

UITVINDINGSOCTROOI

KONINKRIJK BELGIE

PUBLICATIENUMMER : 1020452A5

FOD ECONOMIE, K.M.O.,
MIDDENSTAND & ENERGIE

INDIENINGSNUMMER : 2012/0294

Internat. klassif. : A61B

Datum van verlening : 01 Oktober 2013

Dienst voor de intellectuele Eigendom

De Minister van Economie,

Gelet op het verdrag van Parijs van 20 Maart 1883 tot bescherming van de intellectuele eigendom;

Gelet op de wet van 28 Maart 1984 op de uitvindingsoctrooiën

inzonderheid artikel 22;

Gelet op het Koninklijk Besluit van 2 December 1986, betreffende het aanvragen, verlenen en in stand houden van uitvindingsoctrooiën, inzonderheid artikel 28;

Gelet op het proces-verbaal opgesteld door de Dienst voor Intellectuele Eigendom op 04 Mei 2012 te 12u45

BESLUIT :

Enig artikel-Er wordt toegestaan aan : MATERIALISE N.V.
Technologielaan 15, B-3001 LEUVEN(BELGIË)

vertegenwoordigd door : VAECK Elke, DE CLERCQ & PARTNERS C.V.B.A., Ed. Gevaertdreef 10a - B 9830 ST MARTENS LATHEM.

een uitvindingsoctrooi voor de duur van 20 jaar, onder voorbehoud van de betaling van de jaartaksen voor : KALIBRATIEAPPARAAT VOOR BEELDVORMING.

UITVINDER(S) : Janssens Michel, rue de Hamme-Mille 129, B-1390 Grez-Doiceau (BE)

VOORRANG(EN) 04.05.11 GBGBA11073855

ARTIKEL 2.- Dit octrooi is toegekend zonder voorafgaand onderzoek van zijn octrooieerbaarheid, zonder waarborg voor zijn waarde of van de juistheid van de beschrijving der uitvinding en op eigen risico van de aanvrager(s).

Voor eensluidend verklaard afschrift

Brussel, 01 Oktober 2013
BIJ SPECIALE MACHTIGING :


DRISQUE S.
Adviseur


S. DRISQUE
Adviseur

.be

KALIBRATIEAPPRAAT VOOR BEELDVORMING

GEBIED VAN DE UITVINDING

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op kalibratieapparaten, het gebruik
5 ervan en werkwijzen voor de in line geometrische correctie en correctie van de
grijswaarde van gegevens die zijn verkregen door beeldvormingsapparaten zoals
radiografie met röntgenstraling, ultrasonografie, MRI of CT.

ACHTERGROND

10 Gewoonlijk worden medische beeldvormingstechnieken zoals radiografie met
röntgenstraling hoofdzakelijk gebruikt voor kwalitatieve metingen en diagnoses, bijv. om
te zien of een bot al dan niet is gebroken, of om te zien of een tumor al dan niet
aanwezig is. De moderne toepassingen van beeldvorming met röntgenstraling voor
kwantitatieve metingen hebben echter aanleiding gegeven tot nieuwe vereisten met
15 betrekking tot de nauwkeurigheid van beeldvorming met röntgenstraling.

Eerst en vooral is de geometrische nauwkeurigheid een vaak voorkomend
probleem bij dimensionale metrologie. Als de geometrische nauwkeurigheid van een
beeld uitstekend is, dan kan de afstand tussen twee kenmerken op een object
ondubbelzinnig worden afgeleid uit de afstand tussen deze kenmerken op het beeld van
20 dat object, bijvoorbeeld door het vermenigvuldigen van de afstanden op het beeld met
een specifieke schalingsfactor. Omwille van verschillende mechanische en optische
effecten kunnen radiografische beelden zoals röntgenfoto's echter worden vervormd.
Gekende effecten zijn het kusseneffect en vergroting of verkleining van verschillende
lichaamsdelen ten opzichte van hun afstand van het beeldvormingsoppervlak. het
25 resultaat is dat een bepaalde afstand op het beeld geen nauwkeurige schatting geeft
van de werkelijke afstand, bijv. afmetingen van bepaalde anatomische delen. Niet-
gekalibreerde röntgenfoto's bieden dus enkel kwalitatieve informatie, geen kwantitatieve
informatie.

Een tweede probleem is de nauwkeurigheid van de grijswaarde van
30 radiografische beelden. De grijswaarde kan variëren tussen verschillende metingen, en
zelfs binnen één enkele meting, bijvoorbeeld omwille van inhomogeniteit van de
stralingsbron of de onstabiele gevoeligheid van de radiografische plaat of detector.

Als gevolg van de beperkte nauwkeurigheid is het bijvoorbeeld moeilijk een
onderscheid te maken tussen een toename of afname met 5% in de grootte van een

tumor, bij het vergelijken van twee röntgenfoto's van hetzelfde lichaamsdeel die op verschillende tijdstippen zijn genomen. Anderzijds is het, bij het meten van osteoporose, mogelijk een botdensiteit waar te nemen op basis van de grijswaarden in een bepaalde zone van het beeld, maar is het niet mogelijk de grijswaarden van dit beeld te vergelijken met de waarden van een beeld dat op een later tijdstip is genomen. In principe zou dit probleem kunnen worden opgelost door consistent gekalibreerde röntgencamera's te gebruiken. In de praktijk is dit zo omslachtig dat het zelden gebeurt.

In het verleden zijn er oplossingen voorgesteld voor sommige van deze problemen

De Amerikaanse octrooiaanvraag 2008/273665 (Rolle, Boots) beschrijft een apparaat en werkwijze voor het nauwkeurig meten van de anatomie van patiënt die een radiografische ingreep ondergaat, met behulp van een bol met gekende afmetingen die is vastgemaakt aan een flexibel deel. De bol wordt in de correcte positie gebracht en blijft stationair tijdens de procedure. Het Amerikaanse octrooischrift 6459772 (Wiedenhoefer et al.) beschrijft een radiografische referentiemarker, omvattende een bol met een gekende grootte, die in een radiolucente behuizing zit. De bol is vastgemaakt aan een patiënt in hetzelfde vlak als het anatomisch doel van de röntgenstraling. Hoewel deze uitvindingen kunnen worden gebruikt voor het bepalen van de vergroting of verkleining van beeld, laten ze geen nauwkeurigere correctie van de geometrische vervormingen in het beeld toe, en laat de hoge radio-opaciteit van de markers geen correctie van de grijswaarde toe. Hoewel deze apparaten een hoge vrijheidsgraad bieden voor het positioneren van de marker ten opzichte van het lichaam, bieden ze bovendien geen middel om dit op een reproduceerbare manier te doen. Daarenboven bieden deze technieken enkel referentiemarkers in een zone van het beeld.

Het Amerikaanse octrooischrift US patent 5951475 (Gueziec et al.) beschrijft werkwijzen en een systeem voor het geometrisch kalibreren van projectiebeelden door röntgenstraling met behulp van een kalibratieapparaat dat een radio-opake markers omvat, waarbij het kalibratieapparaat kan worden gemanipuleerd door een robot. Dit systeem vereist echter speciale en dure apparatuur, en vereist verder het verkrijgen van meerdere beelden van het desbetreffende gebied. Bovendien laat het systeem enkel geometrische kalibratie toe, geen correctie van de grijswaarden.

Er is bijgevolg nood aan verbeterde werkwijzen en instrumenten voor de kalibratie van beelden.

SAMENVATTING VAN DE UITVINDING

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op kalibratieapparaten en -
werkwijzen van beelden voor het kalibreren van gegevens die zijn verkregen door
beeldvormingstechnieken. Meer in het bijzonder werkwijzen en instrumenten
5 omvattende (in line) geometrische correctie en/of correctie van de grijswaarden van
gegevens die zijn verkregen door beeldvormingstechnieken zoals radiografie,
ultrageluid, computertomografie (CT) met röntgenstraling en magnetische resonantie
beeldvorming (MRI).

10 Volgens een aspect worden werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie van
beelden voorzien die gebruik maken van kalibratiecomponenten met een
gespecificeerde radio-opaciteit en geometrische positie. In bijzondere uitvoeringsvormen
kunnen de werkwijzen de volgende stappen omvatten:

- 15 I) het bieden van een beeld waarbij genoemd beeld een beeld van één of
meerdere sets van twee of meerdere niet-identieke en onderling verbonden
kalibratiecomponenten omvat; en
II) het corrigeren van het beeld op basis van de informatie die is verkregen uit
de meting van het beeld van de kalibratiecomponenten.

20 De twee of meerdere niet-identieke en onderling verbonden
kalibratiecomponenten verschillen gewoonlijk ten minste in radio-opaciteit.

In bijzondere uitvoeringsvormen omvat ten minste een van de sets van
kalibratiecomponenten drie of meerdere niet-identieke kalibratiecomponenten, waarvan
twee of meer verschillen in radio-opaciteit en waarbij de drie of meerdere
25 kalibratiecomponenten onderling verbonden zijn om een driedimensionale meetkundige
figuur te vormen.

In bijzondere uitvoeringsvorm kan stap I) het bieden omvatten van een beeld
waarbij het beeld een beeld omvat van een of meerdere sets van kalibratiecomponenten
zoals hier beschreven. In bepaalde uitvoeringsvormen zijn de voorziene werkwijzen
30 werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie van een beeld van ten minste een deel van
een gebied van een patiënt en omvat stap I) de volgende stappen:

- a. het aanbrengen van een kalibratieapparaat voor medische beeldvorming
zoals hier beschreven op de patiënt op het desbetreffende gebied; en

- b. het verwerven van een beeld van het desbetreffende gebied omvattende het kalibratieapparaat voor medische beeldvorming.

In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten werkwijzen voor de correctie van beelden zoals hier voorzien een correctie van de grijswaarde van het beeld. In verdere uitvoeringsvormen kunnen dergelijke werkwijzen de volgende stappen omvatten:

- de identificatie van twee of meerdere kalibratiecomponenten in het beeld;
- de bepaling van de grijswaarde van de geïdentificeerde kalibratiecomponenten in het beeld;
- de berekening van de grijswaardefout op basis van het verschil tussen de bepaalde grijswaarde en de berekende grijswaarde; en
- de toepassing van de correctie op het beeld.

In bepaalde uitvoeringsvormen kunnen de werkwijzen het gebruik omvatten van kalibratieapparaten voor beeldvorming omvattende een of meerdere sets van twee of meerdere niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten waarbij de niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten verschillen in radio-opaciteit.

In bepaalde uitvoeringsvormen omvat de werkwijze voor de correctie van beelden volgens de onderhavige uitvinding een geometrische correctie van het beeld. In verdere uitvoeringsvormen kunnen de werkwijzen de volgende stappen omvatten:

- de identificatie van ten minste drie kalibratiecomponenten in het beeld;
- de bepaling van de 3D-positie van elke kalibratiecomponent;
- de berekening van de geometrische fout op het beeld; en
- de toepassing van de correctie op het beeld.

In bepaalde uitvoeringsvormen worden werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie van een beeld voorzien, dewelke werkwijzen het volgende omvatten

- I) het bieden van een beeld waarbij genoemd beeld een beeld van een of meerdere sets van twee of meerdere niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten omvat; en
- II) het corrigeren van het beeld op basis van de informatie die is verkregen uit de meting van de geometrie en grijswaarden van genoemd beeld van genoemde kalibratiecomponenten.

In bijzondere uitvoeringsvormen worden werkwijzen voor de correctie van beelden voorzien die werkwijzen zijn voor de correctie van beelden van (ten minste een

deel van) een patiënt en die het voorzien van informatie over de positie en de vorm van de patiënt (of een relevant deel daarvan) kunnen omvatten.

In bijzondere uitvoeringsvormen zijn de werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie van beelden die hier voorzien zijn, verder gebaseerd op de bepaling van fouten in meer dan één gebied in het beeld.

In bepaalde uitvoeringsvormen kunnen de voorziene werkwijzen voor de correctie van beelden verder de stap omvatten van het verwijderen van de beelden van de kalibratiecomponenten uit het beeld. In bijzondere uitvoeringsvormen is de correctie een in line correctie.

10

In een verder aspect worden kalibratieapparaten voor medische beeldvorming voorzien omvattende een set van twee of meerdere niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten, waarbij ten minste twee kalibratiecomponenten een radio-opaciteit hebben tussen, en niet met inbegrip van, 0 en 1. Meer in het bijzonder hebben twee of meer niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten van het apparaat ten minste een verschillende radio-opaciteit. In verdere bijzondere uitvoeringsvormen omvat de set drie of meerdere niet-identieke kalibratiecomponenten en omvat de set verder middelen voor het onderling verbinden van de kalibratiecomponenten om een vaste driedimensionale meetkundige figuur te vormen. De set van kalibratiecomponenten kunnen verder een middel omvatten, meer in het bijzonder een afzonderlijke structuur voor het plaatsen en/of positioneren van de set kalibratiecomponenten op het lichaam. In bijzondere uitvoeringsvormen hebben de onderling verbonden kalibratiecomponenten vaste relatieve posities.

20

De kalibratieapparaten zoals hier beschreven laten een geometrische correctie en/of correctie van de grijswaarde van beelden toe zoals medische beelden. Ze laten meer in het bijzonder een combinatie van geometrische correctie en correctie van de grijswaarde van beelden toe. In bijzondere uitvoeringsvormen laten de apparaten volgens de onderhavige uitvinding de correctie van plaatselijke inhomogeniteiten in een object toe. Dit verbetert de kwaliteit van het beeld aanzienlijk, hetgeen in het bijzonder interessant is in de context van medische beelden. In bijzondere uitvoeringsvormen kunnen de kalibratieapparaten voor medische beeldvorming zoals hier beschreven gebruikt worden voor het verbeteren van de kwaliteit van medische beelden.

25

30

In bijzondere uitvoeringsvormen kunnen de kalibratieapparaten zoals hier beschreven, worden gebruikt voor de correctie van de grijswaarde van medische beelden. In bijzondere uitvoeringsvormen hebben ten minste twee kalibratiecomponenten in de set een verschillende radio-opaciteit. In bepaalde
5 uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten bolvormig.

In bijzondere uitvoeringsvormen vormen de middens of de lengtes van de onderling verbonden kalibratiecomponenten (i.e. wanneer onderling verbonden) respectievelijk de hoekpunten of zijden van een imaginair veelvlak. In verdere uitvoeringsvormen vormen de middens van de onderling verbonden
10 kalibratiecomponenten de hoekpunten van een imaginair veelvlak. In bepaalde uitvoeringsvormen vormen de onderling verbonden kalibratiecomponenten en tetraëder. In bijzondere uitvoeringsvormen vormt de set onderling verbonden kalibratiecomponenten een veelvlak met ten minste één kalibratiecomponent geplaatst binnen in het veelvlak. In verdere uitvoeringsvormen vormt de set onderling verbonden
15 kalibratiecomponenten een veelvlak met ten minste één kalibratiecomponent geplaatst in het midden van het veelvlak.

In bijzondere uitvoeringsvormen is ten minste één van de kalibratiecomponenten hol. In verdere uitvoeringsvormen is de verhouding tussen de buitenste en binnenste diameter van ten minste één kalibratiecomponent verschillend van de verhouding tussen
20 de buitenste en binnenste diameter van een andere kalibratiecomponent.

In bepaalde uitvoeringsvormen is de buitenste diameter van ten minste één kalibratiecomponent verschillend van de buitenste diameter van een andere kalibratiecomponent.

De kalibratieapparaten die hier zijn beschreven, kunnen bij voorkeur worden
25 gebruikt voor het (onafhankelijk) corrigeren van verschillende gebieden in één beeld. Op deze manier beïnvloeden lokale inhomogeniteiten in één gebied van het beeld de correctie in een ander deel van het beeld niet. Om hiervoor te zorgen omvatten de kalibratieapparaten volgens de onderhavige uitvinding, in bepaalde uitvoeringsvormen, ten minste twee sets van kalibratiecomponenten.

30 In bepaalde uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten gemaakt uit een polymeer bevattende metaal, metaaloxide of metaalsulfaatdeeltjes.

In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten de beschreven kalibratieapparaten verder een behuizing die ten minste een deel van de kalibratiecomponenten bedekt. In bijzondere uitvoeringsvormen kan de behuizing een kenmerk omvatten dat de

positionering van het apparaat op het desbetreffende object, zoals een deel van het menselijk lichaam, vergemakkelijkt. In bijzondere uitvoeringsvormen omvat de behuizing een (patiëntspecifiek) koppelingsoppervlak.

5 In bepaalde uitvoeringsvormen is het middel voor het plaatsen van de set(s) kalibratiecomponenten een kledingstuk.

In bijzondere uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten in de kalibratieapparaten volgens de onderhavige uitvinding aangepast aan een bepaald weefseltype of een bepaald gebied van het lichaam.

10 In bepaalde uitvoeringsvormen omvat het kalibratieapparaat volgens de onderhavige uitvinding een set van ten minste vijf niet-identieke bollen die een opaciteit voor röntgenstraling hebben die ligt tussen, en niet met inbegrip van, 0 en 1, waarbij de bollen onderling verbonden zijn of kunnen worden op een zodanige manier dat de middens van ten minste vier van de bollen de hoekpunten vormen van een denkbeeldig veelvlak, en één bol zich bevindt binnen het veelvlak.

15

Een verder aspect van het gebruik van de kalibratiecomponenten voor medische beeldvorming zoals hier beschreven, wordt voorzien voor de kwantitatieve meting op gegevens die zijn verkregen door röntgenstraling, ultrageluid, CT en MRI.

20 KORTE BESCHRIJVING VAN DE FIGUREN

De volgende beschrijving van de figuren van specifieke uitvoeringsvormen van de uitvinding is louter illustratief en is niet bedoeld om de onderhavige beschrijving, de toepassing of gebruiken ervan te beperken. Op de figuren duiden overeenkomstige referentienummers gelijkaardige of overeenkomstige delen en kenmerken aan.

25

Figuur 1 Illustratie van een radiografisch beeld waarop een stralingsbron (7), een röntgenstralingsbundel (8), een gekozen gebied (9) en een detector (10) worden getoond.

30 **Figuur 2** Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming (1) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, omvattende verschillende sets (2) van kalibratiecomponenten, en een middel (3) voor het plaatsen van de set kalibratiecomponenten op het lichaam.

Figuur 3 Set (2) van onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, omvattende vier

buitenste kalibratiecomponenten (4), een binnenste kalibratiecomponent (5) en verbindingen (6) tussen de binnenste kalibratiecomponent (5) en de buitenste kalibratiecomponenten (4). De middelpunten van de vier buitenste kalibratiecomponenten (4) vormen de hoekpunten van een denkbeeldig veelvlak, d.w.z. een tetraëder. De binnenste kalibratiecomponent (5) bevindt zich in het midden van de tetraëder.

Figuur 4 Set (2) van onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, omvattende vijf buitenste kalibratiecomponenten (4), een binnenste kalibratiecomponent (5) en verbindingen (6) tussen de binnenste kalibratiecomponent (5) en de buitenste kalibratiecomponenten (4). De middelpunten van de vijf buitenste kalibratiecomponenten (4) vormen de hoekpunten van een denkbeeldig veelvlak, d.w.z. een (vierkante) piramide. De binnenste kalibratiecomponent (5) bevindt zich in het midden van de piramide.

Figuur 5 Stroomschema van voorbeeldstappen in werkwijzen volgens bijzondere uitvoeringsvormen van de uitvinding voor in line correctie van radiografische beelden.

Figuur 6 A-G: Set (2) van 4 onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding die is voorzien in een behuizing (11).

Figuur 7 A-D: Set (2) van 4 onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding die is voorzien in een behuizing (11).

Figuur 8 A-D: Set (2) van 4 onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding die is voorzien in een behuizing (11).

Figuur 9 A, B: Configuratie van diverse sets (2) van onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

Figuur 10 A-C: Set (2) van onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding die is voorzien in een behuizing (11).

Op de figuren worden de volgende cijfers gebruikt:

1 – kalibratieapparaat; 2 – set van kalibratiecomponenten; 3 – plaatsingsmiddelen; 4, 5 – kalibratiecomponent; 6 – verbinding; 7 – stralingsbron; 8 – stralingsbundel; 9 – gekozen gebied; 10 – detector; 11 – behuizing; 12 – koppelingsoppervlak; 13 – deksel.

5 GEDETAILLEERDE BESCHRIJVING

De onderhavige uitvinding zal worden beschreven met betrekking tot bijzondere uitvoeringsvormen, maar de uitvinding wordt hierdoor niet beperkt, maar enkel door de conclusies. Referentietekens in de conclusies mogen niet worden geïnterpreteerd als een beperking van het bereik ervan.

10 Zoals hier gebruikt, omvatten de enkelvoudsvormen “een”, “de” en “het” zowel het enkelvoud als het meervoud, tenzij dit anders aangegeven is in de context.

De termen “omvattende”, “omvat” en “bestaat uit” zoals hier gebruikt zijn synoniem van “bevattende”, “bevat” en “inclusief” en zijn alomvattend of onbepaald en sluiten geen aanvullende, niet genoemde delen, elementen of stappen van de werkwijze
15 uit. De termen “omvattende”, “omvat” omvatten ook de term “bestaande uit”.

Bovendien worden de termen eerste, tweede, derde en dergelijke in de beschrijving en in de conclusies gebruikt om een onderscheid te maken tussen
20 gelijkaardige elementen en niet noodzakelijk om een achtereenvolgende of chronologische volgorde te beschrijven, tenzij dit anders is gespecificeerd. Het zal duidelijk zijn dat de aldus gebruikte termen in geschikte omstandigheden onderling kunnen worden verwisseld en dat de uitvoeringsvormen van de uitvinding die hier zijn beschreven, in andere volgordes kunnen worden gebruikt dan hier beschreven of geïllustreerd.

De term “ongeveer” zoals hier gebruikt bij het verwijzen naar een meetbare
25 waarde zoals een parameter, een hoeveelheid, een tijdsduur en dergelijke, is bedoeld om variaties van +/-10% of minder, bij voorkeur +/-5% of minder, meer bij voorkeur +/-1% of minder, en nog meer bij voorkeur +/-0,1% of minder dan de gespecificeerde waarde te omvatten, in zoverre dergelijke variaties van toepassing zijn voor het uitvoeren van de beschreven uitvinding. Het zal duidelijk zijn dat de waarde waarnaar de
30 bepaling “ongeveer” verwijst zelf ook specifiek, en bij voorkeur, wordt beschreven.

De opname van numerieke bereiken door middel van eindpunten omvat alle cijfers en breuken die vallen binnen de respectievelijke bereiken, evenals de opgesomde eindpunten.

Alle documenten die in de onderhavige specificatie zijn geciteerd, zijn hierbij in hun geheel opgenomen bij referentie.

Tenzij anders gedefinieerd, hebben alle termen die zijn gebruikt bij de beschrijving van de uitvinding, met inbegrip van technische en wetenschappelijke termen, de betekenis zoals deze gewoonlijk begrepen wordt door een vakman in het gebied waarvan deze uitvinding deel uitmaakt. Bij wijze van verdere hulp zijn definities voor de termen die zijn gebruikt in de beschrijving opgenomen om de beschrijving van de onderhavige uitvinding beter te begrijpen. De termen of definities die hier zijn gebruikt, worden enkel gegeven om te helpen de uitvinding te begrijpen.

Referentie in deze specificatie naar "één uitvoeringsvorm" of "een uitvoeringsvorm" betekent dat een bepaald kenmerk, structuur of eigenschap die is beschreven in verband met de uitvoeringsvorm, ten minste in één uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding is opgenomen. De zinnen "in één uitvoeringsvorm" of "in een uitvoeringsvorm" op verschillende plaatsen in deze specificatie verwijzen dus niet noodzakelijkerwijs maar wel mogelijks naar dezelfde uitvoeringsvorm. Bovendien kunnen de bijzondere kenmerken, structuren of eigenschappen op een geschikte manier worden gecombineerd in één of meerdere uitvoeringsvormen, zoals voor een vakman duidelijk zal blijken uit deze beschrijving. Hoewel sommige uitvoeringsvormen die hier beschreven zijn, sommige, maar niet alle kenmerken omvatten die zijn opgenomen in andere uitvoeringsvormen, zijn combinaties van kenmerken van verschillende uitvoeringsvormen bedoeld om te vallen binnen het bereik van de uitvinding, en verschillende uitvoeringsvormen te vormen, zoals duidelijk zal zijn bij de vakman. In de conclusies kunnen bijvoorbeeld eender welk van de beschreven uitvoeringsvormen in eender welke combinatie worden gebruikt.

De term "grijswaarde" zoals hier gebruikt, verwijst naar een meting van de intensiteit of intensiteitsvariatie in een beeld. Deze intensiteit kan worden voorgesteld als een bepaalde grijsschaal die gaat van wit naar zwart, of een bepaalde kleurtint, bijv. zoals in kunstmatig gekleurde beelden. Intensiteiten kunnen ook worden voorgesteld als een bepaald cijfer.

De term "set" zoals hier gebruikt bij de verwijzing naar een set of reeks van kalibratiecomponenten, omvat twee of meer onderling verbonden of verbindbare componenten.

De term "opaciteit" zoals hier gebruikt, verwijst naar de meting van de ondoordringbaarheid van een object of materiaal voor een bepaald soort straling.

Hoewel de term "radio-opaciteit" in principe specifiek verwijst naar röntgenstraling en soortgelijke straling, wordt het hier in het algemeen ook onderling verwisselbaar gebruikt met "opaciteit". De opaciteit is afhankelijk van de frequentie van het desbetreffende licht. Opaciteit kan op verschillende manieren worden gekwantificeerd, waaronder de

De term "specifieke absorptiesnelheid" zoals hier gebruikt, verwijst naar een meting van de mate waarin energie wordt geabsorbeerd door een object of anatomisch deel wanneer het wordt blootgesteld aan elektromagnetische straling, geluid, deeltjes of andere energie of materie. Het wordt gedefinieerd als de stroom die wordt geabsorbeerd per massa en wordt uitgedrukt in watt per kilogram. De waarde van de specifieke absorptiesnelheid varieert in functie van de frequentie van de elektromagnetische straling of geluid, of van het type deeltjes of andere energie of materie. Telkens een specifieke absorptiesnelheid wordt vermeld in deze tekst, is de overeenkomstige elektromagnetische straling, geluid, deeltjes of andere energie of materie het type straling, geluid, deeltjes of andere energie of materie die wordt gebruikt in een medische beeldvormingstechniek. In radiografie met röntgenstraling bijvoorbeeld is de elektromagnetische straling de röntgenstraling in een bepaald frequentiebereik.

De term "dempingscoëfficiënt" zoals hier gebruikt, verwijst naar een hoeveelheid die aangeeft hoe gemakkelijk een materiaal of medium kan worden doordrongen door een lichtbundel, geluid, deeltjes of andere energie of materie. Een grote dempingscoëfficiënt betekent dat de straal snel wordt "gedempt" (verzwakt) naarmate het door het medium gaat, en een kleine dempingscoëfficiënt betekent dat het medium relatief transparant is voor de straal. De dempingscoëfficiënt wordt gemeten met behulp van eenheden van wederzijdse lengte. Telkens een dempingscoëfficiënt wordt vermeld in deze tekst, is de overeenkomstige elektromagnetische straling, geluid, deeltjes of andere energie of materie het type straling, geluid, deeltjes of andere energie of materie die wordt gebruikt in een beeldvormingstechniek. In radiografie met röntgenstraling bijvoorbeeld is de elektromagnetische straling de röntgenstraling in een bepaald frequentiebereik.

Beeldvormingstechnieken die bedoeld zijn voor de toepassing van de onderhavige uitvinding omvatten technieken zoals radiografie, ultrageluid, computertomografie (CT) met röntgenstraling, thermografie, magnetische resonantie beeldvorming (MRI) en nucleaire geneeskunde zoals positronemissietomografie (PET).

De term "medische beeldvorming" zoals hier gebruikt, verwijst naar technieken en processen die worden gebruikt voor het maken van beelden van het menselijke of dierlijke lichaam (of delen en functies daarvan), gewoonlijk voor klinische doeleinden (medische ingrepen voor het aantonen, diagnosticeren of onderzoeken van een ziekte) of de medische wetenschap (met inbegrip van de studie van de normale anatomie en fysiologie).

De term "(medisch) beeld" zoals hier gebruikt, verwijst naar een beeld dat wordt verkregen door een (medische) beeldvormingstechniek. De term "beeld" omvat verder beelden die worden verkregen door radiografie, ultrageluid, CET, thermografie, MRI en nucleaire geneeskunde, ook wanneer dit wordt gebruikt voor niet-medische doeleinden.

In één aspect worden kalibratieapparaten voor beeldvorming voorzien. Er worden meer in het bijzonder kalibratieapparaten voorzien die het mogelijk maken om een verbeterde geometrische nauwkeurigheid en nauwkeurigheid van de grijswaarde van de beelden via röntgenstraling, ultrageluid, computertomografie (CT) met röntgenstraling en/of magnetische resonantie beeldvorming (MRI) te verkrijgen, meer in het bijzonder van een gekozen gebied van het lichaam. In bijzondere uitvoeringsvormen zijn de voorziene kalibratieapparaten voor beeldvorming radiografische kalibratieapparaten.

Een schematische illustratie van een voorbeeld van radiografische beeldvorming wordt getoond op figuur 1. Een (röntgen) stralingsbron (7) produceert een (röntgen) stralingsbundel (8). Een gebied van belang (9), bijvoorbeeld een lichaamsdeel, wordt geplaatst tussen de stralingsbron en een detector (10). Aangezien de straal divergent is, wordt het beeld van het gekozen gebied op de detector vervormd. De zones van het gekozen gebied vlakbij de rand van de straal worden bijvoorbeeld meer vergroot dan de zones in het midden van de straal. Daarnaast worden zones van het gekozen gebied dicht bij de detector minder vergroot dan zones verder weg van de detector. Instabiliteit en inhomogeniteit van de stralingsbron kunnen nog meer vervormingen in het beeld veroorzaken. Voor kwantitatieve metingen moet het beeld daarom worden gekalibreerd. Het beeld wordt bij voorkeur gekalibreerd op basis van een meting van de fouten (vervorming) in verschillende zones van het beeld.

De kalibratieapparaten zoals hier beschreven, omvatten een set van twee of meer, meer in het bijzonder drie of meer, niet-identieke onderling verbindbare of onderling verbonden kalibratiecomponenten. De kalibratieapparaten die hier beschreven zijn, omvatten meer in het bijzonder ten minste een set van twee of meer niet-identieke onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten, waarbij twee of meer niet-identieke onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten een verschillende radio-opaciteit hebben. De radio-opaciteit van de kalibratiecomponenten ligt meer in het bijzonder tussen, en niet met inbegrip van, 0 en 1. Het verschil in radio-opaciteit kan op verschillende manieren worden verzekerd, zoals, maar niet beperkt tot, optische densiteit van het materiaal, grootte enz. zoals hieronder in detail zal worden beschreven. Het gebruik van ten minste twee kalibratiecomponenten met verschillende radio-opaciteit verbetert verder de correctie van de grijswaarde.

Het is de bedoeling dat de positie van de kalibratiecomponenten, tijdens het gebruik van de kalibratieapparaten, vast is ten opzichte van elkaar. Dienovereenkomstig omvat de set, wanneer de kalibratiecomponenten worden voorzien als individuele onderling verbindbare componenten, middelen of kenmerken om de kalibratiecomponenten onderling te verbinden zodat ze een vaste drie-dimensionale meetkundige figuur vormen. Verschillende implementaties van onderling verbindende kalibratiecomponenten worden overwogen. Elke kalibratiecomponent in de set kan dus rechtstreeks of onrechtstreeks verbonden zijn met de andere kalibratiecomponenten in de reeks. Elke kalibratiecomponent kan bijvoorbeeld rechtstreeks zijn verbonden met elk andere kalibratiecomponent in de reeks. In bijzondere uitvoeringsvormen zijn bepaalde kalibratiecomponenten in de set enkel verbonden met één ander kalibratiecomponent in die set. Sommige van de kalibratiecomponenten in de set kunnen dus onrechtstreeks zijn verbonden of verbindbaar zijn met elkaar. In een set van drie kalibratiecomponenten kan de eerste component bijvoorbeeld rechtstreeks zijn verbonden met de tweede component en kan de derde component ook rechtstreeks zijn verbonden met de tweede component, maar niet rechtstreeks met de eerste component. In deze uitvoeringsvorm is er een onrechtstreekse verbinding tussen de eerste en derde component. Op deze manier wordt het aantal verbindingen geminimaliseerd en wordt dus ook het aantal artefacten in het medische beeld omwille van de verbindingen gereduceerd. Alle componenten kunnen ook rechtstreeks verbonden zijn of verbindbaar zijn met elkaar.

Zoals hierboven aangegeven, kunnen de kalibratieapparaten die hier zijn beschreven één of meerdere kalibratiecomponenten omvatten. Het aantal componenten

is in zekere mate afhankelijk van de toepassingen van het kalibratieapparaat. Een set omvattende 1 of 2 kalibratiecomponenten laat de kalibratie van de grijswaarden in een beeld toe en laat de berekening toe van de graad van vergroting of verkleining in het beeld (2-dimensionale (2D) correctie). Voor een 3D geometrische correctie zijn ten

5 minste 3 kalibratiecomponenten nodig. In bepaalde uitvoeringsvormen omvat de set van onderling verbonden kalibratiecomponenten daarom ten minste twee, meer in het bijzonder ten minste drie kalibratiecomponenten. De aanwezigheid van vier kalibratiecomponenten in een apparaat volgens de onderhavige uitvinding laat een correctie van de grijswaarde en geometrische correctie toe, en laat toe de kalibratie van

10 het medische beeldvormingsapparaat te beoordelen. In bijzondere uitvoeringsvormen omvat de set van onderling verbonden kalibratiecomponenten dus ten minste vier kalibratiecomponenten. Een set van vijf kalibratiecomponenten laat een volledige ruimtelijke, 3D- en grijswaardencorrectie toe, zonder dat er verdere informatie nodig is over de kalibratie van het medische beeldvormingsapparaat. In bijzondere

15 uitvoeringsvormen omvat de set onderling verbonden kalibratiecomponenten daarom ten minste vijf kalibratiecomponenten. Naast het bovenstaande dient er opgemerkt te worden dat de nauwkeurigheid van de correctie van ruimtelijke artefacten verder wordt verhoogd met het aantal kalibratiecomponenten die worden voorzien op verschillende posities in het beeld. Verder wordt er dus bedoeld dat er in bepaalde uitvoeringsvormen

20 sets van 6, 7, 8, 9, 10 of meer kalibratiecomponenten worden voorzien in de apparaten volgens de onderhavige uitvinding.

Binnen elke set worden de kalibratiecomponenten voorzien zodanig dat ze kunnen worden vastgezet in een of meer variabele of vaste posities ten opzichte van

25 elkaar. In bijzondere uitvoeringsvormen raken de kalibratiecomponenten, wanneer onderling verbonden, elkaar niet. In de praktijk moeten overlappings van de kalibratiecomponenten in het beeld worden geminimaliseerd en indien mogelijk vermeden. Het draagt de voorkeur (maar is zoals hieronder beschreven niet noodzakelijk) dat de afstand tussen de kalibratiecomponenten, of ten minste delen ervan,

30 ten minste 10 pixels bedraagt op het medische beeld. Bovendien is de grootte van de kalibratiecomponenten bij voorkeur zodanig dat de grootte van elke kalibratiecomponent verschillende pixels is in het beeld, bij voorkeur 10 of meer pixels. De nauwkeurigheid van de geometrische correctie en/of de correctie van de grijswaarde gewoonlijk neemt toe als de kalibratiecomponenten zijn gespreid over meerdere pixels in het beeld.

De aard van de verbinding tussen de kalibratiecomponenten is niet kritisch. De kalibratiecomponenten kunnen bijvoorbeeld worden verbonden door verbindingselementen zoals, maar niet beperkt tot, een rechte of gebogen pin of stang. De verbinding van twee of meerdere van de kalibratiecomponenten in een set kan
5 daarnaast of ook worden verkregen via rechtstreeks contact tussen de kalibratiecomponenten. Rechtstreeks contact tussen de kalibratiecomponenten is in het bijzonder nuttig wanneer ten minste één van de kalibratiecomponenten niet stangvormig is.

In bijzondere uitvoeringsvormen worden de sets van kalibratiecomponenten
10 voorzien als irreversibel vast met elkaar verbonden structuren, waarbij verbinding kan worden verzekerd door eender welke wijze, zoals lijmen of productie in één stuk. In verdere uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten reversibel verbindbaar en kan de set middelen of kenmerken omvatten om verbinding van de kalibratiecomponenten toe te laten zodanig dat ze een vaste twee-dimensionale en meer in het bijzonder
15 driedimensionale figuur vormen. In bijzondere uitvoeringsvormen draagt het de voorkeur dat de verbinding bij gebruik van het apparaat stabiel en sterk is en geen invloed heeft op de beeldvorming van de kalibratiecomponenten. In bijzondere uitvoeringsvormen wordt de verbinding tussen de kalibratiecomponenten in de set verzekerd door een of meerdere speciale verbindingsskenmerken en/of verbindingselementen. In verdere
20 bijzondere uitvoeringsvormen kan de verbinding een vaste relatieve positie van de kalibratiecomponenten verzekeren. De aard van de verbindingsskenmerk(en) en/of verbindingselementen zorgt er meer in het bijzonder voor dat de kalibratiecomponent kan worden geplaatst op een afstand van één of meer andere kalibratiecomponenten die ten minste gelijk is aan de kleinste diameter van het verbindingselement.

25 In bijzondere uitvoeringsvormen zorgen de speciale verbindingen en/of verbindingselementen ervoor dat een of meerdere van de kalibratiecomponenten in de set op verschillende manieren kunnen worden verbonden met de andere kalibratiecomponenten zodanig dat de relatieve positie van de kalibratiecomponenten kan worden aangepast maar daarna kan worden vastgezet voor gebruik.

30 De kalibratiecomponenten in de set hebben dus vaste relatieve posities, of kunnen onderling worden verbonden om vaste relatieve posities aan te nemen. In bijzondere uitvoeringsvormen wordt de set onderling verbonden kalibratiecomponenten voorzien als een vaste set kalibratiecomponenten. Het kalibratieapparaat wordt meer in het bijzonder voorzien en optioneel gemaakt uit één enkel stuk.

De kalibratieapparaten die hier zijn beschreven, kunnen optioneel een middel omvatten voor het plaatsen of positioneren van de een of meerdere sets kalibratiecomponenten op een lichaam of lichaamsdeel. Terwijl "positionering" in deze context de nadruk impliceert op de correcte plaatsing van de sets kalibratiecomponenten, verwijst "plaatsen" in deze context meer naar het vermogen om een vaste positie op een gekozen object zoals een lichaamsdeel te behouden. Het middel voor het plaatsen of positioneren van de set kalibratiecomponenten op een lichaam of lichaamsdeel is meer in het bijzonder een structuur die geen deel uitmaakt van de kalibratiecomponenten als dusdanig, maar die daar (verwijderbaar) aan kan worden vastgemaakt. In bijzondere uitvoeringsvormen vergemakkelijkt het middel voor de plaatsing of positionering de positionering of plaatsing van de set kalibratiecomponenten op het lichaam of op een lichaamsdeel zodanig dat de kalibratiecomponenten zich vlakbij een bepaald gekozen gebied op het lichaam bevinden, optioneel in een vooraf gedefinieerde positie. In bijzondere uitvoeringsvormen is het middel zodanig dat het de plaatsing toelaat van meerdere kalibratiecomponenten vlakbij het gekozen gebied. In bijzondere uitvoeringsvormen zorgt het kenmerk voor positionering en/of plaatsing er verder voor dat de relatieve positie van de set kalibratiecomponenten ten opzichte van het gekozen gebied niet wijzigt tijdens het maken van het beeld. Het gekozen gebied kan een gebied zijn van een bot, van weefsel, een gebied waarvan men weet of verwacht dat er zich een tumor bevindt, enz. Voorbeelden van kenmerken voor positionering en/of plaatsing zijn hieronder beschreven.

De relatieve positie van twee of meer kalibratiecomponenten in een set kan bijkomend of alternatief ook worden verzekerd door een behuizing. Een dergelijke behuizing is een structuur die ten minste één van de kalibratiecomponenten beschermt en/of twee of meer van de kalibratiecomponenten ten opzichte van elkaar vastmaakt. Een dergelijke behuizing kan verder helpen de vorm en integriteit van de kalibratiecomponenten te beschermen, bijvoorbeeld wanneer ze gemaakt zijn uit broos materiaal. In deze uitvoeringsvormen bedekt de behuizing bij voorkeur ten minste een deel van de kalibratiecomponent(en). In bijzondere uitvoeringsvormen bedekt de behuizing ten minste 30% van één of meer van de kalibratiecomponenten. In bijzondere uitvoeringsvormen bedekt behuizing ten minste 30% van de kalibratiecomponent(en) op het oppervlak van de kalibratiecomponent(en) die het buitenste oppervlak van de set kalibratiecomponenten vormen. In bijzondere uitvoeringsvormen bestaat de behuizing uit een enkel deel, en kan het zijn verbonden met één of meerdere van de (reeks)

kalibratiecomponenten via een snap-fit of clip-on mechanisme. In andere uitvoeringsvormen kan de behuizing twee of meerdere verwijderbare verbindbare delen omvatten, om de set kalibratiecomponenten gemakkelijker in de behuizing te plaatsen en eruit te halen. In bijzondere uitvoeringsvormen kunnen de twee of meerdere delen
5 van de behuizing verwijderbaar worden verbonden via een snap-fit systeem.

De behuizing is gewoonlijk gemaakt uit een materiaal met een verwaarloosbare dempingscoëfficiënt en/of radio-opaciteit, zodanig dat het geen invloed heeft op het beeld van de kalibratiecomponenten. Geschikte materialen zijn onder andere, maar zij niet beperkt tot, polymeren zoals polystyreen, polyvinylchloride, polyesters,
10 polypropyleen, polycarbonaat, poly(methylmethacrylaat), polyethyleentereftalaat, polyamides of mengelingen daarvan. Deze materialen hebben een lage radio-opaciteit terwijl ze toch nog steeds de nodige sterkte bieden voor het vasthouden van de positie van de kalibratiecomponenten. In bijzondere uitvoeringsvormen is elke set kalibratiecomponenten van het kalibratieapparaat zoals hier beschreven voorzien van
15 een afzonderlijke behuizing. In andere uitvoeringsvormen kunnen twee of meerdere sets kalibratiecomponenten van het kalibratieapparaat in dezelfde behuizing zitten.

De behuizing kan verder geschikt zijn als een middel voor de positionering en/of plaatsing van de set kalibratiecomponenten op een gekozen object zoals op het lichaam. In bijzondere uitvoeringsvormen zijn de middelen voor de positionering en/of plaatsing
20 dus geïntegreerd in een behuizing. De apparaten kunnen echter ook speciale behuizing- en positionerings- of plaatsingskenmerken omvatten. Dit zal verder worden uitgelegd in de tekst.

In bepaalde uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten in de set verbonden doordat ze ingebed zijn in een radiolucent materiaal, d.w.z. een materiaal
25 met een radio-opaciteit van 0, of dichtbij 0.

De vorm en de grootte van de kalibratiecomponenten van de kalibratieapparaten volgens onderhavige uitvinding is niet kritisch. In bepaalde uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten bollen, halve bollen, ellipsoïden, kubussen, tetraëders, piramiden,
30 stangen, schijven, sluitingen, draden of enige combinatie daarvan.

In een bijzondere uitvoeringsvorm zijn sommige van de kalibratiecomponenten bollen. In bepaalde uitvoeringsvormen zijn alle kalibratiecomponenten bolvormig, of vrijwel bolvormig. Bollen zijn metrologisch heel stabiel om te meten, worden gemakkelijk

gedetecteerd in een beeld door beeldverwerkingssoftware en zijn gemakkelijk om nauwkeurig te produceren.

In bijzondere uitvoeringsvormen zijn een of meerdere van de kalibratiecomponenten stangen. De stangen zijn gewoonlijk cilindrisch en hebben een aspectverhouding (d.w.z. lengte gedeeld door breedte) tussen 2 en 10. In bepaalde uitvoeringsvormen zijn alle kalibratiecomponenten stangen.

In bepaalde uitvoeringsvormen omvatten de kalibratiecomponenten een combinatie van een of meerdere bollen en een of meerdere stangen. De stangen zijn niet alleen bedoeld als kalibratiecomponenten, maar kunnen verder ook worden gebruikt als verbindingselementen voor het verbinden van de bollen. In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten een of meerdere kalibratiecomponenten een stang die is verbonden met een bol.

Elke kalibratiecomponent in een set kan worden geïdentificeerd in een beeld via unieke kenmerken van die kalibratiecomponent, of via de relatieve positie ervan ten opzichte van een identificeerbare kalibratiecomponent. Bijgevolg zijn de meeste of alle kalibratiecomponenten in een set niet identiek, om te zorgen voor een ondubbelzinnige identificatie van de kalibratiecomponenten in een beeld. De kalibratiecomponenten in een beeld kunnen daarom een verschillende vorm, grootte, binnenste diameter, buitenste diameter, markering, identificatiecode, radio-opaciteit of een combinatie daarvan hebben. Deze kenmerken zullen hieronder meer in detail worden beschreven.

De identificatie van kalibratiecomponenten kan worden vergemakkelijkt en verbeterd als de kalibratiecomponenten hol zijn. In bijzondere uitvoeringsvormen zijn een of meerdere van de kalibratiecomponenten in de set dus hol. In verdere bijzondere uitvoeringsvormen is één kalibratiecomponent in de set massief, en zijn één of meerdere, meer in het bijzonder alle andere kalibratiecomponenten in de set hol. In andere bijzondere uitvoeringsvormen zijn al de kalibratiecomponenten in de set hol. Kalibratieapparaten worden meer in het bijzonder voorzien waarbij een of meerdere van de kalibratiecomponenten in de set holle bollen zijn. In verdere uitvoeringsvormen is één kalibratiecomponent in de set een massieve bol, en zijn alle andere kalibratiecomponenten in de set holle bollen. In andere bijzondere uitvoeringsvormen zijn al de kalibratiecomponenten in de set holle bollen. De verhouding tussen de grote en kleine straal, d.w.z. buitenste en binnenste straal, van een holle bol verandert niet bij projectie, hetgeen de identificatie van de kalibratiecomponenten in een beeld

vergemakkelijkt. In andere uitvoeringsvormen zijn geen van de kalibratiecomponenten hol.

De identificatie van de kalibratiecomponenten in een beeld wordt ook vergemakkelijkt als de kalibratiecomponenten in de set verschillende (buitenste) diameters of groottes hebben. In bijzondere uitvoeringsvormen hebben de kalibratiecomponenten van één set dus een verschillende buitenste diameter of grootte. Als het kalibratieapparaat dat hier is beschreven, twee of meerdere stangvormige kalibratiecomponenten omvat, kunnen de stangen een verschillende breedte en/of lengte hebben. In bepaalde uitvoeringsvormen omvat het kalibratieapparaat twee of meerdere stangvormige kalibratiecomponenten, die alle verschillende breedtes hebben.

In bijzondere uitvoeringsvormen van de kalibratieapparaten volgens de uitvinding is de (maximale) buitenste diameter van ten minste één kalibratiecomponent verschillend van de buitenste diameter van een andere kalibratiecomponent in de reeks.

Er dient opgemerkt te worden dat wanneer kalibratieapparaten omvattende holle kalibratiecomponenten worden bedoeld, de verhouding tussen de buitenste en binnenste diameter kan variëren. In bijzondere uitvoeringsvormen is de verhouding van de buitenste en binnenste diameter van ten minste één van de holle kalibratiecomponenten verschillend van de verhouding van de buitenste en binnenste diameter van een andere kalibratiecomponent. In bijzondere uitvoeringsvormen heeft elke kalibratiecomponent in de set van onderling verbonden kalibratiecomponenten een verhouding van de buitenste en binnenste diameter die verschillend is van de verhouding van de buitenste en binnenste diameter van alle andere kalibratiecomponenten in de set of reeks. Als elke kalibratiecomponent een unieke verhouding van de binnenste en buitenste diameter heeft, vergemakkelijkt dit de identificatie van de verschillende kalibratiecomponenten in een beeld. In meer bijzondere uitvoeringsvormen van de apparaten volgens de onderhavige uitvinding zijn de kalibratiecomponenten holle bollen, en is de verhouding tussen de binnenste en buitenste diameter voor elke bol verschillend.

De binnenste diameter van de kalibratiecomponenten die holle bollen of cilindrische stangen zijn, ligt gewoonlijk bijvoorbeeld tussen 9,9 en 0,1 cm, bij voorkeur tussen 2,9 en 0,2 cm, meer bij voorkeur tussen 0,9 en 0,2 cm en zelfs meer bij voorkeur tussen 0,6 en 0,3 cm. De buitenste diameter van de kalibratiecomponenten die holle bollen of cilindrische stangen zijn, ligt gewoonlijk tussen 10 en 0,4 cm, bij voorkeur tussen 3 en 0,4 cm, meer bij voorkeur tussen 1 en 0,4 cm, en zelfs meer bij voorkeur

tussen 0,7 en 0,5 cm, op voorwaarde dat de buitenste diameter groter is dan de binnenste diameter. De diameter van de kalibratiecomponenten die massieve bollen zijn, ligt gewoonlijk tussen 10 en 0,1 cm, bij voorkeur tussen 3 en 0,3 cm, meer bij voorkeur tussen 1 en 0,3 cm en zelfs meer bij voorkeur tussen 0,7 en 0,3 cm.

5 In bijzondere uitvoeringsvormen kunnen de kalibratiecomponenten daarnaast of ook worden geïdentificeerd op een verschillende manier, bijv. door markering van de kalibratiecomponent. De kalibratiecomponenten kunnen worden voorzien van een identificatielabel of -code die identificatie daarvan in het beeld toelaat. Geschikte werkwijzen voor het markeren van een object zodanig dat de markering zichtbaar is op
10 het genomen beeld, zijn afhankelijk van de aard van het beeldvormingsapparaat en zijn welbekend bij de vakman. De kalibratiecomponenten kunnen daarnaast of ook een verschillende grootte en/of vorm hebben.

Het beoogde gebruik van de kalibratieapparaten en -werkwijzen volgens de
15 onderhavige uitvinding is in bepaalde uitvoeringsvormen gebaseerd op het voorzien van de referentiewaarden voor grijswaarden van het beeld. In bepaalde uitvoeringsvormen worden de kalibratieapparaten volgens de onderhavige uitvinding namelijk gebruikt voor het kalibreren van grijswaarden bij medische beeldvorming. Daartoe moeten ten minste twee van de kalibratiecomponenten zorgen voor de absorptie van sommige, maar niet
20 alle straling die wordt gebruikt bij de medische beeldvorming. Dit betekent dat ten minste twee van de kalibratiecomponenten die aanwezig zijn in een set van het apparaat volgens de onderhavige uitvinding een radio-opaciteit moeten hebben tussen, en niet met inbegrip van, 0 en 1. Een materiaal of object met een radio-opaciteit van 0 laat een totale transmissie van de straling toe die is gebruikt voor de medische beeldvorming.
25 Een materiaal of object met een radio-opaciteit van 1 blokkeert de straling die wordt gebruikt voor de medische beeldvorming volledig van de stralingsbron naar de film of detector. Als een kalibratiecomponent een radio-opaciteit heeft tussen 0 en 1, betekent dit dat het beeld van de kalibratiecomponent grijswaarden zal hebben tussen de minimum- en maximumgrijswaarde. Aangezien radio-opaciteit afhankelijk is van de
30 gebruikte frequentie, wordt de radio-opaciteit van de kalibratiecomponenten bepaald door het beoogde gebruik ervan. Wanneer het doel kalibratie van beelden gemaakt door röntgenstraling is, moet de radio-opaciteit van de componenten liggen tussen 0 en 1 voor röntgenstralen, enz. Het is echter mogelijk dat een apparaat wordt voorzien, omvattende ten minste een set componenten, waarbij ten minste twee van de

kalibratiecomponenten die aanwezig zijn in de set een opaciteit hebben tussen 0 en 1 voor de verschillende beoogde beeldvormingsmethodes.

In voorkeur dragende uitvoeringsvormen hebben ten minste twee van de kalibratiecomponenten van de kalibratieapparaten volgens de onderhavige uitvinding
5 dus een radio-opaciteit tussen 0 en 1. Deze kalibratiecomponenten zijn meer in het bijzonder gemaakt uit een materiaal met een radio-opaciteit tussen, en niet met inbegrip van, 0 en 1. In meer bijzondere uitvoeringsvormen hebben al de kalibratiecomponenten in de set een radio-opaciteit tussen 0 en 1.

Er wordt verder opgemerkt dat de kwaliteit van de correctie zal worden verbeterd
10 wanneer de opaciteit van de kalibratiecomponenten in het bereik ligt van de opaciteitswaarden van het desbetreffende gebied. In verdere bijzondere uitvoeringsvormen heeft de radio-opaciteit of de specifieke absorptiesnelheid (SAR) van elke kalibratiecomponent dus een vooraf bepaalde waarde, meer in het bijzonder een waarde die is geselecteerd op basis van de opaciteit van het desbetreffende gebied. Om
15 te zorgen voor een optimale correctie van de grijswaarden is het voorzien van kalibratiecomponenten met een verschillende opaciteit bovendien ook van belang. In bijzondere uitvoeringsvormen hebben de twee of meerdere kalibratiecomponenten binnen een set van de apparaten volgens de uitvinding, die een radio-opaciteit tussen 0 en 1 hebben, dus een radio-opaciteit die verschillend is van elkaar. In bijzondere
20 uitvoeringsvormen hebben al de kalibratiecomponenten in een set een verschillende radio-opaciteit.

Bij het kalibreren van de grijswaarden van een gekozen gebied is het in het bijzonder van belang referenties van grijswaarden te hebben die vallen binnen het bereik tussen de minimale en maximale grijswaarden die zijn voorgesteld op het beeld van het
25 desbetreffende gebied. In bijzondere uitvoeringsvormen is de resulterende grijswaarde van één kalibratiecomponent in de set lager dan de gemiddelde grijswaarde van het desbetreffende gebied van het lichaam, terwijl de resulterende grijswaarde andere kalibratiecomponent in de set hoger is dan de gemiddelde grijswaarde van het desbetreffende gebied. In bijzondere uitvoeringsvormen betekent dit in de praktijk dat de
30 SAR van één kalibratiecomponent lager is dan de gemiddelde SAR in het desbetreffende gebied en dat de SAR van een andere kalibratiecomponent hoger is dan de gemiddelde SAR in het desbetreffende gebied. In termen van radio-opaciteit betekent dit in de praktijk dat de radio-opaciteit aan één kalibratiecomponent lager is dan de gemiddelde radio-opaciteit in het desbetreffende gebied en dat de radio-opaciteit van

een andere kalibratiecomponent hoger is dan de gemiddelde radio-opaciteit in het desbetreffende gebied.

Er wordt meer in het bijzonder beschouwd dat de resulterende grijswaarde van één kalibratiecomponent, voor een set kalibratiecomponenten in de apparaten volgens de onderhavige uitvinding, gelijk is aan of lager is dan de laagste grijswaarde van het desbetreffende gebied van het lichaam, terwijl de resulterende grijswaarde van een andere kalibratiecomponent gelijk is aan of hoger is dan de hoogste grijswaarde van het desbetreffende gebied. In de praktijk betekent dit dat de SAR van één kalibratiecomponent gelijk is aan of lager is dan de laagste SAR in het desbetreffende gebied en dat de SAR van een andere kalibratiecomponent gelijk is aan of hoger is dan de hoogste SAR in het desbetreffende gebied. In termen van radio-opaciteit betekent dit dat de radio-opaciteit aan één kalibratiecomponent gelijk is aan of lager is dan de laagste radio-opaciteit in het desbetreffende gebied en dat de radio-opaciteit van een andere kalibratiecomponent gelijk is aan of hoger is dan de hoogste radio-opaciteit in het desbetreffende gebied.

De vakman zal begrijpen dat de radio-opaciteit en SAR van de kalibratiecomponenten en het desbetreffende gebied, en de overeenkomstige grijswaarden, afhankelijk zijn van de dempingscoëfficiënt van de materialen waaruit de kalibratiecomponenten zijn gemaakt en het desbetreffende gebied. De radio-opaciteit en SAR van een medium is specifiek afhankelijk van de dempingscoëfficiënt van de materialen waaruit dat medium is gemaakt, en de hoeveelheid van deze materialen die aanwezig zijn in dat medium. De radio-opaciteit en SAR van de kalibratiecomponenten kan dus worden gevarieerd door het variëren van de grootte van de kalibratiecomponenten, het variëren van de verhouding tussen de binnenste en buitenste diameter van de holle kalibratiecomponenten, het variëren van de materialen waaruit de kalibratiecomponenten zijn gemaakt of enige combinatie daarvan. Om de optimale materialen, grootte en/of binnenste en buitenste diameter voor de kalibratiecomponenten te identificeren, kunnen de dempingscoëfficiënten van mogelijke materialen waaruit de kalibratiecomponenten zijn gemaakt, worden vergeleken met dempingscoëfficiënten van het bot en de weefsels die worden verwacht in het desbetreffende gebied. Dempingscoëfficiënten van een breed gamma aan materialen, weefsels, enz. zijn beschikbaar in de literatuur (bijv. J.H. Hubbell and S.M. Seltzer, Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients from 1 keV to 20 MeV for Elements $Z = 1$ to 92 and 48 Additional

Substances of Dosimetric Interest, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD).

De vakman zal verder weten dat de relatie tussen de demping van de straling die wordt gebruikt bij de medische beeldvormingstechniek en de dempingscoëfficiënt wordt
5 gegeven door de wet van Beer-Lambert.

Zoals hierboven uitgelegd is, wordt de radio-opaciteit van de kalibratiecomponenten van de apparaten volgens de onderhavige uitvinding ten minste gedeeltelijk bepaald door het materiaal waaruit ze zijn gemaakt. In bijzondere
10 uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten gemaakt uit een enkel materiaal. In verdere bijzondere uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten gemaakt uit een materiaal omvattende een polymeer. Polymeren kunnen vaak gemakkelijk worden gevormd en/of gesinterd, hetgeen de productie van de kalibratiecomponenten vergemakkelijkt. Om de radio-opaciteit van de kalibratiecomponenten te wijzigen,
15 kunnen deeltjes met een verschillende radio-opaciteit worden toegevoegd aan het polymeer. In bijzondere uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten dus gemaakt uit een polymeer bevattende deeltjes. In verdere bijzondere uitvoeringsvormen zijn de deeltjes gemaakt uit een materiaal met een hogere dempingscoëfficiënt dan het polymeer, bij voorkeur met een hogere dempingscoëfficiënt van de röntgenstraling dan
20 het polymeer.

Geschikte polymeren omvatten, maar zijn niet beperkt tot, een natuurlijke of synthetische rubber of latex, polyvinylchloride, polyethyleen, polypropyleen, polystyreen, polyamiden, polyester, aramiden, polyethyleentereftalaat, polymethylmethacrylaat, polymethylmethacrylaat of mengelingen daarvan. In bijzondere uitvoeringsvormen is het
25 polymeer een polyamide, bijv. nylon. In bepaalde uitvoeringsvormen is het polymeer gutta-percha. De deeltjes kunnen bestaan uit een metaal, metaaloxide, metaalsulfaat of een verbinding omvattende een metaal. Geschikte metalen omvatten, maar zij niet beperkt tot, barium, ijzer, lood, titanium, koper, platina, zilver, goud, nikkel, zink of legeringen daarvan. Deeltjes kunnen daarnaast of ook bestaan uit jodium of een
30 jodiumhoudende verbinding. In bijzondere uitvoeringsvormen bestaan de kalibratiecomponenten en/of de verbindingen tussen de kalibratiecomponenten uit een polymeer omvattende bariumsulfaatdeeltjes. In bijzondere uitvoeringsvormen bestaan de kalibratiecomponenten en/of de verbindingen tussen de kalibratiecomponenten uit een mengeling van nylon (polyamide) met bariumsulfaatdeeltjes.

De verbindingen tussen de kalibratiecomponenten zijn bij voorkeur niet zichtbaar op het medische beeld. Daarom wordt er aangenomen dat de verbindingselementen, wanneer twee of meerdere kalibratiecomponenten zijn verbonden via verbindingselementen, kunnen bestaan uit hetzelfde of een verschillend materiaal van de kalibratiecomponenten. In bijzondere uitvoeringsvormen kunnen de verbindingselementen bestaan uit een materiaal dat een lagere dempingscoëfficiënt en/of radio-opaciteit geeft dan de kalibratiecomponenten. In meer bijzondere uitvoeringsvormen hebben de verbindingselementen een radio-opaciteit van nul of bijna nul.

Voor een optimale correctie van het beeld kunnen de verschillende desbetreffende zones in een beeld verschillende specificaties van de kalibratiecomponenten vereisen. In bijzondere uitvoeringsvormen zijn de specificaties van de kalibratiecomponenten voor bepaalde desbetreffende zones opgesomd, bijvoorbeeld in een tabel. In verdere bijzondere uitvoeringsvormen zijn de kalibratiecomponenten gekozen, ontworpen of geproduceerd op basis van een lijst of tabel die aangeeft welke kalibratieapparaten moeten worden gebruikt voor specifieke desbetreffende zones, die verschillende zones binnen een beeld kunnen omvatten.

Zoals hierboven uitgelegd is, kunnen de vereiste radio-opaciteit van de kalibratiecomponenten of de optimale combinatie van kalibratiecomponenten bijvoorbeeld afhankelijk zijn van het bot en de weefsels die worden verwacht in het desbetreffende gebied. De dempingscoëfficiënten van verschillende weefseltypes en botten zijn welbekend, daarom is het mogelijk kalibratiecomponenten te ontwerpen en/of te gebruiken voor specifieke desbetreffende gebieden, of zelfs voor specifieke zones in een desbetreffend gebied. Het is bijvoorbeeld mogelijk een tabel te maken die aangeeft welk type kalibratiecomponent (vorm, grootte, materiaal, enz.) moet worden gebruikt voor een bepaald gebied. De tabel of lijst kan verwijzen naar een tekening van een (deel van een) lichaam, waarbij verschillende gebieden, of verschillende zones binnen een bepaald gebied, worden aangeduid, bijv. genummerd.

In bepaalde uitvoeringsvormen zijn ten minste twee van de kalibratiecomponenten in een set dus aangepast aan een bepaald weefseltype of een bepaald gebied van het lichaam. In verdere uitvoeringsvormen zijn alle kalibratiecomponenten aangepast aan een bepaald weefseltype of een bepaald gebied van het lichaam.

De productie van kalibratiecomponenten en/of de productie van een set onderling verbonden kalibratiecomponenten die een enkel stuk vormen, kan op verschillende manieren plaatsvinden. In bepaalde uitvoeringsvormen is de set kalibratiecomponenten volgens de uitvinding gemaakt door Additive Manufacturing (AM)-technieken. Additive Manufacturing (AM) kan worden gedefinieerd als een groep van technieken die worden gebruikt voor het maken van een concreet model van een object gewoonlijk met behulp van 3D computer aided design (CAD)-gegevens van het object. Momenteel zijn er verschillende Additive Manufacturing-technieken beschikbaar, met inbegrip van stereolithografie, Selective Laser Sintering, Fused Deposition Modeling, op folie gebaseerde technieken, enz.

Bij selective laser sintering wordt er gebruik gemaakt van een krachtige laser of een andere gefocuste warmtebron voor het sinteren of belasten van kleine deeltjes plastic, metaal of keramische poeders tot een massa die het 3D-object voorstelt dat moet worden gevormd.

Bij fused deposition modeling en gerelateerde technieken wordt er gebruik gemaakt van een tijdelijke overgang van een vast materiaal naar een vloeibare toestand, gewoonlijk dankzij verwarming. Het materiaal wordt op een gecontroleerde manier door een extrusiemond geperst en op de vereiste plaats gebracht zoals beschreven in onder andere het Amerikaanse octrooischrift nr. 5 141 680.

Op folie gebaseerde technieken maken coatings aan elkaar vast door middel van lijm of fotopolymerisatie en snijden het object uit deze coatings of polymeriseren het object. Een dergelijke techniek is beschreven in het Amerikaans octrooischrift nr. 5.192.539.

AM-technieken starten gewoonlijk vanuit een digitale voorstelling van het 3D-object dat moet worden gevormd. De digitale voorstelling wordt in het algemeen gesneden in een set dwarsdoorsnedelagen die over elkaar kunnen worden geplaatst om het object in zijn geheel te vormen. Het AM-apparaat gebruikt deze gegevens voor het bouwen van het object laag per laag. De dwarsdoorsnedegegevens die de laaggegevens van het 3D-object voorstellen, kunnen worden gegenereerd met behulp van een computersysteem en computer aided design and manufacturing (CAD/CAM)-software.

De afmetingen en vorm van de kalibratieapparaten zoals geproduceerd (bijv. via Additive Manufacturing) kunnen licht verschillen van de afmetingen en vorm van de

kalibratieapparaten zoals ontworpen. Om te corrigeren voor dergelijke fabricagetoleranties kan na productie informatie worden verzameld betreffende de werkelijke afmetingen en vorm van de apparaten. In bijzondere uitvoeringsvormen worden een of meerdere sets van kalibratiecomponenten van het hierin beschreven kalibratieapparaat na productie gekoppeld aan een (digitale) identificatie. De identificatie kan informatie bevatten over de vorm en afmetingen van de set(s) van kalibratiecomponenten en kan gebaseerd zijn op een (digitale) scan van het apparaat. Dit verzekert dat voor de kalibratie van afbeeldingen rekening kan worden gehouden met de werkelijke afmetingen en vorm van de kalibratieapparaten, wat de betrouwbaarheid van de gekalibreerde afbeeldingen verhoogt.

In de kalibratieapparaten volgens de onderhavige uitvinding zijn de kalibratiecomponenten binnen een set vast of kunnen ze worden voorzien op verschillende posities, dewelke positie(s) ervoor zorgen dat de absorptie van de verschillende kalibratiecomponenten optimale informatie genereert voor geometrische en grijswaardenkalibratie. Dit wordt meer in het bijzonder verkregen door vaste posities die ervoor zorgen dat de lijnen die de middelpunten van de kalibratiecomponenten (bijv. in het geval van bolvormige, halfbolvormige, ellipsoïdale, kubusvormige, tetraëdervormige, piramidale, schijfvormige en/of sluitringvormige kalibratiecomponenten) verbinden en/of de longitudinale as van de kalibratiecomponenten (bijv. in het geval van de stangvormige of draadvormige kalibratiecomponenten) een 3D-structuur vormen.

In bijzondere uitvoeringsvormen vormt de set kalibratiecomponenten een veelvlak; afhankelijk van de aard van de kalibratiecomponenten kan dit op verschillende wijzen worden bereikt. In bijzondere uitvoeringsvormen wordt dit verzekerd door het feit dat de middelpunten van ten minste sommige van de kalibratiecomponenten de hoekpunten vormen van een imaginair veelvlak (bijv. in het geval van bolvormige, halfbolvormige, ellipsoïdale, kubusvormige, tetraëdervormige, piramidale, schijfvormige en/of sluitringvormige kalibratiecomponenten). Additioneel of als alternatief kan de longitudinale as van een of meerdere kalibratiecomponenten zo zijn gepositioneerd dat ze de rand vormt van een imaginair veelvlak (bijv. in het geval van de stangvormige of draadvormige kalibratiecomponenten). In deze context wordt gewoonlijk enkel rekening gehouden met de buitenste kalibratiecomponenten, aangezien de set een of meer kalibratiecomponenten kan omvatten die zich in het midden van het imaginair veelvlak bevinden. Een dergelijke plaatsing van de kalibratiecomponenten laat een stabiele

berekening toe van de 3D-positie van de kalibratiecomponenten. In bijzondere uitvoeringsvormen vormt de set kalibratiecomponenten een imaginaire tetraëder. In bepaalde uitvoeringsvormen bevindt ten minste één van de kalibratiecomponenten zich binnen een het imaginaire veelvlak. In bepaalde uitvoeringsvormen bevindt één van de kalibratiecomponenten zich in het midden van het imaginaire veelvlak. In bepaalde uitvoeringsvormen is het kalibratiecomponent dat zich binnenin ofwel het midden van het imaginaire veelvlak bevindt, massief, meer in het bijzonder een massieve bol. De aanwezigheid van een binnenste kalibratiecomponent vergemakkelijkt de bepaling van de ruimtelijke fout in het beeld, en zorgt er bovendien voor dat de set onderling verbonden kalibratiecomponenten een robuuste en compacte structuur vormt. In bepaalde uitvoeringsvormen is het kalibratiecomponent in het midden een grote bol, die rechtstreeks of onrechtstreeks is verbonden met andere kalibratiecomponenten zoals kleinere bollen en/of stangen.

In bepaalde uitvoeringsvormen is elk van de kalibratiecomponenten die het imaginaire veelvlak vormen, rechtstreeks verbonden met het kalibratiecomponent dat zich binnenin of het midden van het imaginaire veelvlak bevindt.

De kalibratieapparaten die hier beschreven zijn, omvattende een set kalibratiecomponenten, kunnen worden gebruikt voor een volledige geometrische correctie en correctie van de grijswaarden van een beeld. Verschillende gebieden in het beeld kunnen echter verschillende vervormingen vertonen. Daarom kan een beeldcorrectie op basis van de vervormingen in slechts één gebied van het beeld (d.w.z. het gebied waarin de set kalibratiecomponenten zich bevindt) leiden tot onjuiste correcties in bepaalde andere gebieden van het beeld. Voor een verbeterde correctie van bepaalde gebieden in het beeld draagt het dus de voorkeur dat de kalibratieapparaten volgens de onderhavige uitvinding meer dan een set kalibratiecomponenten omvatten. In bepaalde uitvoeringsvormen omvatten de kalibratieapparaten voor medische beeldvorming volgens de onderhavige uitvinding daarom meer dan één set onderling verbonden (of verbindbare) kalibratiecomponenten zoals hierboven is beschreven. Sommige of alle sets onderling verbonden kalibratiecomponenten kunnen identiek zijn aan elkaar. In bepaalde uitvoeringsvormen omvat het kalibratieapparaat geen identieke sets van onderling verbonden kalibratiecomponenten. In bepaalde uitvoeringsvormen omvat één of elke set van onderling verbonden kalibratiecomponenten van het kalibratieapparaat een unieke

identificeerder voor het onderscheiden van die set van de andere sets van het kalibratieapparaat. Een set of één of meerdere van de kalibratiecomponenten kan daarom bijvoorbeeld voorzien zijn van een identificatielabel of -code dat de identificatie van de set in het beeld toelaat.

- 5 De kalibratieapparaten die hier zijn beschreven, omvatten een of meerdere sets van kalibratiecomponenten, dewelke kalibratiecomponenten zijn geplaatst op specifieke posities in het apparaat, zodanig dat de componenten zich, bij gebruik van het apparaat, in de buurt van het desbetreffende gebied bevinden. Dit zorgt er meer in het bijzonder voor dat het beeld dat wordt genomen van het desbetreffende gebied het beeld van de
10 een of meerdere sets van kalibratiecomponenten omvat.

- In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten de kalibratieapparaten volgens de onderhavige uitvinding, naast een of meerdere sets van kalibratieapparaten, een middel voor het plaatsen en/of positioneren van de een of meerdere sets kalibratiecomponenten op een gekozen object zoals een lichaam of een lichaamsdeel. Dit kenmerk is
15 gewoonlijk niet geïntegreerd in de kalibratiecomponenten, maar is een afzonderlijk kenmerk. In bijzondere uitvoeringsvormen omvat het kalibratieapparaat meer dan één kenmerk dat kan worden gebruikt voor het positioneren en/of plaatsen van de één of meerdere sets kalibratiecomponenten op het desbetreffende object.

- In bijzondere uitvoeringsvormen is het kenmerk dat geschikt is voor het
20 positioneren en/of plaatsen van de set of sets van onderling verbonden kalibratiecomponenten, een kenmerk dat hierna "middelen voor plaatsing" wordt genoemd, zoals een kledingstuk. In bepaalde uitvoeringsvormen is het middel voor plaatsing een elastisch kledingstuk, zoals een broek of een sok.

- In bepaalde uitvoeringsvormen is ten minste een set kalibratiecomponenten van
25 het kalibratieapparaat dat hierboven is beschreven, voorzien van een behuizing zoals hierboven beschreven, waarbij genoemde behuizing kan worden gebruikt als een middel of kenmerk voor positionering. De behuizing kan namelijk, bijvoorbeeld, een koppelingsoppervlak omvatten dat geschikt is voor de plaatsing van de behuizing (het vasthouden van een set kalibratiecomponenten) op een lichaam of een lichaamsdeel. In
30 bijzondere uitvoeringsvormen is het koppelingsoppervlak specifiek voor een patiënt, d.w.z. het koppelingsoppervlak komt overeen met ten minste een deel van de anatomie van de patiënt die een mens of dier is. Hierdoor kan het kalibratieapparaat op een vooraf gedefinieerde manier worden geplaatst op de anatomie van een lichaam en kan het daarom de betrouwbaarheid van de gecorrigeerde beelden van de anatomie van de

patiënt verhogen. Het patiëntspecifieke koppelingsoppervlak wordt gewoonlijk ontworpen op basis van een 3D-model van een deel van de anatomie van de patiënt. Het model kan worden verkregen op basis van 2D- of 3D-beelden van de anatomie. In bijzondere uitvoeringsvormen omvat de behuizing een of meerdere vrije-vorm-structuren die ten minste passen op een deel van het oppervlak van de anatomie. De term "vrije-vorm-structuur" zoals hier gebruikt, verwijst naar een structuur met een onregelmatige en/of asymmetrische stromende vorm of omtrek, die meer in het bijzonder past op ten minste een deel van de omtrek van de anatomie. In bijzondere uitvoeringsvormen is de vrije-vorm-structuur dus een vrije-vorm-oppervlak. Een vrije-vorm-oppervlak verwijst naar een (in hoofdzaak) 2D-vorm die zich in een 3D-geometrische ruimte bevindt. Zoals hieronder zal worden beschreven, kan een dergelijk oppervlak namelijk worden beschouwd als in hoofdzaak 2D, maar kan het een variërende dikte hebben. De vrije-vorm-structuur of -oppervlak wordt gewoonlijk gekenmerkt door een gebrek aan vaste radiale afmetingen, in tegenstelling tot regelmatige oppervlakken zoals vlakken, cilinders en konische oppervlakken. Vrije-vorm-oppervlakken zijn welbekend bij de vakman en worden algemeen gebruikt in engineeringontwerpdisciplines. Non-uniform rational B-spline (NURBS)-wiskunde wordt gewoonlijk gebruikt voor het beschrijven van de oppervlaktevormen; er zijn echter ook andere methodes zoals Gordon-oppervlakken of Coons-oppervlakken. De vorm van de vrije-vorm-oppervlakken wordt niet in termen van polynomiale vergelijkingen gekenmerkt en gedefinieerd, maar door de polen, graad en aantal patches (segmenten met spline-curves). Vrije-vorm-oppervlakken kunnen ook worden gedefinieerd als driehoekige oppervlakken, waarbij driehoeken worden gebruikt om het 3D-oppervlak te benaderen. Driehoekige oppervlakken worden gebruikt in STL (Standard Triangulation Language)-bestanden die welbekend zijn bij de vakman in CAD-design. De vrije-vorm-structuren die hier zijn beschreven, worden zodanig gestructureerd dat ze specifiek passen op het oppervlak van de lichaamsdelen, waardoor ze de structuren hun vrije-vorm-kenmerken geven.

De een of meerdere middelen voor positionering en/of plaatsing die zijn voorzien in het kalibratieapparaat dat hier is beschreven, worden gewoonlijk dus afzonderlijk voorzien of omvattende een of meerdere van de sets van kalibratiecomponenten die daaraan zijn vastgemaakt of die daarin zitten. In bijzondere uitvoeringsvormen kunnen de een of meerdere sets kalibratiecomponenten vast zijn of kunnen ze vastgemaakt zijn aan de middelen voor positionering en/of plaatsing door middel van een bevestigingsmiddel. Het bevestigingsmiddel kan een vergrendeling zijn, dat aanwezig is

op de middelen voor plaatsing en/of de set kalibratiecomponenten of delen daarvan. De kalibratiecomponenten of de verbindingselementen kunnen bijvoorbeeld gaten hebben waarin pinnen passen op de middelen voor plaatsing. De sets kunnen ook geplaatst zijn op de middelen voor plaatsing via een systeem van complementaire vormen. In
5 bijzondere uitvoeringsvormen is het kalibratieapparaat voorzien van middelen voor plaatsing die een kledingstuk zijn dat zodanig is ontworpen dat het "openingen" of "zakken" omvat waarin de sets kalibratiecomponenten kunnen zitten. De sets van kalibratiecomponenten, of bepaalde kalibratiecomponenten of verbindingen daarvan, kunnen daarnaast of ook zijn genaaid, gestapeld of gelijmd op de middelen voor
10 plaatsing.

In bijzondere uitvoeringsvormen kunnen de een of meerdere sets van kalibratiecomponenten voorzien zijn op vooraf bepaalde en/of vaste posities op het desbetreffende object. De mogelijkheid om de een of meerdere sets van kalibratiecomponenten te plaatsen op een vooraf gedefinieerde positie door middel van
15 de middelen voor positionering (bijv. koppelingsoppervlak van de behuizing) zorgt ervoor dat de kalibratiecomponenten op een reproduceerbare manier kunnen worden geplaatst op het lichaam ten opzichte van de anatomie van de patiënt. De mogelijkheid om de een of meerdere sets van kalibratiecomponenten vast te maken op een positie door middel van de middelen voor plaatsing zorgt er daarnaast of ook voor dat ze
20 kalibratiecomponenten kunnen worden vastgemaakt aan het lichaam. Beide aspecten voor positionering en plaatsing kunnen worden voorzien door verschillende kenmerken, maar ze kunnen ook worden gecombineerd in één enkel kenmerk. Als het desbetreffende gebied zich bijvoorbeeld bevindt in de voet of het been van een patiënt, kunnen de middelen voor plaatsing een kous zijn waaraan de een of meerdere sets van
25 kalibratiecomponenten zijn of kunnen worden vastgemaakt op specifieke locaties, zodanig dat de een of meerdere sets van kalibratiecomponenten, bij herhaaldelijke plaatsing van de kous op de patiënt, telkens op dezelfde manier worden geplaatst in een positie ten opzichte van het desbetreffende gebied. De middelen voor positionering en/of plaatsing kunnen standaard zijn of specifiek voor een patiënt. In bijzondere
30 uitvoeringsvormen kunnen de middelen voor positionering en/of plaatsing (bijv. zoals de behuizing of het kledingstuk) een of meerdere uitlijningskenmerken omvatten die kunnen worden gebruikt als een visueel hulpmiddel om ervoor te zorgen dat de middelen voor plaatsing steeds op dezelfde manier op de patiënt worden geplaatst. Gezien het feit dat de aanwezigheid van de kalibratiecomponenten de kalibratie van het beeld toelaat

ongeacht de exacte positie ervan, betekent dit echter dat de exacte reproduceerbaarheid van de positie van de kalibratiecomponent niet kritisch is. Het is echter belangrijk te zorgen voor een maximum aantal kalibratiecomponenten in de buurt van het desbetreffende gebied.

- 5 In bijzondere uitvoeringsvormen bestaan de middelen voor plaatsing uit een materiaal met een lage radio-opaciteit, bij voorkeur 0 of in de buurt van 0. Typische voorbeelden van materialen die kunnen worden gebruikt voor de middelen voor plaatsing, in het bijzonder kledingstukken, omvatten, maar zij niet beperkt tot, katoen, polyester, nylon, wol, zijde, vlas en combinaties daarvan. In zijn bijzondere
10 uitvoeringsvormen zijn de middelen voor plaatsing gemaakt uit een elastisch materiaal zoals, maar niet beperkt tot, een rubber, latex, elastisch gemaakte katoen, Spandex™, Lycra™ of nylon.

- In een verder aspect wordt het gebruik voorzien van twee of meer niet-identieke
15 geometrische objecten met een radio-opaciteit tussen 0 en 1, voor de correctie van de grijswaarde van een medisch beeld. In verdere uitvoeringsvormen is het gebruik voorzien van drie of meerdere niet-identieke geometrische objecten met een vaste relatieve positie, waarbij ten minste twee van genoemde kalibratiecomponenten een radio-opaciteit hebben tussen 0 en 1, voor de geometrische correctie en de correctie van
20 de grijswaarden van een medisch beeld, bijvoorbeeld voor beelden die zijn verkregen door radiografie, ultrageluid, CT, thermografie, MRI of PET. De geometrische objecten zijn bij voorkeur kalibratiecomponenten zoals hier beschreven, de kalibratiecomponenten maken meer in het bijzonder deel uit van een kalibratieapparaat zoals hier is beschreven.

- 25 Een verder aspect voorziet werkwijzen voor het verwerven en corrigeren van beelden van een object, zoals medische beelden. Werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie van beelden worden meer in het bijzonder voorzien, omvattende de volgende stappen:

- i) het voorzien van een beeld waarbij genoemd beeld, buiten het beeld van het
30 object ook een beeld van een of meerdere sets van twee of meerdere niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten omvat;
en

- ii) het corrigeren van het beeld van het object op basis van de informatie die is verkregen uit de meting van de geometrie en grijswaarden van genoemd beeld van genoemde kalibratiecomponenten.

In bijzondere uitvoeringsvormen is het object een deel van het lichaam of een gebied hiervan. In bijzondere uitvoeringsvormen worden werkwijzen voorzien voor het maken van medische beelden omvattende de volgende stappen:

- (I) het aanbrengen van de niet-identieke geometrische objecten of een kalibratieapparaat voor medische beeldvorming zoals hierboven beschreven op de patiënt op het desbetreffende gebied; en
- (II) de verwerving van een medisch beeld van het desbetreffende gebied.

De beelden die zijn verkregen door deze werkwijzen, kunnen worden gecorrigeerd voor de ruimtelijke positionering van het desbetreffende gebied, de grijswaarden, enz. Hierdoor is een nauwkeurigere evaluatie van het desbetreffende gebied mogelijk en is verder een nauwkeurigere vergelijking mogelijk van beelden die zijn genomen op verschillende tijdstippen, of zelfs van verschillende patiënten of verschillende gebieden. In een verder aspect worden bijgevolg werkwijzen voorzien voor de kalibratie en/of correctie van beelden zoals medische beelden. De werkwijzen en instrumenten die hier zijn beschreven, laten namelijk de kalibratie van medische beelden toe, zodat bepaalde kenmerken op verschillende beelden kunnen worden vergeleken.

Werkwijzen voor de correctie van een medisch beeld voor het verbeteren van de geometrische nauwkeurigheid ervan en/of de nauwkeurigheid van de grijswaarde worden meer in het bijzonder voorzien. Op basis hiervan kunnen verschillende beelden worden vergeleken op basis van geometrische gegevens (bijv. reflecterende grootte, vorm) en/of grijswaarden (reflecteren bijv. van de densiteit) van kenmerken. In bijzondere uitvoeringsvormen biedt de onderhavige uitvinding werkwijzen voor de correctie van radiografische beelden.

In bijzondere uitvoeringsvormen zijn de werkwijzen voor het maken en/of corrigeren van medische beelden niet-invasief voor het lichaam van de mens of het dier.

In bijzondere uitvoeringsvormen kan het interessant zijn om verschillende beelden van hetzelfde anatomische kenmerk voor dezelfde patiënt te vergelijken die genomen zijn op verschillende tijdstippen. Bijkomend of als alternatief kan het ook interessant zijn om verschillende beelden van hetzelfde anatomische kenmerk bij verschillende patiënten te vergelijken. Verdere toepassingen zullen duidelijk zijn voor de

vakman. De werkwijzen volgens dit aspect van de uitvinding omvatten gewoonlijk een correctie van het beeld. De correctie kan "live" of "in line" worden uitgevoerd.

De werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie van (medische) beelden door kalibratie volgens de onderhavige uitvinding vereisen gewoonlijk een of meerdere van
5 de volgende inputgegevens, die "off line" kunnen worden bepaald.

- a) De relatieve vaste positie van de verschillende geometrische objecten of kalibratiecomponenten. Dit zijn de relatieve posities van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten in elke set.
- 10 b) De relatieve variabele positie van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten. Dit is de positie van de sets van geometrische objecten of onderling verbonden kalibratiecomponenten ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de anatomie van de patiënt. Deze relatieve positie is variabel, aangezien bepaalde afwijkingen van de gemiddelde relatieve positie kunnen voorkomen telkens een beeld wordt genomen, bijvoorbeeld
15 omwille van veranderingen van de anatomie van de patiënt.
- c) De vormparameters van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten. Dit omvat de vorm, binnenste en buitenste afmetingen, enz. Voor een geometrisch object of kalibratiecomponent dat een holle bol is, omvatten de parameters de buitenste diameter, de binnenste diameter en de informatie
20 dat de geometrische objecten of kalibratiecomponenten bolvormig zijn.
- d) Specifieke absorptiesnelheid van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten. De dempingscoëfficiënt van het materiaal of de materialen waaruit de kalibratiecomponenten zijn gemaakt, kunnen ook worden gegeven als inputgegevens. De specifieke absorptiesnelheid van de
25 geometrische objecten of kalibratiecomponenten kan worden berekend met behulp van de dempingscoëfficiënten en de vormparameters die hierboven zijn beschreven.

De werkwijzen van de onderhavige uitvinding omvatten de aanbrenging van de
30 geometrische objecten of apparaten volgens de onderhavige uitvinding omvattende kalibratiecomponenten in de buurt van het desbetreffende lichaamsdeel, in een bepaalde positie, telkens een medisch beeld wordt genomen. Hoewel dit niet kritisch is, kan het kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens de uitvinding de

herhaalde positionering van de kalibratiecomponenten op dezelfde positie op het lichaam verder vergemakkelijken.

In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten de werkwijzen voor de correctie van beelden volgens de onderhavige uitvinding de volgende stappen:

- 5 (I) het bieden van een beeld van het desbetreffende gebied waarbij genoemd beeld een beeld van een of meerdere sets van twee of meerdere niet-identieke geometrische objecten of niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare kalibratiecomponenten omvat; en
- 10 (II) het corrigeren van het beeld op basis van de informatie die is verkregen uit de meting van het beeld van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten.

De werkwijzen volgens de onderhavige uitvinding zijn dus gebaseerd op beelden die zijn verkregen van een patiënt waarbij de geometrische objecten of het kalibratieapparaat zijn geplaatst vlakbij het desbetreffende gebied. In bijzondere
15 uitvoeringsvorm omvat stap (I) het bieden van een beeld waarbij genoemd beeld een beeld van een of meerdere sets van geometrische objecten of kalibratiecomponenten omvat.

In verdere bijzondere uitvoeringsvormen van de uitvinding omvatten de werkwijzen verder het verkrijgen van de beelden. De werkwijzen omvatten meer in het
20 bijzonder de volgende stap:

- (I) het aanbrengen van het kalibratieapparaat voor medische beeldvorming zoals hier beschreven op de patiënt op het desbetreffende gebied; en
- (II) de verwerving van een medisch beeld van het desbetreffende gebied; en
- 25 (III) de correctie van het medische beeld op basis van de informatie die is verkregen van de kalibratiecomponenten.

In bijzondere uitvoeringsvormen worden werkwijzen voorzien voor de correctie en/of kalibratie van beelden bij voorkeur met behulp van de kalibratieapparaten die zijn beschreven. Wanneer gebruik wordt gemaakt van de kalibratieapparaten zoals de apparaten die hier zijn beschreven, worden beelden verkregen die kunnen worden
30 gecorrigeerd telkens dit noodzakelijk wordt geacht.

In bijzondere uitvoeringsvormen van de werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie die hier zijn beschreven, omvat de correctie een correctie van de grijswaarde van het beeld. Het beeld van de kalibratiecomponenten of geometrische objecten kan

namelijk worden gebruikt voor het corrigeren van de grijswaarde van het desbetreffende gebied. De kalibratiecomponenten of geometrische objecten hebben een gekende absorptiesnelheid en de theoretische grijswaarden kunnen worden berekend. Deze kunnen dan worden vergeleken met de gemeten grijswaarden om de fout te bepalen. De grijswaarde kan dan worden gecorrigeerd op de röntgenstraling door de fout toe te passen op de röntgenstraling. In bijzondere uitvoeringsvormen wordt dit uitgevoerd met behulp van een foutcorrectietabel, die de fouten geeft voor verschillende gebieden in het beeld.

De werkwijzen voor de correctie volgens de onderhavige uitvinding omvatten daarnaast of ook een geometrische correctie van het beeld. Geometrische nauwkeurigheid is namelijk een veel voorkomend probleem bij dimensionale metrologie. Omwille van verschillende mechanische en optische effecten kan het beeld worden vervormd. Geometrische correctie gebeurt op basis van de 3D-positie van de verschillende componenten of geometrische objecten. Dit kan het bepalen omvatten van de 2D-posities van elke component of object van een set, en, op basis van de gekende vorm van de component, het afleiden van de 3D-posities. Wanneer de componenten of objecten gekende vaste relatieve posities hebben, kunnen de mogelijke posities echter worden berekend en vergeleken met het verkregen beeld. Vergelijking van de gekende relatieve posities van de componenten of objecten met de gemeten positie geeft de geometrische fout. De fout kan opnieuw worden toegepast op het beeld met behulp van een fouttabel.

In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten de beschreven werkwijzen een combinatie van een correctie van de grijswaarde en geometrische correctie van het beeld.

De correctie van het medische beeld kan daarnaast of ook een centrering van de patiënt omvatten. Daartoe worden verschillende sets van kalibratiecomponenten of geometrische objecten gebruikt die voorzien zijn op vaste posities in het apparaat. De informatie over de kalibratiecomponenten of geometrische objecten kan informatie geven over de positie en/of (deel van) de vorm van de patiënt, of een lichaamsdeel van de patiënt (d.w.z. het desbetreffende gebied).

In bepaalde uitvoeringsvormen omvatten de werkwijzen voor de correctie en/of kalibratie van een beeld de volgende stap:

- (I) het aanbrengen van drie of meer niet-identieke geometrische objecten zoals hier beschreven op de patiënt op het desbetreffende gebied;
- (II) het verwerven van een medisch beeld van het desbetreffende gebied; en
- (III) het toepassen van de correctie van de grijswaarde en geometrische correctie op het medische beeld op basis van informatie is verkregen van de geometrische objecten.

10 In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten de werkwijzen voor de correctie van de kalibratie van medische beelden die hier zijn beschreven één of meer of alle van de volgende stappen:

(i) Aanbrengen van de geometrische objecten of het kalibratieapparaat voor medische beeldvorming zoals hierboven beschreven op de patiënt op het desbetreffende gebied. In bijzondere uitvoeringsvormen draagt de patiënt een kledingstuk met een of meerdere sets van onderling verbonden kalibratiecomponenten of worden een of meerdere behuizingen omvattende de kalibratiecomponenten geplaatst op de patiënt, zodat de sets van onderling verbonden kalibratiecomponenten zich vlakbij het desbetreffende gebied bevinden, en in het gezichtsveld van de beeldvormingstechniek. In verdere uitvoeringsvormen bevatten het kledingstuk of de behuizing(en) verschillende sets van kalibratiecomponenten. Hierdoor is een betrouwbare correctie in verschillende gebieden van het beeld mogelijk.

(ii) Verwerving van een medisch beeld van het desbetreffende gebied. Alvorens met stap (ii) te beginnen moet stap (i) voltooid zijn. Naast het desbetreffende gebied moet ook ten minste een, en bij voorkeur alle sets van geometrische objecten of onderling verbonden kalibratiecomponenten zichtbaar zijn op het medische beeld. Er kan tijdens deze stap meer dan één beeld worden genomen.

Er kan ook worden beschouwd dat de werkwijzen van de onderhavige uitvinding slechts één correctiestap omvatten, vertrekkende vanuit de beelden die zijn verkregen zoals hierboven beschreven in stap (i) en (ii).

30 (iii) Identificatie van de geometrische object of kalibratiecomponenten in het medische beeld, d.w.z. het medische beeld of beelden die verkregen zijn in stap (ii). Wanneer de geometrische objecten of kalibratiecomponenten van elkaar verschillen binnen een set, zal identificatie van de verschillende objecten of componenten nodig zijn om kalibratie toe te laten. In bijzondere uitvoeringsvormen worden ten minste twee

geometrische objecten of kalibratiecomponenten geïdentificeerd voor de correctie van de grijswaarde. Zo ook worden beschouwd dat er in bepaalde uitvoeringsvormen voor geometrische correctie ten minste drie geometrische objecten of kalibratiecomponenten in een set moeten worden geïdentificeerd. Alle geometrische objecten of kalibratiecomponenten in één set worden bij voorkeur geïdentificeerd. Wanneer het interessant is, worden alle kalibratiecomponenten van alle sets geïdentificeerd. Deze stap kan worden geautomatiseerd met behulp van een computer. Deze stap kan bijvoorbeeld een zoekopdracht omvatten voor (beelden van) holle bollen, d.w.z. de geometrische objecten of kalibratiecomponenten, of het medische beeld. Daarbij wordt de 2D-positie van elke bol op het beeld bepaald. Elk geometrisch object of kalibratiecomponent wordt dan geïdentificeerd, bijvoorbeeld via de verhouding van de buitenste en binnenste straal van de bollen. In bijzondere uitvoeringsvormen worden de componenten getagd of gelabeld om onmiddellijke identificatie in het beeld toe te laten.

(iv) Bepaling van de 3D-positie van elk geometrisch object of kalibratiecomponent. Deze stap is optioneel. In bijzondere uitvoeringsvormen hebben de kalibratiecomponenten in elke set vaste gekende relatieve posities. Elke set kan bijvoorbeeld bestaan uit vier holle bollen die een tetraëder vormen met een holle of massieve bol in het midden van de tetraëder. Elke mogelijke positie van een tetraëder komt dan overeen met een verschillend geprojecteerd silhouet op het medische beeld, waardoor elke mogelijke positie van de kalibratiecomponenten kan worden geïdentificeerd op basis van het beeld.

Zoals hierboven is gedefinieerd, kunnen de werkwijzen, afhankelijk van de aard van de beoogde correctie, een of meerdere van de volgende stappen omvatten:

1. Berekening van de geometrische fout op het beeld. De geometrische fout kan worden bepaald op basis van de informatie die is verkregen in stap (iv), de positie van de centrale kalibratiecomponent in elke set en de 2D-positie van de centrale kalibratiecomponent op het medische beeld. Een nauwkeurigere berekening van de geometrische fout wordt verkregen met behulp van meerdere sets van kalibratiecomponenten.

2. Geometrische correctie van het medische beeld. In bijzondere uitvoeringsvormen wordt een fouttabel opgemaakt op basis van de geometrische fout die is berekend in stap (v), en deze fouttabel wordt toegepast op het beeld.

3. Correctie van de positie van de set geometrische objecten of kalibratiecomponenten. In bijzondere uitvoeringsvormen worden de posities van de set

of sets kalibratiecomponenten gecorrigeerd op basis van de fouttabel die is opgesteld in stap 2.

4. Bepaling van de positie en bepaalde vormparameters van de patiënt. De posities van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten zijn gekend uit de vorige stappen. De middelen voor het plaatsen van de set of sets geometrische objecten of kalibratiecomponenten op het lichaam zijn zodanig ontworpen dat ze de set of sets kalibratiecomponenten steeds op dezelfde manier plaatsen ten opzichte van de anatomie van de patiënt. De positie van de patiënt kan dan worden verkregen op basis van het medische beeld. Hoewel de relatieve posities van de kalibratiecomponenten in zekere mate kunnen afwijken, berekenen de afwijkingen het gemiddelde bij optimalisatie van de registratie. De afwijking van het gemiddelde wordt aangegeven als basisinformatie over de anatomie en dus informatie over sommige vormparameters van de patiënt.

5. Berekening van de grijswaardefouten in het beeld. De specifieke absorptiesnelheid van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten is gekend en is deel van de input, voor alle geometrische objecten of kalibratiecomponenten die niet worden belemmerd door de anatomie van de patiënt kunnen de theoretische grijswaarden dus worden bepaald. De verschillen met de gemeten grijswaarden zijn dan de fouten.

6. Correctie van de grijswaarden op het medische beeld. In bijzondere uitvoeringsvormen wordt een fouttabel opgesteld op basis van de grijswaardefout die is berekend in stap 5, en deze fouttabel wordt toegepast op het beeld. Deze fouttabel is bij voorkeur een set lokale tabellen van grijswaardefouten die in de ruimte kunnen worden geïnterpoleerd. Verschillende lokale tabellen van grijswaardenfouten kunnen worden verkregen door het plaatsen van een set kalibratiecomponenten in verschillende zones in het beeld.

In bijzondere uitvoeringsvormen omvatten de werkwijzen voor de correctie van medische beelden zoals hier beschreven verder de stap van het verwijderen van de geometrische objecten of kalibratiecomponenten voor medische beeldvorming uit het medische beeld. Aangezien de positie van de kalibratiecomponenten gekend is en ook het effect ervan op het medische beeld gekend is via de gekende specifieke absorptiesnelheid ervan, kan het effect van de kalibratiecomponenten worden verwijderd

uit het medische beeld. Dit resulteert in een medisch beeld dat niet langer artefacten vertoont als gevolg van de kalibratiecomponenten.

Figuur 5 toont een stroomschema van voorbeeldstappen in een werkwijze voor de correctie van medische beelden volgens de onderhavige uitvinding. Het schema toont mogelijke stappen van de werkwijze (rechthoeken en pijltjes in volledige lijn), samen met de input en output voor elke stap (parallellogram een en pijltjes in stippellijn).

De kalibratieapparaten en werkwijzen volgens de onderhavige uitvinding kunnen worden gebruikt voor kalibratie van beelden die worden verkregen door radiografie met röntgenstraling, ultrasonografie, MRI of CT. Een verder aspect van de onderhavige uitvinding voorziet bijgevolg het gebruik van de kalibratieapparaten voor medische beeldvorming zoals hierboven beschreven, voor de kwantitatieve meting van gegevens die zijn verkregen door radiografie met röntgenstraling, ultrasonografie, MRI of CT.

In een verder aspect worden computerprogrammaproducten voorzien voor het uitvoeren van geometrische correctie en/of correctie van de grijswaarden op beelden die zijn verkregen door medische beeldvorming, zoals hierboven beschreven, omvattende:

- een door de computer leesbaar medium; en
- software-instructies, op het door de computer leesbare medium, voor het inschakelen van de computer voor het uitvoeren van sommige of alle van de volgende bewerkingen:
 - Identificatie van de kalibratiecomponenten (of geometrische objecten) in een medisch beeld;
 - Berekening van de geometrische fout op het medische beeld op basis van het beeld van de kalibratiecomponenten (of geometrische objecten) en geometrische correctie van het medische beeld;
 - Correctie van de posities van de set kalibratiecomponenten (of geometrische objecten).
 - Bepaling van de positie en vormparameters van de patiënt, op basis van het beeld van de kalibratiecomponenten (of geometrische objecten);
 - Berekening van de grijswaardefout op het medische beeld op basis van het beeld van de kalibratiecomponenten (of geometrische objecten) en correctie van de grijswaarden van het medische beeld;

- Het verwijderen van de artefacten van de kalibratie van de medische beeldvorming uit het medische beeld.

De onderhavige uitvinding zal worden geïllustreerd door de volgende niet limitatieve
5 uitvoeringsvormen.

VOORBEELDEN

Voorbeeld 1 – Ontwikkeling en gebruik van het kalibratieapparaat

10

a) Ontwikkeling van het kalibratieapparaat

Het kalibratieapparaat (1) omvat verschillende sets (2) kalibratiecomponenten, zoals is getoond op figuur 2.

15 Een voorbeeld van een set (2) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding is getoond op figuur 3. De set (2) bestaat uit vijf kalibratiecomponenten (4, 5) die massieve bollen kunnen zijn met variërende diameters, en/of holle bollen met variërende verhoudingen tussen de grote en de kleine straal (niet getoond). De variërend diameters en/of verhoudingen vergemakkelijken de identificatie van de bollen. Bovendien zorgt het verschil in algemene diameter en/of dikte van de huls
20 voor verschillen in absorptiesnelheid tussen de bollen. De buitenste kalibratiecomponenten (4) zijn zodanig onderling verbonden dat de lijnen die de middens verbinden de randen van een tetraëder vormen, met één kalibratiecomponent (5) in het midden. Er zijn dus vier buitenste kalibratiecomponenten (4) en een binnenste kalibratiecomponent (5). Alle buitenste kalibratiecomponenten zijn rechtstreeks
25 verbonden met de binnenste kalibratiecomponent via verbindingen (6).

Een voorbeeld van een set (2) volgens een andere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding is getoond op figuur 4. De set (2) bestaat uit zes kalibratiecomponenten (4, 5) die holle of massieve bollen, tetraëders of piramiden kunnen zijn. De tetraëders en piramiden kunnen regelmatig of onregelmatig zijn. De
30 buitenste kalibratiecomponenten (4) zijn zodanig onderling verbonden dat de lijnen die de middens verbinden een piramide vormen, met één kalibratiecomponent (5) in het midden. Er zijn dus vijf buitenste kalibratiecomponenten (4) en een binnenste kalibratiecomponent (5). Alle buitenste kalibratiecomponenten zijn rechtstreeks verbonden met de binnenste kalibratiecomponent via verbindingen (6).

Zoals is getoond op figuur 2 omvat het kalibratieapparaat (1) verder middelen (3) voor plaatsing van de set(s) van kalibratiecomponenten. De middelen (3) voor plaatsing zijn een kledingstuk dat zodanig is ontworpen dat het de sets van kalibratiecomponenten steeds op dezelfde manier positioneert ten opzichte van de anatomie van de patiënt.

- 5 Bovendien bevinden de sets van kalibratiecomponenten zich vlakbij of op het desbetreffende gebied, en op verschillende plaatsen op de kous, op een zodanige manier dat de verschillende gebieden in het beeld elk een of meerdere sets kalibratiecomponenten bevatten.

b) Aanbrengen van het apparaat en scanning van de patiënt

- 10 De kous omvattende de sets kalibratiecomponenten wordt aangebracht op de patiënt op een specifieke positie en een of meerdere röntgenfoto's worden genomen.

c) Identificatie van de componenten van de kous

- Een computerprogramma wordt gebruikt voor het identificeren van de holle bollen (op basis van de verhouding van de binnenste/buitenste straal) en om de positie
15 van de bollen in het 2D-beeld te bepalen.

d) Bepaling van de 3D-positie van elke component

- Het is theoretisch mogelijk de 3D-positie van een bol te bepalen op basis van de 2D-positie en vormparameters van het geprojecteerde silhouet ervan. Het geprojecteerde silhouet van een holle bol is 2 "concentrische" ellipsen. De excentriciteit
20 van de twee ellipsen geeft de (projectieve) afstand van de loodrechte projectieassen aan. De verhoudingen tussen de gemeten (kleine) stralen en de gekende 3D-stralen geeft de Z-positie van de bol (de schaafactor).

- Een metrologisch stabielere oplossing wordt echter gebruikt aangezien de bollen in de sets een vaste gekende relatieve positie hebben, die een tetraëder en een holle
25 bol in het midden van het tetraëder vormt. Elke mogelijke positie van een tetraëder komt namelijk overeen met een verschillend geprojecteerd silhouet en kan daarom worden geïdentificeerd op de röntgenfoto.

e) Berekenen van de geometrische fout op de röntgenfoto

- Na de 4 buitenste bollen gebruikt hebben om de 3D-positie van elke set
30 kalibratiecomponenten te identificeren en op basis van de nominale positie van de middelste bol vergelijken we het met de gemeten positie ervan, hetgeen ons de lokale fout oplevert. Aangezien het kalibratieapparaat meer dan een set kalibratiecomponenten omvat, kan meer dan een lokale fout worden berekend. De lokale fouten kunnen dan in de ruimte worden geïnterpoleerd.

f) Geometrische correctie van de röntgenfoto's

Dit is een standaardprocedure. Er wordt een fouttabel opgesteld en dit wordt eenvoudig toegepast op de röntgenstraling. De posities van de sets kalibratiecomponenten worden gecorrigeerd op basis van de fouttabel.

5 *g) Bepaling van de positie en (deel van) de vormparameters van de patiënt*

De kous kan nu ook worden gebruikt voor het bepalen van de centrering van de patiënt. We hebben de verschillende posities van de bolgroepen berekend. Deze groepen zijn vastgemaakt aan de kous. Aangezien de kous zodanig is ontworpen dat het de bolgroepen steeds op dezelfde manier positioneert ten opzichte van de anatomie van de patiënt, zijn afwijkingen van de positie van de bollen indicatief voor wijzigingen in de anatomie van de patiënt. Er zullen uiteraard afwijkingen zijn omdat de patiënt verschillend is. Als een optimalisatie op de registratie wordt gebruikt, wordt echter het gemiddelde van deze verschillen berekend. De variatie ten opzichte van het gemiddelde geeft de basisinformatie over de anatomie van de patiënt. Deze informatie maakt ook
10
15 deel uit van de output.

h) Berekening van de grijswaardefout en correctie van de grijswaarde op de röntgenfoto

De holle bollen worden nu gebruikt voor het berekenen van de grijswaardefout. We weten wat de absorptiesnelheid moet zijn en het kan worden gemeten. Voor alle bollen die niet worden belemmerd door de patiënt, kunnen de theoretische grijswaarden worden berekend. De verschillen met de gemeten grijswaarden zijn de fouten. De correctie van de grijswaarde van de röntgenfoto wordt uitgevoerd door het toepassen van een foutcorrectietabel. Deze foutcorrectietabel is een set lokale tabellen van grijswaardefouten die in de ruimte kunnen worden geïnterpoleerd.
20

25 **Voorbeeld 2 – Bijzondere uitvoeringsvormen van onderling verbonden kalibratiecomponenten**

Figuur 6 (A-D) toont een set (2) onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding. De set omvat
30 één bolvormige kalibratiecomponent (4) die is verbonden met drie kalibratiecomponenten (4'), die elk bestaan uit een massieve cilindrische stang en bol. De stangen vormen de randen van een tetraëder, terwijl de bollen de hoekpunten van de tetraëder vormen. De combinatie van de bollen en stangen laat een volledige 3D geometrische correctie en correctie van de grijswaarden van een medisch beeld, zoals

een radiografisch beeld, toe. De bollen zijn identiek, maar kunnen worden geïdentificeerd in een röntgenfoto omdat elk van de stangen van de kalibratiecomponenten een unieke breedte heeft.

De relatieve positie van de bollen wordt bepaald via de stangen en verder beveiligd via een behuizing (11) waarin de bollen zitten. De behuizing kapselt ook de bollen in, waardoor de structurele integriteit ervan wordt beschermd. De behuizing bestaat uit twee delen die van elkaar kunnen worden losgemaakt, zodat de set (2) gemakkelijk in de behuizing kan worden gebracht en er gemakkelijk kan worden uitgehaald. De behuizing is gemaakt uit een materiaal met een lage radio-opaciteit, zoals een polymeer. De behuizing omvat verder een koppelingsoppervlak (12) dat specifiek is voor de patiënt voor het positioneren van de behuizing op het lichaamsdeel van een patiënt. Dit zorgt voor een nauwkeurige positionering van de kalibratiecomponenten op het lichaamsdeel.

Figuur 7 (A-D) toont een gelijkaardige set (2) onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) zoals is getoond op figuur 6, in andere behuizing (11). De behuizing (11) heeft een driehoekige vorm en clipst op de twee langste stangen van de kalibratiecomponenten, om zo de relatieve posities ervan vast te maken. De stijfheid en sterkte van de kortste stang is voldoende als dusdanig en vereist geen verdere ondersteuning van de behuizing. De behuizing omvat verder een koppelingsoppervlak (12) voor het positioneren van de behuizing op het lichaamsdeel van een patiënt.

Figuur 8 (A-D) toont een gelijkaardige set (2) onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) zoals is getoond op figuur 6, in andere behuizing (11). De behuizing (11) omvat vier holle halve bollen en is zodanig ontworpen dat het clipst op een van de bollen van het kalibratieapparaat terwijl het de drie andere vasthoudt, om zo de relatieve posities ervan te garanderen.

Voorbeeld 3 – Bijzondere uitvoeringsvormen van onderling verbonden kalibratiecomponenten

Figuur 9 A en B illustreren een configuratie van drie sets (2) van onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding. Elke set (2) omvat een bolvormig kalibratiecomponent (4) en drie

stangvormige kalibratiecomponenten (5). De stangen vormen de randen van een tetraëder, terwijl de bol een hoekpunt van de tetraëder vormt.

De bolvormige kalibratiecomponenten van de drie sets hebben een verschillende diameter, wat de identificatie van de sets vereenvoudigt. Bovendien leiden de
5 verschillende diameters van de bollen tot een verschillende radio-opaciteit voor elke bol.

De stangvormige kalibratiecomponenten van elke set verschillen van elkaar. Meer in het bijzonder hebben de stangen een verschillende diameter en/of lengte. Elke stang in een set is loodrecht gepositioneerd ten opzichte van de andere stangen in de set. Dit vereenvoudigt de beeldcorrectie.

- 10 Om de beeldcorrectie verder te vereenvoudigen kunnen de sets (2) zo geschikt zijn dat twee of meerdere rods van de verschillende sets parallel zijn ten opzichte van elkaar. De sets kunnen verder op een specifieke manier worden geschikt ten opzichte van een of meerdere kalibratiecomponenten (4') die al dan niet kunnen behoren tot een set van onderling verbonden kalibratiecomponenten.

15

Voorbeeld 4 – Bijzondere uitvoeringsvormen van onderling verbonden kalibratiecomponenten

- 20 Figuur 10 (A-C) toont een set (2) onderling verbonden kalibratiecomponenten (4, 5) volgens een bijzondere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding. De set omvat vijf bolvormige kalibratiecomponenten (4, 5). De centra van de buitenste bolvormige kalibratiecomponenten (5) vormen de hoekpunten van een tetraëder. De buitenste kalibratiecomponenten (5) zijn verbonden met het binnenste bolvormig kalibratiecomponent (4) via stangvormige verbindingselementen (6). De stangen (6)
25 kunnen ook worden gebruikt als kalibratiecomponenten.

De bolvormige kalibratiecomponenten (4, 5) hebben een verschillende diameter en radio-opaciteit. Zo laten de bollen (en optioneel de stangen) een volledige 3D geometrische en grijswaarde correctie toe van een medische afbeelding zoals een radiografische afbeelding.

- 30 De relatieve positie van de bollen is vastgezet door middel van de stangen en is verder verzekerd door een behuizing (11) die op de stangen (6) wordt vastgeklemd. De behuizing kan de set van onderling verbonden kalibratiecomponenten beschermen tijdens transport. Additioneel of als alternatief kan de behuizing zijn gemaakt uit een radiolucent materiaal en kan het worden gebruikt om de set te beschermen gedurende de

verwerving van een medische afbeelding. De behuizing kan een deksel (13) omvatten om de set (2) verder te beschermen.

Conclusies

1. Werkwijze voor de correctie van beelden, omvattende de volgende stappen:
 - i) het voorzien van een beeld waarbij genoemd beeld een beeld omvat van een of meerdere sets van drie of meer niet-identieke en onderling verbonden kalibratiecomponenten die geconfigureerd zijn om een vaste drie-dimensionale meetkundige figuur te vormen, waarbij genoemde kalibratiecomponenten ten minste in radio-opaciteit verschillen; en
 - ii) het corrigeren van de geometrie en grijswaarden van het beeld op basis van de informatie die is verkregen uit de meting van de geometrie en grijswaarden van genoemd beeld van genoemde kalibratiecomponenten.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, die het volgende omvat:
 - de identificatie van twee of meerdere kalibratiecomponenten in het beeld;
 - de bepaling van de locatie en grijswaarde van genoemde twee of meerdere componenten in het beeld;
 - de berekening van de grijswaardedefout op basis van het verschil tussen de bepaalde grijswaarde en de berekende grijswaarde; en
 - de toepassing van genoemde correctie op genoemd beeld.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij stap i) het voorzien van een afbeelding omvat, waarbij genoemde afbeelding een afbeelding van een of meerdere sets van drie of meer niet-identieke kalibratiecomponenten omvat, waarbij genoemde drie of meerdere niet-identieke kalibratiecomponenten ten minste verschillen in radio-opaciteit en onderling verbonden zijn zodat ze een vaste drie-dimensionale meetkundige figuur vormen.
4. Werkwijze volgens een der conclusies 1 tot 3, die het volgende omvat:
 - de identificatie van ten minste drie kalibratiecomponenten in het beeld;
 - de bepaling van de drie-dimensionale positie van elk kalibratiecomponent;
 - de berekening van de geometrische fout op het beeld; en
 - de toepassing van genoemde correctie op genoemd beeld.

5. Werkwijze volgens een der conclusies 1 tot 4, waarbij genoemd beeld een beeld omvat van ten minste een deel van een patiënt en waarbij genoemde correctie het voorzien omvat van informatie over de positie en de vorm van genoemd deel van genoemde patiënt.
- 5
6. Werkwijze volgens een der conclusies 1 tot 5, waarbij genoemde correctie verder is gebaseerd op de bepaling van fouten in meer dan een gebied in het beeld.
7. Werkwijze volgens een der conclusies 1 tot 6, waarbij genoemde correctie een in line correctie is.
- 10
8. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming omvattende drie of meer niet-identieke en onderling verbonden kalibratiecomponenten, waarbij ten minste twee van genoemde kalibratiecomponenten een verschillende radio-opaciteit hebben die ligt tussen, niet met inbegrip van, 0 en 1, en waarbij genoemde kalibratiecomponenten zijn geconfigureerd om een vaste driedimensionale meetkundige figuur te vormen.
- 15
9. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens conclusie 8, dat verder een afzonderlijk kenmerk omvat voor het positioneren en/of plaatsen van genoemde set kalibratiecomponenten op het lichaam.
- 20
10. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens conclusie 8 of 9, waarbij genoemde onderling verbonden kalibratiecomponenten vaste relatieve posities hebben.
11. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 10, waarbij genoemde kalibratiecomponenten een of meerdere elementen omvatten die zijn geselecteerd uit bollen en stangen.
- 25
12. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 11, waarbij de middens of lengteassen van genoemde onderling verbonden kalibratiecomponenten respectievelijkde hoekpunten van een imaginair veelvlak vormen.
- 30

13. Kalibratieapparaat in medische beeldvorming volgens conclusie 12, waarbij genoemde set onderling verbonden kalibratiecomponenten een tetraëder vormt.
- 5 14. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens conclusie 12 of 13, waarbij genoemde set onderling verbonden kalibratiecomponenten een veelvlak vormt met ten minste één kalibratiecomponent geplaatst binnen het veelvlak.
- 10 15. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 14, waarbij ten minste een van genoemde kalibratiecomponenten hol is.
16. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 15, verder omvattende een behuizing voor het vasthouden van twee of meerdere van genoemde kalibratiecomponenten.
- 15 17. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens conclusie 16, waarbij genoemde behuizing een koppelingsoppervlak omvat dat specifiek is voor de patiënt voor het positioneren van genoemde behuizing op het lichaam.
- 20 18. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 17, waarbij de buitenste diameter van ten minste een van genoemde kalibratiecomponenten verschillend is van de buitenste diameter van een andere kalibratiecomponent.
- 25 19. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 18, omvattende ten minste ten minste twee sets van kalibratiecomponenten.
- 30 20. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 19, waarbij genoemd speciale kenmerk voor het positioneren en/of plaatsen van genoemde set kalibratiecomponenten een kledingstuk is.

21. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 20, waarbij genoemde kalibratiecomponenten zijn aangepast aan een bepaald type weefsel of bot of een bepaald gebied van het lichaam.
- 5 22. Kalibratieapparaat voor medische beeldvorming omvattende ten minste vijf niet-identieke bollen die een opaciteit voor röntgenstraling hebben die ligt tussen, en niet met inbegrip van, 0 en 1, waarbij genoemde bollen onderling verbonden zijn of kunnen worden op een zodanige manier dat de middens van ten minste vier van genoemde bollen de hoekpunten vormen van een imaginaire veelvlak, en één bol zich bevindt
10 binnen het veelvlak.
23. Gebruik van een kalibratieapparaat voor medische beeldvorming volgens een der conclusies 8 tot 22 voor de kwantitatieve meting op gegevens die verkregen zijn door de röntgenstraling, ultrageluid, CT en MRI.
15
24. Gebruik van drie of meer niet-identieke geometrische objecten met een vaste relatieve positie, waarbij ten minste twee van genoemde geometrische objecten een verschillende radio-opaciteit hebben die ligt tussen 0 en 1, en waarbij genoemde geometrische objecten een drie-dimensionale meetkundige figuur vormen, voor een
20 geometrische correctie en correctie van de grijswaarden van een beeld dat wordt verkregen door een medische beeldvormingsmethode.
25. Gebruik volgens conclusie 24, waarbij genoemde geometrische objecten zijn geselecteerd uit bollen en stangen.

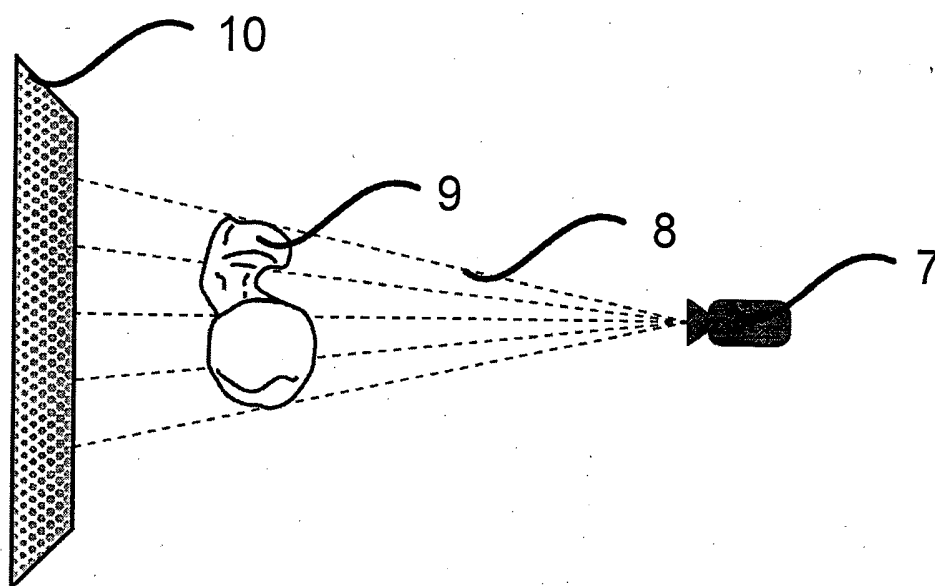


Figure 1

51

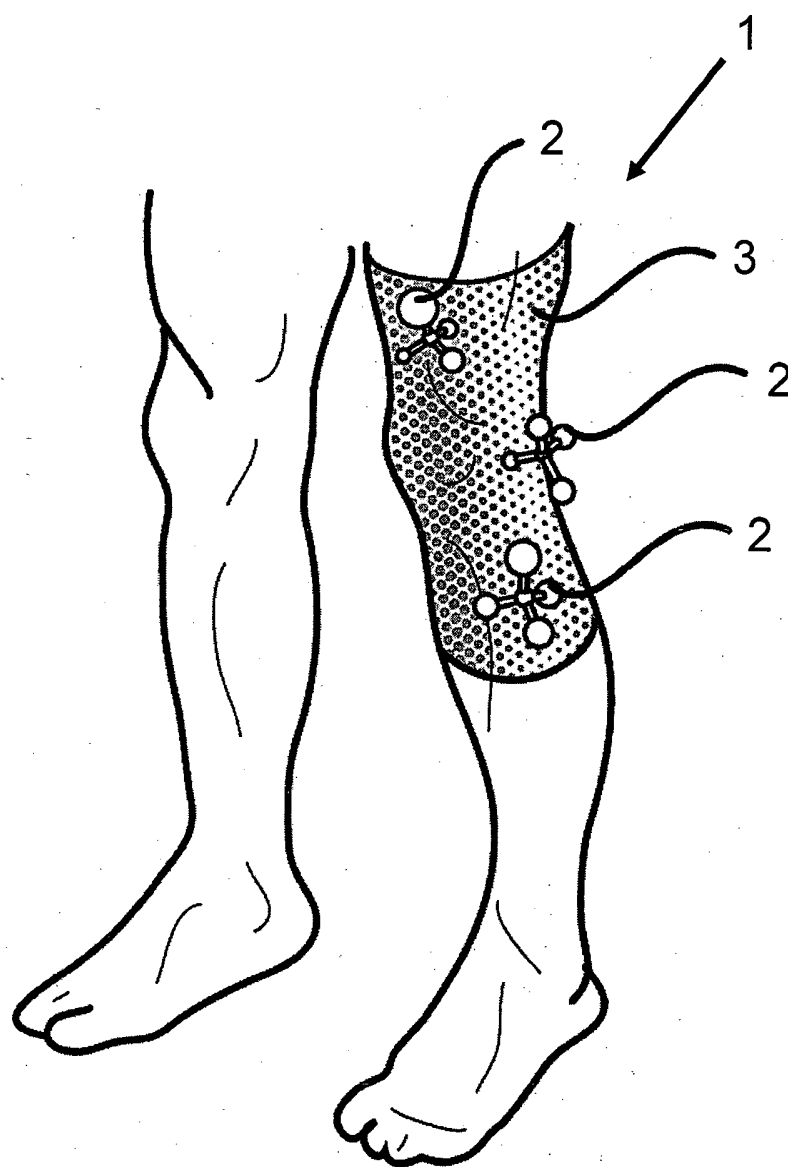


Figure 2

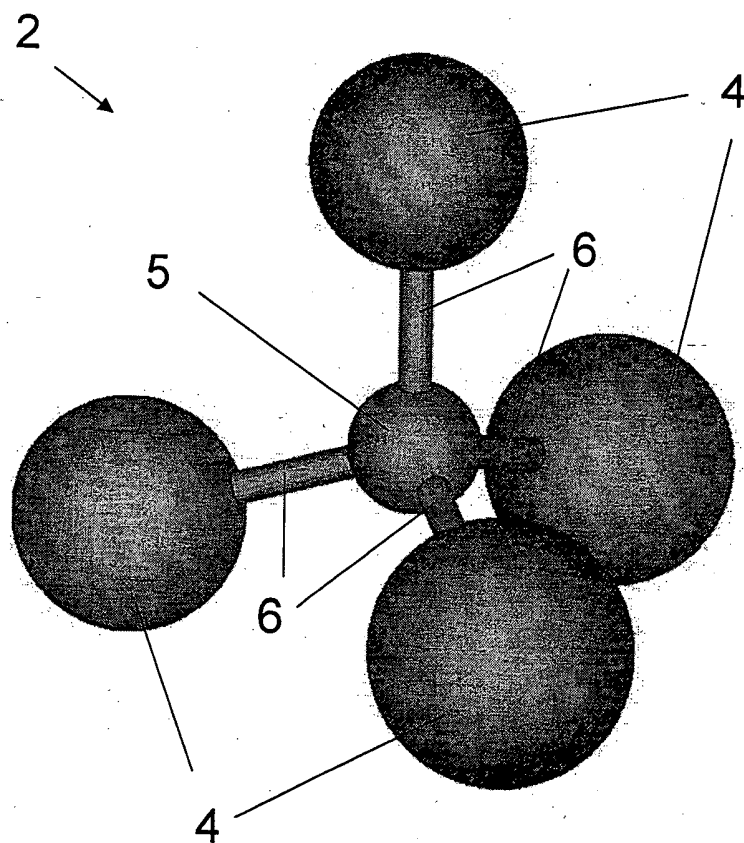


Figure 3

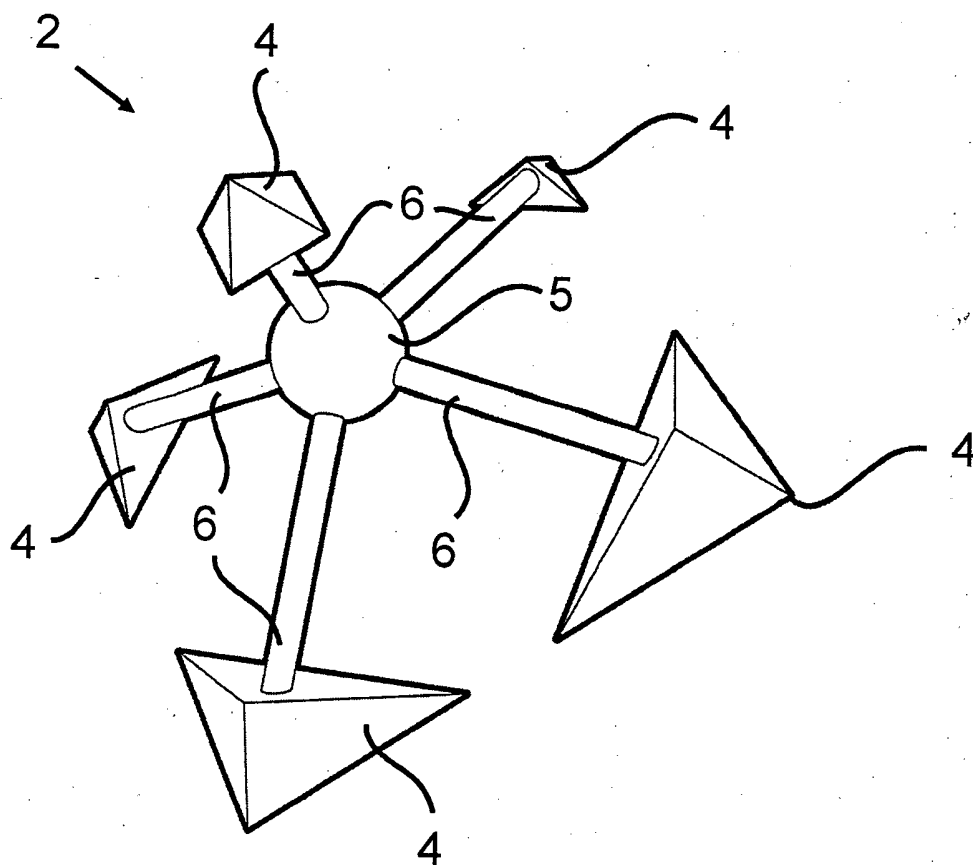


Figure 4

Calibration data

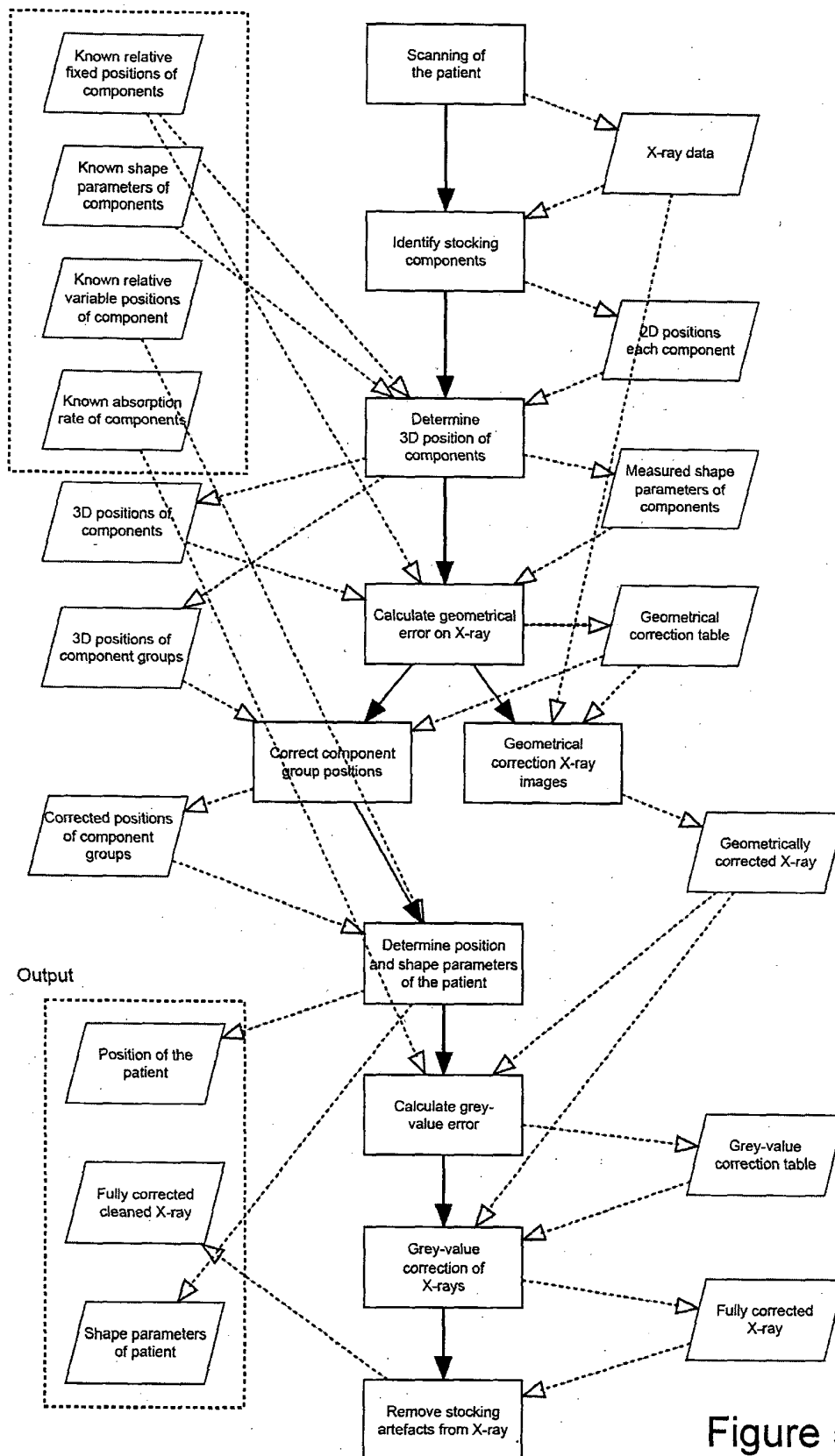


Figure 5

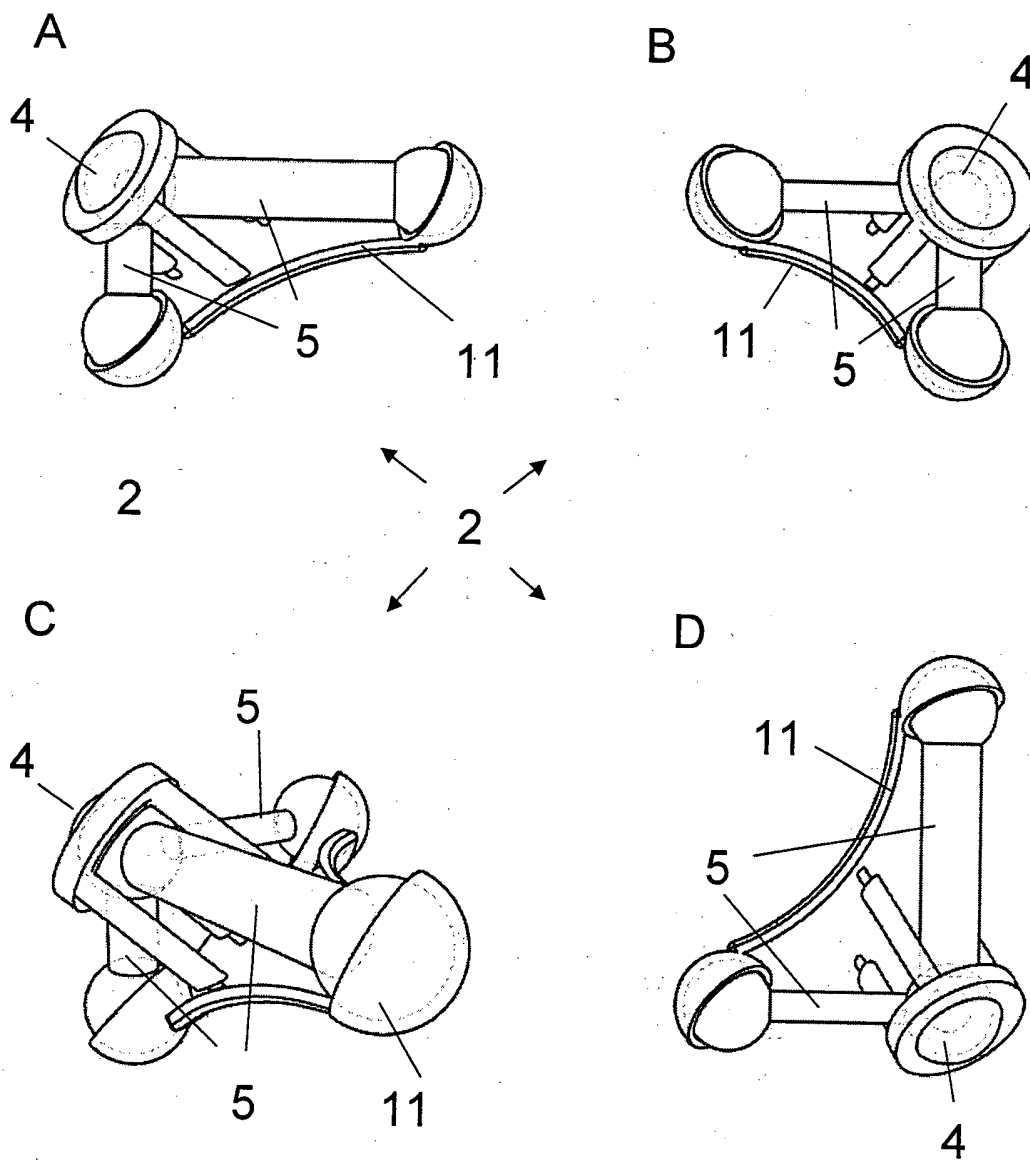


Figure 6

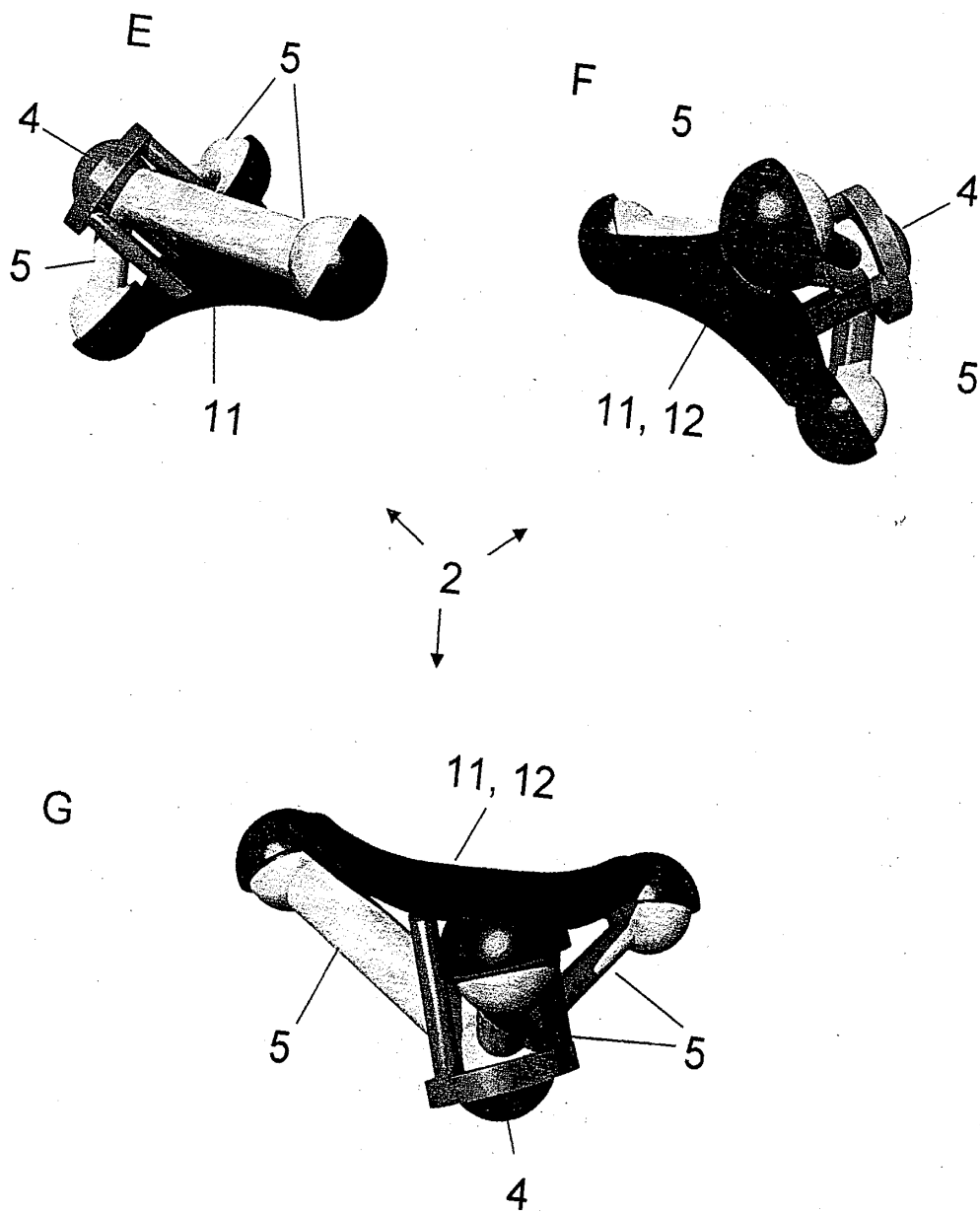


Figure 6

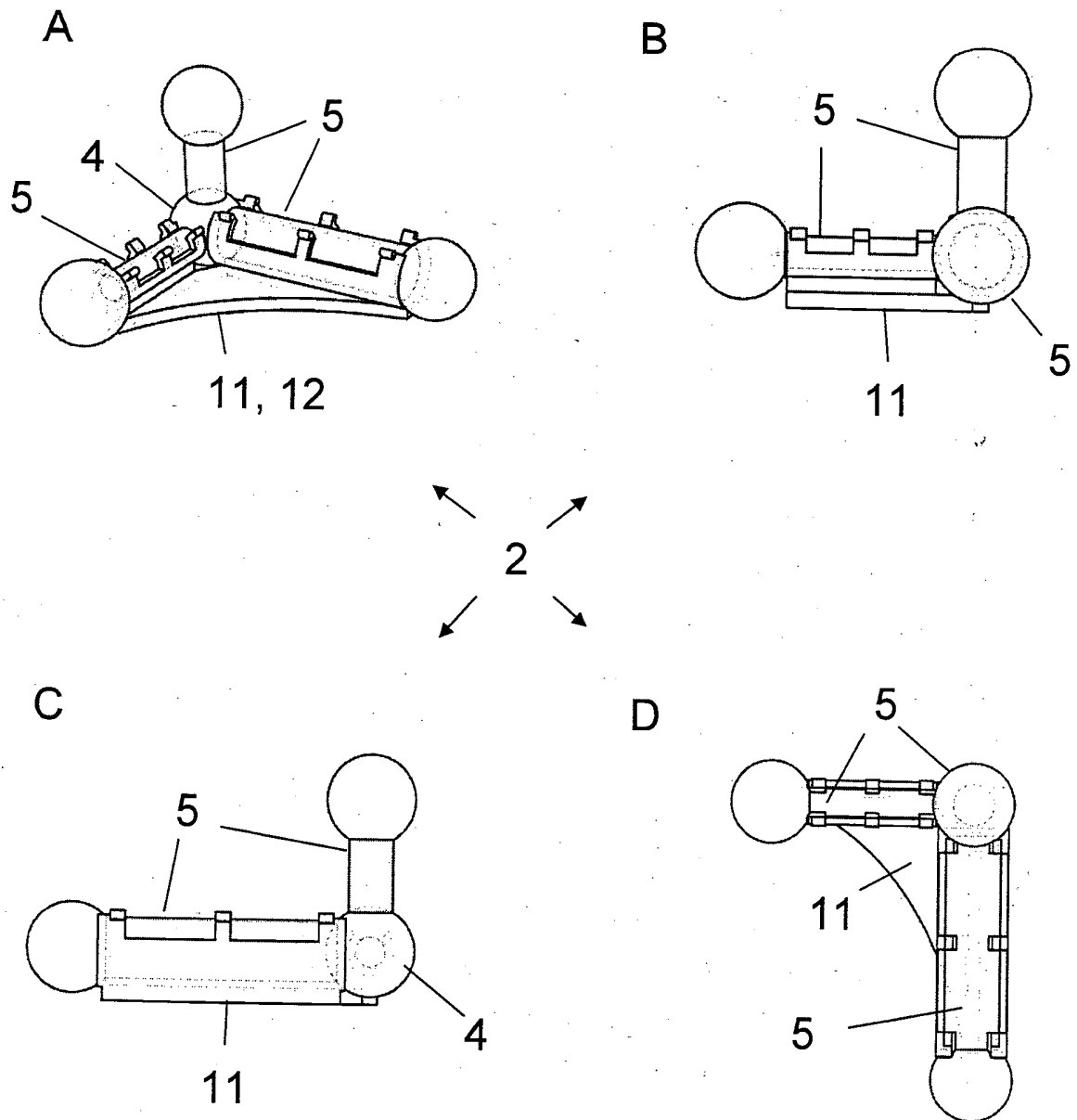


Figure 7

58

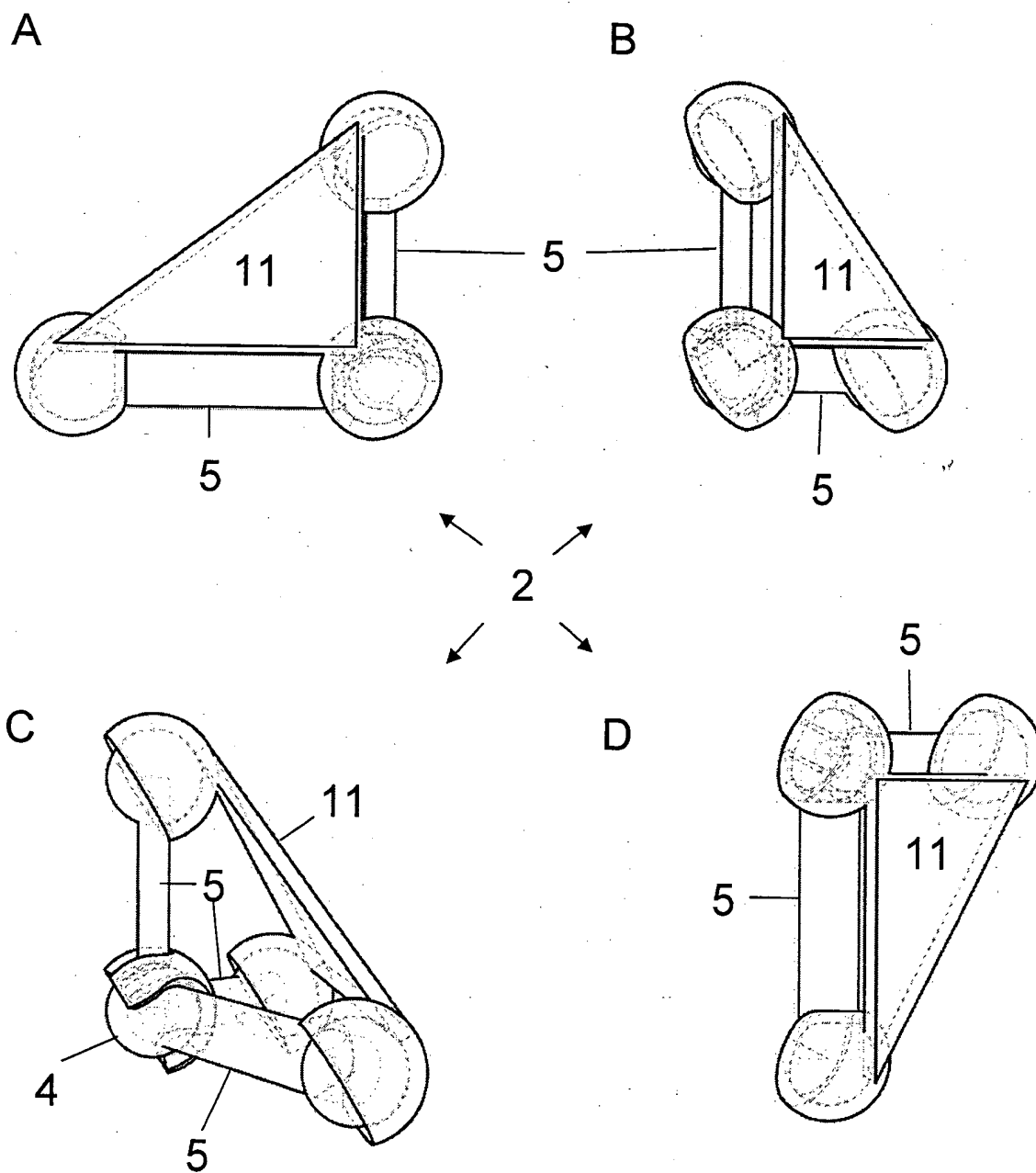


Figure 8

59

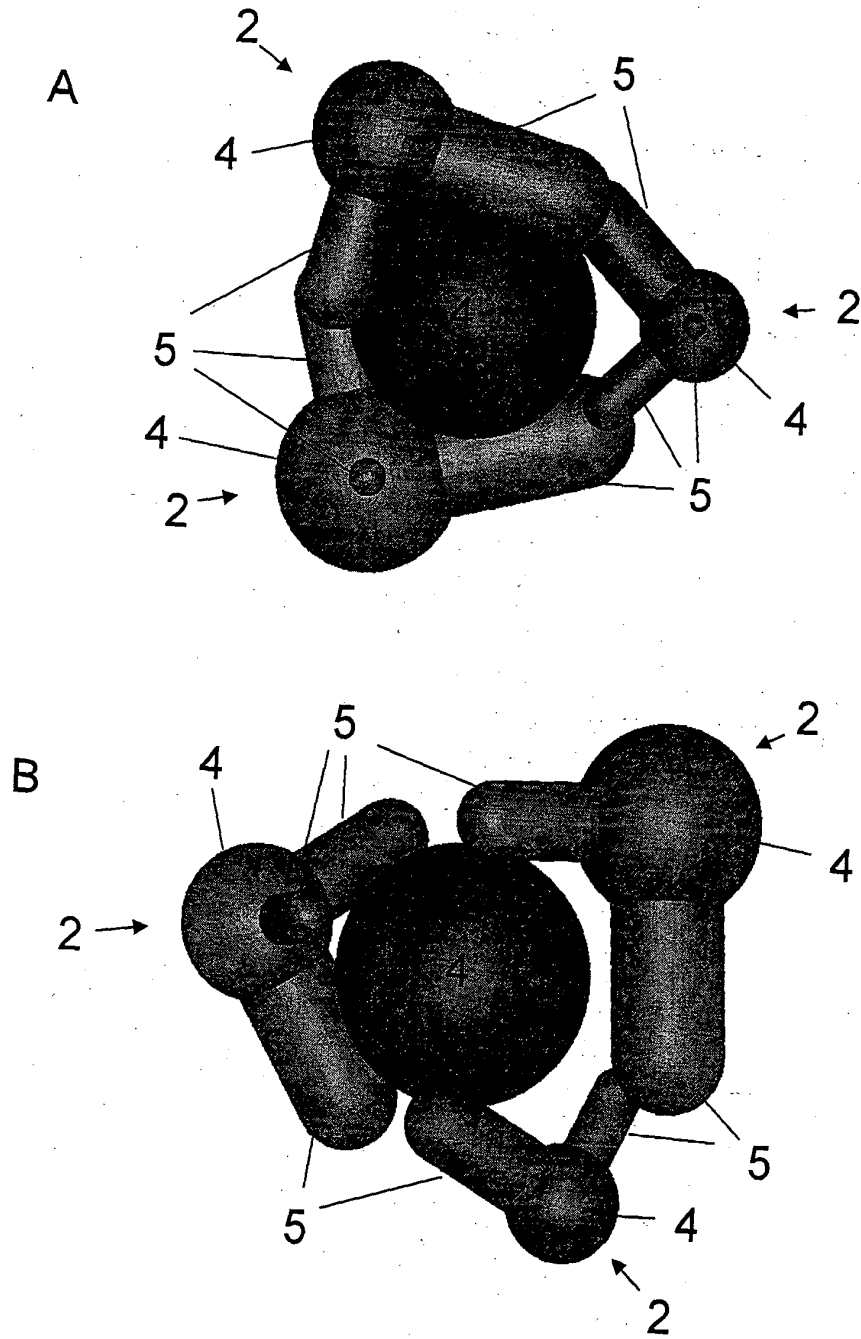


Figure 9

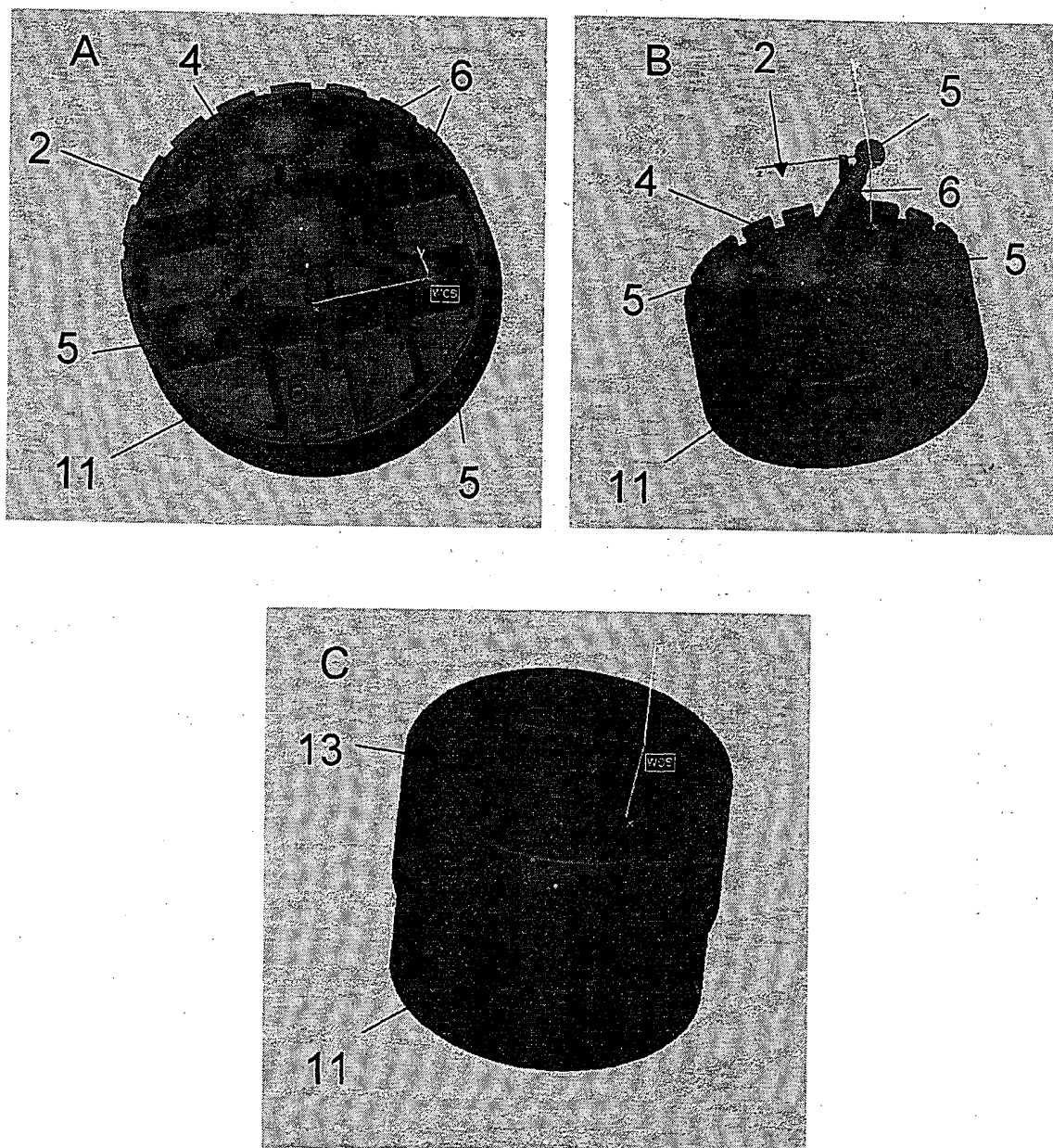


Figure 10

UITTREKSEL

KALIBRATIEAPPRAAT VOOR BEELDVORMING

- 5 De onderhavige uitvinding heeft betrekking op kalibratieapparaten, het gebruik ervan en werkwijzen voor de in line geometrische en grijswaardecorrectie van gegevens die zijn verkregen door beeldvormingsapparaten zoals radiografie met röntgenstraling. De kalibratieapparaten volgens de uitvinding omvatten een set van twee of meer onderling verbonden kalibratiecomponenten en middelen voor het plaatsen van de set
- 10 kalibratiecomponenten op het lichaam.

SAMENWERKINGSVERDRAG INZAKE OCTROOIEN

VERSLAG BETREFFENDE HET ONDERZOEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE OPGESTELD KRACHTENS ARTIKEL 21 § 9 VAN DE BELGISCHE WET OP DE UITVINDINGSOCTROOIEN VAN 28 MAART 1984

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF GEMACHTIGDE MATE-016-BE				
Belgische nationale aanvraag nr. 201200294	Datum van indiening 04-05-2012				
	Ingeroepen voorrangsdatum				
Aanvrager (Naam) Materialise NV					
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type 05-06-2012	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 58258				
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven) Volgens de internationale octrooi classificatie (CIB), of tezelfdertijd volgens de nationale classificatie en de CIB A61B6/58					
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK Onderzochte minimum documentatie <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Classificatiesysteem</td> <td>Classificatiesymbolen</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IPC 8</td> <td style="text-align: center;">A61B</td> </tr> </table>		Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen	IPC 8	A61B
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen				
IPC 8	A61B				
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen 					
III. ☐ MEN IS VAN OORDEEL DAT BEPAALDE CONCLUSIES NIET HET ONDERWERP KONDEN UITMAKEN VAN EEN ONDERZOEK (opmerkingen op aanvullingsblad)					
IV. ☐ GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING EN/OF VASTSTELLING BETREFFENDE DE OMVANG VAN HET ONDERZOEK (opmerkingen op aanvullingsblad)					

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

BE 201200294

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP

INV. A61B6/58

ADD.

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)

A61B

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

EPO-Internal, WPI Data

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	WO 2009/060346 A2 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; ZAGORCHEV LYUBOMIR [US]; BUCKLER) 14 mei 2009 (2009-05-14) * figuur 2 * * bladzijde 8, regel 14 - bladzijde 9, regel 15 *	1-22, 24-26
X	WO 2006/133574 A1 (VOLUMETRICS MEDICAL CORP [CA]; THORNTON MICHAEL M [CA]) 21 december 2006 (2006-12-21) * figuren 2A, 2B * * bladzijde 7, regel 20 - bladzijde 8, regel 3 * * bladzijde 8, regel 27 - bladzijde 11, regel 17 * ----- -/--	1,2,6-8, 11,12, 15,19,24

☒ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

° Speciale categorieën van aangehaalde documenten

"A" niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft

"D" in de octrooiaanvraag vermeld

"E" eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven

"L" om andere redenen vermelde literatuur

"O" niet-schriftelijke stand van de techniek

"P" tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

"T" na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding

"X" de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur

"Y" de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht

"&" lid van dezelfde octrooifamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid

19 februari 2013

Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Schwenke, Stephanie

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

BE 201200294

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	EP 0 874 536 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 28 oktober 1998 (1998-10-28) * figuur 2 * * kolom 3, regel 38 - regel 39 * * kolom 3, regel 51 * * kolom 4, regel 18 - regel 56 * -----	1,8,20, 23-26
X	US 2002/015476 A1 (REINWAND MARIO [DE] ET AL) 7 februari 2002 (2002-02-07) * figuur 1 * * alinea [0009] - alinea [0021] * -----	1,5,8,24
X	US 2003/072409 A1 (KAUFHOLD JOHN PATRICK [US] ET AL) 17 april 2003 (2003-04-17) * figuur 3 * * alinea [0022] - alinea [0027] * * conclusie 10 * -----	1,3,4,8, 9,22,24, 25
X	US 6 292 535 B1 (WILLIAMS NEIL A [US] ET AL) 18 september 2001 (2001-09-18) * figuur 2 * * kolom 2, regel 21 - regel 52 * -----	1,8,23, 24
X	US 6 454 460 B1 (RAMANATHAN NAGANATHASASTRIGAL [CA] ET AL) 24 september 2002 (2002-09-24) * figuur 2 * * kolom 1, regel 60 - regel 63 * * kolom 9, regel 11 - regel 24 * -----	1,8,24
X	DE 200 09 714 U1 (PANDIKOW BJOERN [DE]; OLBRICH GEORG [DE]) 11 oktober 2001 (2001-10-11) * figuur 2 * * bladzijde 17, regel 8 - regel 37 * * bladzijde 21, regel 12 - regel 20 * -----	1,2,6-8, 23,24
X	US 6 005 907 A (PLOETZ JOSEF [DE]) 21 december 1999 (1999-12-21) * figuren 3, 4, 5 * * kolom 3, regel 14 * * kolom 3, regel 21 - regel 49 * -----	1,3,4,8, 9,24,25
A	EP 2 156 790 A1 (BRAINLAB AG [DE]) 24 februari 2010 (2010-02-24) * figuren 1, 3 * -----	1,8,10, 13,14, 16,18,21
A	DE 101 14 317 A1 (GE MED SYS GLOBAL TECH CO LLC [US]) 8 november 2001 (2001-11-08) * kolom 4, regel 12 - regel 20 * -----	1,20,22, 25,26
	----- -/--	

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

BE 201200294

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	DE 198 02 414 A1 (MERCK PATENT GMBH [DE]) 29 juli 1999 (1999-07-29) * figuur 1 * * kolom 2, regel 44 - regel 45 * * kolom 1, regel 53 - regel 55 * * bladzijde 2, regel 43 - regel 44 * -----	1,3,5, 23-25
A	DE 199 56 636 A1 (HERZOG RAINER [DE]) 19 oktober 2000 (2000-10-19) * figuur 2 * * kolom 1, regel 41 * * kolom 1, regel 44 - regel 45 * * kolom 2, regel 21 - regel 22 * -----	1,12,25, 26

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

BE 201200294

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
WO 2009060346	A2	14-05-2009	CN 101848678 A 29-09-2010 EP 2205157 A2 14-07-2010 US 2010266190 A1 21-10-2010 WO 2009060346 A2 14-05-2009
WO 2006133574	A1	21-12-2006	US 2008317198 A1 25-12-2008 WO 2006133574 A1 21-12-2006
EP 0874536	A1	28-10-1998	EP 0874536 A1 28-10-1998 JP 11004822 A 12-01-1999 US 5841835 A 24-11-1998
US 2002015476	A1	07-02-2002	CN 1334064 A 06-02-2002 DE 10036142 A1 21-02-2002 JP 2002095657 A 02-04-2002 US 2002015476 A1 07-02-2002
US 2003072409	A1	17-04-2003	GEEN
US 6292535	B1	18-09-2001	GEEN
US 6454460	B1	24-09-2002	GEEN
DE 20009714	U1	11-10-2001	GEEN
US 6005907	A	21-12-1999	DE 19619915 A1 20-11-1997 EP 0807405 A1 19-11-1997 JP 10062363 A 06-03-1998 US 6005907 A 21-12-1999
EP 2156790	A1	24-02-2010	EP 2156790 A1 24-02-2010 EP 2245986 A1 03-11-2010 US 2010046718 A1 25-02-2010
DE 10114317	A1	08-11-2001	DE 10114317 A1 08-11-2001 JP 2001286464 A 16-10-2001 US 6674834 B1 06-01-2004
DE 19802414	A1	29-07-1999	DE 19802414 A1 29-07-1999 EP 0936460 A2 18-08-1999 JP 11313815 A 16-11-1999
DE 19956636	A1	19-10-2000	DE 19956636 A1 19-10-2000 DE 29920673 U1 17-08-2000



SCHRIFTELIJKE OPINIE

Dossier Nummer SN58258	Indieningsdatum (dag/maand/jaar) 04.05.2012	Vorrangsdatum (dag/maand/jaar)	Aanvraagnummer BE201200294
Classificatie (IPC) INV. A61B6/58			
Aanvrager Materialise NV			

Deze schriftelijke opinie bevat een toelichting en de corresponderende pagina's met betrekking tot de volgende onderdelen:

- ☒ Onderdeel I Basis van schriftelijke opinie
- ☐ Onderdeel II Voorrang
- ☐ Onderdeel III Formulering van een opinie inzake nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid niet mogelijk
- ☐ Onderdeel IV De aanvraag heeft betrekking op meer dan één uitvinding
- ☒ Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid; citaten en explicaties ter ondersteuning van deze verklaring
- ☐ Onderdeel VI Bepaalde geciteerde documenten
- ☐ Onderdeel VII Gebreken in de aanvraag
- ☒ Onderdeel VIII Opmerkingen betreffende de aanvraag

Form BE237A (Dekblad) (Januari 2007)	De Examiner Schwenke, Stephanie
--------------------------------------	------------------------------------

Onderdeel I Basis van de opinie

1. Deze opinie is opgesteld op basis van de conclusies ingediend voor aanvang van het onderzoek.
2. Met betrekking tot **nucleotide en/of aminozuur sequenties** die, in voorkomend geval, genoemd worden in de aanvraag, is deze opinie opgesteld op basis van de volgende elementen:
 - a. Aard van het element:
 - ☐ een lijst van de sequentie(s)
 - ☐ tabel(len) met betrekking tot de lijst van de sequentie(s)
 - b. Type drager:
 - ☐ op papier
 - ☐ in elektronische vorm
 - c. Moment van indiening of levering:
 - ☐ opgenomen in de aanvraag zoals ingediend
 - ☐ samen met de aanvraag elektronisch ingediend
 - ☐ later geleverd
3. ☐ Bovendien, wanneer er mer dan één versie of kopie van een sequentielijst of van één of meerdere tabellen die er betrekking op hebben, werd ingediend, zijn de benodigde verklaringen ingediend, dat de informatie, die later of bij wijze van aanvullende kopieën werd geleverd naar gelang het geval, identiek is aan diegene die oorspronkelijk werd geleverd en niet verder gaat dan de openbaarmaking in de internationale aanvraag zoals oorspronkelijk ingediend.
4. Aanvullende opmerkingen:

SCHRIFTELIJKE OPINIE

Aanvraagnummer
BE201200294

Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid; citaten en explicaties ter ondersteuning van deze verklaring

1. Verklaring

Nieuwheid	Ja: Conclusies 10, 13, 14, 16, 18, 21 Nee: Conclusies 1-9, 11, 12, 15, 17, 19, 20, 22-26
Inventiviteit	Ja: Conclusies Nee: Conclusies 1-26
Industriële toepasbaarheid	Ja: Conclusies 1-26 Nee: Conclusies

2. Citaten en explicaties:

Zie apart blad

Onderdeel VIII Opmerkingen betreffende de aanvraag

Zie apart blad

- D1 WO 2009/060346 A2 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; ZAGORCHEV LYUBOMIR [US]; BUCKLER) 14 mei 2009 (2009-05-14)
- D2 WO 2006/133574 A1 (VOLUMETRICS MEDICAL CORP [CA]; THORNTON MICHAEL M [CA]) 21 december 2006 (2006-12-21)
- D3 EP 0 874 536 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 28 oktober 1998 (1998-10-28)
- D4 US 2002/015476 A1 (REINWAND MARIO [DE] ET AL) 7 februari 2002 (2002-02-07)
- D5 US 2003/072409 A1 (KAUFHOLD JOHN PATRICK [US] ET AL) 17 april 2003 (2003-04-17)
- D6 US 6 292 535 B1 (WILLIAMS NEIL A [US] ET AL) 18 september 2001 (2001-09-18)
- D7 US 6 454 460 B1 (RAMANATHAN NAGANATHASASTRIGAL [CA] ET AL) 24 september 2002 (2002-09-24)
- D8 DE 200 09 714 U1 (PANDIKOW BJOERN [DE]; OLBRICH GEORG [DE]) 11 oktober 2001 (2001-10-11)
- D9 US 6 005 907 A (PLOETZ JOSEF [DE]) 21 december 1999 (1999-12-21)
- D10 EP 2 156 790 A1 (BRAINLAB AG [DE]) 24 februari 2010 (2010-02-24)
- D13 DE 199 56 636 A1 (HERZOG RAINER [DE]) 19 oktober 2000 (2000-10-19)

Betreffende Item V

- 1 De onderhavige aanvraag voldoet niet aan de criteria van octrooieerbaarheid, omdat de materie volgens de conclusies 1-9, 11, 12, 15, 17, 19, 20, 22-26 niet nieuw is.
- 1.1 Betreffende onafhankelijke werkwijzeconclusie 1: In document D1 wordt beschreven een:

Werkwijze voor de correctie van beelden (herkalibreren van het gereconstrueerde beeld, bladzijde 9, regel 10), omvattende de volgende stappen:

i) het voorzien van een beeld waarbij genoemd beeld een beeld omvat van een of meerdere reeksen van twee of meer niet-identieke en onderling verbonden of verbindbare (figuur 2) kalibratiecomponenten (wanneer het subject gescand

wordt, wordt gelijktijd het kalibratiefantoom gescand, bladzijde 9, regel 8), waarbij genoemde twee of mee niet-identieke kalibratiecomponenten ten minste in radio-opaciteit verschillen (kalibratiefantoom omvattende cilinders met lucht, water en bot en equivalente materialen, bladzijde 9, regel 3); en

ii) het corrigeren (herkalibreren van het gereconstrueerde beeld naar Hounsfield-getallen, bladzijde 9, regel 10-regel 11) van het beeld op basis van de informatie die is verkregen uit de meting van de geometrie (impliciet: locatie van het kalibratiefantoom is bekend, bladzijde 9, regel 8) en grijswaarden (Hounsfield-kalibrator, bladzijde 9, regel 9) van genoemd beeld van genoemde kalibratiecomponenten.

Deze materie is eveneens aanwezig in de documenten D2-D8, zie:

D2: bol [...] teflon [...] cilinder [...] silicone, bladzijde 7, regel 27 – bladzijde 8, regel 3; figuur 3 (bladzijde 8, regel 27 – bladzijde 11, regel 9)

D3: koperen trapwig 16 [...] treklijnfantoom 22, kolom 3, regel 38 – regel 39; aluminium contrastdetailfantoom 20, kolom 3, regel 51; figuur 2; plaatsbepaling, kolom 4, regel 29; randverbindingsalgoritme [...] tweede orde polynomische deformatie [...] eerste en tweede ordestatistieken, kolom 4, regel 36, 42, 51; digitale subtractie, kolom 5, regel 5

D4: eerste verwijzingsmateriaal en een tweede verwijzingsmateriaal dat daarvan verschilt [...] correctie, alinea [0021]; alinea [0012] - [0020]

D5: ander borst-equivalent materiaal, alinea [0025]; variërend materiaal, alinea [0022]; figuur 2; verwijzingsbeelden worden bijgesteld, alinea [0027]; conclusie 10

D6: figuur 2; aantal gekalibreerde verzwakkers voorzien in een aantal grijswaarden [...] grijswaarde wordt gecoördineerd als reactie [...] verbeterde weergavebeeld, kolom 2, regel 33 – regel 52

D7: afzwakking [...] voor verschillende diktes van filters [...] berekenen de half van de waardelaag, kolom 1, regel 59 – regel 63; figuur 2

D8: Probekörper 4 unterschiedlicher Dichte, bladzijde 21, regel 19; Lagen und Dichten der Probekörper 4, bladzijde 17, regel 21; errechnet aus Bild 37 [...] Bild 38, bladzijde 17, regel 34 – regel 37; figuur 1, figuur 2

- 1.2 Betreffende onafhankelijke inrichtingsconclusie 8: In document D1 wordt beschreven een:

Kalibratieapparaat (kalibratiefantoom 56, bladzijde 9, regel 1; figuur 2) voor beeldvorming omvattende een set van twee of meer niet-identieke (lucht 70, water 72 en bot 74, bladzijde 9, regel 4; figuur 2) en onderling verbonden of verbindbare (figuur 2) kalibratiecomponenten (cilinders, bladzijde 9, regel 3), waarbij ten minste twee van genoemde kalibratiecomponenten een verschillend radio-opaciteit hebben die ligt tussen, niet met inbegrip van, 0 en 1 (lucht, water en bot, bladzijde 9, regel 4)

Deze materie is eveneens aanwezig in iedere wigfantoom, bijvoorbeeld D6, figuur 2. Deze is eveneens aanwezig in de documenten D2-D9, zie:

D2: bol [...] teflon [...] cilinder [...] silicone, bladzijde 7, regel 27 – bladzijde 8, regel 3; figuur 2A, 2B

D3: koperen trapwig 16 [...] treklijnfantoom 22, kolom 3, regel 38 – regel 39; aluminium contrastdetailfantoom 20, kolom 3, regel 51; figuur 2

D4: de respectievelijke wiggen 20 en 22 bestaan uit verschillende een of twee verwijzingsmaterialen, figuur 1

D5: ander borst-equivalent materiaal, alinea [0025]; variërend materiaal, alinea [0022]; figuur 2

D6: figuur 2

D7: het materiaal en de dikte is in iedere positie verschillend, kolom 9, regel 21; figuur 2

D8: Probekörper 4 unterschiedlicher Dichte, bladzijde 21, regel 19; figuur 2

D9: materiaal [...] verschillend, kolom 3, regel 14; kolom 3, regel 21 – regel 49; figuur 5

- 1.3 Betreffende de afhankelijke conclusies: de aanvullende materie is aanwezig in ten minste één van de documenten D1-D9, zie:

conclusie 2, 6, 7, fout: herkalibreren van het gereconstrueerde beeld naar Hounsfield-getallen, D1, bladzijde 9, regel 10; grijswaarden, D2, bladzijde 8, regel 30 – bladzijde 9, regel 14; Grauwertematrizeninformatie verwerkende Algoritmen, D8, bladzijde 17, regel 27

conclusie 3, 4, 9, 25 drie: D1, figuur 2; drie kalibratiefantomen worden gescand, D5, alinea [0025]; D9, figuur 5

conclusie 23, vijf: D3, figuur 2; D6, figuur 2; D7, figuur 2; fünf Ausnahmen, D8, bladzijde 21, regel 14, figuur 2

conclusie 5, patiënt: subject, D1, bladzijde 9, regel 7; lichaamsschijf van de patiënt, D4, alinea [0011]

conclusies 11, 12, 15, 17, 19, 20, vorm: D1, figuur 2; D2, figuur 2A, 2B; D3, figuur 2

materiaal volgens conclusie 22: bot 74, D1, figuur 2; ander borst-equivalent materiaal, D5, alinea [0023]

beeldvorming volgens conclusie 24: CT [...] andere beeldvormingssystemen, D1, bladzijde 1, regel 2 – regel 4; CT, Kernspintomographen, Ultraschalldetektoren, D8, bladzijde 1, regel 27

- 2 De onderhavige aanvraag voldoet niet aan de criteria van octrooieerbaarheid, omdat de materie volgens de afhankelijke conclusies 10, 13, 14, 16, 18 en 21 geen inventiviteit omvat.
- 2.1 Betreffende de afhankelijke conclusies 10, 13, 14, 16, 18, 21: de materie volgens deze conclusies betreft verschillende vormen (bijvoorbeeld stangen, bollen), getallen (drie, vijf) of geometrie (piramide, polyeder) of kalibratievoorwerpen. De genoemde conclusies lijken veeleer variaties te betreffen van 3D-opstellingen van kalibratievoorwerpen die reeds bekend zijn in de stand van de techniek, zie bijvoorbeeld D10, figuur 1

Betreffende Item VIII

- 3 De conclusies 1, 3, 8, 9, 23 en 25 zijn niet duidelijk.
- 3.1 De term "onderling verbonden of verbindbare" in de conclusies 1 en 8 beperkt de materie volgens deze conclusies niet, aangezien alle componenten verbindbaar zijn door middel van geschikte middelen.
- 3.2 De term "in line correctie" in conclusie 7 is onduidelijk.
- 3.3 De term "radio-opaciteit hebben tussen, niet met inbegrip van 0 en 1" in de conclusies 8, 9, 23 en 25 is onduidelijk. Radio-opaciteit is afhankelijk van de binnenkomende straling en is niet een intrinsieke eigenschap van een materiaal.
- 3.4 Alhoewel dit niet in de conclusies staat, zijn de conclusies 23 en 25 afhankelijk van onafhankelijke conclusie 8, aangezien deze alle maatregelen volgens deze conclusie bevatten.