



⑩ A Terinzagelegging ⑪ 8007074

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 Beademingstoestel.
- ⑤1 Int.CP.: A61M 16/00.
- ⑦1 Aanvrager: Honeywell B.V. te Amsterdam.
- ⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8007074.
 - ②2 Ingediend 29 december 1980.
 - ③2 --
 - ③3 --
 - ③1 --
 - ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 juli 1982.

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

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven

"Beademingstoestel"

De uitvinding heeft betrekking op een beademingstoestel voor het met een vooraf bepaalde doseringssnelheid toevoeren van een gasmengsel aan een patiënt, bevattende tenminste een regelorgaan voor het regelen van een gasstroom in een gasleiding die zich van een gas-
5 toevoerleiding naar een patiëntenleiding uitstrekt, welk regelorgaan is voorzien van een in de gasleiding opgenomen nauwe gasdoorstroombopening.

Een dergelijk beademingstoestel is bekend uit het Nederlandse inzageschrift 77 07 259 (PHN 8839). Bij het bekende beademingstoestel is de grootte van de gasstroom afhankelijk van een betrekkelijk groot
10 aantal variabelen die alle gemeten en voor een deel geregeld moeten worden om een goede besturing van de gasstroom mogelijk te maken. Daardoor is dit beademingstoestel betrekkelijk ingewikkeld, omvangrijk en duur.

De uitvinding heeft tot doel, een beademingstoestel aan te
15 geven, waarbij de regeling van de gasstroom zeer eenvoudig is en het aantal te meten en te regelen grootheden betrekkelijk klein is. Het beademingstoestel volgens de uitvinding heeft daartoe het kenmerk, dat de gasdoorstroombopening een kritische doorlaat is, die in serie geschakeld is met tenminste een klep die door een stuursignaal periodiek
20 geopend of gesloten kan worden, welk stuursignaal kan worden opgewekt door een stuurorgaan dat is ingericht om de fractie van de tijd, waarin de klep geopend is, te variëren in afhankelijkheid van de gewenste gasvolumestroom.

Onder kritische doorlaat wordt een vernauwing in een leiding
25 verstaan, waarvan de doorsnede zodanig is, dat in die vernauwing de gassnelheid gelijk is aan de geluidssnelheid. Het zal duidelijk zijn, dat de gassnelheid afhangt van de druk in de gastoevoerleiding en van de doorsnede van de vernauwing en dat de geluidssnelheid afhangt van de eigenschappen van het gas en van de temperatuur.

30 Een voorkeursuitvoering van het beademingstoestel volgens de uitvinding heeft het kenmerk, dat de gasleiding tenminste twee parallel geschakelde kleppen bevat en dat het stuurorgaan is ingericht om de kleppen met een onderling faseverschil te besturen. Hiermee is een betere

regeling en een grotere gelijkmatigheid van de gasstroom mogelijk en bovendien wordt bij het weigeren van een van de kleppen toch nog gas aan de patiënt toegevoerd via de overige kleppen.

De uitvinding zal nu nader worden toegelicht aan de hand
5 van de tekening. Hierin is

Fig. 1 een langsdoorsnede van een buis met een vernauwing,

Fig. 2 een grafiek ten behoeve van de verklaring van de wer-
king van de in fig. 1 afgebeelde buis,

Fig. 3 een grafische voorstelling van doorstroomkarakteris-
10 tieken van een aantal kritische doorlaten,

Fig. 4 een schema van een regelorgaan voor het regelen van een
gasstroom, bevattende een kritische doorlaat, en

Fig. 5 een schema van een uitvoeringsvoorbeeld van een be-
ademingstoestel volgens de uitvinding.

15 Aan de hand van fig. 1 wordt eerst een korte beschouwing
gegeven over enkele theoretische aspecten van een gasstroom door een
buis met een vernauwing. In een buis 1, die in fig. 1 in langsdoorsnede
is weergegeven, bevindt zich een vernauwing 3. Door de buis 1 stroomt
gas in de richting van de pijl 5. In de figuur zijn een drietal stroom-
20 lijnen 7 aangegeven.

Volgens de vergelijking van Euler geldt voor een stationaire
stroming langs een stroomlijn in een wrijvingsloos medium:

$$\rho \frac{\partial p}{\partial s} + g \frac{\partial y}{\partial s} + \frac{1}{2} \frac{\partial v^2}{\partial s} = 0 \quad (1)$$

25 Hierin is: ρ de dichtheid van het gas

p de druk van het gas

s de richtingsvector van de stroomlijn

y de verticale coördinaat (hoogte)

g de versnelling van de zwaartekracht

30 v de snelheid van het gas

Wanneer men aanneemt, dat het gas geen energie uitwisselt
met zijn omgeving (isentropisch proces), dan geldt verder:

$$\frac{p}{\rho^K} = \text{constant} = C_1 \quad (2)$$

35 Hierin is $K = \frac{C_p}{C_v}$

C_p = soortelijke warmte bij constante druk

C_v = soortelijke warmte bij constant volume

Neemt men verder aan, dat energieveranderingen door hoogtevariatie

verwaarloosbaar zijn en dat de doorsnede F_B in de vernauwing 3 (ter plaatse B in fig. 1) veel kleiner is dan de doorsnede F_A bovenstrooms van de vernauwing (ter plaatse A), zodat $v_A \ll v_B$, dan volgt uit (1):

$$v_B = \sqrt{\frac{2K}{K-1} \left(\frac{P_A}{\rho_A} - \frac{P_B}{\rho_B} \right)} \quad (3)$$

Voor de massastroom \dot{m} geldt nu:

$$\dot{m} = \rho_B \cdot F_B \cdot v_B = \rho_B F_B \sqrt{\frac{2K}{K-1} \left(\frac{P_A}{\rho_A} - \frac{P_B}{\rho_B} \right)} \quad (4)$$

Uit (2) volgt:

$$\frac{P_B}{\rho_B} = \frac{P_A}{\rho_A} \cdot x^{\frac{K-1}{K}} \quad (5)$$

Hierin is $x = \frac{P_B}{P_A}$ en $0 < x < 1$

Indien men verder veronderstelt, dat het gas een ideaal gas is, hetgeen voor de in beademingstoestellen meest gebruikelijke gassen lucht, zuurstof en lachgas met goede benadering waar is, dan geldt:

$$P = \rho RT \quad (6)$$

Hierin is R de gasconstante

T de absolute temperatuur van het gas.

Uit (4), (5) en (6) volgt dan:

$$\dot{m} = F_B P_A \sqrt{\frac{2K}{K-1} \cdot \frac{1}{RT} \left(x^{\frac{2}{K}} - x^{\frac{K+1}{K}} \right)} \quad (7)$$

De term $\sqrt{\frac{2K}{K-1} \cdot \frac{1}{RT}}$ is constant voor een bepaald gas bij een bepaalde temperatuur en is bij benadering constant bij variërende omgevings-temperatuur omdat T de absolute temperatuur is en onder het wortelteken voorkomt. In de praktijk verandert deze term ongeveer 1,7°/oo per °C verandering in de omgevingstemperatuur.

De functie $f(x) = \sqrt{x^{\frac{2}{K}} - x^{\frac{K+1}{K}}}$ is in fig. 2 grafisch weergegeven voor $0 < x < 1$ en $K = 1,40$.

Deze waarde van K geldt voor lucht.

Het maximum van $f(x)$ ligt bij

$$x_m = \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}} = \frac{P_m}{P_A} = 0,53$$

De druk P_C ter plaatse C is ongeveer gelijk aan de omgevingsdruk. Wanneer $P_A > P_C$ gaat er gas stromen, waarbij volgens (7):

$$\dot{m} = F_B \cdot \sqrt{\frac{2K}{K-1} \cdot \frac{1}{RT}} \cdot P_A \cdot f(x) \quad (8)$$

Deze formule is juist wanneer $P_A < P_m$.

Wanneer $P_A = P_m$, geldt voor $P_m \approx P_c = 1 \text{ Bar}$, dat de kritische waarden voor p , ρ en v gelijk zijn aan:

$$P_{Akr} = \frac{1}{0,53} = 1,9 \text{ Bar}$$

$$v_{Bkr} = \sqrt{KRT_B} = C \text{ (geluidssnelheid)}$$

$$\rho_{Bkr} = \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{1}{K-1}} \cdot \frac{P_A}{RT}$$

Bij verdere opvoering van de druk P_A neemt $f(x)$ niet af, maar blijft constant op de maximale waarde. In de nauwste doorsnede 3 blijft de gassnelheid hierbij gelijk aan de geluidssnelheid. Een hogere waarde is immers niet mogelijk. Een dergelijke vernauwing noemt men een kritische doorlaat. De massastroom in de nauwste doorsnede 3 wordt dan bepaald door de dichtheid van het gas ρ_B en is evenredig met de druk P_A .

In fig. 3 is voor een aantal kritische doorlaten de gemeten volumestroom \dot{V} weergegeven als functie van de druk P_A . Bij elke kromme is de diameter van de vernauwing D_B in mm aangegeven. Uit deze figuur is duidelijk, dat boven een gearceerd aangegeven drukgebied 9 de volumestroom lineair verloopt met de toevoerdruk P_A . Uitgaande van de veronderstelling, dat de temperatuur van het uitstromende gas uiteindelijk een constante waarde van 293K en de druk een constante waarde van 1 Bar krijgt, geldt deze lineaire betrekking uiteraard ook voor de massastroom.

Uit het voorgaande blijkt, dat voor een kritische doorlaat een lineair verband bestaat tussen de druk van het toegevoerde gas en de massastroom door de kritische doorlaat. Dit verband wordt geheel bepaald door meetbare fysische grootheden, zoals de oppervlakte en de geometrie van de nauwste doorsnede en de eigenschappen van het gas.

Fig. 4 laat een schema zien van een regelorgaan voor het regelen van een gasstroom in een gasleiding die zich van een gastoevoerleiding 11 naar een patiëntenleiding 13 uitstrekt. Het regelorgaan bevat een gasstroomregelaar 15 en een stuurorgaan 17. De gasstroomregelaar 15 is voorzien van twee parallel geschakelde kleppen 19, elk in serie geschakeld met een kritische doorlaat 21. De kritische doorlaten 21 kunnen bijvoorbeeld gevormd worden door tussengevoegde leidinggedeelte met een vernauwing zoals in fig. 1 weergegeven of door

de nauwe uitstroomopeningen van de kleppen 19. De diameter ter plaatse van de vernauwing is bij voorkeur ongeveer 1,5 mm.

De kleppen 19 worden geopend en gesloten door stuursignalen die vanuit het stuurorgaan 17 via stuurverbindingen 23 worden toegevoerd.

5 Wanneer een klep geopend is, is de gasstroom door die klep lineair afhankelijk van de druk in de toevoerleiding 11, zoals in het voorgaande is aangetoond. Deze druk wordt gemeten door een drukopnemer 25 en via een meetverbinding 27 doorgegeven naar het stuurorgaan 17. De gewenste gasstroom kan, bijvoorbeeld via een (niet getekende) aan 10 het stuurorgaan 17 aanwezige instelknop ingesteld worden. Het stuurorgaan varieert dan de fractie van de tijd, waarin de kleppen 19 geopend zijn afhankelijk van de druk in gastoevoerleiding 11 en de ingestelde gewenste gasstroom. In beginsel is voor deze regeling één klep 19 met bijbehorende kritische doorlaat 21 voldoende maar het 15 parallel schakelen van een aantal kleppen heeft het voordeel, dat het regelbereik groter kan zijn en de doorgelaten gasstroom gelijkmatiger (minder pulserend). Het laatste kan bereikt worden door de kleppen met een onderling faseverschil te besturen, in het uitvoeringsvoorbeeld volgens fig. 4 bijvoorbeeld zodanig, dat de periode, waarin de ene 20 klep geopend is, valt in het midden van de periode, waarin de andere klep gesloten is. Ter illustratie zijn in fig. 4 voorbeelden van stuursignalen 29, respectievelijk 31 voor de beide kleppen 19 aangegeven. Gedurende elke positieve impuls is de desbetreffende klep geopend.

25 De herhalingsfrequentie van de beide impulsreeksen is bijvoorbeeld 15Hz.

Een verdere maatregel voor het onderdrukken van onregelmatigheden in de gasstroom is het tussen de kritische doorlaat 21 en de patiëntenleiding 13 aanbrengen van een buffer, bijvoorbeeld in de 30 vorm van een akoestisch filter 33 dat tevens dient om hinderlijk geluid te dempen.

Fig. 5 toont een schema van een beademingstoestel, waarin gebruik gemaakt wordt van regelorganen overeenkomstig het aan de hand van fig. 4 beschreven regelorgaan. Ter vereenvoudiging zijn in 35 fig. 5 slechts de delen weergegeven, waar gas doorstroomt met regulering van de stuurorganen 17 en andere op zichzelf bekende elektronische hulporganen.

35, waarin twee gasstroomregelaars 15 zijn ondergebracht, die in
beginsel overeenkomen met de in fig. 4 getoonde gasstroomregelaar, maar
elk waarvan is voorzien van vier in plaats van twee parallel geschakelde
kleppen 19, zodat de regelbaarheid en de gelijkmatigheid van de gasstroom
5 nog verder verbeterd zijn.

Een van de gasstroomregelaars 15 (de bovenste in fig. 5)
is via een gaskoppeling 37 verbonden met een zuurstofleiding 39. Tussen
de zuurstofleiding 39 en de gaskoppeling 37 bevinden zich een reduceer-
ventiel 41 en een buffer 43. Het reduceerventiel 41 zorgt, dat de zuurstof
10 met een instelbare druk (bij voorkeur 3-6 Bar) aan de gasstroomregelaar
15 wordt toegevoerd en buffer 43 dempt door de gasstroomregelaar veroor-
zaakte impulsen in de gasstroom zodat deze geen storende invloed op het
reduceerventiel hebben.

Een lachgasleiding 45 en een luchtleiding 47 zijn op
15 dezelfde wijze via reduceerventielen 41 en buffers 43 verbonden met
gaskoppelingen 37. Deze laatstgenoemde gaskoppelingen staan via een
wisselklep 49 in verbinding met de tweede gasstroomregelaar 15. De
wisselklep 49 wordt naar behoefte zodanig bestuurd, dat lucht of lach-
gas naar de tweede gasstroomregelaar 15 gevoerd wordt. De eerste gas-
20 stroomregelaar 15 regelt dus de zuurstofstroom en de tweede gasstroom-
regelaar de stroom lucht of N_2O . De verhouding tussen enerzijds de
hoeveelheid zuurstof en anderzijds de hoeveelheid lucht of N_2O is regel-
baar door een geschikte besturing van de beide gasstroomregelaars 15.

De uit de gasstroomregelaars 15 komende gasstroom
25 wordt weer door een akoestisch filter 33 geleid, dat voorzien is van
geleideschotten 51 die de gasstroom (aangeduid met pijlen) door vezel-
achtig materiaal 53 dwingen. In dit filter vindt tevens een grondige
vermenging van de gasstromen uit de beide gasstroomregelaars 15 plaats.

De uitgang van het filter 33 is via een gaskoppeling
30 55 verbonden met een mondstuk 57 dat voorzien kan zijn van een druk-
opnemer 59 en een gasstroomopnemer 61. Via dit mondstuk wordt de
gasstroom toegevoerd aan een patiënt 63.

De uitgang van het filter 33 is verbonden met een
veiligheidsklep 65 die zich automatisch opent, wanneer de patiënten-
35 druk boven een vooraf ingestelde waarde (bijvoorbeeld 0,025 tot 0,12 Bar
boven de atmosferische druk) stijgt.

Voor de uitademing is een uitademingsklep 67 aanwezig
die na gebruik kan worden weggegooid. Deze uitademingsklep wordt

pneumatisch bediend door middel van lucht uit de luchtleiding 47, die via een reduceerventiel 69 en een klep 71 wordt aangevoerd.

5

10

15

20

25

30

35

Conclusies:

1. Beademingstoestel voor het met een vooraf bepaalde doserings-
snelheid toevoeren van een gasmengsel aan een patiënt, bevattende ten-
minste een regelorgaan voor het regelen van een gasstroom in een gas-
leiding die zich van een gastoevoerleiding (11) naar een patiëntenleiding
5 (13) uitstrekt, welk regelorgaan is voorzien van een in de gasleiding
opgenomen nauwe gasdoorstroomopening, met het kenmerk, dat de gasdoor-
stroomopening een kritische doorlaat (21) is, die in serie geschakeld
is met tenminste een klep (19) die door een stuursignaal (29, 31) perio-
diek geopend of gesloten kan worden, welk stuursignaal kan worden
10 opgewekt door een stuurorgaan (17) dat is ingericht om de fractie van de
tijd, waarin de klep geopend is, te variëren in afhankelijkheid van de
gewenste gasvolumestroom.
2. Beademingstoestel volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat
tussen de gastoevoerleiding (11) en de kritische doorlaat (21) een druk-
15 opnemer (25) aanwezig is, die tevens verbonden is met het stuurorgaan
(17), dat tevens is ingericht om de fractie van de tijd, waarin de klep
(19) geopend is, te variëren in afhankelijkheid van de door de drukop-
nemer gemeten druk.
3. Beademingstoestel volgens conclusie 1 of 2 met het kenmerk,
20 dat de gasleiding tenminste twee parallel geschakelde kleppen (19)
bevat en dat het stuurorgaan (17) is ingericht om de kleppen met een
onderling faseverschil te besturen.
4. Beademingstoestel volgens conclusie 3 met het kenmerk, dat
elke klep (19) in serie geschakeld is met een eigen kritische doorlaat
25 (21).
5. Beademingstoestel volgens een der voorgaande conclusies
met het kenmerk, dat tussen de kritische doorlaat (21) en de patiënten-
leiding (13) een buffer (33) aanwezig is voor het onderdrukken van
onregelmatigheden in de gasstroom.

30

35

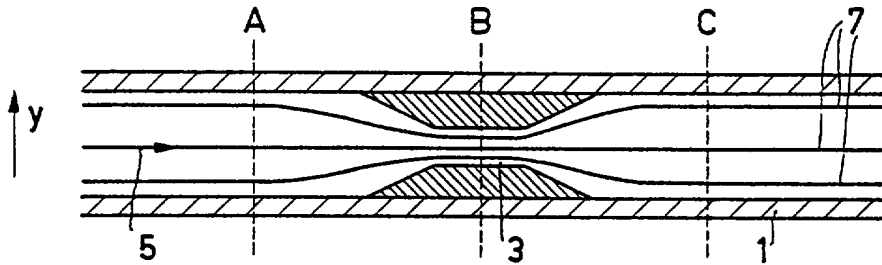


FIG.1

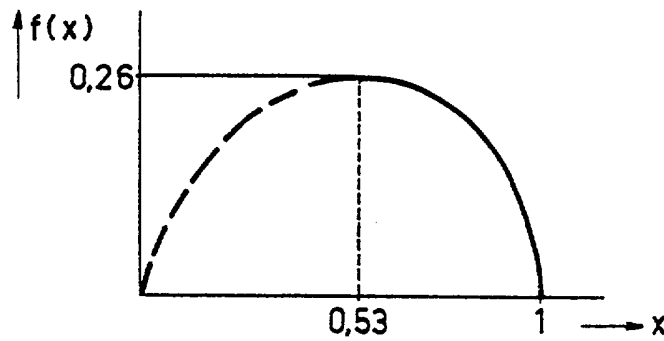


FIG.2

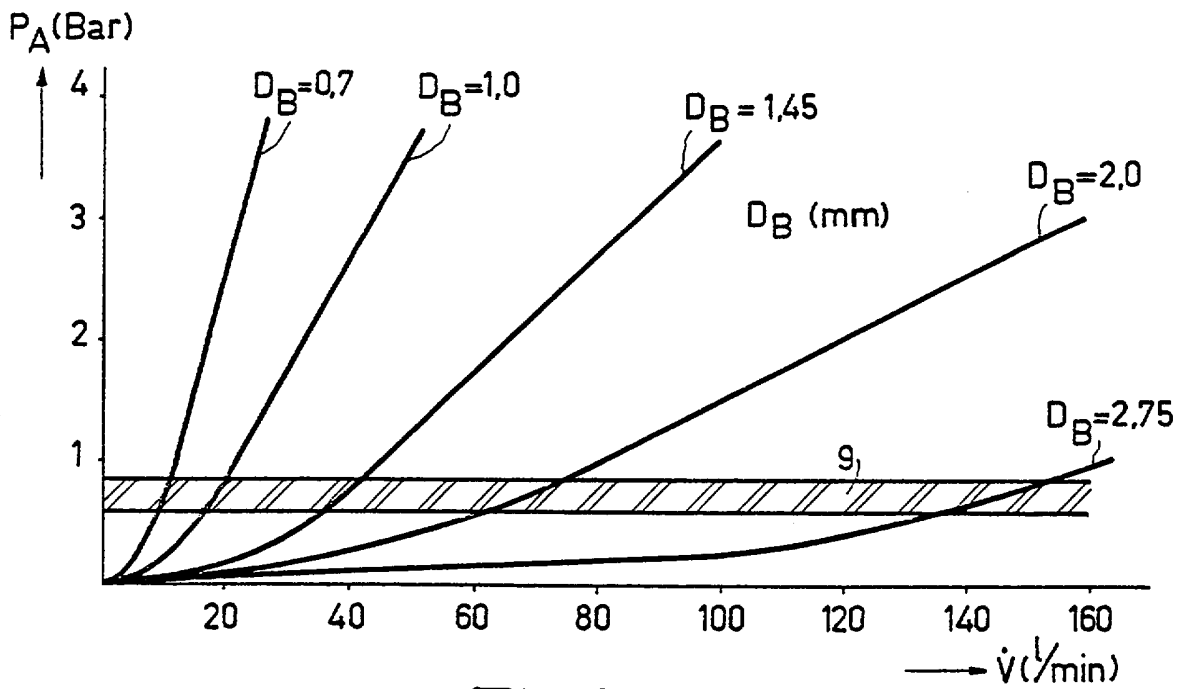
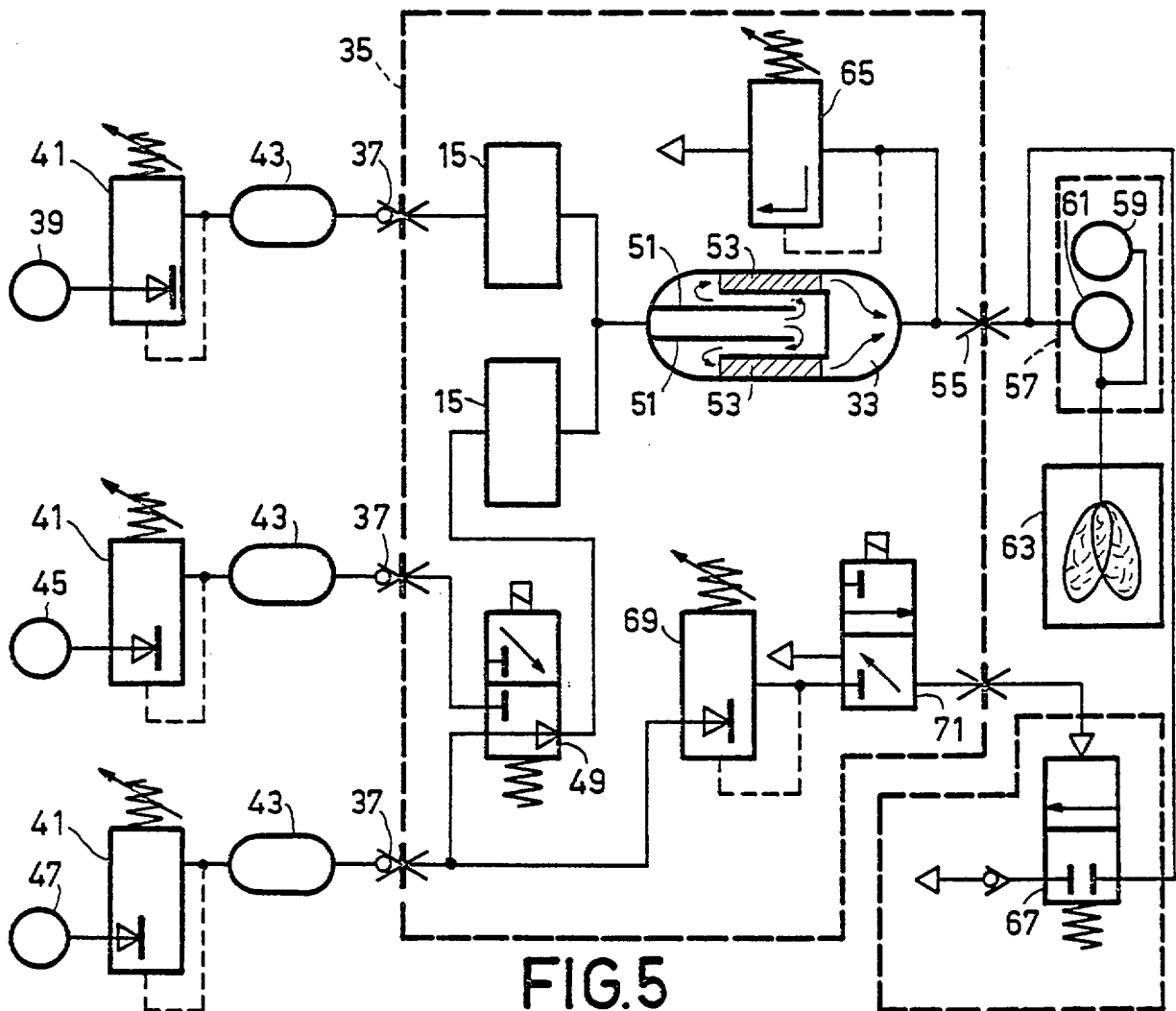
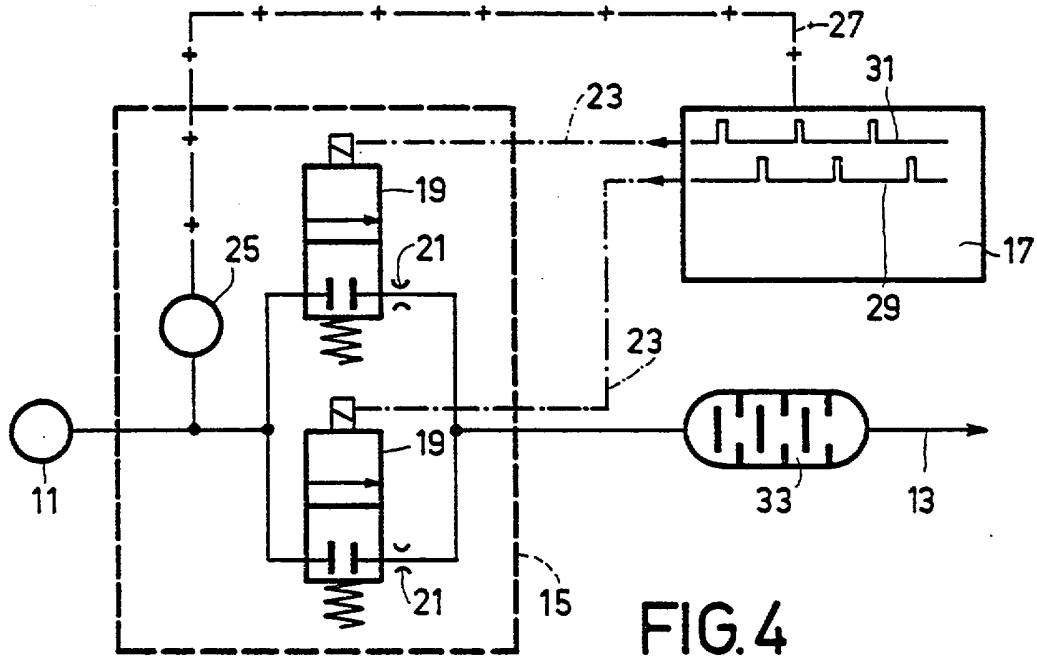


FIG.3



BAD ORIGINAL
007074