

**(12) BELGISCHE OCTROOIAANVRAAG**

(41) Publicatiedatum : 22/10/2019

(48) Uitgavedatum : 28/10/2019

(21) Aanvraagnummer : BE2019/5218

(22) Indieningsdatum : 03/04/2019

(62) Afgesplitst van basisaanvraag :

(62) Indieningsdatum basisaanvraag :

(51) Internationale classificatie : G06Q 50/28, H04N 13/271, G06K 7/00

(30) Voorrangsgegevens :

05/04/2018 US 15946165

(71) Aanvrager(s) :

SYMBOL TECHNOLOGIES LLC  
60069, LINCOLNSHIRE, IL  
Verenigde Staten van Amerika

(72) Uitvinder(s) :

PHAN Raymond  
60069 LINCOLNSHIRE, IL  
Verenigde Staten van Amerika

RZESZUTEK Richard Jeffrey  
60069 LINCOLNSHIRE, IL  
Verenigde Staten van Amerika

SEGALL Iaacov Coby  
60069 LINCOLNSHIRE, IL  
Verenigde Staten van Amerika

**(54) WERKWIJZE, SYSTEEM EN INRICHTING VOOR HET CORRIGEREN VAN  
DOORSCHIJNENDHEID ARTEFACTEN IN DATA DIE EEN ONDERSTEUNINGSSTRUCTUUR  
REPRESENTEREN**

(57) Werkwijze voor een beeldregelaar voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten in data die een of meerdere objecten representeren die zijn geplaatst op een plank omvat: het verkrijgen van een meervoudig aantal dieptemetingen opgenomen door een dieptesensor en corresponderend met een gebied omvattende de plank; het verkrijgen van (i) een definitie van een vlak omvattende randen van de plank, (ii) een locatie in het vlak van een boven-plankrand en (iii) een locatie in het vlak van een onder-plankrand naburig aan de boven-plankrand; het genereren van een dieptekaart omvattende voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak een dichtstbijzijnde objectdiepte; het detecteren van een boven-objectgrens in de dieptekaart tussen de boven en onder-plankranden; het updaten van elke dichtstbijzijnde objectdiepte tussen de boven-objectgrens en de onder-plankrand om een diepte van de boven-objectgrens te omvatten; en het opslaan van de gecorrigeerde dieptekaart.

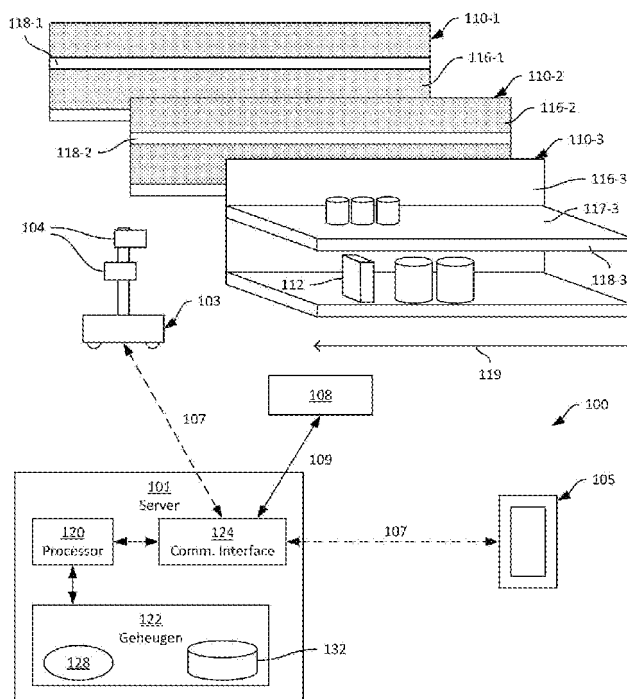


FIG. 1

**WERKWIJZE, SYSTEEM EN INRICHTING VOOR HET CORRIGEREN VAN  
DOORSCHIJNENDHEID ARTEFACTEN IN DATA DIE EEN  
ONDERSTEUNINGSSTRUCTUUR REPRESENTEREN**

## **Achtergrond**

Omgevingen waarin voorraden van objecten moeten worden beheerd, zoals producten voor aankoop in een detailhandel-omgeving, kunnen complex en veranderlijk zijn. Een bepaalde omgeving kan

5 bijvoorbeeld een grote verscheidenheid aan objecten omvatten met verschillende attributen (formaat, vorm, prijs en dergelijke). Verder kan de plaatsing en hoeveelheid van de objecten in de omgeving frequent

10 veranderen. Verder kunnen de beeldcondities zoals verlichting variabel in de tijd en op verschillende locaties in de omgeving zijn. Deze factoren kunnen de accuraatheid reduceren waarmee informatie aangaande objecten

kan worden verzameld binnen de omgeving. Bijkomend kan de aard van bepaalde objecten, zoals die met transparante gebieden, de accuraatheid van hun detectie uit de beelden van de omgeving verder reduceren.

## 15 **Samenvatting**

Volgens een aspect van de uitvinding wordt een werkwijze verschaft in een beeldregelaar voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten in data die één of meerdere objecten representeren die zijn geplaatst op een plank, waarbij de werkwijze omvat: het verkrijgen van een

20 meervoudig aantal dieptemetingen die zijn opgenomen door een dieptesensor en corresponderen met een gebied dat de plank omvat; het verkrijgen van (i) een definitie van een vlak dat randen van de plank omvat, (ii) een locatie in het vlak van een boven-plankrand en (iii) een locatie in het vlak van een onder-plankrand naburig aan de boven-plankrand; het

genereren van een dieptekaart die, voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak, een dichtstbijzijnde objectdiepte omvat; het detecteren van een boven-objectgrens in de dieptekaart tussen de boven- en onderplankranden; het genereren van een gecorrigeerde dieptekaart door elke  
5 dichtstbijzijnde objectdiepte tussen de boven-objectgrens en de onderplankrand te updaten om een diepte van de boven-objectgrens te omvatten; en het opslaan van de gecorrigeerde dieptekaart.

De werkwijze kan verder omvatten: het presenteren van de gecorrigeerde dieptekaart aan een ruimte-detector voor gebruik in het  
10 detecteren van ruimtes op de plank.

Alternatief en/of bijkomend kan de werkwijze verder omvatten: voorafgaand aan het genereren van de dieptekaart, het uitlijnen van de dieptemetingen met een referentiekader gebaseerd op het vlak.

Ook kan in de werkwijze het genereren van de dieptekaart  
15 omvatten het genereren van elke dichtstbijzijnde object-diepte door: elke dieptemeting toe te kennen aan één van een meervoudig aantal bakken (bins) die zijn opgesteld in een driedimensionaal rooster, om een telling van dieptemetingen te genereren die binnen elke bak vallen; voor elk van het meervoudig aantal posities in het vlak, een deelverzameling van de bakken  
20 te doorkruizen in een richting dwars op het vlak en de tellingen van de deelverzameling van bakken te accumuleren totdat de geaccumuleerde tellingen een drempel bereiken; en de dichtstbijzijnde objectdiepte in te stellen als een diepte van een laatste van de deelverzameling van bakken die zijn doorkruist.

25 Verder kan in de werkwijze het detecteren van de boven-objectgrens omvatten: te beginnen bij de locatie van de boven-plankrand, het doorkruisen van een strook van de dieptekaart vanaf de locatie van de boven-plankrand naar de locatie van de onder-plankrand; en het bepalen of een verandering in diepte tussen doorkruiste posities in de strook een

vooraf-gedefinieerde drempel overschrijdt. Voordeligerwijs definieert de vooraf-gedefinieerde drempel een afname in diepte.

Het genereren van de gecorrigeerde dieptekaart kan het instellen omvatten van de dichtstbijzijnde objectdieptes van elke positie in de strook  
5 tussen de boven-objectgrens en de locatie van de onder-plankrand op de diepte van de boven-objectgrens.

De strook kan bijvoorbeeld een lijn zijn, voordeligerwijs kan de strook een vooraf-gedefinieerde breedte hebben groter dan één dichtstbijzijnde object-dieptewaarde.

10 De werkwijze kan verder omvatten: voorafgaand aan het genereren van de gecorrigeerde dieptekaart, het corrigeren van nul-waardes (null values) in de dieptekaart door het uitvoeren van een lekkende (leaky) convolutie op de dieptekaart.

Volgens een ander aspect van de uitvinding wordt een  
15 rekeninrichting verschaft voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten in data die een of meerdere objecten representeren die zijn geplaatst op een plank, waarbij de rekeninrichting omvat: een geheugen; en een beeldregelaar die is verbonden met het geheugen, waarbij de beeldregelaar omvat: een preprocessor die is ingericht om een meervoudig  
20 aantal dieptemetingen te verkrijgen die zijn opgenomen door een dieptesensor en corresponderen met een gebied dat de plank omvat; waarbij de preprocessor verder is ingericht om (i) een definitie van een vlak dat de randen van de plank omvat, (ii) een locatie in het vlak van een boven-plankrand, en (iii) een locatie in het vlak van een onder-plankrand naburig  
25 aan de boven-plankrand te verkrijgen; een kaartgenerator die is ingericht om een dieptekaart te genereren die voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak een dichtstbijzijnde objectdiepte omvat; een corrigeerder die is ingericht om een boven-objectgrens in de dieptekaart te detecteren tussen de boven en onder-plankranden; en waarbij de corrigeerder verder is  
30 ingericht om een gecorrigeerde dieptekaart te genereren door het updaten

van elke dichtstbijzijnde objectdiepte tussen de boven-objectgrens en de onder-plankrand om een diepte te omvatten van de boven-objectgrens; en waarbij de beeldregelaar verder is ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart in het geheugen op te slaan.

5           Voordeligerwijs kan de beeldverwerkingsregelaar verder zijn ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart te presenteren aan een ruimtedetector voor gebruik in het detecteren van ruimtes op de plank.

          De preprocessor kan verder zijn ingericht om voorafgaand aan de generatie van de dieptekaart de dieptemetingen uit te lijnen met een  
10       referentiekader gebaseerd op het vlak.

          De kaartgenerator kan zijn ingericht om elke dichtstbijzijnde objectdiepte te genereren door: elke dieptemeting aan één van een meervoudig aantal bakken toe te kennen die zijn opgesteld in een driedimensionaal rooster, om een telling van dieptemetingen te genereren  
15       die vallen binnen elke bak; voor elk van het meervoudig aantal posities in het vlak, een deelverzameling van de bakken te doorkruisen in een richting dwars op het vlak en de tellingen te accumuleren van de deelverzameling van bakken totdat de geaccumuleerde tellingen een drempel bereiken; en de  
20       dichtstbijzijnde objectdiepte in te stellen als een diepte van een laatste van de deelverzameling van bakken die zijn doorkruist.

          De corrigeerder kan verder zijn ingericht om de boven-objectgrens te detecteren door: te beginnen bij de locatie van de boven-plankrand, een strook van de dieptekaart te doorkruisen vanaf de locatie van de boven-plankrand richting de locatie van de onder-plankrand; en te bepalen of een  
25       verandering in diepte tussen doorkruiste posities in de strook een vooraf gedefinieerde drempel overschrijdt.

          Voordeligerwijs definieert de drempel een afname in diepte.

          De corrigeerder kan verder zijn ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart te genereren door het instellen van de dichtstbijzijnde

objectdieptes van elke positie in de strook tussen de boven-objectgrens en de locatie van de onder-plankrand op de diepte van de boven-objectgrens.

De strook kan bijvoorbeeld een lijn zijn. Alternatief en/of bijkomend heeft de strook een vooraf gedefinieerde breedte groter dan een  
5 dichtstbijzijnde objectdiepte.

De kaartgenerator kan verder zijn ingericht om: voorafgaand aan het genereren van de gecorrigeerde dieptekaart, nul-waarden (null values) in de dieptekaart te corrigeren door het uitvoeren van een lekkende (leaky)convolutie op de dieptekaart.

10

### **Korte beschrijving van de verschillende aanzichten van de tekeningen**

De begeleidende figuren, waarbij gelijke verwijzingscijfers verwijzen naar identieke of functioneel vergelijkbare elementen in de  
15 afzonderlijke aanzichten, tezamen met de figuurbeschrijving hieronder, zijn ingelijfd in en maken deel uit van de beschrijving en dienen om uitvoeringsvormen van concepten die de geclaimde uitvinding omvatten verder te illustreren en leggen verscheidene principes en voordelen van deze uitvoeringsvormen uit. Hierin toont

20 FIG. 1 een schets van een mobiel automatiseringssysteem;

FIG. 2A een mobiele automatiseringsinrichting in het systeem van FIG. 1;

FIG. 2B een blokdiagram van bepaalde interne hardware componenten van de mobiele automatiseringsinrichting in het systeem van  
25 FIG.1;

FIG. 3 een blokdiagram van bepaalde interne componenten van de server van FIG. 1;

FIG. 4 een stroomdiagram van een werkwijze voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten;

30 FIG. 5A een voorbeeld-plankopstelling;

FIG. 5B dieptemetingen corresponderend met de plank van FIG. 5A;

FIG. 6A een plankvlak en plankrandlocaties die zijn gebruikt in de werkwijze van FIG. 4;

5 FIG. 6B een driedimensionaal rooster toegepast op de dieptemetingen getoond in FIG. 5B in de werkwijze van FIG. 4;

FIG. 7 een stroomdiagram voor een werkwijze voor het genereren van een dieptekaart;

10 FIG. 8A een voorbeeld-dieptekaart gegenereerd via de uitvoering van de werkwijze van FIG. 7;

FIG. 8B de uitvoering van een lekkende convolutie bewerking om nulwaarden in de dieptekaart van FIG. 8A te corrigeren;

FIG. 8C een geüpdatete dieptekaart volgende op de correctie van de nulwaarden;

15 FIG. 9 een stroomdiagram van een werkwijze voor het detecteren van boven-objectgrenzen en het genereren van een gecorrigeerde dieptekaart; en

FIGs 10A, 10B en 10C de generatie van een gecorrigeerde dieptekaart overeenkomstig de werkwijze van FIG. 9.

20 Elementen in de figuren worden getoond voor eenvoud en duidelijkheid en zijn niet noodzakelijk op schaal getekend. De afmetingen van sommige van de elementen in de figuren kunnen bijvoorbeeld zijn overdreven ten opzichte van andere elementen om het begrijpen van uitvoeringsvormen van de onderhavige uitvinding te helpen verbeteren.

25 De inrichting en werkwijze componenten worden gerepresenteerd, waar het geschikt is, door conventionele symbolen in de figuren, waarbij alleen die specifieke details worden getoond die relevant zijn voor het begrijpen van de uitvoeringsvormen van de onderhavige uitvinding om zo niet de beschrijving onduidelijk te maken met details die op zichzelf  
30 gemakkelijk duidelijk zijn.



### **Uitgebreide beschrijving**

Omgevingen zoals magazijnen, detailhandel locaties (bijvoorbeeld supermarkten) en dergelijke omvatten typisch een grote variëteit aan producten ondersteund op ondersteuningsstructuren zoals plankmodules, voor selectie en aankoop door klanten. Als gevolg varieert de samenstelling van de verzameling producten ondersteund door een bepaalde plankmodule met de tijd, als producten worden verwijderd en in sommige gevallen worden vervangen door klanten, magazijnmedewerkers en dergelijke. Producten die deels of volledig zijn uitgeput vereisen over het algemeen herbevoorrading en producten die incorrect zijn vervangen (waarnaar wordt verwezen als “pluggen”) vereisen typisch herplaatsing naar de correcte positie op de planken. De detectie van herbevoorrading of plug-problemen wordt conventioneel uitgevoerd door menselijke medewerkers via visuele beoordeling van de planken en het handmatig scannen van barcodes. Deze vorm van detectie is arbeidsintensief en daardoor kostbaar, als ook foutgevoelig.

Pogingen om de detectie te automatiseren van productstatusproblemen zoals die hiervoor zijn genoemd worden bemoeilijkt door de frequent veranderende aard van de omgeving waarin een autonoom data-opname systeem moet opereren. Eén van de moeilijkheden is dat digitale beelden van de planken variëren in kwaliteit afhankelijk van de beschikbare verlichting, de aanwezigheid van visuele obstructies en dergelijke. Verder omvatten sommige objecten gedeeltes die doorschijnend of transparant zijn. Een voorbeeld van een dergelijk object is een fles frisdrank, die typisch een ondoorzichtige dop en een ondoorzichtig label omvat dat is gewikkeld om het middengedeelte van de fles, terwijl de rest van de fles doorschijnend of transparant is. Afhankelijk van de kleur van de vloeistof die in de fles zit, kunnen digitale beelden gedeeltes van de achterkant van de plank tonen door de fles heen, wat vervolgens kan leiden tot de geautomatiseerde detectie van inaccuraat statusinformatie

(bijvoorbeeld het aangeven dat een ruimte bestaat waar zich daadwerkelijk een doorschijnend of transparant object bevindt). Dieptemetingen kunnen ook inaccuraat zijn ten gevolge van dergelijke transparanthen, zo kan licht uitgezonden door dieptesensoren (bijvoorbeeld een laserbundel  
5 uitgezonden door een Licht Detectie en Bereik (LIDAR) sensor) het object doorkruisen en reflecteren aan de achterkant van de plank in plaats van reflecteren aan het object zelf. De vakman zal zich realiseren dat het systeem en werkwijzen die hierin zijn geopenbaard op gelijke wijze toepasbaar zijn op het corrigeren van zowel transparantie als  
10 doorschijnendheid artefacten. Daarom worden de termen “doorschijnend” of “doorschijnendheid” en “transparant” of “transparantie” hierin door elkaar gebruikt en zien op objecten die een gedeelte of al het licht door hen heen laten passeren.

Voorbeelden die hierin zijn beschreven zijn gericht op een  
15 werkwijze in een beeldregelaar voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten in data die een of meerdere objecten representeren die zijn geplaatst op een plank, omvattende: het verkrijgen van een meervoudig aantal dieptemetingen die zijn opgenomen door een dieptesensor en corresponderen met een gebied dat de plank omvat; het verkrijgen van (i)  
20 een definitie van een vlak dat randen van de plank omvat, (ii) een locatie in het vlak van een boven-plankrand en (iii) een locatie in het vlak van een onder-plankrand naburig aan de boven-plankrand; het genereren van een dieptekaart die, voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak, een dichtstbijzijnde objectdiepte omvat; het detecteren van een boven-  
25 objectgrens in de dieptekaart tussen de boven- en onder-plankranden; het updaten van elke dichtstbijzijnde objectdiepte tussen de boven-objectgrens en de onder-plankrand om een diepte van de boven-objectgrens te omvatten; en het opslaan van de gecorrigeerde dieptekaart.

Bijkomende voorbeelden die hierin zijn beschreven zijn gericht op  
30 een rekenapparaat voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten in

data die een of meerdere objecten representeren die zijn geplaatst op een plank, omvattende: een geheugen; en een beeldregelaar die is verbonden met het geheugen, waarbij de beeldregelaar omvat: een preprocessor die is ingericht om een meervoudig aantal dieptemetingen te verkrijgen die zijn  
5 opgenomen door een dieptesensor en corresponderen met een gebied dat de plank omvat; waarbij de preprocessor verder is ingericht om (i) een definitie van een vlak dat de randen van de plank omvat, (ii) een locatie in het vlak van een boven-plankrand, en (iii) een locatie in het vlak van een onder-plankrand naburig aan de boven-plankrand te verkrijgen; een  
10 kaartgenerator die is ingericht om een dieptekaart te genereren die voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak een dichtstbijzijnde objectdiepte omvat; een corrigeerder die is ingericht om een boven-objectgrens in de dieptekaart te detecteren tussen de boven en onder-ondersteuningsoppervlakranden; en waarbij de corrigeerder verder is  
15 ingericht om een gecorrigeerde dieptekaart te genereren door het updaten van elke dichtstbijzijnde objectdiepte tussen de boven-objectgrens en de onder-plankrand om een diepte te omvatten van de boven-objectgrens; en waarbij de beeldregelaar verder is ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart in het geheugen op te slaan.

20 FIG. 1 toont een mobiel automatiseringssysteem 100 in overeenstemming met de leer van deze beschrijving. Het systeem 100 omvat een server 101 in communicatie met ten minste één mobiele automatiseringsinrichting 103 (waarnaar hier ook simpelweg wordt verwezen als de inrichting 103) en met ten minste één cliënt-rekenapparaat  
25 105 via communicatieverbindingen 107, die in het onderhavige voorbeeld zijn geïllustreerd als omvattende draadloze verbindingen. In het onderhavige voorbeeld zijn de verbindingen 107 verschaft door een draadloos local area netwerk (WLAN) dat wordt ingezet in de detailhandelomgeving door één of meerdere toegangspunten (niet getoond). In andere  
30 voorbeelden zijn de server 101, het cliëntapparaat 105 of beide geplaatst

buiten de detailhandel-omgeving en omvatten de verbindingen 107 daarom wide-area netwerken zoals het internet, mobiele netwerken en dergelijke. Het systeem 100 omvat ook een dock 108 voor de inrichting 103 in het onderhavige voorbeeld. Het dock 108 staat in verbinding met de server 101  
5 via een verbinding 109 die in het onderhavige voorbeeld een bedrade verbinding is. Echter, in andere voorbeelden is de verbinding 109 een draadloze verbinding.

Het cliënt-rekenapparaat 105 wordt getoond in FIG. 1 als een mobiel rekenapparaat, zoals een tablet, smartphone of dergelijke. In andere  
10 voorbeelden is het cliënt-rekenapparaat 105 geïmplementeerd als een ander type rekenapparaat, zoals een desktopcomputer, een laptopcomputer, een andere server, een kiosk, een monitor, en dergelijke. Het systeem 100 kan een meervoudig aantal cliënt-rekenapparaten 105 omvatten in verbinding met de server 101 via de verbindingen 107. Het cliënt-rekenapparaat 105  
15 kan bijvoorbeeld een mobiel apparaat 105 zijn.

Het systeem 100 wordt ingezet in het geïllustreerde voorbeeld in een detailhandel-omgeving die een meervoudig aantal plank-modules 110-1, 110-2, 110-3 enzovoort omvat (waarnaar gezamenlijk wordt verwezen als planken 110, en waarnaar in het algemeen wordt verwezen als een plank  
20 110 - deze naamgeving wordt ook gebruikt voor andere elementen die hierin worden besproken). Elke plank-module 110 ondersteunt een meervoudig aantal producten 112. Elke plank-module 110 omvat een plankachterkant 116-1, 116-2, 116-3 en een ondersteuningsoppervlak (bijvoorbeeld ondersteuningsoppervlak 117-3 zoals getoond in FIG. 1) dat zich uitstrekt  
25 vanaf de plankachterkant 116 naar een plankrand 118-3, 118-2, 118-3.

De plankmodules 110 zijn typisch opgesteld in een meervoudig aantal paden, waarvan elk een meervoudig aantal modules 110 omvat die zijn uitgelijnd van eind naar eind. In dergelijke opstellingen zijn de plankranden 118 naar de paden toe gekeerd, waardoor klanten in de  
30 detailhandelomgeving als ook de inrichting 103 zich kunnen verplaatsen.

Zoals duidelijk zal zijn uit FIG. 1, verwijst de uitdrukking “plankrand” 118 zoals hierin gebruikt, waarnaar ook kan worden verwezen als de rand van een ondersteuningsoppervlak (bijvoorbeeld de ondersteuningsoppervlakken 117), naar een oppervlak begrensd door naburige oppervlakken met  
5 verschillende hellingshoeken. In het voorbeeld getoond in FIG. 1 maakt de plankrand 118-3 een hoek van ongeveer negentig graden ten opzichte van elk van het ondersteuningsoppervlak 117-3 en de onderzijde (niet getoond) van het ondersteuningsoppervlak 117-3. In andere voorbeelden zijn de hoeken tussen de plankrand 118-3 en de naburige oppervlakken, zoals het  
10 ondersteuningsoppervlak 117-3, meer of minder dan negentig graden.

De inrichting 103 wordt ingezet in de detailhandel-omgeving, en communiceert met de server 101 (bijvoorbeeld via de verbinding 107) om autonoom of deels autonoom te navigeren langs een lengte 119 van ten minste een gedeelte van de planken 110. De inrichting 103 is uitgerust met  
15 een meervoudig aantal navigatie en data-opname sensors 104, zoals beeldsensors (bijvoorbeeld een of meer digitale camera's) en dieptesensors (bijvoorbeeld een of meer Licht Detectie en Bereik (LIDAR) sensors, een of meer dieptecamera's die gestructureerde lichtpatronen gebruiken, zoals infrarood licht, en dergelijke), en is verder ingericht om de sensors 104 te  
20 gebruiken om plankdata op te nemen. In het onderhavige voorbeeld is de inrichting 103 ingericht om een meervoudig aantal dieptemetingen corresponderend met de planken 110 op te nemen. Elke meting definieert een afstand van een dieptesensor op de inrichting 103 naar een punt op de plank 110 (bijvoorbeeld een product 112 geplaatst op de plank 110 of een  
25 structurele component van de plank 110, zoals een plankrand 118 of een plankachterkant 116).

De server 101 omvat een speciaal-doel beeldregelaar (special purpose imaging controller), zoals een processor 120, die specifiek is ontworpen om de mobiele automatiseringsinrichting 103 te regelen om data  
30 op te nemen (bijvoorbeeld de hiervoor genoemde dieptemetingen). De

processor 120 is verder ingericht om de opgenomen data te verkrijgen via een communicatie-interface 124 en de opgenomen data op te slaan in een geheugenmodule 132 in een geheugen 122 dat is verbonden met de processor 120. De server 101 is verder ingericht om verscheidene na-  
5 verwerkings-operaties uit te voeren op de opgenomen data. In het bijzonder, zoals hierna in meer detail zal worden besproken, is de server 101 ingericht om doorschijnendheid artefacten in de opgenomen data te corrigeren.

De doorschijnendheid artefacten ontstaan door gedeeltes van producten 112 die doorschijnend of transparant zijn, en de server 101 is  
10 ingericht om dergelijke artefacten te corrigeren in de opgenomen data om verdere stroomafwaartse verwerking van de opgenomen data mogelijk te maken, bijvoorbeeld om product-statusdata te bepalen (bijvoorbeeld om ruimtes op de planken 110 te detecteren). De server 101 kan ook worden ingericht om statusmeldingen te versturen (bijvoorbeeld notificaties die  
15 aangeven dat producten niet-voorrudig, laag op voorraad of fout geplaatst zijn) aan het cliënt-rekenapparaat 105 als respons op de bepaling van product-statusdata. Het cliënt-rekenapparaat 105 omvat een of meerdere regelaars (bijvoorbeeld centrale verwerkingseenheden (CPUs) en/of veld-programmeerbare poort arrays (FPGAs) en dergelijke) die zijn ingericht om  
20 notificaties te verwerken (bijvoorbeeld om te tonen) die zijn ontvangen van de server 101.

De processor 120 is onderling verbonden met een niet-vergankelijk door de computer leesbaar opslagmedium, zoals het hiervoor genoemde geheugen 122, met daarop opgeslagen door de computer leesbare  
25 instructies voor het uitvoeren van bediening van de inrichting 103 om data op te nemen als ook hiervoor genoemde na-verwerkingsfunctionaliteit, die hierna in meer detail wordt besproken. Het geheugen 122 omvat een combinatie van volatiel (bijvoorbeeld Random Access Memory of RAM) en niet-volatiel geheugen (bijvoorbeeld read only memory of ROM, Electrically Erasable P  
30 Rogrammable Read Only Memory of EEPROM, flash geheugen).

De processor 120 en het geheugen 122 omvatten elk één of meerdere geïntegreerde circuits. In sommige uitvoeringsvormen is de processor 120 geïmplementeerd als één of meerdere centrale verwerkingseenheden (CPUs) en/of grafische verwerkingseenheden (GPUs).

5 De server 101 omvat ook de bovenvermelde communicatie-interface 124 die onderling is verbonden met de processor 120. De communicatie-interface 124 omvat geschikte hardware (bijvoorbeeld zenders, ontvangers, netwerk-interface regelaars en dergelijke) die het de server 101 mogelijk maken te communiceren met andere rekenapparaten -  
10 in het bijzonder de inrichting 103, het cliënt-rekenapparaat 105 en het dock 108 – via de verbindingen 107 en 109. De verbindingen 107 en 109 kunnen directe verbindingen zijn of verbindingen die één of meerdere netwerken doorkruisen, waaronder zowel lokale als wide-area netwerken zijn begrepen. De specifieke componenten van de communicatie-interface 124 worden  
15 geselecteerd op basis van het type netwerk of andere verbindingen waarover de server 101 dient te communiceren. In het onderhavige voorbeeld, zoals eerder opgemerkt, is een draadloos local-area netwerk geïmplementeerd in de detailhandelomgeving door middel van de inzet van één of meerdere draadloze toegangspunten. De verbindingen 107 omvatten daarom  
20 draadloze verbindingen tussen de inrichting 103 en de mobiele inrichting 105 en de bovengenoemde toegangspunten, en/of een bedrade verbinding (bijvoorbeeld een Ethernet-gebaseerde verbinding) tussen de server 101 en het toegangspunt.

Het geheugen 122 slaat een meervoudig aantal applicaties op,  
25 waarbij elk een meervoudig aantal door de computer leesbare instructies omvat die door de processor 120 kunnen worden uitgevoerd. De uitvoering van de hiervoor genoemde instructies door de processor 120 richt de server 101 in om verscheidene handelingen uit te voeren die hierin zijn besproken. De applicaties die zijn opgeslagen in het geheugen 122 omvatten een  
30 regelapplicatie 128, die ook kan worden geïmplementeerd als een stel (suite)

van logisch verschillende applicaties. In het algemeen is de processor 120 ingericht om, via uitvoering van de applicatie 128 of sub-componenten daarvan en in samenwerking met de andere componenten van de server 101, verscheidene functionaliteiten te implementeren. Naar de processor 5 120, zoals ingericht via de uitvoering van de regelapplicatie 128, wordt hierin ook verwezen als de regelaar 120. Zoals nu duidelijk zal zijn, kan een deel of alle functionaliteit die wordt geïmplementeerd door de regelaar 120, die hierna wordt beschreven, ook worden uitgevoerd door vooraf ingerichte hardware elementen (bijvoorbeeld één of meerdere FPGAs en/of applicatie-10 specifieke geïntegreerde circuits (ASICs))) in plaats van uitvoering van de regelapplicatie 128 door de processor 120.

Onder verwijzing naar FIGs. 2A en 2B wordt de mobiele automatiseringsinrichting 103 nu in meer detail getoond. De inrichting 103 omvat een chassis 201 dat een bewegend mechanisme 203 omvat 15 (bijvoorbeeld één of meerdere elektrische motoren die de wielen, rupsbanden of dergelijke aandrijven). De inrichting 103 omvat verder een sensormast 205 die wordt ondersteund op het chassis 201 en in het onderhavige voorbeeld zich omhoog uitstrekt (bijvoorbeeld hoofdzakelijk verticaal) vanaf het chassis 201. De mast 205 ondersteunt de sensors 104 die eerder zijn 20 genoemd. In het bijzonder omvatten de sensors 104 ten minste één beeldsensor 207, zoals een digitale camera, als ook ten minste één dieptesensor 209, zoals een 3D digitale camera. De inrichting 103 omvat ook bijkomende dieptesensors, zoals LIDAR sensors 211. In andere voorbeelden omvat de inrichting 103 bijkomende sensors, zoals één of meerdere RFID 25 lezers, temperatuursensors, en dergelijke.

In het onderhavige voorbeeld ondersteunt de mast 205 zeven digitale camera's 207-1 tot en met 207-7 en twee LIDAR sensors 211-1 en 211-2. De mast 205 ondersteunt ook een meervoudig aantal verlichtingssamenstellen 213, die zijn ingericht om de gezichtsvelden van de 30 camera's 207 te verlichten. Dat wil zeggen, het verlichtingssamenstel 213-1



verlicht het gezichtsveld van de camera 207-1, enzovoort. De sensors 207 en 211 zijn zodanig georiënteerd op de mast dat de gezichtsvelden van elke sensor naar een plank 110 zijn gekeerd langs de lengte 119 waarlangs de inrichting 103 beweegt. De inrichting 103 is ingericht om een locatie van de inrichting 103 te volgen (bijvoorbeeld een locatie van het middelpunt van het chassis 201) in een gemeenschappelijk referentiekader dat eerder is ingesteld in de detailhandel faciliteit, wat het mogelijk maakt dat data die is vastgelegd door de mobiele automatiseringsinrichting wordt gerapporteerd aan het gemeenschappelijke referentiekader.

De mobiele automatiseringsinrichting 103 omvat een speciaal-doel regelaar, zoals een processor 220, zoals getoond in FIG. 2B, die onderling is verbonden met een niet-vergankelijk door de computer leesbaar opslagmedium, zoals een geheugen 222. Het geheugen 222 omvat een combinatie van volatiel (bijvoorbeeld Random Access Memory of RAM) en niet-volatiel geheugen (bijvoorbeeld read only memory of ROM, Electrically Erasable PRogrammable Read Only Memory of EEPROM, flash geheugen). De processor 220 en het geheugen 222 omvatten elk één of meerdere geïntegreerde circuits. Het geheugen 222 slaat door de computer leesbare instructies op voor uitvoering door de processor 220. In het bijzonder slaat het geheugen 222 een regelapplicatie 228 op die, wanneer uitgevoerd door de processor 220, de processor 220 inricht om verscheidene functies uit te voeren die zijn gerelateerd aan de navigatie van de inrichting 103 (bijvoorbeeld door het regelen van het bewegende mechanisme 203) en het verzamelen van data (bijvoorbeeld beeld en/of diepte metingen) die de planken 110 representeren. De applicatie 228 kan ook worden geïmplementeerd als een stel verschillende applicaties in andere voorbeelden.

Naar de processor 220, wanneer deze zo is ingericht door de uitvoering van de applicatie 228, kan ook worden verwezen al een regelaar 220. Opgemerkt wordt dat de functionaliteit geïmplementeerd door de

processor 220 via de uitvoering van de applicatie 288 ook kan worden geïmplementeerd door één of meerdere speciaal ontworpen hardware of firmware componenten, zoals FPGAs, ASICs en dergelijke in andere uitvoeringsvormen.

5                   Het geheugen 222 kan ook een geheugenmodule 232 opslaan die bijvoorbeeld een kaart van de omgeving omvat waarin de inrichting 103 functioneert, voor gebruik gedurende de uitvoering van de applicatie 228. De inrichting 103 kan verder communiceren met de server 101, bijvoorbeeld om instructies te ontvangen om data-opname bewerkingen te initiëren via  
10 een communicatie-interface 224 over de verbinding 107 getoond in FIG. 1. De communicatie-interface 224 stelt de inrichting 103 ook in staat te communiceren met de server 101 via het dock 108 en de verbinding 109.

                  In het onderhavige voorbeeld, zoals hierna besproken, zijn een of beide van de server 101 (zoals ingericht via de uitvoering van de  
15 regelapplicatie 228 door de processor 120) en de mobiele automatiseringsinrichting 103 (zoals ingericht via de uitvoering van de applicatie 228 door de processor 220) ingericht om dieptemetingen te verwerken die zijn opgenomen door de inrichting 103 om doorschijnendheid artefacten te corrigeren de dieptemetingen. Doorschijnendheid artefacten,  
20 zoals hierin naar wordt verwezen, corresponderen met gedeeltes van de dieptemetingen die corresponderen met doorschijnende of transparante gedeeltes van de producten 112. Een of beide van de server 101 en de inrichting 103 zijn verder ingericht om de gecorrigeerde data te genereren die de doorschijnendheid artefacten vervangen, voor gebruik in  
25 stroomafwaartse verwerking (bijvoorbeeld om ruimtes tussen de producten 112 te detecteren op de planken 110).

                  In verdere voorbeelden kan de dataverwerking, die hierna wordt besproken, worden uitgevoerd op een rekenapparaat anders dan de server 101 en de mobiele automatiseringsinrichting 103, zoals het cliëntapparaat  
30 105. De dataverwerking hiervoor genoemd zal in meer detail worden

beschreven in relatie tot zijn uitvoering bij de server 101, via uitvoering van de applicatie 128.

Met betrekking tot FIG. 3, alvorens de bediening van de applicatie 128 te beschrijven om doorschijnendheid artefacten in dieptedata opgenomen door de inrichting 103 te corrigeren, worden bepaalde componenten van de applicatie 128 in meer detail beschreven. Zoals duidelijk zal zijn voor de vakman, kunnen in andere voorbeelden de componenten van de applicatie 128 worden gescheiden in verschillende applicaties, of gecombineerd in andere verzamelingen van componenten. Sommige of alle van de componenten getoond in FIG. 3 kunnen ook worden geïmplementeerd als specifieke hardware componenten, zoals een of meerdere ASICS of FPGAs.

De regelapplicatie 128 omvat een preprocessor 300 die is ingericht om dieptemetingen te verkrijgen die corresponderen met de planken 110 en de producten 112 die daarop steunen, en om de dieptemetingen voor te bewerken, bijvoorbeeld door het transformeren van de dieptemetingen tussen verschillende referentiekaders, om de dieptemetingen voor te bereiden voor aansluitende verwerking. De regelapplicatie omvat ook een kaartgenerator 304 die is ingericht om een tweedimensionale dieptekaart te genereren uit de voorbewerkte dieptemetingen-uitvoer van de preprocessor 300, wat, zoals duidelijk zal zijn voor de vakman, typisch een driedimensionale puntenwolk definieert. De regelapplicatie 128 omvat ook een corrigeerder 308, die is ingericht op de bovengrenzen van objecten op de planken 110 te identificeren (bijvoorbeeld producten 112) en om de dieptekaart te updaten om te corrigeren voor mogelijke doorschijnendheid artefacten die verschijnen in de dieptekaart ten gevolge van doorschijnende of transparante gedeeltes van de producten 112. De uitvoer van de corrigeerder 308 kan worden verschaft aan een verdere applicatie, zoals een ruimtedetector die wordt uitgevoerd door de server 101.

De functionaliteit van de regelapplicatie 128 zal nu in meer detail worden beschreven. Fig. 4 toont een werkwijze 400 voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten in opgenomen data die de planken 110 tonen. De werkwijze 400 wordt nu beschreven samen met zijn uitvoering op het systeem 100 en onder verwijzing naar de componenten getoond in FIG. 3.

Bij blok 405 is de processor 120 en in het bijzonder de preprocessor 300 van de applicatie 128 ingericht om een meervoudig aantal dieptemetingen te verkrijgen die zijn opgenomen door een dieptesensor en die een ondersteuningsstructuur representeren, zoals een plankmodule 110 en de producten 112 die daarop steunen. De dieptemetingen verkregen bij blok 405 zijn bijvoorbeeld opgenomen door de inrichting 103 en opgeslagen in de geheugenmodule 132. De preprocessor 300 is daarom ingericht, in het bovenstaande voorbeeld, om de dieptemetingen te verkrijgen door de dieptemetingen op te halen uit de geheugenmodule 132.

De dieptemetingen kunnen zijn opgenomen in een verscheidenheid aan vormen, overeenkomstig de dieptesensor(s) die door de inrichting 103 worden gebruikt om de metingen op te nemen. De dieptemetingen verkregen bij blok 405 zijn verkregen in de vorm van een driedimensionale puntenwolk, waarbij elk punt in de wolk een positie in een vooraf bepaald referentiekader heeft en een punt op de planken 110 aangeeft waar een object was gedetecteerd door de dieptesensors.

Fig. 5A toont een voorbeeld-plankmodule 510, waarmee samen de uitvoering van de werkwijze 400 zal worden beschreven. De module 510 omvat een plankachterkant 516 die zich uitstrekt tussen een paar ondersteuningsoppervlakken 517-1 en 517-2 die elk een rand 518-1 en 518-2 hebben. Het ondersteuningsoppervlak 517-1 is leeg getoond voor eenvoud van de illustratie. Het ondersteuningsoppervlak 517-2 wordt getoond, al ondersteunend een meervoudig aantal objecten 512, zoals producten in een detailhandelomgeving. Bepaalde producten omvatten doorschijnende of transparante gedeeltes. In het bijzonder omvatten twee van de producten

512 getoond in FIG. 5A een ondoorzichtige dop 550 en een ondoorzichtig label 554, waarbij de rest van het product 512 doorschijnend of transparant is (aldus kan de plankachterkant 516 zichtbaar zijn door de doorschijnende gedeeltes 558 heen).

5 FIG. 5B toont een puntenwolk 560 die is verkregen bij blok 405, omvattende dieptemetingen die zijn opgenomen (bijvoorbeeld door de inrichting 103) voor de module 510. Zoals is te zien in FIG. 5B, verschijnen de doorschijnende gedeeltes 558 van de producten 512 ofwel niet in de puntenwolk 560 of zijn die alleen deels gerepresenteerd in de puntenwolk  
10 560 (bijvoorbeeld door de punten 564). Met andere woorden, de puntenwolk 560 kan de ondoorzichtige labels 554 en/of ondoorzichtige doppen 550 van de producten 512 representeren als zwevend boven het ondersteuningsoppervlak 517-2, omdat de doorschijnende gedeeltes 558 incompleet of geheel niet worden gerepresenteerd in de puntenwolk 560.  
15 Zoals nu duidelijk zal zijn voor de vakman, kan een ruimtedetectiemechanisme dat werkt op de puntenwolk 560 ruimtes tussen de doppen 550 en de labels 554 detecteren en/of tussen de labels 554 en het ondersteuningsoppervlak 517-2 waar in feite dergelijke ruimtes waarschijnlijk fysiek onmogelijk zijn. De puntenwolk 560 is gedefinieerd  
20 overeenkomstig een referentiekader 568. Dat wil zeggen, elk punt in de puntenwolk heeft een positie gedefinieerd door coördinaten overeenkomstig het referentiekader 568.

Bij blok 405, kan de preprocessor 300 ook zijn ingericht om een representatie van een plankvlak te verkrijgen dat de randen 518 omvat als  
25 ook data die de locaties van de randen 518-1 en 518-2 aangeven in het vlak. De detectie van het plankvlak en de randlocaties kan worden uitgevoerd via uitvoering van een plankvlakdetector en/of een plankranddetector (bijvoorbeeld bij server 101). Een voorbeeld plankvlakgenerator kan worden ingericht om dieptemetingen te verwerken van de modules 110 of 510  
30 (bijvoorbeeld opgenomen door de inrichting 103 met de dieptesensor 209) om

een deelverzameling van de dieptemetingen te selecteren die indicatief zijn voor plankranden (bijvoorbeeld indicatief voor hoofdzakelijk verticale oppervlakken) en om een plankvlak te fitten aan de geselecteerde dieptemetingen.

5 Een voorbeeld plankranddetector kan bijvoorbeeld beelden van de modules 110 of 510 verwerken (bijvoorbeeld opgenomen door de inrichting 103 met de camera's 207) om intensiteitsovergangen te identificeren (overgangen van licht naar donker en van donker naar licht) die indicatief zijn voor plankranden, die indicatief zijn voor plankranden. De  
10 plankranddetector kan begrenzendende dozen produceren corresponderend met de gebieden (dat wil zeggen de waarschijnlijke plankranden) die begrensd zijn door dergelijke overgangen.

Met betrekking tot FIG. 6A, is een plankvlak 600 getoond over de puntenwolk 560 heen gelegd. Verder geven begrenzendende dozen 604-1 en 604-  
15 2 de locaties 604 aan, binnen het vlak 600, van elk van de plankranden 518. Hoewel het vlak 600 en de randlocaties 604 grafisch zijn getoond in FIG. 6A, kunnen definities voor het vlak 600 en de locaties 604 worden verkregen in ieder geschikt formaat bij blok 405. De preprocessor 400 kan bijvoorbeeld zijn ingericht om een vergelijking te verkrijgen die het vlak definieer als ook  
20 coördinaten (bijvoorbeeld voor elke hoek van de begrenzendende dozen getoond in FIG. 6A) die de locaties 604 definiëren.

Zoals duidelijk zal zijn uit FIG. 6A, zijn het vlak 600 en de locaties 604 (als ook de onderliggende randen 518) niet parallel aan een van de assen van het referentiekader 568. Dus om in sommige  
25 uitvoeringsvormen de computationele belasting te reduceren die wordt opgelegd door het aansluitend verwerken, is de preprocessor 300 ook ingericht om de puntenwolk 560 te transformeren om de punten daarin uit te lijnen met een referentiekader 608 gedefinieerd door het vlak 600 zelf. Dat wil zeggen, twee assen (X en Y in het geïllustreerde voorbeeld) liggen  
30 binnen het vlak 600, terwijl de derde as (Z of diepte) haaks staat op het vlak

600. De transformatie van de puntenwolk 560 vervangt de coördinaten van de punten in het referentiekader 568 met coördinaten die dezelfde fysieke positie aangeven, maar in het referentiekader 608 zijn gedefinieerd. De uitlijning van de puntenwolk 560 met het referentiekader 608 kan worden  
5 weggelaten in sommige uitvoeringsvormen.

Terugkerend naar FIG. 4, is bij blok 410 de kaartgenerator 304 ingericht om een dieptekaart te genereren uit de puntenwolk 560. De dieptekaart omvat, voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak 600 (dat wil zeggen voor elke positie in een tweedimensionaal rooster in het  
10 vlak 600) een dichtstbijzijnde objectdiepte. De dichtstbijzijnde objectdiepte voor een gegeven positie in het vlak 600 geeft de afstand aan vanaf het vlak 600, in een richting parallel met de Z as van het referentiekader 608, naar het eerste object (bijvoorbeeld een product 512 of de plankachterkant 516) dat tegen wordt gekomen bij het bewegen in die richting. Verscheidene  
15 mechanismes worden overwogen voor het genereren van de dieptekaart. De dieptekaart kan bijvoorbeeld worden gegenereerd door elk punt op het vlak 600 te doorkruisen en het eerste punt in de puntenwolk 560 te selecteren dat verschijnt langs een straal die wordt herleid vanaf het vlak 600 in de Z richting. Echter een dergelijk aanpak kan ruis of andere artefacten  
20 omvatten die verschijnen de puntenwolk 560. De kaartgenerator 304 is daarom ingericht, in het onderhavige voorbeeld, om de dieptekaart te genereren overeenkomstig de werkwijze getoond in FIG. 7.

Met betrekking tot FIG. 7, is bij blok 705 de kaartgenerator 304 ingericht om de dieptemetingen in de puntenwolk toe te kennen aan een  
25 driedimensionaal rooster van bakken. Kort terugkerend naar FIG. 6B, wordt een rooster 650 getoond van individuele bakken 654 over de puntenwolk 560 heen gelegd. De resolutie van het rooster is in sommige voorbeelden ongeveer 1 cm x 1 cm x 1 cm (dat wil zeggen iedere bak 654 heeft een grootte van 1 kubieke centimeter). In andere voorbeelden kunnen  
30 echter hogere of lagere roosterresoluties worden gebruikt door de

kaartgenerator 304. Zoals nu duidelijk zal zijn uit FIG. 6B, bestrijkt elke bak 654 een gebied van de puntenwolk 560. De kaartgenerator 304 is ingericht om een telling te bepalen voor elke bak 654 gebaseerd op het aantal punten in de puntenwolk dat wordt bestreken door die bak 654. Dus  
5 bakken die de oppervlakken van producten 512 bestrijken of plankranden 518 zullen geneigd zijn verhoogde tellingen te hebben, terwijl bakken die gebieden van de puntenwolk bestrijken die corresponderen met ruimtes tussen producten 512 of de doorschijnende gedeeltes 558 zullen de neiging hebben lagere tellingen te hebben.

10 Volgend op de uitvoering van blok 705, heeft de kaartgenerator 304 daarom een driedimensionale rangschikking van baktellingen gegenereerd. De kaartgenerator 304 is dan ingericht om een waarde te genereren voor een punt (waarnaar ook als een pixel kan worden verwezen) in de tweedimensionale dieptekaart voor elk van een meervoudig aantal  
15 posities op het vlak 600. Dus bij blok 710 is de kaartgenerator 304 ingericht om een positie in het vlak 600 te selecteren waarvoor de volgende dieptekaartwaarde wordt gegenereerd (dat wil zeggen de volgende dichtstbijzijnde objectdiepte).

In het onderhavige voorbeeld corresponderen de posities  
20 geselecteerd bij opeenvolgende uitvoeringen van blok 710 met de intersecties van het rooster 650 met het vlak 600. Bij blok 715 is voor de geselecteerde positie de kaartgenerator 304 ingericht om te beginnen met het rooster van bakken over te steken in de Z richting (dat wil zeggen in een richting parallel aan de Z as van het referentiekader 608, welke haaks staat  
25 op het vlak 600). Kort terugkerend naar FIG. 6B, geeft de pijl 658 de richting aan van beweging die is geïnitieerd volgend op een selectie (bij blok 710) van de bak derde van link de bovenrij van het rooster 650.

30 Zoals duidelijk zal zijn, resulteert het oversteken van het rooster 650 als boven beschreven in het oversteken van een stapel van bakken die zijn uitgelijnd met de Z as. Bij blok 715 is de kaartgenerator 304 ingericht



om de telling van de eerste bak op te tellen tot een geaccumuleerde telling. Bij blok 720 is de kaartgenerator ingericht om te bepalen of de geaccumuleerde telling een vooraf gedefinieerde drempel heeft bereikt. De drempel is geselecteerd op basis van de resolutie van de puntenwolk 560 en  
5 van het rooster 650, en wordt ingesteld op een aantal punten dat voldoende hoog is om de waarschijnlijke aanwezigheid aan te geven van een object (in plaats van bijvoorbeeld ruis, stof of andere data-opname artefacten). Wanneer de drempel niet is bereikt bij blok 720 keert de kaartgenerator terug naar blok 715, schrijdt voort naar de volgende bak langs het pad van  
10 beweging (bijvoorbeeld de pijl 658) en herhaalt het bovenstaande proces.

Wanneer de bepaling bij blok 720 bevestigend is, is de kaartgenerator 304 ingericht bij blok 725 om de diepte van de meeste recent geaccumuleerde bak op te slaan in de dieptekaart als de dichtstbijzijnde objectdiepte. De kaartgenerator 304 is dan ingericht om te bepalen, bij blok  
15 730, of het vlak 600 volledig is doorkruist. Meer specifiek, is de kaartgenerator 304 ingericht om te bepalen of een gedeelte van het vlak 600 dat het geheel van de plankranden 518 bevat (zoals aangegeven door de locaties 604) is doorkruist. Wanneer de bepaling negatief is bij blok 730, keert de kaartgenerator terug naar blok 710, selecteert de volgende positie  
20 in het vlak 600 en herhaalt het bovenstaande proces. Echter, wanneer de bepaling bij blok 730 bevestigend is, is de dieptekaart compleet en de uitvoering van de werkwijze 400 gaat door naar blok 415.

Met betrekking tot FIG. 8A, wordt een voorbeeld dieptekaart 800 getoond die is gegenereerd uit de puntenwolk 560 zoals boven beschreven.  
25 De waardes van elke pixel in de dieptekaart worden getoond in grijsschaal in FIG. 8A, waarbij lichtere waardes grotere dieptes aangeven (dat wil zeggen dichtstbijzijnde objecten verder van het vlak 600) en donkerdere waardes geven kleinere dieptes aan (dat wil zeggen dichtstbijzijnde objectdieptes dicht bij het vlak 600). In sommige uitvoeringsvormen kan  
30 de dieptekaart 800 worden geconverteerd naar een grijsschaal beeld zoals

getoond in FIG. 8A (bijvoorbeeld met de dichtstbijzijnde objectdieptes geconverteerd naar grijschaal waardes tussen nul en 255). Zoals is te zien in de dieptekaart 800, verschijnen de producten 512, met de uitzondering van de transparante gedeeltes 558, als gebieden van beperkte diepte in de  
5 kaart 800, terwijl de transparante gedeeltes 558 (incorrect) verschijnen als gebieden met grotere diepte. Een gebied 804 geeft aan dat hoewel een transparant gebied 558 niet was gedetecteerd in zijn geheel in de puntenwolk 560, een voldoende aantal punten werd gedetecteerd om sommige waarden van de dieptekaart te kunnen bevolken. Verdere gebieden  
10 808 van de dieptekaart geven de locaties van plankranden 518 aan, met nul of nabij-nul diepte (aangezien de plankranden 518 hoofdzakelijk samenvallen met het vlak 600).

Ook geïllustreerd in de dieptekaart 800 is een gebied 812 dat een nulwaarde omvat. Het gebied 812 geeft missende data in de puntenwolk 560  
15 aan. De dieptesensor(s) gebruikt om de puntenwolk 560 op te nemen kan bijvoorbeeld niet voldoende dieptemetingen hebben verzameld om de drempel te bereiken bij blok 720 voor de pixels van de kaart 800 binnen het gebied 812. Oorzaken van dergelijke ontbrekende data kunnen schaduwen, reflecties, obstructies en dergelijke omvatten in de omgeving waarin de  
20 dieptemetingen werden opgenomen, die voorkomen dat de dieptesensors consistent de plankachterkant 516 detecteren.

In sommige voorbeelden is de kaartgenerator 304 ingericht om een diepte inkleur procedure uit voeren op de kaart 800 om pixels in de kaart 800 te bevolken die geen waardes omvatten. In het onderhavige  
25 voorbeeld wordt het inkleuren (bijvoorbeeld uitgevoerd in respons op een bevestigende bepaling van bij blok 730) uitgevoerd via een convolutie bewerking. Zoals duidelijk zal zijn voor de vakman omvat een convolutie bewerking, voor elke pixel van de kaart 800 het bepalen van het gemiddelde van de negen omliggende pixels, zoals getoond in FIG. 8B. In het  
30 onderhavige voorbeeld wordt naar de convolutiebewerking verwezen als een

lekkende convolutie, aangezien de uitvoer (dat wil zeggen het gemiddelde van de naburige pixels) wordt geplaatst in de centrale pixel. Dus in een geüpdatete dieptekaart 800a, zoals getoond in FIG. 8C, is het gebied 812 bevolkt met dichtstbijzijnde objectdieptes.

5                   Terugkerend naar FIG. 4, is bij blok 415 de corrigeerder 308 ingericht om boven-objectgrenzen te detecteren in de dieptekaart geproduceerd bij blok 410. Zoals zal worden gezien in de discussie hierna, is de corrigeerder 308 ingericht gebaseerd op de premisse dat de producten 512 typisch ondoorzichtige boven-componenten hebben (bijvoorbeeld de dop 10 550) zelfs als ze doorschijnende gedeeltes hebben. De configuratie van de corrigeerder 308 is verder voorondersteld op de kennis dat de detecteerbare boven-componenten van de producten 512 worden ondersteund door een continu object onder de gedetecteerde boven-component. Met andere 15 woorden, de corrigeerder 308 werkt op basis van de premisse dat de detecteerbare boven-componenten van de producten 512 niet zweven boven het corresponderende plank-ondersteuningsoppervlak 517. De corrigeerder 308 is daarom ingericht om eerste de boven-objectgrenzen te detecteren bij blok 415 (bijvoorbeeld corresponderend met de ondoorzichtige bovengedeeltes van de producten 512), en om dan de dieptekaart te 20 corrigeren op basis van dergelijke detecties bij blok 420.

In sommige voorbeelden is de corrigeerder 308 ingericht om boven-objectgrenzen te detecteren en een gecorrigeerde dieptekaart te genereren overeenkomstig een werkwijze 900 getoond in FIG. 9. Dat wil zeggen de werkwijze 900 is een voorbeeldwerkwijze voor het uitvoeren van 25 blokken 415 en 420 van de werkwijze 400. Bij blok 905 is de corrigeerder 308 ingericht om een naburig paar plankranden 518 te selecteren (dat wil zeggen een paar plankranden 518 zonder tussenliggende plankrand 518). De selectie bij blok 905 is gebaseerd op de locaties 604 verkregen bij blok 405. In de onderhavige voorbeelduitvoering van de werkwijze 400, zijn

alleen twee locaties 604-1 en 604-2 beschikbaar voor selectie, en de corrigeerder 308 selecteert daarom de locaties 604-1 en 604-2 bij blok 905.

Bij blok 910 is de corrigeerder 308 ingericht om een strook van de dieptekaart 800a te selecteren tussen de geselecteerd plankrand locaties  
5 604. Specifiek, strekt de strook geselecteerd bij blok 910 zich verticaal uit (dat wil zeggen parallel met de Y as van het referentiekader 608) vanaf de bovenlocatie 604-1 naar de onderlocatie 604-2. De breedte van de strook geselecteerd bij blok 910 kan een pixel zijn maar is niet beperkt tot een pixel. Een strook met bijvoorbeeld een breedte gelijk aan de verwachte  
10 breedte van een product 512 kan worden geselecteerd. Bij voorkeur heeft de strook niet een breedte groter dan de verwachte breedte van een product 512. Onder verwijzing naar FIG. 10A, wordt een voorbeeldstrook 1000 van de dieptekaart 800 getoond die zich uitstrekt tussen de locaties 604-1 en 604-2 (die over de kaart 800a heen zijn gelegd voor illustratieve doeleinden).

15 Opnieuw verwijzend naar FIG. 9, is de corrigeerder 308 bij blok 915 ingericht om de geselecteerde strook over te steken vanaf de bovenplankrand (dat wil zeggen de locatie 604-1 zoals getoond in FIG. 10A) richting de onderplankrand (dat wil zeggen de locatie 604-2 zoals getoond in FIG. 10A). De corrigeerder 308 is verder ingericht om bij blok 920 te  
20 bepalen of een verandering in diepte vanaf een doorkruiste positie naar de volgende een vooraf ingestelde drempel overschrijdt. De drempel is geselecteerd zodanig dat een verandering in diepte die de drempel overschrijdt de aanwezigheid van een product 512 aangeeft. De drempel kan bijvoorbeeld worden ingesteld op de diepte van een product 512.

25 Terugkerend naar FIG. 10A, zal het duidelijk zijn dat bij het oversteken van de strook 1000 vanaf de positie 1004 naar de positie 1008, de corrigeerder 308 een verandering diepte detecteert gelijk aan de afstand vanaf de plankachterkant 516 tot het oppervlak van een product 512 (specifiek een dop 550) die naar het vlak 600 is gekeerd. Wanneer de afstand groter dan de

drempel is, leidt een bevestigende bepaling bij blok 920, corresponderend met de detectie van een boven-objectgrens, tot de uitvoering van blok 925.

In sommige voorbeelden omvat de drempel waartegen veranderingen in diepte worden beoordeeld een richtingscriterium. De drempel kan bijvoorbeeld worden ingesteld op de diepte van een product 512, en kan ook vereisen dat de diepteverandering een afname in diepte is, wat een verandering weg van de achterkant van de plank 516 aangeeft en richting het plankvlak 600. Dus wanneer bijvoorbeeld een label is opgehangen onder een plankrand 518 (naar dergelijke labels kan ook worden verwezen als “prater”) kunnen twee veranderingen in diepte worden gedetecteerd als een strook wordt overgestoken: een verandering in diepte die een overgang van de prater naar de achterkant van de plank aangeeft, en een verandering in diepte die een overgang van de achterkant van de plank naar een product 512 aangeeft. De eerste van de bovenstaande veranderingen, die een toename in diepte is in plaats van een afname, voldoet niet aan de drempel bij blok 920.

Bij blok 925 is de corrigeerder 308 ingericht om de dieptewaardes (dat wil zeggen de dichtstbijzijnde objectdieptes) in de rest van de strook in te stellen op een waarde gelijk aan de diepte van de boven-objectgrens. Met andere woorden, blok 925 is een voorbeeldimplementatie van blok 420, in de zin dat de uitvoering van blok 925 een gecorrigeerd gedeelte van de dieptekaart 800 genereert gebaseerd op de gedetecteerde bovengrens.

FIG. 10B illustreert een deels gecorrigeerde dieptekaart 800a', waarbij de rest van de strook 1000 (dat wil zeggen het gedeelte van de strook 100 onder de grens gedetecteerd bij de positie 1008 in FIG. 10A) wordt geüpdatet om dezelfde diepte te omvatten als de diepte van de positie 1008. Als gevolg, zoals getoond in FIG. 10B, zijn de transparante gedeeltes 558 van het product 512 deels opnieuw samengesteld in de deels gecorrigeerde dieptekaart 800a'.

Volgend op de uitvoering van blok 925 is de corrigeerder 308 ingericht om verder te gaan naar blok 930. Een negatieve bepaling bij blok 920 leidt ook direct naar blok 930, waarbij voorbij wordt gegaan aan blok 925. Bij blok 930 bepaalt de corrigeerder 308 of de lengte (dat wil zeggen in de X richting, parallel aan de lengte 119 getoond in FIG. 1) van de randlocaties geselecteerd bij blok 905 is afgelegd. Wanneer de bepaling bij blok 930 negatief is, is de corrigeerder 308 ingericht om terug te keren naar blok 910, de volgende strook van de dieptekaart 800a' te selecteren (bijvoorbeeld de strook 1012 zoals getoond in FIG. 10B) en de uitvoering van blokken 915 tot en met 930 te herhalen zoals boven beschreven. Wanneer de bepaling bij blok 930 bevestigend is, aangevend dat het hele gebied tussen het paar randlocaties die zijn geselecteerd bij blok 905 is afgelegd, eindigt de werkwijze 900. In sommige voorbeelden kan in plaats van beëindigen de werkwijze 900 worden herhaald voor overblijvende paren plankranden 518.

FIG. 10C illustreert het resultaat van het verwerken van de dieptekaart 800 via uitvoering van de werkwijze 900. In het bijzonder toont FIG. 10C een gecorrigeerde dieptekaart 800b, waarin gedeeltes van de dieptekaart 800 die incorrect transparante gedeeltes 558 van producten 512 hebben weggelaten zijn geüpdatet om de transparante gedeeltes correct te tonen (waarvan een voorbeeld is gemarkeerd via dubbele arcering).

Volgend op de afronding van de werkwijze 900, kan de applicatie 128 verder zijn ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart 800b te presenteren aan een verdere applicatie (niet getoond), zoals een ruimtedetector-applicatie die is ingericht om ruimtes tussen producten 512 te detecteren. Zoals nu duidelijk zal zijn, kan de gecorrigeerde dieptekaart 800b een dergelijke ruimtedetector in staat stellen om accurater ruimtes te detecteren door het reduceren van de waarschijnlijkheid dat transparante gedeeltes 558 van de producten 512 leiden tot de detectie van foutposities door de ruimtedetector (dat wil zeggen ruimtes gedetecteerd waar in feite geen ruimtes, maar juist doorschijnende producten 512).

In andere voorbeelden is de corrigeerder 308 ingericht om begrenzendende dozen te genereren (bijvoorbeeld via uitvoering van een geschikt randdetectie-algoritme) corresponderend met de producten 512 zoals gerepresenteerd in de gecorrigeerde dieptekaart 800b, voor presentatie  
5 aan de bovenvermelde ruimtedetector.

De ruimtedetector kan bijvoorbeeld ruimtes identificeren tussen producten 512 gebaseerd op beelden die zijn opgenomen door de inrichting 103 van de modules 110 of 510. De ruimtedetector kan bijvoorbeeld zijn ingericht om gedeeltes van dergelijke beelden te detecteren die een patroon  
10 tonen geassocieerd met de plankachterkant 516. Dergelijke gedeeltes geven aan dat de plankachterkant zichtbaar is tussen producten 512 en geven daardoor de aanwezigheid van ruimtes aan. Zoals nu duidelijk zal zijn, in de afwezigheid van de gecorrigeerde dieptekaart, kan dergelijke beeld-  
gebaseerde ruimtedetectie incorrect ruimtes detecteren waar in feite de  
15 transparante gedeeltes 558 van de producten 512 aanwezig zijn, aangezien het patroon van de plankachterkant 516 zichtbaar kan zijn door de doorschijnende gedeeltes 558 heen. In andere voorbeelden kan de ruimtedetector ingericht zijn om ruimtes tussen producten 512 te  
20 identificeren gebaseerd op dieptemetingen die zijn verkregen door de inrichting 103 voor de modules 110 of 510. Zoals eerder opgemerkt kunnen dieptemetingen corresponderend met producten 512 met doorschijnende gebieden die producten 512 inaccuraat representeren, wat leidt tot foutpositieve ruimte-detecties. De gecorrigeerde dieptekaart hiervoor beschreven kan daarom worden verschaft aan een dergelijke diepte-  
25 gebaseerde ruimtedetector om onnauwkeurigheden die zijn geïntroduceerd in de dieptemetingen door de doorschijnende gebieden te matigen.

Variaties op bovenstaande systemen en werkwijzen kunnen worden overwogen. Het updaten van dichtstbijzijnde objectdieptes bij blok 925 kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd door alleen een deelverzameling te  
30 updaten van dichtstbijzijnde objectdieptes in de strook 1000. Alleen de

dichtstbijzijnde objectdieptes groter dan de diepte van de boven-objectgrens met een vooraf gedefinieerde drempel (bijvoorbeeld de bovenvermelde drempel of een kleinere drempel) kan bijvoorbeeld worden geüpdatet.

In de voorgaande beschrijving zijn specifieke uitvoeringsvormen  
5 beschreven. Opgemerkt wordt echter dat verscheidene aanpassingen en  
veranderingen kunnen worden gemaakt zonder buiten de  
beschermingsomvang van de uitvinding zoals uiteen gezet in de conclusies  
hierna te treden. Dienovereenkomstig dienen de beschrijving en figuren te  
worden beschouwd op een illustratieve wijze in plaats van in een  
10 beperkende zin, en alle dergelijke aanpassingen zijn bedoeld om te zijn  
omvat binnen de beschermingsomvang van de onderhavige leer.

De voordelen, oplossingen voor problemen en ieder element dat  
kan leiden tot enig voordeel, of oplossing die plaats heeft of meer  
uitgesproken wordt, moeten niet worden geïnterpreteerd als een kritieke,  
15 benodigde, of essentiële maatregel of element van één van de of alle  
conclusies. De uitvinding wordt alleen gedefinieerd door de bijgevoegde  
conclusies inclusief aanpassingen die worden gemaakt gedurende het  
hangende zijn van deze aanvraag en alle equivalenten van die verleende  
conclusies. Voor het doel van helderheid en een beknopte beschrijving,  
20 worden maatregelen hierin beschreven als deel van dezelfde of separate  
uitvoeringsvormen. Opgemerkt wordt echter dat de beschermingsomvang  
van de uitvinding uitvoeringsvormen kan omvatten die combinaties hebben  
van alle of enkele van de maatregelen die hierin zijn beschreven.  
Verondersteld mag worden dat de getoonde uitvoeringsvormen gelijke of  
25 gelijkwaardige componenten omvatten, afgezien van waar deze zijn  
beschreven als anders.

Bovendien kunnen in dit document betrekkelijke termen zoals  
eerste en tweede, bovenkant en onderkant, en dergelijke alleen worden  
gebruikt om één entiteit of actie te onderscheiden van een andere entiteit of  
30 actie zonder dat noodzakelijkerwijs één van deze feitelijke relaties of ordes



tussen dergelijke entiteiten of acties nodig is of wordt geïmpliceerd. De termen “omvat”, “omvattende”, “heeft”, “hebbende”, “bevat”, “bevattende” of iedere andere variatie daarvan, zijn bedoeld om een niet-uitsluitende inclusie te dekken, zodanig dat een proces, werkwijze, artikel, of inrichting die een lijst van elementen omvat, heeft, bevat niet alleen die elementen 5 omvat, maar ook andere elementen kan omvatten die niet uitdrukkelijk zijn vermeld of inherent zijn aan een dergelijk proces, werkwijze, artikel of inrichting. Een element voorafgegaan door “omvat ... een”, “heeft ... een”, “bevat ... een” sluit niet, zonder meer beperkingen, het bestaan uit van 10 additionele identieke elementen in het proces, de werkwijze, het artikel, of de inrichting die het element omvat, heeft, bevat. De term “een” is gedefinieerd als één of meer, tenzij dat hierin expliciet anders is aangegeven. De termen “in hoofdzaak”, “essentieel”, “ongeveer”, of iedere andere versie daarvan, zijn gedefinieerd als zijnde dichtbij, zoals begrepen 15 door de vakman, en in één niet beperkende uitvoeringsvorm is de term gedefinieerd als zijnde binnen 10%, in een andere uitvoeringsvorm als zijnde binnen 5%, in een andere uitvoeringsvorm als zijnde binnen 1% en in een andere uitvoeringsvorm als zijnde binnen 0.5%. De term “gekoppeld” zoals hierin gebruikt is gedefinieerd als verbonden, hoewel niet 20 noodzakelijkerwijs direct en niet noodzakelijkerwijs mechanisch. Een apparaat of structuur die is “geconfigureerd” op een zekere manier is geconfigureerd op ten minste die manier, maar kan ook worden geconfigureerd op manieren die niet zijn aangegeven.

Opgemerkt wordt dat enkele uitvoeringsvormen één of meerdere 25 generieke of gespecialiseerde processors (of “verwerkingsapparaten”) kunnen omvatten, zoals microprocessors, digitale signaal processors, customized processors, en veldprogrammeerbare gate arrays (FPGAs) en uniek opgeslagen programma instructies (omvattende zowel software als hardware) die de één of meerdere processors besturen, om in combinatie met 30 bepaalde niet-processor circuits, enkele, de meeste, of alle functies te

implementeren van de werkwijze en/of inrichting die hierin is beschreven. Als alternatief zouden enkele of alle functies kunnen worden geïmplementeerd door een toestandsmachine die geen opgeslagen programma instructies heeft, of in één of meerdere applicatie-specifieke geïntegreerde circuits (ASICs), waarin elke functie of enkele combinaties van zekere functies zijn geïmplementeerd als custom logic (op maat gemaakt). Uiteraard, zou een combinatie van de twee aanpakken kunnen worden gebruikt.

Bovendien kan een uitvoeringsvorm worden geïmplementeerd als een door een computer leesbaar opslagmedium die daarop een door een computer leesbare code heeft opgeslagen voor het programmeren van een computer (e.g., omvattende een processor) om een werkwijze uit te voeren zoals hierin wordt beschreven en geclaimd. Voorbeelden van dergelijke door een computer leesbare opslagmedia omvatten, maar zijn niet beperkt tot, een harde schijf, een CD-ROM, een optisch opslagapparaat, een magnetisch opslagapparaat, een ROM (read-only memory), een PROM (programmable read-only memory), een EPROM (erasable programmable read-only memory), een EEPROM (electrically erasable programmable read-only memory) en een flash geheugen. Verder wordt opgemerkt dat men ondanks mogelijk significante inspanning en vele ontwerpkeuzes die gemotiveerd zijn door, bijvoorbeeld, beschikbare tijd, huidige technologie, en economische overwegingen, wanneer geleid door de concepten en principes die hierin zijn beschreven gemakkelijk in staat zal zijn tot het genereren van dergelijke software instructies en programma's en IC's met minimaal experimenteren.

De samenvatting van de beschrijving wordt verschaft om de lezer in staat te stellen snel achter de aard van de technische beschrijving te komen. Het wordt ingediend in de veronderstelling dat het niet zal worden gebruikt om de conclusies te interpreteren of de beschermingsomvang daarvan te beperken. Bijkomend kan in de voorgaande uitgebreide beschrijving worden gezien dat verscheidene maatregelen samen zijn

gegroepeerd in verscheidene uitvoeringsvormen voor het doel van het stroomlijnen van de beschrijving. Deze wijze van beschrijving dient niet te worden geïnterpreteerd als reflecterende een intentie dat de uitvoeringsvormen die worden geclaimd meer maatregelen nodig hebben dan uitdrukkelijk worden opgesomd in elke conclusie. In plaats daarvan ligt het onderwerp van de uitvinding, zoals de volgende conclusies uitdrukken, in minder dan alle maatregelen van een enkele beschreven uitvoeringsvorm. Dus de volgende conclusies zijn hierbij ingelijfd in de uitgebreide beschrijving, waarbij elke conclusie op zichzelf staat als separate geclaimde materie. Louter het feit dat bepaalde maatregelen worden benoemd in onderling verschillende conclusies geeft niet aan dat een combinatie van deze maatregelen niet kan worden gebruikt voor een voordeel. Een groot aantal varianten zal duidelijk zijn voor de vakman. Alle varianten worden geacht te zijn omvat binnen de beschermingsomvang van de uitvinding zoals gedefinieerd in de volgende conclusies.

### Conclusies

1.           Werkwijze in een beeldregelaar voor het corrigeren van doorschijnendheid artefacten in data die één of meerdere objecten representeren die zijn geplaatst op een plank, omvattende:  
het verkrijgen van een meervoudig aantal dieptemetingen die zijn  
5 opgenomen door een dieptesensor en corresponderen met een gebied dat de plank omvat;  
het verkrijgen van (i) een definitie van een vlak dat randen van de plank omvat, (ii) een locatie in het vlak van een boven-plankrand en (iii) een  
10 locatie in het vlak van een onder-plankrand naburig aan de boven-plankrand;  
het genereren van een dieptekaart die, voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak, een dichtstbijzijnde objectdiepte omvat;  
het detecteren van een boven-objectgrens in de dieptekaart tussen de boven- en onder-plankranden;  
15 het genereren van een gecorrigeerde dieptekaart door elke dichtstbijzijnde objectdiepte tussen de boven-objectgrens en de onder-plankrand te updaten om een diepte van de boven-objectgrens te omvatten; en  
het opslaan van de gecorrigeerde dieptekaart.
2.           Werkwijze volgens conclusie 1, verder omvattende het  
20 presenteren van de gecorrigeerde dieptekaart aan een ruimte-detector voor gebruik in het detecteren van ruimtes op de plank.
3.           Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, verder omvattende:  
voorafgaand aan het genereren van de dieptekaart, het uitlijnen van de dieptemetingen met een referentiekader gebaseerd op het vlak.
- 25 4.           Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, waarbij het genereren van de dieptekaart het genereren van elke dichtstbijzijnde objectdiepte omvat door:

- elke dieptemeting toe te kennen aan één van een meervoudig aantal bakken (bins) die zijn opgesteld in een driedimensionaal rooster, om een telling van dieptemetingen te genereren die binnen elke bak vallen;
- voor elk van het meervoudig aantal posities in het vlak, een
- 5 deilverzameling van de bakken te doorkruisen in een richting dwars op het vlak en de tellingen van de deilverzameling van bakken te accumuleren totdat de geaccumuleerde tellingen een drempel bereiken; en de dichtstbijzijnde objectdiepte in te stellen als een diepte van een laatste van de deilverzameling van bakken die zijn doorkruist.
- 10 5. Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, waarbij het detecteren van de boven-objectgrens omvat:
- te beginnen bij de locatie van de boven-plankrand, het doorkruisen van een strook van de dieptekaart vanaf de locatie van de boven-plankrand naar de locatie van de onder-plankrand; en
- 15 het bepalen of een verandering in diepte tussen doorkruiste posities in de strook een vooraf-gedefinieerde drempel overschrijdt.
6. Werkwijze volgens conclusie 5, waarbij de vooraf-gedefinieerde drempel een afname in diepte definieert.
7. Werkwijze volgens conclusie 5 of 6, waarbij het genereren van de
- 20 gecorrigeerde dieptekaart het instellen omvat van de dichtstbijzijnde objectdieptes van elke positie in de strook tussen de boven-objectgrens en de locatie van de onder-plankrand op de diepte van de boven-objectgrens.
8. Werkwijze volgens één van de conclusies 5-7, waarbij de strook een lijn is.
- 25 9. Werkwijze volgens één van de conclusies 5-8, waarbij de strook een vooraf-gedefinieerde breedte heeft groter dan één dichtstbijzijnde objectdieptewaarde.
10. Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, verder omvattende:

voorafgaand aan het genereren van de gecorrigeerde dieptekaart, het corrigeren van nul-waardes (null values) in de dieptekaart door het uitvoeren van een lekkende (leaky) convolutie op de dieptekaart.

11.           Rekenapparaat voor het corrigeren van doorschijnendheid
- 5   artefacten in data die één of meerdere objecten representeren die zijn geplaatst op een plank, omvattende:
- een geheugen; en
- een beeldregelaar die is verbonden met het geheugen, waarbij de beeldregelaar omvat:
- 10           een preprocessor die is ingericht om een meervoudig aantal dieptemetingen te verkrijgen die zijn opgenomen door een dieptesensor en corresponderen met een gebied dat de plank omvat;
- waarbij de preprocessor verder is ingericht om (i) een definitie van een vlak dat de randen van de plank omvat, (ii) een locatie in het vlak van
- 15   een boven-plankrand, en (iii) een locatie in het vlak van een onder-plankrand naburig aan de boven-plankrand te verkrijgen;
- een kaartgenerator die is ingericht om een dieptekaart te genereren die voor elk van een meervoudig aantal posities in het vlak een dichtstbijzijnde objectdiepte omvat;
- 20           een corrigeerder die is ingericht om een boven-objectgrens in de dieptekaart te detecteren tussen de boven en onder-plankranden; en
- waarbij de corrigeerder verder is ingericht om een gecorrigeerde dieptekaart te genereren door het updaten van elke dichtstbijzijnde objectdiepte tussen de boven-objectgrens en de onder-plankrand om een
- 25   diepte te omvatten van de boven-objectgrens; en waarbij de beeldregelaar verder is ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart in het geheugen op te slaan.
12.           Rekenapparaat volgens conclusie 11, waarbij de beeldregelaar verder is ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart aan een ruimtedetector
- 30   te presenteren voor gebruik in het detecteren van ruimtes op de plank.

13. Rekenapparaat volgens conclusie 11 of 12, waarbij de preprocessor verder is ingericht om voorafgaand aan de generatie van de dieptekaart de dieptemetingen uit te lijnen met een referentiekader gebaseerd op het vlak.
- 5 14. Rekenapparaat volgens één van de conclusies 11-13, waarbij de kaartgenerator is ingericht om elk dichtstbijzijnde objectdiepte te genereren door:  
elke dieptemeting aan één van een meervoudig aantal bakken toe te kennen die zijn opgesteld in een driedimensionaal rooster, om een telling van  
10 dieptemetingen te genereren die vallen binnen elke bak;  
voor elk van het meervoudig aantal posities in het vlak, een deelverzameling van de bakken te doorkruisen in een richting dwars op het vlak en de tellingen te accumuleren van de deelverzameling van bakken totdat de geaccumuleerde tellingen een drempel bereiken; en  
15 de dichtstbijzijnde objectdiepte in te stellen als een diepte van een laatste van de deelverzameling van bakken die zijn doorkruist.
15. Rekenapparaat volgens één van de conclusies 11-14, waarbij de corrigeerder verder is ingericht om de boven-objectgrens te detecteren door:  
te beginnen bij de locatie van de boven-plankrand, een strook van de  
20 dieptekaart te doorkruisen vanaf de locatie van de boven-plankrand richting de locatie van de onder-plankrand; en  
te bepalen of een verandering in diepte tussen doorkruiste posities in de strook een vooraf gedefinieerde drempel overschrijdt.
16. Rekenapparaat volgens conclusie 15, waarbij de vooraf  
25 gedefinieerde drempel een afname in diepte definieert.
17. Rekenapparaat volgens conclusie 15 of 16, waarbij de corrigeerder verder is ingericht om de gecorrigeerde dieptekaart te genereren door het instellen van de dichtstbijzijnde objectdieptes van elke positie in de strook tussen de boven-objectgrens en de locatie van de onder-plankrand op de  
30 diepte van de boven-objectgrens.

18. Rekenapparaat volgens één van de conclusies 15-17, waarbij de strook een lijn is.

19. Rekenapparaat volgens één van de conclusies 15-18, waarbij de strook een vooraf gedefinieerde breedte heeft groter dan één dichtstbijzijnde  
5 objectdieptewaarde.

20. Rekenapparaat volgens één van de conclusies 11-19, waarbij de kaartgenerator verder is ingericht om:  
voorafgaand aan de het genereren van de gecorrigeerde dieptekaart, nul-  
waarden (null values) in de dieptekaart te corrigeren door het uitvoeren van  
10 een lekkende (leaky)convolutie op de dieptekaart.



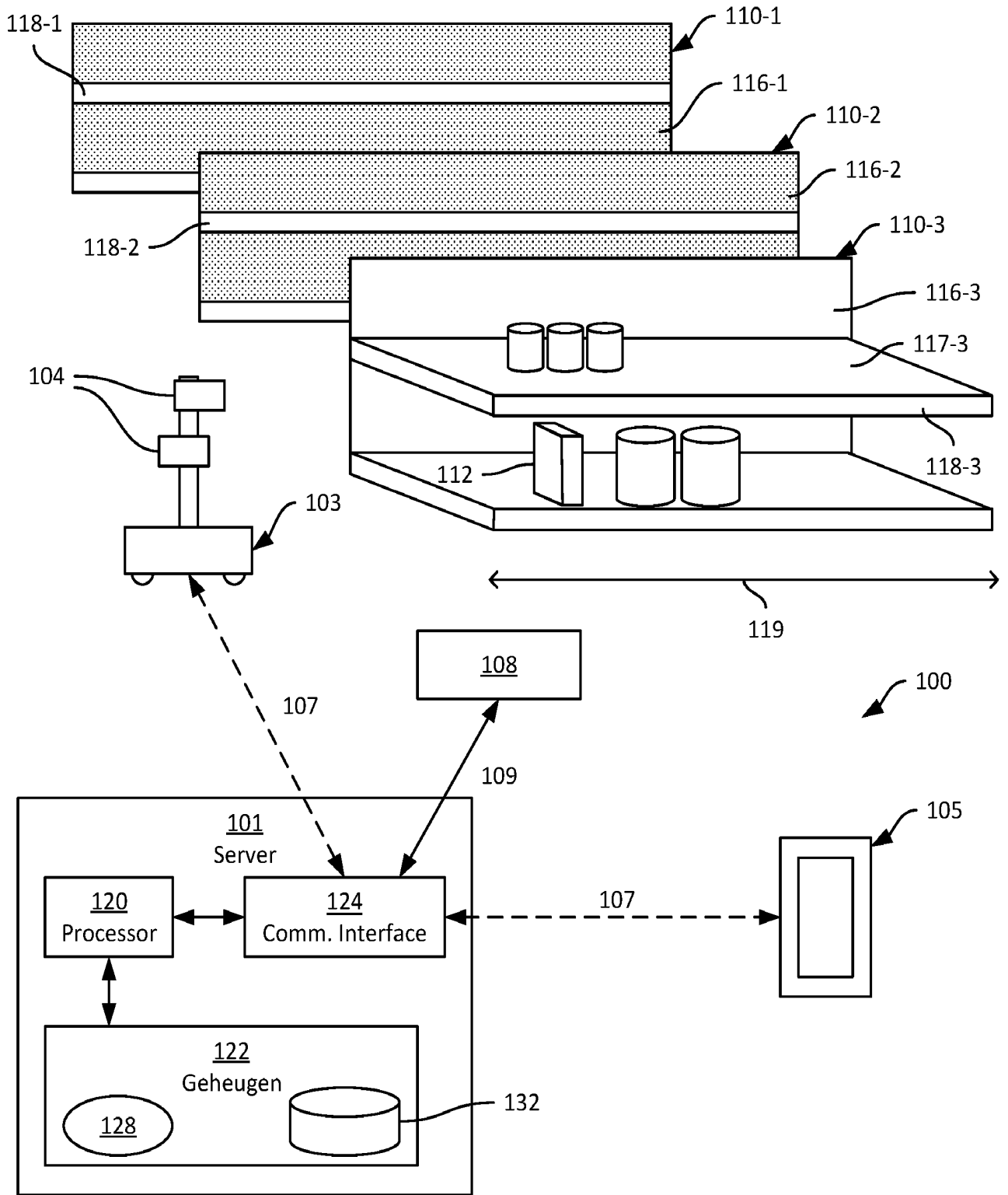


FIG. 1

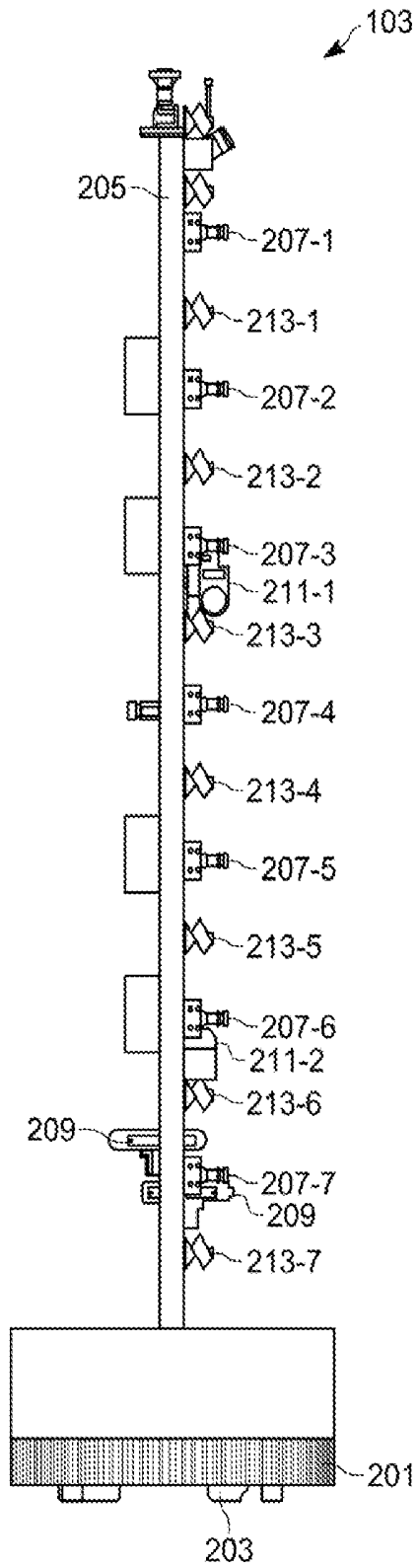


FIG. 2A

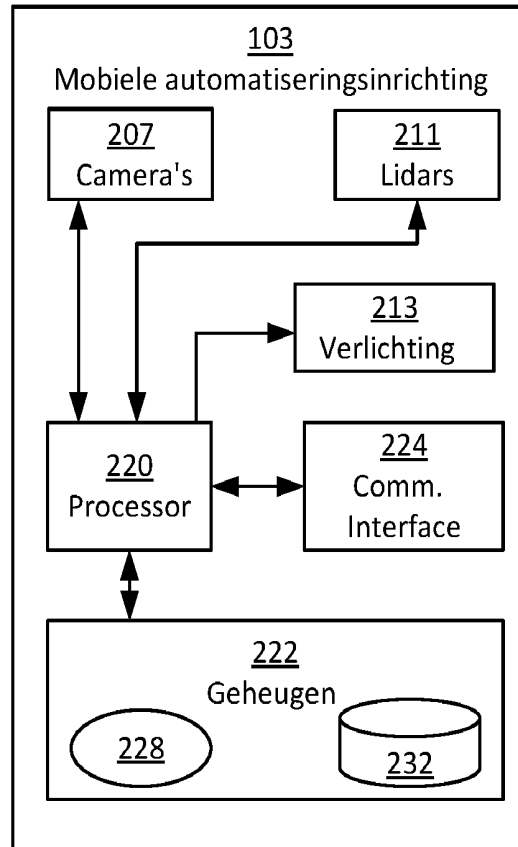


FIG. 2B

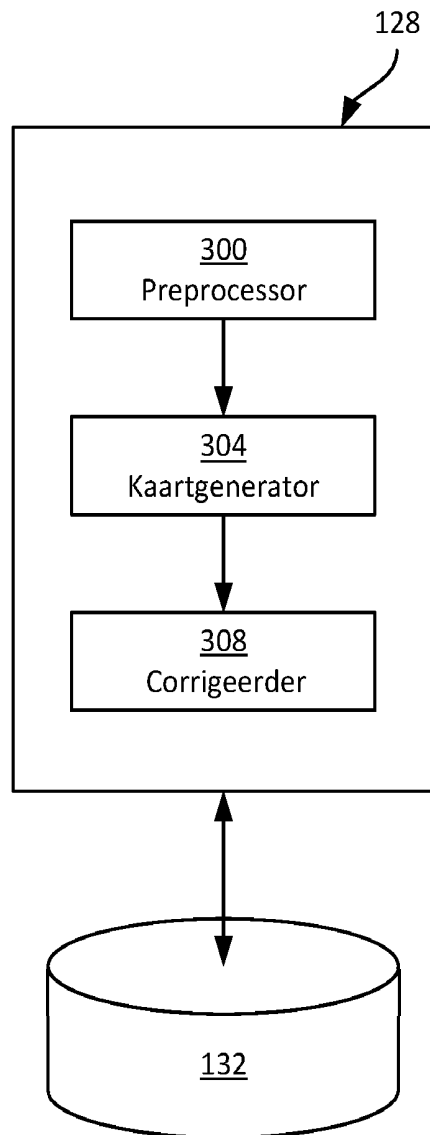


FIG. 3

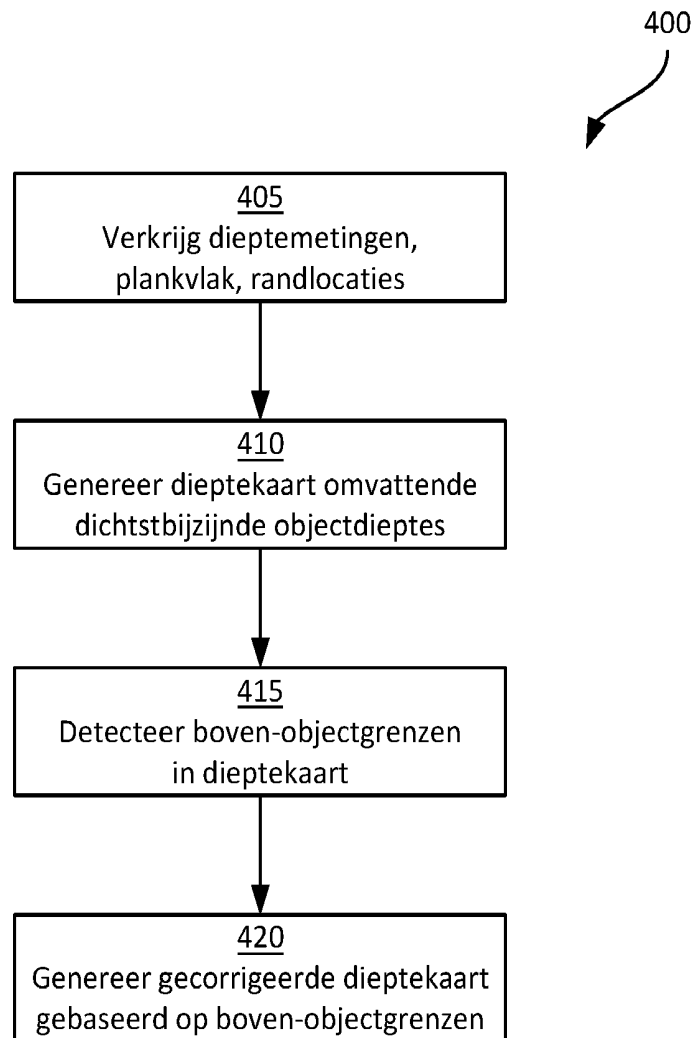


FIG. 4

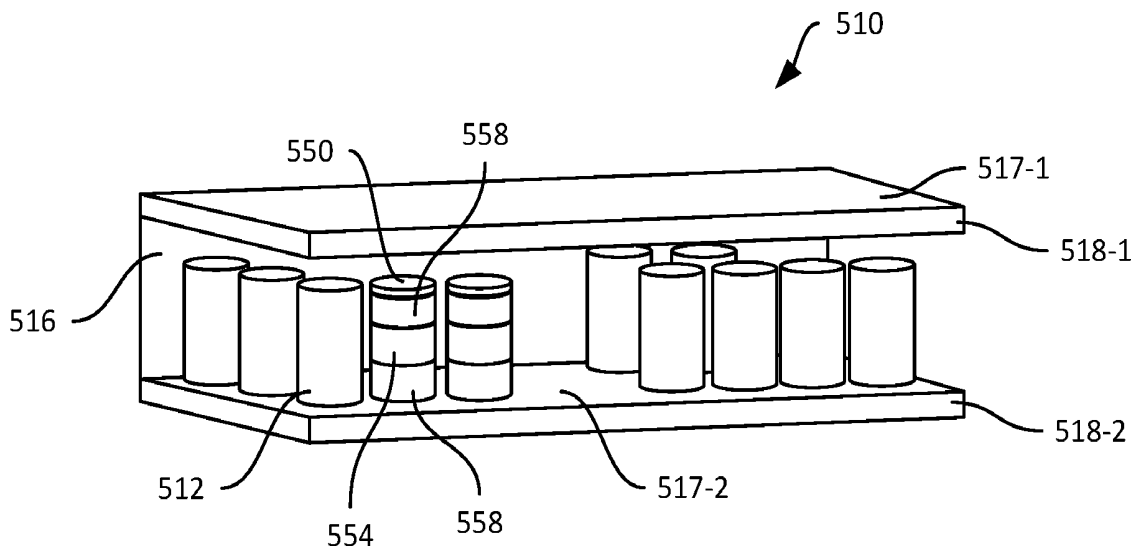


FIG. 5A

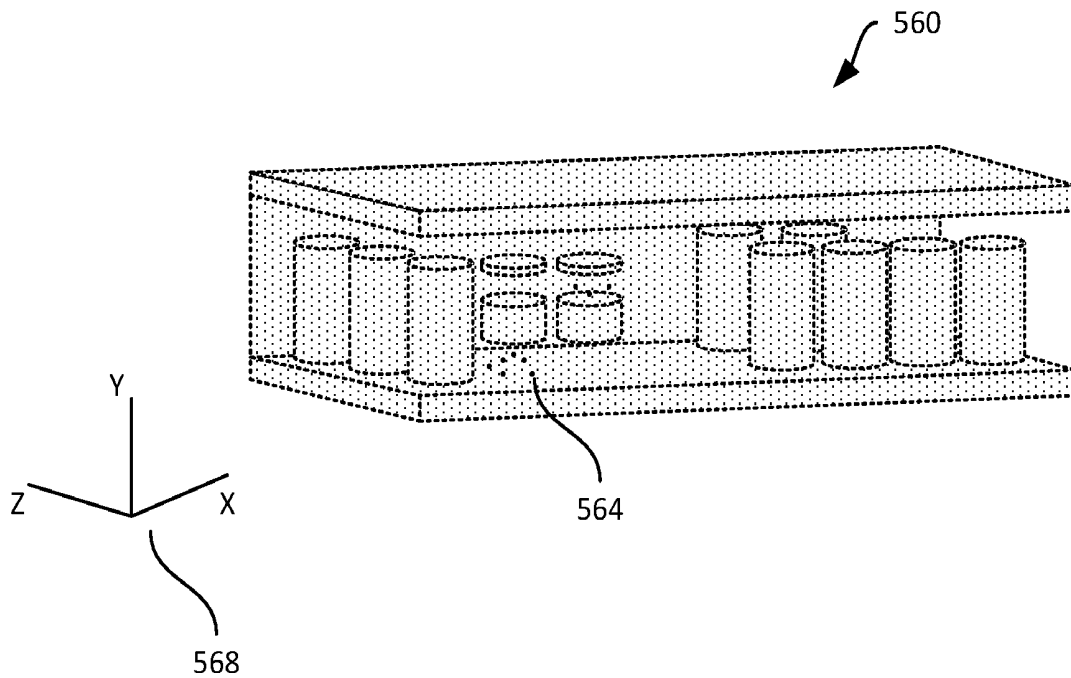


FIG. 5B

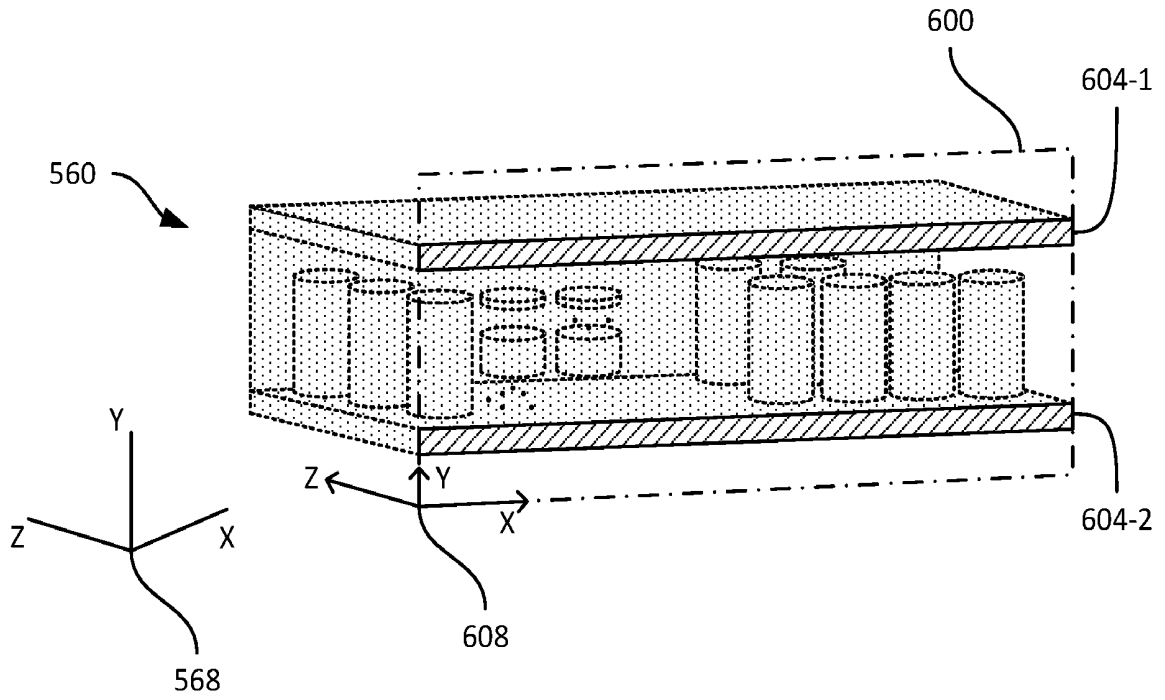


FIG. 6A

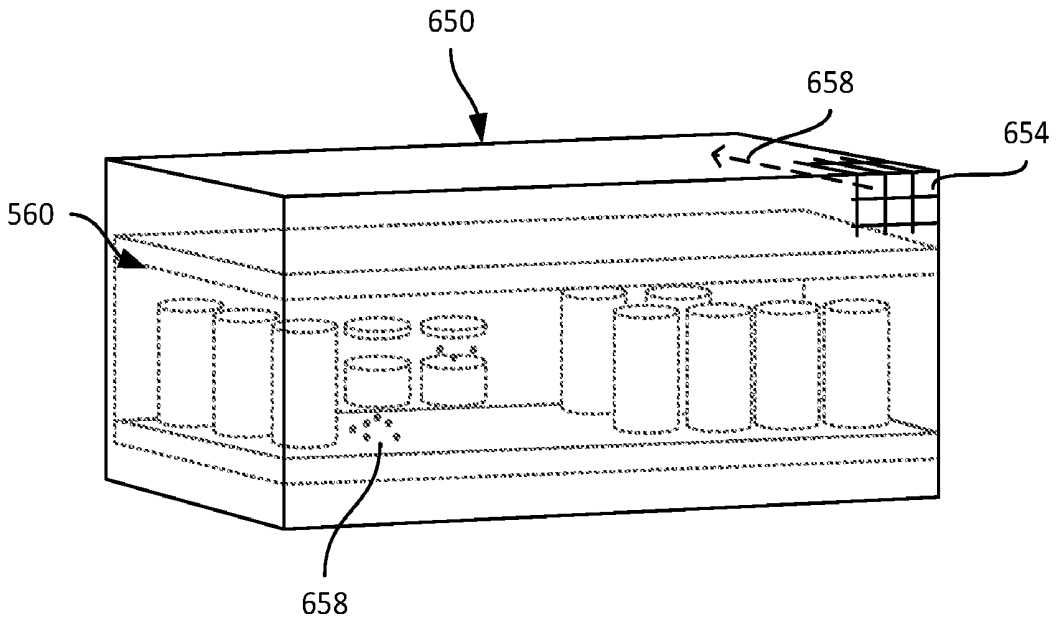


FIG. 6B

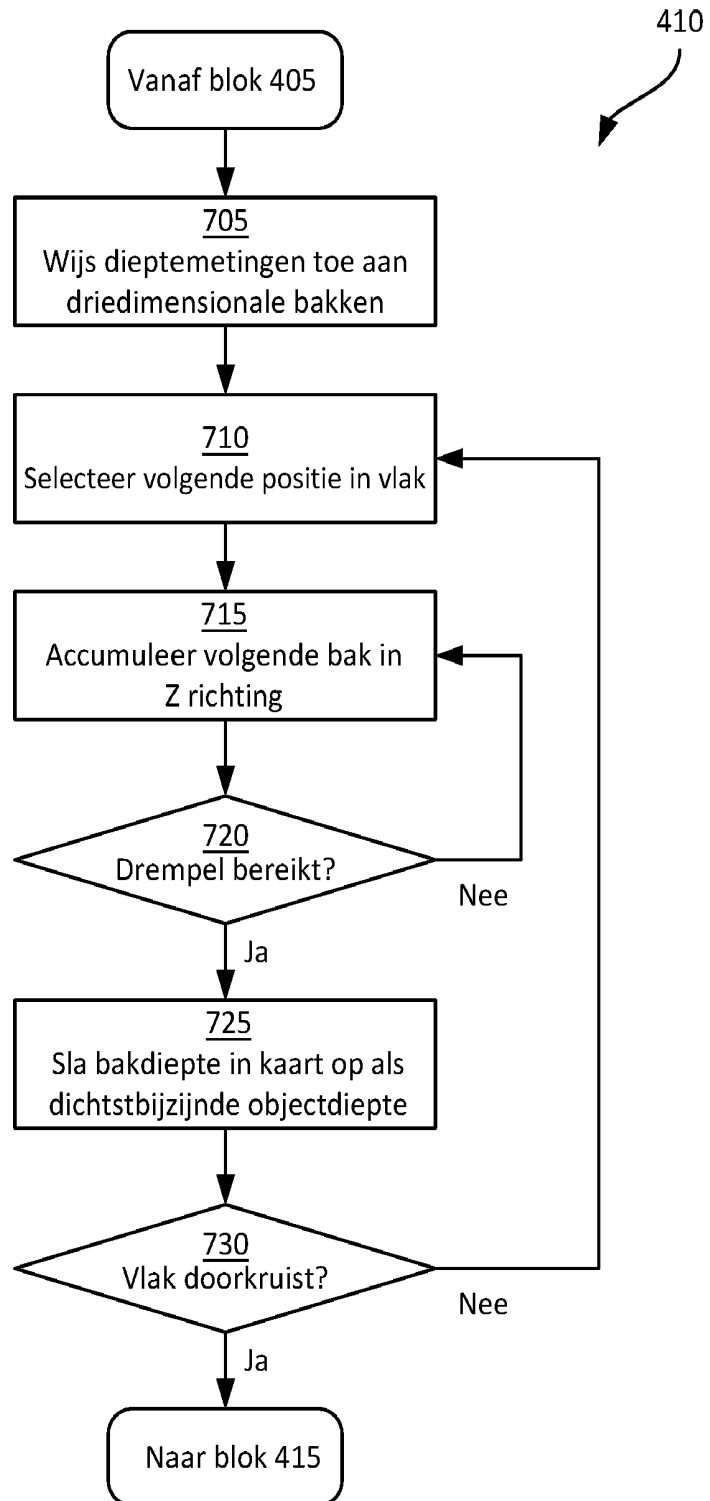


FIG. 7

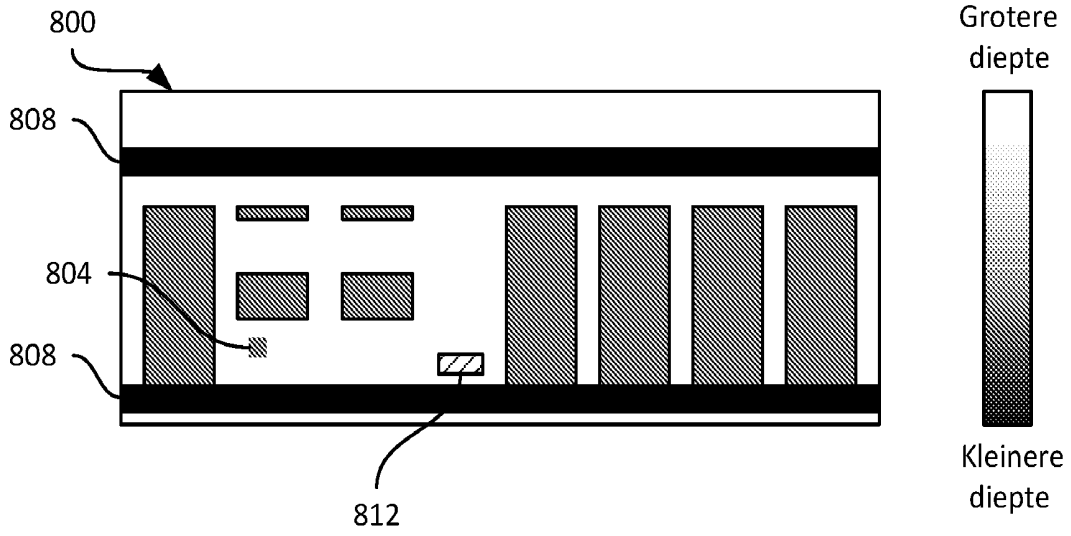


FIG. 8A

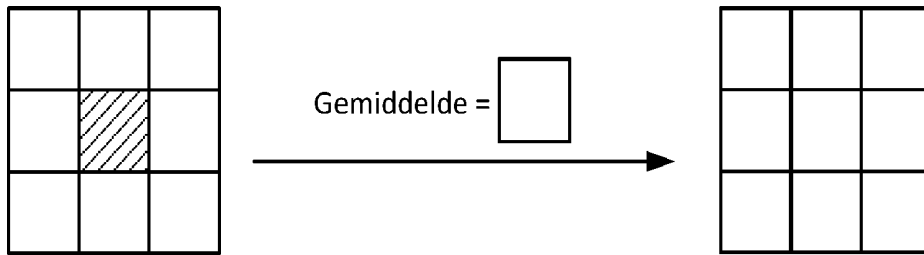


FIG. 8B

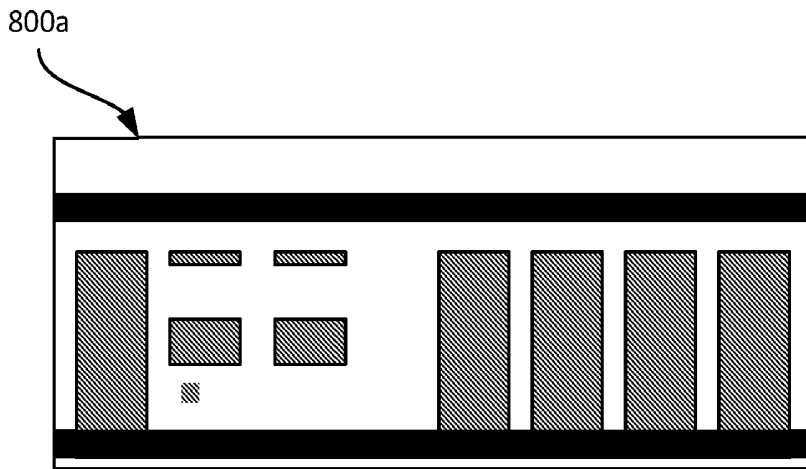


FIG. 8C



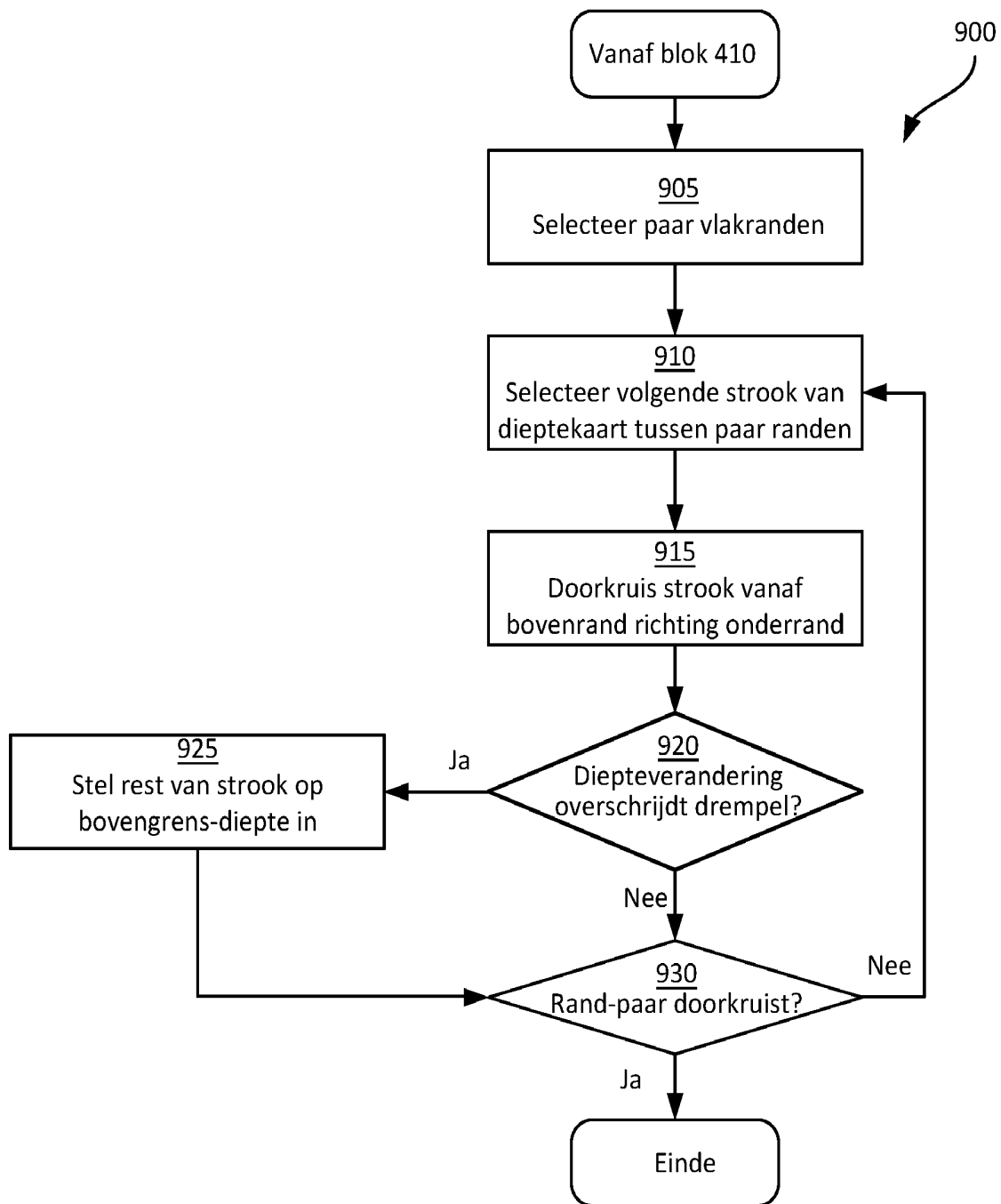


FIG. 9

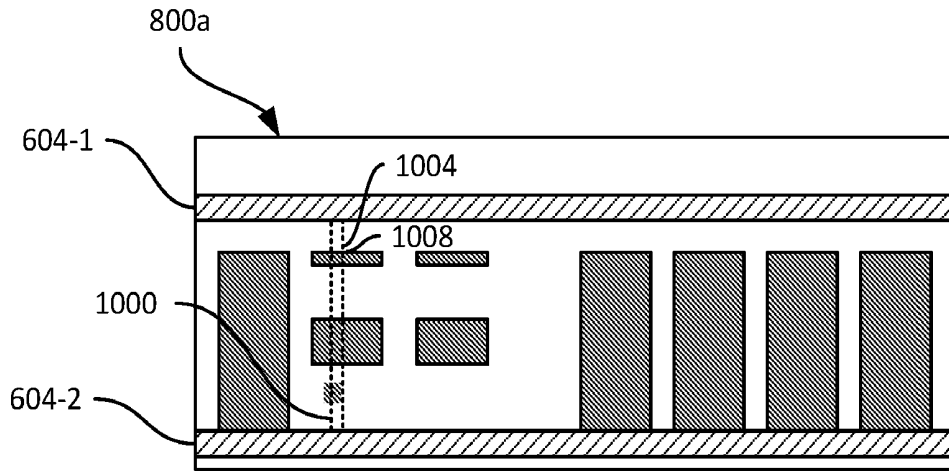


FIG. 10A

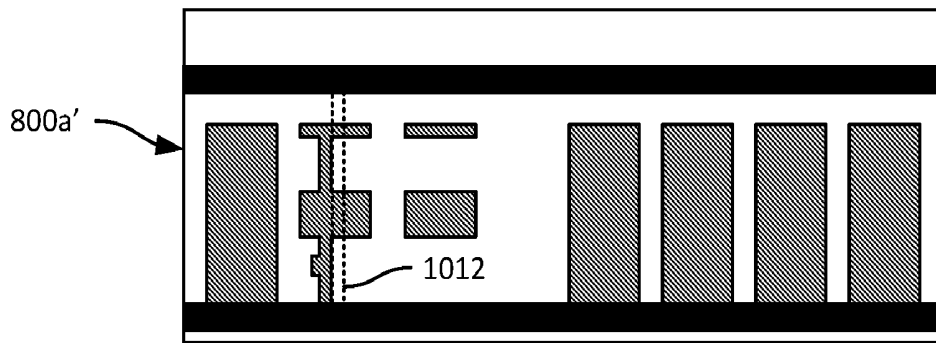


FIG. 10B

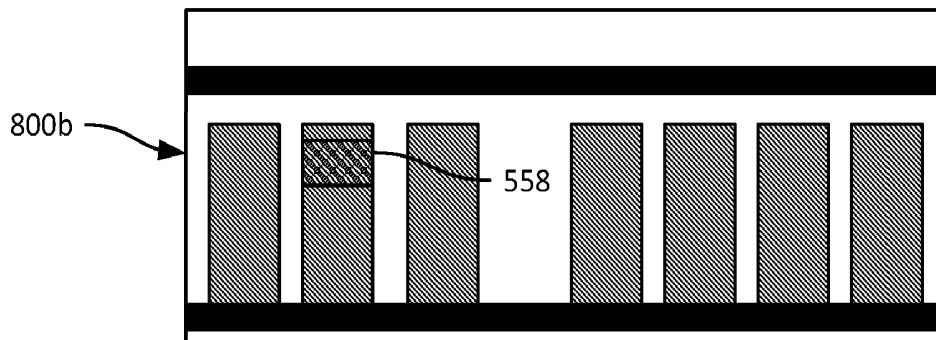


FIG. 10C