



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8303851**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze voor het regenereren van katalytische filters met vaste deeltjes en bijbehorende inrichting.**
- ⑤1 Int.Cl.³: F01N 3/18, F02D 9/02, B01D 41/00// B01J 35/04.
- ⑦1 Aanvrager: Johnson Matthey Inc. te Westchester, Pennsylvanië, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. F.X. Noz c.s.
Algemeen Octrooibureau
Boschdijk 155
5612 HB Eindhoven.

- ②1 Aanvraag Nr. 8303851.
- ②2 Ingediend 9 november 1983.
- ③2 Voorrang vanaf 27 januari 1983.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 461586 .
- ⑥2 - -

- ④3 Ter inzage gelegd 16 augustus 1984.

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

Korte aanduiding: Werkwijze voor het regenereren van katalytische filters met vaste deeltjes en bijbehorende inrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het
5 regenereren van een katalytisch filter met vaste deeltjes voor een verbrandingsmotor met een of meer cilinders. Afgasstromen uit verbrandingsmotoren, met name dieselmotoren, moeten deeltjesvormige filters hebben, aangebracht binnen het afgassysteem om het afgas te zuiveren voordat dit wordt afgevoerd naar de atmosfeer. Ten einde een effectieve
10 lange levensduur te verkrijgen voor dergelijke filters is het noodzakelijk om af en toe verzamelde deeltjes te verwijderen, met name omdat een te grote hoeveelheid het filter kan doen verstopen en een ongewenste tegendruk kan veroorzaken, hetgeen vooral bij dieselmotoren het meest ongewenst is.

15 Meestal wordt dit bewerkstelligd, zoals aangegeven in het Amerikaanse octrooi 4.211.075 door een regeneratiesysteem, waarmee de opgeslagen deeltjes worden ontstoken, worden afgebrand en zodoende wordt het filter gezuiverd. Het grootste deel van dergelijke systemen werkt onder verhoging van de verbrandingstemperatuur tot een niveau
20 waarbij de deeltjes ontbranden. Dit is met name gedaan door het smoren van de totale toegevoerde lucht of door het blokkeren van volledige gedeelten van de motor waardoor deze niet in werking zijn of door het doen ontbranden van een spaarbrander waardoor de temperatuur van het afgas actief wordt verhoogd. Andere voorbeelden van bekende
25 systemen zijn weergegeven in het Amerikaanse octrooi 4.270.936 en het Duitse Offenlegungsschrift 2.756.570, in welke twee literatuurplaatsen elektrische verwarmers worden toegepast om de temperatuur van het filter te verhogen.

De bewerkingen die betrekking hebben op het smoren van de
30 toe te voeren lucht van de verbrandingsbronnen, met name de motoren, die in staat zijn tot het verhogen van de temperatuur van het verbrandingsgas, geven ook ongewenste en nadelige problemen, met name vanwege het smoren zelf, hetgeen leidt tot een gebrek aan zuurstof bij het in werking zijn van de motor tijdens de regeneratiecyclus.
35 Dit kan op zijn beurt leiden tot oncontroleerbare temperaturen tijdens het verbranden van de deeltjes. Daarbij is waargenomen dat bij verschillende toerengetallen belastingspunten er bepaalde waarden voor het smoren zijn, waarbuiten de motor onregelmatig loopt en

8303851

waarbij grote hoeveelheden CO, HC en deeltjes vrijkomen. Dit verschijnsel van onregelmatig lopen lijkt steeds gepaard te gaan met zuurstofniveaus in de afgassen, die gelegen zijn beneden de minimaal vereiste waarde voor de regeneratie van het filter.

5 Volgens de uitvinding wordt een werkwijze en inrichting verkregen voor de regeneratie van katalytische bedekte deeltjesvormige filters, zoals van een filtertype beschreven in de Amerikaanse octrooi-aanvraag 161.873, ingediend op 23 juni 1980 en opnieuw ingediend op 9 december 1982 onder nummer 488.277 en op basis van octrooiaanvraag 10 55.403, ingediend op 6 juli 1979, opnieuw ingediend op 30 september 1982, onder nummer 429.423 en zoals vermeld in de Britse octrooiaanvragen 2.024.646 en 2.054.402A. Het is gewenst om een regeneratie van dergelijke filters te verkrijgen zonder een aanzienlijke stijging te bewerkstelligen in de temperatuur van het afgas. Het ontbranden en af- 15 branden van de opgeslagen deeltjes wordt in feite bewerkstelligd, volgens de uitvinding, door het controleren van het gehalte van het afgas uit de motor en met name door de controle van het afgas dat wordt uitgestoten door een aantal cilinders in deze motor, die in paren zijn gegroepeerd of afzonderlijk zijn gelegen. Door deze uitvoerings- 20 vorm kan het gecombineerde afgas, afkomstig van de cilinders, effectief worden geregeld zodat in de afgasstroom op het punt de verschillende afgasstromen worden gemengd, zodat er voldoende "brandstof" is om bij de katalysator van de filters een exotherm te doen ontstaan zoals verder zal worden verduidelijkt. Anderzijds zal de verkregen warmte de deeltjes 25 doen ontbranden of ten minste warme plaatsen doen ontstaan nabij of binnen de verzamelde deeltjes met de daarop volgende ontbranding, hetgeen dient om een zuivering te doen optreden en zodoende het filter zal regenereren.

De katalysatordeklaag op de gekatalyseerde filters ontwikkelt 30 een exotherm wanneer oxideerbare brandstoffen zoals koolmonoxide en gasvormige koolwaterstoffen in aanwezigheid van voldoende zuurstof worden toegevoerd aan de katalysator boven de temperatuur waarbij de katalysator actief is, met name boven 200 °C. De exotherm die daarbij wordt ontwikkeld zal afhankelijk zijn van de hoeveelheid van de 35 "brandstof" die wordt toegevoerd en ook van de katalysatoractiviteit.

De onderhavige uitvinding kan worden toegepast bij elk gekatalyseerd deeltjesvormig filter samen met een afgasstroom uit een

8303051

verbrandingsbron. De uitvinding is echter met name toepasbaar op afgas-
stromen van dieselmotoren. De onderhavige uitvinding wordt in eerste
instantie toegepast door aan een gekatalyseerd filter een gasvormige
brandstofemissie toe te voeren uit een verbrandingsbron bij een
5 temperatuur die is gelegen boven de ontbrandingstemperatuur van de
gasstroom van het filter. De ontbrandingstemperatuur van een gekataly-
seerd filter verschilt van filter tot filter en is verschillend voor
elk bepaald materiaal (gas, deeltjes en dergelijke) dat moet worden
geoxideerd. De geschikte en respectieve ontbrandingstemperatuur kan
10 experimenteel worden bepaald. Zo kan bijvoorbeeld een deel van een
katalysator geleidelijk worden verwarmd door het verhogen van de
temperatuur samen met deeltjesvormig materiaal dat is verzameld uit
de afgasstroom van een verbrandingsbron in de monsterhouder van een
differentiële scanningcolorimeter in een atmosfeer van 1% zuurstof en
15 argon. Monsters van de atmosfeer boven de monsterhouder worden gevoerd
via een verwarmde capillaire buis naar een massaspectrometer. Vier
massagetallen worden bepaald (1) koolmonoxide, (2) dubbel geladen argon,
(3) zuurstof en water of stikstof, en (4) kooldioxide. De temperatuur
waarbij de differentiële plot van de differentiële scanningcolorimeter pieken
20 geeft wordt opgetekend als zijnde de temperatuur waarbij de ver-
branding van de deeltjes plaatshad en deze temperatuur is de ont-
brandingstemperatuur voor de ontbranding van de deeltjes.

De onderhavige werkwijze omvat de volgende stappen: tijdens het
in werking zijn van de verbrandingsbron worden aan het gekatalyseerde
25 filter, boven de ontbrandingstemperatuur van de toegevoerde gassen, de
afgassen toegevoerd die voldoende "brandstof" bevatten, welke voldoende
zijn om een exotherm te ontwikkelen zodat het gekatalyseerde filter
wordt opgewarmd om de aanwezige vaste deeltjes te doen ontbranden in het
filter en in contact worden gebracht met de katalysator gedurende een
30 voldoende lange tijdsduur om een nagenoeg kwantitatieve hoeveelheid van
de deeltjes die eerder zijn verzameld en opgeslagen in het filter
te doen verbranden.

Volgens een eerste aspect van de onderhavige uitvinding wordt
een werkwijze en apparatuur verkregen op een efficiënte wijze om het
35 zuurstofniveau in de afgasstroom tot bij of juist boven het onregelmatig-
heidspunt te verhogen. Dit wordt uitgevoerd door pulseren of slechts
met tussenpozen het smoorsysteem te bewerken volgens een tevoren bepaalde

0305551

bewerkingscyclus. In het algemeen moet het smoren volgens de uitvinding worden uitgeoefend, zodat dit leidt tot het punt van onregelmatigheid en de hoge gasvormige uitstoting met een geschikte regeling om de smorende werking op te heffen, hetgeen op zijn beurt opnieuw leidt tot een verhoogd zuurstofgehalte in het afgas. De verkregen hoge gasvormige en zuurstof houdende afgasstromen vanuit de respectievelijk geregelde cilinders worden gemengd in het afgassysteem voordat deze in contact komen met de katalysator, waarbij de gemengde gassen de "brandstof" voor de regeneratiebewerking bevatten.

De pulsering van de luchttoevoer van de hierbij toegepaste werkwijze kan in de praktijk periodiek worden uitgevoerd met de hand of automatisch, in respons op een variëteit van gevoelige condities of combinaties hiervan. Dergelijke condities omvatten bij voorkeur, doch zijn daartoe niet beperkt, het toerental van de motor of tegendrukken veroorzaakt door het filter zelf. Wanneer de regeneratie in de praktijk wordt uitgevoerd verdient het de voorkeur dat dit gedurende een bepaald tijdsinterval wordt uitgevoerd, van ten minste enkele seconden, zodat een aanzienlijke hoeveelheid van de opgeslagen vaste deeltjes worden verbrand en het filter wordt geregenereerd.

De pulsering van de luchttoevoer kan worden uitgevoerd op een aantal verschillende wijzen. Een manier is het gebruik van een multi-punt controlesysteem, dat, voor een motor met een aantal cilinders, elk de eigen toevoervertakkinglijn heeft, waarbij deze toevoervertakkinglijn wordt gemodificeerd door een kleine regelklep in elk hiervan te plaatsen. Dit maakt het mogelijk dat de motor wordt gesmoord op een cilinder door een cilinderbasis, waardoor een snelle responstijd mogelijk is en een hoge pulseersnelheid of cyclus mogelijk wordt. Met name geldt dat met verwijzing naar een vier-cilindermotor en de nummering van de cilinders 1, 2, 3 en 4, van voren naar achteren, de twee centrale cilinders 2 en 3 kunnen worden geregeld als een paar, onafhankelijk van de cilinders 1 en 4. Door het regelen van de vleugelkleppen van de cilinders 2 en 3 tot het punt waarbij de kleppen snel worden gecycleerd via de gesloten en open omstandigheden, waarbij deze cilinders de cilinders zijn waarmee een afgas met een laag zuurstofgehalte wordt verkregen, welk afgas rijk is aan CO en HC. De cilinders 1 en 4 kunnen anderzijds normaal worden bewerkt zodat zij een normaal, zuurstofrijk afgas bevatten. Een dergelijke bewerking scheidt het rijke

8303851

gas van het gas met een hoog zuurstofgehalte door de helft van een motoromwenteling met de stroom van het afgas binnen het filter waardoor een voldoende menging ontstaat voor het afgas van de cilinders 1-4 om een goede exotherm snel op de katalysator te verkrijgen wanneer eenmaal de brandstof in contact komt met de katalysator zelf.

Een andere manier is om elk van de vier vleugelkleppen voor de cilinders 1-4 te verbinden zodat ze gelijktijdig kunnen worden geactiveerd, maar de mate waarin de kleppen voor de cilinders 1 en 4 kan worden gesloten, te regelen door middel van op geschikte wijze geplaatste sluitingen die de waarde van de afsluiting zullen beperken. Op deze manier zullen de kleppen die de toevoer van de luchtstroom voor de cilinders 1 en 4 regelen slechts gedeeltelijk worden gesmoord tijdens elke puls binnen de cyclus. Verder kunnen naast de vleugelkleppen ook roterende bladen worden toegepast met bladen die over 360° roteren in overeenstemming met een te voren bepaalde doch regelbare rotatiesnelheid.

Volgens de uitvinding wordt ook een inrichting verkregen voor het uitvoeren van de diverse aspecten volgens de werkwijze van de uitvinding zoals boven is beschreven. De inrichting kan één of meer motorcilinders omvatten. Door het uitvoeren van de onderhavige werkwijze is het mogelijk de deeltjes die worden uitgestoten uit een dieselmotor in een voertuig te regelen tot ongeveer 0,1 g per 1000 en een automatische regeneratie te verkrijgen van het filter zonder significante aandrijfperceptie van de bewerking van de regenerator.

De eerste doelstelling volgens de uitvinding is het verkrijgen van een eenvoudige en effectieve werkwijze en inrichting voor de regeneratie van een gekatalyseerd deeltjesvormig filter in een afgasstroom voor verbranding. Deze en andere doelstellingen volgens de uitvinding zullen nader worden toegelicht aan de hand van een nauwkeurige beschrijving van de uitvinding en de bijbehorende conclusies. De uitvoeringsvorm volgens de uitvinding is nader toegelicht aan de hand van de volgende tekening, waarbij:

fig. 1 is een schematische weergave van de bij voorkeur toegepaste apparatuur volgens de uitvinding,

fig. 2 is een schematische langsdoorsnede van een gekatalyseerd deeltjesvormig filter dat kan worden toegepast bij de inrichting volgens fig. 1,

8303851

fig. 3a is een schematisch aanzicht van een vleugelklep die wordt toegepast bij de toevoerleiding van elke motorcilinder,

fig. 3b is een schematisch aanzicht van een roterend blad dat kan worden toegepast in plaats van de vleugelklep zoals weergegeven
5 in fig. 3a,

fig. 4 is een schematisch aanzicht van een alternatieve uitvoeringsvorm waarbij de pulserende luchttoevoerwaarden zijn samen-
gebracht en

fig. 5 is een stroomdiagram voor de automatische controle-
10 monitoreenheid.

Een voorbeeld van een gekatalyseerd deeltjesvormig filter volgens de uitvinding is in het algemeen weergegeven met verwijzings-
getal 10 in fig. 1. Terwijl de uitvinding kan worden uitgevoerd met elk
regenereerbaar katalytisch deeltjesvormig filter, is het bij voorkeur
15 toe te passen deeltjesvormige filter beschreven in de Amerikaanse
octrooiaanvraag 161.873, ingediend op 23 juni 1980 (nu vervallen) en
opnieuw ingediend onder nummer 448.277 op 9 december 1982 of in
octrooiaanvraag 55.403 (ingediend op 6 juli 1979) (nu vervallen) en
opnieuw ingediend onder nummer 429.423 op 30 september 1982 of in de
20 Britse octrooiaanvragen 2.024.646 of 2.054.402A, waarbij de beschrijving
van deze octrooiaanvragen als hier ingelast kan worden beschouwd.

Een met name te noemen voorbeeld van een gekatalyseerd deeltjesvormig filter dat kan worden toegepast volgens de onderhavige uitvinding, is vermeld in Amerikaanse octrooiaanvraag 161.873, met
25 name vermeld in fig. 2. Dit filter 10 omvat een buitenste omhulling 11 met een inwendige reactorbuis 12 die een op drager aangebrachte katalysator 13 bevat. De reactiebuis 12 kan worden aangebracht in een aantal posities binnen de omhulling 11, bijvoorbeeld door de steunen 15, 16, zodat een uiteinde 12' van buis 12 open is zodat hierdoor de afgasstroom
30 kan worden gevoerd. Bij het daar tegenover gelegen afvoereinde van buis 12 is een staaf 14 aangebracht voor het op de plaats houden van katalysator 13. De omhulling 11 heeft openingen zoals bij 17, 18, 19 en 20 nabij en in samenwerking met elk van de afvoeropeningen van de cilinders uit een verbrandingsmotor 25. Een enkelvoudige afvoer 21
35 is voorzien van een omhulling 11, die in verbinding staat met een afvoerpijp 22. Zodoende stromen alle afgassen die worden toegevoerd aan omhulling 11 door de toevoeren 17 tot 20 via de katalysator 13 op een

8303851

drager, zoals aangegeven door de pijlen in fig. 2 en vervolgens door afvoer 21 naar de afvoerleiding 22.

De drager bevattende katalysator 13 kan een ruim aantal structuren hebben, doch bij voorkeur is dit een verknoopt draadnetwerk, dat is samengesteld tot een enkelvoudig monoliet, in een of meer ringvormige gedeelten of in een andere willekeurige vorm die het makkelijkst hanteerbaar is of het meest gewenst is. Een laag van een wasdeklaag en een katalytische laag zijn aangebracht op het gaas, door het eerst samenbrengen en/of aanbrengen in reactiebuis 12 of een daarop volgende plaatsing binnen reactiebuis 12. De dikte van de draad is bij voorkeur tussen 0,025 mm-0,5 mm en kan een nikkel-chroomlegering omvatten. Een legering van ijzer die ten minste een van de elementen chroom, aluminium, kobalt, nikkel en koolstof bevat of een legering zoals beschreven in het Amerikaanse octrooi 3.298.826 of zoals vermeld in het Amerikaanse octrooi 3.027.252, waarbij de inhoud van beide octrooischriften als hier ingelast kan worden beschouwd, kunnen ook worden toegepast. De laag van de wasdeklaag bestaat uit een hechtend vuurvast metaaloxide terwijl het katalytische metaal bestaat uit een katalytische laag op het basis-metalen substraat en wordt gekozen uit de groep bestaande uit Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, Fe, Co, Ni, V, Cr, Mo, W, Y, Ca en legeringen hiervan en inter-metallische verbindingen die ten minste 20 gew.% van een of meer van de metalen bevatten, aangebracht op het oppervlak of zonder het vuurvaste metaaloxide als wasdeklaag.

In fig. 1 is een voorbeeld weergegeven van een inrichting volgens de uitvinding en deze schematische weergave omvat een verbrandingsbron 25 met een toevoer 32 voor brandstof en een afgassysteem dat in het algemeen is aangegeven met 28 en een luchttoevoersysteem, in het algemeen aangegeven met 30. Bij voorkeur omvat de verbrandingsbron 25 een dieselmotor met een aantal cilinders, zoals een dieselmotor in een voertuig, en de brandstoftoevoer 32 omvat een brandstofinjectiepomp (niet weergegeven) en een injector 34, die samenwerkt met elke cilinder van motor 25 (waarbij slechts een injectie 34 is weergegeven voor de duidelijkheid).

Ter toelichting heeft de motor die is weergegeven in fig. 1 vier cilinders en vier afzonderlijke toevoervertakkingen met toevoerleidingen, waarbij elk hiervan respectievelijk is genummerd met 36, 38, 40 en 42. Een vleugelklep 44, 46, 48 en 50 is respectievelijk aangebracht

8303851

in elk van de verdeelde toevoerleidingen. Deze kleppen kunnen op elke gewenste wijze als bekrachtiging worden geregeld zoals door een solenoïde, waarbij het aandrijforgaan of systeem in het algemeen is aangegeven met 52. Hoewel het mogelijk moet zijn elk van de kleppen afzonderlijk te regelen via het daarmee samenwerkende bekrachtigingsorgaan en afzonderlijke leidingen (niet weergegeven) heeft het de voorkeur om de kleppen te groeperen in paren. Voor een drietal of oneven aantal cilinder-rangschikkingen zoals 1, 3 of 5 cilinders, kan echter elke afzonderlijke cilinder worden geregeld volgens de onderhavige uitvinding. Zodoende zijn de kleppen 46 en 48 voor de twee inwendige cilinders samengebracht door conventionele verbindingsstructuren zodat ze als een paar werken terwijl de kleppen 44 en 50 voor de twee buitenste cilinders op overeenkomstige wijze zijn samengebracht en werken als een tweede paar.

Het bekrachtigingssysteem 52 wordt geregeld door een gecombineerde micro-computerregelaar en de daarbij behorende monitoreenheid, die hierbij samen zijn weergegeven als 54. Een stroomdiagram van de monitorfuncties en de regelbewerking, zoals eerder is ingesteld door de toevoer X, Y, Z en B voor de micro-computer is weergegeven in fig. 5 en de werking van het regelorgaan kan als conventioneel worden beschouwd en voor een deskundige op dit gebied als bekend.

De toevoer "X" correspondeert met het toerental van de motor, toevoer "Y" is een ingesteld tijdsinterval voor het ontwikkelen van de volgorde zelf, toevoer "Z" bestaat uit een acceptabele wachttijd tussen de achtereenvolgende regeneratiewerkingen en toevoer "B" correspondeert met een te voren bepaalde maximum tegendruk veroorzaakt door het filter. Het zal duidelijk zijn dat er een aantal tegendrukinstellingen "B" is die corresponderen met verschillende omwentelingssnelheden vanaf de stationaire toestand tot maximum snelheid en lage tot hoge temperaturen van het filter waarbij de tegendruk die wordt veroorzaakt door het filter onderhevig is aan enkele variaties door een of beide genoemde parameters.

Zoals weergegeven in de fig. 1 en 5 kan de controle/monitoreenheid 54 zijn voorzien van een aantal meetelementen, waarbij de sensors en de functie hiervan zijn gekozen in afhankelijkheid van de meest geschikte of gewenste voor een bepaalde motor of bewerkingsomgeving. Het zal duidelijk zijn dat de controle/monitoreenheid 54 de activering zal regelen evenals de desactivering van het bekrachtigingssysteem 52 en

8303051

zodoende de bekrachtiging of het begin van de regeneratievolgorde evenals het beëindigen van de regeneratie. Verder kan het regeneratie-procédé worden aangegeven als "ongeschikt" of het starten kan worden voorkomen, wanneer dit niet nodig is.

- 5 Een van de sensors 56 kan aangeven wanneer een bepaald aantal motoromwentelingen N heeft plaatsgehad, waarbij het aantal te voren is berekend voor een bepaalde motor die wordt gebruikt en de hoeveelheid deeltjes die moet worden geregenereerd voor die mate van in werking zijn. Sensor 58 kan bijvoorbeeld worden gebruikt zoals weergegeven in
10 fig. 2, direkt voor het filterelement zelf, voor het bepalen van de tegendruk die wordt veroorzaakt door de afgasstroom 28.

- Verder kan sensor 60 de temperaturen bepalen bij de afvoerszijde van of na de filtereenheid en zodoende signalen toevoeren die overeenkomen met de filtertemperatuur, waarna het controle-orgaan kan
15 beslissen of het regeneratieprocédé kan worden begonnen of kan worden beëindigd. Verder kan een tijdsorgaan 62 worden toegepast om het in werking zijnde regeneratieprocédé gedurende een bepaalde tijd "Y" (in seconden) te doen plaatshebben. Het regeneratieprocédé zal bij voorkeur een temperatuur geven boven 600 °C tijdens de regeneratie.
20 Indien dergelijke temperaturen niet worden bereikt, verdient het niet de voorkeur te proberen een andere regeneratievolgorde te starten, maar om een bepaald tijdsinterval "Z" te wachten voordat de regeneratie opnieuw kan worden gestart. Zodoende geldt dat na het tijdsinterval "Y", indien de temperatuur niet is gekomen boven 600 °C, de regeneratie zal
25 worden gestopt en het tijdsinterval "Z" zal worden waargenomen, niet-tegenstaande de andere gemeten parameteromstandigheden.

- Zodoende kan de werking van de inrichting zoals schematisch weergegeven in fig. 1, worden gestart door de controle/monitoreenheid 54, waarbij automatisch door de sensors de omwentelingen in de motor
30 of de tegendrukomstandigheden kunnen worden weergegeven. De hiertoe geschikte bekrachtigers kunnen periodiek worden bekrachtigd of gepulseerd en komen in werking via conventionele verbindingsstructuren om de vleugelkleppen 46 en 48 te openen en te sluiten in een te voren bepaalde cyclus. Afhankelijk van de gewenste afvoer voor een bepaalde
35 machine moeten de kleppen 46 en 48 in een gesloten conditie worden gehouden gedurende een te voren bepaalde tijdsduur, onder regeling van de controle/monitoreenheid 54 en daarna worden geopend gedurende een

8303051

andere periode, zodat de cyclus wordt herhaald gedurende de regeneratie-
bewerking. Bij voorkeur zal wanneer de kleppen 46 en 48 worden ge-
sloten een voldoende afsluiting van de toe te voeren lucht aan deze
cilinders plaatshebben zodat de bewerking hiervan het punt van onregel-
5 matigheid benadert, terwijl de twee buitenste vleugelkleppen 44 en 50
open blijven. Bij voorkeur blijven de kleppen 46 en 48 gesloten voor
75% van de bewerkingscyclus.

De sluit- en openingsperioden voor elke geregelde en in
werking zijnde klep binnen elke cyclus kan variëren van ongeveer
10 0,25 seconde tot ongeveer 30 seconden, waarbij de meest bij voorkeur
toegepaste cyclusfrequentie 1,5 seconde gesloten en 0,5 seconde open is.
Bij deze cyclusfrequentie is gebleken dat tijdens de sluitperiode
van de cyclus de motor een rijk-arme cyclus heeft bij een frequentie
van twee keer de rpm-waarde binnen de machine.

15 Door het regelen van de kleppen 46 en 48 op deze manier
zou het smooreffekt de cilinders in staat stellen om een afgas, rijk aan
brandstof af te geven met een laag zuurstofgehalte, maar met veel CO en
HC-componenten (rijk afgas). Gelijktijdig zullen de cilinders die
onder controle zijn van de kleppen 44 en 50 open blijven en normaal
20 werken waarbij een normaal zuurstofrijk gas wordt verkregen (arm
afgas). Deze wijze van bewerking resulteert in het mengsel van deze
twee afgasstromen tijdens de doorvoer hiervan aan en binnen filter 13,
hetgeen een voldoende menging geeft voor de katalysator zodat deze
gebruik kan maken van de gemengde gassen en een zeer goede exotherm
25 zeer snel kan ontwikkelen. Hierbij wordt opgemerkt dat de afgegeven
gassen met CO en HC via de uitlaatpijp significant werden verlaagd
tot beneden de gehalten die als basis dienen tijdens de regeneratie-
bewerking, waarmee wordt aangetoond dat de toenemende gasemissies werden
gebruikt voor de regeneratiedoeleinden.

30 Tijdens een serie regeneratie-experimenten, uitgevoerd met
de boven beschreven apparatuur, werd de motor in werking gezet bij
2000 omwentelingen per minuut bij een voldoende belasting ter verkrijging
van een katalysator-toevoertemperatuur boven 200 °C. Van een verse reactor-
vulling werd bepaald dat deze een tegendruk had onder deze omstandigheden
35 van 36 mbar. De motor werd in werking gezet en de tegendruk werd
geregistreerd zodat wanneer de tegendruk van de reactor een waarde had
bereikt van 52 mbar het regeneratiesysteem en de monitoreenheid 54

8303851

werden geactiveerd en de luchttoevoer werd gepulseerd bij een bepaalde frequentie. In tabel A zijn de resultaten van dit experiment samengevat.

TABEL A

5	regene- ratie	temperatuur van de katalysator (°C)		tegendruk (mbar)		tijdsduur (sec)
		begin	maximum	begin	einde	
	1	301	530	60	31	120
	2	245	430	57	42	240
	3	216	267	61	61	360
10	4	241	270	73	73	240
	5	301	610	103	29	90
	6	296	560	42	27	120
	7	244	540	52	23	180
	8	280	525	52	31	180
15	9	312	520	73	34	120
	10	297	515	78	36	270
	11	304	510	117	47	240
	12	297	535	52	36	240
	13	290	500	73	40	120
20	14	294	540	55	36	180
	15	299	490	45	34	120
	16	262	547	99	39	300
	17	310	515	52	38	150
	18	304	520	55	36	120
25	19	304	520	70	39	180
	20	302	510	36	36	120
	21	306	510	73	36	120
	22	292	520	135	44	180

30 De daarop volgende experimenten op een testvoertuig, dat reed met een snelheid van 64 km/uur gaf de volgende regeneratiegegevens, waaruit een beoogde regeneratie bleek omdat de tegendruk werd verlaagd tot een zuiver niveau ondanks het feit dat de temperatuur van het filter niet kwam boven 600 °C.

35 De hierbij verkregen gegevens zijn samengevat in tabel B.

8303851

TABEL B

	tijd (sec)	toevoer- temperatuur (°C)	afvoer- temperatuur (°C)	tegendruk (mbar)	opmerkingen
5	- 10	275	275	38	start
	- 5	275	275	38	
	0	275	275	38	regeneratie gestart
	5	300	280	29	
	10	320	290	30	
10	13	330	290	30	
	18	335	295	31	
	20	340	297	31	
	23	340	298	33	
	25	345	300	33	
15	30	350	305	34	
	33	352	310	34	
	36	355	312	33	
	38	356	317	32	
	40	357	320	31	
20	43	360	330	33	
	46	360	333	33	
	48	360	340	33	
	50	360	355	33	
	53	362	380	33	
25	60	362	400	32	
	65	365	430	34	
	70	366	453	36	
	80	368	480	34	
	85	368	503	35	regeneratie beëindigd
30	90	350	520	34	
	95	323	540	34	
	100	310	560	33	
	110	295	570	31	maximum temperatuur
	120	290	540	29	
35	150	280	505	28	koeling
	180	270	440	26	

8303351

Uit deze resultaten blijkt dat de "brandstof" op ideale wijze geschikt is voor een samenwerking met de op drager aangebrachte katalysator 13 voor het doen ontbranden van de opgeslagen deeltjes in filter 10. De op deze wijze uitgevoerde bewerking zoals boven beschreven
5 moet worden voortgezet tot een aanzienlijk deel van de opgeslagen deeltjes in filter 10 is verbrand, hetgeen kan worden aangegeven door het meten van de filtertemperatuur, die dan de waarde van 600°C benadert en/of overschrijdt waarbij dit signaal er voor zorgt dat de controle/monitoreenheid 54 de regeneratiebewerking beëindigt. Hierbij moet worden opge-
10 merkt dat de temperatuur van 600°C een streef temperatuur is en de noodzakelijke zuiveringstemperatuur kan variëren van voertuig tot voertuig.

Bij het einde van de regeneratiecyclus moet de bewerking van de vleugelkleppen worden teruggebracht naar de normale omstandigheden
15 waardoor de monitor 54 weer wordt bekrachtigd.

Bij een bepaalde hoge snelheid of hoge belastingsomstandigheden kan de temperatuur van de afvoer voldoende zijn om de verbranding van de koolstofdeeltjes te handhaven en een afzonderlijke regeneratiecyclus zou dan niet nodig zijn. Daarbij kan de controle/monitoreenheid 54
20 zijn voorgeprogrammeerd zodat de regeneratiebewerking onder dergelijke omstandigheden niet wordt bekrachtigd, onafhankelijk van het aantal toeren omdat de van belang zijnde temperatuur boven 600°C is (of de beoogde temperatuur), waardoor kan worden verwacht dat onder dergelijke bedrijfsomstandigheden of belastingen de toerenteller N opnieuw op nul wordt
25 ingesteld, zoals gebeurt op het einde van de regeneratiebewerking. Zodoende zal elke keer wanneer de temperatuur binnen filter 13 de waarde van 600°C overschrijdt de afzonderlijke regeneratie niet vereist zijn en de controle/monitoreenheid 54 zal automatisch de toerenteller opnieuw instellen op nul. Op vergelijkbare wijze zal indien de temperatuur te
30 laag is om een geschikte regeneratie mogelijk te maken, zoals beneden 200°C , de controle/monitoreenheid 54 evenmin de regeneratiebewerking activeren totdat de filtertemperatuur is gekomen boven ongeveer 250°C zoals aangegeven in het stroomdiagram van fig. 5. Dit zou ook de regeneratiebewerking onmogelijk maken na het starten wanneer de motor
35 en ook het filter nog koud zijn.

Het zal duidelijk zijn dat ten aanzien van de "brandstof" die wordt toegevoerd aan het katalytische filter, koolmonoxide en kool-

8303851

waterstoffracties katalytisch zullen worden geoxideerd met de katalytische kristallen waardoor een exotherm wordt ontwikkeld door het vrijkomen van warmte, verkregen door de oxidatie. Door deze oxidatie van de koolwaterstof en CO-fracties worden de katalytische kristallen verwarmd of
5 er worden ten minste hete plekken veroorzaakt en dit leidt tot de ontbranding van de koolstofdeeltjes dat als materiaal is ingevangen binnen het katalytische filter.

Een vergrote uitvoeringsvorm van een van de vleugelkleppen 44 is weergegeven in fig. 3a. Fig. 3b geeft een roteerbaar blad 64
10 weer, dat kan worden gebruikt in plaats van vleugelklep 44 weergegeven in fig. 3a.

Tijdens de regeneratiebewerking zal blad 64, indien dit wordt gebruikt tot rotatie worden gebracht bij een variabele snelheid en zodoende worden twee progressieve sluit- en openbewerkingen uitge-
15 voerd tijdens elke volledige omwenteling van 360° . Zoals bij de vleugelkleppen gaat er de voorkeur naar uit dat de bladen of waaiers 64 als paren worden verbonden wanneer deze worden toegepast op een vier cilinder-motor, hoewel ook andere bewerkingen mogelijk zijn en in sommige gevallen gewenst.

Volgens een ander voorbeeld van de inrichting volgens de uitvinding die is weergegeven in fig. 4, zijn de kleppen 44', 46', 48' en 50' met elkaar verbonden en worden gelijktijdig geregeld door het
20 bewerkingssysteem 52. De kleppen 44' en 50' worden echter met betrekking tot de beweging geregeld door de stoporganen 64, zodat de kleppen 44' en 50' slechts gedeeltelijk kunnen worden gesloten, onafhankelijk
25 van het feit dat ze gelijktijdig worden bekrachtigd en wel samen met de kleppen 46' en 48'. Op deze manier zal slechts een partiële smoorbewerking plaatshebben van de toegevoerde lucht door de kleppen 44' en 50' terwijl er een nagenoeg volledige smoring plaatsheeft van de
30 kleppen 46' en 48'.

Als voorbeeld van een bewerking, waarbij motor 25 een vier cilinder-dieselmotor is voor een voertuig, wordt het voertuig versneld tot 88 km/uur waarbij het regeneratiesysteem in werking wordt gesteld gedurende 90 seconden, terwijl de snelheid wordt gehandhaafd op
35 88 km/uur, waarbij het regeneratiesysteem wordt afgezet en de normale aandrijving plaatsheeft. Tijdens het in werking zijn van het regeneratiesysteem volgens de uitvinding is de chauffeur meestal niet in

8303851

staat om de regeneratiebewerking waar te nemen. Zodoende wordt het katalytische filter eenvoudig en efficiënt geregenereerd zonder waarneembare nadelige consequenties en zonder dat het nodig is om de uitlaatstroom te verwarmen.

- 5 Hoewel de uitvinding nader is toegelicht en beschreven ten aanzien van de meest praktische en de voorkeur verdienende uitvoeringsvorm, zal het duidelijk zijn dat door een deskundige op dit gebied een aantal modificaties kan worden aangebracht binnen het kader van de uitvinding, welke veranderingen dan moeten worden begrepen binnen de
- 10 beschermingsomvang van de werkwijze en inrichting volgens de uitvinding, waarbij een werkwijze en inrichting is verkregen voor het regenereren van een katalytisch deeltjesvormig filter in een afgasstroom van een verbrandingsbron (met name een dieselmotor), waarbij het niet noodzakelijk is om een overmatige verhitte uit te voeren van de afgasstroom
- 15 afkomstig van de verbrandingsbron. Tijdens de regeneratie wordt de ingevoerde lucht op een gepulseerde wijze, hoewel dit niet noodzakelijk is, toegevoerd aan minder dan aan alle cilinders van de motor, zodat de gecombineerde afgasstroom van de motor voldoende "brandstof" meevoert, primair in de vorm van koolmonoxide en een koolwaterstoffractie, die
- 20 katalytisch zal worden geoxideerd, waarbij een exotherm wordt ontwikkeld. Door het vrijkomen van warmte tijdens het verbranden van koolmonoxide en de koolwaterstof boven het ontbrandingspunt van het filter zullen de deeltjes die zijn opgeslagen in het filter ontbranden en worden verbrand, zodat het filter wordt gezuiverd en geregenereerd.

0303851

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het regenereren van een katalytisch filter met vaste deeltjes voor een verbrandingsmotor met een of meer
5 cilinders, met het kenmerk, dat tijdens het in werking zijn van de motor de binnenkomende luchtstroom wordt gepulseerd naar een te voren bepaald aantal van de meervoudige cilinders zodat het afgas een exotherm zal ontwikkelen op de katalysator waarbij het deeltjesvormige materiaal binnen het filter wordt ontstoken.

10 2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het te voren bepaalde aantal cilinders minder is dan het totale aantal cilinders.

3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het afgas uit het te voren bepaalde aantal cilinders een laag O_2 -gehalte
15 heeft en een hoog CO- en koolwaterstofgehalte terwijl het afgas uit de andere cilinders rijk is aan O_2 .

4. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de pulsering van de luchttoevoer periodiek wordt uitgevoerd.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat het
20 pulseren van de luchttoevoer wordt uitgevoerd door de luchttoevoerstroom aan en uit te schakelen, waarbij de beide aan- en uitcycleertijden variëren van 0,25 seconde tot 30 seconden.

6. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de
bij voorkeur toegepaste cyclus wordt uitgevoerd door het afsluiten van
25 de luchttoevoer gedurende ongeveer 1,5 seconde en het openen van de luchttoevoer gedurende ongeveer 0,5 seconde.

7. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat een
additionele stap wordt uitgevoerd voor het registreren van de tegendruk
die wordt bewerkstelligd door het filter, waarbij het pulseren van de
30 luchttoevoer automatisch wordt uitgevoerd in respons op een te voren bepaalde tegendruk.

8. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat een
additionele stap wordt uitgevoerd voor het weergeven van de werking van
de motor en waarbij het pulseren van de luchttoevoer automatisch wordt
35 uitgevoerd in respons op te voren bepaalde bewerkingsomstandigheden van de motor.

9. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat een

8303951

additionele stap voor het weergeven van de temperatuur van het gekatalyseerde filter wordt uitgevoerd en waarbij de pulsering van de luchttoevoer automatisch wordt uitgevoerd in respons op de te voren bepaalde opgegeven filtertemperatuur.

5 10. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het pulseren van de luchttoevoer wordt uitgevoerd door het smoren van de luchttoevoer op te voren bepaalde cilinders en op minder dan op alle cilinders.

10 11. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het smoren wordt voortgezet tot ongeveer 75% van de bewerkingscyclus.

12. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de luchttoevoer aan de helft van de cilinders wordt gesmoord en de toevoer van de andere helft niet wordt gesmoord.

15 13. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de luchttoevoer aan de ene helft van de cilinders wordt gesmoord en de luchttoevoer aan de andere helft gedeeltelijk wordt gesmoord.

20 14. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het pulseren van de luchttoevoer wordt uitgevoerd door het regelen van de tijd gedurende een bepaalde tijdsduur van de luchttoevoer, die wordt toegevoerd aan minder dan aan alle cilinders zodat de brandstof die hieraan wordt toegevoerd niet een volledige verbranding zal geven waardoor een laag zuurstofgehalte en een hoog gehalte aan CO en koolwaterstof wordt verkregen in de afvoer bij minder dan van alle cilinders en door een normale toevoer van lucht te bewerkstelligen aan de resterende cilinders
25 zodat de normale brandstofverbranding plaatsheeft en de additionele stap omvattende van na doorleiding gedurende de te voren bepaalde tijdsduur, het regelen van de luchttoevoer voor elke cilinder, zodat nagenoeg alle brandstof die wordt toegevoerd, verbrandt.

30 15. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het pulseren van de luchttoevoer wordt uitgeoefend door het regelen van de luchttoevoer, die wordt toegevoerd aan ten minste een cilinder zodat een onvoldoende hoeveelheid zuurstof wordt verkregen waardoor een onvolledige verbranding plaatsheeft van de brandstof die wordt geïnjecteerd in ten minste een cilinder, waardoor een aanzienlijke hoeveelheid niet verbrande
35 brandstof achterblijft in het afgas hiervan en een verdere stap omvattende na de regeneratie van het katalytische filter waarbij de luchttoevoer aan de motor wordt geregeld zodat nagenoeg alle brandstof die aan elke

8303851

cilinder wordt toegevoerd, wordt verbrand.

16. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het pulseren van de luchttoevoer wordt uitgevoerd zodat een exotherm wordt ontwikkeld, waardoor de maximale effectieve temperatuur in het filter
5 boven 350 °C wordt.

17. Werkwijze voor het regenereren van een katalytisch deeltjesvormig filter, aangebracht in een afgasstroom van een verbrandingsbron, die in werking is door een toevoer van de brandstof, met het kenmerk, dat tijdens de werking van de verbrandingsbron,
10 aan het katalytisch filter, boven de ontstekingstemperatuur voldoende gasvormige onverbrande brandstof wordt toegevoerd om een exotherm te ontwikkelen zodat het katalytisch filter wordt opgewarmd en de opgeslagen deeltjes in het filter ontbranden gedurende een voldoende lange tijdsduur om een aanzienlijke hoeveelheid van de deeltjes
15 opgeslagen in het filter, te doen verbranden.

18. Werkwijze volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat de verbrandingsbron een verbrandingsmotor is met een aantal cilinders en de toevoerstep wordt uitgevoerd door de luchttoevoer te pulseren aan minder dan aan alle cilinders gedurende deze tijdsduur.

20 19. Werkwijze volgens conclusie 18, met het kenmerk, dat de luchttoevoer aan de andere cilinders gedeeltelijk wordt gesmoord.

20. Inrichting voor het uitvoeren van een werkwijze zoals beschreven in conclusie 1, met het kenmerk, dat deze bestaat uit een verbrandingsmotor met een of meer cilinders, een luchttoevoer, een
25 afgasstroom en een toevoer voor brandstof, een filter bestaande uit katalytische deeltjes aangebracht in de afgasstroom van de verbrandingsbron, de verbrandingsbron en het filter omvat een bron-filtersysteem en organen voor het pulseren van de luchttoevoer aan minder dan
aan alle cilinders, tijdens de werking van de verbrandingsbron aan het
30 bron-filtersysteem zodat een hoeveelheid onverbrande brandstof voldoende is om de opgeslagen deeltjes in het filter te ontsteken, welke wordt toegevoerd aan het filter.

21. Inrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat de pulserende luchttoevoerorganen bestaan uit organen voor het smoren
35 van de toe te voeren lucht aan ten minste de helft van het aantal cilinders.

22. Inrichting volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de

8303851

toevoerorganen voor de brandstof organen omvatten voor het regelen van de tijd van het pulseren van de luchttoevoer gedurende een bepaalde tijdsduur zodat een bepaalde hoeveelheid brandstof in de cilinders niet volledig verbrandt, en de controle-organen verder organen omvatten om na
5 verstryken van de bepaalde tijdsduur de tijd te regelen zodat nagenoeg alle toegevoerde brandstof aan de motor verbrandt.

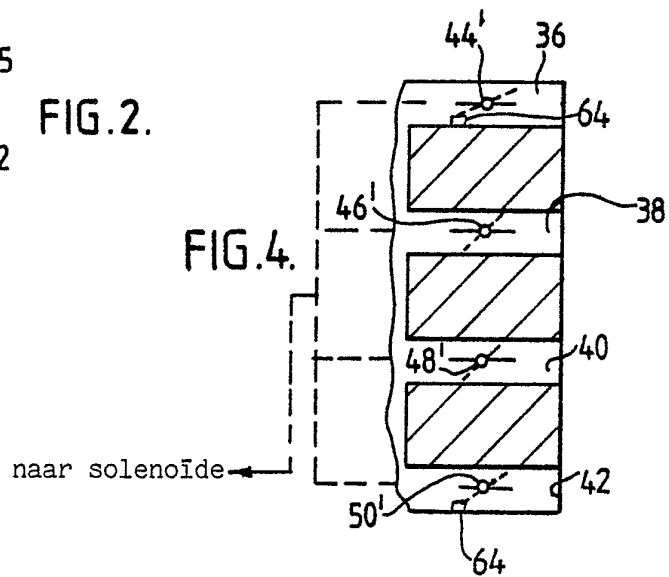
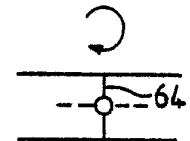
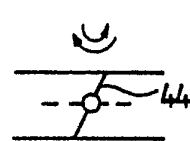
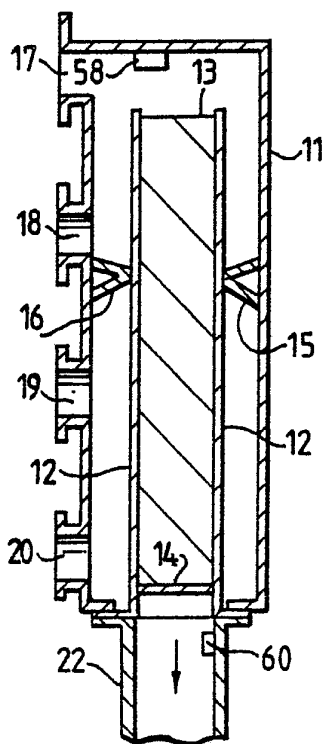
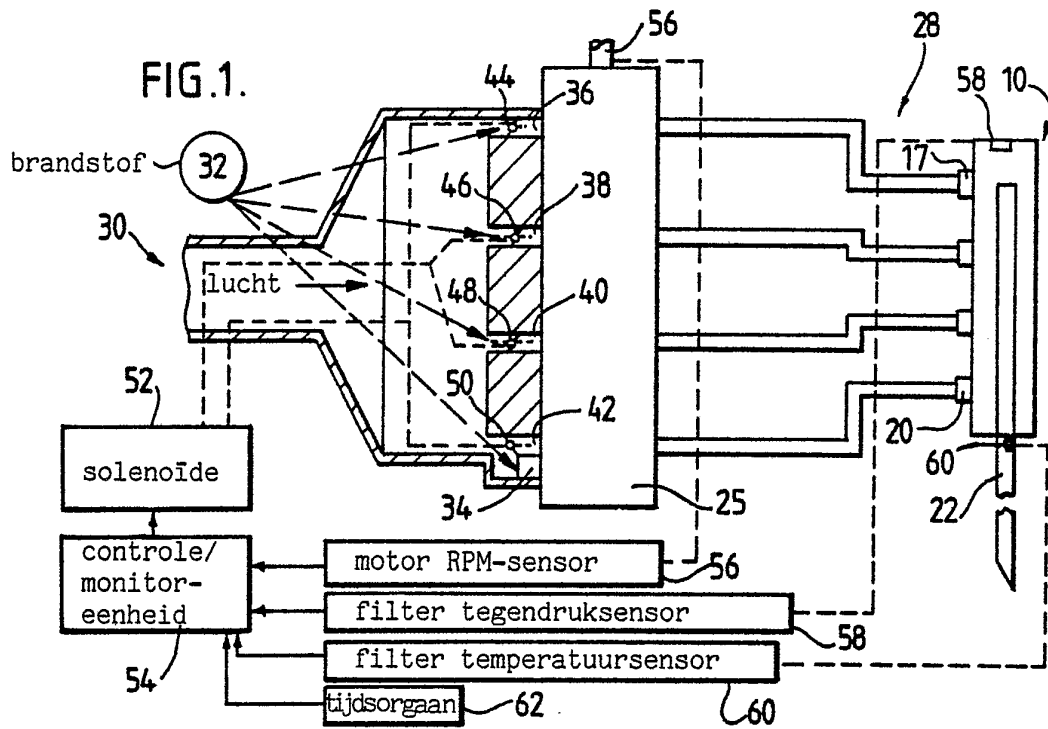
23. Inrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat deze verder controle-organen bevat voor het automatisch regelen van de toe te voeren lucht, welke controle-organen voelorganen omvatten voor het geven
10 van ten minste een eerste signaal in respons op het bepalen van een te voren ingestelde conditie en bekrachtigingsorganen voor het bekrachtigen van de gepulseerde luchttoevoerorganen in respons op het signaal.

24. Inrichting volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de verbrandingsbron een verbrandingsmotor omvat met een aantal cilinders en
15 waarbij de gepulseerde luchttoevoer organen omvat voor het regelen van de hoeveelheid toe te voeren lucht, die wordt toegevoerd aan ten minste een van de cilinders zodat de zuurstof voor de verbranding wordt verbruikt voordat de volledige verbranding van de brandstof plaatsheeft, waarbij een aanzienlijke hoeveelheid niet verbrande brandstof achterblijft in het afgas
20 van de cilinder en waarbij de pulsering plaatsheeft van de luchttoevoer, waarbij organen aanwezig zijn om na de regeneratie van het gekatalyseerde filter, de hoeveelheid toegevoerde lucht wordt geregeld zodat nagenoeg alle brandstof die wordt toegevoerd aan elke cilinder wordt verbrand.

25. Inrichting voor het uitvoeren van een werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat deze bestaat uit een dieselmotor met een
25 toevoer voor brandstof, een toevoer voor lucht en een afgasstroom, een katalytisch deeltjesvormig filter, aangebracht in de afgasstroom en organen om tijdens de werking van de motor aan het gekatalyseerd filter, boven de ontstekingstemperatuur van het filter gasvormige onverbrande
30 brandstof toe te voeren die voldoende is om een exotherm te ontwikkelen zodat het katalytisch filter wordt opgewarmd en de opgeslagen deeltjes in het filter doet ontbranden gedurende een tijdsduur die voldoende is om een aanzienlijke hoeveelheid van de deeltjes opgeslagen in het filter te doen verbranden.

Eindhoven, november 1983

8303351



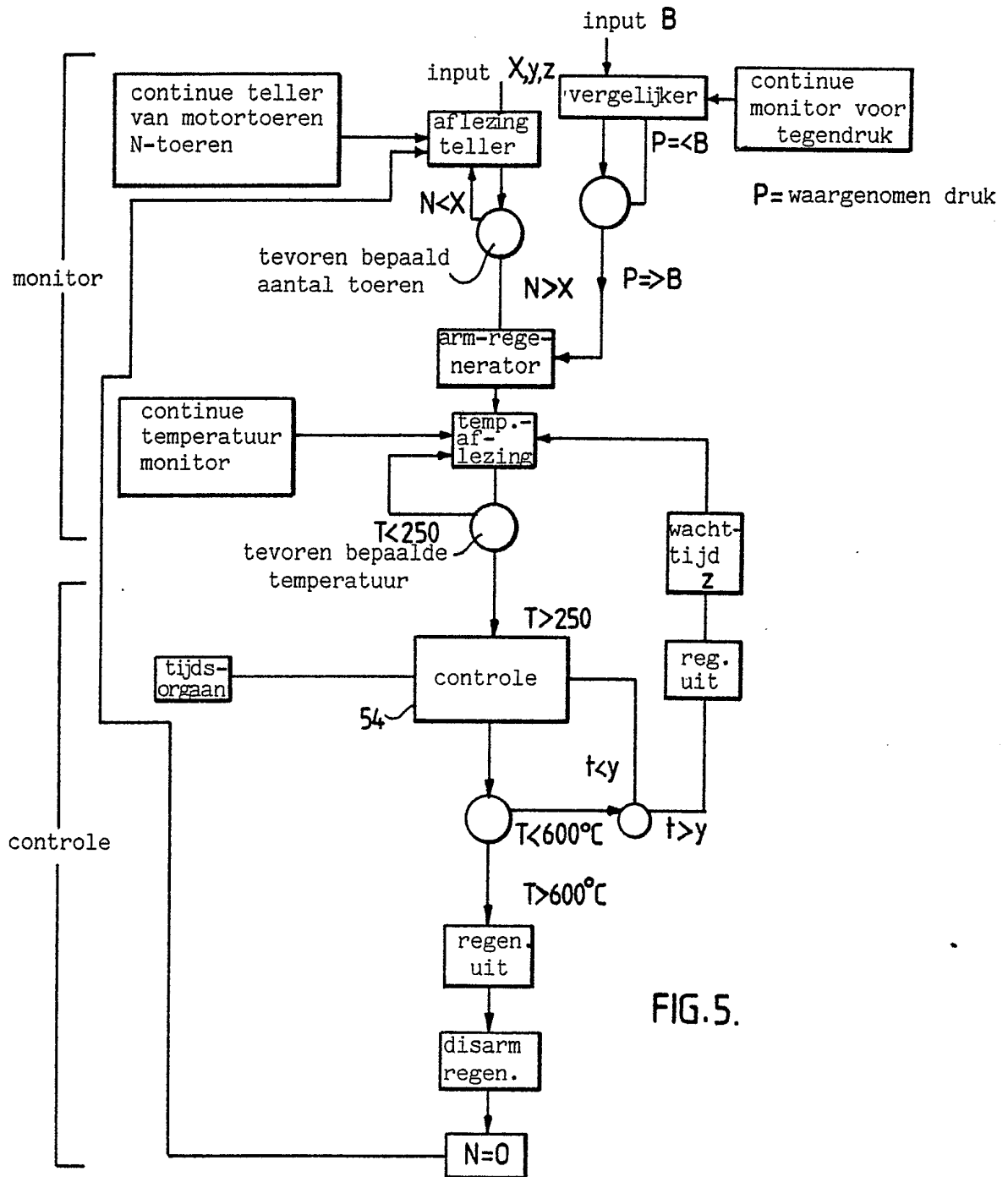


FIG. 5.

8303951