



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8303653**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Ultrasone meetinrichting.**
- ⑤1 Int.Cl.³: G01P 5/00, G01F 1/66.
- ⑦1 Aanvrager: Danfoss A.S. te Nordborg, Denemarken.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

- ②1 Aanvraag Nr. 8303653.
- ②2 Ingediend 24 oktober 1983.
- ③2 Voorrang vanaf 27 oktober 1982.
- ③3 Land van voorrang: Bondsrepubliek Duitsland (DE).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: P 3239770 .
- ⑥2 - -

- ④3 Ter inzage gelegd 16 mei 1984.

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

Ultrasonische meetinrichting

De uitvinding heeft betrekking op een ultrasone meetinrichting met een tussen twee ultrasone omzetters verlopende meetbaan, die axiaal door een meetbuis loopt.

- Bij een bekende ultrasone meetinrichting van deze soort (Duits Auslegeschrift 2.924.561) is een rechte meetbuis tussen twee ultrasone omzetters aangebracht die afwisselend als zender en als ontvanger gebruikt kunnen worden. Door de looptijd van de ultrasone pulsen te meten kan men de gemiddelde stromingssnelheid van het door de buis stromende medium en daarmee de doorstroomhoeveelheid per tijdeenheid bepalen.
- 10 Hierbij is echter gebleken dat binnen het werkgebied aanzienlijke afwijkingen van het meetresultaat ten opzichte van de feitelijke gegevens optreden. In het bijzonder ontstaan er bij kleine Reynold getallen, dus hoge viscositeit en kleine doorstroomsnelheid en daarmee kleine doorstroomhoeveelheid, afwijkingen van de gemeten waarde ten op-
- 15 zichte van de feitelijke waarde tot aan 20 %, voorzover de meetinrichting voor het gebied van de grote Reynold getallen ingesteld was.

De uitvinding beoogt een ultrasone meetinrichting van de in de aanhef beschreven soort aan te geven, die in het totale meetgebied meer nauwkeurige meetresultaten geeft.

- 20 Dit wordt volgens de uitvinding aldus bereikt doordat er in de meetbuis met onderlinge axiale afstand van elkaar ten minste twee inbouwdelen aangebracht zijn die het snelheidsprofiel van het door de buis stromend medium zodanig beïnvloeden en/of de weg voor het werkzame ultrasone signaal zodanig vastleggen, dat er in het grootste deel van
- 25 het werkgebied de over de weg van het ultrasone signaal gemiddelde stromingssnelheid in wezen slechts afhankelijk is van de over de buisdwarsdoorsnede gemiddelde snelheid.

- De uitvinding gaat uit van de overweging dat er zich in een meetbuis een profiel van de axiale snelheid van het stromende medium vormt,
- 30 dat in het gebied van de buis-as als een maximum en bij het binnenoppervlak van de buis een minimum heeft. De verhoudingen van maximum en minimum veranderen met het Reynold getal. Als gevolg hiervan is de snelheid van het ultrasone signaal niet alleen van de gemiddelde snelheid van het stromende medium maar ook van de vorm van het snelheids-
- 35 profiel afhankelijk. Wanneer men daarentegen volgens de uitvinding uitgevoerde inbouwdelen in de meetbuis aanbrengt, kan men corrigerend het snelheidsprofiel beïnvloeden. Het snelheidsprofiel van het stromende medium kan bijvoorbeeld over het traject zodanig vervormd worden dat er

8303653

axiaal achter elkaar een maximum en een tussenminimum optreden, zodat het ultrasone signaal, dat deze wegstukken na elkaar doorloopt, een gemiddelde stromingssnelheid toont die geen opgedrukt maximum meer heeft.

Bij voorkeur hebben de inbouwdelen ten minste in het gebied van de
5 middenas van de meetbuis een blokkeervlak. Dit blokkeervlak vermindert de stromingssnelheid in de middenas. Het normaal in de buis zich vormende snelheidsmaximum wordt dienovereenkomstig verminderd. Des te groter het maximum des te sterker ook de vermindering.

Hierbij heeft het de voorkeur dat blokkeervlakdelen tussen elkaar
10 dwarsdoorsneden voor vrije doorstroming hebben waarvan de afmetingen bij toenemende straal groter worden. Op deze manier wordt het snelheidsprofiel in het midden het sterkst en verder naar buiten toe minder sterk beïnvloed. Het snelheidsprofiel wordt daarom over de dwarsdoorsnede sterk afgevlakt.

15 Een zeer eenvoudige uitvoeringsvorm ontstaat wanneer de inbouwdelen meerdere bij voorkeur gelijkmatig over een hoek verzette armen als blokkeervlakdelen hebben. De breedte van de armen kan constant zijn of radiaal naar buiten toe afnemen. Deze armen zijn voldoende voor het opwekken van de gewenste blokkeerwerking en laten echter voldoende dwars-
20 doorsnede vrij voor de stroming.

Bijzonder gunstig is het wanneer er vier over 90° verplaatste armen aangebracht zijn. Dit is voldoende voor het bereiken van de gewenste meetnauwkeurigheid, waarbij er meerdere, bijvoorbeeld zes tot ze-
25 ven, van deze inbouwdelen achter elkaar aangebracht moeten worden. Daar de vrije dwarsdoorsneden naar verhouding groot zijn, is de demping van de ultrasone signalen en ook de gevoeligheid voor vuil gering. Wanneer er meerdere armen toegepast worden, bijvoorbeeld acht of tien armen, komt men met een klein aantal inbouwdelen uit, maar moet men met een wat hogere demping en gevoeligheid voor vuil rekening houden.

30 Er bestaat ook de mogelijkheid dat de inbouwdelen ten minste een concentrische ring als blokkeervlakgedeelte hebben. Een ring aan de buitenomtrek kan er voor zorgen dat direct aan de buiswand verlopende ultrasone golven niet tot het werkzame meetsignaal behoren. Meerdere concentrisch ten opzichte van elkaar aangebrachte ringen laten tussen
35 elkaar naar buiten toe groter wordende ringspleetgedeelten vrij.

Het heeft de voorkeur om de wanddikte van de inbouwdelen zeer klein in vergelijking tot de lengte van de meetbaan te houden. Hiermede wordt bereikt dat ultrasone golven, die via de inbouwdelen en daarom sneller dan door het stromende medium overgedragen worden, geen merkba-
40 re invloed op het meetresultaat hebben.

8303653

Een verder voordeel ontstaat wanneer de inbouwdelen gewelfde oppervlakken hebben. De gereflecteerde ultrasone golven worden dan niet evenwijdig aan de as heen en weer geworpen, maar worden naar buiten afgebogen, zodat zij de ontvanger niet of slechts in sterk verzwakte mate bereiken.

Het heeft de voorkeur dat het inwendige vlak van de meetbuis bekleed is met geluiddempend materiaal. Op het binnenvlak aankomende ultrasone golven worden daarom geabsorbeerd. Dit geldt in het bijzonder voor die ultrasone golven, die door het gewelfde oppervlak van de inbouwdelen gereflecteerd zijn.

Het is verder gunstig om het binnenvlak van de meetbuis ruw uit te voeren, in het bijzonder met een gemiddelde waarde van de ruwheid van 40 μ . Hierdoor ontstaat ook bij geringe stromingssnelheid een turbulente stroming, hetgeen tot in het middendeel van het stromingsprofiel invloed heeft en de uitwerking van de inbouwdelen ondersteunt.

Bij een verdere uitvoering is er voor gezorgd dat steeds een inbouwdeel een bepaalde afstand tot het voorafgaande inbouwdeel heeft, die ten hoogste gelijk is aan de ontwikkelingslengte van het snelheidsprofiel. Het voor het inbouwdeel ontstane maximum wordt door de achter het inbouwdeel heersende vorm van het snelheidsprofiel gecompenseerd, zodat er in axiale richting gezien een gelijkmatige gemiddelde waarde van de snelheid van het stromende medium optreedt.

De uitvinding zal aan de hand van voorkeursuitvoeringsvoorbeelden nader worden toegelicht met verwijzing naar de tekening, waarin:

fig. 1 een ultrasone meetinrichting volgens de uitvinding in schematische weergave toont;

fig. 2 een vergrote weergave van een gedeeltelijke langsdoorsnede van de meetbuis toont;

fig. 3 een dwarsdoorsnede door de meetbuis van fig. 2 toont;

fig. 4 een gewijzigde vorm van inbouwdelen toont;

fig. 5 een dwarsdoorsnede door het inbouwdeel van fig. 4 toont;

fig. 6 een verdere vorm van een inbouwdeel toont; en

fig. 7 weer een verdere vorm van een inbouwdeel toont.

In fig. 1 is een meetbaan 1 met de lengte s aangegeven, die zich tussen een eerste ultrasone omzetter 2 en een tweede ultrasone omzetter 3 uitstrekt en door een meetbuis 4 loopt. Via een toevoersteunstuk 5 wordt een stromend medium in de richting van de pijl 6 toegevoerd en na het doorstromen van de meetbuis 1 via een afvoersteunstuk 7 afgevoerd.

In de meetbuis 4 bevinden zich inbouwdelen 8 die hiernavolgend nog nader toegelicht worden. In bedrijf worden de ultrasone omzetters 2 en 3

8303653

afwisselend als zender en als ontvanger gebruikt.

Een verwerkingsschakeling 9 bepaalt de looptijd van het ultrasone signaal over de meetbaan 1 en uit deze looptijd de betreffende snelheid van het ultrasone signaal.

- 5 Zoals bekend heeft een stroomafwaarts gaand ultrasoon signaal een snelheid van :

$$V_{un} = C + V_M$$

- 10 Daarentegen heeft een stroomopwaarts gaand ultrasoon signaal een snelheid van :

$$V_{uo} = C - V_M$$

- 15 waarbij C de geluidssnelheid in het medium wanneer dit stilstaat, en V_M de over de dwarsdoorsnede gemiddelde stromingssnelheid van het medium is. Door verschilvorming van de beide vergelijkingen verkrijgt men:

20

$$V_M = \frac{V_{un} - V_{uo}}{2}$$

- 25 dus de gemiddelde stromingssnelheid, onafhankelijk van de geluidssnelheid.

- Wanneer men ervan uitgaat dat het snelheidsprofiel van de stroming over de meetbaan constant is, ontstaat er een evenredigheid tussen de volumestroming Q en de gemiddelde snelheid V_M . Wanneer echter het snelheidsprofiel van de stroming aan veranderingen onderworpen is, hetzij dat het zich aan het begin van de meetbaan eerst moet ontwikkelen, hetzij dat het zijn vorm in afhankelijkheid van het Reynold getal, dus ook met de doorstroomhoeveelheid, verandert hetgeen bij Reynold getallen onder 10.000 het geval is, wijkt het meetresultaat voor de stromingssnelheid en elke daarvan afgeleide grootte, zoals de doorstroomhoeveelheid, in delen van het meetgebied aanzienlijk af van de feitelijke grootte. Dit wordt door de inbouwdelen 8 gecompenseerd.
- 35

- In fig. 2 is een gedeelte van de meetbuis 4 aangegeven, waarvan het binnenvlak 10 ruw is of een inwendige dempingsbekleding 10 draagt en twee inbouwdelen 8a en 8b heeft. De inbouwdelen hebben, zoals fig. 3 toont, de vorm van een ster 11 met vier armen 12, waarvan de breedte
- 40

8303653

radiaal naar buiten toe afneemt. Op de verbindingsplaats van de sterren ontstaat daar in het gebied van de buis-as een blokkeervlakgedeelte 13. Tussen de armen blijven vrije doorstroomdwarsstukken 14 over waarvan de afmetingen met toenemende straal groter worden.

5 Wanneer er een hoeveelheid Q in de richting van de pijl 6 bij een Reynold getal onder 10.000 via een bepaald stuk in de meetbuis gestroomd is, ontstaat er als gevolg van de wrijving aan de rand en de mankerende turbulentie een snelheidsprofiel A, dat in het gebied van de buis-as zijn maximum heeft. Dit komt overeen met een over de buisdwars-
10 doorsnede gemiddelde snelheid V_M . Als gevolg van het inbouwdeel 8a, dat in het gebied van de buis-as een aanzienlijke hindernis voorstelt, ontstaat er daarachter een snelheidsprofiel B dat een radiaal naar buiten verschoven verminderd maximum en in het gebied van de buis-as daarentegen een tussenminimum heeft. Dit snelheidsprofiel ontwikkelt
15 zich via de vorm C weer tot een snelheidsprofiel A', dat met het profiel A overeenkomt. Door het tweede inbouwdeel 8b, dat op een afstand, die ten hoogste gelijk aan de ontwikkelingslengte van dit profiel bij laminaire stroming moet zijn, van het inbouwdeel 8a aangebracht is, ontstaat opnieuw een profiel B' dat met het profiel B overeenkomt. De
20 door de ontvanger opgenomen ultrasone golven lopen in wezen in een begrensd dwarsdoorsnede gebied F en worden daarom na elkaar door verschillende snelheden, al naar het betreffende snelheidsprofiel, beïnvloed. De in axiale richting gemiddelde stromingssnelheid is onafhankelijk van het betreffende Reynold getal constant daar de maxima en de
25 minima in het gebied van de buis-as elkaar onderling compenseren. Daarom speelt de vorm van de snelheidsprofielen in het meetgebied geen maatgevende rol meer. Daarenboven is het middengebied als gevolg van de blokkeervlakgedeelten 13 ondoordringbaar voor de ultrasone golven. De sterkste veranderingen, die in het gebied van de buis-as optreden, be-
30 hoeven daarom niet gecompenseerd te worden daar zij niet door een werkzaam ultrasoon signaal omvat worden. Met behulp van de inbouw delen worden ook asymmetrische profielontwikkelingen, zoals deze aan de ingang van de meetbuis als gevolg van de rechthoekige toevoer mogelijk zijn, sneller afgebouwd zodat er over het grootste deel van de meetbuis de in
35 fig. 2 aangegeven symmetrische verhoudingen gegeven zijn. Het is gunstig wanneer, zoals in fig. 1 en 2 gesteld, de buisdwarsdoorsnede groter is dan het kopvlak van de omzetters 2 en 3. Er kan echter ook een buis met kleinere dwarsdoorsnede dan de omzetters toegepast worden.

Ofschoon de uitvinding aan de hand van een cirkelronde buis is be-
40 schreven, kunnen overeenkomstige resultaten ook bij buizen met andere

dwarsdoorsneden, bijvoorbeeld rechthoekige dwarsdoorsnede, verkregen worden.

De inbouwdelen 8c en 8d in fig. 4 en 5 bestaan uit kruisen 15 met telkens vier armen 16 waarvan de breedte constant is. Op elkaar volgen-
 5 de inbouwdelen zijn over 45° onderling gedraaid. In de axiale projectie blijven daarom voldoende grote blokkeervlakvrije dwarsdoorsneden over. Daar de inbouwdelen 8c aan beide zijden een gewelfd oppervlak 17 resp. 18 hebben, worden ultrasone golven, die op blokkeervlakgedeelten aankomen, onder een hoek tot de buis-as gereflecteerd. Zij komen op de dem-
 10 pingsbekleding 19 terecht en zijn daarom onschadelijk.

Bij de uitvoeringsvorm volgens fig. 6 heeft een inbouwdeel 8e de vorm van een ster 19 met acht armen 20. Dit maakt het mogelijk om met een kleiner aantal van inbouwdelen in de meetbuis toe te komen, maar geeft wel een wat hogere demping en gevoeligheid voor vuil dan bij de
 15 eerder beschreven uitvoeringsvoorbeelden.

In fig. 7 is een inbouwdeel 8f aangegeven, dat als blokkeervlakgedeelten drie concentrische ringen 21, 22 en 23 heeft die door twee radiale armen 24 onderling verbonden zijn. Hierbij ontstaan vrije door-
 20 stroomdwarsstukken 25, die radiaal naar buiten toenemende afmetingen hebben.

In alle uitvoeringsvoorbeelden is de wanddikte d van de inbouwde-
 len 8 zeer klein in vergelijking tot de lengte s van de meetbaan 1. Een wanddikte d van 0,5 tot 1 mm heeft de voorkeur.

Proeven hebben aangetoond dat men op deze manier binnen een groot
 25 werkgebied, dat Reynold getallen van 500 tot 10.000 bestrijkt, een meetwaarde kan verkrijgen die zeer nauwkeurig met de feitelijke waarde overeenkomt, waarbij zelfs bij zeer kleine Reynold getallen afwijkingen van niet meer dan 1 tot 2 % optreden.

C O N C L U S I E S

1. Ultrasonische meetinrichting met een tussen twee ultrasone omzetters verlopende meetbaan, die axiaal door een meetbuis loopt, met het kenmerk, dat in de meetbuis (4) op axiale afstand van elkaar ten minste
 5 twee inbouwdelen (8) zijn aangebracht, die het snelheidsprofiel (A) van het daardoor stromende medium zodanig beïnvloeden en/of de weg voor het werkzame ultrasone signaal zodanig vastleggen, dat in het grootste deel van het werkgebied de over de weg van het ultrasone signaal gemiddelde stromingssnelheid (V_{un} , V_{uo}) in wezen slechts afhankelijk is van de
 10 over de buisdwarsdoorsnede gemiddelde snelheid (V_M).

2. Ultrasonische meetinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de inbouwdelen (8a-8e) ten minste in het gebied van de middenas van de meetbuis (4) een blokkeervlak (13) hebben.

3. Ultrasonische meetinrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk,
 15 dat de blokkeervlakdelen tussen zich vrije doorstroomdwarsstukken (14; 25) tussen zich hebben, waarvan de afmetingen bij toenemende straal groter worden.

4. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 1 tot 3, met het kenmerk, dat de inbouwdelen (8a-8e) meerdere over een hoek ver-
 20 plaatste armen (12; 16; 20) als blokkeervlakdelen hebben.

5. Ultrasonische meetinrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de breedte van de armen (16; 20) constant is.

6. Ultrasonische meetinrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de breedte van de armen (12) radiaal naar buiten afneemt.

25 7. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 4 tot 6, met het kenmerk, dat vier over 90° verplaatste armen (8a, 8b, 8c, 8d) aangebracht zijn.

8. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 4 tot 7, met het kenmerk, dat de armen van op elkaar volgende inbouwdelen (8c,
 30 8d) over minder dan de hoekafstand van de armen (16) ten opzichte van elkaar verplaatst zijn.

9. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 1 tot 8, met het kenmerk, dat de inbouwdelen (8f) ten minste een concentrische ring (21, 22, 23) als blokkeervlakdeel hebben.

35 10. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 1 tot 9, met het kenmerk, dat de wanddikte (d) van de inbouwdelen (8c) zeer klein is in vergelijking tot de lengte (s) van de meetbaan (1).

11. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 1 tot 10, met het kenmerk, dat de inbouwdelen (8c) gewelfde oppervlakken (17, 18)
 40 hebben.

8303653

12. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 1 tot 11, met het kenmerk, dat het binnenvlak van de meetbuis (4) met geluiddempend materiaal (10) bekleed is.

13. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 1 tot 11, 5 met het kenmerk, dat de binnenwand van de meetbuis (4) ruw is.

14. Ultrasonische meetinrichting volgens een der conclusies 1 tot 12, met het kenmerk, dat steeds een inbouwdeel (8b) op een afstand van het voorafgaande inbouwdeel (8a) ligt, die ten hoogste gelijk is aan de ontwikkelingslengte van het snelheidsprofiel.

8303653

Fig.1

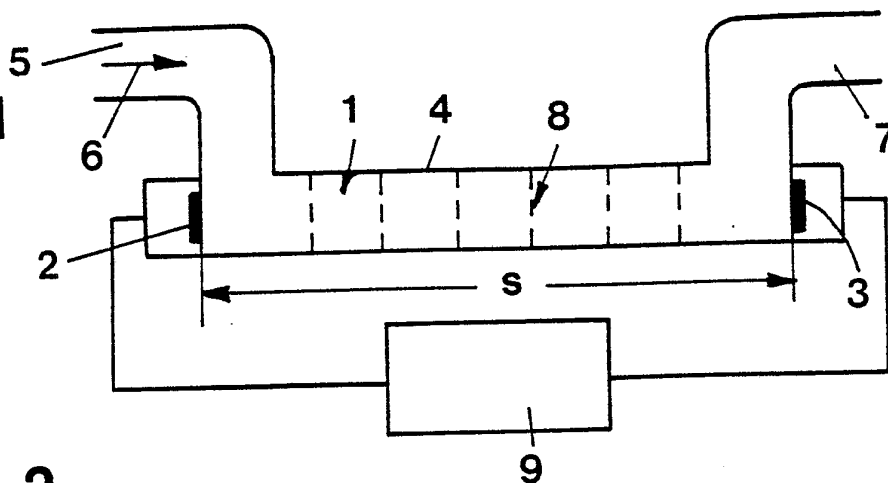


Fig. 2

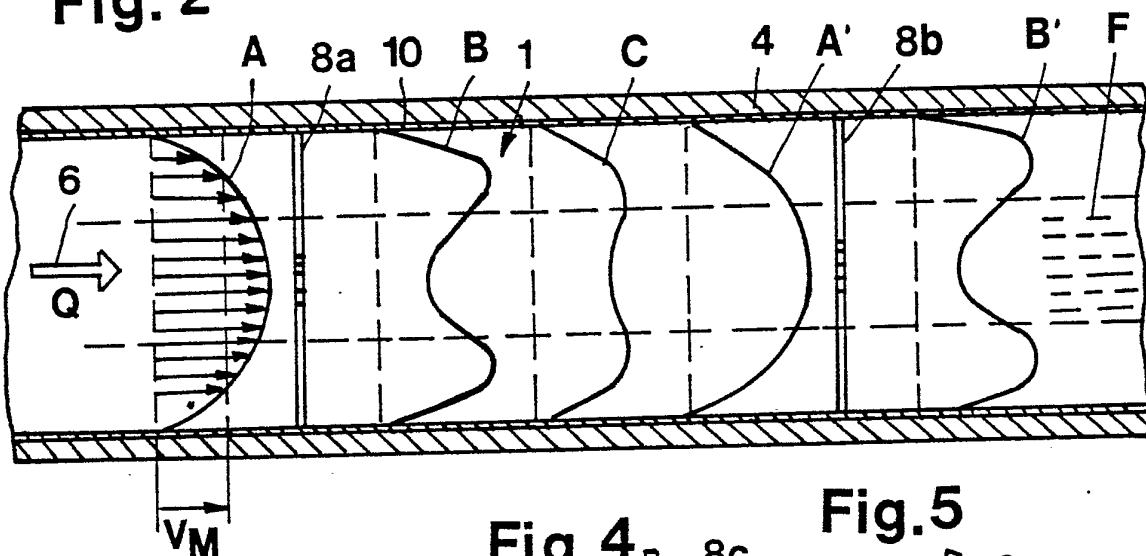


Fig.3

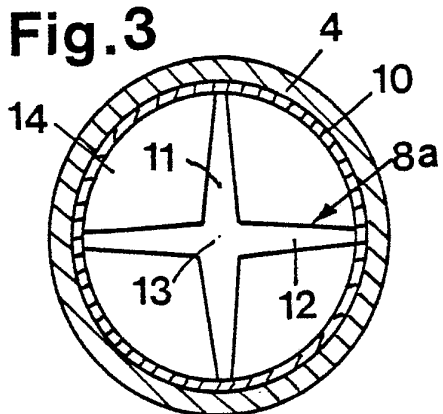


Fig.4

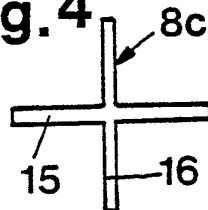


Fig.5

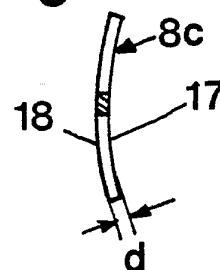


Fig.6

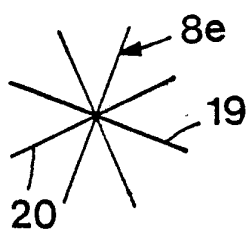
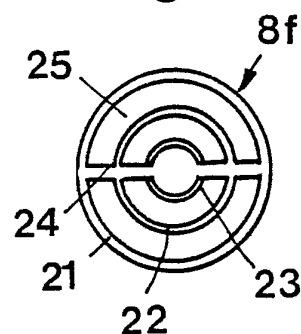


Fig.7



8303653