
1100	1011
1101	1100
1110	1101
1111	1110

In tabel A adresseert elk adres van RAM 710 een specifieke plaats in de doorkijktabel. In het bovenstaande dient het te worden opgemerkt dat de eerste acht adressen geen betrekking hebben op grafische informatie, zoals rasters, maar daarentegen betrekking hebben op een golfvormgegevenswaarde die zal vervagen in overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert. Dat wil zeggen dat de eerste acht adressen het vierde bit op nul gezet hebben. Het eerste adres "0000" adresseert "0000". Het tweede adres "0001" adresseert eveneens "0000", hetgeen een verlaging met één aangeeft. De derde beeldelementwaarde "0010" geeft "0001" af, hetgeen aanleiding geeft tot het optreden van een vervaging met één increment. Deze lineaire vervaging treedt op voor de overblijvende vijf waarden. Het dient expliciet te worden begrepen dat in overeenstemming met hetgeen de uitvinding leert elk stel waarden zou kunnen worden benut in de inhoud van het RAM 710. De verlaging zou bijvoorbeeld met twee in plaats van één kunnen zijn of de eerste vier waarden zouden met één kunnen worden verlaagd en de tweede vier zouden met twee kunnen worden verlaagd. Of kan het wenselijk zijn om de eerste twee met één te verlagen, de eerstvolgende twee met twee, de derde twee met drie, enzovoorts. De doorkijktabel kan op elke geschikte wijze worden geprogrammeerd. De overblijvende acht waarden in tabel A hebben betrekking op grafische informatie die het vierde bit op één gezet heeft. Opnieuw volgen de adressen de hierboven uiteengezette volgorde.

Nu wordt fase 1110 binnengetreden. In deze fase programmeert de grafische systeemmicroprocessor 320B het prioriteitcodering-RAM 340 zoals in figuur 3 is getoond. Deze programmering treedt op over bus 332. Het doel van het prioriteit-RAM 340 is om te arbitreren wanneer bestanddelen met verschillende kleuren elkaar op de weergeefinrichting 350 overlappen om hetzelfde beeldelement te bevatten. Het prioriteitcodering-RAM geeft, zoals in onderstaande tabel B is uiteengezet, golfvormgegevens een hogere prioriteit dan de grafische informatie. Daarom zal, indien een raster en een golfvorm beide door hetzelfde beeldelement op de weergeefinrichting 350 lopen, het beeldelement in de golfvormkleur oplichten. Het voor tabel A uiteengezette simplistische voorbeeld wordt voortgezet in tabel B en het dient expliciet te worden begrepen dat de onderhavige uitvinding niet door dit voorbeeld is beperkt.

TABEL B
Prioriteitcodering-RAM

RAM-adres	RAM-inhoud
0000	0000
0001	0001
0010	0010

TABEL B (vervolg)
Prioriteitcodering-RAM

RAM-adres	RAM-inhoud
0011	0011
0100	0100
0101	0101
0110	0110
0111	0111
1000	1000
1001	0001
1010	0010
1011	0011
1100	0100
1101	0101
1110	0110
1111	0111

In tabel B is het duidelijk dat wanneer grafische informatie aanwezig is (dat wil zeggen aangegeven door het "1" zijn van het vierde bit van het RAM-adres) dan zal de afgifte van de inhoud van het prioriteitcodering-RAM duidelijk de golfvorminformatie voortbrengen en niet de grafische informatie. Dit wij st kijkprioriteit toe aan de golfvormen op het scherm. Het enige moment dat de grafische informatie wordt weergegeven is wanneer het adres "1000" is (dat wil zeggen dat de golfvorm niet samenvalt met de grafische informatie) en is dan de uitvoer van de inhoud van het prioriteitcodering-RAM "1000". Op alle andere momenten wordt de golfvorm informatie weergegeven, waarbij prioriteit wordt gegeven aan de grafische informatie voor dat bepaalde beeldelement. Het dient expliciet te worden begrepen dat indien het is gewenst, aan de grafische informatie voorrang kan worden gegeven ten koste van de golfvorm. In dit geval zouden de laatste acht ingangen voor de RAM-inhoud "1000" zijn.

In fase 1120 programmeert de grafische systeemprocessor 320B de kleuropzoektabel 352A van figuur 3 over bus 332. Opnieuw zal het voorbeeld van tabellen A en B worden benut om het bedrijf van de kleuropzoektabel 352A toe te lichten. Dit is uiteengezet in onderstaande tabel C:

TABEL C
Kleuropzoektabelinhoud

Golfvorm	Opzoektabeladres	Aan video DAC's gezonden kleurspecificatie
T-7	0000	Achtergrond kleur
T-6	0001	1/6 Intensiteit
T-5	0010	2/6 Intensiteit
T-4	0011	3/6 Intensiteit
T-3	0100	4/6 Intensiteit
T-2	0101	5/6 Intensiteit
T-1	0110	Volle Intensiteit
T	0111	Volle Intensiteit
	1000	Kleur-grijs

In tabel C is het opzoektabeladres, dat door het prioriteitcodering-RAM 340 wordt afgegeven, opnieuw een vier bit binair adres. Deze opmaak wordt in dit voorbeeld gebruikt en dient niet om hetgeen de onderhavige uitvinding leert te beperken. In het voorbeeld komt elk binair adres overeen met een bepaalde kleurspecificatie die aan de video DAC's 352B wordt gezonden. De binaire "0000" komt overeen met de achtergrondkleur – dat wil zeggen dat het beeldelement niet is ontstoken. De binaire waarde "1000" komt overeen met de rasterkleur, die in de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm grijs is en wordt gebruikt voor grafische informatie. De overblijvende binaire waarden komen overeen met een bepaalde intensiteitswaarde.

In het in tabel C getoonde voorbeeld komen de met "0001" tot en met "0101" overeenkomende binaire waarden overeen met een analoog grijsschaalbereik van 1/6 tot en met 5/6 van de intensiteit van de golfvormkleur. Binaire waarden "0110" en "0111" komen overeen met de volle analoge intensiteit van de golfvormkleur.

Dit is een belangrijk aspect van de onderhavige uitvinding, aangezien deze binaire waarden de volle intensiteit van de golfvormkleur voortbrengen. Derhalve wordt, wanneer de golfvorm gedurende de eerste verlagingscyclus wordt weergegeven, ofschoon het beeldelementgegevensveld door de verlagingsinrichting 330 wordt verlaagd, de volle intensiteit van de golfvormkleur gehandhaafd door de kleuropzoektabel 352A. Het is pas gedurende de eerstvolgende verlagingscyclus dat het beeldelement naar 5/6 van de volle intensiteit van de golfvormkleur gaat. Dit minimaliseert het optreden van flikkering in overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert. Met andere woorden wordt gedurende de eerste verlagingsperiode het beeldelement op volle intensiteit gehandhaafd, teneinde een irritante flikkering wezenlijk te voorkomen, die anders zou optreden. Flikkering treedt op als een resultaat van het vervagen van alle volle intensiteit-golfvormbeeldelementen naar minder dan volle intensiteit gevolgd door een nieuwe golfvorm die wordt getekend met oplichting met volle intensiteit. Door het tekenen van beeldelementen met decimale waarden van 7 en 6 met volle intensiteit, wordt flikkering geminimaliseerd (dat wil zeggen dat de actuele en de eerste eerdere golfvorm beide op volle helderheid zijn). Dit leidt tot het handhaven van een constant helderheidsniveau over de weergave zonder voor de menselijke gebruiker waarneembare flikkering.

De onderhavige uitvinding is echter niet beperkt tot het met volle helderheid ontsteken van de eerste eerdere golfvorm (T-1) en de eerste eerdere golfvorm zou tot minder dan volle helderheid kunnen worden verlaagd. Inderdaad dient het expliciet te worden begrepen dat elke geschikte verzameling van waarden in de kleuropzoektabel 352A kan worden geprogrammeerd. Bijvoorbeeld zouden drie adressen (0111, 0110 en 0101) kunnen worden geprogrammeerd om volle intensiteit te zijn om volle helderheid voor de actuele en de twee recentste eerdere golfvormen te handhaven.

In tabel C lichten de actuele en eerste eerdere golfvormen met volle helderheid op. Elk van de eerstvolgende eerdere golfvormen lichten op met een helderheidsintensiteit die afhangt van de leeftijd van de eerdere golfvorm. De gedimdste oplichting komt overeen met de oudste golfvorm en de oudste golfvorm is uniform hetzelfde helderheidsniveau. In tabel C licht de eerste voorafgaande golfvorm (T-1) met volle helderheid op, licht de tweede (T-2) met 5/6 helderheid op en vervagen de overblijvende golfvormen (T-2, enzovoorts) uniform. Tabel C zet een specifieke afhankelijkheid tussen golfvormlevensduur en oplichtingsintensiteit uiteen. Deze afhankelijkheid is een kwestie van ontwerpkeuze. De eerste voorafgaande golfvorm (T-1) zou bijvoorbeeld met 6/7 intensiteit kunnen oplichten, waarbij de overblijvende golfvormen (T-2, enzovoorts) uniform daarvanaf vervagen.

Fase 1130 van figuur 11 wordt nu binnengetreden. De GSP 320B tekent de eerstvolgende golfvorm met volle helderheid. Fase 1140 wordt binnengetreden en de grafische systeemprocessor 320B bepaalt of de gebruikergespecificeerde vervagingstijd (: zeven) is verstreken. Zo niet dan wordt opnieuw fase 1130 binnengetreden. Indien dit wel zo is, wordt fase 1150 binnengetreden om het de verlagingsinrichting mogelijk te maken te werken.

In figuur 12 is op basis van de voorbeelden van tabellen A, B en C een op scherm 350 optredende weergave 1200 getoond. In figuur 12 is golfvorm T de recentst getekende golfvorm, is golfvorm T-1 de golfvorm die in de tijd net voorafgaand aan golfvorm T is getekend en vertegenwoordigt golfvorm T-2 een golfvorm die in de tijd net voorafgaand aan golfvorm T-1 is getekend. In het voorbeeld van figuur 12 is het aangenomen dat de tijd die nodig is om de golfvorm te tekenen bij benadering gelijk is aan 1/7 van de door de gebruiker gespecificeerde golfvormvervagingstijd. Derhalve loopt de verlagingsinrichting 330 onmiddellijk nadat elke golfvorm is getekend. Beeldelement 1210 komt overeen met grafische informatie, zoals een raster en heeft een code "1000". Beeldelement 1220 ligt op de snijding van een raster en golfvorm T-2 en gebaseerd op de bovenstaande bespreking heeft golfvorm T-2 prioriteit en heeft beeldelement 1220 een code "0101". De recentst getekende golfvorm T bestaat uit beeldelementen die overeenkomen met beeldelement 1230 dat een code "0111" heeft. Golfvorm T-1 bestaat uit beeldelementen 1240 en heeft een code "0110". Houdt in gedachte dat golfvorm T en T-1 dezelfde intensiteit hebben, zoals is uiteengezet in bovenstaande tabel C. Golfvorm T-2 echter, die overeenkomt met beeldelement 1250, heeft een intensiteit "0101", die zoals in bovenstaande tabel C is uiteengezet 5/6 van de intensiteit van de golfvormkleur is. De gebruiker heeft de mogelijkheid de vervagingstijd in te stellen om na de eerste golfvorm, na de eerste twee golfvormen, enzovoorts te verlagen.

De opmaak in figuur 13 voorziet in een aantal voordelen ten opzichte van het gebruiken van een enkel vervagend golfvormgegevensveld zoals in figuur 6 is getoond. Ten eerste zou de gebruiker van een meerkanaalsoscilloscoop de mogelijkheid verwelkomen de weergave van kanalen onafhankelijk aan en uit

te schakelen zonder grijsschaalinformatie kwijt te raken. Wanneer slechts een enkel golfvormgegevensveld wordt gebruikt, zoals in figuur 6 is getoond, moeten gegevens vanaf alle kanalen in dat enkele vervagingsveld worden getekend. Zodra de gegevens in dat enkele veld zijn getekend, is er in het systeem geen manier om te weten vanaf welk kanaal de gegevens afkomstig waren. De onderhavige uitvinding lost echter, zoals in figuur 16 is getoond, dit probleem op. Dit veroorzaakt niet het permanent verloren gaan van golfvormgegevens. Aangezien de golfvormgegevens vanaf elk kanaal hun eigen toepassingsgerichte golfvormgegevensveld hebben, zouden de golfvormgegevens vanaf kanaal 1 kunnen worden uitgeveegd door het uitwissen van het golfvormveld zonder het beïnvloeden van de andere golfvormvelden. Derhalve worden de golfvormen vanaf elk kanaal behouden en hoeven ze niet opnieuw te worden getekend.

Een aanvullend voordeel wordt verkregen door de benadering van figuur 13, wanneer deze in combinatie met een kleurenweergave wordt gebruikt. Duidelijk moeten, indien de verscheidene velden van figuur 13 met een monochromatische weergeefinrichting worden gebruikt, dan alle golfvormen per definitie in tinten van dezelfde basiskleur zoals blauw, groen, grijs of amber worden getekend. Het gebruik van verscheidene golfvormgegevensvelden in combinatie met een kleurenweergeefinrichting en een kleuropzoektabel maakt het echter mogelijk dat golfvormen voor elk kanaal (elk golfvormveld) in een andere basiskleur kan worden getekend. Aan elk golfvormveld wordt een andere kleur toegewezen. Een golfvorm van kanaal 1 kan bijvoorbeeld oplichten in een gele basiskleur. Golfvormen in kanaal 1 zouden initieel oplichten in geel met volle helderheid en zouden dan door middel van achtereenvolgend gedimdere tinten van geel vervagen naarmate de golfvormen ouder worden. Op dezelfde wijze zouden golfvormen van kanaal 2 een groene basiskleur kunnen hebben, zouden golfvormen van kanaal 3 een paarse basiskleur kunnen hebben, enzovoorts. Het gebruikte feitelijke kleurenschema zou kunnen variëren en in de hierboven genoemde conventioneel verkrijgbare oscilloscoop 54720A van Hewlett Packard staat het de gebruikers vrij welke kleuren dan ook te specificeren, waaraan ze de voorkeur geven. Door verscheidene golfvormvelden in de in figuur 13 getoonde beeldelementgegevensstructuur te gebruiken, verkrijgt de gebruiker alle voorafgaand genoemde voordelen van een digitaal gesynthetiseerde grijsschaal, plus de mogelijkheid het kanaal te bepalen waarvanaf de afzonderlijke golfvormen worden verzameld.

Het gebruik van verscheidene velden, zoals in figuur 13 is getoond, voorziet in een ander voordeel door middel van het gebruik van een kleurenweergeefinrichting wanneer golfvormen elkaar overlappen. De overlapte beeldelementen kunnen van een andere kleur zijn dan welke dan ook van de twee of meer overlappende golfvormen. Het prioriteitcodering-RAM 340 van figuur 3 is hierboven volledig toegelicht. De overlapte kleuren worden bepaald door programmering van het prioriteitcodering-RAM 340 en de kleuropzoektabel 352. Bijvoorbeeld zouden gegevens in golfvormveld (dat overeenkomt met kanaal CH1) van figuur 13 kunnen worden geprogrammeerd om prioriteit over alle andere gegevens te hebben. Op dezelfde wijze zouden gegevens in golfvormveld 2 (dat overeenkomt met kanaal CH2) kunnen worden geprogrammeerd om prioriteit ten opzichte van alle gegevens te hebben, behalve gegevens uit veld 1. In deze bedrijfsmodus is de overlapte kleur de kleur van het prioriteitveld. Indien bijvoorbeeld een golfvorm vanaf kanaal CH1 een golfvorm vanaf kanaal CH2 overlapt, dan is de overlapte kleur die van kanaal 1.

Alternatief zou de overlapte kleur als een geschikte combinatie van de elkaar overlappende kleuren kunnen worden weergegeven. De onderhavige uitvinding ziet in dat het conventioneel is om te voorzien in een unieke en enkele overlappingskleur waar twee of meer gekleurde golfvormen elkaar op de weergeefinrichting van een oscilloscoop overlappen.

In bijvoorbeeld de 5411X-familie van kleurenoscilloscopen van Hewlett Packard lichten weergeefplaatsen, waarop twee of meer golfvormen elkaar overlappen in een unieke overlappingskleur op, systeemgekozen helder roze is, ongeacht de onderliggende golfvormkleuren. De onderhavige uitvinding voorziet echter in overlappingskleuren die nauwkeuriger de kleuren van de golfvormen reflecteren die elkaar overlappen en die in overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert het mogelijk maakt dat het vervagen van de overlappingskleur optreedt.

De overlappingskenmerken van de onderhavige uitvinding worden vervolgens besproken. In de volgende twee voorbeelden wordt aangenomen dat figuur 13 (die overeenkomt met een enkel beeldelement) golfvormgegevensvelden heeft, die overeenkomen met de CH1 en CH2 (dat wil zeggen velden 1 en 2) met daarin opgenomen gegevens. Met andere woorden overlappen de golfvormen elkaar op dit beeldelement. Verder heeft het grafische veld geen enkele gegevens. Derhalve zal het beeldelement overeenkomen met een overlappingsbeeldelement. Verder komen de golfvormveldwaarden overeen met die, welke in tabel C uiteen zijn gezet. In figuur 14, dat het eerste voorbeeld vertegenwoordigt, komt beeldelement 1 overeen met de kleur en ouderdom die de golfvorm in veld 2 vertegenwoordigen, dat op 3/6 intensiteit is. Natuurlijk laat het gegevensveldgedeelte 1400 geen gegevens in veld 1 en alleen gegevens in veld 2 zien. Op dezelfde wijze komt beeldelement 2 overeen met de kleur en leeftijd van de golfvorm in veld 1 die op 1/6 intensiteit

is. Op dezelfde wijze bevat het gegevensveld 1410 slechts informatie voor veld 1. Wanneer deze twee golfvormen elkaar op beeldelement 3 overlappen, hebben de gegevensvelden 1420 gegevens die overeenkomen met de golfvormen van kanaal 1 en kanaal 2. Wanneer dit optreedt geeft opzoektabel 352a een overlappingskleur met volle intensiteit voor beeldelement 3 af. Derhalve wordt de overlapte kleur die door beeldelement 3 wordt vertegenwoordigd altijd met volle intensiteit getekend, ongeacht de leeftijd van de golfvormen die elkaar overlappen. Beeldelement 1 heeft een kleur 1430 zoals blauw, beeldelement 2 heeft een andere kleur 1440, zoals geel, en beeldelement 3 zou een overlapte kleur met volle intensiteit 1450 kunnen hebben, zoals roze.

Het is duidelijk in overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert, dat indien twee of meer golfvormen elkaar overlappen, zoals in figuur 14 is geïllustreerd, de kleuropzoektabel 354a elke gewenste overlappingskleur met volle intensiteit kan afgeven. Dit geldt ongeacht de leeftijd van de elkaar overlappende golfvormen.

Het tweede voorbeeld is in figuur 15 geïllustreerd. In figuur 15 hebben dezelfde golfvormen van figuur 14 dezelfde leeftijdsoverlapping. In dit voorbeeld wordt de overlapte kleur (dat wil zeggen beeldelement 3) getekend met de intensiteit van de nieuwste golfvorm (dat wil zeggen in het voorbeeld van figuur 15 is de golfvorm van kanaal 2). Derhalve wordt de kleur 1500 die zou kunnen overeenkomen met welke kleur dan ook, zoals roze, met 3/6 intensiteit getekend, hetgeen overeenkomt met de intensiteitswaarde van de nieuwste golfvorm. Met andere woorden zal de overlapte kleurintensiteit worden bepaald door het golfvormveld met de grootste binaire telwaarde.

Het prioriteitcodering-RAM 340 bewerkstelligt dezelfde functie met de verscheidene vervagende golfvormvelden van figuur 13 als hij dit deed met het enkele vervagende golfvormveld van figuur 6. Hij bepaalt of de golfvormgegevens of statische grafische symbolen voorrang nemen op plaatsen waar ze elkaar overlappen. In overeenstemming met hetgeen de onderhavige uitvinding leert, wordt de overlapte kleur alleen gebruikt waar golfvormgegevens elkaar overlappen en wordt deze niet gebruikt waar golfvormen en statische grafische objecten elkaar overlappen of waar statische grafische objecten elkaar overlappen. In deze twee gevallen kent het prioriteitcodering-RAM 340 prioriteit toe aan de overlappende bestanddelen, zodanig dat de ene bovenop de ander lijkt te zijn getekend.

De kleuropzoektabel 352a wordt geprogrammeerd om feitelijk de kleuren toe te wijzen. Het algoritme dat wordt gebruikt om deze tabel te programmeren, bepaalt welke kleur zal worden weergegeven waar golfvormen elkaar overlappen.

In de volgende tabellen wordt de volgende aanneming gemaakt. In het volgende voorbeeld wordt aangenomen dat het grafische veld 1 bit is en er twee kanalen zijn, kanaal 1 (veld 1) en kanaal 2 (veld 2). Elk van de golfvormvelden in dit voorbeeld heeft slechts twee gegevensbits. In tabel D die volgt, worden alle mogelijke combinaties van gegevenswaarden voor de statische grafische voorstellingen, golfvorm 1 en golfvorm 2 geboden.

TABEL D

RAM-adres	RAM-inhoud	Opmerkingen
0 00 00	0 00 00	Geen golfvorm of statische grafische voorstellingen
0 00 01	0 00 01	Golfvorm 1
0 00 10	0 00 10	
0 00 11	0 00 11	
0 01 00	0 01 00	Golfvorm 2
0 01 01	0 01 01	Golfvormen overlappen elkaar
0 01 10	0 01 10	
0 01 11	0 01 11	
0 10 00	0 10 00	
0 10 01	0 10 01	
0 10 10	0 10 01	
0 10 11	0 10 11	
0 11 00	0 11 00	
0 11 01	0 11 01	
0 11 10	0 11 10	
0 11 11	0 11 11	

TABEL D (vervolg)

RAM-adres	RAM-inhoud	Opmerkingen
1 00 00	1 00 00	Alleen statische grafische voorstellingen
1 00 01	0 00 01	Golfvorm 1 neemt prioriteit
1 00 10	0 00 10	
1 00 11	0 00 11	
1 01 00	0 01 00	Golfvorm 2 neemt prioriteit
1 01 01	0 01 01	Golfvormen overlappen elkaar, nemen prioriteit
1 01 10	0 01 10	
1 01 11	0 01 11	
1 10 00	0 10 00	
1 10 01	0 10 01	
1 10 10	0 10 10	
1 10 11	0 10 11	
1 11 00	0 11 00	
1 11 01	0 11 01	
1 11 11	0 11 11	

In deze en de volgende tabellen is de gegevensopmaak - -- -- die voor het RAM-adres en de RAM-inhoud wordt gebruikt: rasterveld (1 bit), veld 2 (2 bits) en veld 1 (2 bits). Voor het RAM-adres "0 00 01" is de RAM-inhoud eenvoudigweg de gegevenswaarde voor golfvorm 1 of "01" in veld 1. Wanneer het RAM-adres "0 01 00" is, is het uitgangssignaal de binaire waarde voor de golfvorm 2 in veld 2 of "01". Wanneer echter de golfvormen elkaar overlappen, bijvoorbeeld bij "00 01 01", is het uitgangssignaal "0 01 01" voor de drie velden. Het kan worden ingezien dat de RAM-inhoud in het bovenstaande voorbeeld overeenkomt met het RAM-adres en dat welke geschikte programmering voor de RAM-inhoud dan ook zou kunnen optreden. Wat duidelijk blijkt is dat overlapping volledig wordt behandeld, zelfs ofschoon de golfvormen vervagen.

In het volgende voorbeeld, dat is gebaseerd op de gegevensconfiguratie van tabel D, is het aangenomen dat de overlapte kleur altijd met dezelfde intensiteit wordt getekend, zoals in figuur 14 is getoond. Het wordt eveneens aangenomen (aangezien het voorbeeld 2 bit golfvormvelden gebruikt) dat golfvormveldwaarden "11" en "10" met volle intensiteit worden getekend. Derhalve wordt golfvormveldwaarde "01" met halve intensiteit getekend. Het dient te worden ingezien dat dit een simplistisch geval is en dat hetgeen in de volgende uiteenzetting wordt geleerd van toepassing is op golfvormvelden met welk aantal bits dan ook. Op basis van deze aannemingen wordt het volgende "opzoektabeladres" aan de video DAC's 352b van figuur 3 gezonden.

TABEL E

Opzoektabel-adres	Aan video DAC's gezonden kleurspecificatie
0 00 00	Achtergrond kleur
0 00 01	1/2 intensiteit, kleur van veld 1
0 00 10	Volle intensiteit, kleur van veld 1
0 00 11	Volle intensiteit, kleur van veld 1
0 01 00	1/2 intensiteit, kleur van veld 2
0 01 01	Overlappingskleur
0 01 10	Overlappingskleur
0 01 11	Overlappingskleur
0 10 00	Volle intensiteit, kleur van veld 2
0 10 01	Overlappingskleur
0 10 10	Overlappingskleur
0 10 11	Overlappingskleur
0 11 00	Volle intensiteit, kleur van veld 2
0 11 01	Overlappingskleur

TABEL E (vervolg)

Opzoektabel-adres	Aan video DAC's gezonden kleurspecificatie
0 11 10	Overlappingskleur
0 11 11	Overlappingskleur
1 00 00	Kleur grijs (Kleur van statische grafische voorstellingen)

Merkt op dat wanneer velden 1 en 2 elkaar overlappen (adres "0 01 01"), de overlappingskleur met volle intensiteit wordt weergegeven. Het wordt duidelijk dat op basis van de in opzoektabel 352a uiteengezette programmering de gewenste overlappingskleur kan worden bewerkstelligd.

In het volgende voorbeeld, dat eveneens is gebaseerd op de golfvormveldwaarden van tabel D en de in het bovenstaande voorbeeld uiteengezette aannemingen, behalve dat de golfvormoverlappingskleurintensiteit wordt bepaald door het intensiteitsniveau van de golfvormen die elkaar overlappen. Met andere woorden is de overlappingskleurintensiteit gelijk aan de hoogste intensiteit van de elkaar overlappende golfvormen (dat wil zeggen de nieuwste golfvorm).

TABEL F

Opzoektabel-adres	Aan video DAC's gezonden kleurspecificatie
0 00 00	Achtergrond kleur
0 00 01	1/2 intensiteit, kleur van veld 1
0 00 10	Volle intensiteit, kleur van veld 1
0 00 11	Volle intensiteit, kleur van veld 1
0 01 00	1/2 intensiteit, kleur van veld 2
0 01 01	1/2 intensiteit, overlappingskleur
0 01 10	Volle intensiteit, overlappingskleur
0 01 11	Volle intensiteit, overlappingskleur
0 10 00	Volle intensiteit, kleur van veld 2
0 10 01	Volle intensiteit, overlappingskleur
0 10 10	Volle intensiteit, overlappingskleur
0 10 11	Volle intensiteit, overlappingskleur
0 11 00	Volle intensiteit, kleur van veld 2
0 11 01	Volle intensiteit, overlappingskleur
0 11 10	Volle intensiteit, overlappingskleur
0 11 11	Volle intensiteit, overlappingskleur
1 00 00	Kleur grijs (Kleur van statische grafische voorstellingen)

Het bovenstaande illustreert het vervagen van de overlappingskleur naar de golfvorm met de hoogste intensiteit. Duidelijk wordt met betrekking tot figuur 15, waarin elk veld 3 binaire bits is, het effect gepronnonceerder dan dat, welk hierboven is uiteengezet. Tabel F illustreert echter een belangrijk kenmerk van de onderhavige uitvinding, waarbij de overlapte kleur een overlappingsintensiteit gebruikt die overeenkomt met de nieuwste golfvorm. Het dient expliciet te worden begrepen dat de overlappingshelderheid eveneens zou kunnen overeenkomen met de intensiteit van de oudste golfvorm, of, voor wat dat betreft, elk gewenst intensiteitsniveau. Het is eenvoudigweg een kwestie van programmering van de opzoektabel.

De verlagingsinrichtingsdoorkijktabel 710 van figuur 7 wordt geprogrammeerd om alle golfvormvelden in de beeldelementstructuur gelijktijdig te verlagen. Het is irrelevant voor de verlagingsinrichting of golfvormen wel of niet elkaar overlappen. Dit is in het volgende voorbeeld geïllustreerd. Tabel G gebruikt dezelfde aannemingen en veldstructuur als de voorafgaande twee voorbeelden. Zoals eerder verlaagt de verlagingsinrichting elk van de golfvormvelden met "01".

TABEL G

RAM-adres	RAM-inhoud
0 00 00	0 00 00
0 00 01	0 00 00
0 00 10	0 00 01
0 00 11	0 00 10
0 01 00	0 00 00
0 01 01	0 00 00
0 01 10	0 00 01
0 01 11	0 00 10
0 10 00	0 01 00
0 10 01	0 01 00
0 10 10	0 01 01
0 10 11	0 00 10
0 11 00	0 10 00
0 11 01	0 10 00
0 11 10	0 10 01
0 11 11	0 10 10
1 00 00	1 00 00
1 00 01	1 00 00
1 00 10	1 00 01
1 00 11	1 00 10
1 01 00	1 00 00
1 01 01	1 00 00
1 01 10	1 00 01
1 01 11	1 00 10
1 10 00	1 01 00
1 10 01	1 01 00
1 10 10	1 01 01
1 10 11	1 01 10
1 11 00	1 10 00
1 11 01	1 10 00
1 11 10	1 10 01
1 11 11	1 10 10

Het dient expliciet te worden begrepen dat de uitvinding zoals verwoord in de conclusies niet is beperkt tot de beschrijving van de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm maar andere modificaties en wijzigingen binnen de strekking en geest van het inventieve concept omvat. Terwijl bijvoorbeeld de de voorkeur hebbende uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding op een oscilloscoop is gebaseerd, is hetgeen de onderhavige uitvinding leert bruikbaar voor elke rasteraftastweergeefinrichting. Bij dergelijke toepassingen worden beelden in plaats van golfvormen op de weergeefinrichting 350 getekend, waarbij het actuele en eerste voorafgaande beeld met volle helderheid worden getekend en de eerdere voorafgaande beelden in overeenstemming met de lineaire vervagingstechniek van de onderhavige uitvinding worden getekend.

Conclusies

1. Digitaliserende oscilloscoop met een aantal ingangskanalen, een weergeefinrichting, een weergeefgeheugen en een weergeefinrichtingsstuurinrichting, welke weergeefinrichtingsstuurinrichting een actuele golfvorm en een aantal voorafgaande golfvormen vanaf elk van het aantal ingangskanalen in een andere kleur op de weergeefinrichting tekent, waarbij alle golfvormen zijn gevormd door een aantal beeldelementen op de weergeefinrichting, met het kenmerk, dat deze is voorzien van een inrichting in het weergeefgeheugen voor het voor elk ingangskanaal verschaffen van een apart binair grijsschaalveld van ten minste twee bits voor elk van het aantal beeldelementen, waarbij de binaire waarden in elk binair grijsschaalveld

overeenkomen met de leeftijd van een van de golfvormen die worden gevormd door het beeldelement dat respectievelijk behoort bij genoemd elk binair grijsschaalveld, en deze leeftijd aangeven, een inrichting die elk genoemd binair grijsschaalveld ontvangt vanaf de verschaffingsinrichting voor het omzetten van de binaire waarde in elk genoemd binair grijsschaalveld in een overeenkomstige analoge grijsschaalwaarde, waarbij de weergeefinrichting elke genoemde analoge grijsschaalwaarde vanaf de omzettingsinrichting ontvangt voor het doen oplichten van het overeenkomstige beeldelement in de verschillende kleur in de mate van helderheid die is bepaald door de overeenkomstige binaire grijsschaalwaarde, teneinde de actuele golfvorm en alle van het aantal voorafgaande golfvormen weer te geven, waarbij de omzettingsinrichting verder een overlappingskleur opwekt, wanneer golfvormen vanaf twee of meer kanalen elkaar op hetzelfde beeldelement overlappen, een met het weergeefgeheugen en de weergeefinrichtingsstuurinrichting verbonden inrichting voor het in een van tevoren bepaalde tijdcyclus verlagen van de binaire waarde in alle van de binaire grijsschaalvelden van de actuele golfvorm en elk van de voorafgaande golfvormen met een van tevoren bepaalde binaire waarde, waarbij de verlaagde binaire grijsschaalvelden in elke genoemde van tevoren bepaalde tijdcyclus alle binaire grijsschaalvelden in de verschaffingsinrichting vervangen, en een met de weergeefinrichtingsstuurinrichting verbonden en op een manuele invoer aansprekende inrichting voor het verschaffen van de van tevoren bepaalde tijdcyclus.

2. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de van tevoren bepaalde waarde een binaire waarde één is voor elke weergegeven voorafgaande golfvorm teneinde te voorzien in een lineaire vervaging voor het aantal voorafgaande golfvormen voor elk van het aantal kanalen.

3. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de omzettingsinrichting is voorzien van een inrichting die elk genoemd binair grijsschaalveld vanaf de verschafffingsinrichting ontvangt voor het toekennen van kijkprioriteit op de weergeefinrichting van de actuele golfvorm en het aantal voorafgaande golfvormen, en een inrichting die elk kijkprioriteit verleend binair grijsschaalveld vanaf de toekenningsinrichting ontvangt voor het veranderen van het hiervoor genoemde binaire veld in de overeenkomstige analoge grijsschaalwaarde.

4. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de toekenningsinrichting een prioriteit coderend direct toegankelijk geheugen is, dat een opzoektabel bevat.

5. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de veranderingsinrichting een kleuropzoektabel omvat en een aantal digitaal-naar-analoog-omzetters.

6. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de verlagingsinrichting is voorzien van adresselectie- en volgordebesturingslogica, lees/schrijfstuurlogica, stuurregisters, een verlagingsinrichtingsdoorkijktabel en een verlagingsinrichtingsadres-vergrendelingsschakeling, waarbij de adresselectie- en volgordebesturingslogica wordt gestuurd door de stuurregisters om selectief elke verschaffingsinrichting in de weergeefinrichting te adresseren en om afzonderlijk elk binair grijsschaalveld af te geven aan de verlagingsinrichtingsadresvergrendelingsschakeling en de lees/schrijfstuurlogica de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel stuurt om selectief elk binair grijsschaalveld dat aan de verlagingsinrichtingsadresvergrendelingsschakeling is afgegeven, te lezen, en om een overeenkomstig verlaagd binair grijsschaalveld, dat in de verlagingsinrichtingsdoorkijktabel is opgenomen, te schrijven, teneinde het binaire grijsschaalveld in het weergeefgeheugen op het selectieve adres te vervangen.

7. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de omzettingsinrichting de overlappingskleur met een volle mate van helderheid opwekt.

8. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de omzettingsinrichting de overlappingskleur met een mate van helderheid opwekt, die overeenkomt met de mate van helderheid van een geselecteerde van de elkaar overlappende golfvormen.

9. Digitaliserende oscilloscoop volgens conclusie 1, waarbij de weergeefinrichting elk van de voorafgaande golfvormen met een lagere mate van helderheid weergeeft dan een helderheid van de actuele golfvorm, teneinde de leeftijd van elk van de voorafgaande golfvormen met betrekking tot de leeftijd van de actuele golfvorm aan te geven en om de leeftijd van elk van de voorafgaande golfvormen met betrekking tot de andere voorafgaande golfvormen aan te geven.

Hierbij 13 bladen tekening

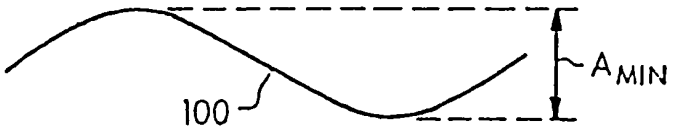


Fig. 1(a)

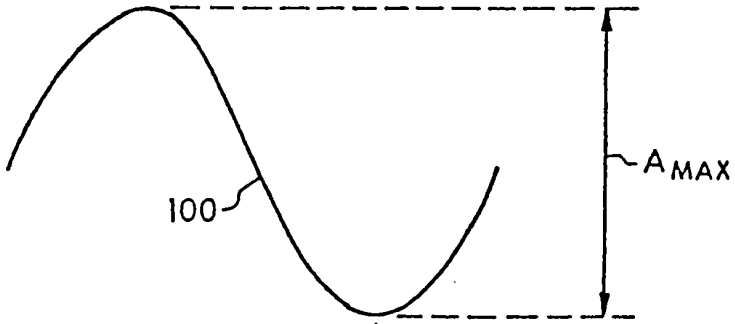


Fig. 1(b)

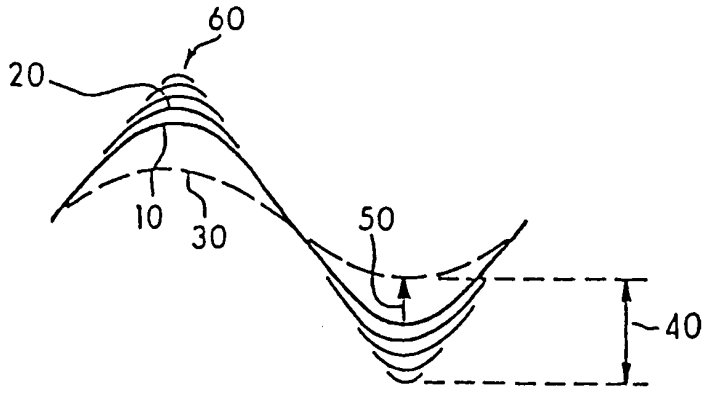


Fig. 1(c)

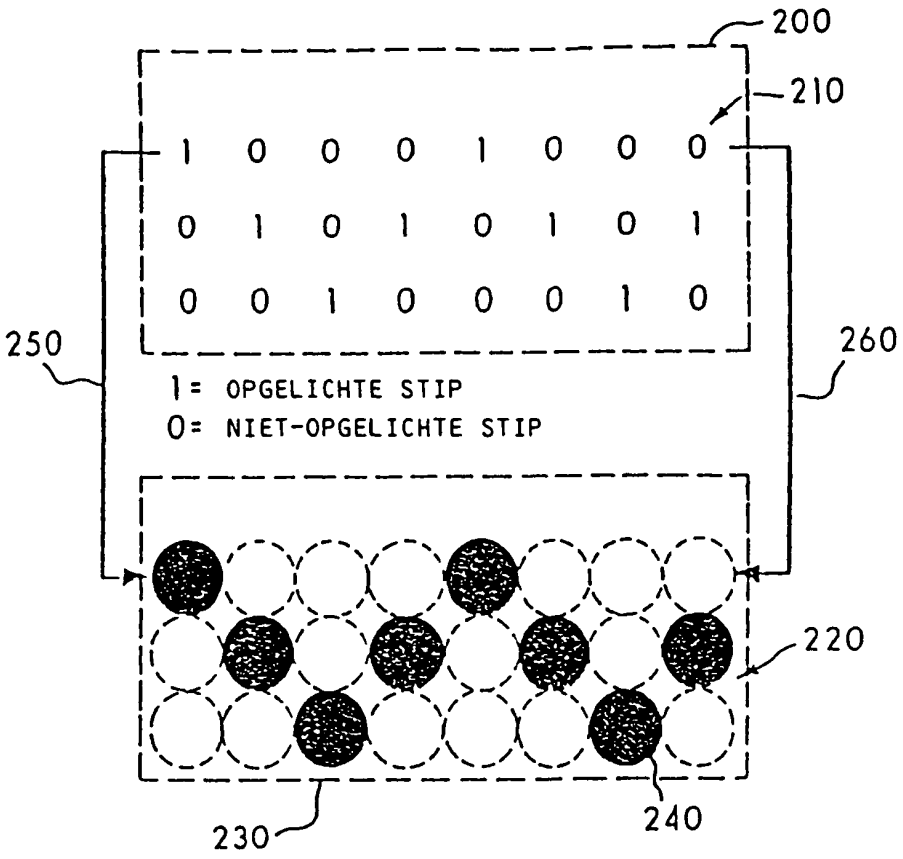

200
210
1 0 0 0 1 0 0 0
0 1 0 1 0 1 0 1
0 0 1 0 0 0 1 0
250
260
1= OPGELICHTE STIP
0= NIET-OPGELICHTE STIP
220
230
240

Fig. 2

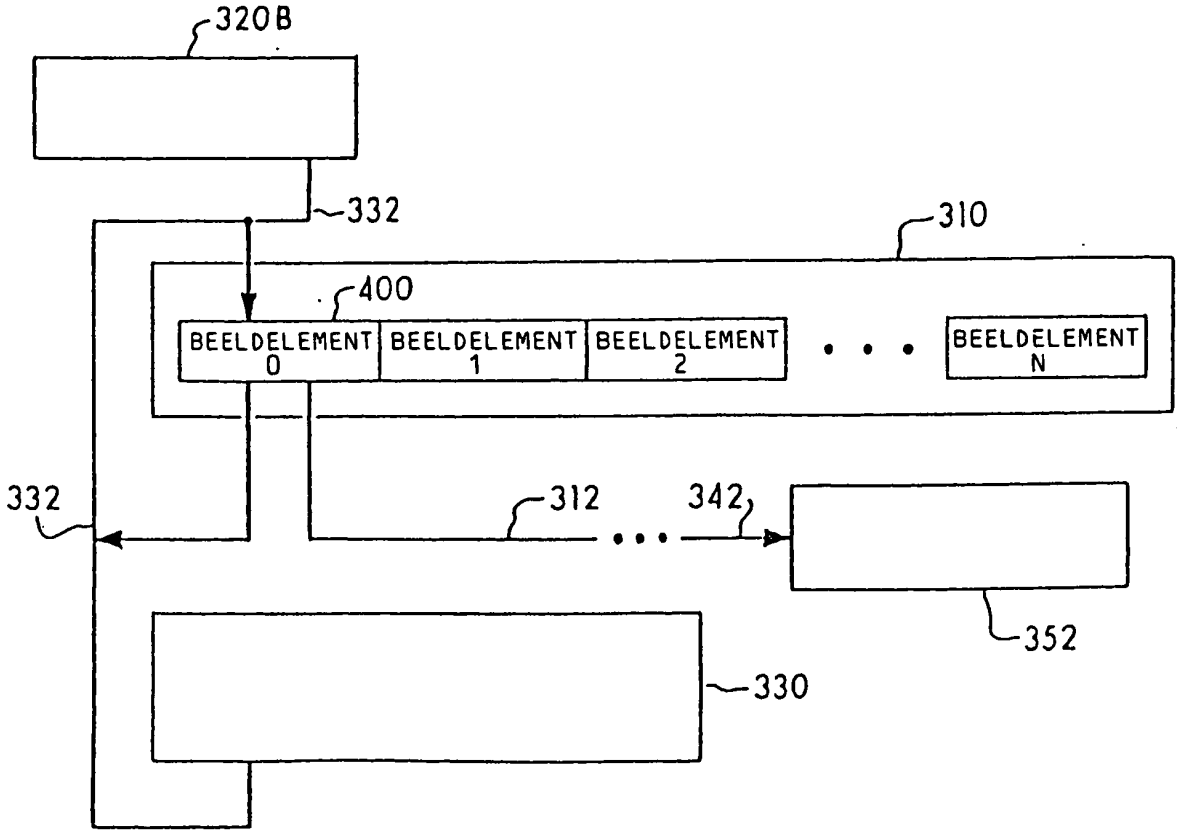
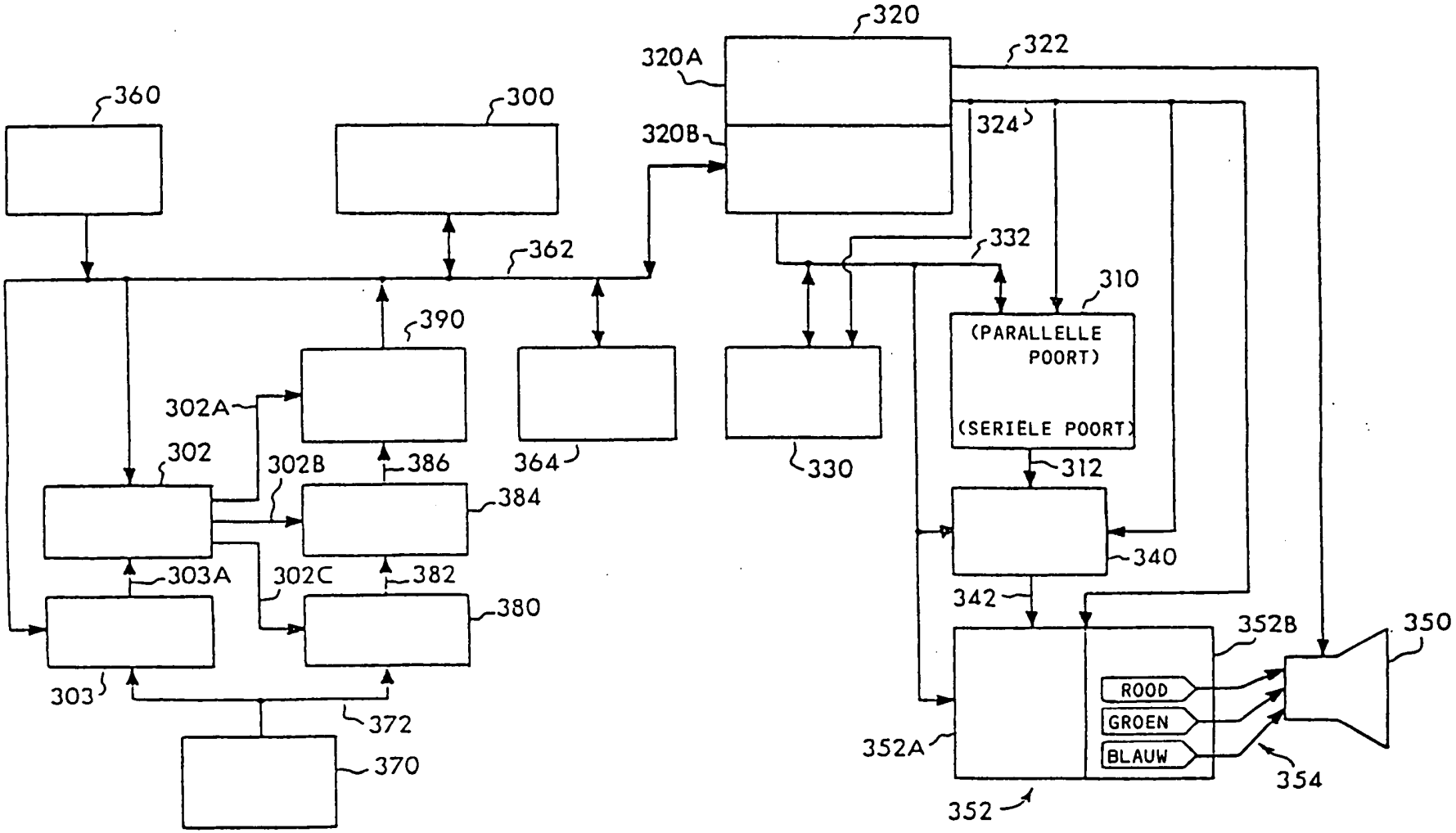

320B
332
310
400
BEELDELEMENT 0
BEELDELEMENT 1
BEELDELEMENT 2
BEELDELEMENT N
332
312
342
352
330

Fig. 4

Fig 3


320
320A
322
360
300
320B
324
362
332
310
390
(PARALLELLE POORT)
(SERIELE POORT)
302A
302
302B
386
364
330
312
384
340
303A
302C
382
342
380
352B
350
303
ROOD
GROEN
BLAUW
372
352A
354
370
352

194563

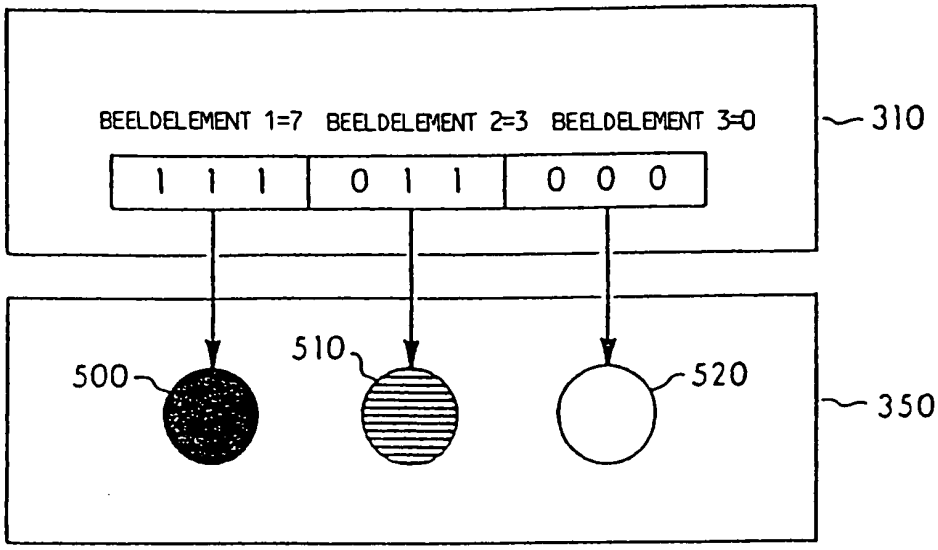

BEELDELEMENT 1=7
BEELDELEMENT 2=3
BEELDELEMENT 3=0
1 1 1
0 1 1
0 0 0
310
500
510
520
350

Fig. 5

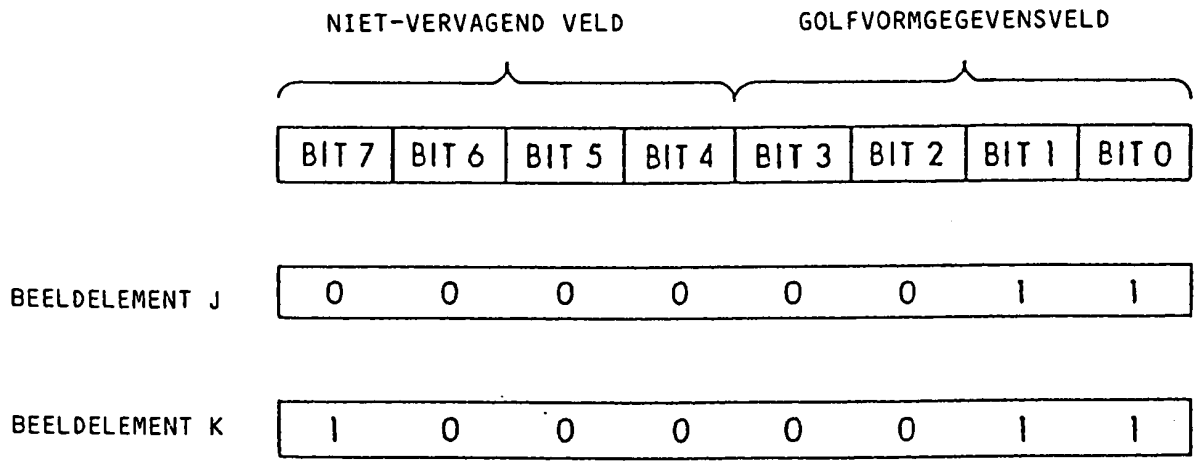

NIET-VERVAGEND VELD
GOLFVORMGEGEVENSVELD
BIT 7
BIT 6
BIT 5
BIT 4
BIT 3
BIT 2
BIT 1
BIT 0
BEELDELEMENT J
0 0 0 0 0 0 1 1
BEELDELEMENT K
1 0 0 0 0 0 1 1

Fig. 6

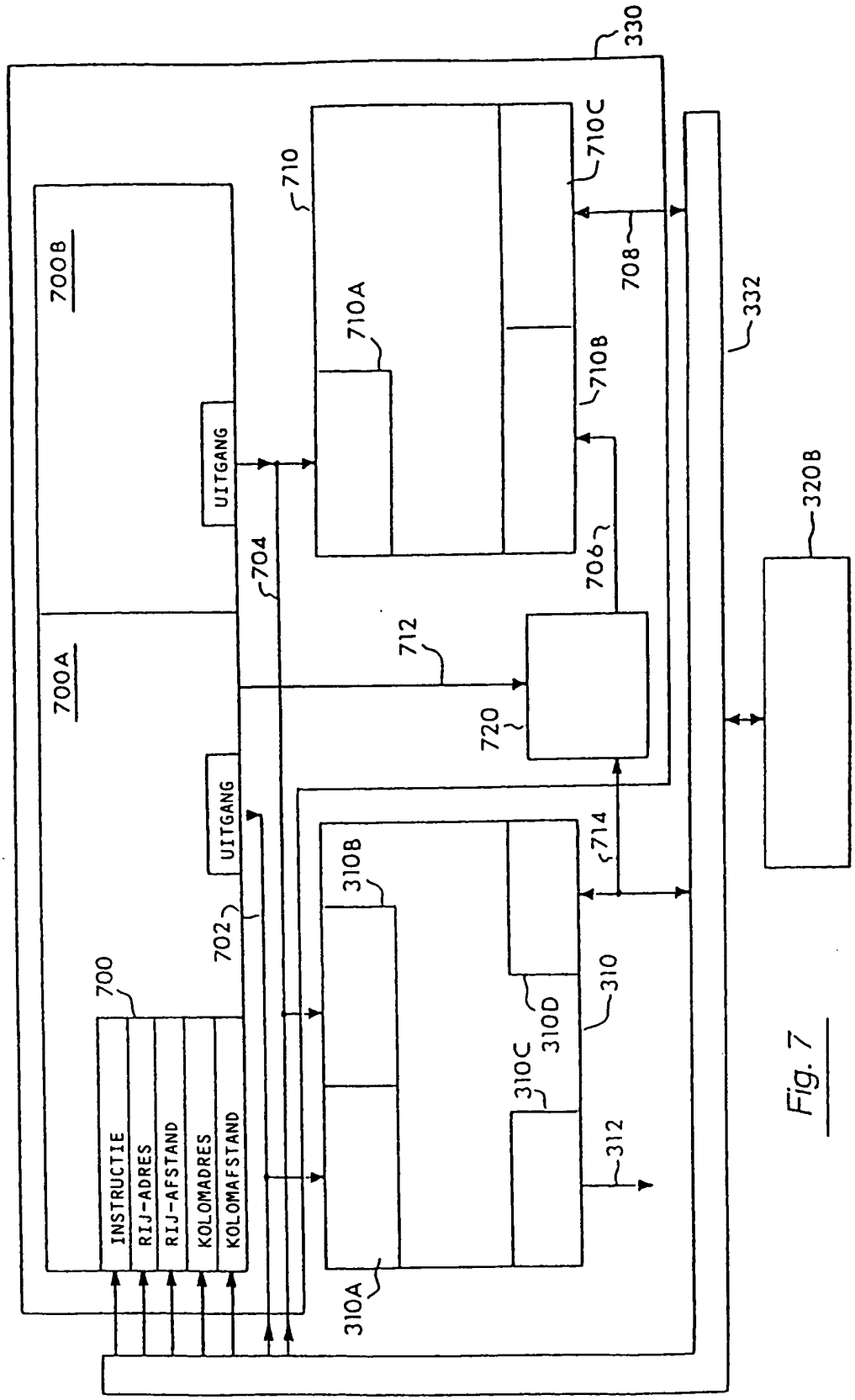

330
710
710C
710A
710B
708
332
700B
UITGANG
704
706
320B
712
700A
720
UITGANG
714
310B
702
700
310
310D
310C
312
INSTRUCTIE
RIJ-ADRES
RIJ-AFSTAND
KOLOMADRES
KOLOMAFSTAND
310A

Fig. 7

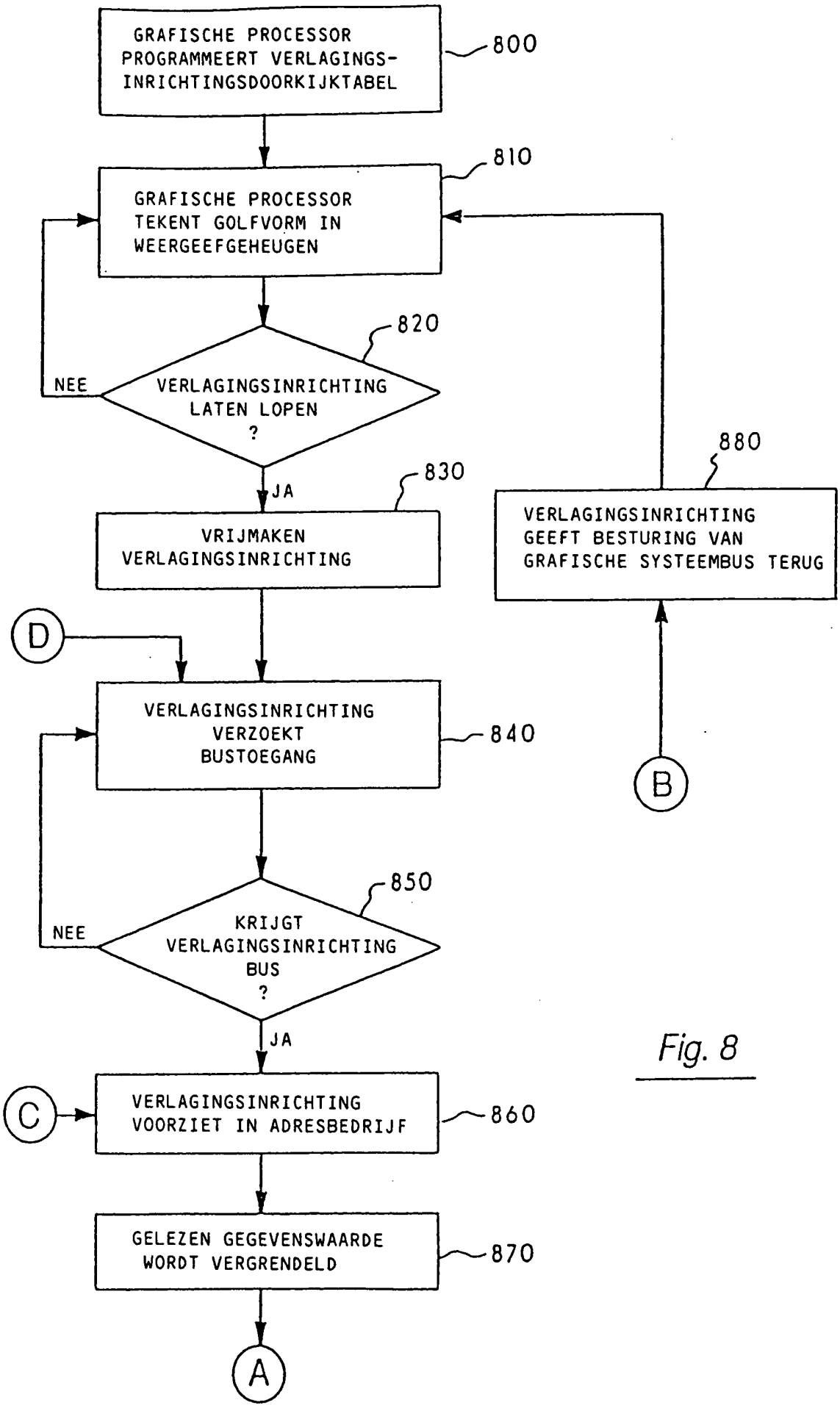

GRAFISCHE PROCESSOR PROGRAMMEERT VERLAGINGS-INRICHTINGSDOORKIJKTABEL
800
GRAFISCHE PROCESSOR TEKENT GOLFVORM IN WEERGEEFGEHEUGEN
810
VERLAGINGSINRICHTING LATEN LOPEN ?
820
NEE
JA
VRIJMAKEN VERLAGINGSINRICHTING
830
VERLAGINGSINRICHTING GEEFT BESTURING VAN GRAFISCHE SYSTEEMBUS TERUG
880
D
VERLAGINGSINRICHTING VERZOEKT BUSTOEGANG
840
B
KRIJGT VERLAGINGSINRICHTING BUS ?
850
NEE
JA
C
VERLAGINGSINRICHTING VOORZIET IN ADRESBEDRIJF
860
GELEZEN GEGEVENSWAARDE WORDT VERGRENDELD
870
A

Fig. 8

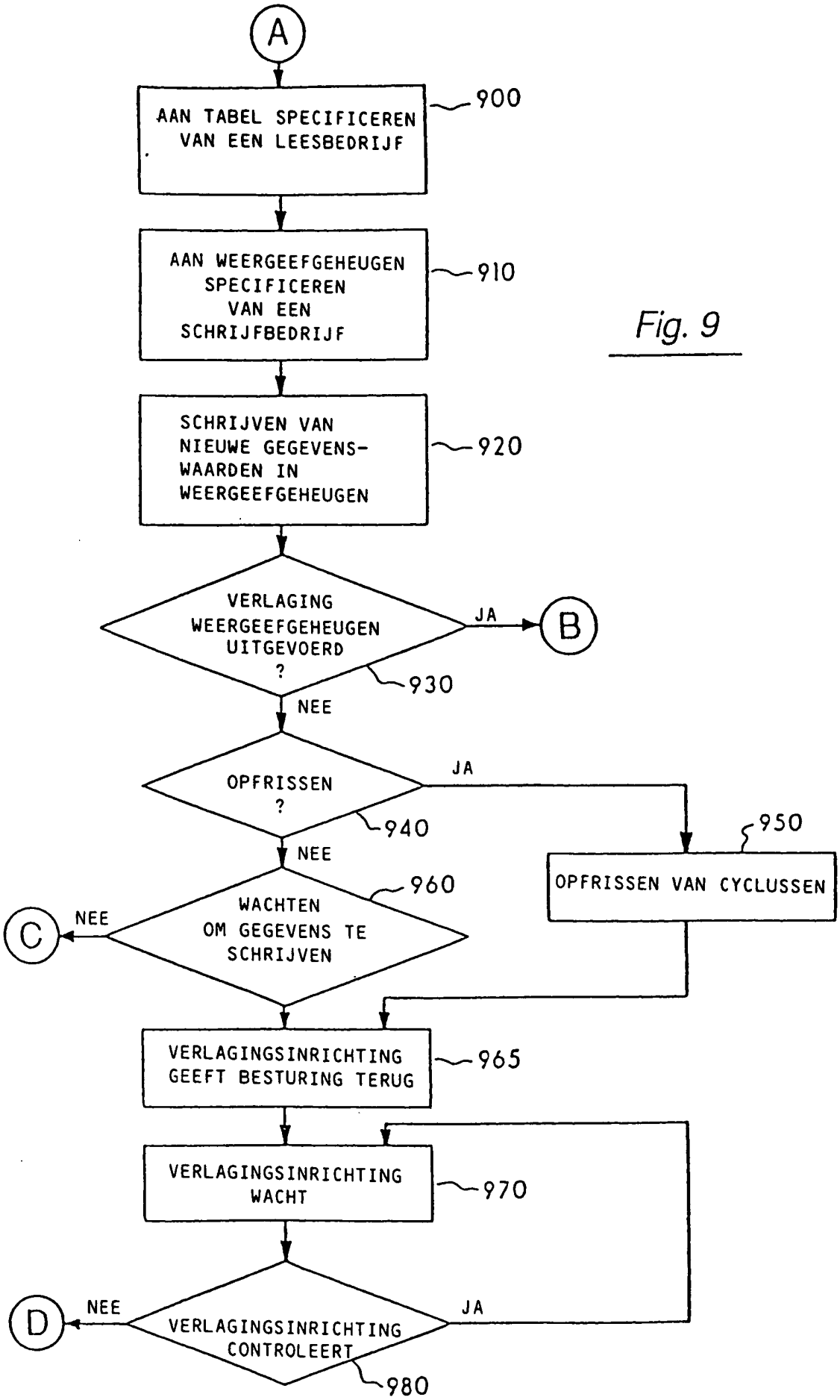

A
AAN TABEL SPECIFICEREN VAN EEN LEESBEDRIJF
900
AAN WEERGEEFGEHEUGEN SPECIFICEREN VAN EEN SCHRIJFBEDRIJF
910
SCHRIJVEN VAN NIEUWE GEGEVENS-WAARDEN IN WEERGEEFGEHEUGEN
920
VERLAGING WEERGEEFGEHEUGEN UITGEVOERD ?
930
JA
B
NEE
OPFRISSEN ?
940
JA
950
OPFRISSEN VAN CYCLUSSEN
NEE
WACHTEN OM GEGEVENS TE SCHRIJVEN
960
NEE
C
VERLAGINGSINRICHTING GEEFT BESTURING TERUG
965
VERLAGINGSINRICHTING WACHT
970
VERLAGINGSINRICHTING CONTROLEERT
980
NEE
D
JA

Fig. 9

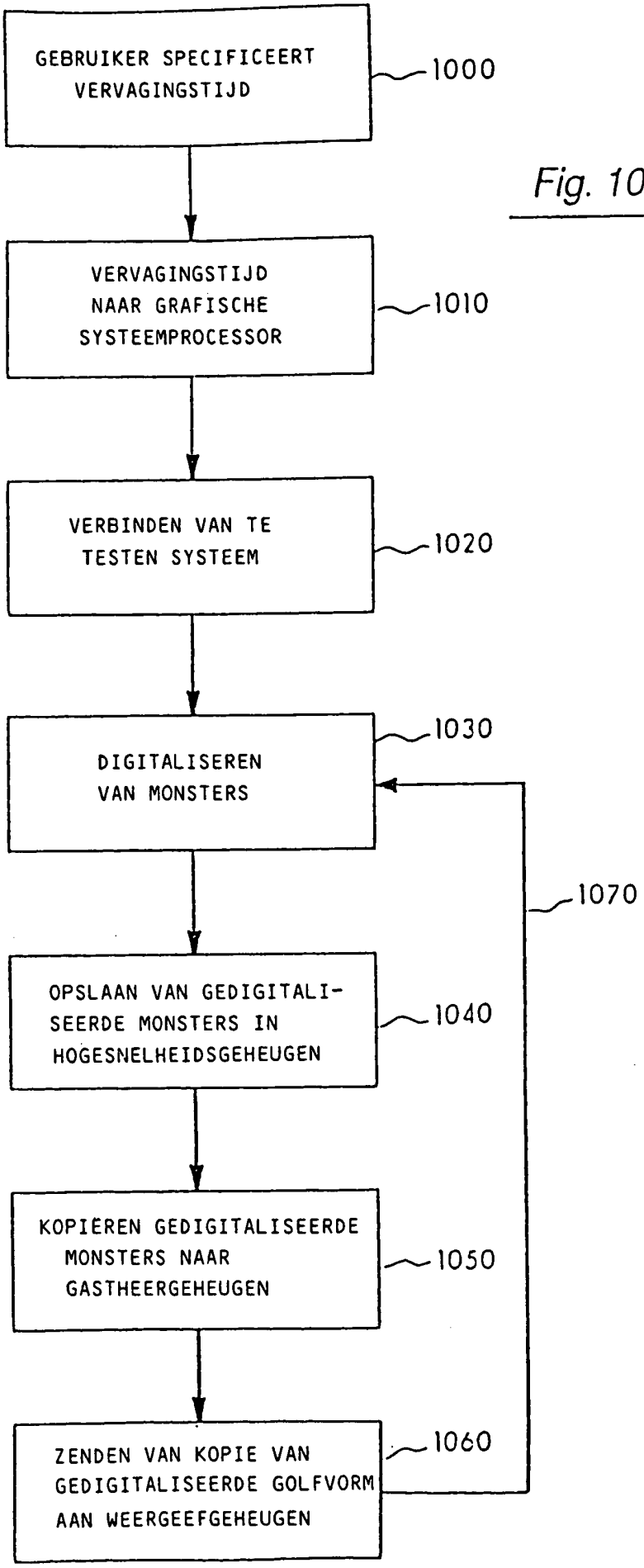

GEBRUIKER SPECIFICEERT VERVAGINGSTIJD
1000
VERVAGINGSTIJD NAAR GRAFISCHE SYSTEEMPROCESSOR
1010
VERBINDEN VAN TE TESTEN SYSTEEM
1020
DIGITALISEREN VAN MONSTERS
1030
OPSLAAN VAN GEDIGITALISEERDE MONSTERS IN HOGESNELHEIDSGEHEUGEN
1040
KOPIEREN GEDIGITALISEERDE MONSTERS NAAR GASTHEERGEHEUGEN
1050
ZENDEN VAN KOPIE VAN GEDIGITALISEERDE GOLFVORM AAN WEERGEEFGEHEUGEN
1060
1070

Fig. 10

Fig. 11

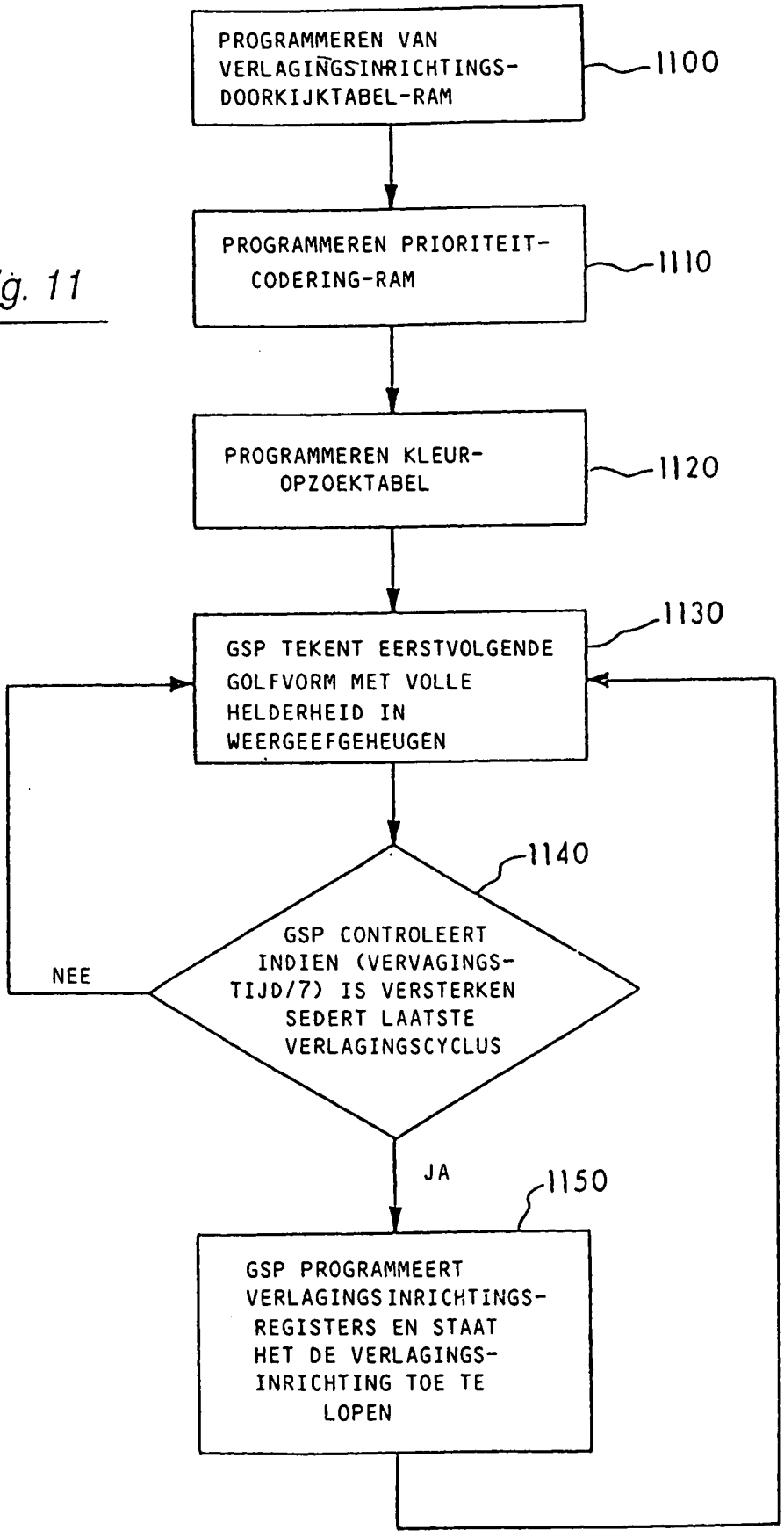
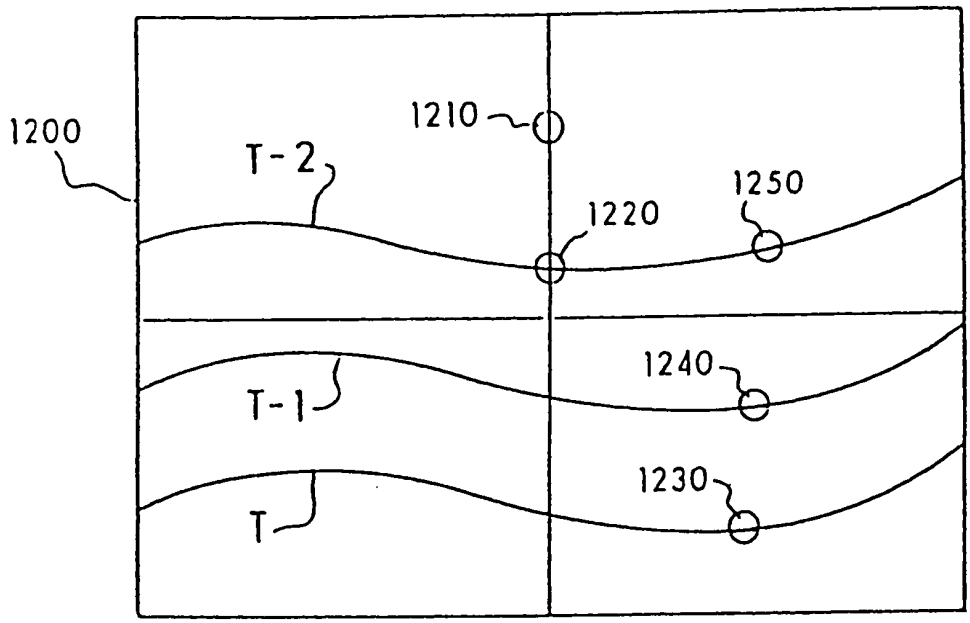

PROGRAMMEREN VAN VERLAGINGSINRICHTINGS-DOORKIJKTABEL-RAM
1100
PROGRAMMEREN PRIORITEIT-CODERING-RAM
1110
PROGRAMMEREN KLEUR-OPZOEKTABEL
1120
GSP TEKENT EERSTVOLGENDE GOLFVORM MET VOLLE HELDERHEID IN WEERGEEFGEHEUGEN
1130
GSP CONTROLEERT INDIEN (VERVAGINGS-TIJD/7) IS VERSTERKEN SEDERT LAATSTE VERLAGINGSCYCLUS
1140
NEE
JA
GSP PROGRAMMEERT VERLAGINGSINRICHTINGS-REGISTERS EN STAAT HET DE VERLAGINGS-INRICHTING TOE TE LOPEN
1150

Fig. 12



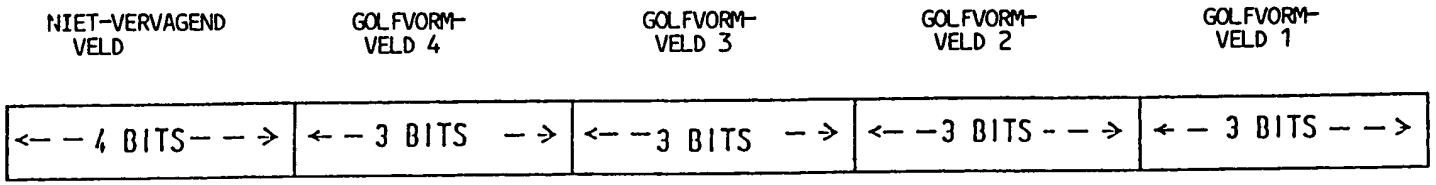

NIET-VERVAGEND VELD
GOLFVORM-VELD 4
GOLFVORM-VELD 3
GOLFVORM-VELD 2
GOLFVORM-VELD 1
← – 4 BITS – →
← – 3 BITS – →
← – 3 BITS – →
← – 3 BITS – →
← – 3 BITS – →

FIG 13

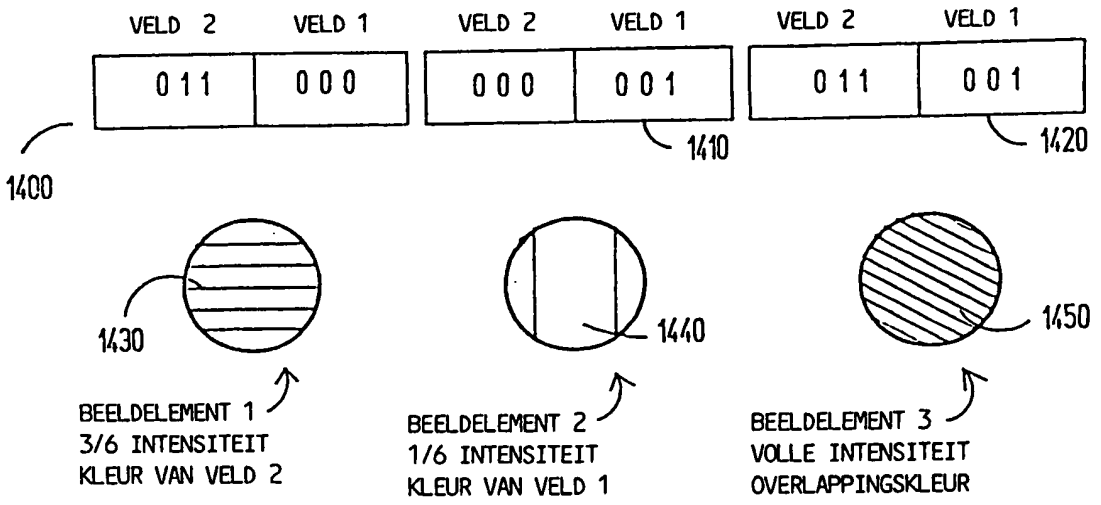

VELD 2
VELD 1
011
000
VELD 2
VELD 1
000
001
VELD 2
VELD 1
011
001
1400
1410
1420
1430
1440
1450
BEELDELEMENT 1
3/6 INTENSITEIT
KLEUR VAN VELD 2
BEELDELEMENT 2
1/6 INTENSITEIT
KLEUR VAN VELD 1
BEELDELEMENT 3
VOLLE INTENSITEIT
OVERLAPPINGSKLEUR

FIG 14

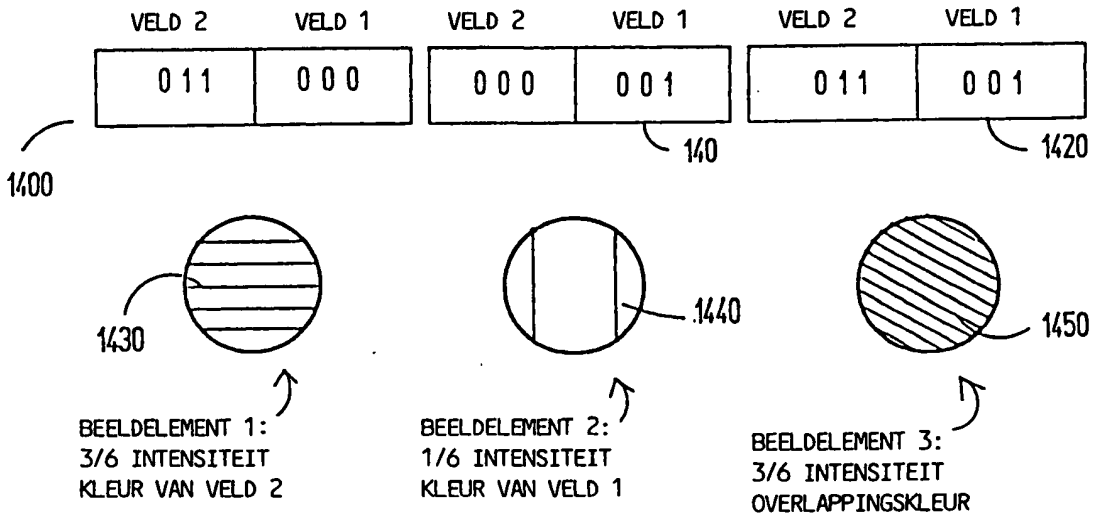

VELD 2
VELD 1
011
000
000
001
011
001
1400
140
1420
1430
1440
1450
BEELDELEMENT 1:
3/6 INTENSITEIT
KLEUR VAN VELD 2
BEELDELEMENT 2:
1/6 INTENSITEIT
KLEUR VAN VELD 1
BEELDELEMENT 3:
3/6 INTENSITEIT
OVERLAPPINGSKLEUR

FIG 15