



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8400990**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze voor het vloeibaar maken van een gas en vloeibaarmakingsinstallatie voor het uitvoeren van de werkwijze.**
- ⑤1 Int.Cl.: F25J 1/02.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

- ②1 Aanvraag Nr. 8400990.
- ②2 Ingediend 29 maart 1984.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

- ④3 Ter inzage gelegd 16 oktober 1985.

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.

Werkwijze voor het vloeibaar maken van een gas en vloeibaarmakings-
installatie voor het uitvoeren van de werkwijze.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vloeibaar maken van een door een gastoeleveringsinrichting geleverd gas met een bovenatmosferische eerste druk door dit gas toe te voeren aan een cryogenerator en vervolgens de gevormde vloeistof op een tweede
5 druk te brengen die gelijk of lager is dan de eerste druk.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een vloeibaarmakings-
installatie voor het uitvoeren van de genoemde werkwijze.

Bij een bekende werkwijze van de in de aanhef genoemde soort (uit een publicatie van Dr. A.M. Feibush e.a. verstrekt op de GASTECH
10 Conferentie, gehouden te Houston in november 1979 en getiteld :
"Nitrogen for LNG/LPG ships by pressure swing adsorption") wordt in de cryogenerator gecondenseerd stikstofgas in vloeibare toestand verzameld in een opslagvat. De in dit opslagvat door koudelek verdampende stikstof wordt teruggevoerd naar de cryogenerator en opnieuw gecondenseerd om
15 het niveau van de vloeibare stikstof in het opslagvat op peil te houden. Wanneer de gasscheidingsinrichting uitvalt wordt de vloeibare stikstof vanuit het opslagvat naar een verdamper gevoerd en vandaar in gasvormige toestand naar een gebruiker. Vanzelfsprekend kan ook vloeibare stikstof direct aan het opslagvat worden onttrokken, hoewel de
20 bekende inrichting in eerste instantie niet daarvoor is bedoeld.

Een bezwaar van de bekende werkwijze is dat na afname van vloeibare stikstof uit het opslagvat, koudelek en/of drukval op het traject tussen het opslagvat en de gebruiker tot vorming van stikstofgas leidt dat voor de gebruiker van weinig waarde is indien deze vloeibare
25 stikstof wenst. Het gevormde stikstofgas vertegenwoordigt bovendien een hoeveelheid koude die niet wordt benut. Verder is men gebonden aan plaatsing van de cryogenerator bovenop het opslagvat om te voorkomen dat de cryogenerator vol loopt met teruglopende, reeds gecondenseerde vloeistof.

30 Het doel van de uitvinding is een werkwijze van de in de aanhef genoemde soort te verschaffen waarbij de genoemde bezwaren worden vermeden.

Het doel van de uitvinding is tevens een vloeibaarmakings-

installatie te verschaffen voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding.

De uitvinding heeft daartoe tot kenmerk, dat het uit de gastoeleveringsinrichting stromende gas wordt afgekoeld in een eerste gas/gas warmtewisselaar alvorens het wordt toegevoerd aan de cryogenerator, 5 waarna de in de cryogenerator door condensatie gevormde verzadigde vloeistof en natte damp naar een vloeistofslot wordt geleid, terwijl de uit het vloeistofslot tredende verzadigde vloeistof en door expansie na het vloeistofslot gevormde natte damp wordt gevoerd naar een tweede 10 warmtewisselaar die zich bevindt in reeds geproduceerde vloeistof in een thermisch geïsoleerd reservoir en in deze tweede warmtewisselaar wordt onderkoeld respectievelijk wordt gecondenseerd en onderkoeld, waarbij de mate van onderkoeling wordt verkregen met een op de tweede warmtewisselaar aangesloten drukregelaar en vervolgens wordt geregeld 15 met behulp van de instelling van de genoemde tweede druk tussen een waarde die correspondeert met een maximale waarde van de tweede druk die gelijk is aan de druk in de cryogenerator en een waarde die correspondeert met een minimale waarde van de tweede druk die gelijk is aan de druk in het reservoir, terwijl de condensatiewarmte en de onderkoelings- 20 warmte worden benut voor het verdampen van een deel van de in het thermisch geïsoleerde reservoir aanwezige vloeistof en de daardoor gevormde damp wordt geleid naar de eerste warmtewisselaar voor het afkoelen van het door de gastoeleveringsinrichting geleverde gas, waarbij de in het reservoir verdampte vloeistof wordt aangevuld met behulp van 25 een achter het vloeistofslot aangesloten suppletieleiding.

De uitvinding heeft daartoe tevens tot kenmerk, dat een uitgang van de gastoeleveringsinrichting is aangesloten op een thermisch geïsoleerde eerste warmtewisselaar die zich samen met de tweede warmtewisselaar en het vloeistofslot in het thermisch geïsoleerde reservoir 30 bevindt en is verbonden met de cryogenerator, terwijl een vloeistofleiding van de buiten het thermisch geïsoleerde reservoir opgestelde cryogenerator is aangesloten op het vloeistofslot dat een op de tweede warmtewisselaar aangesloten uitgangsleiding bezit die via de drukregelaar is aangesloten op een gebruiker, waarbij de openingsdruk 35 van de drukregelaar onafhankelijk is van de gebruikersdruk, terwijl het reservoir is voorzien van een niveauregelaar die is aangesloten op de uitgangsleiding van het vloeistofslot.

Opgemerkt wordt dat het op zichzelf bekend is (uit het

8400990

Amerikaanse octrooischrift nr. 4.296.610) om meer of minder sterk onderkoelde cryogene vloeistof vanuit een toevoerinrichting naar een gebruiker te transporteren om verdamping door koudelek en/of drukval te verhinderen. De bij het condenseren en onderkoelen vrijkomende condensatiewarmte en
5 onderkoelingswarmte gaat echter verloren en leidt zelfs tot een temperatuursverhoging en een drukverhoging van de koelvloeistof die weer ongedaan gemaakt moet worden.

De uitvinding zal nader worden toegelicht aan de hand van de tekening, waarin :

- 10 figuur 1 schematisch een vloeibaarmakingsinstallatie toont,
- figuur 2 in detail het thermisch geïsoleerde reservoir van de installatie volgens figuur 1 toont,
- figuur 3 een schematisch detail toont van de in figuur 2 aangegeven drukregelaar,
- 15 figuur 4 een druk-enthalpie diagram toont dat correspondeert met een werkwijze volgens de uitvinding,
- figuur 5 een temperatuur-entropie diagram toont dat correspondeert met een werkwijze volgens de uitvinding.

De met figuur 1 geïllustreerde vloeibaarmakingsinstallatie
20 bevat een gastoeleveringsinrichting in de vorm van een gasscheidingsinrichting 12 met twee moleculaire zeven 14 en 16. De gasscheidingsinrichting 12 is van een op zichzelf bekende soort zoals bijvoorbeeld is beschreven in het tijdschrift "Fuel" van september 1981 (Vol. 60) op pagina's 817-822. Via een ingangsleding 18 wordt lucht aangezogen door
25 een compressor 20 die lucht van bijvoorbeeld 6,5 kP (kilo Pascal) in een uitgangsleding 22 perst die door middel van kranen 24 en 26 aansluitbaar is op respectievelijk de moleculaire zeven 14 en 16. De moleculaire zeven 14 en 16 zijn verder door middel van kranen 28, 30 en 32 aangesloten op een afvoerleiding 34 waarin eventueel een vacuumpomp 36 is
30 opgesteld. De vacuumpomp 36 kan vervallen als gebruik wordt gemaakt van een compressor 20 met een relatief hoge persdruk, bijvoorbeeld 6,5 kP. De moleculaire zeven 14 en 16 scheiden het stikstofgas van het zuurstofgas, waarbij het zuurstofgas achterblijft in de zeven en het stikstofgas via kranen 38, 30 en 42 in een toevoerleiding 44 wordt geperst. Door
35 de kranen 24, 26, 28, 30, 32, 38, 40 en 42 afwisselend te openen en te sluiten wordt steeds één van de zeven 14 en 16 gebruikt voor het persen van stikstofgas in de toevoerleiding 44 terwijl de andere zeef wordt gezuiverd door afblazen van het geabsorbeerde zuurstofgas naar de atmos-

feer. Een stroom van stikstofgas met een gemiddelde druk van 6,5 kP kan zodoende worden verkregen in de toevoerleiding 44. Via de toevoerleiding 44 wordt het stikstofgas in een thermisch geïsoleerd reservoir 48 geperst en wel in een in dit reservoir opgestelde gas/gas warmtewisselaar 50. Het stikstofgas komt de warmtewisselaar 50 binnen ter plaatse van het verwijzingsnummer 1 en verlaat de warmtewisselaar 50 bij het verwijzingsnummer 2. Opgemerkt wordt dat de verwijzingsnummers 1-10 zijn gebruikt om het thermodynamische verloop van de werkwijze te verduidelijken, mede aan de hand van de diagrammen in de figuren 4 en 5 die van overeenkomstige verwijzingsnummers 1-10 zijn voorzien. De temperatuur van het stikstofgas ter plaatse van het verwijzingsnummer 1 bedraagt 288° K. In de warmtewisselaar 50 wordt het stikstofgas van 288° K vóórgekoeld tot 243° K met behulp van koud stikstofgas van 78° K dat de warmtewisselaar 50 binnenkomt bij het verwijzingsnummer 9 en verlaat bij het verwijzingsnummer 10. Het koude stikstofgas wordt daarbij opgewarmd tot 288° K. Voor de koude-overdracht in de warmtewisselaar 50 kan gebruik worden gemaakt van twee concentrische pijpen met stikstofgas van relatief hoge temperatuur in de binnenpijp en stikstofgas van relatief lage temperatuur tussen de buitenpijp en de binnenpijp. De warmtewisselaar 50 is thermisch geïsoleerd van het reservoir 48 door isolatiemateriaal 51, zoals bijvoorbeeld polyurethaanschuim. In het navolgende zal nog nader worden toegelicht hoe het koude stikstofgas voor de warmtewisselaar 50 wordt verkregen.

Het vóórgekoelde stikstofgas verlaat de warmtewisselaar 50 met een temperatuur van 243° K en wordt via een leiding 52 gevoerd naar een cryogenerator 54. De cryogenerator 54 is van een op zichzelf bekende soort zoals bijvoorbeeld beschreven is door J.W.L. Köhler en C.O. Jonkers in "Philips Technical Review", jaargang 16, oktober 1954, p.105 t/m 115. In de cryogenerator bevindt zich een warmtewisselaar 56 waarmee het stikstofgas dat bij verwijzingsnummer 3 binnenkomt met een temperatuur van 243° K en een druk van 6,5 kP wordt gecondenseerd. De vloeibare stikstof verlaat de warmtewisselaar 56 bij het verwijzingsnummer 4 met een temperatuur van 96° K en een druk van 6,5 kP. De cryogenerator 54 is met behulp van een leiding 58 aangesloten op een in het thermisch geïsoleerde reservoir 48 opgesteld vloeistofslot in de vorm van een condenspot 60 (zie ook figuur 3). Onderin de condenspot 60 verzamelt zich de vloeibare stikstof 62. Boven de vloeibare stikstof bevindt zich uit de cryogenerator 54 afkomstig gasvormig stikstof 64 dat tijdens het aanlopen

van de installatie wordt afgeblazen via een drukvereffeningsleiding 65 (gestippeld) naar de leiding 52 om te verhinderen dat de vloeibare stikstof in leiding 58 wordt teruggedrongen naar de cryogenerator 54. Zodra het niveau 66 van de vloeibare stikstof een bepaalde hoogte heeft bereikt
5 wordt door middel van een vlotter 67 een klep 68 geopend en wordt de vloeibare stikstof in een leiding 70 geperst die de condenspot 60 verbindt met een in het reservoir 48 opgestelde vloeistof/vloeistof/gas warmtewisselaar 72 (tweede warmtewisselaar). De warmtewisselaar 72 bevindt zich in vloeibare stikstof 74 van 78° K die is gevormd in de
10 aanloopfase van het vloeibaarmakingsproces. In de warmtewisselaar 72 wordt de vloeibare stikstof die de warmtewisselaar bij verwijzingsnummer 5 binnenkomt met een temperatuur van 91° K gekoeld respectievelijk onderkoeld tot een temperatuur van 78° K bij verwijzingsnummer 7. Tevens wordt het door de drukval over de condenspot 60 gevormde stikstofgas weer
15 gecondenseerd op het traject dat is aangegeven door de verwijzingsnummers 5-6 en vervolgens onderkoeld op het traject dat is aangegeven door de verwijzingsnummers 6-7. Achter de warmtewisselaar 72 bevindt zich een aftakking 76. Een leiding 78 verbindt de warmtewisselaar 72 met een drukregelaar 80 en een suppletieleiding 82 verbindt de warmtewisselaar 72
20 met een niveauregelaar 84 die nog nader wordt besproken.

De in figuur 3 getoonde drukregelaar 80 die duidelijkheidshalve in figuur 2 slechts schematisch is aangegeven is opgesteld in het reservoir 48. De drukregelaar 80 bezit een plunjer 86 die is opgebouwd uit een klep 88 die door middel van een dwarsstang 90 is bevestigd aan een plaat-
25 vormige ondersteuning 92. Het door de vloeibare stikstof aangestroomde oppervlak van de klep 86 en de plaatvormige ondersteuning is bij voorkeur gelijk. Beneden de openingsdruk ligt de klep 88 aan tegen een klepzitting 94 die is bevestigd in de leiding 78. Aan de ondersteuning 92 is een relatief slappe balg 96 bevestigd. De balg 96 is aan zijn van de
30 ondersteuning 92 afgekeerde uiteinde bevestigd aan een aan de leiding 78 bevestigde huls 98. De huls 98 is voorzien van schroefdraad voor het instellen van een regelschroef 100. Tussen de regelschroef 100 en de ondersteuning 92 bevindt zich een ten opzichte van de balg 96 stijve schroefveer 102. Bij geopende klep 88 is de leiding 78 door middel
35 van doorstroomopeningen 104 in open verbinding met een leiding 106. De leiding 106 is aangesloten op een opslagvat 108 met een uitgangsleiding 110 waarin zich een kraan 112 bevindt voor de gebruiker. Opgemerkt wordt dat indien de voorspanning van de veer 102 gelijk aan V is en het

oppervlak van de ondersteuning 92 en de klep 88 gelijk aan A is, de
openingsdruk p_1 gelijk is aan $\frac{V}{A}$. Dit betekent dat de openingsdruk p_1
onafhankelijk is van de gebruikersdruk p_2 (tweede druk) in de leiding
106 en het opslagvat 108. Door het regelen van de voorspanning V kan dus de
5 drukval over de condenspot 60 worden ingesteld.

De niveauregelaar 84 bezit een klep 114 (zie figuur 2) die
kan worden geopend of gesloten met behulp van een vlotter 116 die de
hoogte van het vloeibare stikstofniveau 118 in het reservoir 48 volgt.
Bij geopende klep 114 wordt vloeibare stikstof toegevoegd aan de vloeibare
10 stikstof 74 in het reservoir 48 via een leiding 120. In de aanloopfase
van de vloeibaarmakingsinstallatie zal de cryogenerator 54 zolang vloeibare
stikstof leveren aan het reservoir 48 tot het niveau 118 een hoogte
bereikt waarop de klep 114 wordt gesloten. Omdat de vloeibare stikstof
en gasvormige stikstof in de warmtewisselaar 72 voortdurend warmte af-
15 staan aan de vloeibare stikstof 74 zal een deel hiervan steeds verdampen.
Deze verdampte stikstof van 78°K wordt bij het verwijzingsnummer 9 toege-
voerd aan de gas/gas warmtewisselaar 50 voor het vóórkoelen van het
door de gasscheidingsinrichting 12 geleverde stikstofgas. De door de
warmtewisselaar 72 verdampte stikstof in het reservoir 48 wordt steeds
20 aangevuld met behulp van de niveauregelaar 84. Opgemerkt wordt dat de
niveauregelaar 84 ook kan worden aangesloten op leiding 70 na de condenspot
60.

Aan de hand van de diagrammen in de figuren 4 en 5 zal de werk-
wijze en de mogelijkheden daarvan nader worden verduidelijkt. Indien bij
25 de werkwijze zoals aangegeven door de volgnummers 1-10 in de figuren 4 en
5 de voorspanning V wordt vergroot zal de openingsdruk p_1 toenemen,
bijvoorbeeld tot het niveau dat is aangegeven door de verwijzingsnummers
5', 6' en 7'. De mate van onderkoeling neemt nu toe met een bedrag dat
is gegeven door het verschil in lengte tussen het traject 6-7 en het tra-
30 ject 6'-7'. De verhouding tussen de onderkoelingsenthalpie ΔH_o en de
condensatie-enthalpie ΔH_c is daarmee gewijzigd terwijl de som van
onderkoelingsenthalpie en condensatie-enthalpie $\Delta H = \Delta H_o + \Delta H_c$
constant blijft. De totale door de vloeibare en gasvormige stikstof in de
warmtewisselaar 72 aan de vloeibare stikstof 74 in het reservoir 48 afge-
35 stane warmte (weergegeven door het traject 8-9) is dus gelijk gebleven en
daarmee dus ook het koelvermogen van de warmtewisselaar 50. De gebruikersdruk
 p_2 kan liggen tussen p_o en $p_{\max}$ en kan dus variëren met een bedrag Δp .
Naarmate de gebruikersdruk p_2 dus hoger respectievelijk lager is, is dus

8400990

ook de mate van onderkoeling van de afgenomen vloeibare stikstof groter respectievelijk kleiner.

Opgemerkt wordt dat in het geval dat de tweede of gebruikersdruk p_2 kleiner is dan de openingsdruk p_1 en groter of gelijk dan de druk p_0 in het reservoir ($p_0 \leq p_2 < p_1$) de door de gebruiker verkregen onderkoeling kleiner is dan de door de tweede warmtewisselaar 72 bewerkstelligde onderkoeling ΔH_0 . De druk tussen de condenspot 60 en de drukregelaar 80 bedraagt in dit geval steeds p_1 omdat de drukregelaar 80 wordt gesloten bij een hogere druk dan p_1 . In het geval dat de gebruikersdruk p_2 kleiner of gelijk is dan $p_{\max}$ en groter dan de openingsdruk p_1 ($p_1 < p_2 \leq p_{\max}$) is de door de gebruiker verkregen onderkoeling groter dan de door de tweede warmtewisselaar 72 bewerkstelligde onderkoeling ΔH_0 . De druk tussen de condenspot 60 en de drukregelaar 80 bedraagt nu p_2 . In het geval dat de gebruikersdruk p_2 gelijk is aan de openingsdruk p_1 is de door de gebruiker verkregen onderkoeling gelijk aan de door de warmtewisselaar 72 bewerkstelligde onderkoeling ΔH_0 . De druk tussen de condenspot 60 en de drukregelaar 80 bedraagt nu $p_1 = p_2$. Hiermee is dus bereikt dat de gebruiker naar wens de mate van onderkoeling en de gebruikersdruk kan variëren. Met behulp van de kraan 112 kan de gebruiker vloeibare stikstof afnemen. De gebruikersdruk p_2 kan worden ingesteld met behulp van een reduceerkraan 113 en een verdamper 115 die via een leiding 117 is teruggekoppeld naar het opslagvat 108 en is blootgesteld aan de omgevingstemperatuur. Dit is van groot belang omdat het altijd optredende drukverlies aan de gebruikerszijde nu niet meer hoeft te leiden tot de vorming van stikstofgas. De aan dit drukverlies aanpasbare mate van onderkoeling voor de gebruiker wordt immers bepaald door het drukverschil tussen gebruikersdruk p_2 en de druk p_0 in het reservoir 48 (zie figuur 4). Als de gebruiker onderkoelde vloeibare stikstof vraagt ligt de gebruikersdruk p_2 dus boven de druk p_0 in het reservoir 48 zodat de druk p_0 (verwijzingsnummer 8) niet wordt bereikt. Vaak zal de druk p_0 van het reservoir 48 gelijk zijn aan de atmosferische druk. Omdat met de drukregelaar 80 de drukval over de condenspot 60 wordt bepaald en derhalve het niveau van het traject 5-7 in figuur 4, bepaalt de instelling van de drukregelaar dus ook (zie figuur 5) het beschikbare temperatuurverschil over het traject 5-7 voor de warmte-uitwisseling in de warmtewisselaar 72.

In de in figuur 2 getoonde uitvoeringsvorm van het reservoir 48 is de warmtewisselaar 50 opgebouwd uit twee concentrische pijpen (niet

zichtbaar). Het stikstofgas van de gasscheidingsinrichting 12 komt via leiding 44 de warmtewisselaar 50 binnen bij verwijzingsnummer 1 en verlaat deze weer bij verwijzingsnummer 2 via de leiding 52 (in figuur 2 achter de leiding 58 gelegen) die is verbonden met de cryogenerator 54.

5 Het in het reservoir 48 verdampte koude stikstofgas komt de warmtewisselaar 50 binnen bij verwijzingsnummer 9 en verlaat deze bij verwijzingsnummer 10. De warmteuitwisseling vindt plaats volgens het tegenstroomprincipe. Omdat het in de warmtewisselaar 50 opgewarmde stikstofgas uit het reservoir 48 wordt afgevoerd naar de buitenlucht heerst in

10 het reservoir 48 atmosferische druk (0,98 kP). Door het inbouwen van een drukregelaar in de leiding naar de buitenlucht kan een hogere dan de atmosferische druk worden verkregen in het reservoir 48. In het drukenthalpie diagram van figuur 4 komt het traject 8-9-10 dan op een hoger drukniveau te liggen. Daarmee wordt dus niet alleen de verhouding tussen

15 condensatie-enthalpie en onderkoelingsenthalpie veranderd op het traject 5-6-7 (bij constante condensatie-enthalpie), maar ook de som van beide enthalpieën en daarmee de voor vóórkoeling beschikbare hoeveelheid verdampte stikstof uit het reservoir 48. De mate van vóórkoeling kan op deze wijze dus worden geregeld.

20 Hoewel de vloeibaarmakingsinstallatie is beschreven aan de hand van stikstof komen ook andere stoffen zoals zuurstof, waterstof, methaan, argon enz. in aanmerking. Daartoe is slechts nodig een op deze stoffen afgestemde gasscheidingsinrichting 12 en cryogenerator 54 toe te passen. Opgemerkt wordt dat de gastoeleveringsinrichting niet beperkt is tot

25 een gasscheidingsinrichting 12 met moleculaire zeven. Op zichzelf bekende zgn. gasscheidingskolommen waarin gassen van elkaar worden gescheiden door gebruik te maken van hun verschil in kookpunt kunnen eveneens worden toegepast. In een dergelijk geval verdient het de voorkeur het gas na de scheiding op een bovenatmosferische druk te brengen met behulp van een

30 compressor om een zo efficiënt mogelijk gebruik van de cryogenerator te bewerkstelligen. De koudeproductie van de cryogenerator wordt namelijk vergroot bij een hogere druk van het toegevoerde gas (relatief hoge condensatietemperatuur), terwijl het opgenomen vermogen van de cryogenerator hetzelfde blijft. Bij een hogere condensatietemperatuur kan de druk van

35 het werkmedium van de cryogenerator, zoals bijvoorbeeld heliumgas worden opgevoerd terwijl de belasting van de cryogenerator afneemt. Door het toepassen van een bovenatmosferische druk voor het aan de cryogenerator toegevoerde productgas is verder geen pompinstallatie nodig. De druk

wordt geleverd door de reeds aanwezige compressor in de gasscheidingsinrichting met moleculaire zeven. Het aan de leiding 44 toegevoerde gas kan ook afkomstig zijn van een opslagvat.

Opgemerkt wordt dat het vloeistofslot in de vorm van de condenspot 60 een dubbelfunctie bezit. Allereerst wordt de uit de cryogenerator 54 afkomstige verzadigde vloeistof gescheiden van de uit de cryogenerator afkomstige natte damp. Verder werkt de condenspot 60 als terugslagklep zodat in het geval het reservoir 48 hoger is geplaatst dan de cryogenerator 54 nooit vloeistof terug kan stromen naar de cryogenerator. In plaats van een condenspot kan in feite elk vloeistofslot worden toegepast, zoals bijvoorbeeld een vat met daarin in thermisch evenwicht verkerende verzadigde vloeistof en verzadigde damp, waarbij de vlotter vervangen is door een optische sensor die de klep van het vloeistofslot stuurt. Een dergelijke optische sensor kan ook worden gebruikt als vervanging van de vlotter in de niveauregelaar.

Hoewel de uitvinding beschreven is voor het gebied dat is gelegen tussen de temperaturen 288°K en 78°K en de drukken 6,5 kP en 1 kP is zij niet daartoe beperkt. Het mogelijke werkgebied wordt gegeven door de druk-enthalpie en de temperatuur-entropie diagrammen van het betreffende gas.

25

30

35

8400990

CONCLUSIES :

1. Werkwijze voor het vloeibaar maken van een door een gastoeleveringsinrichting geleverd gas met een bovenatmosferische eerste druk door dit gas toe te voeren aan een cryogenerator en vervolgens de gevormde vloeistof op een tweede druk te brengen die gelijk of lager is dan de eerste druk, met het kenmerk, dat het uit de gastoeleveringsinrichting stromende gas wordt afgekoeld in een eerste gas/gas warmtewisselaar alvorens het wordt toegevoerd aan de cryogenerator, waarna de in de cryogenerator door condensatie gevormde verzadigde vloeistof en natte damp naar een vloeistofslot wordt geleid, terwijl de uit het vloeistofslot tredende verzadigde vloeistof en door expansie na het vloeistofslot gevormde natte damp wordt gevoerd naar een tweede warmtewisselaar die zich bevindt in reeds geproduceerde vloeistof in een thermisch geïsoleerd reservoir en in deze tweede warmtewisselaar wordt onderkoeld respectievelijk wordt gecondenseerd en onderkoeld, waarbij de mate van onderkoeling wordt verkregen met een op de tweede warmtewisselaar aangesloten drukregelaar en vervolgens wordt geregeld met behulp van de instelling van de genoemde tweede druk tussen een waarde die correspondeert met een maximale waarde van de tweede druk die gelijk is aan de druk in de cryogenerator en een waarde die correspondeert met een minimale waarde van de tweede druk die gelijk is aan de druk in het reservoir, terwijl de condensatiewarmte en de onderkoelingswarmte worden benut voor het verdampen van een deel van de in het thermisch geïsoleerde reservoir aanwezige vloeistof en de daardoor gevormde damp wordt geleid naar de eerste warmtewisselaar voor het afkoelen van het door de gastoeleveringsinrichting geleverde gas, waarbij de in het reservoir verdampte vloeistof wordt aangevuld met behulp van een achter het vloeistofslot aangesloten suppletieleiding.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de gastoeleveringsinrichting een op zichzelf bekende gasscheidingsinrichting is waarin een gasmengsel van atmosferische druk door een compressor in druk wordt verhoogd tot de eerste bovenatmosferische druk en vervolgens in een moleculaire zeef wordt geperst, waarbij een gasfractie van een eerste soort wordt doorgelaten terwijl een gasfractie van een tweede soort wordt geabsorbeerd en afgezogen, waarna de gasfractie van de eerste soort wordt toegevoerd aan de cryogenerator.

3. Vloeibaarmakingsinstallatie voor het uitvoeren van de werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat een uitgang van de gastoeleveringsinrichting is aangesloten op een thermisch geïsoleerde

8400990

eerste warmtewisselaar die zich samen met de tweede warmtewisselaar en het vloeistofslot in het thermisch geïsoleerde reservoir bevindt en is verbonden met de cryogenerator, terwijl een vloeistofleiding van de buiten het thermisch geïsoleerde reservoir opgestelde cryogenerator is aangesloten op het vloeistofslot dat een op de tweede warmtewisselaar aangesloten uitgangsleding bezit die via de drukregelaar is aangesloten op een gebruiker, waarbij de openingsdruk van de drukregelaar onafhankelijk is van de gebruikersdruk, terwijl het reservoir is voorzien van een niveauregelaar die is aangesloten op de uitgangsleding van het vloeistofslot.

4. Vloeibaarmakingsinstallatie volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de tweede warmtewisselaar tevens is aangesloten op een niveauregelaar met een klep die bij een bepaald niveau van de vloeistof in het vat is geopend en suppletie van vloeistof vanuit de tweede warmtewisselaar naar het reservoir bewerkstelligt.

5. Vloeibaarmakingsinstallatie volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het vloeistofslot is uitgevoerd als een op zichzelf bekende condenspot.

6. Vloeibaarmakingsinstallatie volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de gastoeleveringsinrichting een op zichzelf bekende gas-scheidingsinrichting is met ten minste twee moleculaire zeven voor het scheiden van een gas van de gewenste soort uit een aan de gasscheidingsinrichting toegevoerd gasmengsel.

25

30

35

8400990

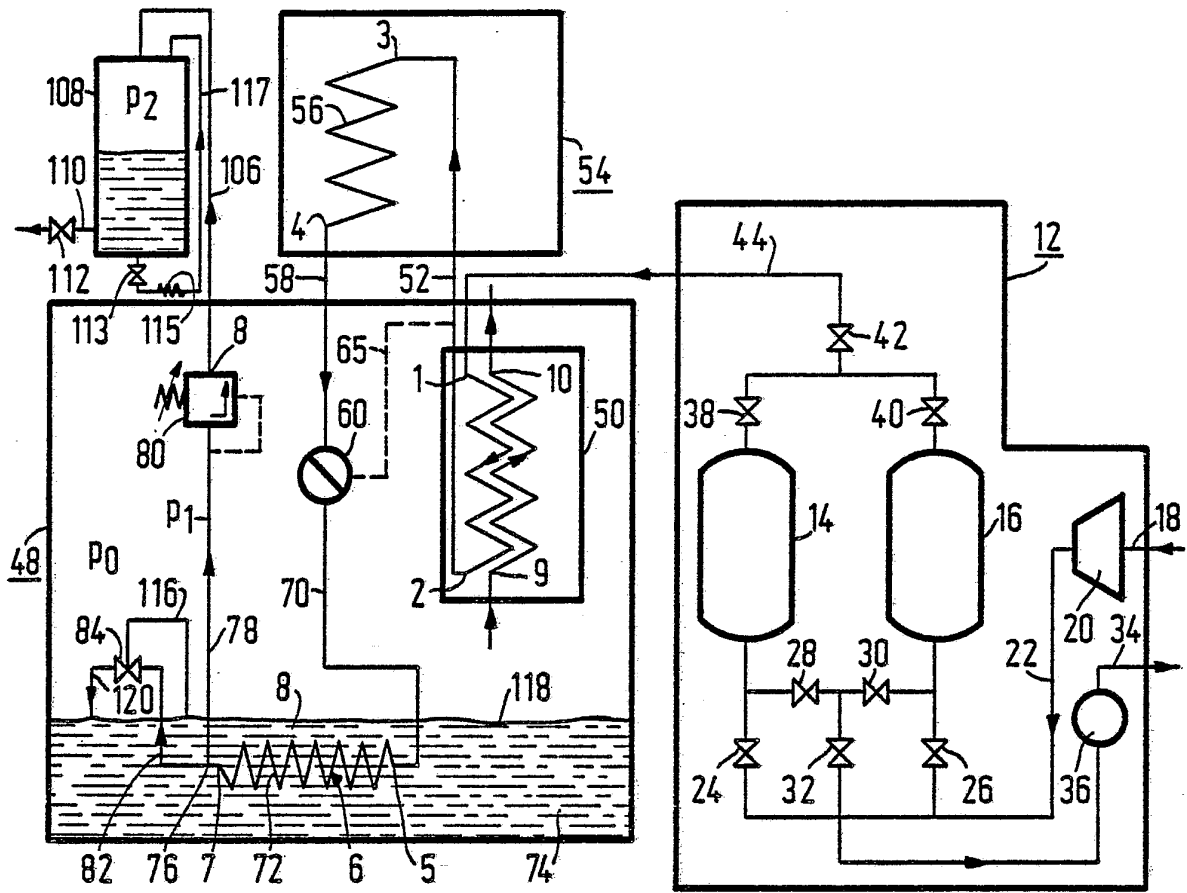


FIG.1

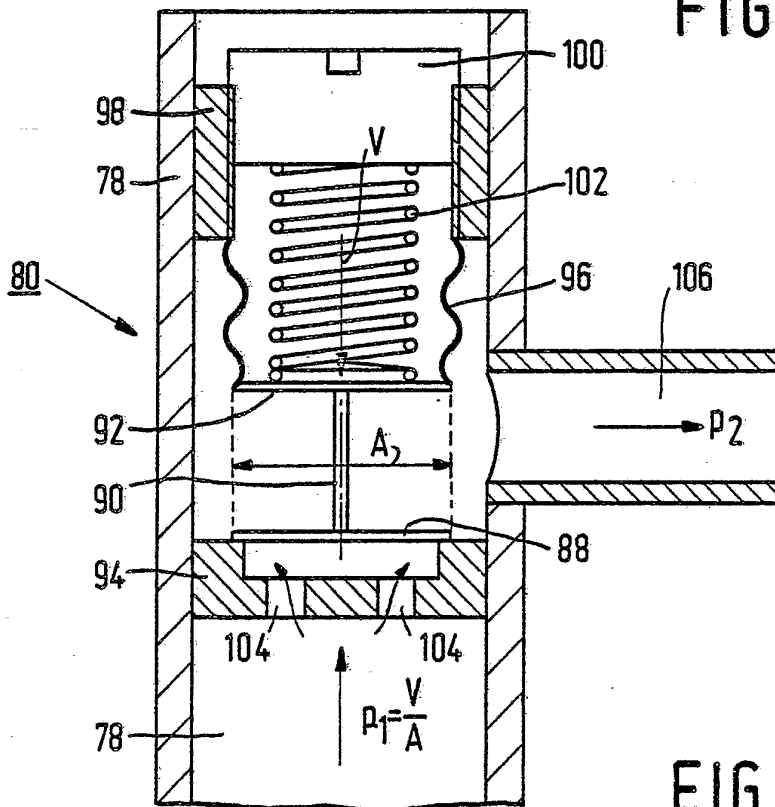
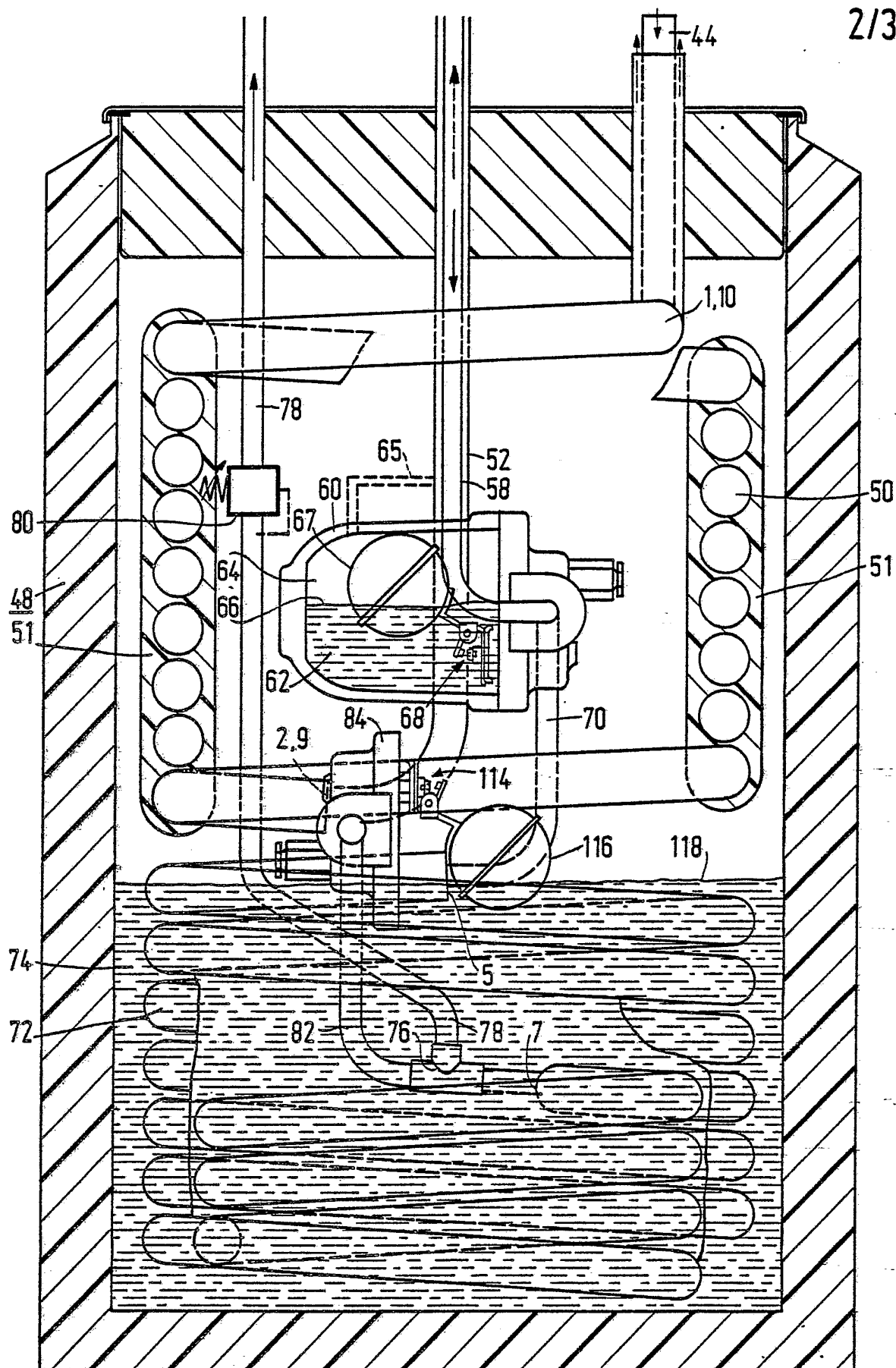


FIG.3

8400990





3-III-PHN 10988