Octrooiraad

(12)A **Terinzagelegging** (11) **8400504**

Nederland (19) NL

(54) **Inrichting voor het aanrakingsloos vergruizen van zich in een lichaam bevindende concrementen.**

(51) Int.Cl⁴.: G10K 11/28, G10K 11/16, A61B 17/22.

(71) Aanvrager: N.V. Optische Industrie 'De Oude Delft' te Delft.

(74) Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

(21) Aanvrage Nr. 8400504.

(22) Ingediend 16 februari 1984.

(32) - -

(33) - -

(31) - -

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 16 september 1985.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

VO 6101

Titel: Inrichting voor het aanrakingsloos vergruizen van zich in een lichaam bevindende concrementen.

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het aanrakingsloos vergruizen van zich in een lichaam bevindende concrementen met behulp van geluidsschokgolven, die door vonkontlading worden opgewekt in een brandpunt van tenminste één met vloeistof gevulde, in een reflectorblok gevormde, rotatiesymmetrische, reflector, waarbij de geluidsschokgolven in een buiten de reflector gelegen focuspunt worden gefocusseerd.

Een dergelijke inrichting is bijvoorbeeld bekend uit het Duitse Offenlegungsschrift 3.146.626.

Bij deze bekende inrichting heeft de reflector de vorm van een halve ellipsoïde. De geluidsschokgolven worden bij de bekende inrichting opgewekt in het ene brandpunt van de ellipsoïde reflector en worden, voor zover deze schokgolven inderdaad de reflector bereiken, door de reflector gefocusseerd in het tweede brandpunt van de ellipsoïde.

Daar echter noodzakelijkerwijze de reflector aan één zijde open dient te zijn, verlaat een aanzienlijk deel van de opgewekte schokgolven rechtstreeks de reflectorholte, zonder door de reflector te zijn gereflecteerd en derhalve ook zonder te zijn gefocusseerd in het tweede brandpunt of focuspunt.

Deze direkt uit de reflectorholte tredende schokgolven dragen niet bij tot het vergruizingsproces, doch bereiken wel het lichaam, waarin het zich te vergruizen concrement bevindt.

Inherent aan toepassing van de bekende inrichting is derhalve een onnodig hoge belasting van de patiënt en een relatief laag rendement.

Voorts is uit de oudere Europese octrooiaanvrage 83201074.8 van aanvraagster een inrichting van de boven vermelde soort beschreven waarbij door een reflector met één brandpunt gereflecteerde geluidsschokgolven, voor zover afkomstig uit het brandpunt, door een lens in een focuspunt worden gefocusseerd.

Ook bij deze oudere inrichting verlaat een aanzienlijk deel van de opgewekte geluidsschokgolven rechtstreeks de reflector. Deze

golven bereiken wel, althans deels, via de lens het lichaam, doch worden niet in het focuspunt gefocusseerd.

De uitvinding beoogt de geschetste bezwaren te ondervangen.

Hiertoe wordt volgens de uitvinding een inrichting van de beschreven soort daardoor gekenmerkt, dat tussen het brandpunt (F_1) en het focuspunt (F_2), in een gebied, dat begrensd wordt door een denkbeeldig kegelvormig oppervlak, dat wordt gedefiniëerd door de rand van de reflector en het ene brandpunt (F_1) een voorwerp is geplaatst, dat daarop vallende geluidsschokgolven onderschept.

Volgens een nadere uitwerking van de uitvindingsgedachte kan het onderscheppende voorwerp zodanig zijn uitgevoerd dat het de onderschepte schokgolven toch, direkt of indirekt, in het focuspunt worden gefocusseerd, zodat het rendement van de inrichting wordt verbeterd.

In het volgende zal de uitvinding nader worden beschreven met verwijzing naar de bijbehorende tekening.

Figuur 1 toont schematisch in doorsnede een inrichting volgens de stand der techniek;

Figuur 2 toont schematisch in doorsnede een andere inrichting voor het vergruizen van concrementen;

Figuur 3 illustreert schematisch de basisgedachte van de uitvinding;

Figuren 4 en 5 illustreren varianten van figuur 3;

Figuren 6, 7 en 8 tonen voorbeelden van enkele elektrodesamenstellen volgens de uitvinding; en

Figuur 9 toont nog een variant van figuur 3.

Figuur 1 toont schematisch in doorsnede een bekende inrichting voor het vergruizen van zich in een lichaam bevindende concrementen, zoals bijvoorbeeld nierstenen. De inrichting omvat een reflectorblok 1, waarin een reflector 2 is gevormd, die de vorm heeft van een gedeelte van een ellipsoïde. Binnen de reflector ligt het ene brandpunt F_1 van de ellipsoïde. Buiten de reflector ligt het tweede brandpunt F_2. Met behulp van twee elektroden 3, 4 kan in het brandpunt F_1 een vonkontlading worden bewerkstelligd, die - omdat de reflectorholte met een geschikte vloeistof gevuld is - aanleiding geeft tot vanuit het brand-

punt F_1 vertrekkende geluidsschokgolven. De elektroden liggen in dit voorbeeld op de verbindingslijn tussen F_1 en F_2. Voor zover deze geluidsschokgolven tegen de reflector 2 reflecteren, worden zij gefocusseerd in het tweede brandpunt F_2. Het tweede brandpunt F_2 wordt daarom wel het focuspunt genoemd.

In de praktijk kan de reflectorholte zijn afgesloten met een membraan, dat tegen het lichaam van een patiënt wordt gedrukt. Indien nu het focuspunt F_2 samenvalt met een concrement, kan dit concrement door de in F_2 gefocusseerde schokgolven vergruisd worden. De reflector kan echter ook in een vloeistofbad zijn geplaatst.

Uit de figuur blijkt, dat schokgolven, die een initiële richting hebben, die binnen het met β aangegeven gebied ligt, niet tegen de reflector kunnen reflecteren en dus ook niet in F_2 kunnen worden gefocusseerd. Dergelijke schokgolven leveren derhalve geen bijdragen aan het vergruizingsproces, doch vormen wel een belasting voor de patënt.

Volgens de uitvinding kan verhinderd worden dat deze zogenaamde direkte schokgolven de patiënt bereiken en volgens een nadere uitwerking van de uitvindingsgedachte kunnen deze direkte schokgolven bovendien althans deels worden omgezet in schokgolven, die wel in F_2 gefocusseerd kunnen worden.

Fig. 2 toont schematisch een inrichting voor het aanrakingsloos vergruizen van concrementen. Deze inrichting is van het type zoals beschreven in de oudere Europese octrooiaanvrage 83201074.8 en omvat weer een reflectorblok 1', waarin een reflector 2' is gevormd, die de vorm heeft van een paraboloïde, met een brandpunt $F_{1'}$. Ofschoon bij een dergelijke reflector eenzelfde elektrodeconfiguratie toegepast kan worden als getoond in fig. 1, is in fig. 2 een andere elektrodeconfiguratie getoond, waarbij de elektroden 3', 4' zich ongeveer dwars op de verbindingslijn tussen $F_{1'}$ en het focuspunt $F_{2'}$ uitstrekken.

De naar elkaar toe gekeerde uiteinden van de elektroden 3' en 4' liggen aan weerszijden van het brandpunt $F_{1'}$, zodat door bekrachtiging van de elektroden geluidsschokgolven, die hun oorsprong hebben in $F_{1'}$, kunnen worden opgewekt. Een deel van de aldus opgewekte schokgolven wordt gereflecteerd tegen de reflector 2'. Doordat de reflector 2' in dwarsdoorsnede parabolisch is, worden alle uit het brandpunt F_1 afkomstige

en door de reflector gereflecteerde schokgolven omgezet in een evenwijdige bundel B, welke door één of meer geschikte lenzen L wordt gefocusseerd in een focuspunt F_2.

Ook bij deze configuratie is een gebied β aanwezig, waarvoor geldt, dat geluidsschokgolven, die een initiële richting hebben, die ligt binnen de begrenzingen van het gebied β, de reflector niet bereiken. Dergelijke golven bereiken althans ten dele wel het lichaam waarin zich het te vergruizen concrement bevindt, doch worden niet in het focuspunt F_2 gefocusseerd.

Hetzelfde geldt indien een reflector met een andere vorm, bijv. sferisch, met een aangepast stelsel van lenzen wordt toegepast. Ook dan is een dergelijk gebied β aanwezig.

Figuur 3 illustreert schematisch de basisgedachte van de uitvinding. Getoond is weer een reflector, die een vorm kan hebben zoals getoond in figuur 1 of figuur 2 of een nog andere vorm, en die in de beide laatste gevallen samenwerkt met een of meer lenzen, die de door de reflector gereflecteerde schokgolven in een focuspunt F_2 kunnen focusseren.

In figuur 3 is het brandpunt van de reflector weer aangegeven met F_1 en is een elektrodeconfiguratie getoond zoals afgebeeld in figuur 2. Voorts is het gebied β weer aangegeven. Dit gebied β wordt begrensd door randstralen, die het brandpunt F_1 verbinden met de rand R van de reflector en die zich ook voorbij de rand R nog uitstrekken. Opgemerkt wordt, dat bij een korte reflector het voorwerp buiten de reflector kan liggen en de tophoek van het gebied β 180° kan zijn of zelfs stomp kan zijn. Deze randstralen vormen een kegelmantel. Daarvan liggen twee randstralen, aangegeven met r_1, r_2, in het vlak van tekening.

Zoals in het voorgaande reeds werd opgemerkt, leveren schokgolven, die een initiële voortplantingsrichting hebben, die binnen het gebied β ligt, geen bijdrage aan het vergruizingsproces. Wel vormen deze schokgolven een belasting voor de patiënt.

Volgens de uitvinding wordt verhinderd, dat deze zogenaamde direkte schokgolven de patiënt bereiken, doordat in het gebied β een voorwerp wordt geplaatst, dat de direkte schokgolven onderschept. Een dergelijk voorwerp is met 20 aangegeven in figuur 3. De buitenrand van het voorwerp 20 valt bij voorkeur samen met de randstralen van het gebied β. Indien het voorwerp tot buiten het gebied β zou reiken, zouden immers ook schokgolven, die wel tot het vergruizingsproces bijdragen worden onderschept.

In bepaalde situaties kan de buitenrand van het voorwerp 20 ook binnen de randstralen van het gebied β vallen. Zulks is bijvoorbeeld het geval in de in figuur 2 getoonde configuratie, waarin een kegelvormig gebied β' kan worden gedefinieerd, gevormd door randstralen, die het brandpunt F_1 verbinden met de omtreksrand van het lensstelsel L. Indien de tophoek van het kegelvormige gebied β' kleiner is dan die van het kegelvormige gebied β, dat wil zeggen indien het lensstelsel L zich op enige afstand van de reflector bevindt, zullen direkte schokgolven, die optreden in het gebied tussen de gebieden β en β' niet direkt het lensstelsel bereiken. Indien zich tussen de rand R van de reflector en het lensstelsel L absorberend materiaal bevindt, worden dergelijke schokgolven geabsorbeerd en bereiken dus niet de patiënt. In dat geval kan volstaan worden met een voorwerp 20 waarvan de buitenrand samenvalt met de randstralen van het gebied β'.

Soortgelijke overwegingen gelden indien tussen de rand van een elliptische reflector en de patiënt in bedrijf enige afstand bestaat.

Het is van belang het onderscheppende voorwerp zo klein mogelijk uit te voeren, daar met het voorwerp een schaduwgebied γ correspondeert. Binnen dit schaduwgebied γ op de reflector vallende schokgolven worden na reflectie door het voorwerp onderschept en leveren, hoewel deze schokgolven de juiste richting hebben om in het focuspunt F_2 te worden gefocusseerd, evenmin een bijdrage tot het vergruizingsproces. Hierdoor neemt het rendement van de inrichting enigszins af. Dit laatste kan echter worden ondervangen door schokgolven met hogere energie op te wekken. Dit is mogelijk doordat de belasting van de patiënt door de onderschepping van de direkte schokgolven al aanzienlijk is verminderd.

Het schaduwgebied γ is in figuur 3 aangegeven voor een elliptische reflector. Dit gebied wordt bepaald door een kegelmantel bestaande uit beschrijvende lijnen waarvan er twee, L_1 en L_2 zichtbaar zijn, en die elkaar snijden in het focuspunt F_2, terwijl de omtrek van het onderscheppende voorwerp een snijvlak van de kegelmantel definieert. Het snijvlak van de kegelmantel met de reflector is aangegeven met C.

In het geval de reflector een parabolische reflector is, die samenwerkt met een lensstelsel, wordt het gebied γ bepaald door een

cilindermantel, waarvan de beschrijvende lijnen evenwijdig zijn aan de verbindingslijn tussen F_1 en F_2, terwijl de omtrek van het onderscheppende voorwerp een doorsnedevlak van de cilindermantel definieert. Het snijvlak C is in dat geval kleiner dan getoond in figuur 3.

Opgemerkt wordt, dat in alle gevallen het snijvlak C kleiner is, naarmate het onderscheppende voorwerp zich binnen de begrenzing van het kegelvormige gebied β (of β') dichter bij het brandpunt F_1 bevindt.

Als het onderscheppende voorwerp zich zeer dicht bij F_1 bevindt is het snijvlak C zeer klein en is derhalve ook het rendementsverlies zeer klein, terwijl toch de patiënt niet belast wordt met schokgolven, die geen bijdrage leveren tot het vergruizingsproces.

Het door het schaduwgebied γ optredende rendementsverlies behoeft niet op te treden, indien uitgegaan wordt van een zich langs de verbindingslijn tussen F_1 en F_2 uitstrekkende elektrodeconfiguratie, zoals getoond in figuur 1. Dit zal hieronder nader worden toegelicht.

Figuur 4 toont weer een reflector 2, die van het elliptische type kan zijn, doch ook een andere vorm kan hebben. De ene elektrode 3 is duidelijkheidshalve vergroot getekend en van de andere elektrode 4 is slechts het tussen F_1 en F_2 liggende uiteinde getoond.

Als gevolg van de eindige afmetingen van de elektrode 3 ontstaat een met α aangegeven kegelvormig schaduwgebied. Met A is de doorsnijding van dit schaduwgebied met de reflector aangegeven. Binnen dit gebied kunnen geen schokgolven de reflector bereiken. Dit schaduwgebied wordt begrensd door een kegelmantel waarvan twee beschrijvende lijnen r_3, r_4 in het vlak van tekening liggen.

Langs de lijnen of randstralen r_3, r_4 de reflector bereikende schokgolven worden in het geval van een elliptische reflector via randstralen r_5, r_6 in het focuspunt F_2 gefocusseerd. De randstralen r_5, r_6 strekken zich evenwijdig aan de verbindingslijn tussen F_1 en F_2 uit indien de reflector een parabolische reflector is.

In elk geval kunnen binnen het door de randstralen r_5, r_6 begrensde gebied geen gereflecteerde schokgolven optreden die in F_2 gefocusseerd kunnen worden. Zulks als gevolg van de eindige afmetingen van de elektrode 3. Een in een dergelijk gebied tussen F_1 en F_2 geplaatst voorwerp beïnvloedt derhalve niet het rendement van de inrichting. Een op deze wijze geplaatst voorwerp 20, dat tevens verhindert dat direkte schokgolven uit de reflector treden is getoond in fig. 4. In deze situatie

vallen de doorsnijdingen A en C (Fig. 3) samen.

Volgens een nadere uitwerking van de uitvindingsgedachte kan het onderscheppende voorwerp zodanig worden uitgevoerd, dat de onderschepte direkte schokgolven worden omgezet in schokgolven, die een bijdrage kunnen leveren aan het vergruizingsproces. Zulks is mogelijk, indien het onderscheppende voorwerp wordt uitgevoerd als lens of als reflector.

In het geval dat het onderscheppende voorwerp als lens is uitgevoerd, dient deze lens de direkte schokgolven zodanig van richting te veranderen, dat de direkte schokgolven of wel direkt in het focuspunt F_2 worden gefocusseerd (elliptische reflector), of wel via het lensstelsel L in het focuspunt F_2 worden gefocusseerd (parabolisch of andersoortige reflector).

Een voorbeeld van de toepassing van een dergelijke lens is schematisch getoond in figuur 9 voor een elliptische reflector en een elektrodeconfiguratie als getoond in figuur 1.

In figuur 9 is het gebied β weer aangegeven, en het onderscheppende voorwerp, dat hier is uitgevoerd als lens 60, bevindt zich binnen het gebied β (of β'). Daar de reflector 2 in dit voorbeeld een elliptische reflector is, die direkt, zonder tussenkomst van een lensstelsel L de uit het brandpunt F_1 afkomstige gereflecteerde schokgolven focusseert in het focuspunt F_2, is de lens 60 zodanig uitgevoerd, dat deze direkt uit het brandpunt F_1 afkomstige schokgolven eveneens focusseert in het focuspunt F_2.

Daar de lens 60 alle daarop vallende direkte schokgolven omzet in schokgolven, die bijdragen aan het vergruizingsproces, kan de lens desgewenst tot buiten het gebied β reiken.

Als gevolg van de getoonde elektrodeconfiguratie ontstaat echter een kegelvormig schaduwgebied α, begrensd door randstralen r_3, r_4. Dit is een gevolg van de eindige afmetingen van de elektrode 3. De lens 60 dient niet tot buiten een kegelmantel te reiken welke zich uitstrekt tussen het focuspunt F_2 en de omtreksrand van het snijvlak A het gebied α met de reflector. Deze kegelmantel is

in de figuur aangegeven door de randstralen r_5, r_6. Indien de lens immers tot buiten deze kegelmantel zou reiken, zouden door de reflector gereflecteerde schokgolven, die reeds op het focuspunt F_2 zijn gefocusseerd, ook door de lens worden opgevangen; dergelijke schokgolven zouden derhalve F_2 niet bereiken.

In het geval, dat de reflector een parabolische reflector is, dient de lens 60 op corresponderende wijze niet buiten een cilindermantel te reiken, gevormd door vanuit de omtrek van het snijvlak A uitgaande beschrijvende lijnen, die evenwijdig zijn aan de verbindingslijn tussen F_1 en F_2. Voor anders gevormde reflectoren, die met een lensstelsel L samenwerken, gelden soortgelijke overwegingen.

Opgemerkt wordt, dat ook de elektrode 4, die zich tussen het brandpunt F_1 en de lens bevindt een schaduwgebied op de lens tot gevolg heeft. Dit schaduwgebied dient vanzelfsprekend kleiner te zijn dan de lens. Zulks is in de praktijk eenvoudig te verwezenlijken door de lens relatief dicht bij het brandpunt F_1 te plaatsen, zoals uit de figuur moge blijken.

Voorts wordt opgemerkt, dat indien een elektrodeconfiguratie wordt toegepast, zoals in figuur 2 getoond, de elektroden geen schaduwgebieden op de lens 60, resp. tegenover de lens 60 op de reflector vormen. De lens dient dan, zoals in het voorgaande reeds ten aanzien van het onderscheppende voorwerp 20 opgemerkt, zo klein mogelijk te worden gemaakt, doch wel tenminste het gebied β (of β') te beslaan.

Zoals reeds werd vermeld, kan het onderscheppende voorwerp ook als reflector zijn uitgevoerd. Een dergelijke configuratie is getoond in figuur 5.

Figuur 5 toont weer een ellipsoïde reflector 2 en de ene elektrode 3 van een elektrodestelsel als getoond in figuur 1. De vanuit het brandpunt F_1 uitgaande randstralen, die het gebied β begrenzen, zijn weer aangegeven met r_1, r_2.

Voorts is een gebied α aangegeven, begrensd door randstralen r_3, r_4. Binnen het gebied α kunnen geen schokgolven de reflector bereiken

als gevolg van de eindige afmetingen van de elektrode 3, en zich langs de randstralen r_3, r_4 voortplantende schokgolven worden weer via randstralen r_5, r_6 in het focuspunt F_2 gefocusseerd.

Binnen het gebied β en binnen het door de randstralen r_5, r_6 gedefiniëerde kegelvormige gebied is een reflector 7 geplaatst, die invallende direkte schokgolven zodanig reflecteert, dat deze althans deels via het brandpunt F_1 de reflector 2 bereiken en derhalve vervolgens alsnog in het tweede brandpunt F_2 worden gefocusseerd. Zulks kan worden bewerkstelligd door de reflector 7 als een holle sferische spiegel, waarvan de holle kant naar het brandpunt F_1 is gekeerd, uit te voeren.

Een op deze wijze gereflecteerde en vervolgens op F_2 gefocusseerde schokgolf is aangegeven met 8.

Vanzelfsprekend heeft de toepassing van een reflector 7 slechts zin als de door deze reflector ingesloten ruimtehoek groter is dan de door de stralen r_3, r_4 ingesloten ruimtehoek. Zulks is in de praktijk zonder problemen te verwezenlijken en kan tot rendementsverbetering in de orde van 20% leiden.

Opgemerkt wordt, dat in figuur 2 de reflector 7 is getekend met de maximale afmetingen, waarbij nog juist geen op de normale wijze door de ellipsoïde reflector op het focuspunt F_2 gefocusseerde schokgolven worden onderschept.

De reflector 7 kan echter ook dichter bij het brandpunt F_1 worden geplaatst indien corresponderende kleinere afmetingen worden gekozen, zoals in figuur 2 met een onderbroken lijn 7' is aangegeven.

De via de reflector 7 en vervolgens via de ellipsoïde reflector 2 gereflecteerde schokgolven bereiken het focuspunt F_2 later dan de slechts door de ellipsoïde reflector gereflecteerde schokgolven. Op zichzelf behoeft dit niet bezwaarlijk te zijn. Het is echter mogelijk de dimensionering van de inrichting en de tijd tussen de vonkontladingen zodanig te kiezen, dat de genoemde twee typen schokgolven op positieve wijze met elkaar interfereren, d.w.z. elkaar in het tweede brandpunt F_2 versterken.

De reflector 7 kan bijvoorbeeld met behulp van niet getoonde dunne metaalstrippen aan het reflectorblok zijn opgehangen.

Een dergelijke reflector kan evenals bij de lens 60 het geval is, op soortgelijke wijze worden toegepast bij een anders gevormde reflector 2 en bij een andere elektrodeconfiguratie.

De reflector 7 kan volgens een nadere uitwerking van de uitvindingsgedachte tevens geheel of gedeeltelijk zijn uitgevoerd als een transducent, die ontvangen schokgolven omzet in elektrische signalen. Een dergelijke transducent kan gebruikt worden bij het richten van de ellipsoïde reflector. Voor het richten behoeft dan niet, zoals gebruikelijk, röntgenstraling gebruikt te worden. Dit is beter voor de patiënt en maakt ook nauwkeuriger richten mogelijk, omdat voor het richten dan een zelfde soort golven wordt gebruikt als voor het vergruizen.

Tussen de elektroden 3 en 4 wordt dan een vonkontlading veroorzaakt met een relatief geringe energie-inhoud en met de transducent wordt dan de door het zich ter plaatste van het focuspunt F_2 bevindende weefsel gereflecteerde energie gemeten. De gereflecteerde energie is maximaal als het focuspunt F_2 samenvalt met een concrement. Zodra op deze wijze het concrement is opgespoord, wordt de energie-inhoud van de vonkontlading vergroot teneinde het concrement te vergruizen.

Het richten kan ook geheel met behulp van de tranducent worden uitgevoerd, indien deze eerst als zender wordt bekrachtigd en vervolgens als ontvanger wordt gebruikt. Voorts kan de transducent gebruikt worden om de uitgezonden hoeveelheid energie te controleren en om te controleren of het concrement al vergruisd is.

De reflector 7 kan zeer dichtbij het eerste brandpunt F_1 worden geplaatst. Dit opent de mogelijkheid de reflector 7 op de plaats van de elektrode 4 te plaatsen en met de elektrode 4 te combineren.

Ofschoon de elektrode 4 zich niet exact in het brandpunt F_1 bevindt, kan de afstand tussen de elektroden 3 en 4 zo klein worden gekozen, dat voor praktische doeleinden de elektrode 4, en ook de elektrode 3, geacht kunnen worden zich in het brandpunt F 1 te bevinden.

Enkele voorbeelden van op deze wijze uitgevoerde elektrodesamenstellen zijn schematisch getoond in de figuren 6, 7 en 8, die respectievelijk elektrodesamenstellen 33, 34; 43, 44 en 53, 54 tonen, waarvan de elektroden 33, 43, 53 telkens vergelijkbaar zijn met de elektrode 3 van

figuur 1, 4, 5 en 9, terwijl de elektroden 34, 44, 54 telkens vergelijkbaar zijn met de elektrode 4 van deze figuren.

In de getoonde uitvoeringsvormen is althans het naar de elektrode 33 resp. 43 resp. 53 gekeerde oppervlak van de elektrode 34 resp. 44 resp. 54 zodanig uitgevoerd, dat de door vonkontlading opgewekte schokgolven worden gereflecteerd. Daar deze oppervlakken zich zeer dicht bij het brandpunt F_1 bevinden, is de vorm niet van groot belang, zolang de reflectie maar in de richting van de ellipsoïde reflector plaats vindt.

Zo zijn de in figuur 6 en figuur 7 getoonde elektroden 34 resp. 44 bolvormig, terwijl de in figuur 8 getoonde reflecterende elektrode 54 vlak is. Teneinde de vonkontlading te concentreren kan op de elektroden een naar de tegenover liggende elektrode gekeerd uitsteeksel zijn aangebracht, zoals bij wijze van voorbeeld getoond bij 55 in figuur 8.

Opgemerkt wordt, dat de vorm van de in figuur 8 getoonde elektrode 54 zich goed leent om deze elektrode tevens als transducent uit te voeren, zoals in het voorgaande reeds werd beschreven.

De elektroden 33 resp. 53 van de figuren 6 en 8 zijn staafvormig, met een spits uiteinde, dat naar de elektroden 34 resp. 54 is gekeerd. De in figuur 7 getoonde elektrode 43 is evenals de elektrode 44 bolvormig uitgevoerd.

Volgens een nadere uitwerking van de uitvindingsgedachte kan het oppervlak van de elektrode 3, resp. 33, resp. 43 resp. 53 eveneens reflecterend zijn uitgevoerd, zodat de daarop vallende schokgolven eveneens naar de ellipsoidale reflector worden gereflecteerd. In de in figuur 5 getoonde uitvoeringsvorm kan deze reflectie zowel rechtstreeks als via de reflector 7 plaats vinden.

Ook bij de in de figuren 3, 4 en 9 getoonde uitvoeringsvormen kunnen weer elektroden met reflecterende oppervlakken worden toegepast.

Elektroden met reflecterende oppervlakken kunnen ook in combinatie met een onderscheppend voorwerp 20, een lens 60 of een reflector 7 worden toegepast.

In de in fig. 5 getoonde situatie heeft dan tenminste één van de elektroden 3, 4 een naar de andere elektrode gericht reflecterend oppervlak.

Het voorwerp, de lens of de reflector 7 vangt in dat geval die schokgolven op in het gebied β die optreden buiten het achter de elektrode 4 liggende schaduwgebied. Als echter het schaduwgebied van de elektrode 4 eveneens door de randstralen r_1, r_2 wordt begrensd of zelfs groter is, heeft een extra reflector geen nut ter verkrijging van een hoger rendement of een lagere patiëntbelasting. Bij een elektrodestelsel als getoond in Fig. 2 of Fig. 3 is vanzelfsprekend geen schaduwgebied van een elektrode op het onderscheppend voorwerp 20, de lens 60, of de reflector 7 aanwezig, zodat in een dergelijk geval de toepassing van reflecterende elektroden in de praktijk immer gepaard zal gaan met de toepassing van een onderscheppend voorwerp 20, een lens 60, of een reflector 7.

Diverse modificaties liggen na het voorgaande voor de deskundige voor de hand. Dergelijke modificaties worden geacht binnen het kader van de uitvinding te vallen.

* C O N C L U S I E S *

1. Inrichting voor het aanrakingsloos vergruizen van zich in een lichaam bevindende concrementen met behulp van geluidsschokgolven, die door vonkontlading tussen twee elektroden worden opgewekt in een brandpunt van tenminste één met vloeistof gevulde, in een reflectorblok gevormde, rotatiesymmetrische reflector, waarbij de geluidsschokgolven in een buiten de reflector gelegen focuspunt worden gefocusseerd, met het kenmerk, dat tussen het brandpunt (F_1) en het focuspunt (F_2), in een gebied (β) dat begrensd wordt door een denkbeeldig kegelvormig oppervlak, dat wordt gedefinieerd door de rand (R) van de reflector (2) en het brandpunt (F_1) een voorwerp is geplaatst, dat daarop vallende geluidsschokgolven onderschept.

2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het voorwerp is uitgevoerd als lens (60), welke direkt uit het brandpunt (F_1) afkomstige geluidsschokgolven doorlaat en tevens zodanig van richting doet veranderen, dat deze geluidsschokgolven in het focuspunt (F_2) worden gefocusseerd.

3. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het voorwerp is voorzien van een naar de reflector (2) gekeerd reflecterend oppervlak met een zodanige vorm, dat op het reflecterende oppervlak vallende, direkt vanuit het brandpunt (F_1) afkomstige geluidsschokgolven, via het brandpunt (F_1) naar de reflector (2) worden gereflecteerd.

4. Inrichting volgens conclusie 1 voorzien van aan weerszijden van het brandpunt (F_1) op een door het brandpunt (F_1) en het focuspunt (F_2) verlopende rechte lijn gelegen elektroden, met het kenmerk, dat het voorwerp is geplaatst in een gebied dat gedefinieerd wordt door het snijvlak (A) van een vanuit het brandpunt (F_1) rakend aan de tussen het brandpunt (F_1) en de reflector (2) gelegen elektrode (3) verlopende lijnenbundel met de reflector (2), en vanuit punten van de omtrekslijn van het gebied A getrokken lijnen met dezelfde richting als in punten van de omtrekslijn van het gebied A gereflecteerde, uit het brandpunt (F_1) afkomstige geluidsschokgolven, die in het focuspunt (F_2) worden gefocusseerd.

5. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat het voorwerp is uitgevoerd als lens (60), welke direkt uit het brandpunt (F_1) afkomstige geluidsschokgolven doorlaat en tevens zodanig van richting

doet veranderen, dat deze geluidsschokgolven in het focuspunt (F_2) worden gefocusseerd.

6. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat het voorwerp is voorzien van een naar de reflector (2) gekeerd reflecterend oppervlak met een zodanige vorm, dat op het reflecterende oppervlak vallende, direkt vanuit het brandpunt (F_1) afkomstige geluidsschokgolven, via het brandpunt (F_1) naar de reflector (2) worden gereflecteerd.

7. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat tenminste één van de twee elektroden een naar de andere elektrode gekeerd oppervlak heeft, dat reflecterend is uitgevoerd.

8. Inrichting volgens conclusie 1 voorzien van aan weerszijden van het brandpunt (F_1) op een door het brandpunt (F_1) en het focuspunt (F_2) verlopende rechte lijn gelegen elektroden, met het kenmerk, dat het voorwerp gevormd wordt door de tussen het brandpunt (F_1) en het focuspunt (F_2) gelegen elektrode (34; 44; 54).

9. Inrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de het voorwerp vormende elektrode (34; 44; 54) een oppervlak heeft, dat althans aan de naar de andere elektrode gekeerde zijde reflecterend is uitgevoerd.

10. Inrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de het voorwerp vormende elektrode bolvormig is.

11. Inrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de het voorwerp vormende elektrode een in hoofdzaak vlak reflecterend oppervlak heeft, dat zich dwars op de verbindingslijn tussen het brandpunt (F_1) en het focuspunt (F_2) uitstrekt.

12. Inrichting volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat centraal op het reflecterende oppervlak van de elektrode een naar de andere elektrode gekeerd uitsteeksel is aangebracht.

13. Inrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de andere elektrode (33; 43; 53) een naar de het voorwerp vormende elektrode gekeerd, reflecterend oppervlak heeft.

14. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de andere elektrode een kegelvormig oppervlak heeft, waarvan de top naar de het voorwerp vormende elektrode is gekeerd en waarvan de mantel reflecterend is.

15. Inrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat tenminste één van de twee elektroden een naar de andere elektrode gekeerd oppervlak heeft, dat reflecterend is uitgevoerd.

16. Inrichting volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat tenminste één van de twee elektroden een naar de andere elektrode gekeerd oppervlak heeft, dat reflecterend is uitgevoerd.

17. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het voorwerp is uitgevoerd als transducent, die bij bekrachtiging geluidsgolven uitzendt.

18. Inrichting volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat de transducent tevens opvallende geluidsgolven kan omzetten in een elektrisch signaal.

FIG.1

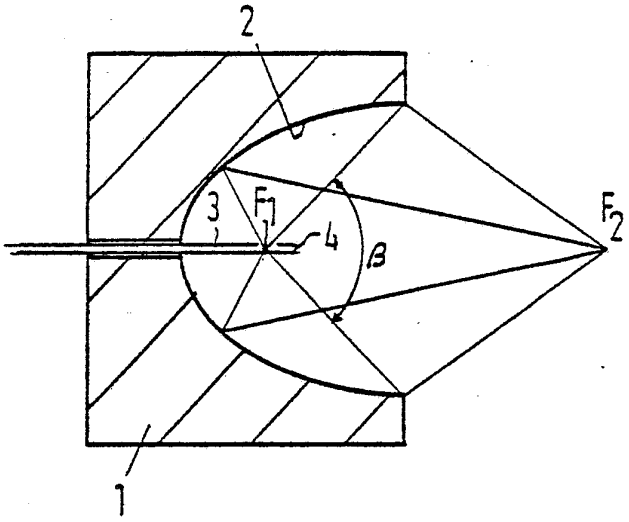


FIG.6

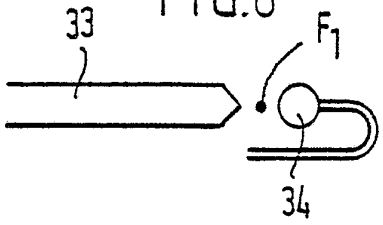


FIG.5

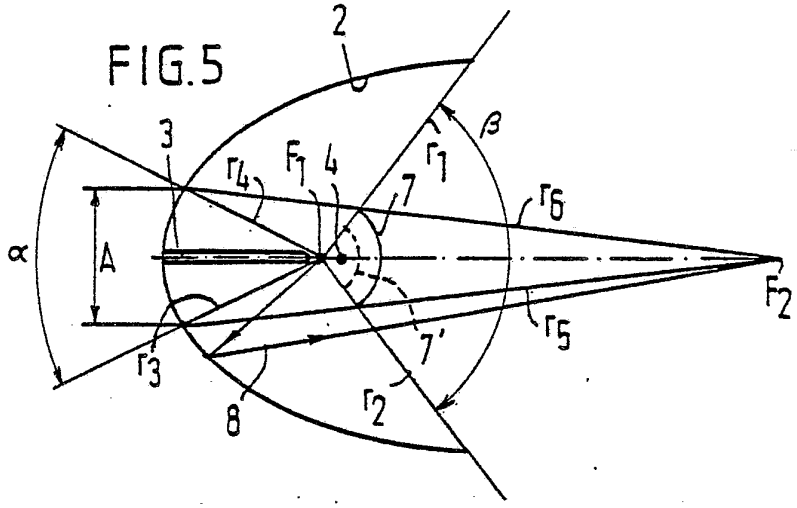


FIG.7

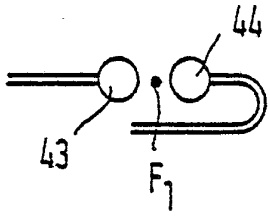


FIG.8

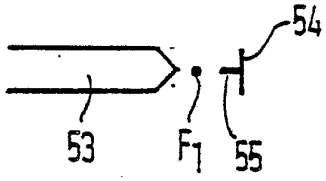
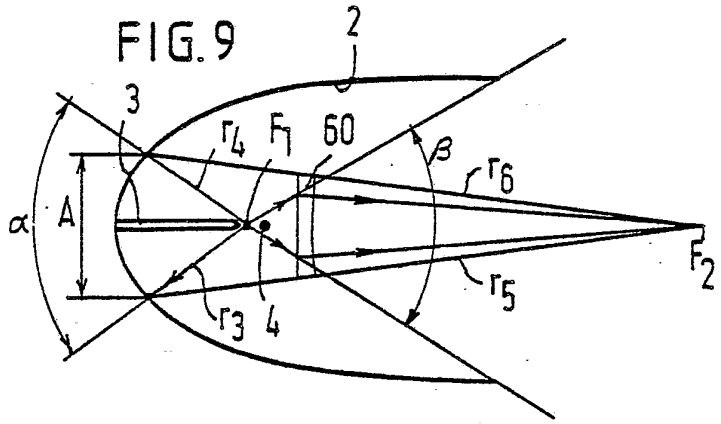


FIG.9



8400504

FIG. 2

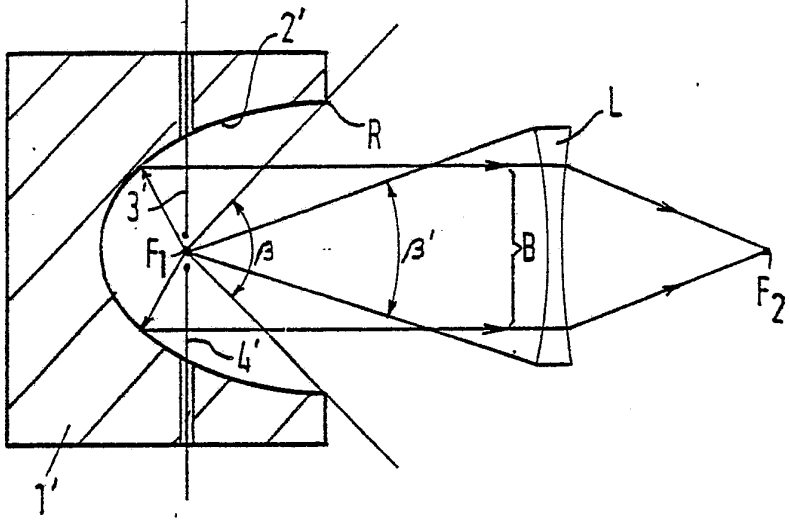


FIG. 3

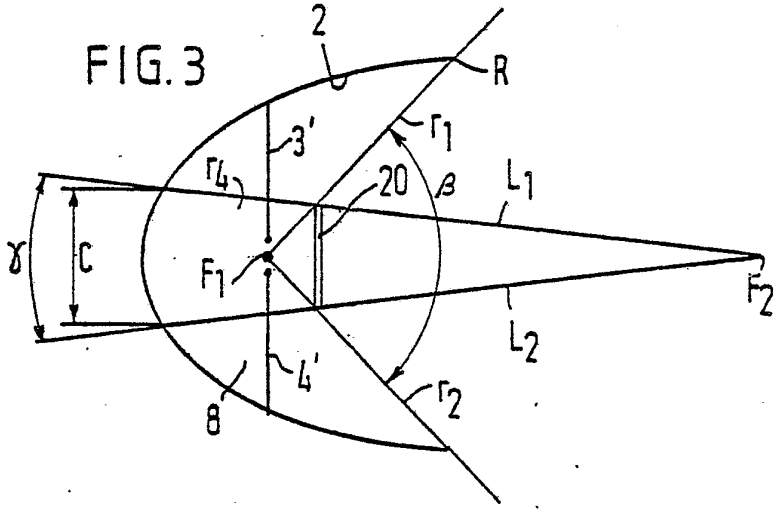
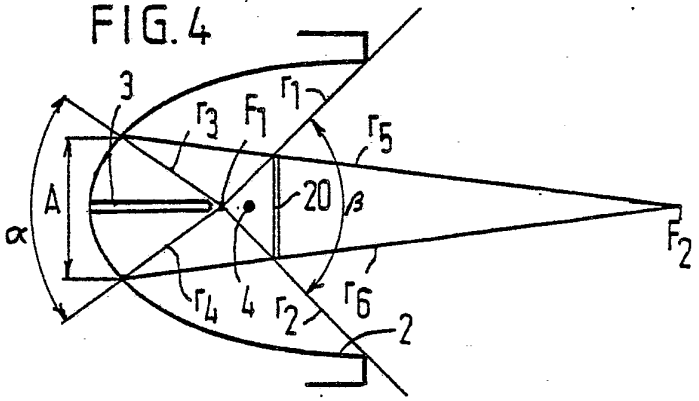


FIG. 4



8400504

N.V. Optische Industrie "De Oude Delft"