



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8401022**

Nederland

⑲ NL

- ⑤④ **Werkwijze voor het verhogen van de weerstand tegen scheurcorrosie van langwerpige elementen zoals wapeningen van buigzame leidingen of van kabels en aldus verkregen produkten.**
- ⑤① Int.Cl.³: C21D 7/02, B21B 45/00, B21C 47/02.
- ⑦① Aanvrager: Institut Français du Pétrole te Rueil Malmaison, Frankrijk.
- ⑦④ Gem.: Ir. J.A. van der Veken c.s.
OCTROOI- EN MERKENBUREAU VAN EXTER
Willem Witsenplein 3-4
2596 BK 's-Gravenhage.

- ②① Aanvraag Nr. 8401022.
- ②② Ingediend 30 maart 1984.
- ③② Voorrang vanaf 5 april 1983.
- ③③ Land van voorrang: Frankrijk (FR).
- ③① Nummer van de voorrangsaanvraag: 8305658 .
- ⑥② --

- ④③ Ter inzage gelegd 1 november 1984.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

Korte aanduiding: Werkwijze voor het verhogen van de weerstand tegen scheurcorrosie van langwerpige elementen zoals wapeningen van buigzame leidingen of van kabels en aldus verkregen produkten.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het verhogen van de weerstand tegen scheurcorrosie van langwerpige metalen elementen, in het bijzonder langwerpige elementen gevormd door trekken in de koude, alsmede op de volgens deze werkwijze verkregen
5 produkten.

Het is bekend dat bepaalde metalen gevoelig zijn voor scheurcorrosie, wanneer zij blootgesteld worden aan bepaalde waterige corroderende media, in het bijzonder waterige media die zwavelwaterstof bevatten, onder gelijktijdig onderwerpen aan trekspan-
10 ningen, waarbij hun gevoeligheid voor scheurcorrosie des te groter is naarmate deze spanningen hoger zijn.

In het bijzonder treedt dit type corrosie op bij in de koude getrokken koolstofstalen waarvan de hardheid na trekken de waarde 22 Rockwell C overschrijdt, wat het geval is bij staalsoorten met
15 een hoog koolstofgehalte.

Anderzijds zijn de staalsoorten met een hardheid die kleiner is dan de hierboven aangegeven grenswaarde niet gevoelig voor scheurcorrosie in een waterig medium dat zwavelwaterstof bevat.

Een typische samenstelling van staalsoorten die gevoelig zijn
20 voor dit type corrosie is bijvoorbeeld : C = 0,84%; Mn = 0,575%; Si = 0,174%; S = 0,008%; P = 0,01%.

Dergelijke staalsoorten ondergaan een zogenaamde "patentage" afschrikbehandeling en worden vervolgens koud getrokken en gevormd.

Een voorbeeld van aldus verkregen mechanische eigenschappen
25 is de volgende: weerstand tegen trek : 1 360 MPa, elastische grens bij 0,2% 1 280 MPa.

Een belangrijke, doch niet exclusieve, toepassing van de uitvinding is gelegen in de bescherming tegen scheurcorrosie van langwerpige metalen elementen bestemd om schroeflijnvormig opgewikkeld

te worden voor het vormen van de wapeningen van buigzame leidingen of kabels.

Uit ervaring blijkt namelijk dat onder bepaalde gebruiksomstandigheden, in het bijzonder bij contact met agressieve media, 5 zoals zeewater, wapeningen beschadigd kunnen worden door scheurcorrosie wat leidt tot de breuk van de buigzame leiding of van de kabel.

Er zijn reeds uit het Franse octrooischrift 1.426.113, Brits octrooischrift 1.054.979 en Duits octrooischrift 1.227.491 werkwijzen bekend voor het verbeteren van de weerstand van metalen tegen 10 corrosie, waarbij men deze metalen onderwerpt aan oppervlakkige mechanische behandelingen in de koude, zoals zandstralen, korrelen, gladrollen, stampen, hameren en polijsten. De aldus verkregen verbetering is een gevolg van het comprimeren van het metaal (koud 15 hameren) in de buurt van zijn oppervlak. De door deze behandelingen beïnvloede metaaldiepte blijft echter gering en is in het algemeen beperkt tot 0,1 mm (met een intensieve korreling kan men een dikte van 0,2 mm bereiken).

Andere werkwijzen en inrichtingen voor het vlakmaken of lamineren zijn bijvoorbeeld beschreven in Duits octrooischrift 98 121, 20 Amerikaans octrooischrift 3 269 007, Frans octrooischrift 2 061 698 en de Britse octrooischriften 420 469 en 1 343 812.

De volgens deze bekende werkwijzen verkregen behandelingsdiepte is onvoldoende, daar de aldus over een geringe dikte verkregen 25 weerstand tegen scheurcorrosie niet de algemene corrosie van het metaal verhindert. Dit vernietigt geleidelijk de door de voorgaande behandeling gecomprimeerde oppervlaktelaag en de gevoeligheid van het metaal tegen scheurcorrosie komt dan weer tevoorschijn.

Het hoofddoel van de uitvinding is het verwezenlijken van een 30 bescherming van metalen tegen scheurcorrosie over een duidelijk grotere dikte dan die verkregen wordt met de bekende werkwijzen.

De werkwijze volgens de uitvinding waardoor men de weerstand

8401022

van een langwerpige element tegen scheurcorrosie kan verhogen, is gekenmerkt doordat men tenminste de hoofdvlakken van elk deel van het langwerpige element dat blootgesteld zal worden aan de corrosie, voorafgaande aan zijn indienststelling, onderwerpt aan een reeks
5 buigingen voortvloeiende uit afwisselende opeenvolging van opwikkeltrappen en afwikkeltrappen, of eventueel van een opeenvolging van opwikkeltrappen in één richting en in de andere richting.

Volgens een bijzonder voordelige uitvoeringsvorm van de uitvinding voert men de reeks buigingen uit door het langwerpige element achtereenvolgens op te wikkelen op in serie geplaatste trommels met tegengestelde rotatierichtingen van de ene trommel naar de volgende, waarbij deze trommels tenminste twee opeenvolgende trommels omvatten met diameters tussen 100 en 1000 millimeter.
10

De uitvinding heeft eveneens betrekking op de aldus verkregen produkten en in het bijzonder op een langwerpige metalen element dat bestand is tegen scheurcorrosie, bezittende een verdeling van de inwendige spanningen zodanig dat, in een richting loodrecht op de wand van dit element, of tenminste op de hoofdwanden overeenkomende met de grootste afmeting van de rechte doorsnede van dit element,
20 het metaal achtereenvolgens een zone in gecomprimeerde toestand, een neutrale zone, en vervolgens een zone onder spanning bezit, dat gekenmerkt is doordat het element voorbehandeld is met een opeenvolging van afwisselend opwikkeltrappen en afwikkeltrappen of desgewenst door een opeenvolging van opwikkeltrappen in één richting
25 en in de andere richting zodanig dat de dikte van de compressiezone tenminste gelijk is aan een derde van de afstand tussen de wand en de as van het element.

De uitvinding heeft eveneens betrekking op een gewapend buigzaam element zoals een buigzame leiding of kabel, die gekenmerkt is
30 doordat deze wapeningen omvat waarvan tenminste bepaalde bestaan uit langwerpige metalen elementen die bestand zijn tegen scheurcorrosie zoals hierboven omschreven.

8401022

De uitvinding omvat tenslotte een inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze die gekenmerkt is doordat deze bij de invoer bij de afvoer van deze inrichting een opeenvolging van roterende trommels met niet afnemende diameters omvat, waarbij deze diameters
5 liggen tussen 100 en 1000 millimeter en met rotatierichtingen die omgekeerd zijn van één trommel naar de volgende.

De inrichting kan bij de invoer bij de afvoer tenminste twee trommels omvatten waarvan de respectievelijke diameters ϕ_1 en ϕ_2 liggen tussen 100 en 500 millimeter gevolgd door tenminste twee
10 trommels waarvan de diameters ϕ_3 en ϕ_4 liggen tussen 300 en 1000 millimeter.

Voorbeelden voor het uitvoeren van de uitvinding zullen hierna beschreven worden onder verwijzing naar de bijgaande tekeningen waarin:

15 Fig. 1 resultaten toelicht van proeven uitgevoerd zonder toepassing van de werkwijze volgens de uitvinding;

Fig. 2 een type inrichting toont voor het uitvoeren van de behandeling volgens de uitvinding;

Fig. 3 de resultaten toelicht verkregen na toepassing van deze
20 voorafgaande mechanische behandeling;

de Figuren 4 en 5, als voorbeeld, resultaten tonen die respectievelijk verkregen worden bij een andere proef met draden die een behandeling ondergaan hebben omvattende afwisselende buigingen met kleinere kromtestraal en draden die een eenvoudige korreling onder-
25 gaan hebben;

Fig. 6 toont, als voorbeeld, de verdeling van de spanningen in de dikte van een ruwe draad en in de dikte van een draad die verschillende mechanische behandelingen heeft ondergaan.

Bij de werkwijze volgens de uitvinding wikkelt men het element
30 afwisselend op in één richting en in de andere richting op de trommels om compressiespanningen op te wekken op de twee vlakken.

Men werkt bij kamertemperatuur en men past een trekkracht toe

van ten hoogste 50% van de elasticiteitsgrens bij 0,2% zodat men niet beoogt het langwerpige element te deformereren, noch te verlengen, noch zijn dikte te verminderen.

Fig. 2 toont schematisch de trommels voor de afwisselend uitgevoerde opwikkelingen. Men kan eventueel de opwikkeling beginnen via de onderzijde van de eerste trommel 2a.

Meer in het bijzonder kan de voorafgaande behandeling volgens de uitvinding uitgevoerd worden door eerst het langwerpige element op te wikkelen in één richting op een eerste trommel 2a met diameter ϕ_1 en vervolgens in de andere richting op een tweede trommel 2b met een diameter ϕ_2 zoals $100 \text{ mm} \leq \phi_2, \phi_1 \leq 500 \text{ mm}$.

Met voordeel kan men nemen: $140 \text{ mm} \leq \phi_2, \phi_1 \leq 300 \text{ mm}$. De diameters ϕ_1 en ϕ_2 kunnen al dan niet dezelfde waarde bezitten.

Bij de afvoer van de tweede trommel zal het element in één richting opgewikkeld worden op een derde trommel 2c met een diameter $300 \text{ mm} \leq \phi_3 \leq 1000 \text{ mm}$, gevolgd eventueel door een vierde trommel 2d met diameter $300 \text{ mm} \leq \phi_4 \leq 100 \text{ mm}$ en zodanig dat $\phi_4, \phi_3 > \phi_1, \phi_2$. De diameters ϕ_3 en ϕ_4 kunnen al dan niet dezelfde waarde bezitten. Met voordeel zal men nemen $500 \text{ mm} \leq \phi_4, \phi_3 \leq 800 \text{ mm}$.

Indien nodig kan men meerdere opeenvolgende opwikkelingen op de trommels uitvoeren.

De gevoeligheid van de langwerpige metalen elementen tegen scheurcorrosie wordt als volgt beoordeeld : het langwerpige element wordt zodanig geplaatst dat het op twee vaste steunpunten komt te rusten, terwijl een derde steunpunt, geplaatst tussen de eerste twee, geleidelijk verplaatst kan worden om een kromming aan het langwerpige element te geven. Het convexe vlak van het aldus gebogen element bevindt zich dan onder spanning.

De spanning wordt niet reëel gemeten : men stelt zich tevreden met het noteren van de pijl f aangenomen door het langwerpige element. Deze pijl wordt uitgedrukt in millimeters : de twee uiterste steunpunten liggen bijvoorbeeld op een afstand van 100 mm.

Het aldus onder spanning gebrachte element dompelt men onder in synthetisch ontlucht zeewater volgens norm ASTM D 1141 en verzadigd met waterstofsulfide. Men werkt bij 16-20°C en noteert de tijd t in uren waarna de scheurvorming optreedt.

5 PROEF 1

Deze proef is uitgevoerd met elementen die niet onderworpen werden aan de behandeling volgens de uitvinding (ruwe draden). Deze elementen zijn vlakke staaldraden waarvan de rechte doorsnede rechthoekig is met afmetingen 6 x 3 mm.

- 10 Fig. 1 toont de verkregen resultaten : de zwarte cirkels komen overeen met gebroken ruwe draden en de andere met niet-gebroken ruwe draden.

Voor pijlen boven 7 mm scheuren de elementen in enkele uren. Bij kleinere pijlen neemt de levensduur snel toe en ziet men dat
15 voor pijlen van 5 mm elementen niet-gebroken zijn na 100 uren. De onbepaalde levensduur moet liggen bij pijlen die iets kleiner zijn dan 5 mm. Het betreft hier een staalsoort met 0,78% koolstof waarvan de eigenschappen de volgende zijn : breukbelasting 1 485 MPa, elastische grens bij 0,2% 1 280 MPa. De pijl 5 mm komt vrijwel over-
20 een met 74% van de elasticiteitsgrens. De onbepaalde levensduur zou derhalve verkregen worden bij 70% van de elastische grens.

PROEF 2

Men leidt langwerpige elementen identiek aan die gebruikt in de proef nr. 1 in een inrichting waar zij een opwikkeling ondergaan
25 op vier opeenvolgende trommels zoals weergegeven in fig. 2 ($\phi_1 = \phi_2 = 200$ mm en $\phi_3 = \phi_4 = 500$ mm). Men past op deze langwerpige elementen een trekkracht F toe van 600 MPa.

Bij deze behandeling zijn de langwerpige elementen zodanig geplaatst dat hun hoofdvlakken, overeenkomende met hun grootste af-
30 meting van hun rechte doorsnede, in aanraking zijn met rollen.

Na deze behandeling is de weerstand van de langwerpige elementen duidelijk toegenomen zoals blijkt uit fig. 3 waarin de zwarte

cirkels gebroken draden en de andere cirkels niet-gebroken draden weergeven.

De onbeperkte levensduur zou nog behouden blijven bij pijlen die bijna 10 mm bereiken, wat overeenkomt met een spanning van
5 vrijwel 100% van de elastische grens.

PROEF 3

Fig. 4 geeft de resultaten verkregen voor een element identiek aan dat gebruikt bij de proeven nr. 1 en 2, na leiden in een inrichting zoals beschreven in proef nr. 2, maar met trommels zoals
10 $\phi_1 = \phi_2 = 600$ mm en $\phi_3 = \phi_4 = 1100$ mm. Men ziet een lichte verbetering ten opzichte van proef nr. 1. De onbeperkte levensduur zou behouden worden bij pijlen van 6 mm, derhalve veel lager dan die welke bereikt worden bij proef nr. 2.

Men constateert bovendien dat als de diameters van de trommels
15 ϕ_1 en ϕ_2 kleiner zijn dan 100 mm, men op het langwerpige element een onomkeerbare vervorming uitoefent gebonden aan het overschrijden van de elastische grens.

PROEF 4

Fig. 5 geeft de resultaten verkregen bij een element identiek
20 aan dat van proef 1 doch dat een korreling heeft ondergaan met een intensiteit 12 Almen A op de twee hoofdvlakken. Men neemt een lichte verbetering waar ten opzichte van proef nr. 1; de onbepaalde levensduur zou behouden worden als in proef nr. 4 voor pijlen die ongeveer 6 mm bereiken, derhalve veel kleiner dan die bereikt bij
25 proef nr. 2.

Fig. 6 toont, ter vergelijking, de verdeling van de spanningen in de dikte van een ruwe draad, in die van een draad onderworpen aan een eenvoudige korreling en in de draden die een behandeling ondergaan hebben met afwisselende buigingen volgens fig. 2.

30 Een vlakke staaldraad met 84% koolstof (afmetingen van de rechte dwarsdoorsnede 6 X 3 mm) is vervaardigd door patentage (speciale afschrikbehandeling) van de machinedraad.

8401022

Men bepaalt de spanningen in de draad als functie van de afstand tot het oppervlak van de draad, waarbij de waarde S van de gemeten spanning uitgedrukt wordt in megapascal en uitgezet wordt op de ordinaat van de grafiek (positieve waarde voor een trekspanning en negatieve waarde voor een compressiespanning) terwijl de abcis D de diepte aangeeft in het metaal (in mm) gerekend vanaf het oppervlak van de draad naar zijn langs-symmetrie-as $X'X$.

De gebruikte methode voor het bepalen van de spanningen in de draad is de zgn. "pijlmethode", of "krommingsmethode" die algemeen bekend is aan de metallurgiespecialisten en bijvoorbeeld beschreven is in het nummer 31 van september 1977 blz. 12 e.v., van het driemaandelijks bulletin "Les Mémoires Techniques du C.E.T.I.M.", uitgegeven door het Technisch Centrum van de Mechanische Industrieën.

De kromme 3 van fig. 6 toont dat in een ruwe draad de oppervlaktelaag onder spanning is, terwijl de compressiespanningen in het hart gelegen zijn.

Men onderwerpt deze zelfde draad aan een korreling met een intensiteit van 12 Almen A op de twee hoofdvlakken. Men ziet in fig. 6 (kromme 4) dat compressiespanningen geïnduceerd worden in het metaal tot een dikte van 0,15 mm uitgaande van zijn uitwendig oppervlak.

Op een ander monster van dezelfde draad is eveneens een mechanische behandeling uitgevoerd in de inrichting weergegeven in fig. 2 en onder toepassing van een opwikkeling onder de omstandigheden omschreven in proef nr. 2, d.w.z. $\varnothing_1 = \varnothing_2 = 200$ mm en $\varnothing_3 = \varnothing_4 = 500$ mm.

De kromme 5 uit fig. 6 toont dat de behandeling volgens de uitvinding het mogelijk maakt om compressiespanningen in het metaal te vormen over een dikte van bijna 0,7 mm uitgaande van elk vlak van deze vlakke draad van 3 mm dikte, d.w.z. in een zone overeenkomende met meer dan $\frac{2}{5}$ van de dikte van de draad, waarbij de trekspanningen zich in het hart bevinden.

De aldus volgens de uitvinding behandelde draad bezit een grote weerstand tegen scheurcorrosie.

8401022

Een ander monster van de zelfde draad is onderworpen aan een mechanische behandeling in de inrichting weergegeven in fig. 2, doch onder opwickelen onder de omstandigheden omschreven in proef nr. 3, d.w.z. $\phi_1 = \phi_2 = 600$ mm en $\phi_3 = \phi_4 = 1100$ mm.

5 De kromme 6 van fig. 6 toont dat deze behandeling slechts mogelijk maakt om compressiespanningen op te wekken over een dikte van 0,2 mm uitgaande van deze vlakke draad van 3 mm dikte.

- conclusies -

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het verhogen van de weerstand van een langwerpig element tegen scheurcorrosie, met het kenmerk, dat men tenminste de hoofdvlakken van elk deel van het langwerpige element dat blootgesteld zal worden aan de corrosie, voorafgaande aan zijn indienststelling, onderwerpt aan een reeks buigingen voortvloeiende uit afwisselende opeenvolging van opwikkeltrappen en afwikkeltrappen, of eventueel van een opeenvolging van opwikkeltrappen in één richting en in de andere richting.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat men tenminste eenmaal het langwerpige element achtereenvolgens in één richting en in de andere richting opwikkelt op een eerste en een tweede trommel waarvan de diameters (ϕ_1 , ϕ_2) liggen tussen 100 en 500 millimeter.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de diameters (ϕ_1 en ϕ_2) van de genoemde trommels liggen tussen 140 en 300 millimeter.
4. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat men bij de afvoer van deze trommels, tenminste eenmaal het langwerpige element achtereenvolgens opwikkelt in één richting en vervolgens in de andere richting op een derde en een vierde trommel waarvan de rotatierichtingen tegengesteld zijn en waarvan de diameters liggen tussen 300 en 1000 millimeter.
5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de diameters van de trommels liggen tussen 500 en 800 millimeter.
6. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat men tenminste eenmaal het langwerpige element achtereenvolgens opwikkelt in een richting op een eerste trommel en in de andere

8401022

richting op een tweede trommel die in hoofdzaak dezelfde diameter bezit als de eerste ($\phi_1 = \phi_2$).

7. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat men tenminste eenmaal het langwerpige element opwikkelt in een
5 richting op een derde trommel met een diameter ϕ_3 en eventueel in de andere richting op een vierde trommel met diameter ϕ_4 , zodanig dat ϕ_3 en $\phi_4 > \phi_1$ en ϕ_2 .

8. Langwerpig metalen element dat bestand is tegen scheurcorrosie, bezittende een verdeling van de inwendige spanningen zodanig
10 dat, in een richting loodrecht op de wand van dit element, of tenminste op de hoofdwanden overeenkomende met de grootste afmeting van de rechte doorsnede van dit element, het metaal achtereenvolgens een zone in gecomprimeerde toestand, een neutrale zone, en vervolgens een zone onder spanning bezit, met het
15 kenmerk, dat het element voorbehandeld is met een opeenvolging van afwisselend opwikkeltrappen en afwikkeltrappen of desgewenst door een opeenvolging van opwikkeltrappen in één richting en in de andere richting zodanig dat de dikte van de compressiezone tenminste gelijk is aan een derde van de afstand tussen de wand en
20 de as van het element.

9. Inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat deze bij de invoer bij de afvoer van deze inrichting een opeenvolging van roterende trommels met niet afnemende diameters omvat, waarbij deze diameters
25 liggen tussen 100 en 1000 millimeter en met rotatierichtingen die omgekeerd zijn van één trommel naar de volgende.

10. Inrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat deze bij de invoer bij de afvoer van deze inrichting tenminste twee trommels omvat waarvan de diameters ϕ_1 en ϕ_2 liggen tussen 100
30 en 500 millimeter, gevolgd door tenminste twee trommels waarvan de diameters ϕ_3 en ϕ_4 liggen tussen 300 en 1000 millimeter.

11. Gewapend buigzaam element zoals een buigzame leiding of kabel, met het kenmerk, dat deze wapeningen omvat waarvan bepaalde tenminste bestaan uit langwerpige metalen elementen die bestand zijn tegen scheurcorrosie volgens conclusie 8.

8401022

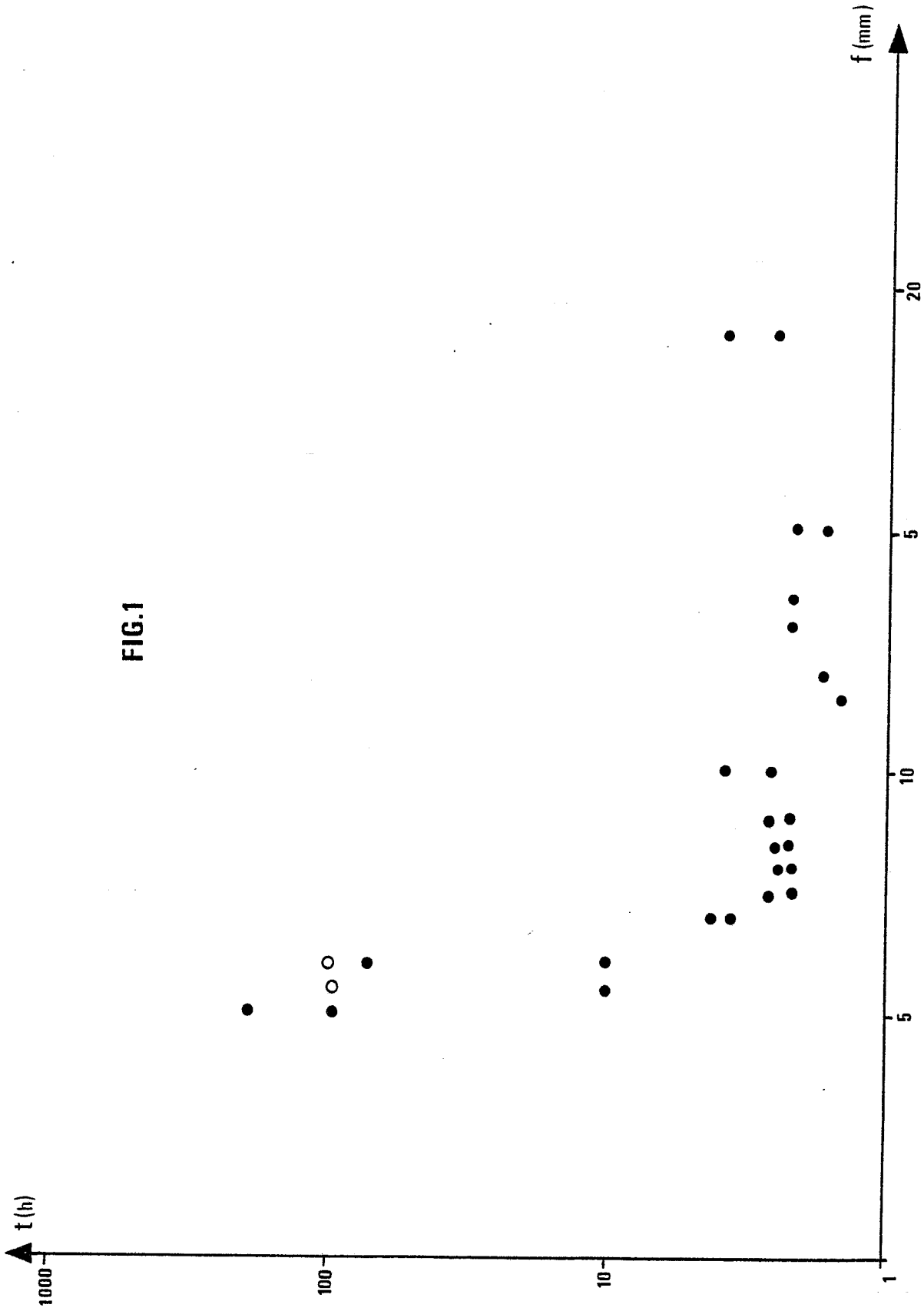


FIG.1

0401022

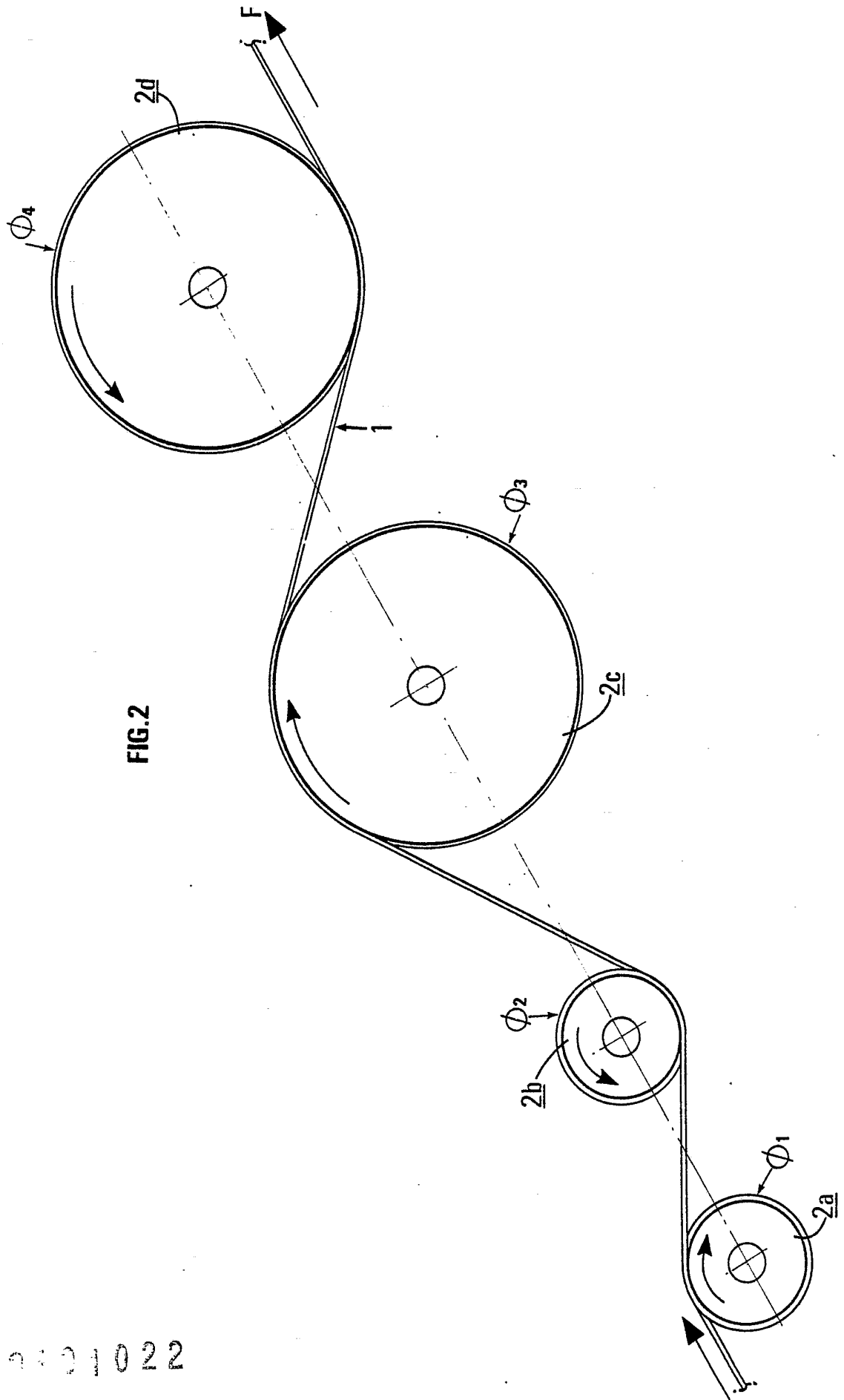
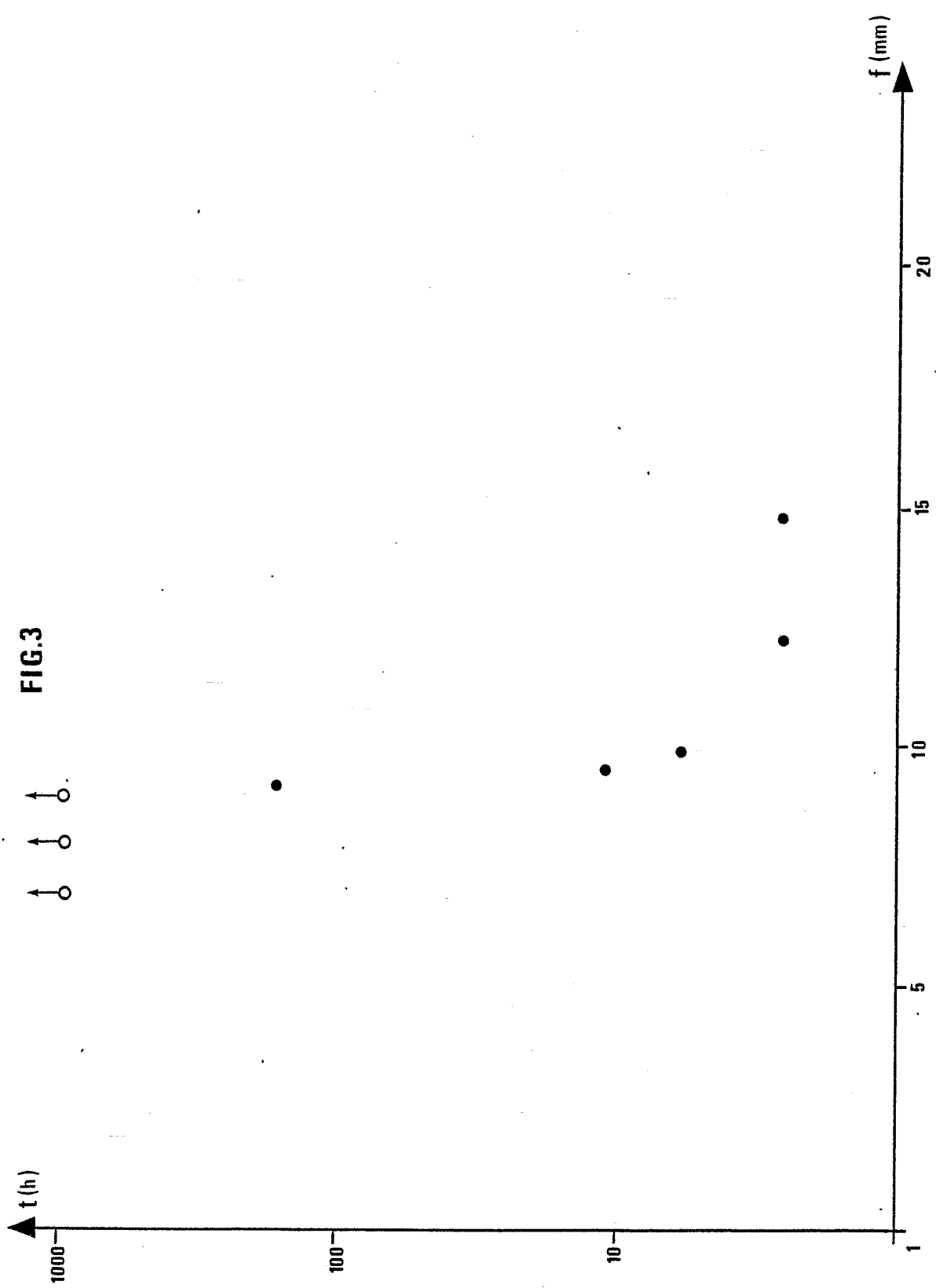


FIG. 2

9:01022

FIG.3



8401022

0401022

FIG.4

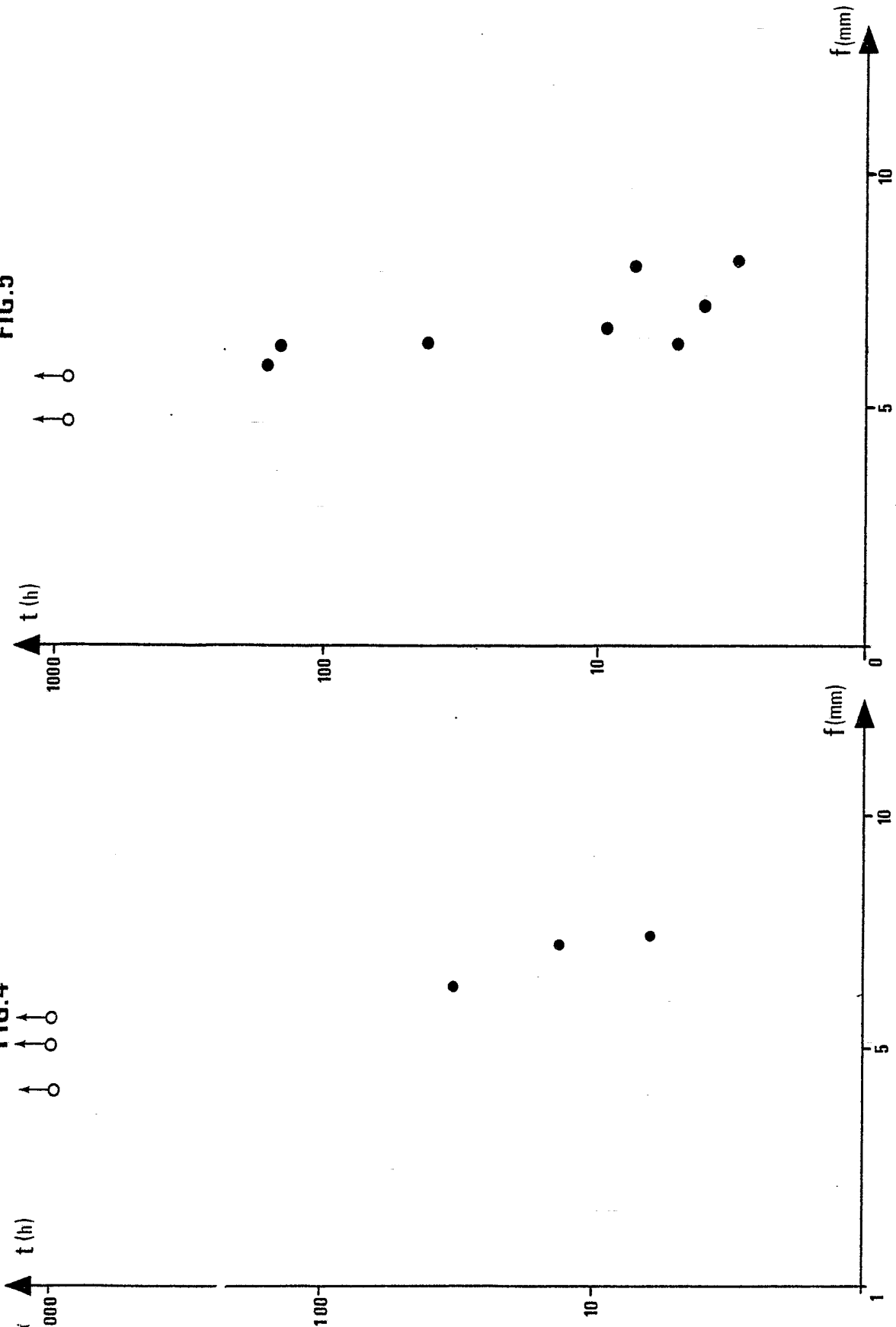
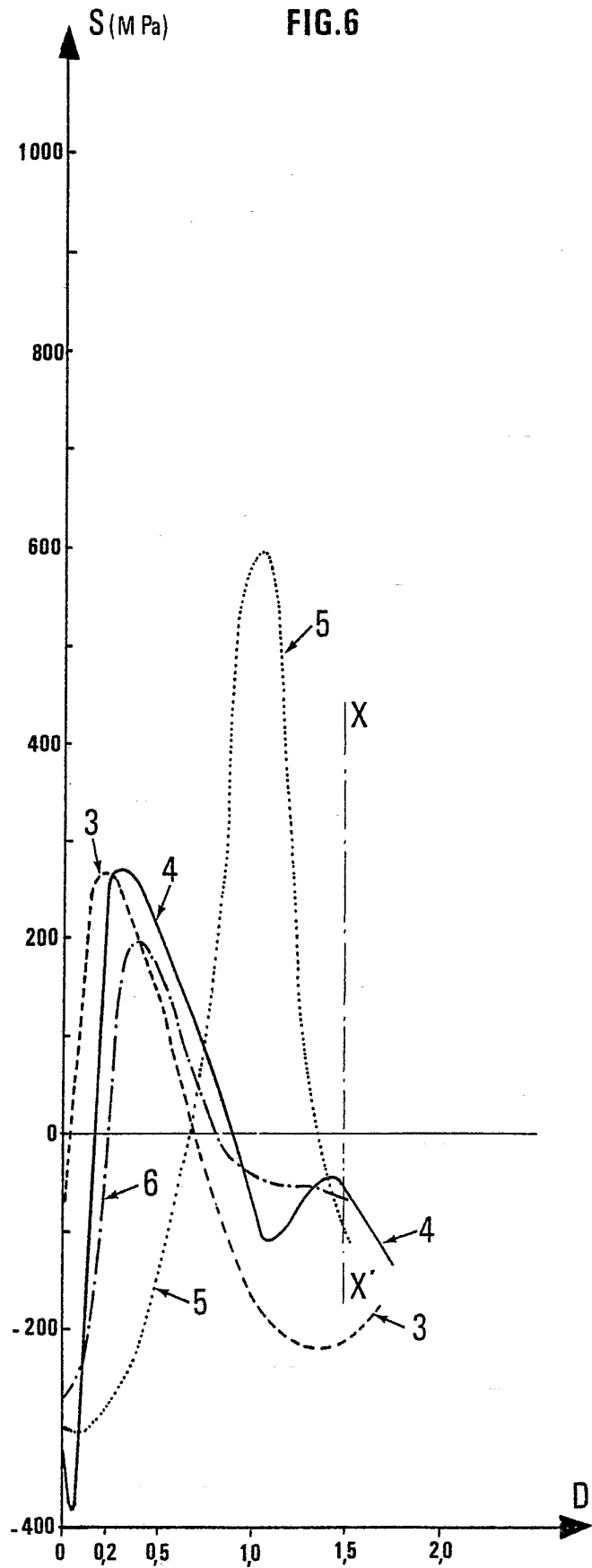


FIG.5



8401022