(19) Octrooiraad
Nederland

(11) 195005

(12) C OCTROOI

(21) Aanvrage om octrooi: 9401440

(22) Ingediend: 05.09.1994

(51) Int.Cl.[7]
G01S7/41, G01S13/89

(30) Voorrang:
03.09.1993 JP 0220066/93
erkend
24.06.1994 JP 0143448/94
erkend

(43) Ter inzage gelegd:
03.04.1995 I.E. 1995/07

(44) Openbaargemaakt:
01.07.2003 I.E. 2003/07

(47) Dagtekening:
04.11.2003

(45) Uitgegeven:
05.01.2004 I.E. 2004/01

(73) Octrooihouder(s):
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha te Tokio, Japan (JP).

(72) Uitvinder(s):
Seishi Suganuma te Kamakura (JP)

(74) Gemachtigde:
Drs. A. Kupecz c.s. te 1000 HB Amsterdam.

(54) **Inrichting voor het detecteren van de vorm van een doel door middel van radar.**

NL C 195005

Inrichting voor het detecteren van de vorm van een doel door middel van radar

De uitvinding heeft in een eerste aspect betrekking op een inrichting voor het detecteren van de vorm van een doel door middel van radar, welke inrichting bevat:
een zender welke een continu golfsignaal uitzendt, welk signaal bevat een eenheid welke wordt herhaald met een vaste periode, waarbij de zendfrequentie continu wordt gevarieerd binnen een vooraf bepaalde frequentiebandbreedte voor iedere signaaleenheid,
een zendantenne welke het genoemde zendsignaal dat wordt geleverd door de zender uitstraalt naar het genoemde doel,
een ontvangantenne welke signalen opvangt welke worden gereflecteerd door het genoemde doel,
een ontvanger welke de signalen ontvangt geleverd door de genoemde ontvangantenne, deze omzet in I/Q (In-Phase Quadrature) videosignalen door het uitvoeren van orthogonale fasedetectie, waarbij een signaal dat wordt opgewekt door het vertragen van het zendsignaal over de voortplantingstijd welke wordt vereist voor radiogolven om in beide richtingen te lopen tussen de rotatieas van het doel en de ontvangantenne wordt gebruikt als een referentiesignaal wanneer orthogonale fasedetectie wordt uitgevoerd,
een A/D omzetter welke bemonsteringstijdstippen instelt overeenkomstig de transmissiefrequenties welke de frequentiebandbreedte van de voornoemde signaaleenheden verdeelt in een vooraf bepaald aantal gelijke delen, en de voornoemde I/Q videosignalen bemonstert en digitaliseert op ieder van deze bemonsteringstijdstippen,
een eerste twee-dimensionaal geheugen welke de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen welke worden geleverd door de genoemde A/D omzetter opslaat in een volgorde bepaald door een transmissiefrequentie-index m aangewezen overeenkomstig de bemonsteringstijdstippen in iedere signaaleenheid, en door een transmissieperiode-index n aangewezen aan iedere signaaleenheid,
een bereikscompressie-inrichting welke gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene bereiken aanwezig in de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen verzamelt in groepen van componenten met hetzelfde bereik, door het uitvoeren van een inverse Fouriertransformatie op de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen opgeslagen in het genoemde eerste twee-dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere kolom met dezelfde transmissie periode-index, en daardoor videosignaalgegevens opwekt welke zijn opgelost in de bereiksrichting,
een tweede twee-dimensionaal geheugen welke videosignaalgegevens opgelost in de bereiksrichting opslaat, in de vorm van een twee-dimensionale matrix overeenkomstig een bereiksindex k aangewezen aan de gegevens overeenkomstig het bereik, en de transmissieperiode-index n, en
een dwarsbereikscompressie-inrichting welke gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene richtingen aanwezig in de videosignalen opgelost overeenkomstig het bereik verzamelt, in groepen van componenten met dezelfde Dopplerfrequentie, door het uitvoeren van een Fouriertransformatie op de genoemde videosignalen opgeslagen in het genoemde tweede twee- dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere rij met dezelfde bereiksindex, waardoor videosignaalgegevens worden opgewekt welke zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting overeenkomstig de Dopplerfrequentie, en amplitude detectie uitvoert op de videosignalen welke aldus zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting voor het opwekken van beeldgegevens.

Een inrichting van deze soort is bekend uit het Amerikaanse octrooischrift 4 450 444. De inrichting is bedoeld voor het vormen van radarafbeeldingen van hoge resolutie, in het bijzonder ten behoeve van karteringsdoeleinden met gebruikmaking van een vliegtuig voor het maken van kaarten van het aardoppervlak.

De uitvinding beoogt volgens het eerste aspect een inrichting van de in de aanhef vermelde soort te verschaffen als een objectvormdetector in een door een gebruiker beheerste omgeving, zoals bijvoorbeeld een industriële omgeving, voor het detecteren van de vorm van een object van beperkte afmetingen en heeft daartoe tot kenmerk, dat de inrichting is voorzien van transportmiddelen welke het genoemde doel transporteren en het roteren in de zendbundel gevormd door zendantenne en dat de dwarsbereikscompressie-inrichting de videosignaalgegevens genereert die worden opgelost in de dwarsbereiksrichting gebaseerd op de informatie omtrent de rotatie van het doel door de transportmiddelen.

De uitvinding heeft in een tweede aspect betrekking op een inrichting zoals bekend uit het reeds genoemde Amerikaanse octrooischrift 4 450 444 voor het detecteren van de vorm van een doel door middel van radar, welke inrichting bevat:
een zender welke een continu golfsignaal uitzendt, waarbij het genoemde signaal bevat een eenheid welke wordt herhaald met een vaste periode, waarbij de zendfrequentie wordt gevarieerd op een stapsgewijze manier binnen een vooraf bepaalde frequentiebandbreedte voor iedere signaaleenheid,

een zendantenne welke het genoemde zendsignaal dat wordt geleverd door de genoemde zender naar het genoemde doel uitstraalt,
een ontvangantenne, welke signalen ontvangt gereflecteerd door het genoemde doel,
een ontvanger welke de signalen ontvangt welke worden geleverd door de genoemde ontvangantenne, en deze omzet in I/Q (In-Phase Quadrature) videosignalen door het uitvoeren van orthogonale fasedetectie, waarbij een signaal dat wordt opgewekt door het vertragen van het zendsignaal over de voortplantingstijd vereist voor radiogolven voor het lopen in beide richtingen tussen de rotatieas van het doel en de ontvangantenne wordt gebruikt als referentiesignaal wanneer orthogonale fasedetectie wordt uitgevoerd,
een A/D omzetter welke de genoemde I/Q videosignalen bemonstert en digitaliseert,
een eerste twee-dimensionaal geheugen welke de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen welke worden geleverd door de genoemde A/D omzetter opslaat in een volgorde bepaald door een transmissiefrequentie-index m en een transmissieperiode-index n aangewezen aan iedere signaaleenheid,
een bereikscompressie-inrichting welke de gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene bereiken aanwezig in de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen verzamelt in groepen van componenten met hetzelfde bereik, door het uitvoeren van een inverse Fouriertransformatie op de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen opgeslagen in het genoemde eerste twee-dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere kolom met dezelfde transmissieperiode-index, en daardoor videogegevens opwekt welke zijn opgelost in de bereiksrichting,
een tweede twee-dimensionaal geheugen welke de genoemde videosignaalgegevens opgelost in de bereiksrichting opslaat, in de vorm van een twee-dimensionale matrix overeenkomstig een bereiksindex k aangewezen aan de gegevens overeenkomstig het bereik, en de transmissieperiode-index n, en
een dwarsbereikscompressie-inrichting welke gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene richtingen aanwezig in de genoemde videosignalen welke zijn opgelost overeenkomstig het bereik verzamelt, in groepen van componenten met dezelfde Dopplerfrequentie, door het uitvoeren van een Fouriertransformatie op de genoemde videosignalen opgeslagen in het genoemde twee-dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere rij met dezelfde bereiksindex, waardoor videosignaalgegevens worden opgewekt welke zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting overeenkomstig de Dopplerfrequentie, en amplitudedetectie uitvoert op de genoemde videosignalen welke aldus zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting voor het opwekken van beeldgegevens.

Met hetzelfde oogmerk als reeds eerder werd beschreven bij de uitvinding volgens het eerste aspect, heeft de uitvinding volgens het tweede aspect ten opzichte van de vermelde stand van de techniek als kenmerk,

- dat de inrichting is voorzien van transportmiddelen die het genoemde doel transporteren en dit roteren in de zendbundel gevormd door de genoemde zendantenne,
- dat een tijdbepalingsgenerator aanwezig is welke tijdbepalingssignalen levert welke de zendfrequentie van het genoemde zendsignaal naar de genoemde zender varieert en bemonsteringstijdsignalen opwekt welke met vertraging zijn gesynchroniseerd met de genoemde tijdbepalingssignalen,
- dat de A/D-omvormer de genoemde I/Q videosignalen bemonstert overeenkomstig de genoemde bemonsteringstijdsignalen opgewekt door de genoemde tijdbepalingsgenerator,
- dat de transmissiefrequentie-index m wordt aangewezen aan ieder bemonsteringstijdstip in iedere signaaleenheid en
- dat de dwarsbereikscompressie-inrichting de videosignaalgegevens genereert die worden opgelost in de dwarsbereiksrichting gebaseerd op de informatie omtrent de rotatie van het doel door de transportmiddelen.

De uitvinding die wordt beschreven en de uitvinding beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 4 450 444 hebben beide tot doel om een microgolfradar te gebruiken voor het verkrijgen van een beeld van hoge resolutie van de vorm van een doel, in plaats van alleen het invangen van het doel als een puntdoel. Om dit te bereiken moet een goede oplossing worden verschaft in de bereiksrichting en de dwarsbereiksrichting. De onderhavige uitvindingen volgens het eerste en tweede aspect verschillen evenwel van het Amerikaanse octrooischrift 4 450 444 in de middelen die worden gebruikt voor het verkrijgen van een hoge resolutie in de dwarsbereiksrichting. De respectievelijke wijzen voor het verkrijgen van de hoge resolutie zullen hieronder worden toegelicht.

Voor wat de bereiksrichting betreft, maakt de inrichting uit het Amerikaanse octrooischrift gebruik van een techniek die wordt beschreven in het Radar Handbook (tweede editie), zie Hoofdstuk 10.7 "Time-frequency-coded waveforms". Alhoewel deze techniek wordt toegepast bij het tweede aspect van de onderhavige uitvinding, is deze techniek niet gelijk aan die welke wordt toegepast bij het eerste aspect van de onderhavige uitvinding. In het bijzonder wordt bij het eerste aspect van de onderhavige uitvinding gebruik gemaakt van frequentiegemoduleerde continue golven (frequency modulated continuous waves, FM-CW) die zijn

verkregen door modulering van de zendfrequentie, terwijl de zendfrequentie volgens de techniek die wordt geopenbaard in het Radar Handbook stapsgewijze wordt veranderd voor iedere pulshit. Door een Fourier-transformatie uit te voeren op het verzonden FM-CW-signaal dat wordt gereflecteerd door een doel kan een hoge resolutie worden verkregen in de bereiksrichting.

In de dwarsbereiksrichting evenwel verschillen de onderhavige uitvindingen volledig van het Amerikaanse octrooischrift. Een van de taken die moet worden uitgevoerd met een radar voor het afbeelden van een doel met gebruikmaking van Dopplerfrequenties die worden gegenereerd door een roterende beweging van het doel, dat wil zeggen de zogenaamde "inverse synthetic aperture radar" (ISAR) is het schatten met hoge nauwkeurigheid van de beweging van het doel uitgaande van de radarecho. Meer in het bijzonder moet, om het beeld te verkrijgen met een resolutie van 1 meter, de verandering van beweging van het doel worden gedetecteerd binnen een bereik van 1 meter. In de X-band is de Dopplerfrequentie die overeenkomt met de resolutie van 1 meter 1 Hz en de verandering in snelheid van het doel moet worden gedetecteerd met een nauwkeurigheid van 0,015 m/s. Met een ISAR-radar wordt de beweging van het doel geschat door een bereiksmigratiecorrectieproces uit te voeren, een autofocusseringsproces, of iets dergelijks op de radarecho ter verkrijging van de gewenste nauwkeurigheid (de bewegingsverandering van 1 m/s en de snelheids-verandering van 0,015 m/s). US 4 450 444 gebruikt deze signaalverwerking.

De onderhavige uitvindingen bezitten evenwel de eigenschap dat een dergelijke bewerking niet wordt uitgevoerd. De onderhavige uitvindingen zijn gericht op het vormen van een beeld van een doel dat wordt gedragen door transportmiddelen in plaats van het vormen van een beeld van een doel waarvan de beweging niet bekend is. Volgens de onderhavige uitvinding wordt een beeld gevormd van het doel bij beweging van het doel, zoals verandering van beweging en snelheid, dat wordt meegedragen door de transportmiddelen. Het schatten van de doelbeweging, een taak die noodzakelijk is bij ISAR-radars, is geëlimineerd.

Bij de onderhavige uitvindingen is het bewegingspatroon van het doel bekend, aangezien het doel wordt gedragen door de transportmiddelen en een goede resolutie in de dwarsbereiksrichting kan worden verkregen met een eenvoudig proces dat gebruik maakt van reeds bekende informatie omtrent het bewegingspatroon. De onderhavige uitvinding verschaft zodoende een opmerkelijk effect van vereenvoudiging van het betreffende proces voor het oplossen van het doel in de dwarsbereiksrichting, door gebruik te maken van de transportmiddelen.

Terwijl het apparaat dat wordt beschreven in het Amerikaanse octrooischrift uitsluitend bestaat uit een sensoreenheid van een ISAR-radar, omvat de onderhavige uitvinding zowel een sensoreenheid als transportmiddelen. Om de beweging van het doel te begrijpen, hetgeen een taak is die moet worden uitgevoerd bij een ISAR-radar, schat het apparaat dat wordt beschreven in het Amerikaanse octrooischrift de beweging met behulp van de radarecho. Bij de onderhavige uitvindingen evenwel kan bekende informatie die is verkregen van de transportmiddelen worden gebruikt. De middelen en de structuur van de onderhavige uitvindingen verschillen dus sterk van die van het Amerikaanse octrooischrift.

Bovendien is de structuur van de onderhavige uitvindingen bedoeld voor een systeem dat in echte tijd werkt. Het twee-dimensionale geheugen, de bereikscompressieinrichting, alsmede de dwarsbereiks-compressie-inrichting van de onderhavige uitvinding komen overeen met de computer en de arrayprocessor uit het Amerikaanse octrooischrift. Bij een dergelijke configuratie zal worden aangenomen dat, tenzij een exclusief geheugen wordt verschaft, de beeldverwerking offline wordt uitgevoerd. Voor het afbeelden van de vorm van het doel wordt het proces eerst uitgevoerd in de bereiksrichting en daarna in de dwarsbereiks-richting. Het resultaat is dat het uitvoeren van een dergelijk proces een geheugen vereist voor de tijdelijke opslag van de verkregen gegevens en voor het sneller uitvoeren van het proces is een exclusief geheugen nodig voor ieder van de beide processen, in de bereiksrichting en de dwarsbereiksrichting. Een apparaat volgens de onderhavige uitvinding bezit een twee-dimensionaal geheugen voor ieder van deze processen, waardoor verwerking mogelijk is bij hoge snelheid. Zoals hierboven werd beschreven verschillen het doel, de structuur en de middelen van de onderhavige uitvinding sterk van die van het Amerikaanse octrooischrift.

Afgezien van de bovengenoemde verschillen, verschilt het tweede aspect van de onderhavige uitvinding van de techniek die wordt beschreven in het Amerikaanse octrooischrift doordat het apparaat bovendien is voorzien van een tijdsbepalingsgenerator. Zoals in figuur 7 wordt geïllustreerd werkt de tijdsbepalings-generator zodanig dat tijdsbepalingssignalen, over een zekere tijd vertraagd ten opzichte van de tijdsbepaling waarmee de zendfrequentie stapsgewijs wordt gevarieerd, worden uitgevoerd naar een eerste twee-dimensionaal geheugen. Deze vertragingstijd is in wezen gelijk aan de tijd die nodig is voor de transmissiefrequentie om te stabiliseren wanneer deze stapsgewijs wordt gevarieerd. Zonder de tijdsbepalingsgenerator kunnen geen gegevens worden verzonden op een stabiele frequentie en wordt de kwaliteit bij het vormen van beelden verslechterd.

Zoals hierboven werd beschreven verschillen de beide aspecten van de onderhavige uitvinding ten opzichte van de bekende stand van de techniek die wordt beschreven in het Amerikaanse octrooischrift, door de aanwezigheid van:

1. transportmiddelen voor het verkrijgen van een helder beeld zonder schatting van de beweging van het doel zoals bij ISAR-radars,
2. een twee-dimensionaal geheugen voor het uitvoeren van beeldvormingsprocessen op basis van echte tijd en
3. een tijdsbepalingsgenerator ter vermijding van de verslechtering van de beeldvorming.

Een eerste uitvoeringsvorm van de uitvinding volgens het eerste aspect en het tweede aspect heeft tot kenmerk, dat de genoemde transportinrichting een hoeksnelheidssignaal levert welke de hoeksnelheid van de rotatie van het genoemde doel representeert, en de genoemde inrichting bevat een weergever welke een beeld van het genoemde doel weergeeft na het omzetten van de intervaleenheden tussen de beeldelementen in de dwarsbereiksrichting van de beeldgegevens welke worden geleverd door de genoemde dwarsbereikscompressie-inrichting, in eenheden equivalent aan de intervaleenheden tussen de beeldelementen in de bereiksrichting door gebruik te maken van het genoemde hoeksnelheidssignaal. Bij deze uitvoeringsvorm wordt een hoeksnelheidsignaal dat de hoeksnelheid van de rotatie van het doel weergeeft uitgevoerd vanuit de transportmiddelen, terwijl een weergever weergeefbesturing uitvoert in de dwarsbereiksrichting in overeenstemming met dit hoeksnelheidsignaal. Alhoewel het doel wordt gedragen door de transportmiddelen op basis van een tevoren bepaald doelbewegingspatroon, verandert in werkelijkheid de doelbeweging ten opzichte van het doelbewegingspatroon als gevolge van fouten van de transportmiddelen.

Een volgende uitvoeringsvorm heeft tot kenmerk, dat de genoemde inrichting verder identificatiemiddelen bevat voor het identificeren van een gewenst doel uit verscheidene doelen welke achtereenvolgens worden getransporteerd door de genoemde transportmiddelen, welke identificatiemiddelen bevatten:
een database voor het opslaan van de beeldgegevens voor het genoemde gewenste doel als referentiegegevens, en
een aanpassingsprocessor voor het berekenen van een graad van aanpassing tussen de beeldgegevens voor een doel getransporteerd door de genoemde transportmiddelen en de genoemde referentiegegevens opgeslagen in de genoemd database, en het identificeren van het genoemde doel getransporteerd door de genoemde transportinrichting overeenkomstig deze graad van aanpassing.

Met deze uitvoeringsvorm kan worden herkend of een doel waarvan de vorm is gedetecteerd overeenkomt met een object waarvan de referentiegegevens zijn opgeslagen.

Nog een verder uitvoeringsvorm heeft tot kenmerk, dat de genoemde transportmiddelen bevatten:
een transportinrichting van het ophangingstype voor het ophangen en het transporteren van het genoemde doel,
een rotatie-inrichting voor het roteren van het genoemde doel, en
een besturingseenheid voor het besturen van de genoemde transportinrichting van het ophangingstype om te stoppen met bewegen en het besturen van de genoemde rotatieinrichting voor het beginnen met roteren wanneer het genoemde doel een zendbundel welke wordt gevormd door de genoemde zendantenne heeft bereikt.

Bij deze uitvoeringsvorm worden gereflecteerde signalen uit bronnen anders dan het doel verminderd door gebruik te maken van een transportinrichting van het hangende type.

Bij een volgende uitvoeringsvorm wordt dit effect bereikt door gebruik te maken van een roterende inrichting met een lift. Deze uitvoeringsvorm heeft tot kenmerk, dat de genoemde transportmiddelen bevatten:
een spoorwegtransportinrichting voor het transporteren van het genoemde doel gemonteerd op een transportplatform,
een roterende lift welke het genoemde doel gemonteerd op het genoemde transportplatform opheft, en het genoemde doel roteert,
een besturingseenheid voor het besturen van de genoemde spoorwegtransportinrichting voor het stoppen met bewegen en het besturen van de genoemde roterende lift voor het beginnen met het heffen en roteren van het genoemde doel wanneer het genoemde doel een zendbundel gevormd door de genoemde zendantenne heeft bereikt.

KORTE BESCHRIJVING VAN DE TEKENING

Figuur 1 is een blokdiagram van een eerste uitvoering van een onderhavige objectvormdetector.

Figuur 2 is een tekening tonende de positiebetrekking tussen radarantennes en een doel overeenkomstig de eerste uitvoering.

Figuur 3 is een diagram tonende de variatie van de zendfrequentie van een zender overeenkomstig de eerste uitvoering.

Figuur 4a is een diagram welke de procedure beschrijft waardoor gegevens worden opgeslagen in een eerste twee-dimensionaal geheugen.

Figuur 4b is een diagram welke de procedure beschrijft waardoor gegevens worden opgeslagen in een tweede twee-dimensionaal geheugen.

Figuur 5 is een diagram welke de betrekking beschrijft tussen de rotatie van het doel en de Dopplerfrequentie daarvan.

Figuur 6 is een blokdiagram welke de constructie toont van een tweede uitvoering van de onderhavige objectvormdetector.

Figuur 7 is een diagram welke de variatie van de zendfrequentie van een zender overeenkomstig de tweede uitvoering toont.

Figuur 8 is een blokdiagram welke de constructie toont van een derde uitvoering van de onderhavige objectvormdetector.

Figuur 9 is een blokdiagram welke de constructie toont van een vierde uitvoering van de onderhavige objectvormdetector.

Figuur 10 is een blokdiagram welke de constructie toont van een beeldherkenningsinrichting overeenkomstig de vierde uitvoering.

Figuur 11 is een diagram met het doel beeldgegevens en referentiegegevens overeenkomstig de vierde uitvoering te beschrijven.

Figuur 12 is een diagram met het doel de werking van een beeldaanpassingsprocessor overeenkomstig de vierde uitvoering te beschrijven.

Figuur 13 is een blokdiagram welke de essentiële constructie van een vijfde uitvoering van de objectvormdetector overeenkomstig deze uitvinding toont.

Figuur 14 is een perspectivisch aanzicht met het doel de werking van de vijfde uitvoering te beschrijven.

Figuur 15 is een blokdiagram welke de essentiële constructie toont van de zesde uitvoering van de onderhavige objectvormdetector.

Figuur 16a is een vlak aanzicht met het doel de werking van de zesde uitvoering te beschrijven.

Figuur 16b is een zijaanzicht met het doel de werking van de zesde uitvoering te beschrijven.

Figuur 17 is een blokdiagram welke de constructie toont van een gebruikelijke objectvormdetector van het radar-type.

Figuur 18 is een perspectivisch aanzicht welke de werking toont van een gebruikelijke objectvormdetector van het radar-type.

GEDETAILLEERDE BESCHRIJVING VAN DE VOORKEURSUITVOERINGEN

Uitvoering 1

Figuur 1 is een diagram welke de constructie toont van een eerste uitvoering van de onderhavige objectvormdetector.

In de figuur, varieert een zender 1 continu en lineair een zendfrequentie binnen een vooraf bepaalde frequentiebandbreedte voor het vormen van een signaaleenheid. Deze signaaleenheid wordt herhaald met een vaste periode voor het opwekken van het zendsignaal met een continue golfvorm zoals getoond in figuur 3. De zender 1 herhaalt dit signaal N-malen gedurende de tijd welke wordt vereist voor detecteren van de vorm van het object.

Overeenkomstig de detector van deze uitvoering, worden de signalen welke worden gereflecteerd door het object, zoals in detail hierna zal worden beschreven, bemonsterd en gedigitaliseerd. Het bemonsteringstijdinterval en de herhalingsfrequentie worden ingesteld om dezelfde te zijn voor alle signaaleenheden. Laat het bemonsteringsnummer in één signaaleenheid M zijn, waarbij indices worden aangewezen in volgorde aan bemonsteringsbewerkingen van 1 tot M in iedere signaaleenheid. De zendfrequentie heeft dezelfde waarde voor bemonsteringsbewerkingen corresponderende met dezelfde index in iedere signaaleenheid. De index m (m – 1, 2, ...M) aangewezen aan de bemonsteringsbewerking kan dan worden beschouwd de volgorde van zendfrequenties te representeren, en naar de index m zal worden verwezen als de zendfrequentieindex.

Het zendsignaal $X_{s(m)}$ opgewekt door de zender 1 kan worden gerepresenteerd door de volgende vergelijking.

$$X_{s(m)} = A \exp (j\omega_{mt} + \varnothing_o) \quad (1)$$

waarin $X_{s(m)}$ =zendsignaal

m = zendfrequentieindex (m = 1, 2, ..., M)

A	= amplitude
ω_m	= zendfrequentie x 2 π
$\varnothing_o$	= initiële fase
j	= imaginaire eenheid

Dit zendsignaal wordt uitgestraald door een zendantenne 2 naar een doel dat beweegt op een transportinrichting 3. Figuur 2 is een vlak aanzicht van hoe de radarbundel wordt uitgezonden naar en opvangen van een doel 11 dat wordt getransporteerd door de transportinrichting. De transportinrichting 3 kan bijvoorbeeld een bandtransportinrichting zijn, waarbij een bocht wordt verschaft in het bewegingspad van de objecten welke daardoor worden getransporteerd. In de bocht, wordt het doel 11 geroteerd om een punt A in de figuur als rotatieas. De zendantenne 2 zendt een zendbundel 12 naar de bocht in de transportinrichting.

Vervolgens, ontvangt een ontvangantenne 4 signalen gereflecteerd door doel 11 welke een bundel vormen met dezelfde vorm als die van de zendbundel 12. De ontvangsignalen geleverd door de ontvangantenne 4 worden ingevoerd in een ontvanger 5. De ontvanger 5 voert orthogonale fase detectie uit op de signalen geleverd door de ontvangantenne 4, gebruikmakende van een signaal dat wordt opgewekt door het vertragen van het zendsignaal over de tijd welke wordt vereist door de radiogolven om voortgeplant te worden in twee richtingen tussen de rotatieas A van het doel en de ontvangantenne 4, als een referentiesignaal, en deze uitgangssignalen worden omgezet in I/Q (In-Phase/Quadrature) videosignalen van de soort gegeven door de volgende vergelijking (2)

$$X_{r(m.t)} = A \exp (j \varnothing_{r(m.t)}, \varnothing_{r(m.t)} = 2\omega_m (r_{(t)} - r_a) / c \quad (2)$$

waarin $X_{r(m.t)}$ = signaal ontvangen van punt r

$\varnothing r_{(m.t)}$ =fase van signaal ontvangen van punt r

$r_{(t)}$ = afstand tussen punt r en de zendradar op het tijdstip t

r_a = afstand tussen de rotatieas A van het doel en de ontvangradar en

c = voortplantingssnelheid van radiogolven

De I/Q videosignalen gegeven door de bovenstaande vergelijking (2) worden gedetecteerd door deze te scheiden in een In-Phase component en een Quadrature component.

Vervolgens bemonstert een A/D omzetter 6 de I/Q videosignalen welke worden geleverd door de ontvanger 5 op bemonsteringstijdstippen ingesteld met betrekking tot het hiervoor genoemde zendsignaal, en digitaliseert deze.

De gedigitaliseerde I/Q videosignalen worden achtereenvolgens ingevoerd in een eerste tweedimensionaal geheugen 7. De cellen van het geheugen 7 slaan respectievelijk gedigitaliseerde videosignalengegevens op bemonsterd op ieder bemonsteringstijdstip. De gedigitaliseerde videosignalen worden opgeslagen in de cellen van het geheugen 7 in, bijvoorbeeld, de vorm I + jQ, waarin I de In-Phase component en Q de Quadrature component is.

De gedigitaliseerde videosignalen welke successievelijk worden geleverd door de A/D omzetter 6 worden progressief opgeslagen in het geheugen 7 zoals getoond in figuur 4a. In iedere transmissieperiode, worden de gedigitaliseerde videosignalen opgeslagen in een kolom in de volgorde van de zendfrequentieindex m (m = 1, 2, ..., M). Eerst worden gedigitaliseerde videosignalen in de eerste transmissieperiode, dat is signalen corresponderende met het transmissieperiodeindex 1, opgeslagen in de eerste kolom van het geheugen 7 in een volgorde van 1 tot M overeenkomstig de transmissiefrequentieindex. Vervolgens worden gegevens met de transmissieperiodeindex 2 opgeslagen in de tweede kolom van het geheugen 7 in dezelfde volgorde. Deze procedure wordt herhaald in de volgorde van de transmissieperiodeindex n tot de laatste kolom corresponderende met de transmissieperiodeindex N. Als resultaat, bevatten de cellen van ieder horizontale rij in het eerste geheugen 7 digitaliseerde videosignaalgegevens corresponderende met dezelfde transmissiefrequentie.

De gedigitaliseerde videosignalen opgeslagen in de cellen van het eerste geheugen 7 op de wijze zoals hierboven beschreven, bestaat uit een mengsel van signalen gereflecteerd uit verscheidene posities (afstanden en oriëntaties) op het doel. Overeenkomstig deze uitvoering, worden de gegevens in de cellen overeenkomstig het bereik en de richting opgelost zoals hierna beschreven.

Eerst, door middel van een bereikscompressieinrichting 8, wordt een inverse Fouriertransformatie uitgevoerd overeenkomstig de vergelijking (3) op iedere kolom, met een verschillende transmissieperiodeindex, van de gedigitaliseerde videosignalen opgeslagen in het eerste geheugen 7.

$$\int_{-\frac{\Delta\omega}{2}}^{\frac{\Delta\omega}{2}} A \exp \left\{ j \frac{2\omega_m}{c} (r_{(t)} - r_A) \right\} \exp (j \omega t) \, d\omega \quad (3)$$

waar $\Delta\omega$ = transmissiefrequentie bandbreedte.

Gedigitaliseerde videosignalen overeenkomende met verschillende transmissiefrequenties in dezelfde transmissieperiode worden opgeslagen in volgorde in de verticale kolommen van het geheugen 7, en deze gegevens kunnen worden beschouwd als een functie van de transmissiefrequentie. Dus, wanneer een inverse Fouriertransformatie wordt toegepast op deze functie gebruikmakend van de vergelijking (3), kunnen de I/Q videosignalen worden uitgedrukt als een functie van de tijd t. In dit verband, representeert de tijd t de voortplantingstijd welke wordt vereist voor radiogolven uitgezonden door de zendantenne om naar de ontvangantenne te lopen. Door het toepassen van deze inverse Fouriertransformatie, worden gereflecteerde signaalcomponenten in de gegevens in iedere cel gerangschikt overeenkomstig hun voortplantingstijd, en gereflecteerde signaal componenten met dezelfde voortplantingstijd worden tezamen gegroepeerd. Als een resultaat worden gegevensopeenvolgingen, waarin gereflecteerde signaalcomponenten met dezelfde voortplantingstijd worden gesuperponeerd, verkregen met betrekking tot voortplantingstijd t.

Verder, is de voortplantingstijd t van de radiogolven direct evenredig met de afstand van de antenne tot het reflectiepunt op het doel, dat is met het bereik. De gegevensopeenvolgingen verkregen door de inverse Fouriertransformatie kunnen daarom worden beschouwd als signalen gereflecteerd van het doel welke zijn gerangschikt in de volgorde van bereik.

De videosignalen welke daardoor zijn gerangschikt (dat is opgelost) in volgorde van bereik door de bovengenoemde inverse Fouriertransformatie worden opgeslagen in een tweede twee-dimensionaal geheugen 9 overeenkomstig een bereiksindex k (dat is in de volgorde van toenemend bereik) zoals getoond in figuur 4b. Dus, bevatten de cellen van dit tweede twee-dimensionale geheugen 9 gesuperponeerde waarden van gereflecteerde signaalcomponenten met overeenkomstige bereiken.

Wanneer de bovenstaande procedure volledig is voor alle transmissieperiodeindexkolommen, zal het tweede twee-dimensionale geheugen gestructureerd zijn overeenkomstig het bereik, en zal I/Q videosignaalgegevens opeenvolgingen bevatten gerangschikt in volgorde van de bereiksindex k. Door middel van deze procedure, daarom, worden de twee-dimensionale gegevensopeenvolgingen bevattende een mengsel van gereflecteerde signalen met verschillende bereiken en richtingen (in het eerste geheugen 7), omgezet in twee-dimensionale gegevensopeenvolgingen gerangschikt in volgorde van bereik (in het tweede geheugen 9), en het doel is opgelost in de bereiksrichting. In dit proces, wordt het oplossend vermogen in de bereiksrichting, zoals wel bekend uit pulscompressie radartechnologie, bepaald door de frequentiebandbreedte van iedere signaaleenheid, en neemt het toe als de bandbreedte groter wordt.

De gedigitaliseerde I/Q videosignalen welke zijn opgeslagen in het tweede twee-dimensionale geheugen 9 bevatten op deze wijze gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene richtingen welke hetzelfde bereik hebben (afstand van de antenne). Een dwarsbereikscompressieinrichting 10 wordt nu gebruikt voor het scheiden en het rangschikken van deze signaalcomponenten in verschillende richtingen, zoals hieronder beschreven.

Eerst worden de gegevens welke zijn opgeslagen in het tweede twee-dimensionale geheugen 9 ingevoerd in de dwarsbereikscompressieinrichting 10 in rijen met dezelfde bereiksindex. De dwarsbereikscompressieinrichting 10 voert dan een Fouriertransformatie uit op de gegevens in deze rijen van gegevens met dezelfde bereiksindex.

Iedere rij van het tweede twee-dimensionale geheugen 9 bevat gedigitaliseerde I/Q videosignaalgegevens met verschillende transmissieperioden en hetzelfde bereik gerangschikt in volgorde van de transmissieperiodeindex. Deze gegevens zijn een functie van de transmissieperiodeindex, en deze kunnen worden beschouwd als een functie van de tijd. Daardoor, door het toepassen van een Fouriertransformatie op deze tijdsfunctie, kunnen de gegevens worden verkregen als een functie van frequentie. Gereflecteerde signaalcomponenten welke worden omvat door de gedigitaliseerde I/Q videosignaalgegevens in iedere cel corresponderende met ieder bereik (rij), worden gerangschikt overeenkomstig de frequentie, en gereflecteerde signaalcomponenten met dezelfde frequentie worden tezamen gegroepeerd. Als een resultaat, zijn de gedigitaliseerde I/Q videosignaalgegevens gerangschikt in frequentievolgorde voor ieder bereik.

Iedere cel in de rijen van gegevens met hetzelfde bereik bevat gereflecteerde signaalcomponenten met hetzelfde bereik, en het kan worden beschouwd dat frequentieverschillen tussen deze componenten het gevolg zijn van het Dopplereffect. De I/Q videosignaalgegevens verkregen door de Fouriertransformatie zijn daardoor gerangschikt in horizontale richting in de volgorde van hun Dopplerfrequentie voor iedere bereik.

Figuur 5 toont de rotatie van het doel en de Dopplerfrequentie opgewekt door deze rotatie. In de volgende beschrijving, zal met de term bereiksrichting worden bedoeld de stralingsrichting van de radarbundel, en met de term dwarsbereiksrichting zal worden bedoeld de richting loodrecht op de bereiksrichting in een vlak welke het bewegingspad van het doel omvat. In figuur 5, is punt A de rotatieas van het doel 11. Als het doel 11 roteert met een hoeksnelheid α, wordt de Dopplerfrequentie f_d in een punt op een afstand x

in de dwarsbereiksrichting van het punt A gegeven door

$$f_d = \frac{2 x \alpha}{\lambda} \quad (4)$$

waarin λ = zendgolflengte

Het oplossend vermogen Δf_d van de Dopplerfrequentie wordt gegeven door

$$\Delta f_d = \frac{2 \Delta x \alpha}{\lambda} \quad (5)$$

waarin Δx = het oplossend vermogen in de dwarsbereiksrichting

Uit deze vergelijking, wordt gezien dat de Dopplerfrequentie f_d direct evenredig is met de afstand in de dwarsbereiksrichting. Gegevensopeenvolgingen gerangschikt in de volgorde van hun Dopplerfrequenties verkregen door de dwarsbereikscompressieinrichting 10 kunnen daarom worden beschouwd als te zijn gerangschikt in de volgorde van afstand in de dwarsbereiksrichting, en het doel is daardoor opgelost in de dwarsbereiksrichting. Het oplossend vermogen in de dwarsbereiksrichting is het verschil in de Dopplerfrequenties tussen de naburige gegevens in hetzelfde bereik verkregen door de Fouriertransformatie, en dit is het oplossend vermogen Δf_d van de Dopplerfrequentie. Δf_d is de omgekeerde van de tijd T waarvoor het doel binnen het stralingsgebied van de radarbundel is. Daaruit volgt dat het oplossend vermogen in de dwarsbereiksrichting kan worden verhoogd door het verminderen van de bewegingssnelheid van het doel.

De gegevens verkregen door de Fouriertransformatie in de dwarsbereikscompressieinrichting 10 bestaan daarom uit I/Q videosignalen opgelost in de bereiksrichting en de dwarsbereiksrichting. Deze gegevens representeren gedigitaliseerde I/Q videosignalen voor posities aangeduid door specifieke bereiksrichting-coördinaten en dwarsbereiksrichtingcoördinaten.

De dwarsbereikscompressieinrichting 10 genereert videogegevens door amplitudedetectie van de gedigitaliseerde I/Q videosignalen verkregen zoals hiervoor beschreven. Deze amplitudedetectie wordt uitgevoerd door het berekenen van de signaalamplitude, bijvoorbeeld gebruikmakende van $(I^2 + Q^2)^{1/2}$, uit de I en Q componenten van de gedigitaliseerde I/Q videosignalen. Alternatief kan het videosignaalvermogen worden gevonden uit de I en Q componenten.

Zoals hierboven beschreven, daarom, overeenkomstig deze uitvoering, kunnen videogegevens met een hoog oplossend vermogen worden verkregen door het aanpassen van de frequentiebandbreedte van de signaaleenheden en het uitvoeren van de bovenstaande signaalbewerking zelfs wanneer een antenne met een kleine afmeting van de opening wordt gebruikt.

Uitvoering 2

Figuur 6 is een blokdiagram van de constructie van een tweede uitvoering van de onderhavige inrichting. In de figuur, worden aan delen welke identiek zijn of corresponderen met delen van de inrichting van de eerste uitvoering dezelfde referentiecijfers gegeven, en de beschrijving daarvan zal hier worden weggelaten.

In de figuur genereert een zender 13 een signaaleenheid door het progressief variëren van de zendfrequentie op een stapsgewijze manier in hetzelfde tijdsinterval binnen een vooraf bepaalde frequentiebandbreedte zoals is getoornd in figuur 7. Deze signaaleenheid wordt herhaald met een vaste zendperiode teneinde een zendsignaal met een continue golfvorm op te wekken. De tijdstippen waarop de zendfrequentie in stappen wordt gevarieerd worden gegenereerd door een tijdbepalingsgenerator 14.

Wanneer nummers van 1 tot M worden aangewezen aan de zendfrequentie welk wordt gevarieerd op stapsgewijze manier in iedere signaaleenheid, kan dit zendsignaal worden gerepresenteerd door de bovengenoemde vergelijking (1). Het zendsignaal wordt dan uitgestraald door de zendantenne 2 en de signalen gereflecteerd door het doel worden ontvangen door de ontvangantenne 4, waarbij de bewerkingen welke optreden totdat de ontvanger 5 orthogonale fasedetectie uitvoert op de gereflecteerde signalen dezelfde zijn als die in de inrichting van de eerste uitvoering zoals hierboven beschreven.

Vervolgens bemonstert en digitaliseert de A/D omzetter 6 de I/Q videosignalen welke worden geleverd door de ontvanger 5 overeenkomstig de tijdbepalingssignalen verschaft door de tijdbepalingsgenerator 14, en voert achtereenvolgens deze gedigitaliseerde I/Q videosignalen uit naar het eerste twee-dimensionale geheugen 7. De tijdbepalingssignalen verschaft door de tijdbepalingsgenerator 14 worden vertraagd over een vooraf bepaalde tijd met betrekking tot de tijdbepaling waarmede de zendfrequentie wordt gevarieerd op een stapsgewijze manier, zoals getoond in figuur 7. Deze vertragingstijd is effectief gelijk aan de som van de tijd vereist voor de frequentie om te stabiliseren wanneer de zendfrequentie wordt gevarieerd in stappen door de zender 13, en de voortplantingstijd vereist voor de radiogolven om in beide richtingen te lopen tussen de rotatieas A van het doel (zie figuur 2) en de antenne.

De bewerkingen uitgevoerd door delen van de inrichting na het eerste twee-dimensionale geheugen 7 zijn dezelfde als die worden uitgevoerd door de inrichting van de eerste uitvoering. Daarom, overeenkomstig deze uitvoering zoals in het geval van de eerste uitvoering, worden beeldgegevens verkregen met een hoog oplossend vermogen zelfs als een antenne met een kleine afmeting van de opening wordt gebruikt.

Uitvoering 3

Figuur 8 is een blokdiagram welke de constructie toont van een derde uitvoering van de onderhavige objectvormdetector. Deze uitvoering is een verbeterde versie van de tweede uitvoering. In de figuur, worden aan delen welke identiek zijn of corresponderen met delen van de inrichting van de tweede uitvoering dezelfde referentienummers gegeven, en de beschrijving daarvan zal hier worden weggelaten.

De inrichting van deze uitvoering wekt beeldgegevens op op exact dezelfde wijze als de inrichting van de tweede uitvoering. Een karakteristiek van de inrichting van deze uitvoering is de wijze waarop de zo opgewekte beeldgegevens worden weergegeven.

In de gegevensopeenvolgingen welke worden geleverd door de dwarsbereikscompressieinrichting 10, bestaan de intervallen tussen de beeldelementen in de bereiksrichting uit eenheden van m (meter:lengte), maar de intervallen tussen de beeldelementen in de dwarsbereiksrichting bestaan uit eenheden van Hz (frequentie). Als de beeldgegevens worden weergegeven in deze vorm, zullen de schalen in de bereiksrichting en de dwarsbereiksrichting verschillend zijn en zal het beeld vervormd zijn. Overeenkomstig deze uitvoering, daarom, zet de weergever 15 de schaal van de beeldgegevens in de dwarsbereiksrichting om van Hz (frequentie) eenheden naar m (lengte) eenheden gebaseerd op de volgende vergelijking (6).

$$\Delta X = \frac{\lambda \, \Delta 2 f_d}{2 \, \alpha} \qquad (6)$$

De bovenstaande vergelijking wordt afgeleid uit de bovengenoemde vergelijking (5).

Δf_d in de vergelijking (6) is het verschil van de Dopplerfrequenties tussen beeldelementen in de dwarsbereiksrichting, zoals hiervoor beschreven, en wordt bepaald wanneer de Fouriertransformatie wordt uitgevoerd door de dwarsbereikscompressieinrichting 10. De hoeksnelheid a van het doel wordt verkregen van de transportinrichting 3.

Overeenkomstig deze uitvoering, daarom, wordt een beeld verkregen met dezelfde schaal in de bereiksrichting en de dwarsbereiksrichting.

Uitvoering 4

Figuur 9 is een blokdiagram welke de constructie toont van een vierde uitvoering van de onderhavige inrichting. De objectvormdetector bevat een beeldherkenningseenheid 16 in toevoeging tot de inrichting van de genoemde uitvoering 3. Figuur 10 is een blokdiagram welke de interne constructie toont van de beeldherkenningseenheid 16.

In figuur 9, is de werking van de componentdelen anders dan de beeldherkenningseenheid 16 dezelfde als in de derde uitvoering. Hierna, zal de werking van de beeldherkenningseenheid 16 worden beschreven.

Eerst, wordt de vorm van de een vooraf bepaald object gedetecteerd door de objectvormdetector van deze uitvoering. De beeldgegevens welke daardoor worden opgewekt worden opgeslagen als referentiegegevens in een database 17 van de beeldherkenningseenheid 16. Wanneer het beeld van een doel getransporteerd door de transportinrichting 3 moet worden herkend, worden de beeldgegevens corresponderende met het doel opgewekt door de dwarsbereikscompressieinrichting 10 ingevoerd in een beeldaanpassingsprocessor 18 van de beeldherkenningseenheid 16, en correlaties worden gemaakt tussen deze beeldgegevens en de referentiegegevens opgeslagen in de database 17.

De werking van de beeldaanpassingprocessor 18 zal hier worden beschreven met betrekking tot figuur 11 en figuur 12. In figuur 11, representeren de gegevens 100 beeldgegevens opgewekt door de dwarsbereikscompressieinrichting 10, en de gegevens 200 representeren referentiegegevens opgeslagen in de database 17. Gegevenswaarden voor ieder van de beeldelementen in de beeldgegevens 100 en de referentiegegevens 200 worden uitgedrukt door de volgende vergelijkingen.

Beeldgegevens	f(i, j)	$(1 \leqq i \leqq S, \; 1 \leqq j \leqq T)$
Referentiegegevens	g(i, j)	$(1 \leqq i \leqq U, \; 1 \leqq j \leqq V)$

De beeldaanpassingsprocessor 18 correleert de beeldgegevens 100 en de referentiegegevens 200. De

correlatie procedure is beschreven in figuur 12.

Gebruikmakende van de referentiegegevens 200 als een mal, worden de beeldgegevens 100 afgetast door het verschuiven van een beeldelement tegelijk van linksboven naar rechtsbeneden van de gegevens als getoond in figuur 12. Een graad van aanpassing R(m. wordt dan berekend door de volgende vergelijking (7) voor ieder afgetast beeldelement.

waarin $D = \{ (i, j) \mid 1 \leqq i-s \leqq U, 1 \leqq j-t \leqq V \}$

Wanneer de beeldgegevens f(i,j) exact samenvallen met de referentiegegevens g(i-s, j-t), is de graad van aanpassing = 1. Hoe hoger de graad van aanpassing (hoe dichter deze is bij 1), hoe meer de beeldgegevens lijken op de referentiegegevens. Daarom, door het onderzoeken van de grootte van de graad van aanpassing, is het mogelijk te bepalen of een gedetecteerd doel wel of niet een bekend object is, en het doel kan daardoor worden geïdentificeerd.

De beeldherkenningseenheid 16 van deze uitvoering kan ook worden toegepast op de inrichtingen van de eerste of tweede uitvoeringen.

Uitvoering 5

Vervolgens, zal een vijfde uitvoering van de onderhavige inrichting worden beschreven. In het bijzonder, zal een voorkeursuitvoering van de constructie van de transportinrichting worden gegeven.

Figuur 3 is een blokdiagram van de constructie van de transportinrichting. Figuur 14 is een perspectivisch aanzicht welke toont de manier waarop de transportinrichting 3 werkt.

Overeenkomstig deze uitvoering, wordt een transportsinrichting 21 van het opgehangen-lijnbaantype gebruikt voor het reduceren van de signalen welke worden gereflecteerd door de transportinrichting 3. Het doel 11 is gemonteerd op een transportplatform 21a, en wordt bewogen langs een lijn terwijl deze is opgehangen aan de lijnbaantransportinrichting 21. Een draaiinrichting 22 is bevestigd aan de lijnbaantransportinrichting 21. De zendbundel 12 welke wordt geleverd door de zendantenne 2 wordt uitgestraald direct onder de rotatieinrichting 22. Wanneer het doel 11 binnen de radarbundel komt, detecteert de ontvanger 5 dat het doel aanwezig is, en de ontvanger 5 levert dan een besturingssignaal aan de lijnbaantransportinrichting 21 om de lineaire beweging van het doel 11 te stoppen. Nadat de lijnbaantransportinrichting 21 het doel 11 heeft gestopt in overeenstemming met dit besturingssignaal, wordt de rotatieinrichting 22 bediend teneinde het doel 11 te roteren. Het signaal gereflecteerd door het doel 11, dat nu roteert, wordt ontvangen door de ontvangantenne 4. Dezelfde signaalbewerking wordt dan uitgevoerd als het geval is in de hiervoor genoemde uitvoeringen 1–4 teneinde de vorm van het doel 11 te detecteren.

Overeenkomstig deze uitvoering, ten gevolge van het gebruik van de transportinrichting 21 van het opgehangen-lijnbaantype, worden gereflecteerde signalen anders dan die van het doel verminderd, en de vorm van het doel 11 kan daardoor meer nauwkeurig worden gedetecteerd.

Uitvoering 6

Een zesde uitvoering van de onderhavige inrichting zal nu worden beschreven. Zoals in het geval van de vijfde uitvoering, heeft deze uitvoering betrekking op de constructie van de transportinrichting.

Figuur 15 is een blokdiagram welke de constructie toont van de transportinrichting 3 in deze uitvoering. Figuur 16a en figuur 16b zijn respectievelijk vlakke en zijaanzichten met het doel het beschrijven van de werking van de transportinrichting 3.

Overeenkomstig deze uitvoering, wordt het doel opgeheven vanaf de transportinrichtingslijn door een lift teneinde gereflecteerde signalen vanaf de transportinrichting 3 te reduceren, en radardetectie wordt uitgevoerd met het doel 11 in deze toestand. Het doel 11 is gemonteerd op een platform 23a, en wordt bewogen boven de transportinrichtingslijn op een transportinrichting 23 van het spoorweg-type. De zendbundel wordt uitgestraald direct boven een roterende lift 24. Wanneer het doel 11 de radarbundel bereikt, detecteert de ontvanger 5 het doel 11, en de ontvanger 5 voert dan een besturingssignaal toe aan de transportinrichting 23 van het spoorweg-type voor het stoppen van de lineaire beweging van het doel 11. Nadat de transportinrichting 23 van het spoorweg-type het doel heeft gestopt in overeenstemming met de besturingssignaal, wordt het doel 11 opgeheven boven de transportinrichtingslijn en geroteerd door de roterende lift 24. Het signaal gereflecteerd door het doel 11, dat nu geroteerd, wordt ontvangen door de ontvangantenne 4. Dezelfde signaalbewerking wordt dan uitgevoerd als in het geval van de hiervoor genoemde uitvoeringen 1–4 teneinde de vorm van het doel 11 te detecteren.

Overeenkomstig deze uitvoering, ten gevolge van het gebruik van de roterende lift 24, worden gereflecteerde signalen anders dan die van het doel 11 verminderd, en de vorm van het doel 11 kan daardoor meer nauwkeurig worden gedetecteerd.

Conclusies

1. Een inrichting voor het detecteren van de vorm van een doel door middel van radar, welke inrichting bevat:
een zender welke een continu golfsignaal uitzendt, welk signaal bevat een eenheid welke wordt herhaald met een vaste periode, waarbij de zendfrequentie continu wordt gevarieerd binnen een vooraf bepaalde frequentiebandbreedte voor iedere signaaleenheid,
een zendantenne welke het genoemde zendsignaal dat wordt geleverd door de zender uitstraalt naar het genoemde doel,
een ontvangantenne welke signalen opvangt welke worden gereflecteerd door het genoemde doel,
een ontvanger welke de signalen ontvangt geleverd door de genoemde ontvangantenne, deze omzet in I/Q (In-Phase Quadrature) videosignalen door het uitvoeren van orthogonale fasedetectie, waarbij een signaal dat wordt opgewekt door het vertragen van het zendsignaal over de voortplantingstijd welke wordt vereist voor radiogolven om in beide richtingen te lopen tussen de rotatieas van het doel en de ontvangantenne wordt gebruikt als een referentiesignaal wanneer orthogonale fasedetectie wordt uitgevoerd,
een A/D omzetter welke bemonsteringstijdstippen instelt overeenkomstig de transmissiefrequenties welke de frequentiebandbreedte van de voornoemde signaaleenheden verdeelt in een vooraf bepaald aantal gelijke delen, en de voornoemde I/Q videosignalen bemonstert en digitaliseert op ieder van deze bemonsteringstijdstippen,
een eerste twee-dimensionaal geheugen welke de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen welke worden geleverd door de genoemde A/D omzetter opslaat in een volgorde bepaald door een transmissiefrequentie-index m aangewezen overeenkomstig de bemonsteringstijdstippen in iedere signaaleenheid, en door een transmissieperiode-index n aangewezen aan iedere signaaleenheid,
een bereikscompressie-inrichting welke gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene bereiken aanwezig in de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen verzamelt in groepen van componenten met hetzelfde bereik, door het uitvoeren van een inverse Fouriertransformatie op de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen opgeslagen in het genoemde eerste twee-dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere kolom met dezelfde transmissie periode-index, en daardoor videosignaalgegevens opwekt welke zijn opgelost in de bereiksrichting,
een tweede twee-dimensionaal geheugen welke videosignaalgegevens opgelost in de bereiksrichting opslaat, in de vorm van een twee-dimensionale matrix overeenkomstig een bereiksindex k aangewezen aan de gegevens overeenkomstig het bereik, en de transmissieperiode-index n, en
een dwarsbereikscompressie-inrichting welke gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene richtingen aanwezig in de videosignalen opgelost overeenkomstig het bereik verzamelt, in groepen van componenten met dezelfde Dopplerfrequentie, door het uitvoeren van een Fouriertransformatie op de genoemde videosignalen opgeslagen in het genoemde tweede twee-dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere rij met dezelfde bereiksindex, waardoor videosignaalgegevens worden opgewekt welke zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting overeenkomstig de Dopplerfrequentie, en amplitude detectie uitvoert op de videosignalen welke aldus zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting voor het opwekken van beeldgegevens,
met het kenmerk,
- dat de inrichting is voorzien van transportmiddelen welke het genoemde doel transporteren en het roteren in de zendbundel gevormd door zendantenne en
- dat de dwarsbereikscompressie-inrichting de videosignaalgegevens genereert die worden opgelost in de dwarsbereiksrichting gebaseerd op de informatie omtrent de rotatie van het doel door de transportmiddelen.

2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de genoemde transportinrichting een hoeksnelheidssignaal levert welke de hoeksnelheid van de rotatie van het genoemde doel representeert, en de genoemde inrichting bevat een weergever welke een beeld van het genoemde doel weergeeft na het omzetten van de intervaleenheden tussen de beeldelementen in de dwarsbereiksrichting van de beeldgegevens welke worden geleverd door de genoemde dwarsbereikscompressie-inrichting, in eenheden equivalent aan de intervaleenheden tussen de beeldelementen in de bereiksrichting door gebruik te maken van het genoemde hoeksnelheidssignaal.

3. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de genoemde inrichting verder bevat identificatiemiddelen voor het identificeren van een gewenst doel uit verscheidene doelen welke achtereenvolgens worden getransporteerd door de genoemde transportmiddelen, welke identificatiemiddelen bevatten:

een database voor het opslaan van de beeldgegevens voor het genoemde gewenste doel als referentiegegevens, en
een aanpassingsprocessor voor het berekenen van een graad van aanpassing tussen de beeldgegevens voor een doel getransporteerd door de genoemde transportmiddelen en de genoemde referentiegegevens opgeslagen in de genoemd database, en het identificeren van het genoemde doel getransporteerd door de genoemde transportinrichting overeenkomstig deze graad van aanpassing.

4. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de genoemde transportmiddelen bevatten:
een transportinrichting van het ophangingstype voor het ophangen en het transporteren van het genoemde doel,
een rotatie-inrichting voor het roteren van het genoemde doel, en
een besturingseenheid voor het besturen van de genoemde transportinrichting van het ophangingstype om te stoppen met bewegen en het besturen van de genoemde rotatieinrichting voor het beginnen met roteren wanneer het genoemde doel een zendbundel welke wordt gevormd door de genoemde zendantenne heeft bereikt.

5. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de genoemde transportmiddelen bevatten:
een spoorwegtransportinrichting voor het transporteren van het genoemde doel gemonteerd op een transportplatform,
een roterende lift welke het genoemde doel gemonteerd op het genoemde transportplatform opheft, en het genoemde doel roteert,
een besturingseenheid voor het besturen van de genoemde spoorwegtransportinrichting voor het stoppen met bewegen en het besturen van de genoemde roterende lift voor het beginnen met het heffen en roteren van het genoemde doel wanneer het genoemde doel een zendbundel gevormd door de genoemde zendantenne heeft bereikt.

6. Een inrichting voor het detecteren van de vorm van een doel door middel van radar, welke inrichting bevat:
een zender welke een continu golfsignaal uitzendt, waarbij het genoemde signaal bevat een eenheid welke wordt herhaald met een vaste periode, waarbij de zendfrequentie wordt gevarieerd op een stapsgewijze manier binnen een vooraf bepaalde frequentiebandbreedte voor iedere signaaleenheid,
een zendantenne welke het genoemde zendsignaal dat wordt geleverd door de genoemde zender naar het genoemde doel uitstraalt,
een ontvangantenne, welke signalen ontvangt gereflecteerd door het genoemde doel,
een ontvanger welke de signalen ontvangt welke worden geleverd door de genoemde ontvangantenne, en deze omzet in I/Q (In-Phase Quadrature) videosignalen door het uitvoeren van orthogonale fasedetectie, waarbij een signaal dat wordt opgewekt door het vertragen van het zendsignaal over de voortplantingstijd vereist voor radiogolven voor het lopen in beide richtingen tussen de rotatieas van het doel en de ontvangantenne wordt gebruikt als referentiesignaal wanneer orthogonale fasedetectie wordt uitgevoerd,
een A/D omzetter welke de genoemde I/Q videosignalen bemonstert en digitaliseert,
een eerste twee-dimensionaal geheugen welke de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen welke worden geleverd door de genoemde A/D omzetter opslaat in een volgorde bepaald door een transmissiefrequentie-index m en een transmissieperiode-index n aangewezen aan iedere signaaleenheid,
een bereikscompressie-inrichting welke de gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene bereiken aanwezig in de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen verzamelt in groepen van componenten met hetzelfde bereik, door het uitvoeren van een inverse Fouriertransformatie op de genoemde gedigitaliseerde I/Q videosignalen opgeslagen in het genoemde eerste twee-dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere kolom met dezelfde transmissieperiode-index, en daardoor videogegevens opwekt welke zijn opgelost in de bereiksrichting,
een tweede twee-dimensionaal geheugen welke de genoemde videosignaalgegevens opgelost in de bereiksrichting opslaat, in de vorm van een twee-dimensionale matrix overeenkomstig een bereiksindex k aangewezen aan de gegevens overeenkomstig het bereik, en de transmissieperiode-index n, en
een dwarsbereikscompressie-inrichting welke gereflecteerde signaalcomponenten uit verscheidene richtingen aanwezig in de genoemde videosignalen welke zijn opgelost overeenkomstig het bereik verzamelt, in groepen van componenten met dezelfde Dopplerfrequentie, door het uitvoeren van een Fouriertransformatie op de genoemde videosignalen opgeslagen in het genoemde twee-dimensionale geheugen in de richting van de transmissiefrequentie-index voor iedere rij met dezelfde bereiksindex, waardoor videosignaalgegevens worden opgewekt welke zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting

overeenkomstig de Dopplerfrequentie, en amplitudedetectie uitvoert op de genoemde videosignalen welke aldus zijn opgelost in de dwarsbereiksrichting voor het opwekken van beeldgegevens

met het kenmerk,

- dat de inrichting is voorzien van transportmiddelen welke het genoemde doel transporteren en dit roteren in de zendbundel gevormd door de genoemde zendantenne,
- dat een tijdbepalingsgenerator aanwezig is welke tijdbepalingssignalen levert welke de zendfrequentie van het genoemde zendsignaal naar de genoemde zender varieert en bemonsteringstijdsignalen opwekt welke met vertraging zijn gesynchroniseerd met de genoemde tijdbepalingssignalen,
- dat de A/D-omvormer de genoemde I/Q videosignalen bemonstert overeenkomstig de genoemde bemonsteringstijdsignalen opgewekt door de genoemde tijdbepalingsgenerator,
- dat de transmissiefrequentie-index m wordt aangewezen aan ieder bemonsteringstijdstip in iedere signaaleenheid en
- dat de dwarsbereikscompressie-inrichting de videosignaalgegevens genereert die worden opgelost in de dwarsbereiksrichting gebaseerd op de informatie omtrent de rotatie van het doel door de transportmiddelen.

7. Inrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de genoemde transportinrichting een hoeksnelheidssignaal levert representerende de rotatiehoeksnelheid van het genoemde doel, en de genoemde inrichting bevat een weergever welke een beeld weergeeft van het genoemde doel na het omzetten van intervaleenheden tussen de beeldelementen in de dwarsbereiksrichting van de beeldgegevens welke worden geleverd door de genoemde dwarsbereikscompressie-inrichting, in eenheden equivalent met de intervaleenheden tussen de beeldelementen in de bereiksrichting door gebruik te maken van het genoemde hoeksnelheidssignaal.

8. Inrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de genoemde inrichting verder bevat identificatiemiddelen voor het identificeren van een gewenst doel uit verscheidene doelen welke achtereenvolgens worden getransporteerd door de genoemde transportinrichting, waarbij de genoemde identificatiemiddelen bevatten:

een database voor het opslaan van beeldgegevens voor het genoemde gewenste doel als referentiegegevens, en

een aanpassingsprocessor voor het berekenen van een graad van aanpassing tussen beeldgegevens voor een doel getransporteerd door de genoemde transportinrichting en de genoemde referentiegegevens opgeslagen in de genoemde database, en het identificeren van het genoemde doel getransporteerd door de genoemde transportinrichting overeenkomstig deze graad van aanpassing.

9. Inrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de genoemde transportmiddelen bevatten:

een transportinrichting van het ophangingstype voor het ophangen en transporteren van het genoemde doel,

een rotatie-inrichting voor het roteren van het genoemde doel, en

een besturingseenheid voor het besturen van de genoemde transportinrichting van het ophangingstype voor het stoppen met bewegen en het besturen van de genoemde rotatieinrichting voor het starten met roteren wanneer het genoemde doel een zendbundel gevormd door de genoemde zendantenne heeft bereikt.

10. Inrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de genoemde transportmiddelen bevatten:

een spoorwegtransportinrichting voor het transporteren van het genoemde doel gemonteerd op een transportplatform,

een roterende lift welke het genoemde doel gemonteerd op de genoemde transportplatform opheft, en het genoemde doel roteert,

een besturingseenheid voor het besturen van de genoemde spoorwegtransportinrichting voor het stoppen met bewegen en het besturen van de genoemde roterende lift voor het beginnen met roteren wanneer het genoemde doel een zendbundel gevormd door de genoemde zendantenne heeft bereikt.

Hierbij 9 bladen tekening

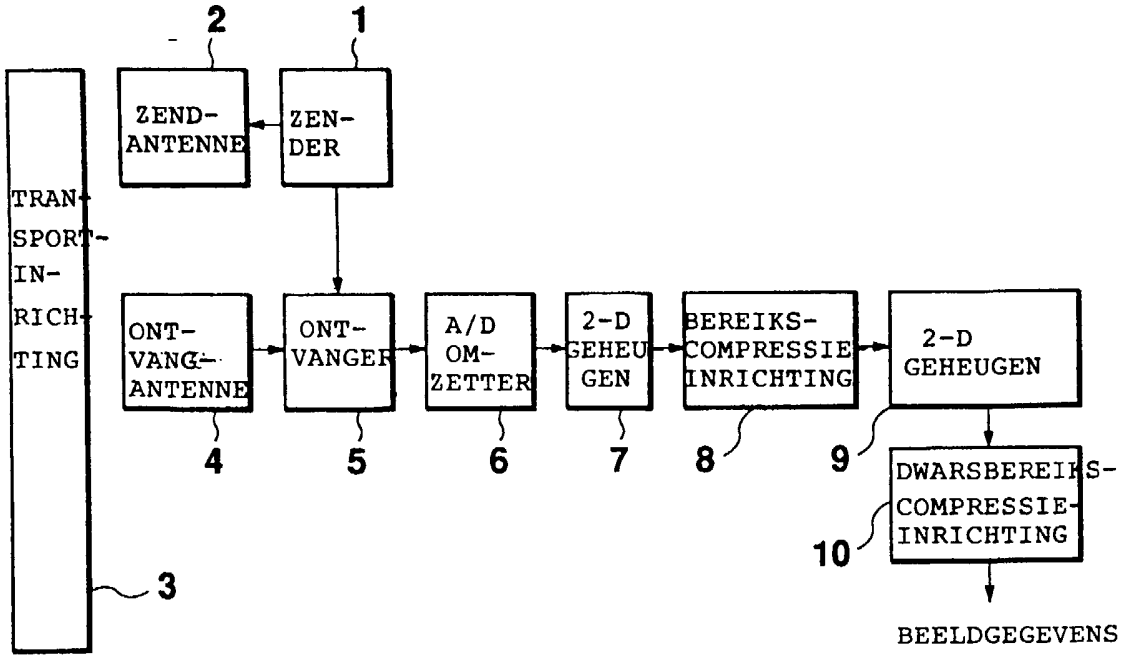

2
1
ZEND-
ANTENNE
ZEN-
DER
TRAN-
SPORT-
IN-
RICH-
TING
ONT-
VANG-
ANTENNE
ONT-
VANGER
A/D
OM-
ZETTER
2-D
GEHEU
GEN
BEREIKS-
COMPRESSIE
INRICHTING
2-D
GEHEUGEN
DWARSBEREIKS-
COMPRESSIE-
INRICHTING
BEELDGEGEVENS
4
5
6
7
8
9
10
3

Fig. 1

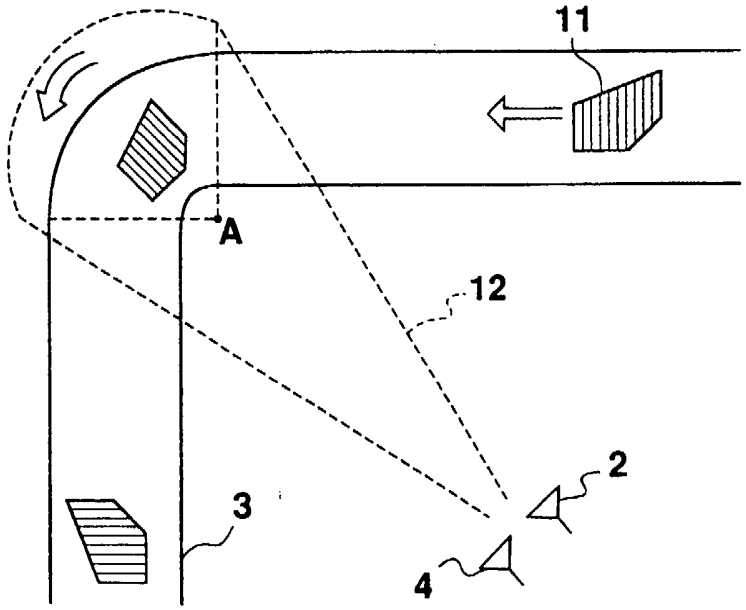

11
A
12
2
3
4

Fig. 2

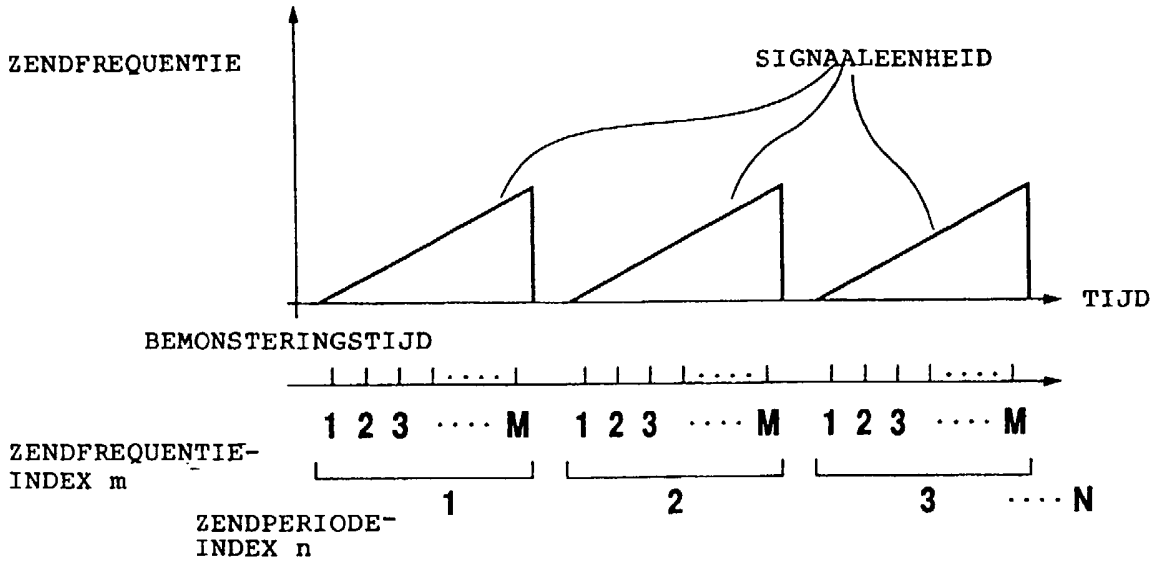


Fig. 3

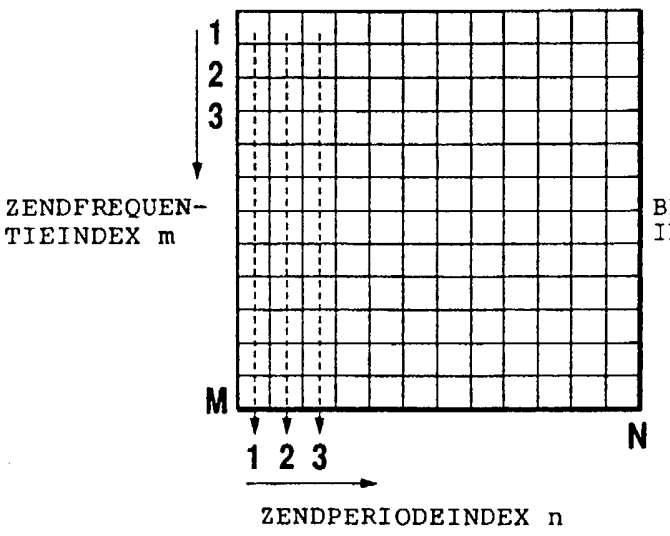


Fig. 4a

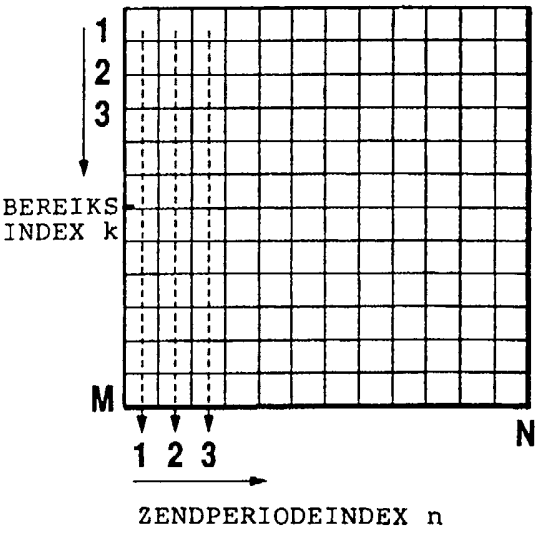


Fig. 4b

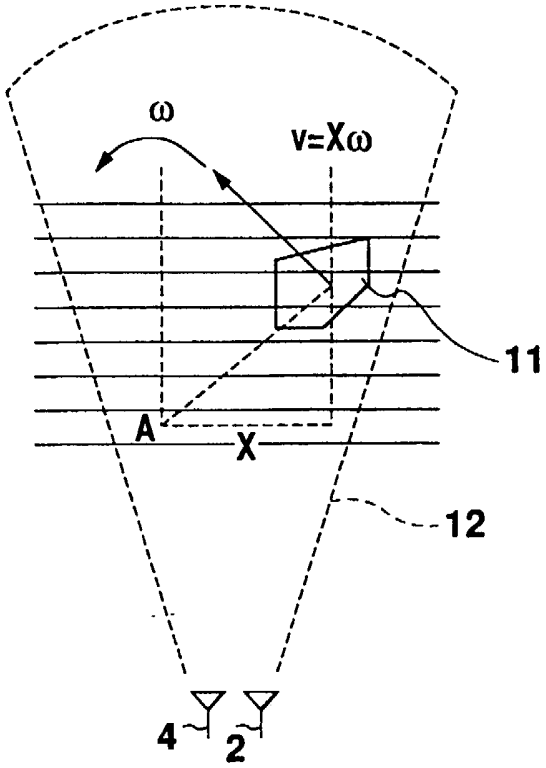

ω
v=Xω
11
A
X
12
4
2

Fig. 5

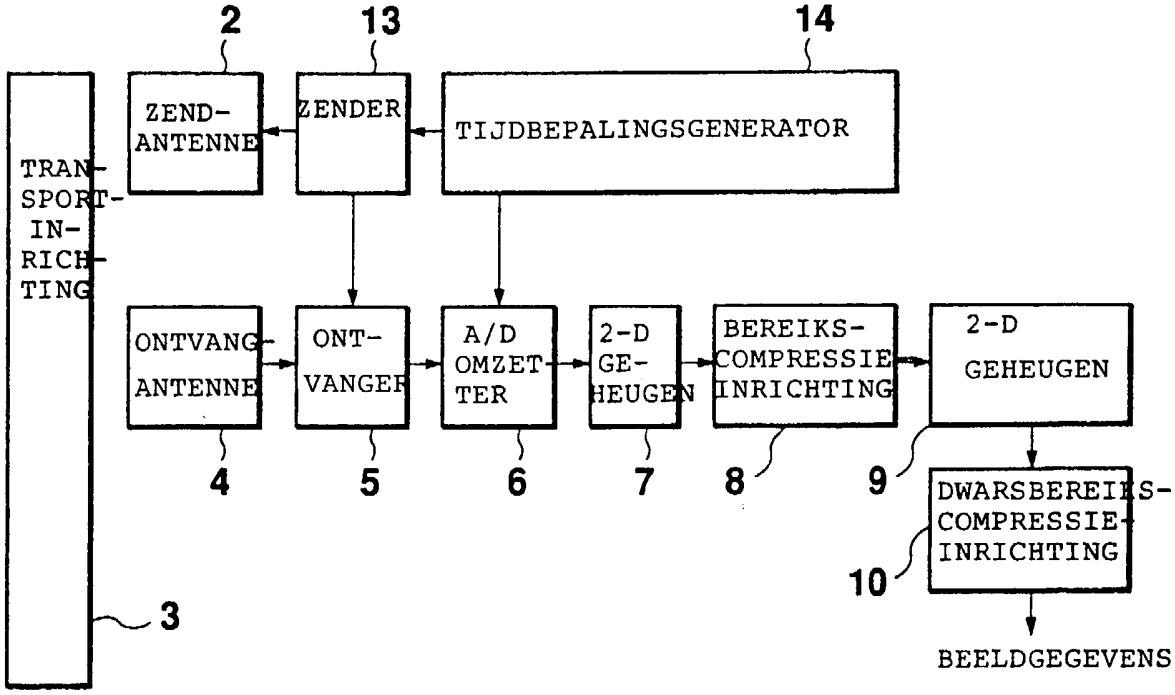

2
13
14
ZEND-ANTENNE
ZENDER
TIJDBEPALINGSGENERATOR
TRANSPORT-INRICHTING
ONTVANG-ANTENNE
ONT-VANGER
A/D OMZET-TER
2-D GE-HEUGEN
BEREIKS-COMPRESSIE-INRICHTING
2-D GEHEUGEN
DWARSBEREIKS-COMPRESSIE-INRICHTING
BEELDGEGEVENS
4
5
6
7
8
9
10
3

Fig. 6

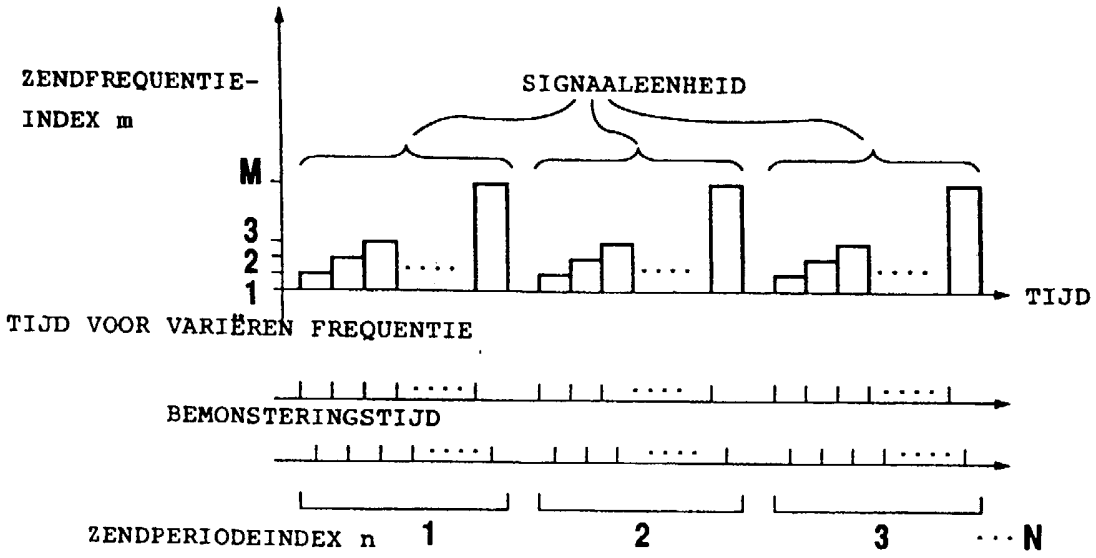

ZENDFREQUENTIE-
INDEX m
SIGNAALEENHEID
M
3
2
1
TIJD
TIJD VOOR VARIËREN FREQUENTIE
BEMONSTERINGSTIJD
ZENDPERIODEINDEX n
1
2
3
N

Fig. 7

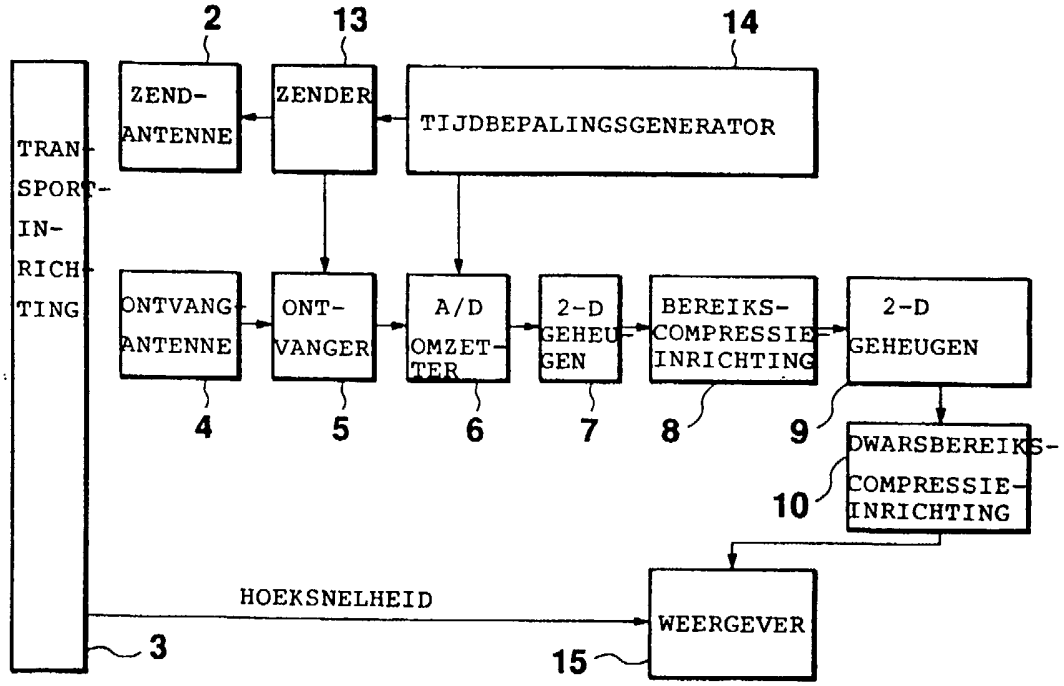

2
13
14
ZEND-
ANTENNE
ZENDER
TIJDBEPALINGSGENERATOR
TRAN-
SPORT-
IN-
RICH-
TING
ONTVANG-
ANTENNE
ONT-
VANGER
A/D
OMZET-
TER
2-D
GEHEU-
GEN
BEREIKS-
COMPRESSIE-
INRICHTING
2-D
GEHEUGEN
DWARSBEREIKS-
COMPRESSIE-
INRICHTING
4
5
6
7
8
9
10
HOEKSNELHEID
WEERGEVER
3
15

Fig. 8

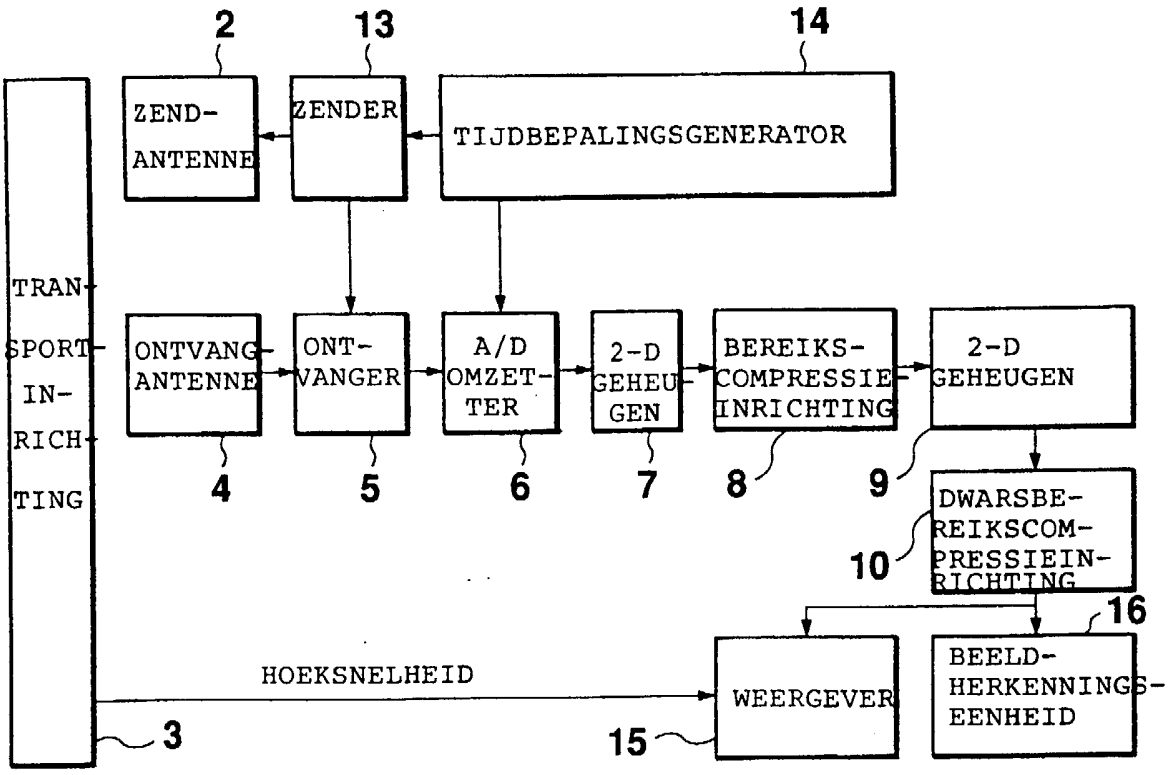

2
13
14
ZEND-
ANTENNE
ZENDER
TIJDBEPALINGSGENERATOR
TRAN-
SPORT-
IN-
RICH-
TING
ONTVANG-
ANTENNE
ONT-
VANGER
A/D
OMZET-
TER
2-D
GEHEU-
GEN
BEREIKS-
COMPRESSIE-
INRICHTING
2-D
GEHEUGEN
4
5
6
7
8
9
DWARSBE-
REIKSCOM-
PRESSIEIN-
RICHTING
10
16
HOEKSNELHEID
WEERGEVER
BEELD-
HERKENNINGS-
EENHEID
3
15

Fig. 9

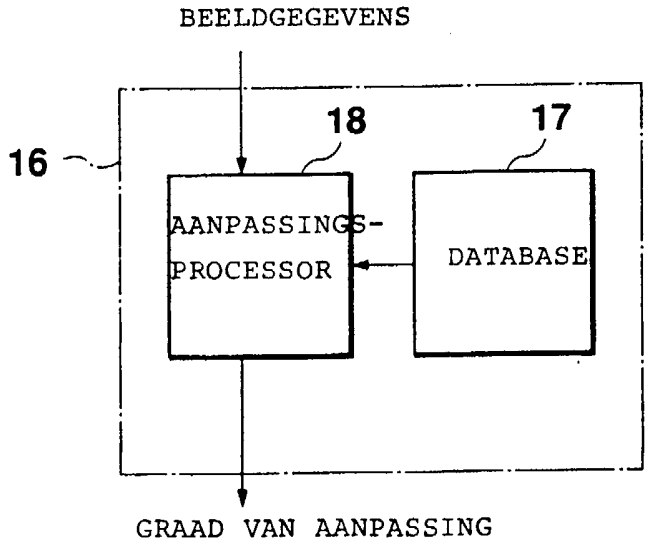

BEELDGEGEVENS
16
18
17
AANPASSINGS-
PROCESSOR
DATABASE
GRAAD VAN AANPASSING

Fig. 10

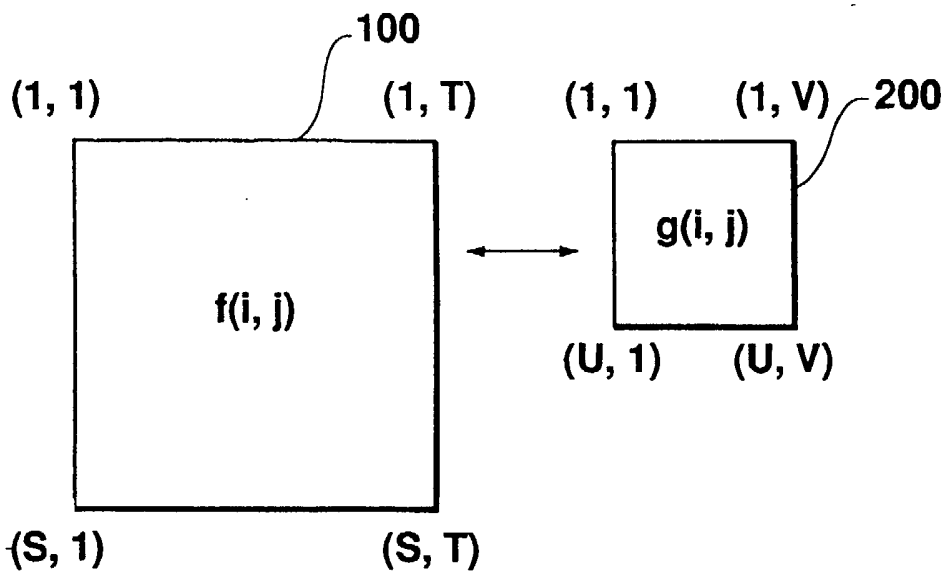

100
(1, 1)
(1, T)
(1, 1)
(1, V)
200
f(i, j)
g(i, j)
(U, 1)
(U, V)
(S, 1)
(S, T)

Fig. 11

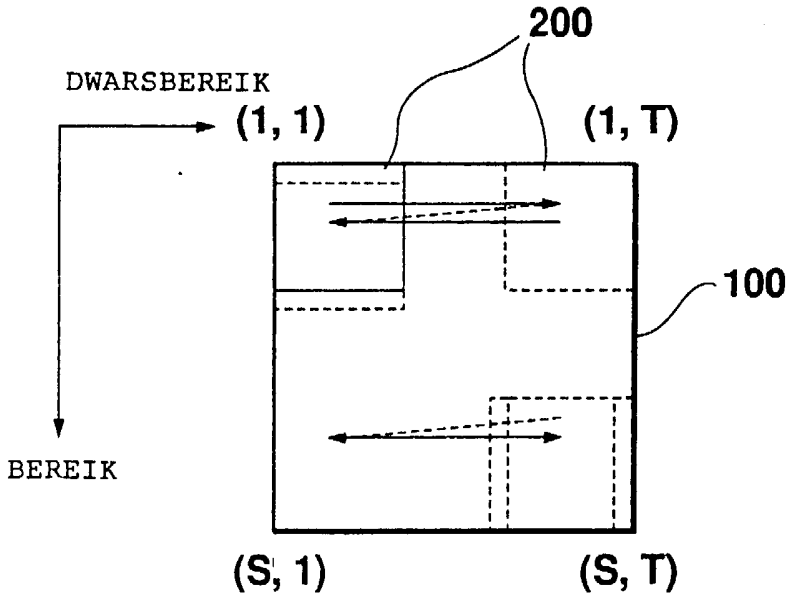

200
DWARSBEREIK
(1, 1)
(1, T)
100
BEREIK
(S, 1)
(S, T)

Fig. 12

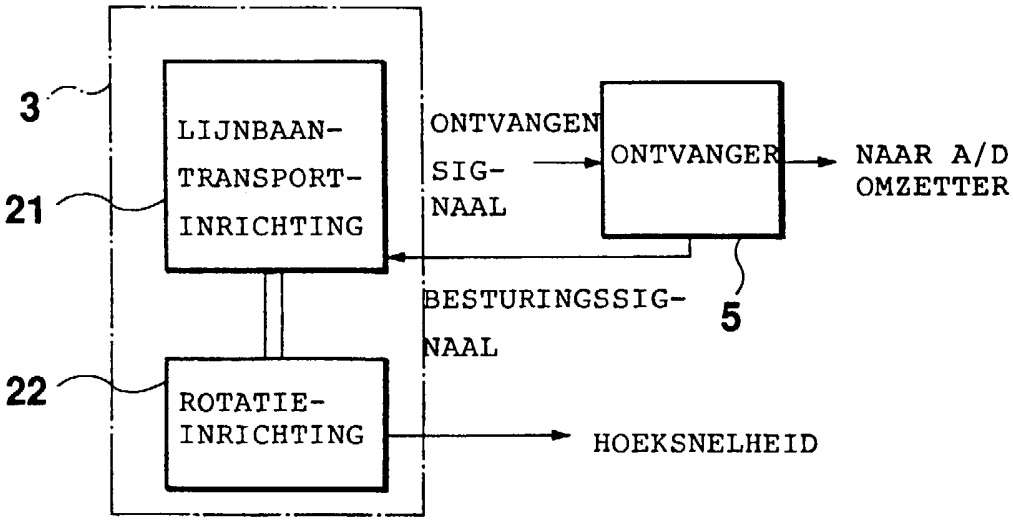

3
LIJNBAAN-
TRANSPORT-
INRICHTING
21
ONTVANGEN
SIG-
NAAL
ONTVANGER
NAAR A/D
OMZETTER
BESTURINGSSIG-
NAAL
5
22
ROTATIE-
INRICHTING
HOEKSNELHEID

Fig. 13

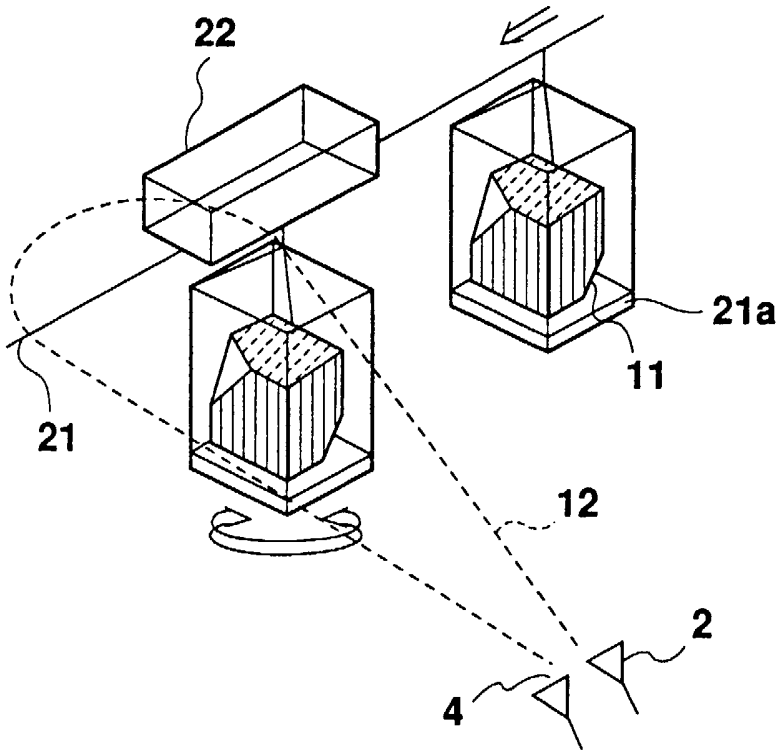

22
21a
11
21
12
2
4

Fig. 14

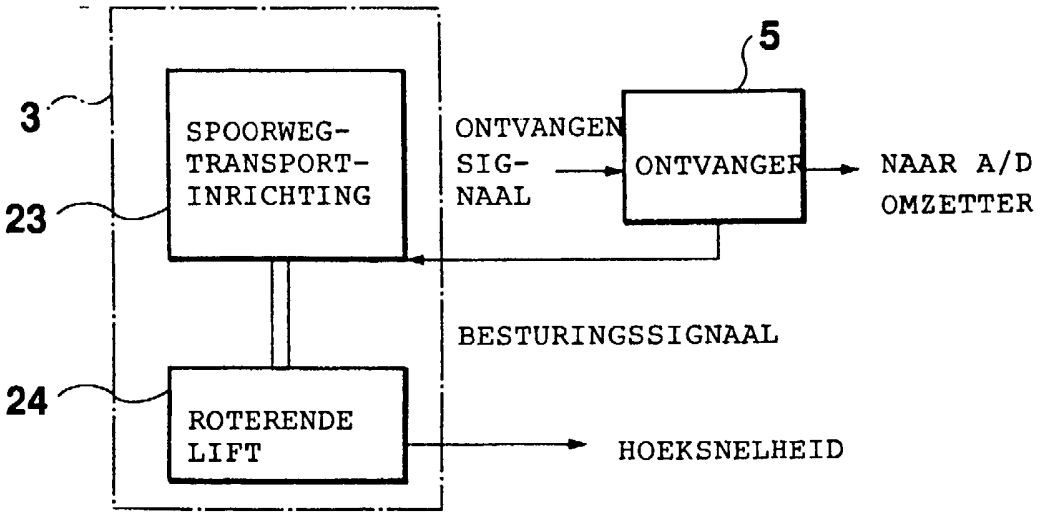


Fig. 15

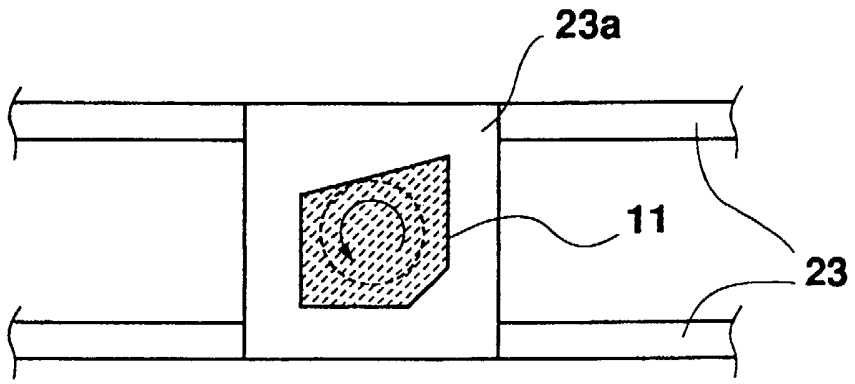


Fig. 16a

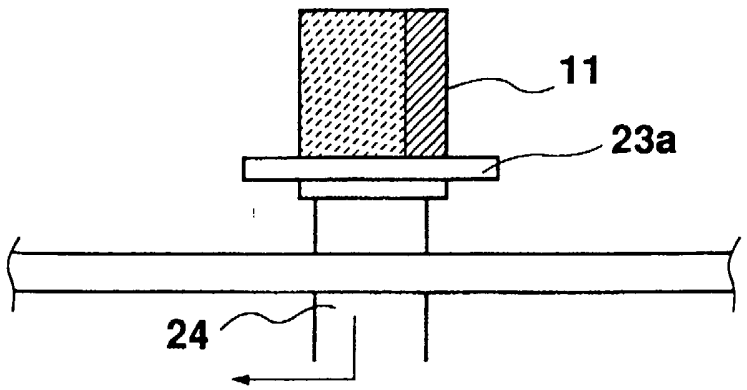


Fig. 16b

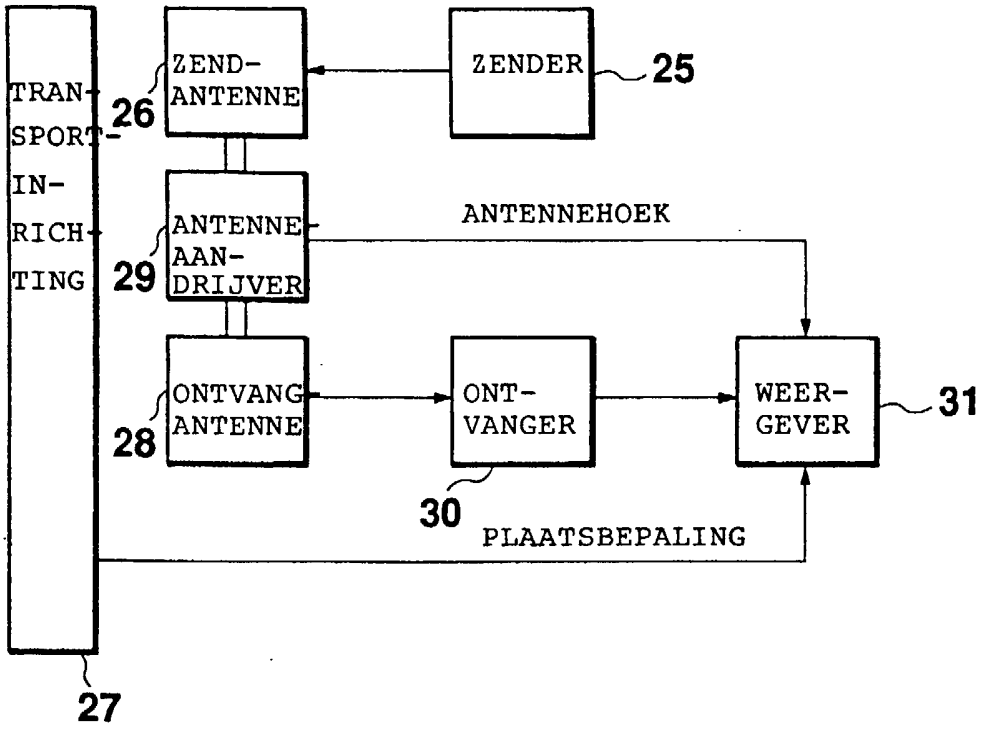

TRANSPORT-INRICHTING
27
ZEND-ANTENNE
26
ZENDER
25
ANTENNE AAN-DRIJVER
29
ANTENNEHOEK
ONTVANG ANTENNE
28
ONT-VANGER
30
WEER-GEVER
31
PLAATSBEPALING

Fig. 17

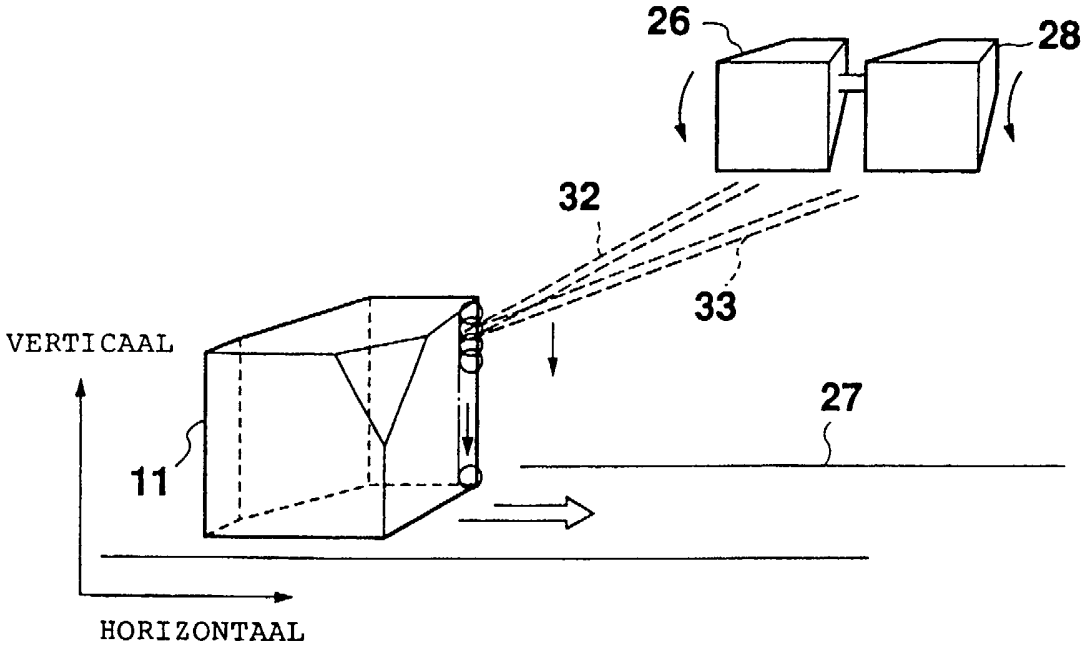

26
28
32
33
VERTICAAL
11
27
HORIZONTAAL

Fig. 18