
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8003699**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Verbrandingsmotor met inrichting voor het verminderen van de in de uitlaatgassen aanwezige hoeveelheid schadelijke bestanddelen.**

⑤1 Int.Cl.: F01N3/28, B01D53/36, B01J35/02.

⑦1 Aanvrager: Johnson, Matthey & Co. Ltd. te Londen.

⑦4 Gem.: Mr.Ir. H.G.J. de Boer c.s.
van Doorne & Warendorf, advocaten
De Lairessestraat 131-135
1075 HJ Amsterdam.

②1 Aanvraag Nr. 8003699.

②2 Ingediend 26 juni 1980.

③2 Voorrang vanaf 29 juni 1979, 31 maart 1980.

③3 Land van voorrang: Groot-Brittannië (GB).

③1 Nummers van de voorrangsaanvragen: 7922620 , 8010768 .

②3 --

⑥1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 31 december 1980.

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.

Verbrandingsmotor met inrichting voor het verminderen van de in de uitlaatgassen aanwezige hoeveelheid schadelijke bestanddelen

De uitvinding heeft betrekking op het verminderen van de hoeveelheid rook en andere schadelijke componenten die in gasen en in het bijzonder in uitlaatgassen aanwezig zijn.

Gassen afkomstig uit stoomketels en verbrandingsmotoren bevatten dikwijls fijnverdeelde deeltjes van koolwaterstoffen en/of kool of ander vast materiaal dat in de vorm van rook te voorschijn komt. De rook uit een dieselmotor is samengesteld uit vaste/vloeibare deeltjes (d.w.z. vaste deeltjes waarop een vloeibare buitenlaag is bekleed), vaste ketenvormige aggregaten bestaande uit gekoppelde bolvormige deeltjes met een diameter tussen 10 en 80 nanometer, vloeibare sulfaten, vloeibare koolwaterstoffen en gasvormige koolwaterstoffen. De vaste/vloeibare deeltjes omvatten in het algemeen kooldeeltjes waarop vloeibare koolwaterstoffen zijn geadsorbeerd terwijl de vaste ketenvormige aggregaten in het algemeen zijn samengesteld uit hoogmoleculaire organische verbindingen en/of anorganische sulfaten.

Wanneer de motor voor de eerste maal wordt gestart ontstaat witte rook door de condensatie van waterdamp op de fijne deeltjes die in het uitlaatgas aanwezig zijn, zodat een fijne nevel wordt gevormd. De zwarte rook die door dieselmotoren wordt geproduceerd ontstaat wanneer de motor is opgewarmd en een betrekkelijk grote hoeveelheid kooldeeltjes aanwezig zijn. Bij blauwe rook is er enig kool aanwezig maar tevens een betrekkelijk grote hoeveelheid gasvormige organische verbindingen, zoals aldehyden. Ongeveer 90% van deze rook-vormende deeltjes heeft een maximale afmeting kleiner dan een micrometer hetgeen binnen de inadembare deeltjes afmeting ligt, terwijl de maximale afmeting van de resterende 10% van deze rook-vormende deeltjes kleiner is dan vier micrometer.

Het is een hoofddoel van de uitvinding tenminste de hoeveelheid in afvalgassen aanwezige rook te verminderen door de rook-vormende deeltjes in deze gasen aan een katalytische oxydatie te onderwerpen.

Het is een tweede doel van de uitvinding de hoeveelheid schadelijke gasen en fijne deeltjes aanwezig in een uitlaatgas van een verbrandingsmotor te verminderen.

Het is een volgend doel van de uitvinding te voorzien in een zodanig gemodificeerde diesel- of door benzine aangedreven verbrandings-

motor dat een aanzienlijk verminderde hoeveelheid schadelijke gasen en fijne deeltjes wordt gevormd.

In de beschrijving heeft de uitdrukking schadelijke stoffen of milieu-vervuilende middelen betrekking op koolwaterstoffen, koolmonoxyde
5 en stikstofoxyden die door de verbrandingsmotor worden gevormd alsmede op de als boven beschreven rook-vormende deeltjes.

In een eerste aspect van de uitvinding omvat de verbrandingsmotor een inrichting voor het verminderen van de hoeveelheid schadelijke stoffen in een uitlaatgas dat wordt afgegeven door de motor die tenminste
10 een afvoerpoort heeft, welke inrichting een huis omvat dat een kamer afbakt die een katalysator bevat, welke katalysator een substraat van draadvormig metallisch materiaal in gebreide, geweven of geplette vorm, een eerste laag van een op het substraat aangebracht vuurvast metaal-oxyde en een op de eerste laag aangebrachte tweede laag van een kataly-
15 tisch materiaal omvat, welke kamer een inlaat heeft die in verbinding staat met de genoemde uitlaatpoort, via welke door de motor afgegeven uitlaatgas in de kamer wordt geleid en alvorens deze via een uitlaatsysteem aan de atmosfeer wordt afgegeven door de katalysator wordt gepasseerd.

20 Gewoonlijk vindt de katalytische oxydatie van kooldeeltjes plaats bij ongeveer 400°C terwijl de normale verbrandingstemperaturen van dergelijke fijne deeltjes $700-800^{\circ}\text{C}$ bedragen. Voor koolwaterstofdeeltjes zal de katalytische oxydatie plaatsvinden bij temperaturen van omstreeks 200°C . Het effect van een katalysator op de temperatuur waarbij de katalytische oxydatie van in de uitlaatgasstroom van een dieselmotor meegevoerde fijne deeltjes plaatsvond werd bestudeerd. Er werd een aantal katalysatormonsters bereid. De katalysatoren omvatten een substraat vervaardigd van een 310 roestvrij stalen draad met een diameter van 0,025 cm, samengewonden tot een lint met een dikte van 0,010 cm, een
30 laag van alumina en een laag van een of meer metalen van de platinagroep in een lading van 2,46 mg/g alumina. Een deel van de beklede draad werd van een katalysator afgesneden en tezamen met fijnverdeeld materiaal, verzameld uit de uitlaatgasstroom van een dieselmotor, onder geleidelijke opvoering van de temperatuur verhit in het monstervak van een differentieële aftastcolorimeter (een DSC) in een atmosfeer van 1% zuurstof in argon. Monsters van de atmosfeer boven het monstervak werden via een verhitte capillaire buis naar een massaspectrometer gevoerd. Er werden

vier massagetallen gevonden: kooldioxyde (44), dubbel geladen argon (20), zuurstof (32) en water (18) of stikstof en koolmonoxyde (28). De temperatuur waarbij de differentiële grafiek van de DSC een piek vertoonde werd als de temperatuur beschouwd waarbij de verbranding van de fijne deeltjes plaatsvond. Deze temperatuur kan worden aangeduid als de "aansteek" temperatuur ("light-off"). De resultaten worden hieronder gegeven:

	<u>Alumina lading</u> (g/g van draad)	<u>Katalytische metaal(en)</u>	<u>"Light-off"</u> temperatuur (°C)
10	0,33	5,7% Rh 94,3% Pt	235
	0,28	67% Pt 33% Pd	207
	0,30	Pd	265
	0,28	Pt	220

De aansteektemperatuur van fijne deeltjes van de uitlaatgasstroom van een dieselmotor, 207-265°C, is aanzienlijk lager dan de temperatuur van de verbranding die plaatsvindt wanneer geen katalysator aanwezig is. Aangezien door de aanwezigheid van een katalysator de oxydatie van de rook-vormende deeltjes in een gas bij een lagere temperatuur dan de normale verbrandingstemperatuur kan plaatsvinden, is bijgevolg weinig of geen verhitting nodig wanneer men de katalytische oxydatie van de rook-vormende deeltjes in het uitlaatgas van een verbrandingsmotor wenst uit te voeren. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat wanneer een dieselmotor met gemiddeld tot volledig vermogen in bedrijf is de temperatuur daarvan ongeveer 400°C is, zodat geen voorverhitting van het uit de motor afkomstige uitlaatgas nodig is voordat dit uitlaatgas over een katalysator wordt gepasseerd.

Het vezelachtige metallische substraat kan de vorm van een draad hebben en zodanig zijn opgesteld dat een maximaal contact van het katalytische metaal met de uitlaatgassen wordt verkregen. Bij voorkeur heeft de draad een plat gemaakte vorm, die gewoonlijk wordt verkregen door de draad samen te wikkelen alvorens de bekleding en het katalytische metaal worden opgebracht. Bij bedrijf van een diesel- of soortgelijke motor waarbij een overmaat lucht of zuurstof in de verbrandingskamer aanwezig is verzekert een dergelijk contact dat een aanzienlijk deel van de vervuilende stoffen als boven beschreven katalytisch worden geoxydeerd.

Het metallische draadsubstraat wordt bij voorkeur zodanig binnen de kamer opgesteld dat in de uittredende gassen turbulentie wordt opgewekt.

De uitvinding omvat in een tweede aspect een werkwijze voor het verminderen van de vervuiling door uitlaatgassen van verbrandingsmotoren waarbij het uitlaatgas uit de cilinders van de motor wordt geleid in een kamer die een katalysator bevat aanwezig op een zodanig ontworpen drager dat turbulentie wordt opgewekt en de in het uitlaatgas aanwezige schadelijke stoffen in aanraking komen met de katalysator waarbij tenminste een deel van deze schadelijke componenten en fijne vaste deeltjes katalytisch worden geoxydeerd. De motor is bij voorkeur een dieselmotor.

10 Een verbrandingsmotor volgens de uitvinding omvat de volgende bijzonderheden:

- i) een kamer met een buitenwand met een veelvoud van inlaatpoorten grenzend aan de uitlaatkleppen van de motor en een uitlaatpoort grenzend aan de uitlaatpijp; en
- 15 ii) een ondersteunde katalysator die zodanig is opgesteld dat het uitlaatgas dat uit de uitlaatpoorten in de kamer stroomt door de katalysator moet passeren, die zodanig is opgesteld dat de uitlaatgasstroom tenminste gedurende de tijd dat het gas in contact is met de katalysator turbulent is.

20 Bij voorkeur omvat de in de genoemde verbrandingsmotoren toegepaste katalysator:

- a) een fijnverdeeld substraat dat in de baan van de gasstroom zodanig is opgesteld dat in de uitlaatgasstroom turbulentie wordt opgewekt;
- 25 b) een aanhechtende vuurvaste metaaloxymbekledingslaag aangebracht op het oppervlak van het substraat; en
- c) een katalytisch metaal gekozen uit de groep bestaande uit Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, Fe, Co, Ni, V, Cr, Mo, W, Y, Ce, legeringen daarvan alsmede intermetallische verbindingen die tenminste 30 20 gew.% van een of meer van de genoemde metalen bevatten aangebracht op het oppervlak of in de vuurvaste metaaloxymbekledingslaag.

De vuurvaste metaaloxymbekledingslaag bevat bij voorkeur in de vorm van een oxyde een of meer metalen van de groep bestaande uit Mg, 35 Ca, Sr, Ba, Sc, Y, de lanthaniden, Ti, Zr, Hf, Th, Ta, V, Cr, Mn, Co, Ni, B, Al, Si, Sn.

Een voorkeursbekledingsmateriaal is Al_2O_3 en aluminhydraten waar-

bij stabiliserende oxyden zoals BaO en oxyden die de katalytische activiteit bevorderen zoals TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , ThO_2 , Cr_2O_3 en NiO tevens aanwezig kunnen zijn.

Een voorkeursvorm van een katalysatorsubstraat omvat een structuur samengesteld uit geweven of gebreide draad waarbij een vorm die nog meer voorkeur heeft bestaat uit geweven of gebreide draad, nu voor de vervaardiging daarvan is samengewikkeld of plat gevouwen. Geschikte legeringen die voor de vervaardiging van de draad kunnen worden toegepast zijn corrosievaste en in het bijzonder oxydatiebestendige legeringen van onedele metalen.

Voorbeelden van dergelijke legeringen van onedele metalen zijn nikkel- en chroomlegeringen met een verzamelt Ni plus Cr gehalte groter dan 20 gew.% en legeringen van ijzer waarin tenminste een van de elementen chroom (3-40) gew.%, aluminium (1-10) gew.%, kobalt (spoor-5) gew.%, nikkel (spoor-72) gew.% en koolstof (spoor-0,5) gew.% aanwezig is. Dergelijke substraten worden beschreven in het Duitse offenlegungsschrift 2450664.

Andere voorbeelden van dergelijke legeringen die bestendig zijn tegen de strenge reactie-omstandigheden zijn ijzer-aluminium-chroomlegeringen die tevens yttrium kunnen bevatten. De laatste legeringen kunnen 0,5-12 gew.% Al, 0,1-3,0 gew.% Y, 0-20 gew.% Cr met als rest Fe bevatten. Deze worden beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3298826. Een andere reeks van Fe-Cr-Al-Y legeringen bevatten 0,5-4 gew.% Al, 0,5-3,0 gew.% Y, 20,0-95 gew.% Cr met als rest Fe, die worden beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3027252.

Naar keuze kunnen de onedele metaallegeringen minder corrosiebestendig zijn, bij voorbeeld zacht staal, maar voorzien van een beschermende bekledingssamenstelling die het oppervlak van het substraat bedekt, zoals beschreven in de Britse octrooiaanvraag 7903817. Wanneer draad als substraat wordt toegepast is de dikte daarvan bij voorkeur gelegen tussen 0,0025 en 0,050 cm, met de meeste voorkeur tussen 0,0025 en 0,030 cm.

In een bepaalde uitvoeringsvorm van de uitvinding is de katalysator in een reactiebuis aanwezig die vrijwel centraal in de uitlaatkamer is opgesteld. De uitvoeringsvorm wordt beschreven aan de hand van fig. 1. De buitenwand, 1, van de uitlaatkamer bezit openingen 7, 8, 9 en 10 die grenzerdaan en doorlopend zijn met de uitlaatpoorten van de cilinders

en een uitlaat, 12, grenzend aan de uitlaatpijp, 11. De reactiebuis, 2, die in de kamer wordt gesteund door stutten 5 en 6 bevat de ondersteunde katalysator 3. De reactiebuis is zodanig opgesteld dat het uitlaatgas bij intreden in de uitlaatkamer door de reactiebuis moet passeren en
5 aldus in nauw en doorlopend contact komt met de katalysator alvorens dit de uitlaatkamer verlaat en de uitlaatpijp binnentreedt. De uitlaatgasstroom door de uitlaatkamer wordt in het algemeen aangeduid door de pijlen F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , F_5 en F_6 . Verbrand gas stroomt naar binnen uit de cilinderpoorten via de openingen 7, 8, 9 en 10 en stroomt langs de
10 reactiebuis, 2, en daarna in de uitlaatpijp, 11. Een klemstaaf, 4, is over de uitgang van de reactiebuis geplaatst om te verzekeren dat de katalysator op zijn plaats blijft.

De katalysatordrager bestaat bij voorkeur uit gebreid draadgaas. Dit kan worden gefabriceerd tot een enkel samenhangend stuk of het kan
15 uit verschillende ringvormige secties bestaan.

De bekledingslaag en de katalysatorlaag kunnen afzonderlijk op elke sectie worden aangebracht of nadat de secties met elkaar zijn verbonden. Naar keuze kan op de drager, in secties of aan elkaar gebonden, de bekleding en de katalytische laag worden aangebracht nadat deze in
20 de reactiebuis is geplaatst.

Een verdere uitvoeringsvorm wordt beschreven in fig. 2. De buitenwand, 21, van de katalysatorkamer heeft openingen 27, 28, 29 en 30, grenzend aan en doorlopend met de uitlaatpoorten van de cilinders en een uitlaat, 32, grenzend aan de uitlaatpijp, 31. De katalysator, 23, bestaande uit een drager, een bekledingslaag en een katalytisch metaal,
25 is zodanig opgesteld dat het uitlaatgas bij intreden in de katalysatorkamer wordt gedwongen door de tussenruimten van de katalysator te passeren alvorens het de kamer verlaat en de uitlaatpijp binnentreedt. Het uitlaatgas stroomt door de katalysatorkamer als aangeduid door de
30 pijlen, F_{41} , F_{42} , F_{43} , F_{44} en F_{45} . Het gas stroomt binnen uit de uitlaatpoorten als weergegeven door F_{41} , F_{42} , F_{43} en F_{44} en dan door de katalysator naar de uitlaatbuis 22 als weergegeven door F_{45} .

In deze uitvoeringsvorm bestaat de drager voor de katalysator bij voorkeur uit gebreid draad, dat is samengesteld uit secties of uit een
35 eenheid bestaat, maar indien het uit secties bestaat, bij voorbeeld als een doughnut configuratie, worden deze normaal aan elkaar gekoppeld alvorens de drager in de kamer wordt geplaatst. Een uiteinde van de drager

wordt afgesloten door bij voorbeeld door lassen een schijf, 26, daarmee te verbinden terwijl een ringvormige schijf, 25, aan het andere uiteinde de drager op zijn plaats houdt. De ondersteunde katalysator wordt in de katalysatorkamer als weergegeven in fig. 2 opgesteld door de uiteinden daarvan die bedekt zijn met de schijven, 25 en 26, vast te maken aan de buitenwanden van de kamer. Om er zeker van te zijn dat de drager niet naar binnen inzakt is een cilindrische en geperforeerde uitlaatbuis, 22, in de katalysatorkamer opgesteld waardoor heen gas kan passeren naar de uitlaatpijp, 31. De buis, 22, kan zijn opgebouwd uit draadgas of kan bestaan uit een geperforeerde metalen buis met openingen of sleuven.

Fig. 3 stelt een andere uitvoeringsvorm voor waarbij in plaats van een geperforeerde uitlaatbuis in de katalysatorkamer een reeks van 5 starre staven, 100-500, worden toegepast die over de gehele lengte van de kamer lopen. Deze worden in een vaste ruimtelijke opstelling ten opzichte van elkaar gehandhaafd, waardoor de ondersteunde katalysator binnen de kamer stijf op zijn plaats wordt gehouden, door de toepassing van de afstandplaten, 600. De afstandplaten verbinden in paren drie van de vijf staven en zijn gewoonlijk in rechte hoeken ten opzichte van elkaar opgesteld langs een diameter van de centrale cilindrische uitlaatbuis. Men kan twee of meer paren van de afstandplaten toepassen en zij worden gewoonlijk op regelmatige afstanden in de lengte van de kamer opgesteld. Naar keuze kunnen de afstandplaten in plaats van staven worden toegepast wanneer zij over de gehele lengte van de kamer continu verlopen, zoals weergegeven in fig. 4. De staven en afstandplaten moeten worden geconstrueerd van een materiaal dat tot tenminste 800°C oxydatiebestendig is.

Een verdere uitvoeringsvorm wordt nu beschreven aan de hand van fig. 2A waarin gemakshalve slechts twee uitlaatpoorten worden weergegeven. De buitenwand 100 van de katalysatorkamer bevat openingen, 101 en 102, grenzend aan en doorlopend met de uitlaatpoorten van de cilinders en een uitlaat, 103, grenzend aan de uitlaatpijp. De katalysator, 104, die een drager, een bekledingslaag en een katalytische metaal omvat is zodanig opgesteld dat het uitlaatgas door de katalysator moet passeren alvorens het de kamer verlaat. De katalysator is in de kamer opgesteld onder toepassing van afstandsplaten, 105, als boven beschreven. Een uiteinde van de afstandsplaten, 109, is vast gemaakt aan de kamerwand, 100, terwijl een schijf of metalen plaat, 108, is vast gemaakt aan het andere

einde van de afstandsplaten om er zeker van te zijn dat geen uitlaatgas de kamer kan verlaten zonder door de katalysator te zijn gepasseerd. Het uitlaatgas stroomt in de kamer via de openingen, 101 en 102, en naar beneden door de mantels, 106 en 107, in de inwendige ruimte 110
5 voorzien door de afstandsplaten, 105. Het uitlaatgas stroomt dan door de katalysator naar buiten en daarna door de uitlaat, 103. De stroom van het uitlaatgas wordt aangegeven door de pijlen F_{90} - F_{109} .

De drager van de katalysator bestaat bij voorkeur uit gebreid draad dat samengesteld kan zijn uit vier secties of drie eenheden. Indien
10 de drager uit secties bestaat, bij voorbeeld een doughnut configuratie, worden deze normaal aan elkaar gekoppeld alvorens de drager in de kamer wordt geplaatst.

Voorbeeld I

De 200 cc motor met meerdere cilinders van een in de handel ver-
15 krijgbare met een dieselmotor aangedreven auto werd gewijzigd om de resultaten verkregen bij het uitvoeren van de uitvinding te demonstreren.

Een katalysatorkamer als aangegeven in de eerste uitvoeringsvorm (fig. 1) van de uitvinding, als boven beschreven, werd aan de motor gemonteerd. Een katalysator van gebreid gaas werd gemaakt van draad met de
20 volgende samenstelling:

	<u>Gew. %</u>
Cr	15
Al	4
Y	0,3
25 Fe	Rest

Op deze drager werd de bekleding aangebracht bestaande uit gamma-alumina gestabiliseerd met 5 gew.% BaO en een katalytische metaallaag samengesteld uit platina en palladium. De Pt/Pd lading was 2,5 g in totaal (Pt:Pd verhouding 1:1) op een totaal katalysatorvolume van
30 1370 cm^3 . De resultaten werden verkregen door de auto te laten rijden in de LA⁴ dieseltest. De koolwaterstoffen, het koolmonoxyde, de stikstofoxyden en de fijne deeltjes die in de uitlaatgas emissies aanwezig waren werden gemeten in g/km. Er werden eerst basismetingen uitgevoerd zonder katalysator in de kamer waar met een tegendruk die was ingesteld
35 op dezelfde waarde als bij aanwezigheid van de katalysator. De resultaten worden in tabel A aangegeven.

T A B E L A

Fijne vaste deeltjes

	<u>HC g/km</u>	<u>CO g/km</u>	<u>NOx g/km</u>	<u>g/km</u>
Basiscijfers	0,962	1,21	0,956	0,53
5 Gewijzigde motor	0,134	1.183	0,612	0,30

Het bleek dat de tegendruk hoog was.

Voorbeeld IA

Er werden verdere experimenten uitgevoerd met dezelfde katalysator als in voorbeeld I. Met hetzelfde voertuig werden in vier proeven uit-
 10 gedrukt in g/km cijfers de basisemissies van fijnverdeelde stoffen bepaald. Deze werden uitgebreid tot thermogravimetrische bepalingen van het percentage koolstof en vluchtige stof aanwezig in de fijne deeltjes en het g/km sulfaat aanwezig in de fijne deeltjes. De resultaten zijn als volgt:

15 Proef nr.	<u>Basiscijfers</u>			
	<u>Fijne vaste deeltjes</u>	<u>% kool</u>	<u>% vluchtige stoffen</u>	<u>Sulfaten</u>
	<u>g/km</u>			<u>g/km</u>
1	0,363	62,5	37,5	0,0094
2	0,320	58,0	42,0	0,0068
20 3	0,318	59,6	40,4	0,0075
4	0,301	61,8	38,2	0,0075

Opmerking: alle bovenstaande metingen werden voltooid met een hete LA4 rijtest.

De volledige basisemissies voor HC, CO en NOx werden tevens be-
 25 paald, waarvan de resultaten als volgt zijn:

<u>Proef nr.</u>	<u>HC g/km</u>	<u>CO g/km</u>	<u>NOx g/km</u>
1	0,219	0,978	1,109
2	0,212	0,956	1,127
3	0,221	0,976	1,116

30 Er werd een katalysator ontworpen binnen de door het voertuig gestelde beperkingen zonder dat een wijziging werd aangebracht aan de opstelling van het motorcompartiment. Dit leidde tot een katalysator-volume van 0,9 liter waarvan verwacht werd dat dit onvoldoende was, maar waarmee volledige proeven werden uitgevoerd. De resultaten hiervan
 35 zijn als volgt:

<u>Proef nr.</u>	<u>Fijne vaste deeltjes</u> <u>g/km</u>	<u>% kool</u>	<u>% vluchtige stoffen</u>	<u>Sulfaten</u> <u>g/km</u>
1	0,309	79,4	20,6	0,023
2	0,276	76,4	23,6	0,023
5 3	0,278	75,3	24,7	0,023
4	0,322	67,3	32,7	0,034
5	0,291	63,4	36,6	0,040
6	0,308	76,1	23,9	0,032

Opmerking: Het voertuig had 800 km gereden voor de eerste proef en de
 10 gehele proefperiode werd voltooid bij nagebootste stadsrij-
 omstandigheden onder toepassing van de LA4 cyclus.

De proefresultaten die voor de HC, CO en NOx emissies werden ver-
 kregen waren als volgt:

<u>Proef nr.</u>	<u>HC g/km</u>	<u>CO g/km</u>	<u>NOx g/km</u>
15 1	0,140	0,612	1,183
2	0,149	0,671	1,171
3	0,134	0,613	1,259

Voorbeeld II

Een tweede katalysatorkamer als beschreven in de tweede uitvoerings-
 20 vorm (fig. 2) werd aan de motor gemonteerd. Een drager van gebreid maas
 gemaakt van dezelfde draad als in voorbeeld I werd opnieuw toegepast met
 een bekleding van gamma alumina. De katalytische metaallaag omvatte
 7 1/2 gew.% rhodium en 92 1/2 gew.% platina. Het totale katalysatorvolume
 was 1800 cm³. Het gewicht van de toegepaste drager was bij benadering
 25 1,6 kg, terwijl 5 g aluminabekleding en 2,9g van de katalytische metalen
 Rh en Pt in de voornoemde verhouding op de drager werden aangebracht.
 Basismetingen werden uitgevoerd zonder katalysator in de aan de motor
 bevestigde kamer. De resultaten worden in tabel B aangegeven waarbij de
 auto werd gereden in de LA4 cyclus met een hete start.

30

800 3699

T A B E L B

				<u>Fijne vaste deeltjes</u>
				<u>g/km</u>
	<u>HC g/km</u>	<u>CO g/km</u>	<u>NOx g/km</u>	
Basiscijfers	0,22	0,97	1,13	0,36
5 Gewijzigde motor	0,13	0,31	1,31	0,19

De tegendruk zonder katalysator in de kamer was 6 cm kwik en met katalysator in de kamer 9,9 cm kwik. De C/H atoomverhouding van de in het uitlaatgas aanwezige fijne deeltjes voor en na passage door de katalysatorkamer werd gemeten en wordt in tabel C aangegeven bij een
10 hete start van de motor.

T A B E L C

C/H verhouding van in het uitlaatgas aanwezige vaste deeltjes

		<u>Voor katalysator</u>	<u>Na katalysator</u>
C		63	80
15 H		37	20

Dit is een maat voor de vermindering van het gehalte aan organische verbindingen van de uitlaatgassen. De concentratie van het in de uitlaatgassen aanwezige sulfaat voor en na de katalysator werd gemeten en bleek ongewijzigd te zijn.

20 De verdere resultaten die werden verkregen worden aangegeven in tabel D voor een koude start van de motor.

T A B E L D

				<u>Fijne vaste deeltjes</u>
				<u>g/km</u>
	<u>HC g/km</u>	<u>CO g/km</u>	<u>NOx g/km</u>	
25 Basiscijfers	0,26	0,81	1,2	0,39
Gewijzigde motor	0,151	0,171	1,16	0,26
Gewijzigde motor	0,136	0,158	1,16	0,25

De samenstelling van de in het uitlaatgas aanwezige fijne deeltjes wordt in tabel E aangegeven voor een koude start van de motor.

30 T A B E L E

			<u>Geadsorbeerde HC's</u>
			<u>g/km</u>
	<u>Sulfaten g/km</u>	<u>Kool g/km</u>	
Basiscijfers	0,069	0,21	0,103
Gewijzigde motor	0,069	0,18	0,016

35 De resultaten in tabellen B, C, D en E werden verkregen onder toepassing van een in de handel verkrijgbare met dieselmotor aangedreven auto. De motor was gewijzigd en een katalysatorkamer aangebracht als

eerder beschreven. De auto had 800 km in een proefcircuit afgelegd alvorens deze werd gereden onder taxi-omstandigheden met de maximale snelheid van 40 km per uur.

Er werden verdere proeven uitgevoerd met een in de handel verkrijgbare met dieselmotor voorziene auto. Een katalysatorkamer als beschreven in de tweede uitvoeringsvorm, weergegeven in fig. 2, werd aan de motor gemonteerd. Er werd een drager gemaakt van 310 roestvrij staal-draad met een diameter van 0,025 cm dat was vlak gemaakt tot een dwarsafmeting van 0,010 cm alvorens het werd gebreed. De drager werd bekleed met een gamma-aluminalaag. De katalytische metaallaag omvatte 5,7% rhodium en 94,3% platina in een lading van 0,88 g/dm³. Het gewicht van de gebruikte draad was 3.200 g met 1.200 g bekleding. Het totale volume van de toegepaste katalysator was 3,56 dm³.

Het gewicht van de fijne deeltjes in het uitlaatgas werd gemeten door een bekend uitlaatvolume door een verdunningstunnel te leiden, waar dit werd verdund met een gegevenvolume lucht om te voorkomen dat de vaste stoffen zouden bezinken alvorens de gassen door een filterkussen waren geleid. Uit het gewicht van de fijnverdeelde stoffen kan men een waarde voor de fijnverdeelde stoffen in g/uur berekenen. De in het uitlaatgas aanwezige fijnverdeelde stoffen werden verder geanalyseerd waarbij het thermogravimetrische gewicht werd gegeven, alsmede het gewicht van vluchtige componenten, koolwaterstoffen, koolstof en sulfaat. Met de voornoemde methode werd een aantal filterkussens voor de analyse toegepast. Het gewicht van het sulfaat in fijnverdeelde stoffen werd gemeten door een natte chemische analyse van de fijnverdeelde stoffen. Een ander monster werd in een thermogravimetrische balans geplaatst waar het monster in een inerte atmosfeer werd verhit tot een temperatuur van 780°C tot het gewicht constant was. Het gewichtsverlies tussen het begingewicht en het eindgewicht levert het gewicht van de aanwezige vluchtige componenten. Lucht werd ingeleid en de verhitting voortgezet tot het gewicht opnieuw constant bleef. Het verschil in dit gewicht en de waarde van het voorafgaande constante gewicht geeft de hoeveelheid aanwezige koolstofcomponenten aan. De rest bestond uit as en niet-brandbare materialen zoals ijzer.

Basismetingen werden uitgevoerd waarbij een spruitstuk aan de motor werd vast gemaakt in plaats van de kamer die de katalysator bevatte. Metingen werden uitgevoerd waarbij de auto werd gereden in de LA4 koude start dieseltest, zie tabel F de, LA4 hete start dieseltest, zie tabel G,

800 3699

en de verkeerswegrijproef, zie tabel H. De verkeerswegrijproef betrof de standaardproefcyclus die in de U.S.A. wordt toegepast voor brandstofverbruikspoeven.

5 De resultaten van tabellen F en G worden weergegeven in grafische vorm in fig. 5-9, LA⁴ cyclus koude start en in fig. 10-14 voor de LA⁴ cyclus hete start (basiscijfers stippellijn en gewijzigde motor getrokken lijn).

10 De verlaging van de concentratie aan fijnverdeelde stoffen (gemeten in g/km) in een I C motor volgens de uitvinding wordt weergegeven in kolom 3. De verlaging van de hoeveelheid geadsorbeerde koolwaterstoffen en koolstof aanwezig in de fijnverdeelde stoffen werd resp. weergegeven in kolommen 7 en 9. Sulfaatcijfers tonen in sommige gevallen een toename maar het absolute niveau van de emissie blijft laag.

15 Er werden tegendrukmetingen uitgevoerd. Dit betreft het verschil in druk van de gassen bij het verlaten van de uitlaatpoorten en bij het verlaten van de kamer. De resultaten worden weergegeven in tabel J voor de auto die in de LA⁴ cyclus werd gereden en in tabel K voor de verkeerswegproef.

T A B E L F (koude start I.A4)

Km	Totale vaste deeltjes g/km	Percentage verschil	Sulfaat g/km	Percentage verschil	Geadsorbeerde koolwaterstoffen g/km	Percentage verschil	Koolstof g/km	Percentage verschil
0	0,398		0,006		0,1501		0,243	
0 Gewijzig- de motor	0,179	-55,0	0,0059	+44	0,027	-82,1	0,146	-39,7
960	0,177	-55,5	0,0110	+95,6	0,0336	-77,6	0,1323	-45,4
1920	0,213	-46,5	0,00756	+34,5	0,0451	-69,9	0,1600	-34,1
2880	0,138	-65,3	0,00621	+10,4	0,0198	-86,6	0,1122	-53,7
4800	0,196	-50,6	0,0146	+158,9	0,0408	-72,8	0,1410	-41,9
5760	0,261	-34,3	0,041	+633,3	0,0827	-44,9	0,1374	-43,3
6720	0,228	-42,8	0,0124	+121,1	0,0238	-84,2	0,1913	-21,1
7840	0,174	-56,1	0,006	+11,1	0,0327	-78,3	0,1355	-44,1
8160 Basis	0,433		0,0162		0,1274		0,2889	
8800 Gewijzig- de motor	0,165	-61,9	0,00869	-46,3	0,0304	-76,1	0,1259	-56,4
9760	0,198	-54,3	0,0234	+44,8	0,0423	-66,8	0,1318	-54,4
13600	0,191	-55,8	0,0095	-41,3	0,0274	-78,5	0,154	-46,6
20000 Basis	0,406		0,0144		0,126		0,265	
20000 Gewijzig- de motor	0,193	-52,4	0,0120	-16,9	0,0307	-75,6	0,151	-43,2

T A B E L G (hete start IAA)									
Km		Totale vaste deeltjes g/km	Percentage verschil	Sulfaat g/km	Percentage verschil	Geadsorbeerde koolwaterstoffen g/km	Percentage verschil	Koolstof g/km	Percentage verschil
0	Basis	0,358		0,00501		0,144		0,209	
0	Gewijzigde motor	0,165	-53,8	0,0041	-17,7	0,027	-81,3	0,134	-35,9
960		0,134	-62,4	0,0047	-6,5	0,0226	-84,3	0,1071	-48,7
1920		0,149	-58,4	0,00456	-9,1	0,0228	-84,1	0,1214	-41,9
2880		0,128	-64,2	0,00590	+17,7	0,0205	-85,7	0,1018	-51
4800		0,194	-45,6	0,022	+336,4	0,0380	-73,6	0,1345	-35,6
5960		0,190	-46,9	0,026	+411,2	0,0441	-69,3	0,1204	-42,3
6720		0,177	-50,5	0,0143	+185,5	0,0170	-88,2	0,146	-30,2
7840		0,164	-54,0	0,00913	+82,0	0,0190	-86,8	0,136	-34,7
8160	Basis	0,343		0,0121		0,1222		0,2076	
8800	Gewijzigde motor	0,142	-58,6	0,0119	-1,0	0,0190	-84,5	0,1110	-46,7
9760		0,166	-51,5	0,023	+91,7	0,0163	-86,7	0,127	-39,0
13600		0,174	-49,3	0,0114	-5,7	0,0187	-84,7	0,14	-30,9
20000	Basis	0,326		0,0103		0,131		0,185	
20000	Gewijzigd	0,179	-45,1	0,0081	-21,2	0,0218	-83,3	0,149	-19,6

8003699

T A B E L H (verkeerswegproef)

Km	Totale vaste deeltjes g/km	Percentage verschil	Sulfaat g/km	Percentage verschil	Geadsorbeerde koolwaterstoffen g/km	Percentage verschil	Koolstof g/km	Percentage verschil
0 Basis	0,333		0,0106		0,129		0,193	
2880 Gewijzigde motor	0,222	-33,3	0,0348	+229,6	0,0489	-62,0	0,138	-28,5
9760 Basis	0,308		0,0110		0,1058		0,191	
9760 Gewijzigde motor	0,561	+82,1	0,0806	+633,0	0,0142	-86,6	0,466	+143,8
13600 Basis	0,385		0,0178		0,1396		0,2276	
13600 Gewijzigde motor	0,346	-10,1	0,0219	+23,2	0,0622	-55,5	0,262	+15,1
20000 Basis	0,391		0,019		0,1438		0,2274	
20000 Gewijzigde motor	0,233	-40,3	0,026	+35,5	0,0613	-57,4	0,145	-36,3

8003699

T A B E L J

Tegendruk in cm kwik

<u>Afgelegde km's</u>		<u>Basis</u>		<u>Na katalysator kamer</u>	
		<u>Max.</u>	<u>Gem.</u>	<u>Max.</u>	<u>Gem.</u>
5	<u>Hete start</u>				
	0	7,92	1,60	7,32	1,91
	2880			8,69	2,54
	6720			9,7	2,49
	7840			9,32	2,31
10	8800			13,6	4,8
	9760	6,14	1,65	11,6	3,63
	13600			8,41	2,44
	20000			6,05	2,15
	<u>Koude start</u>				
15	0	6,70	1,22	8,99	2,18
	2880			8,00	2,92
	6720			1,7	2,44
	7840			11,4	2,43
	8800			12,3	4,19
20	9760	12,3 [‡]	1,55	11,7	3,51
	13600			8,33	2,44
	20000			6,4	2,11

[‡]Hoge cijfer vermoedelijk veroorzaakt door roetafzettingen

T A B E L K

Tegendruk in cm kwik

	<u>Afgelegde km's</u>	<u>Basis</u>		<u>Na katalysator kamer</u>	
		<u>Max.</u>	<u>Gem.</u>	<u>Max.</u>	<u>Gem.</u>
5	2880			8,48	5,03
	9760	5,1	2,8	10,3	7,4
	13600			7,92	5,1

T A B E L L

Tegendruk in cm kwik

	<u>Afgelegde km's</u>	<u>Basis</u>		<u>Na katalysator kamer</u>	
		<u>Max.</u>	<u>Gem.</u>	<u>Max.</u>	<u>Gem.</u>
10	0	7,32	1,42	8,13	2,03
	13600	11,38	1,55	11,7	3,51

In de beschrijving zijn de volgende afkortingen toegepast die
15 de volgende betekenissen hebben.

CVS - constante volume bemonstering.

LA4 - Los Angeles cyclus als voorgeschreven door het EPA
(Environmental Protection Agency) en die een standaardproefcyclus betreft
die is ontworpen om een rit naar het werk onder verkeersomstandigheden
20 in Los Angeles na te bootsen. Dit betreft een proef waaraan verder alle
nieuwe voertuigen worden onderworpen.

Taxi-cyclus - een proefcyclus van ongeveer 80 km lang goedge-
keurd door EPA en uitgevoerd bij lage snelheden tot ten hoogste 40 km
per uur die perioden omvat dat het voertuig stilstaat en de motor
25 stationair draait.

C O N C L U S I E S

1. Verbrandingsmotor gekenmerkt door een inrichting voor het vermindern van de hoeveelheid schadelijke stoffen in uitlaatgassen afgegeven door de motor die tenminste een uitlaatpoort bevat, welke inrichting een huis omvat dat een kamer vastlegt die een katalysator bevat,
5 welke katalysator een substraat gemaakt van vezelachtig metallisch materiaal in gebreide, geweven of geplette vorm, een eerste laag van een vuurvast metaaloxysde aangebracht op het substraat en een tweede laag van een katalytisch materiaal aangebracht op de eerste laag omvat, welke kamer een inlaat heeft die in verbinding staat met de uitlaatpoort waar-
10 door uit de motor afgegeven uitlaatgas in de kamer wordt geleid en door de katalysator wordt gepasseerd alvorens dit via een uitlaatsysteem in de atmosfeer wordt afgevoerd.
2. Motor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het huis een aantal inlaten omvat die overeenkomen met het aantal uitlaatpoorten van de
15 motor.
3. Motor volgens conclusies 1-2, met het kenmerk, dat de inrichting grenzend aan de uitlaatpoorten van de motor is opgesteld.
4. Motor volgens conclusies 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat het metallische substraat zodanig is opgesteld dat een maximum contact tussen het
20 katalytische materiaal en het uitlaatgas tot stand wordt gebracht.
5. Motor volgens conclusies 1-4, met het kenmerk, dat het katalytische materiaal bestaat uit een metaal of een metallische legering of een samenstelling die twee of meer metalen en/of oxyden daarvan bevat.
6. Motor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het metallische
25 substraat de vorm heeft van een lint met tenminste twee vrijwel vlakke tegenover elkaar liggende oppervlakken.
7. Motor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het vezelachtige metallische materiaal de vorm heeft van een draad.
8. Motor volgens conclusies 1-7, met het kenmerk, dat het metallische
30 substraat turbulentie opwekt in de uitlaatgassen die de kamer verlaten.
9. Motor volgens conclusies 1-8, met het kenmerk, dat de vuurvaste metaaloxydelaag wordt gekozen uit: Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, de lanthaniden, Ti, Zr, Hf, Th, Ta, V, Cr, Mn, Co, Ni, B, Al, Si en Sn.
10. Motor volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de eerste laag
35 is gemaakt van Al_2O_3 , aluminiumhydraten, BaO, TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , ThO_2 of Cr_2O_3 .

800 3699

11. Motor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het substraat is gemaakt van een corrosiebestendige legering die een onedel metaal bevat.
12. Motor volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat het substraat is gemaakt van een nikkel en chroombevattende legering, waarvan het ge-
5 mengde nikkel plus chroomgehalte groter is dan 20 gew.%.
13. Motor volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat het substraat is gemaakt van ^{een} legering van ijzer die tenminste een van de volgende elementen omvat: chroom (3-40) gew.%, aluminium (1-10) gew.%, kobalt (spoor-5) gew.%, nikkel (spoor-72) gew.% en koolstof (spoor-0,5) gew.%.
- 10 14. Motor volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de onedele metaallegering yttrium in een hoeveelheid van 0,1-3,0 gew.% omvat.
15. Motor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het substraat bestaat uit een metallisch materiaal met een dikte van 0,0025-0,050 cm.
16. Motor volgens conclusies 1-15, met het kenmerk, dat het katalysa-
15 tormateriaal bestaat uit een metaal gekozen uit Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, Fe, Co, Ni, V, Cr, Mo, W, Y, Ce, legeringen die tenminste een van deze metalen bevatten en intermetallische verbindingen die tenminste 20 gew.% van een of meer van deze metalen bevatten.
17. Verbrandingsmotor volgens een van de voorafgaande conclusies
20 bestaande uit een dieselmotor.
18. Werkwijze voor het verminderen van de vervuiling veroorzaakt door uitlaatgas van verbrandingsmotoren, met het kenmerk, dat het uitlaatgas van de cilinders van de motor wordt geleid in een kamer die een katalysator op een drager bevat van zodanig ontwerp dat turbulentie tot
25 stand wordt gebracht en de in het uitlaatgas aanwezige schadelijke stoffen in aanraking komen met de katalysator en tenminste een deel van de schadelijke componenten en fijnverdeelde materialen katalytisch worden geoxydeerd.

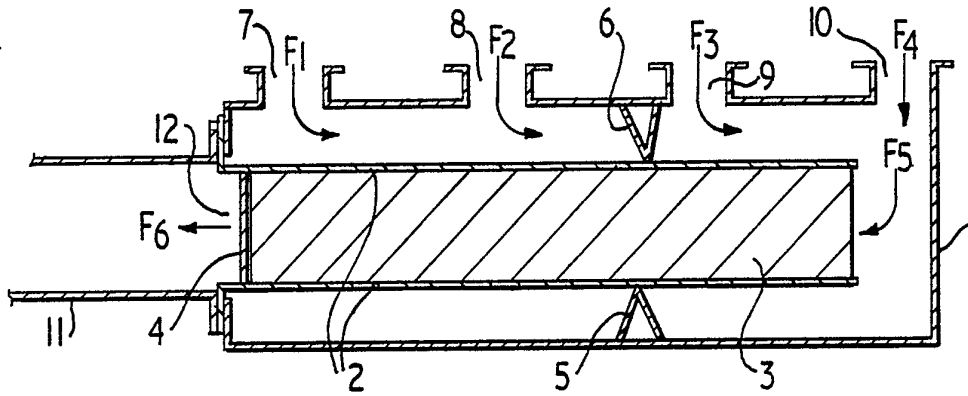


Fig.1.

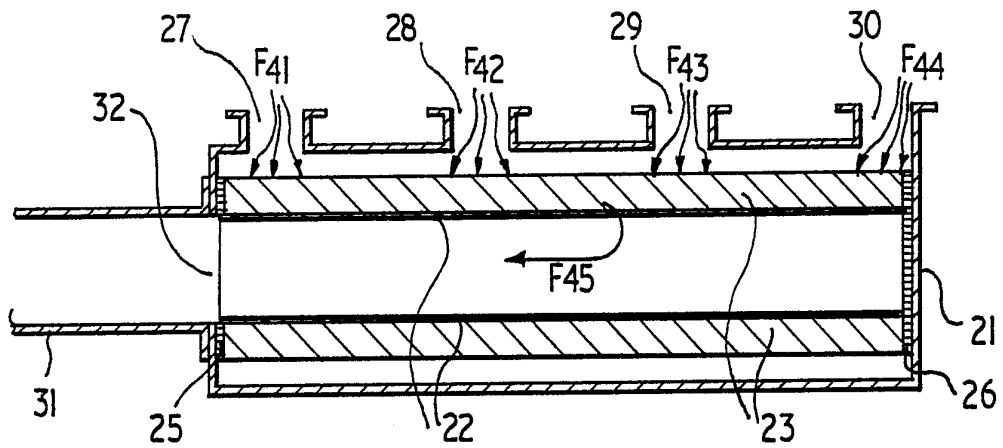
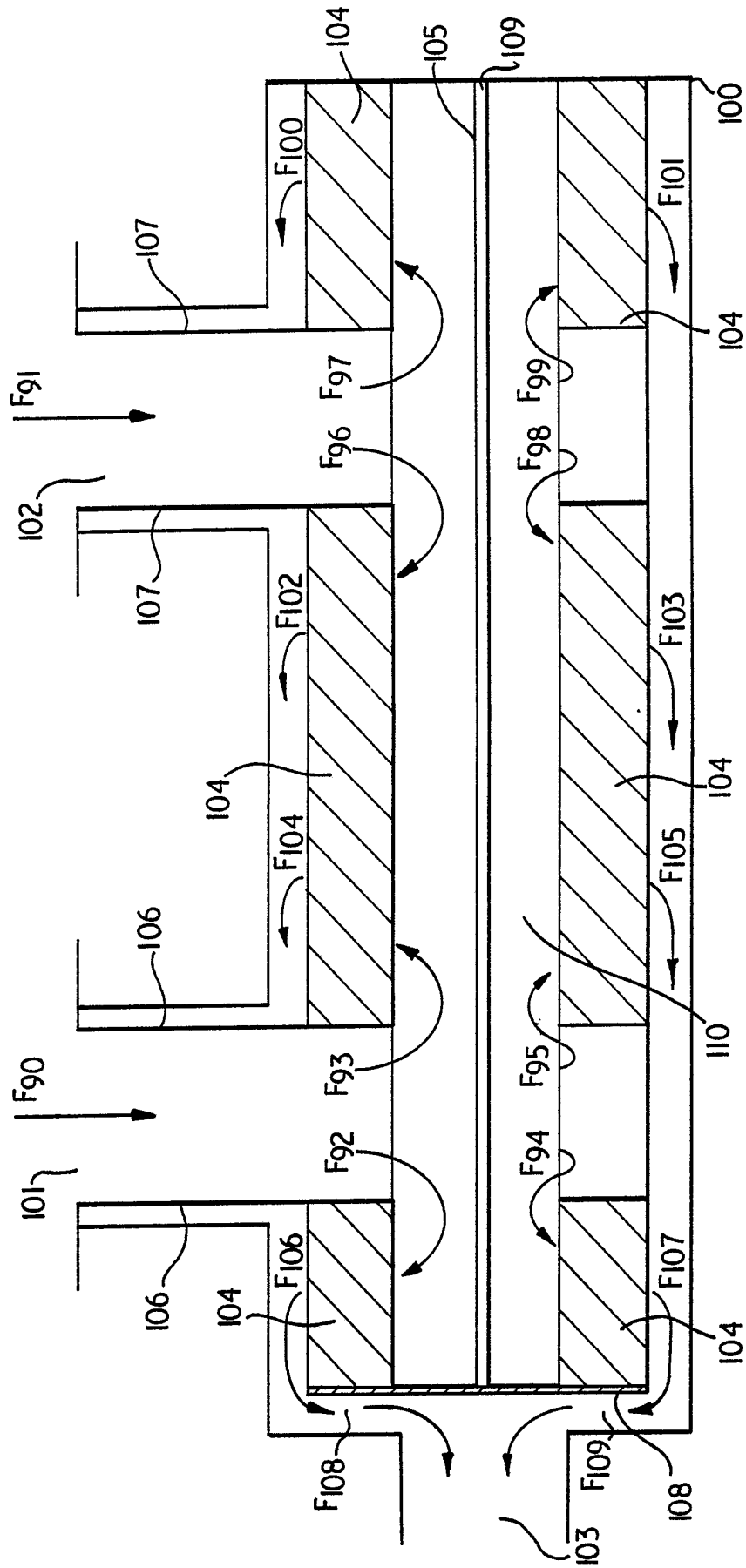


Fig.2.

Fig.2A.



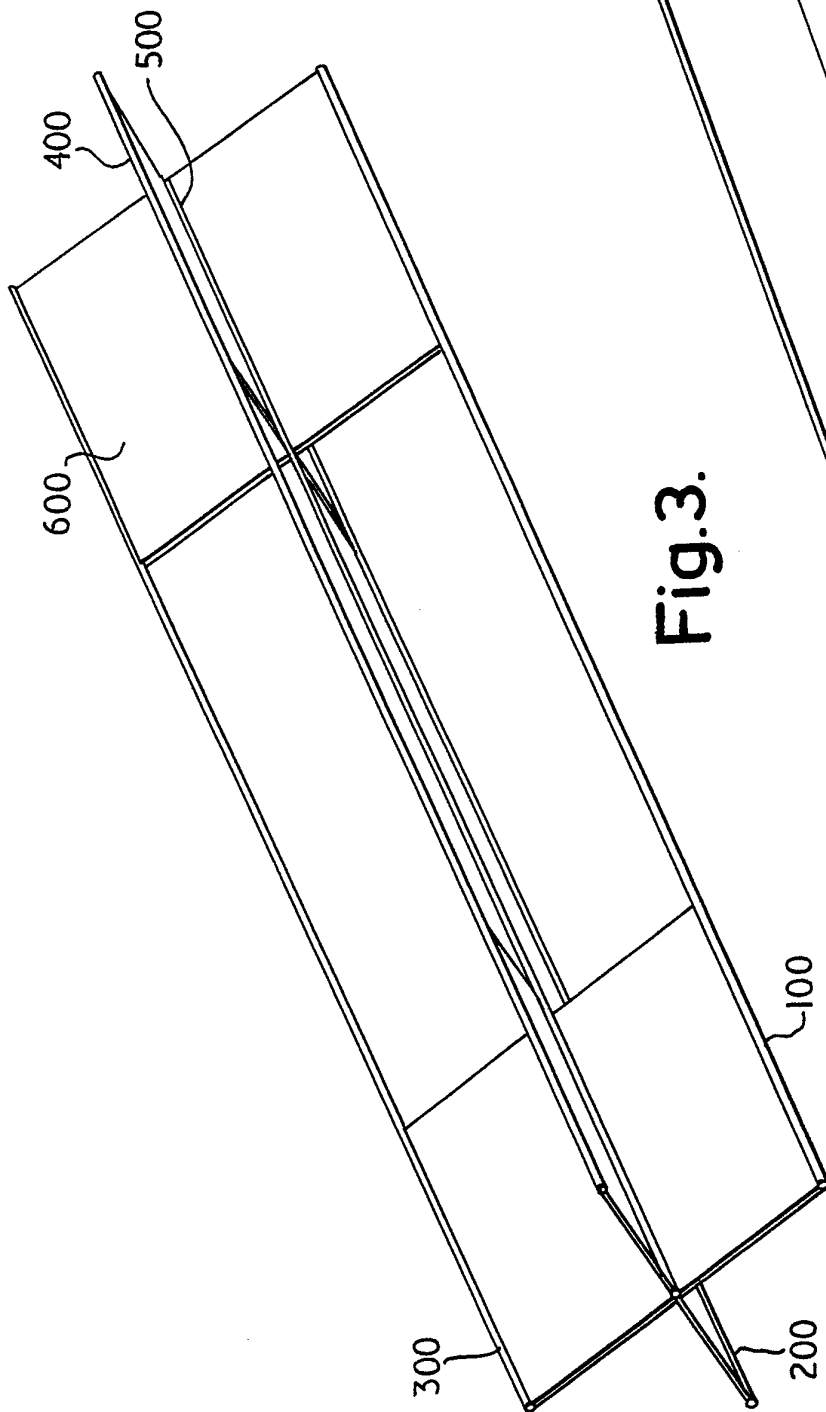


Fig. 3.



Fig. 4.

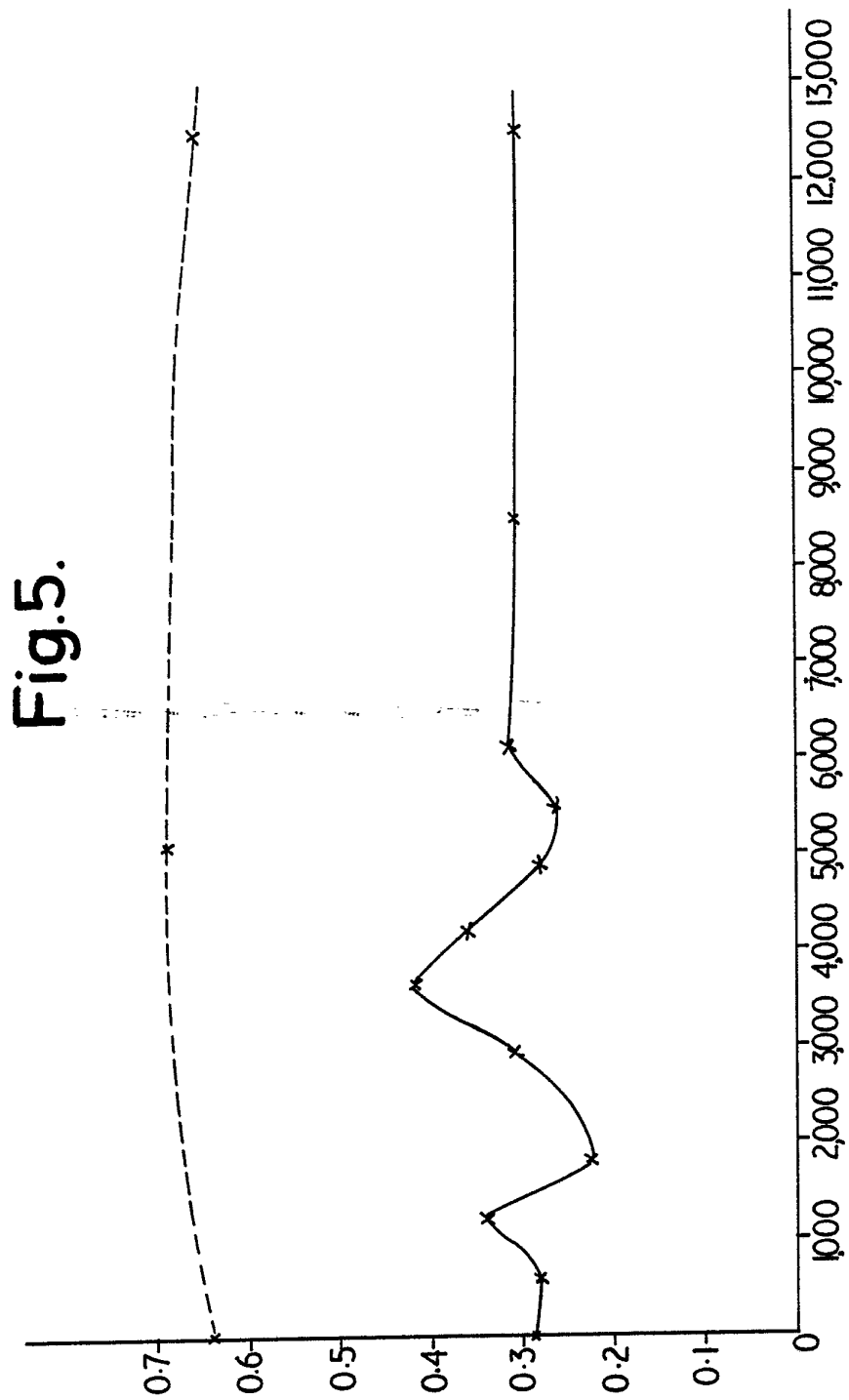


Fig.6.

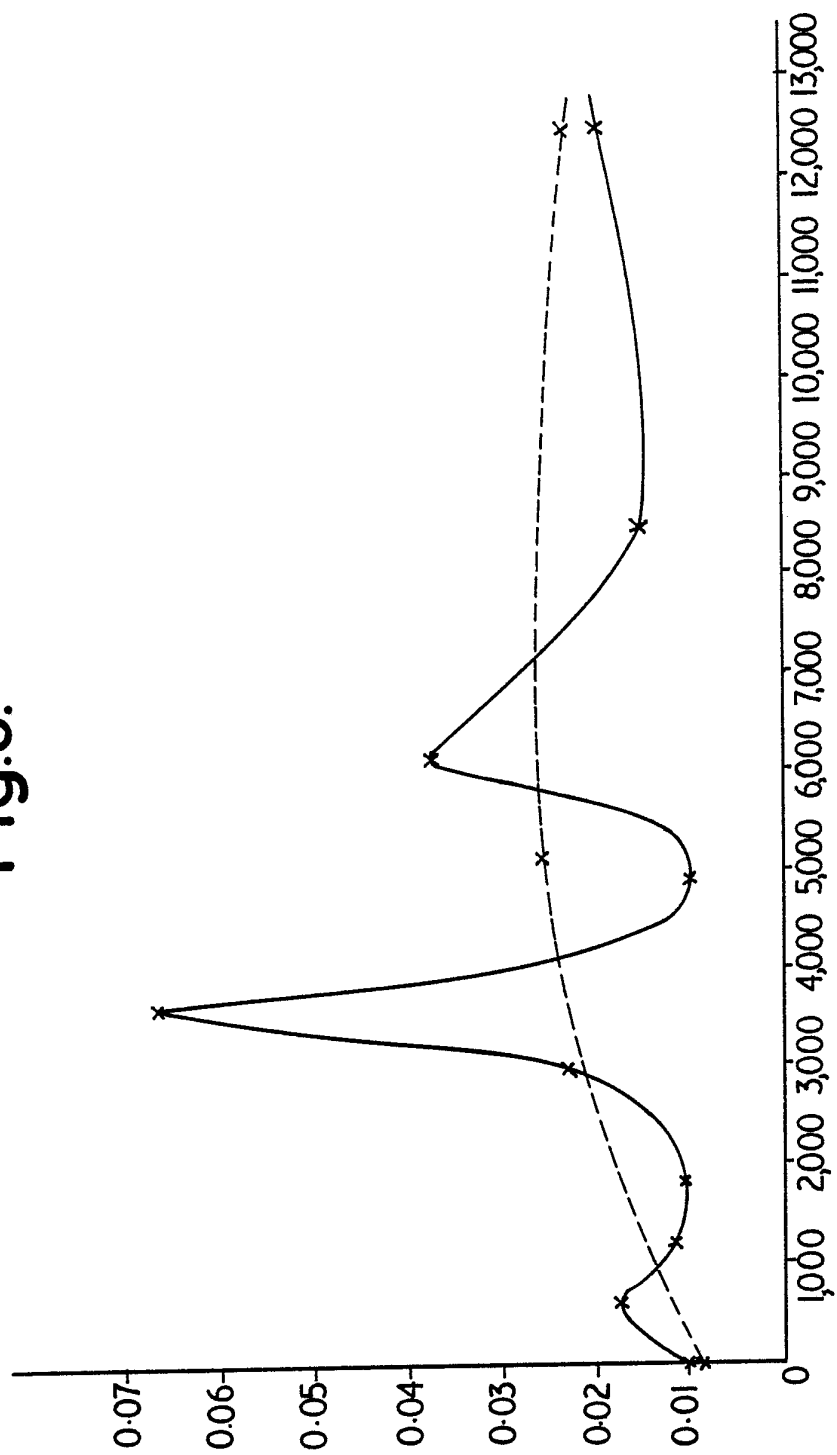


Fig.7

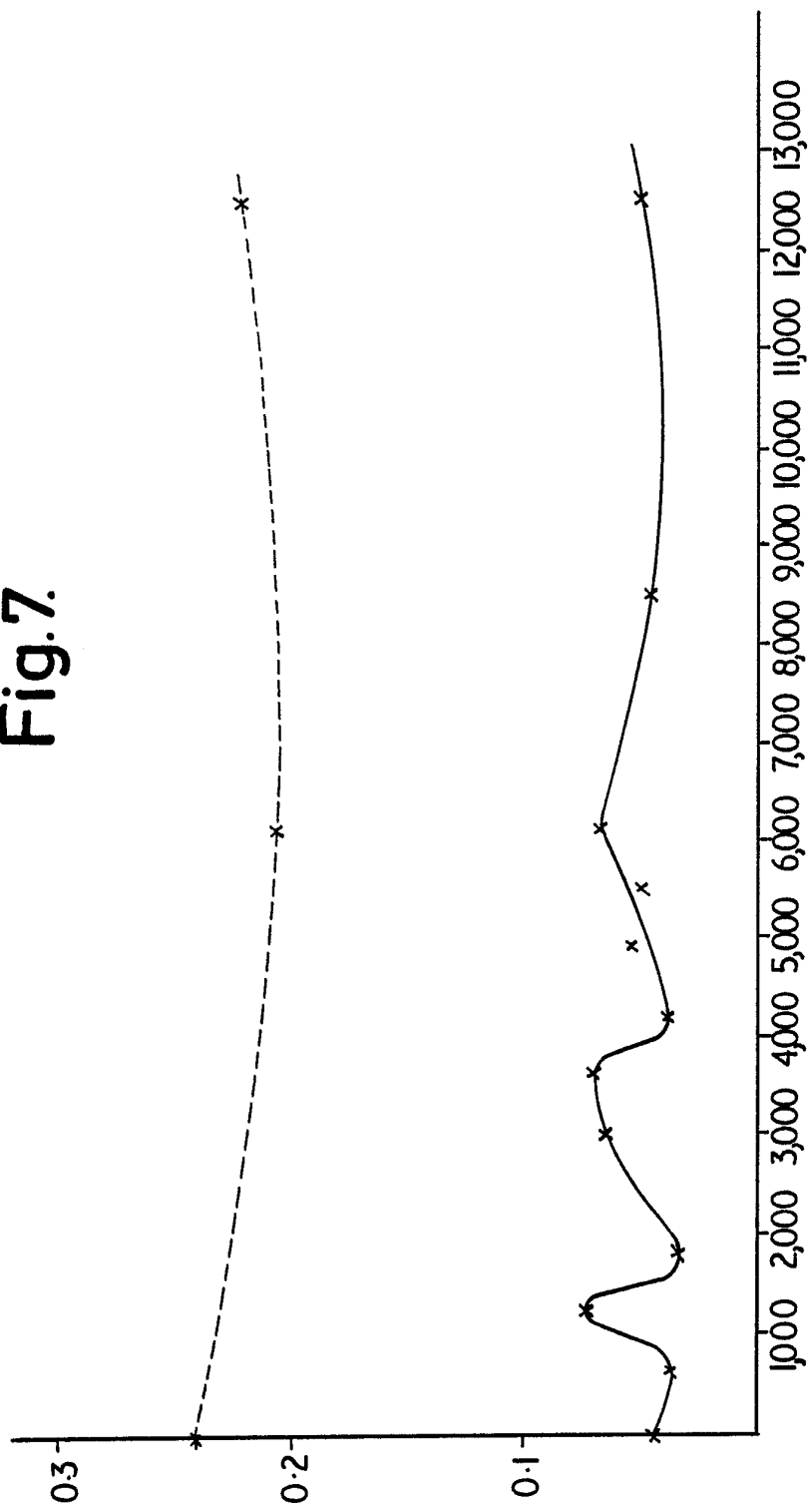


Fig.8.

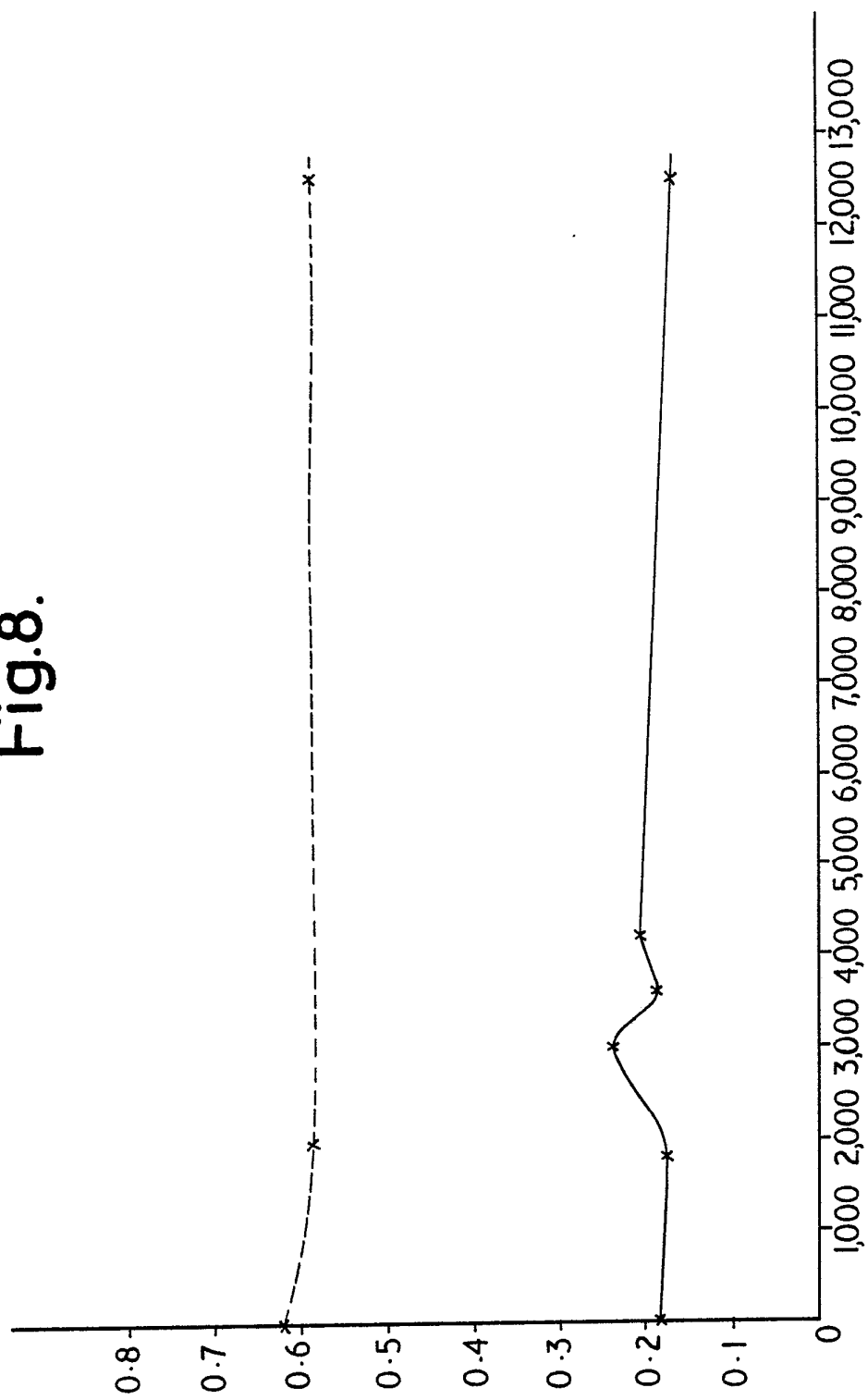


Fig.9.

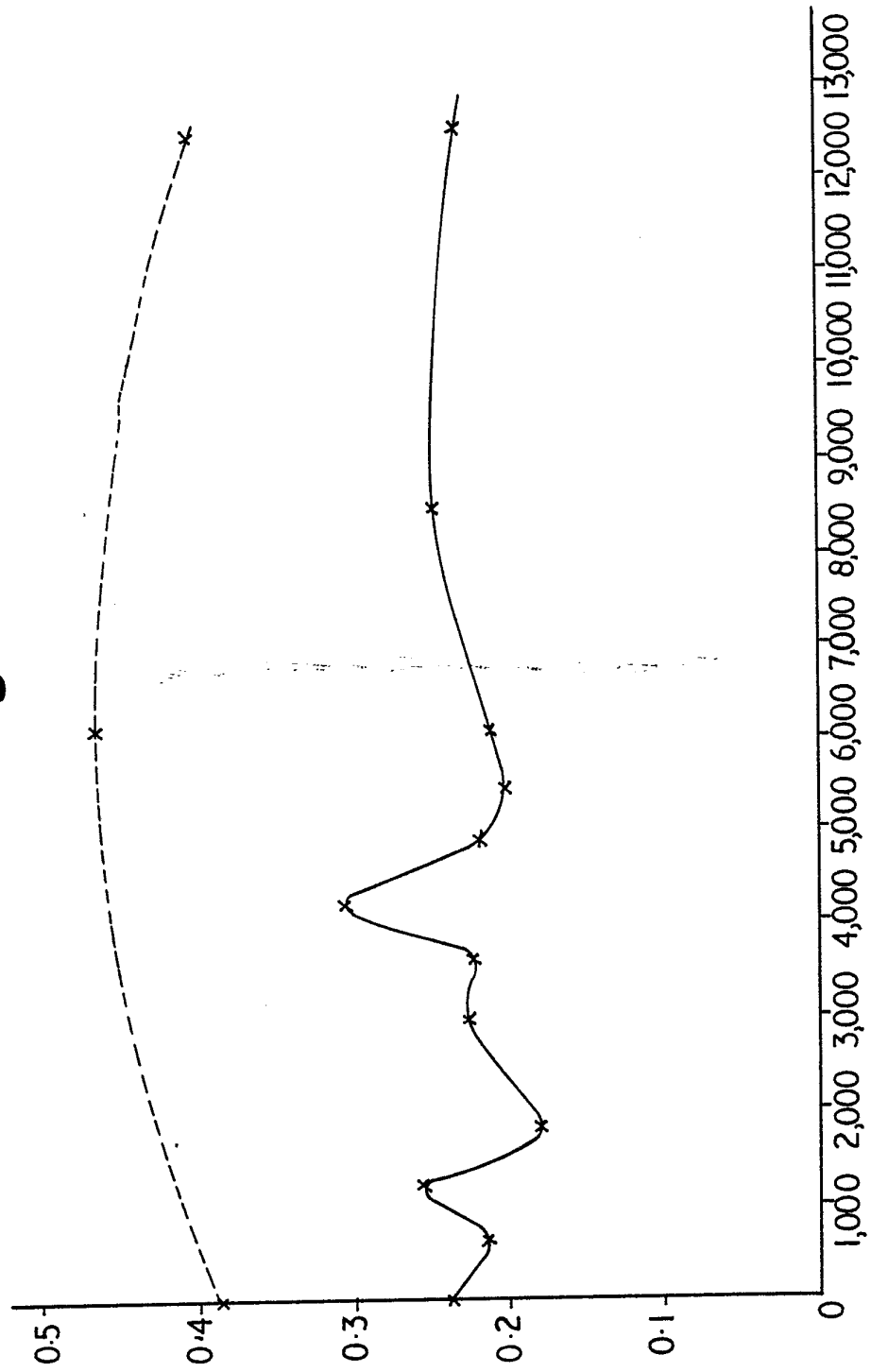


Fig.10.

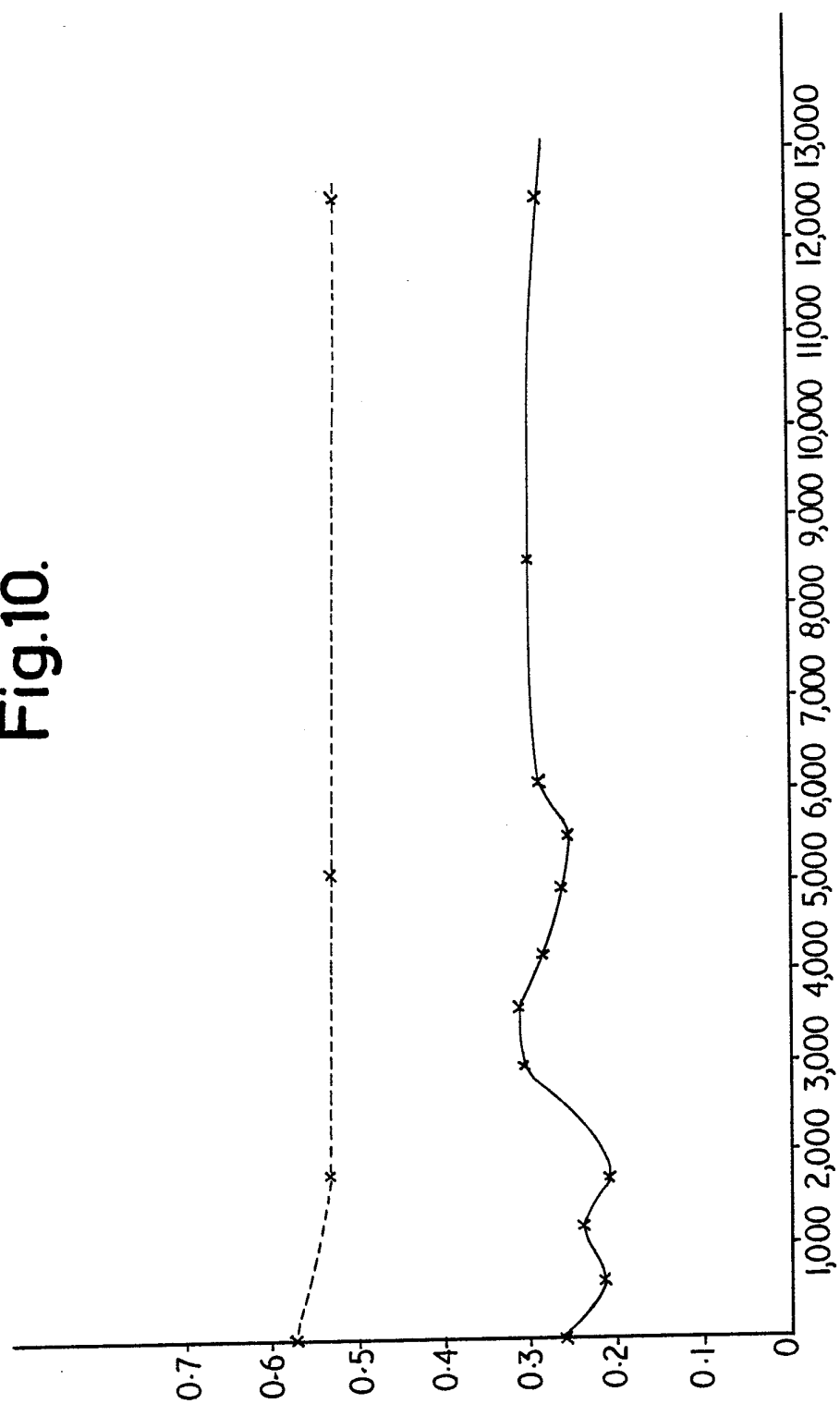


Fig.11.

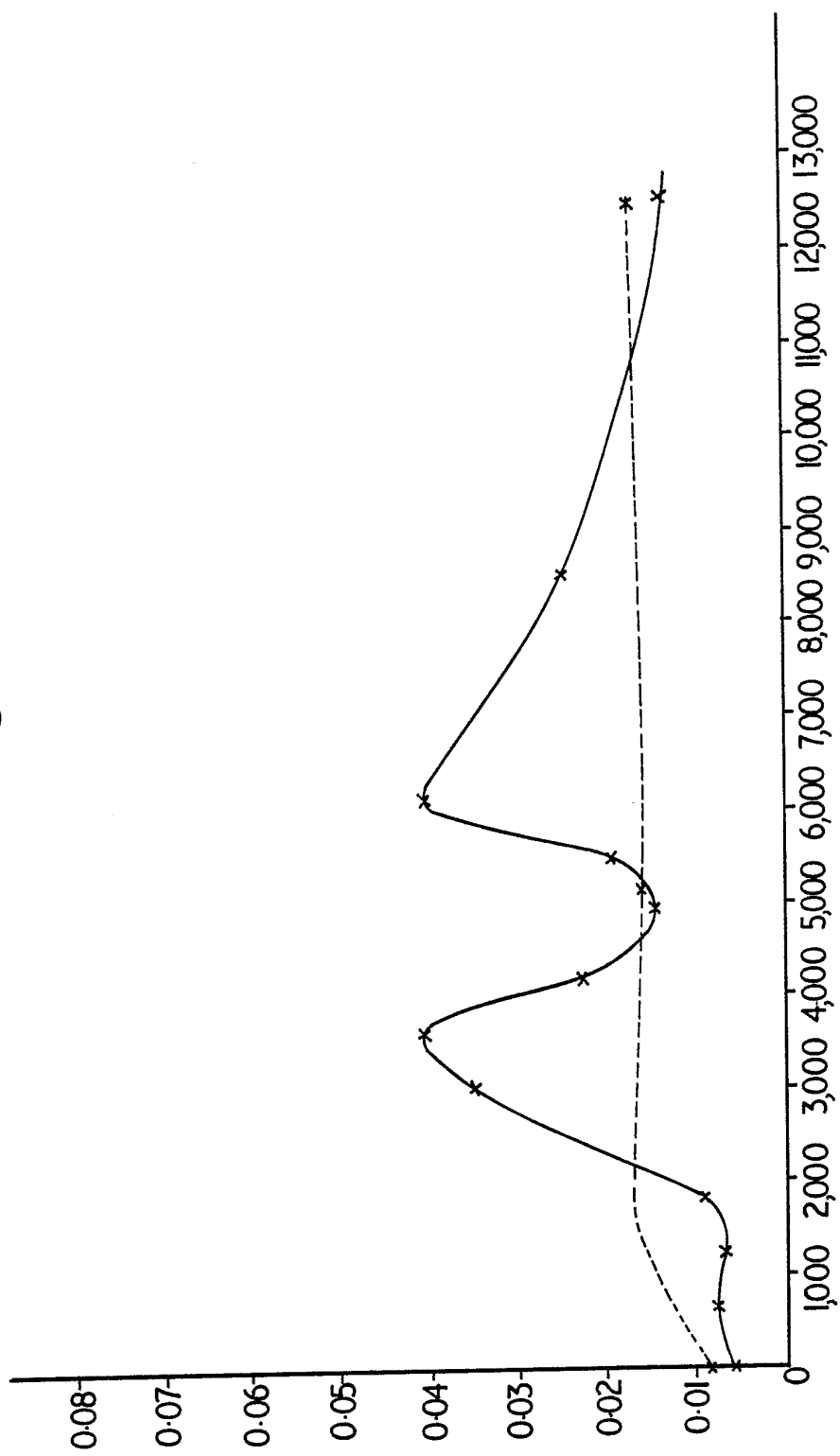


Fig.12.

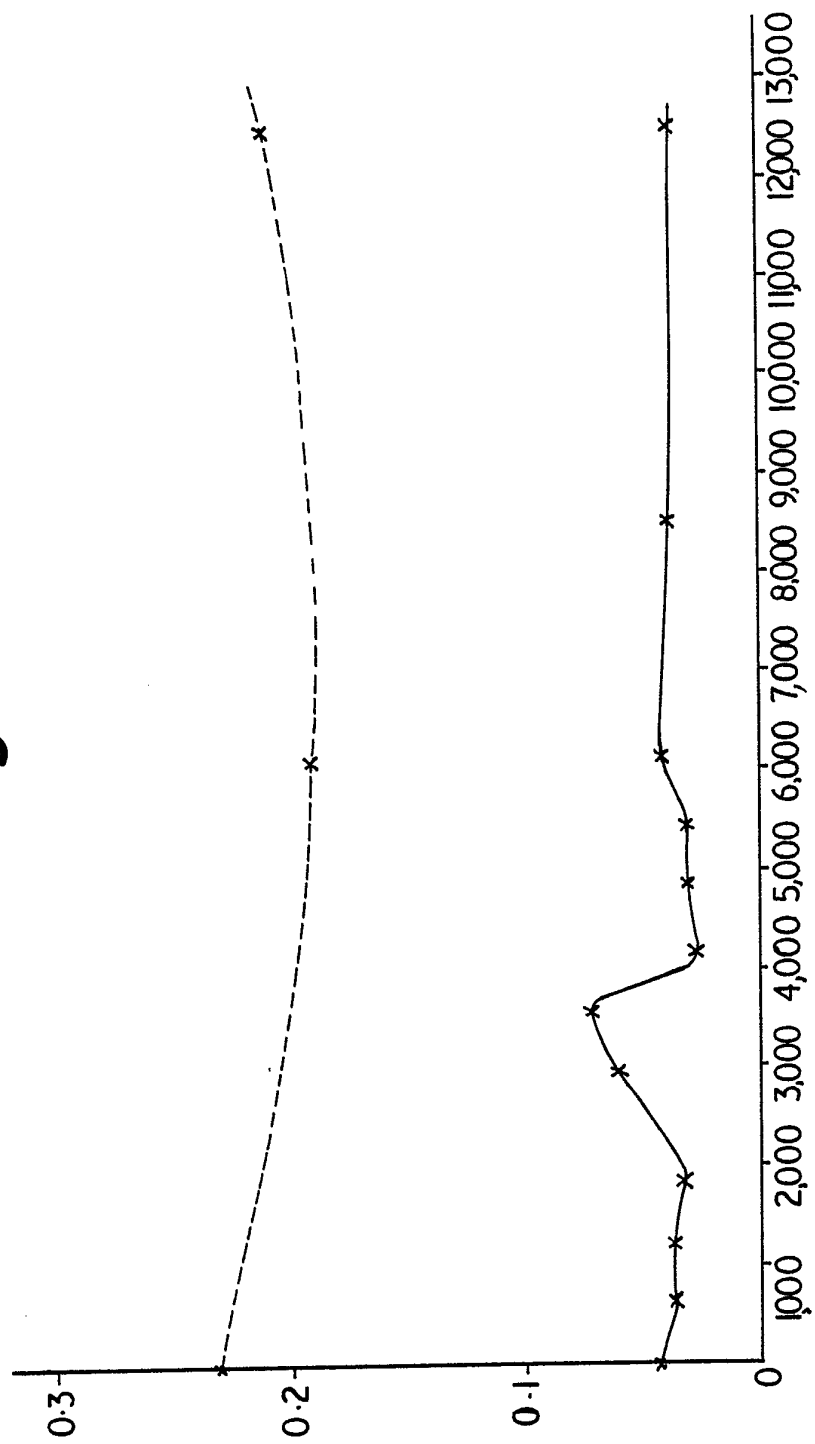


Fig.13.

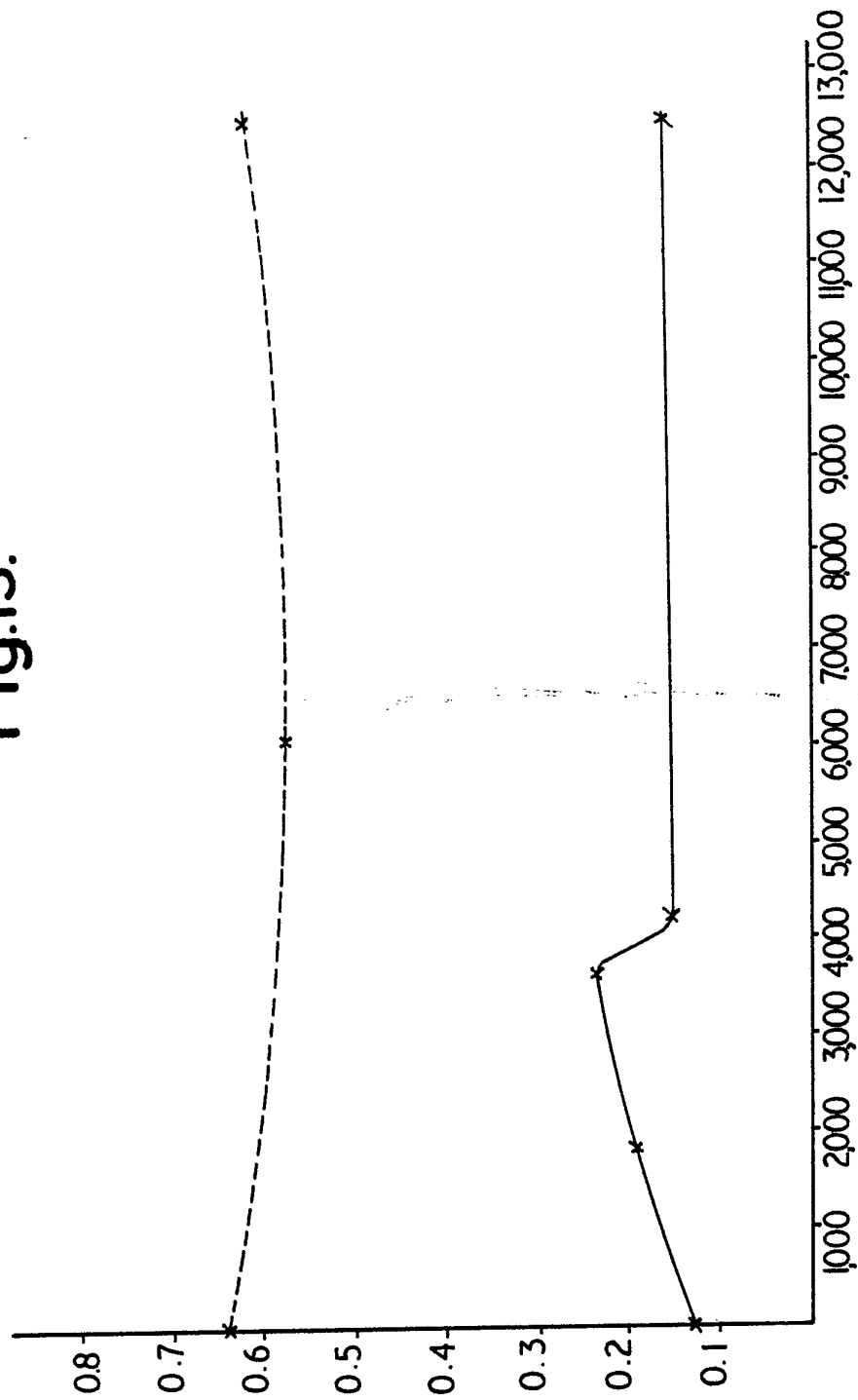


Fig.14.

