

19



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

11 1014175

12 C OCTROOI²⁰

21 Aanvraag om octrooi: 1014175

51 Int.Cl.⁷
B06B1/06

22 Ingediend: 25.01.2000

41 Ingeschreven:
26.07.2001

47 Dagtekening:
26.07.2001

45 Uitgegeven:
01.10.2001 I.E. 2001/10

73 Octrooihouder(s):
Oldelft B.V. te Delft.

72 Uitvinder(s):
Nicolaas de Jong te Krimpen aan den IJssel
Robert Jan Smallenburg te Gouda
Rudy Frans Mastenbroek te Leiden

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

54 **Ultrageluid probe.**

57 Een ultrageluid probe wordt beschreven voor ultrageluid beeldvorming onder gebruikmaking van contrast-verhogende middelen en omvattend twee in elkaar geschoven arrays van transducerelementen waarbij elk van de arrays een longitudinale afmeting heeft waarlangs de transducerelementen naast elkaar zijn geplaatst, waarbij een eerste van de in elkaar geschoven arrays transducerelementen omvat met een lagere centrumfrequentie en een tweede van de in elkaar geschoven arrays transducerelementen omvat met een hogere centrumfrequentie. De transducerelementen van het eerste in elkaar geschoven array zijn aangebracht op een eerste, hol, dragerelement. De transducerelementen van het tweede in elkaar geschoven array zijn aangebracht op een tweede dragerelement. Het tweede dragerelement past binnen het eerste dragerelement. Een lengte van de transducerelementen van het eerste array in een vlak van het array en in een richting hoofdzakelijk loodrecht op de longitudinale afmeting is groter dan een overeenkomstige lengte van elementen van het tweede array. De overeenkomstige lengte van de transducerelementen van het tweede array is niet groter dan een overeenkomstige binnenmaat van het eerste, holle, dragerelement.

NL C 1014175

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

Korte aanduiding: Ultrageluid probe.

De uitvinding heeft betrekking op een ultrageluid probe voor ultrageluid beeldvorming onder gebruikmaking van contrast verhogende middelen en omvattend een transducent met twee in elkaar geschoven arrays van transducerelementen, waarbij elk van de arrays een longitudinale afmeting heeft waarlangs de transducerelementen naast elkaar zijn geplaatst, waarbij een eerste van de in elkaar geschoven arrays transducerelementen omvat met een lagere centrumfrequentie en een tweede van de in elkaar geschoven arrays transducerelementen omvat met een hogere centrumfrequentie.

Zo een probe is beschreven in Internationale octrooi-aanvraag nr. WO 99/35967 en wordt gebruikt voor ultrageluid beeldvorming en meer in het bijzonder in een multipuls en versterkingsstrategie voor ultrageluid beeldvorming van een object dat een ultrageluid contrast versterkend beeldvormend middel bevat.

Ultrageluid contrastmiddelen kunnen worden ingevoerd in het lichaam om ultrageluid energie te reflecteren of te absorberen of om te resoneren als ze worden blootgesteld aan dergelijke energie en verschaffen daardoor een versterkt beeld van een deel van het lichaam. Voorbeelden van dergelijke contrastmiddelen, in de vorm van holle microcapsules, worden gegeven in Japanse octrooiaanvragen nrs. 508032/1992 en 509745/1994 en in PCT/GB95/02673 (WO 96/15814). Dergelijke middelen worden in de bloedstroom van de patiënt geïnjecteerd en dan wordt de patiënt onderworpen aan ultrageluid straling.

Een ultrageluid sequentie kan een meervoudige sequentie omvatten, omvattend een eerste pulssalvo op een eerste frequentie en met lage amplitude gevolgd door een tweede pulssalvo op een tweede frequentie en met relatief hogere amplitude. Deze tweede puls heeft een voldoende grootte om "power enhanced scattering" (PES) op te wekken in een van belang zijnd gebied. Dit wordt dan verder gevolgd door een derde pulssalvo met een derde frequentie en met lagere amplitude.

"Power enhanced scattering" is gedefinieerd als het verschaffen van een akoestische puls met een amplitude die tenminste voldoende is om een verandering in de akoestische eigenschappen van

het van belang zijnde gebied te veroorzaken om bijvoorbeeld er voor te zorgen dat belletjes worden vrijgelaten uit de microcapsules.

Een bekende werkwijze voor het produceren van een ultrageluid beeld van een voorwerp dat een ultrasoon contrast beeldvormend middel omvat omvat het onderwerpen van het object aan een eerste pulssalvo met een eerste frequentie en eerste vermogen, het onderwerpen van het object aan een tweede pulssalvo met een tweede frequentie in combinatie met een tweede vermogen voor het optimaal vrijlaten van belletjes en het onderwerpen van het object aan een derde pulssalvo met een derde frequentie en derde vermogen, het verkrijgen van een eerste beeld van het object als een resultaat van het eerste pulssalvo, het verkrijgen van een tweede beeld van het object als een resultaat van het derde pulssalvo en het vergelijken van de eerste en de tweede beelden om een versterkt eindbeeld te krijgen.

Bij voorkeur is het eerste vermogen een laag vermogen relatief ten opzichte van het tweede vermogen dat een hoog vermogen is en is het derde vermogen een laag vermogen relatief ten opzichte van het tweede vermogen.

Bij voorkeur vinden de eerste en derde pulssalvo's plaats op een frequentie hoger dan die van het tweede pulssalvo, maar, alternatief, kunnen het eerste en derde pulssalvo op een frequentie plaatsvinden lager dan die van het tweede pulssalvo.

Bij voorkeur zijn de eerste en derde pulssalvo's identiek of hebben een gedefinieerde en bekende relatie.

Bij voorkeur omvatten de eerste en derde pulssalvo's een relatief lager aantal cycli dan het tweede pulssalvo.

De eerste en derde pulssalvo's kunnen een enkele cyclus omvatten.

Het tweede pulssalvo omvat een aantal cycli.

Bij voorkeur is de tijd tussen het eerste en derde pulssalvo minder dan $100\mu\text{s}$.

Het derde pulssalvo kan worden gecombineerd met of overlappen met het tweede pulssalvo. Iedere beeldpuls verkregen van het derde pulssalvo kan uitgefilterd worden uit elke interferentie als gevolg van de tweede pulssalvo's vanwege het verschil in frequentie.

In de beeldvormingswerkwijze wordt een eerste beeld verkregen gedurende het eerste pulssalvo en wordt een tweede beeld verkregen gedurende het derde pulssalvo. Het tweede pulssalvo met hogere amplitude omvat een vrijlaatsalvo voor het vrijlaten van belletjes uit een geschikt middel zoals Quantison.

5

Geschikte microcapsules omvatten die beschreven als "QUANTISON"™ microcapsules van Andaris Limited, en beschreven in W092/18164 (US 5,518,709), W094/08627 en W096/15814 (USSN 08/676,344 ingediend 19 juli 1996). De microcapsules worden gemaakt door het sproeidrogen van een oplossing van serum albumine om holle microcapsules te vormen, met in het algemeen een diameter van 1 tot 10 μm ; bijvoorbeeld 90% kan een diameter hebben van 1,0 tot 9,0 μm of 1 tot 6,0 μm , zoals gemeten in een Coulter Counter Multmizer II. Echter elke gas bevattende microcapsule, microbol of microdeeltje die gas vrijlaat na bestraling met een fysiologisch niet-schadelijke dosis ultrageluid kan worden gebruikt.

10

15

In een versterkingssequentie worden de eerste en tweede beelden verkregen gedurende het eerste en derde pulssalvo vergeleken met elkaar om een gecombineerd verbeterd beeld te verschaffen, bijvoorbeeld door subtractieve decorrelatie.

20

Een verdere beschrijving van de stand der techniek zal nu worden gegeven onder verwijzing naar enkele van de bijgevoegde tekeningen waarin:

Figuur 1 een voorbeeld toont van een pulssalvo sequentie;

25

Figuur 2 een decorrelatieprofiel toont verkregen onder gebruikmaking van de pulssalvo sequentie van figuur 1;

Figuur 3 een beeld toont resulterend uit een experiment met eerste en derde pulsen zonder het "power enhanced scattering" effect geproduceerd door de tweede puls;

30

Figuur 4 de beelden toont resulterend als alle drie pulsen aanwezig zijn en met figuur 2 de voordelen van decorrelatie toont;

Figuur 5 een blokdiagram toont van een apparaat volgens de stand der techniek; en

Figuur 6 een transducer toont.

35

Verwijzend naar figuur 1 omvat een voorbeeld multipuls-sequentie een eerste pulssalvo 10 van betrekkelijk lage amplitude en

een derde pulssalvo 14 ook met betrekkelijk lage amplitude, waarbij beide pulssalvo's op relatief hoge frequentie zijn, bijvoorbeeld 5 MHz en relatief minder cycli hebben vergeleken met het tweede pulssalvo. Een voorkeursuitvoeringsvorm omvat een puls die gevormd is voor maximale resolutie bij de beeldvorming. In de getoonde specifieke uitvoeringsvorm wordt slechts een cyclus gebruikt.

De eerste en derde pulssalvo's zijn bij voorkeur identiek maar zij kunnen een gedefinieerde relatie hebben en in dat geval zullen de bewerkingsschakelingen compenseren om een vergelijkbaar beeld te verschaffen.

Tussen deze pulssalvo's is een tweede pulssalvo gepositioneerd met een vermogen gekozen voor het optimaal vrijlaten van belletjes. In de getoonde uitvoeringsvorm is het tweede pulssalvo een relatief laagfrequent (bijvoorbeeld 2 MHz) pulssalvo met een grote amplitude. Het tweede pulssalvo heeft bij voorkeur ook een groter aantal cycli dan het eerste pulssalvo. Bij voorkeur omvat het tweede pulssalvo een pulssalvo dat optimaal is voor het vrijlaten van gasbelletjes. In een specifieke uitvoeringsvorm heeft het pulssalvo vier of meer cycli.

Het tweede pulssalvo zou echter een hogere frequentie kunnen hebben in welk geval het vermogen (amplitude) van het tweede pulssalvo voor sommige microcapsules lager zou kunnen zijn. Wat vereist is is een pulssalvo van een dusdanige frequentie en vermogen voor de microcapsules dat het vrijlaten van belletjes plaatsvindt en dit zal afhangen van een aantal factoren, waaronder het type microcapsule, welke factoren bekend zullen zijn aan de vakman.

Bij het in werking zijn worden twee beelden gemaakt, een bij elk van de eerste en derde pulssalvo's en wordt het tweede pulssalvo gebruikt om "power enhanced scattering" (PES) van belletjes op te wekken uit microcapsules die zich bevinden in het van belang zijnde gebied. Het beeld gemaakt tijdens het eerste pulssalvo wordt vergeleken met dat van het derde pulssalvo om een versterkt vergelijkingsbeeld te verkrijgen.

Figuur 2 toont de vergelijking, in dit geval een subtractieve decorrelatie verkregen uit de pulssequentie van figuur 1 met het toepassen van een drempel op de gegevens (van figuren 3 en 4) onder

gebruikmaking van een 80% correlatieniveau. Dit toont duidelijk de detectie van een enkele fiber van 200 μm in diameter op een diepte van 75 mm als de fiber gevuld is met QUANTISON. Het experiment is opgezet om een getriggerde M-mode te simuleren waarbij het testobject een
5 enkele fiber is die QUANTISON bevat.

Figuur 3 stelt het resultaat voor van twee radiofrequentie (RF) beeldvormingspulsen zonder het hoge amplitudesalvo, waarin geen PES en geen vrije luchtbelletjes worden gedetecteerd.

10 Figuur 4 toont het resultaat als het tweede salvo, tussen de beeldpulsen, wordt ingeschakeld.

In dit geval detecteert de tweede beeldvormende puls (het derde pulssalvo) de opgewekte vrije luchtbelletjes. De verandering in amplitude is minimaal, als gevolg van het sterk verstrooiende omgevend materiaal. Echter, in combinatie met de "op vergelijking gebaseerde
15 strategie", kunnen deze minimale veranderingen nauwkeurig worden gedetecteerd.

De volledige pulssequentie dient te worden uitgevoerd binnen een tijdspanne die zo kort is als redelijkerwijs praktisch is, in aanmerking nemend het blijven voortbestaan van de opgeroepen
20 belletjesvrijlating, akoestische snelheden en diepte van het van belang zijnde gebied. In een bijzonder voorbeeld van de pulssequentie van figuur 1 is de totale tijdspanne 100 μm .

Andere frequenties kunnen worden gebruikt voor de eerste/derde en de tweede puls. Bijvoorbeeld kunnen de eerste/derde
25 pulsen 3 MHz zijn en de tweede 500 KHz of kunnen de eerste/derde pulsen 5 MHz zijn en de tweede 1 MHz.

Het vermogen van de eerste en derde pulssalvo's dient zodanig te zijn dat zij geen enkele "power enhanced scattering" (vrijlaten van belletjes) uit het QUANTISON opwekken. Derhalve dient
30 het vermogen van de eerste en derde pulsen bij voorkeur niet hoger te zijn dan 0,1 MPa.

Het vermogen van het centrum (tweede) pulssalvo moet zodanig zijn dat de gedefinieerde "power enhanced scattering" wordt geproduceerd en dient bij voorkeur boven 0,6 MPa te zijn voor
35 QUANTISON.

De vermogens kunnen echter variëren voor andere middelen.

Omdat de frequentie van het tweede pulssalvo 12 verschillend is van dat van de eerste en derde pulssalvo's is het makkelijk om tijdens de beeldvorming welke overblijvende effecten dan ook van het tweede pulssalvo uit te filteren.

5 Dit maakt het mogelijk dat het derde pulssalvo snel na de tweede volgt of zelfs de tweede overlapt maar zoals boven uiteengezet wordt in het algemeen beschouwd dat de totale sequentietijd, die zo kort mogelijk zou kunnen zijn, een minimum van 100 μ s zou moeten zijn voor een objectdiepte van 75 mm in de meeste praktische toepassingen.
10 De totale tijd zou mogelijk korter kunnen zijn als het af te beelden object op een kleinere diepte zou zitten.

Een apparaat volgens de stand der techniek is getoond in figuur 5.

Een 1 MHz enkel element transducent 50 (Panametrics, Waltham, MA, USA) met een focus op 7.5 cm is gemonteerd in een waterbad 52 gevuld met Isoton® II (Coulter Diagnostics) en gebruikt als de hoog vermogenszender. Loodrecht op de akoestische bundel van deze transducent is een 5 MHz enkel element breedband transducer 54 (Panametrics, Waltham, MA, USA), met een focus op 7.5 cm gemonteerd en gebruikt om het doel 56, geplaatst in het midden van het waterbad (zenden/ontvangen) te onderzoeken. Het 1 MHz hoog vermogen sinusoidaal signaal van 10 cycli met een piek-piek akoestische druk van 1,8 MPa en herhalingsfrequentie van 1 Hz wordt opgewekt door een pulsgenerator 58 (PM5716, Philips) een Wavetek signaalgenerator 60 en een lineaire vermogensversterker 62 model A-500 (ENI, NY). Een korte 5 MHz puls wordt gegenereerd en ontvangen door een pulsopwekker/ontvanger 64 (5052 PR, Panametrics, Waltham, MA, USA). Het ontvangen signaal kan worden versterkt van +40 dB tot -40 dB in stappen van 2 dB. Het versterkte signaal wordt gefilterd met een laag doorlaat Chebychev filter en gedigitaliseerd door een Lecroy 9400A (Lecroy, Chestnut Ridge, NY, USA) digitale oscilloscoop (100 MHz, 8 bits). De pulsopwekker/ontvanger wordt gesynchroniseerd door een pulsgenerator 66 (PM 5712, Philips) met een vertraging van 0,5 ms relatief ten opzichte van het 1 MHz uitgezonden signaal. De uitgangssignalen worden
35 opgenomen over tijdsruimtes van 10 μ s en overgebracht naar een personal computer (Compaq 386/20e) voor verdere analyse.

In een alternatieve uitvoeringsvorm zou de derde puls 12 kunnen worden gecombineerd binnen de tweede puls daar het verstrooid signaal van de derde puls kan worden uitgefilterd.

5 Dit zal een kortere tijdsperiode voor het totale experiment verschaffen.

Voor ander gebruik, bijvoorbeeld voor snelheidsmeting, is het mogelijk dat de eerste en derde pulsen van relatief lage frequentie zijn en dat de tweede puls van relatief hogere frequentie is, d.i. het tegengestelde van het eerste voorbeeld.

10 Onder verwijzing nu naar figuur 6, wordt een ontwerp van een transducent 600 getoond met een frequentierespons die geschikt is voor gebruik in de boven beschreven werkwijze.

In dit ontwerp worden twee aparte transducerelementen 610, 620 gebruikt. Het transducerelement 610 is gevoelig voor lage frequenties en het tweede 620 is gevoelig voor hoge frequentie. Beide elementen kunnen van het piëzo-elektrische type zijn.

15 De laagfrequent transducer (type 610) wordt gebruikt voor het zenden, de andere 620 kan worden gebruikt zowel voor het alleen ontvangen en voor het zenden en ontvangen voor de beeldvorming. Voor array transducers kunnen de twee transducertypes (610, 620) samengevoegd worden zoals getoond door het in elkaar schuiven van de twee types, daardoor bijvoorbeeld de oneven elementen definiërend als type 1 en de even elementen als type 2. Andere verdelingen zijn ook mogelijk. De type 2 transducer kan worden gebruikt zowel in de grond- als
25 in de tweede harmonische modus.

De boven gegeven uitgebreide beschrijving van de stand der techniek laat veel te wensen over met betrekking tot de fysieke constructie van een ultrageluid probe, omvattend twee in elkaar geschoven sets van twee typen transducer elementen.

30 Doel van de onderhavige uitvinding is het verschaffen van een ultrageluid probe die eenvoudig van constructie is en kan worden gebruikt in ultrageluid beeldvorming gebruik makend van contrastversterkende middelen.

Een ultrageluid probe is daartoe volgens de uitvinding gekarakteriseerd doordat de transducer elementen van het eerste in
35 elkaar geschoven array zijn aangebracht op een eerste, hol, draag-

element doordat de tweede transducerelementen van het tweede in elkaar
geschoven array zijn aangebracht op een tweede draagelement, doordat
het tweede draagelement past binnen het eerste draagelement, doordat
een lengte van de transducerelementen van het eerste array in een vlak
5 van het array en in een richting hoofdzakelijk loodrecht op de longi-
tudinale afmeting groter is dan een overeenkomstige lengte van elemen-
ten van het tweede array en doordat de overeenkomende lengte van de
transducerelementen van het tweede array niet groter is dan een
corresponderende binnenmaat van het eerste, holle, draagelement.

10 Daardoor wordt een stevige en compacte constructie verkre-
gen.

Een voorkeursuitvoeringsvorm van een ultrageluid probe
volgens de uitvinding waarin een enkel stuk backing materiaal is
verbonden met alle transducerelementen van het tweede array wordt
15 gekenmerkt doordat een luchtspleet aanwezig is tussen een achterzijde
van de transducerelementen van het eerste array en het backing materi-
aal.

Daardoor worden uitstekende overspraak eigenschappen
verkregen voor de transducer.

20 De uitvinding zal nu worden beschreven onder verwijzing
naar de bijgevoegde, nog niet besproken, tekeningen waarin:

Figuur 7A een zijaanzicht is van een eerste dragerelement
voorzien van eerste transducerelementen en elektrische contacten
volgens een aanzicht langs de lijnen 7a/7a getoond in figuur 7B;

25 Figuur 7B een aanzicht is langs de lijnen 7b/7b in figuur
7A;

Figuur 8A een dwarsdoorsnede is langs de lijnen 8a/8a in
figuur 8B;

30 Figuur 8B een aanzicht is langs de lijnen 8b/8b in figuur
8A en het tweede dragerelement tonend voorzien van tweede transducer-
elementen en overeenkomstige elektrische contacten;

Figuur 9A een aanzicht is langs de lijnen 9a/9a van figuur
9B en een gecompleteerde ultrageluid probe volgens de uitvinding
toont;

35 Figuur 9B een dwarsdoorsnede is langs de lijnen 9b/9b in
figuur 9A;

Figuur 10 een aanzicht is van een ultrageluid transducer voor gebruik in een probe volgens de uitvinding.

Figuren 7A en 7B tonen een eerste dragerelement 101 in de vorm van een rechthoekige doos zonder bodem en zonder bovenkant. Over de bovenzijde van het dragerelement 101 is een aantal transducer-elementen 102a, 102b,, 102f, aangebracht en vast bevestigd op het dragerelement 101. Elk van de transducerelementen is voorzien van een overeenkomstig elektrisch contact 103a,, 103f, Het aantal transducerelementen 102 kan 48 zijn. De centrumfrequentie van elk van de elementen 102 is betrekkelijk laag, bijvoorbeeld 900 KHz. De transducerelementen 102 worden naast elkaar geplaatst langs een longitudinale richting van het eerste dragerelement 101. Een scheiding tussen opeenvolgende eerste transducerelementen is van de orde van 250 μm en de steek van het array is 0,5 mm. Ook andere steken en tussenruimten zijn mogelijk, waarbij telkens de tussenruimte de helft van de steek is. Elk individueel transducerelement 102 heeft een eigen individueel verbonden aardecontact, bijvoorbeeld door gebruik te maken van flexprints 103 verbonden met geleidende epoxy aan de elektroden van de transducerelementen.

Figuren 8A en 8B tonen het tweede array gemonteerd op een tweede dragerelement 110 en omvatten transducerelementen 111a, 111b, elk voorzien van elektrische contacten 112a, 112b, Elk van de transducerelementen 111 is in contact met een backing 113. De backing 113 vult geheel of gedeeltelijk de binnenruimte van het tweede dragerelement 110. Elk van de transducerelementen 111 is voorzien van geschikte aanpaslagen 114. De afmetingen van de transducerelementen 111 en van de aanpaslagen 114 zijn zodanig dat de centrumfrequentie en de bandbreedte van de transducerelementen 111 de tweede, derde en vierde en eventueel hogere harmonische van de centrumfrequentie van de transducerelementen 102 van het eerste array omvat. Evenals de tussenruimte tussen de elementen 102 van het eerste array is de tussenruimte tussen de elementen 111 van het tweede array van de orde van grootte van 250 μm en is de steek tussen opeenvolgende elementen 0,5 mm. Ook andere steken en tussenruimten zijn mogelijk, waarbij telkens de tussenruimte de helft van de steek is. Ook in dit geval heeft elk individueel element zijn eigen individueel verbonden aardecontact,

bijvoorbeeld door gebruik te maken van flexprints die met geleidende epoxy zijn verbonden met de elektrode van de transducerelementen 111. Het is ook mogelijk dat het array een aardecontact heeft dat gedeeld wordt door alle elementen. Desniettegenstaande heeft in dat geval elk
5 element ook een contact voor het tweede elektrische contact voor de verbinding met een zend- of ontvangstinrichting. De stekers van het eerste array en het tweede array zijn dezelfde en hun afmetingen van de transducerelementen 102 en 111 in de lengterichting van de arrays zijn zodanig dat de elementen 111 passend passen in de ruimten 107
10 tussen de transducerelementen 102 en de transducerelementen 102 passen binnen de ruimten tussen de transducerelementen 111. De figuren 9A, 9B en 10 tonen de ultrageluid probe nadat de eerste en tweede drager-elementen geïntegreerd zijn.

Een bodemopening 104 van het eerste drager-element 101 is
15 gebruikt voor het doorlaten van het tweede drager-element 110 naar het inwendige van het eerste drager-element 101. Het is ook mogelijk één van de kopse kanten van het eerste drager-element 101 weg te laten en de bodem aanwezig te laten. Dan kan het tweede drager-element via die open kopse kant in het inwendige van het eerste drager-element worden
20 gebracht. Daartoe is de afmeting b (zie figuur 8A) van het tweede drager-element ten hoogste zo groot als een binnenafmeting a (zie figuur 7B) van het eerste drager-element 101. Nadat het tweede drager-element 110 ingevoerd is in het inwendige van het eerste drager-element 101 worden beide stevig aan elkaar vastgemaakt. Zoals nog duidelijker
25 getoond in figuur 10 vormen de elementen 102 en de elementen 111 een enkel zend- en ontvangstopervlak voor ultrageluidgolven op een volledig in elkaar geschoven manier van twee gescheiden arrays. De backing 113 voor het element 111 van het tweede array vult niet de ruimte tussen zichzelf en een achterzijde 114 van de transducer-
30 elementen 102 van het eerste array. Door het ontbreken van mechanisch contact tussen de transducerelementen van het eerste array en van het tweede array is bereikt dat de transducer uitstekende overspraakeigen-schappen heeft.

De transducerelementen 102 van het eerste array hebben een
35 betrekkelijk lage centrumfrequentie van bijvoorbeeld 900 KHz. De bandbreedte van het eerste array kan ongeveer 40 tot 50% zijn, hetgeen

betekent dat de bandbreedte uitgedrukt in MHz ongeveer 40 tot 50% is van de centrumfrequentie van 0,9 MHz. Met betrekking tot het eerste array is de bandbreedte niet of niet erg belangrijk. Echter met betrekking tot de transducerelementen van het tweede array is het
5 belangrijk dat deze elementen in staat zijn om een hogere harmonische, zoals een tweede, een derde of een vierde harmonische, van de centrumfrequentie gebruikt in het eerste array te detecteren. Dit kan bijvoorbeeld worden gedaan door de dikte en de aanpaslagen van de transducerelementen 111 zodanig te ontwerpen dat de centrumfrequentie
10 2,8 MHz en de bandbreedte ongeveer 80% is. Het ontwerp van dergelijke transducerelementen en overeenkomende aanpaslagen is geen probleem voor een vakman en vormt op zich geen onderdeel van de onderhavige uitvinding.

Na de voorgaande beschrijving zullen andere aanpassingen en
15 uitvoeringsvormen duidelijk zijn voor de vakman. Dergelijke aanpassingen en uitvoeringsvormen worden beschouwd deel uit te maken van de onderhavige uitvinding en gedekt door de volgende conclusies.

CONCLUSIES

1. Ultrageluid probe voor ultrageluid beeldvorming onder gebruikmaking van contrastversterkende middelen en omvattend een
5 transducer met twee in elkaar geschoven arrays van transducer-
elementen, waarbij elk van de arrays een longitudinale afmeting heeft
waarlangs de transducerelementen naast elkaar zijn geplaatst, waarbij
een eerste van de in elkaar geschoven arrays transducerelementen omvat
10 met een lagere centrumfrequentie en een tweede van de in elkaar
geschoven arrays transducerelementen omvat met een hogere centrum-
frequentie, met het kenmerk, dat de transducerelementen van het eerste
in elkaar geschoven array zijn aangebracht op een eerste, hol, drager-
element, dat de transducerelementen van het tweede in elkaar geschoven
15 array zijn aangebracht op een tweede dragerelement, dat het tweede
dragerelement past binnen het eerste dragerelement, dat een lengte van
de transducerelementen van het eerste array in een vlak van het array
en in een richting in hoofdzaak loodrecht op de lengteafmeting groter
is dan een overeenkomstige lengte van elementen van het tweede array
20 en dat de overeenkomende lengte van de transducerelementen van het
tweede array niet groter is dan een overeenkomstige binnenafmeting van
het eerste, holle, dragerelement.

2. Ultrageluid probe volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat
het eerste, holle, dragerelement is voorzien van elektrische verbin-
dingen voor transducerelementen van het eerste in elkaar geschoven
25 array en dat het tweede dragerelement is voorzien van elektrische
verbindingen voor transducerelementen van het tweede in elkaar gescho-
ven array.

3. Ultrageluid probe volgens conclusie 1 of 2, met het
kenmerk, dat het eerste, holle, dragerelement een eerste opening
30 omvat, afgedekt door de transducerelementen van het eerste in elkaar
geschoven array en dat tenminste een tweede opening van voldoende
dwarsafmetingen omvat om toegang te verschaffen tot het inwendige van
het eerste, holle, dragerelement door het tweede dragerelement voor-
zien van de transducerelementen van het tweede in elkaar geschoven
35 array.

4. Ultrageluid probe volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat de transducerelementen van het tweede in elkaar geschoven array is voorzien van een backing.
5. Ultrageluid probe volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat ruimten tussen de transducerelementen van het tweede in elkaar geschoven array zijn gevuld met backing materiaal.
6. Ultrageluid probe volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat een enkel stuk backing materiaal is verbonden met alle transducerelementen van het tweede in elkaar geschoven array.
- 10 7. Ultrageluid probe volgens conclusie 4 of 5, met het kenmerk, dat een luchtspleet aanwezig is tussen een achterzijde van de transducerelementen van het eerste array en het backing materiaal.

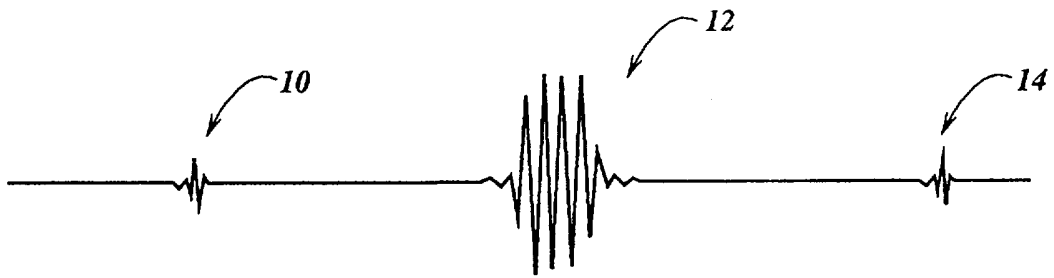


Fig. 1

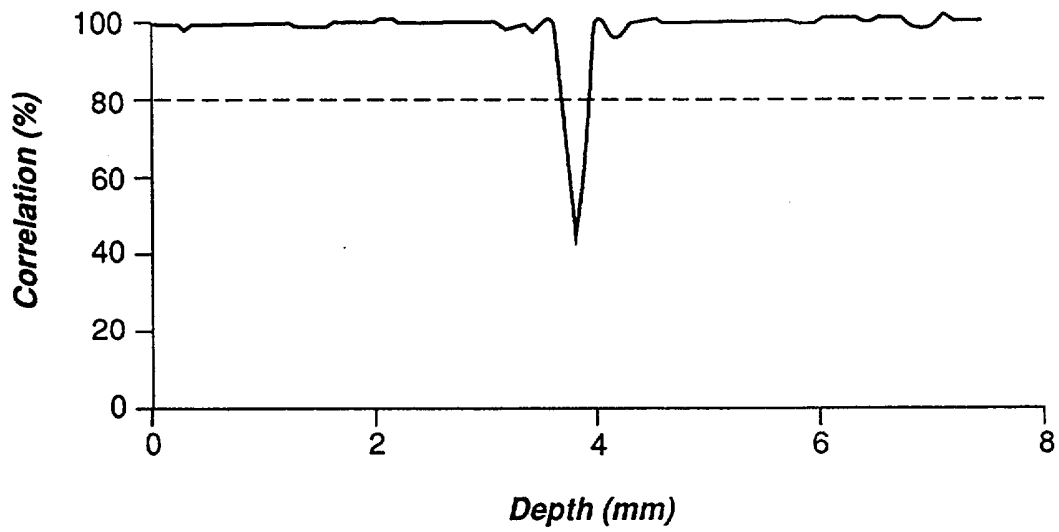


Fig. 2

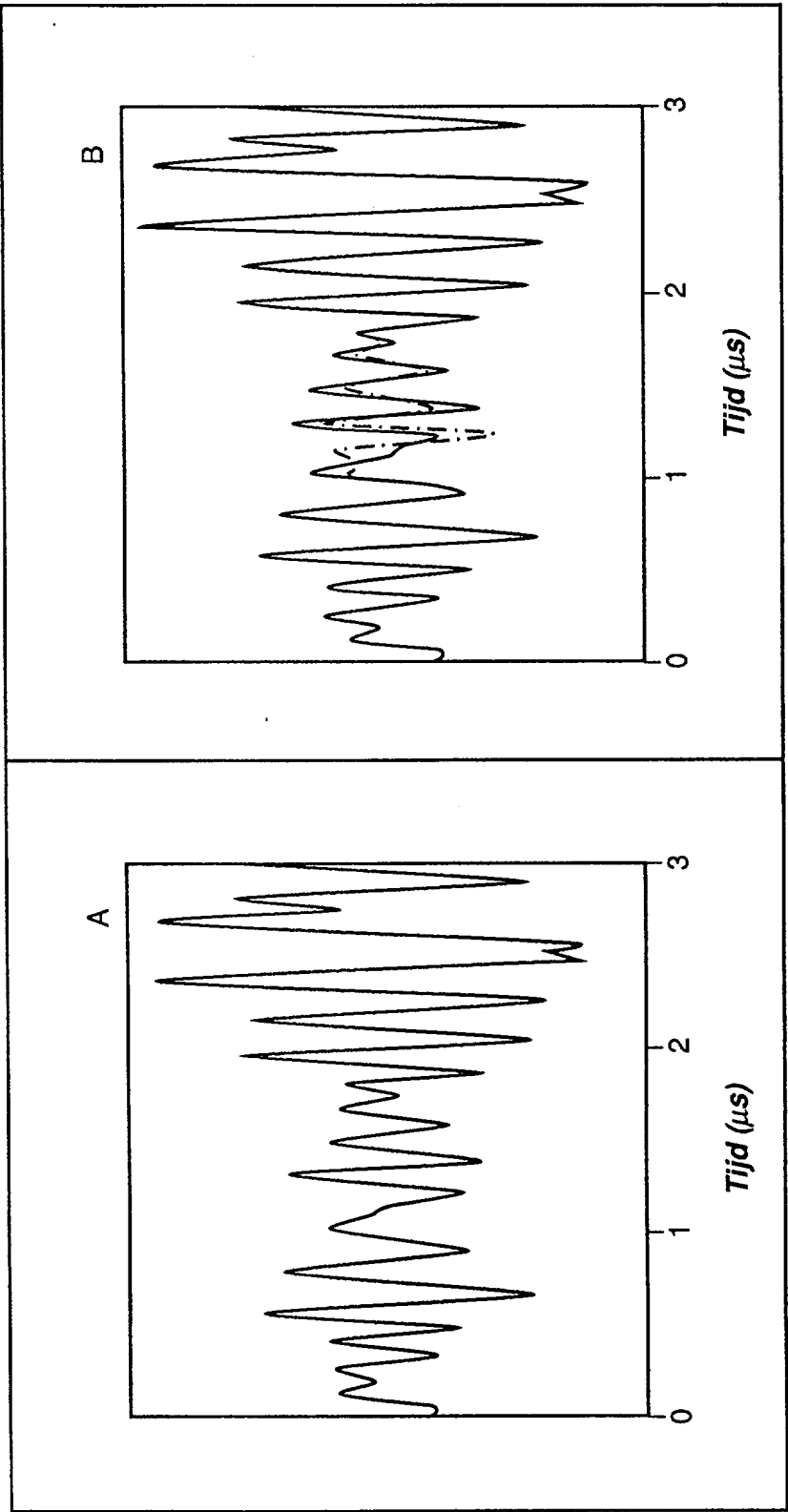


Fig. 3

Fig. 4

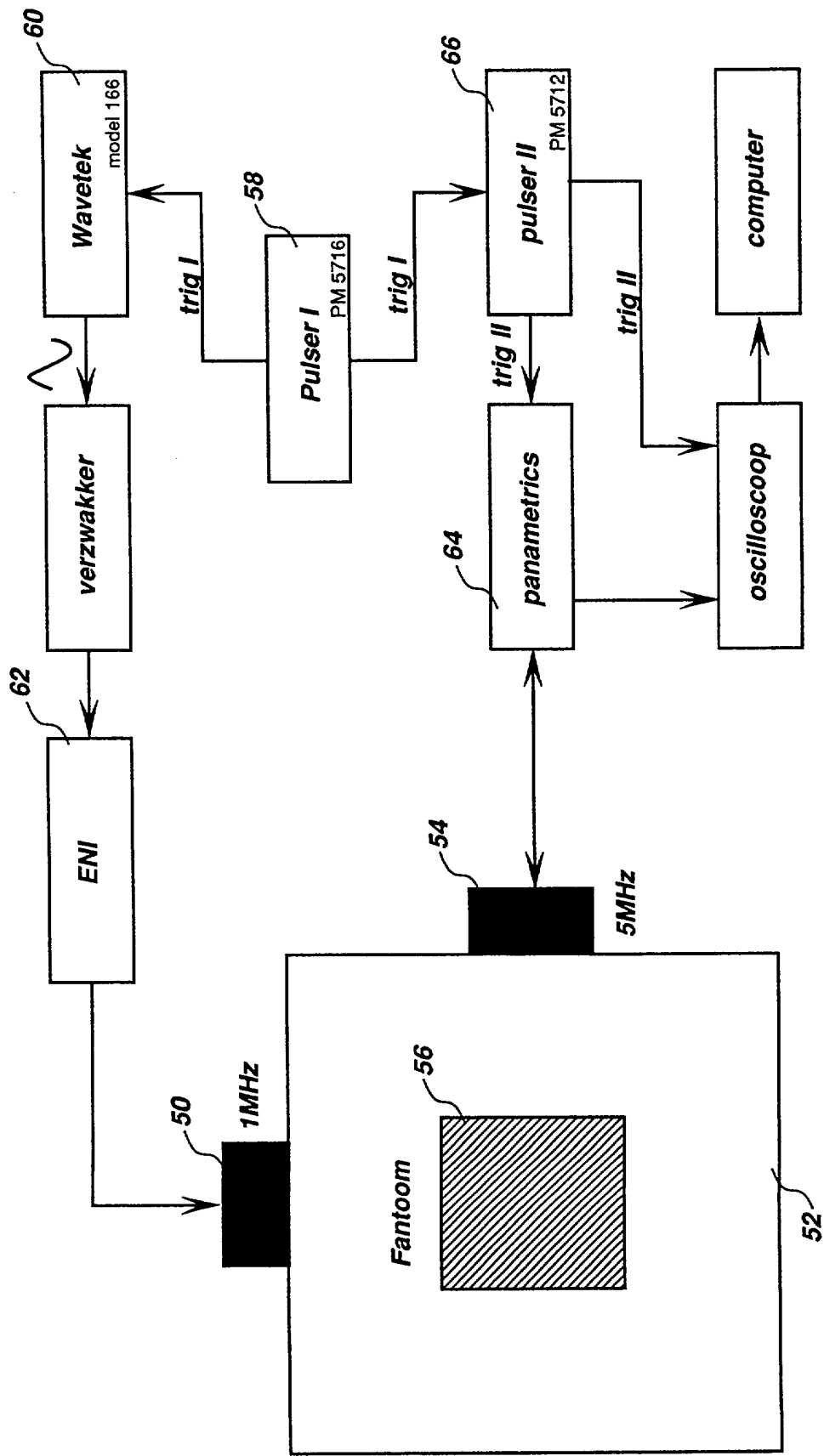


Fig. 5

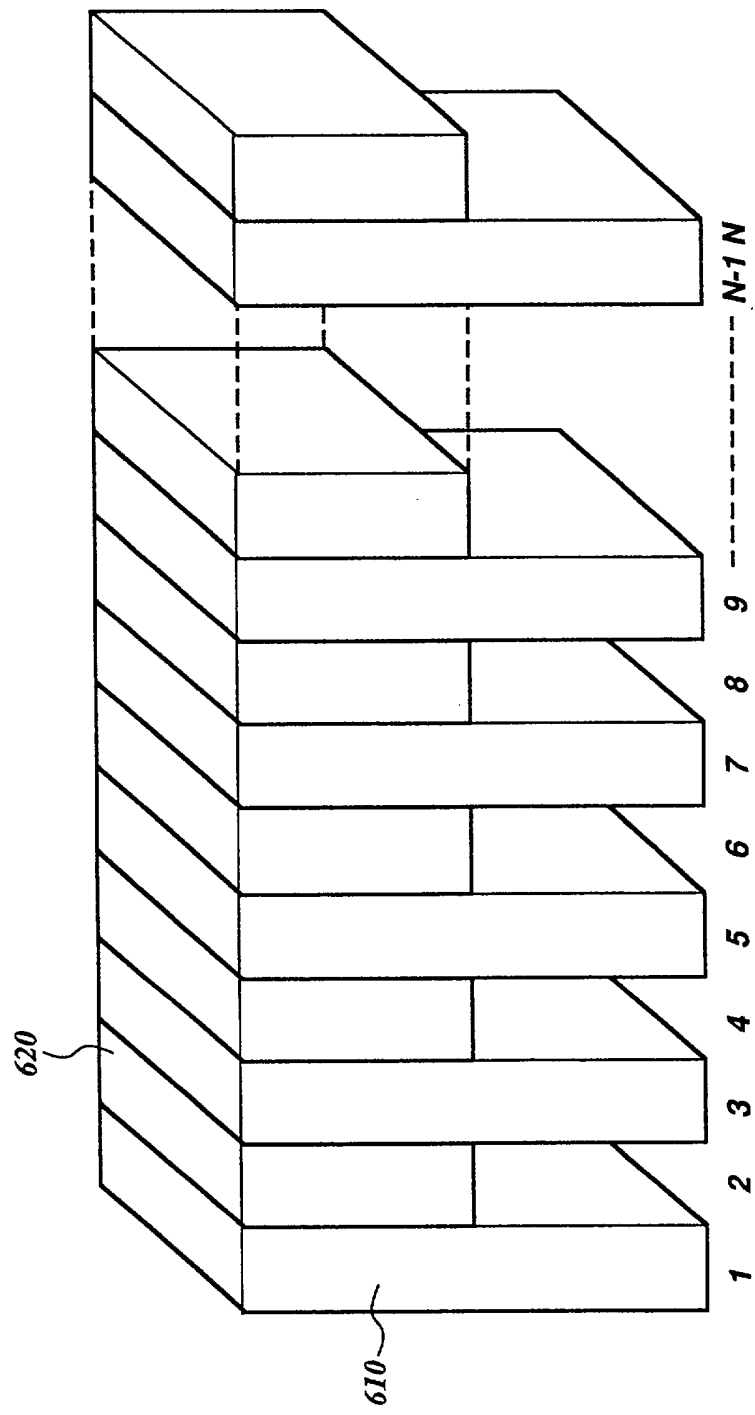


Fig. 6

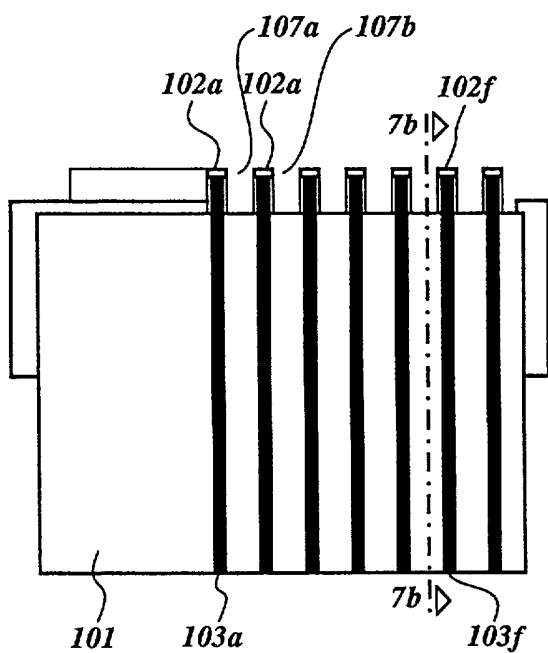


Fig. 7A

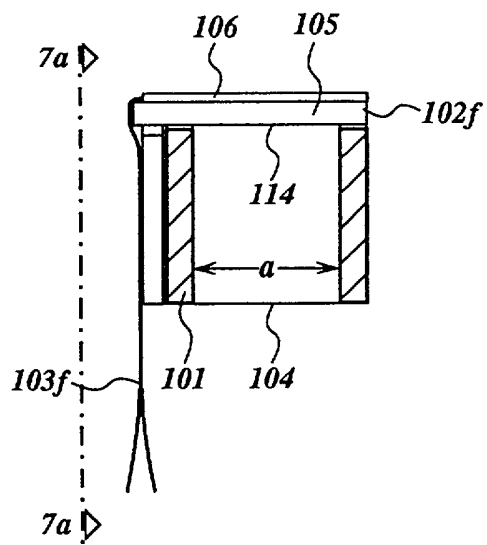


Fig. 7B

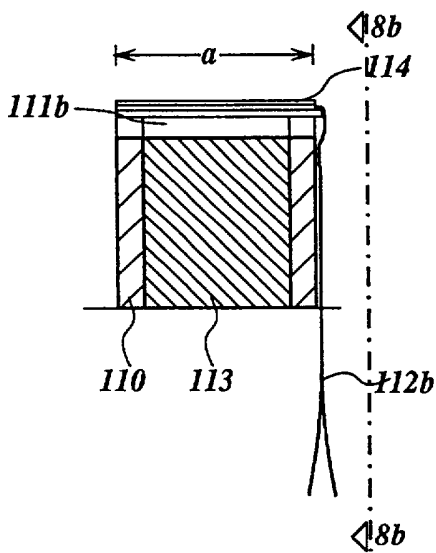


Fig. 8A

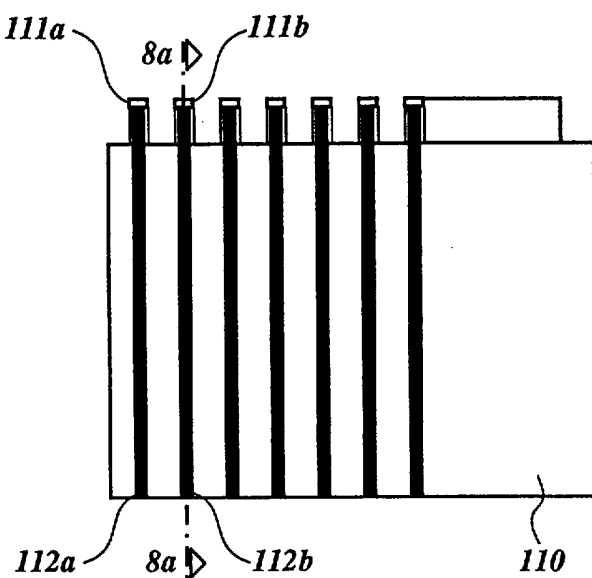


Fig. 8B

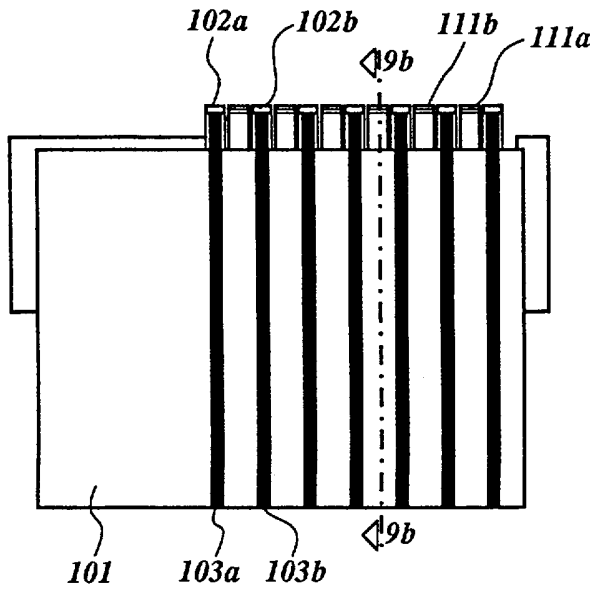


Fig. 9A

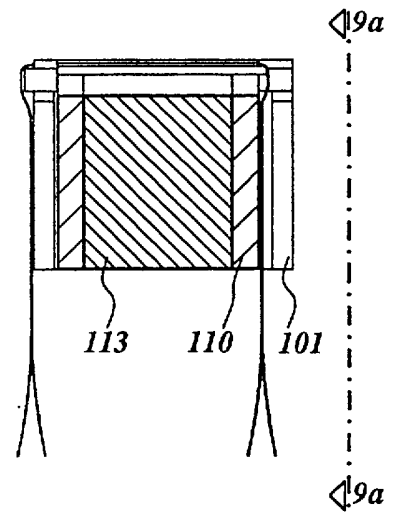


Fig. 9B

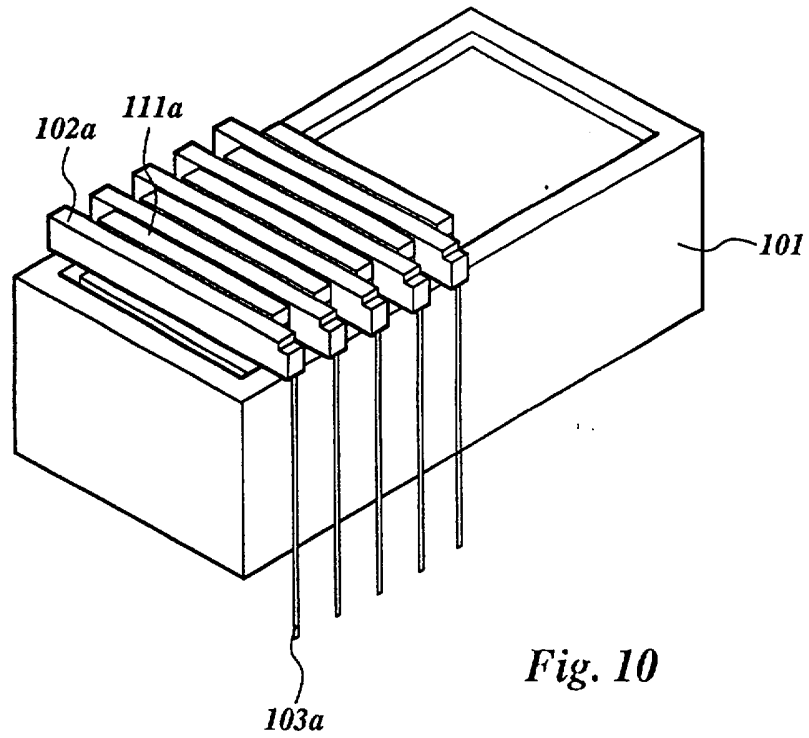


Fig. 10

SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)
RAPPORT BETREFFENDE
NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFIKATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	Kenmerk van de aanvrager of van de gemachtigde 41846/LVDB/mf
Nederlandse aanvraag nr. 1014175	Indieningsdatum 25 januari 2000
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam) Oldelft B.V.	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type	Door de instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 34668 NL
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)	
Volgens de Internationale classificatie (IPC) Int.Cl.7: B06B1/06	
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimum documentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
Int.Cl.7:	B06B
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen	
III. <input type="checkbox"/> GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)	
IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)	

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1014175

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 7 B06B1/06

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

B. ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
IPC 7 B06B

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

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	WO 99 35967 A (QUADRANT HEALTHCARE UK LIMITED ;JONG NICO DE (NL); FRINKING PETER) 22 Juli 1999 (1999-07-22) in de aanvraag genoemd bladzijde 9, regel 7 - laatste regel; figuur 6	1
A	US 5 906 580 A (KYNOR DAVID ET AL) 25 Mei 1999 (1999-05-25) kolom 6, regel 56 -kolom 7, regel 7 --- -/--	1-7

Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

Leden van dezelfde octroofamilie zijn vermeld in een bijlage

° Speciale categorieën van aangehaalde documenten

A document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang

E eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna

L document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publicatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven

O document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting, een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel

P document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang

T later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt

X document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

Y document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt

& document dat deel uitmaakt van dezelfde octroofamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

28 September 2000

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek 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, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Swartjes, H

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN		
Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	<p>STEPHENS T P: "ULTRASOUND TRANSDUCER WITH WIDER RANGE OF FOCUS AND PENETRATION" RESEARCH DISCLOSURE, GB, INDUSTRIAL OPPORTUNITIES LTD. HAVANT, nr. 399, 1 Juli 1997 (1997-07-01), bladzijden 455-456, XP000726584 ISSN: 0374-4353 het gehele document</p> <p>----</p>	1-7
A	<p>US 5 509 417 A (DIAS FLEMING ET AL) 23 April 1996 (1996-04-23) kolom 6, regel 20 - regel 34; figuur 4</p> <p>----</p>	1
A	<p>US 5 420 429 A (EBERHARD JEFFREY W ET AL) 30 Mei 1995 (1995-05-30) kolom 12, regel 22 - regel 41; figuren 10,11</p> <p>-----</p>	1

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN

INTERNATIONAAL TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1014175

In het rapport genoemd octrooigescrift		Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
WO 9935967	A	22-07-1999	AU 2068299 A	02-08-1999
US 5906580	A	25-05-1999	GEEN	
US 5509417	A	23-04-1996	EP 0718818 A JP 8229037 A	26-06-1996 10-09-1996
US 5420429	A	30-05-1995	GEEN	