

Eljárás és berendezés ultranagy tisztaságú nitrogén elő-
állítására

The BOC Group, Inc., New Providence, New Jersey, US

A bejelentés napja: 1992.06.03.

Elsőbbsége: 1991.06.24. (07/720,144, US)

K i v o n a t

A találmány szerint a levegő rektifikálásával előállított nagy tisztaságú, de könnyű elemekben, így neonban, héliumban és hidrogénben gazdag nitrogént egy kondenzátorban részlegesen kondenzáljuk, majd egy fázisszétválasztóban folyadékfázisra és gázfázisra választjuk szét. A folyadékfázisban kevés, a gázfázisban pedig sok könnyű elem van. A folyadékfázist kivezetjük a fázisszétválasztó aljából, és refluxként visszavezetjük a rektifikáló oszlopba⁽²⁴⁾. Amint a reflux tányérról tányérra lefelé csepeg, kigőzölögnek belőle a könnyű elemek. Az ultranagy tisztaságú folyékony nitrogénből álló termékáramot a reflux megfelelő kigőzölése után kivezetjük az oszlopból. Előnyösen a termékáramot egy kigőzölő oszlopban⁽⁶⁸⁾ tovább tisztítjuk.

(2.ábra)

Fluo

KÖZZÉTÉTELI FELDÁNY

10070 1842/92

Képviselő:

ADYENDRE SZ. ALGELLA JEDDA
KÖZVETLEN
92 720 144
2001.06.24. 09:11

63247

A

NS205. # 25 7 3/02

ELJÁRÁS ÉS BERENDEZÉS ULTRANAGY TISZTASÁGÚ NITROGÉN ELŐ-
ÁLLÍTÁSÁRA

The BOC Group, Inc., New Providence, New Jersey, US

[REDACTED]

2 3 1

[REDACTED] Sidney S. Stern, Highland Park, New Jersey, US

[REDACTED]

A bejelentés napja: 1992.06.03.

Elsőbbsége: 1991.06.24. (* 07/720,144, US)

A találmány tárgya eljárás és berendezés ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására levegő mélyhűtésű rektifikálásával. Még pontosabban a találmány egy olyan eljárásra és berendezésre vonatkozik, amelyekkel a könnyű elemek, így a hélium, a hidrogén és a neon eltávolíthatók a nagy tisztaságú nitrogénből és így ultranagy tisztaságú nitrogén állítható elő.

Ismeretesek olyan eljárások és berendezések, amelyekkel a levegő mélyhűtésű rektifikálásával nagy tisztaságú nitrogént állítanak elő. Például egy ilyen eljárást és berendezést ismertet a 4.966.022 sz. USA szabadalmi leírás. Ennél a megoldásnál a nagy tisztaságú nitrogént egy egyoszlopos mélyhűtésű rektifikálási eljárással állítják elő, amelynek során egy további kompressziós ciklust alkalmaznak. Egy ilyen ciklusban a nitrogén egyik részáramát egy expanziós gépbe vezetik, egy másik részáramát pedig egy kompresszor segítségével sűrítik, amely kompresszor egy energiaelnyelő féken át egy turbo expanderhez csatlakozik. A sűrített részáramot bevezetik az oszlopba, hogy javítsák a nitrogén kihozataalt, a géppel expandált részáramot pedig az eljárás során hűtőközegként használják. Egy ilyen eljárás és berendezés nagy tisztaságú nitrogént állít elő, nagy nyomáson és nagy termodinamikus hatékonysággal. Az előállított nitrogén nagy tisztaságú abban az értelemben, hogy oxigénben szegény. Az előállított termék azonban könnyű elemeket, így héliumot, hidrogént és neont tartalmaz, amelyek illékonyságuk következtében az előállított nitrogénben olyan mértékben feldúsulnak, hogy koncentrációjuk akár

tízszereése lesz a levegőben mérhető koncentrációjuknak.

A nitrogén legtöbb ipari felhasználásánál a könnyű elemek ilyen koncentrációja lényegtelen. Az elektronikai iparban azonban ultranagy tisztaságú nitrogénre van szükség, amely lényegében nem tartalmaz könnyű elemeket.

A 4.902.321 sz. USA szabadalmi leírás egy olyan berendezést és eljárást ismertet, amelynél az ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására egy egyoszlopos berendezést alkalmaznak. A rektifikáló oszlopban a nitrogénben gazdag gőz az oszlop tetején gyűlik össze, míg az oxigénben gazdag folyadék az oszlop alján. A nitrogénben gazdag gőz egy részét egy kondenzátorba vezetik be, ahol az az oxigénben gazdag folyadékkal végzett közvetett hőcsere folyamán kondenzálódik. A kondenzálódott nitrogén után refluxként visszavezetik az oszlopba. A nitrogénben gazdag gőz egy részét egy köpenyből és csövekből álló hőcserélőbe vezetik be. A nitrogénben gazdag gőz a hőcserélőben fokozatosan részben kondenzálódik, és így egy nitrogénben gazdag folyadék keletkezik, amely a hőcserélő alján gyűlik össze. A nitrogénben gazdag folyadék áramát egy alacsonyabb nyomásra expandáltatják, majd bevezetik a hőcserélő köpenyébe. Az expanzió következtében nyomáskülönbség keletkezik, a belépő nitrogénben gazdag gőz és az expandált nitrogénben gazdag folyadék között, és hőcsere zajlik le a gőz és a folyadék között. A hőcsere következtében a nitrogénben gazdag gőz kondenzálódik, az expandált nitrogénben gazdag folyadék pedig elgőzölög, amelyet ultranagy tisztaságú nitrogén formájában eltávolítanak a hőcserélőből.

Látható, hogy a köpenyes - csöves hőcserélő alkalmazása növeli a gyártási költségeket. Ezért a találmány szerint egy olyan eljárást és berendezést kívánunk létrehozni ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására, amely legegyszerűbb formájában csak minimális mértékben növeli a gyártási költségeket. Lényegében a találmány a 4.966.002 sz. USA szabadalmi leírás szerinti megoldás továbbfejlesztésének tekinthető.

Az ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására szolgáló találmány szerinti eljárás során levegő mélyhűtésű rektifikálásával egy rektifikáló oszlopban könnyű elemekben gazdag, nagy tisztaságú nitrogént tartalmazó gőzt állítunk elő, amelyet az oszlop tetején kivezetünk. Az oszlop tetején kivezetett gőzáramot részben kondenzálva, a könnyű elemekben szegény folyadékfázist és a könnyű elemekben gazdag gázfázist hozunk létre. A gázfázist elkülönítjük, a kondenzátumot pedig refluxként visszavezetjük a rektifikáló oszlopba. A rektifikáló oszlopban a könnyű elemeket kigőzölögtetjük a refluxból, és az így kapott ultranagy tisztaságú, folyékony nitrogénből álló termékáramot kivezetjük a rektifikáló oszlopból. A rektifikálási eljárástól függően a termék vagy közvetlenül szállítható a fogyasztónak, vagy tovább tisztítható és/vagy felhasználható a rektifikálási eljárás során, pl. hűtőkapacitásának visszanyerésére, és ezután szállítható a fogyasztónak.

A termék tovább tisztítható oly módon, hogy egy sovány gázzal történő érintkeztetéssel további könnyű elemeket gőzölögtetünk ki a termékből. Például a termékáram egy

kigőzőlő oszlop tetejébe vezethető be, a sovány gáz pedig szintén a kigőzőlő oszlopba, de a termékáram bevezetési helye alatt. Ezáltal tovább tisztított ultranagy tisztaságú folyékony nitrogén állítható elő, amely a kigőzőlő oszlop alján gyűlik össze, a kigőzőlő oszlop tetején pedig a könnyű komponensek gyűlnek fel. A tovább tisztított ultranagy tisztaságú folyékony nitrogént kivezetjük a kigőzőlő oszlop aljából.

A nitrogén gyártás termelékenysége növelhető, ha a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetjük a könnyű komponenseket, a rektifikáló oszlop nyomására sűrítjük, majd visszavezetjük a rektifikáló oszlopba. Egy másik változatnál az újabb kompresszió költségeinek elkerülésére a kigőzőlő oszlop tetején kivezetett gázokat részben kondenzáljuk, és így egy folyadék fázist és egy gázfázist állítunk elő. A folyadék fázis szegény, a gázfázis pedig gazdag a könnyű elemekben. A gázfázist elkülönítjük, a kondenzátumot pedig visszavezetjük a kigőzőlő oszlopba, hogy ott sovány gáz felhasználásával kigőzőlőgtessük. Ezen kívül a rektifikáló oszlop aljában felhalmozódó folyadék, nyers oxigénben gazdag folyadék, kivezethető a rektifikáló oszlopból. Ennek a folyadéknak a részleges elgőzőlőgtetésével részben kondenzálható a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetett gáz. A hűtőpotenciál visszanyerhető a részben kondenzált folyékony termékáramból, és aztán visszavezethető az alacsony hőmérsékletű rektifikáló folyamatba a termékáram növelésére. A termékáram előállításának növekedését a tovább tisztított termékáram további növekedése kíséri.

A találmány tárgyát képezi az ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására szolgáló berendezés is. A levegő mélyhűtési rektifikációjával működő berendezés könnyű elemekben gazdag, nagy tisztaságú nitrogént tartalmazó gőz előállítására alkalmas rektifikáló oszloppal rendelkezik. Az oszlop tetejéhez az onnan kivezetett gőzáram részleges kondenzálásával a könnyű elemekben gazdag gázfázist és a könnyű elemekben szegény folyadék fázist előállító kondenzátor csatlakozik. A kondenzátor után a gázfázist a kondenzátumtól elkülönítő fázis szétválasztó van kapcsolva. A fázis szétválasztó a kondenzátumot refluxként a rektifikáló oszlopba visszavezető vezetéken át a rektifikáló oszlop tetejével van összekötve. A rektifikáló oszlop úgy van méretezve, hogy a könnyű elemek kigőzölögnek a refluxból és a rektifikáló oszlop alatt ultranagy tisztaságú, folyékony nitrogén marad vissza. Végül a berendezés az ultranagy tisztaságú nitrogént az oszlopból folyadék formájában, a berendezésből pedig folyadék vagy gőz formájában kivezető, illetve szállítóeszközökkel rendelkezik.

A kivezető, illetve szállítóeszközök a termékáramot tovább tisztító eszközökkel is elláthatók, és ez a tovább tisztított termékáram vezethető ki a berendezésből. Ezek az eszközök alkalmasak lehetnek olyan sovány gáz előállítására, amely szegényebb a könnyű elemekben, mint az ultranagy tisztaságú folyékony nitrogén, és a sovány gázt előállító eszközök egy kigőzölő oszloppal köthetők össze, amelyben a sovány gáz felfelé áramlik. A kigőzölő oszlop úgy van összekötve a rektifikáló oszloppal, hogy az abból

kivezetett termékáram a kigőzőlő oszlopban lefelé áramlik, és a sovány gázzal történő érintkezés során végbemenő kigőzőlgés után tovább tisztított ultranagy tisztaságú folyékony nitrogént kapunk, amely a kigőzőlő oszlop alján gyűlik össze. A kigőzőlő oszlop az alján összegyűlt tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogén kivezetésére szolgáló eszközökkel rendelkezik. Ezek az eszközök hozzák létre a kivezetett ultranagy tisztaságú folyékony nitrogénből a tovább tisztított termékáramot.

A tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogén gyártásánál a termelékenység növelésére egy kompresszor helyezhető el a kigőzőlő oszlop teteje és a rektifikáló oszlop egy alkalmas pontja között. Ez a kompresszor a kigőzőlő oszlop tetején kivezetett gázáramot a rektifikáló oszlop nyomására sűríti, és a sűrített gázt bevezeti a rektifikáló oszlopba. Egy másik kiviteli alaknál a kigőzőlő oszlop tetejéhez az onnan kivezetett gázokat részben kondenzáló eszköz csatlakoztatható, amely a könnyű elemekben gazdag gázfázist és a könnyű elemekben szegény folyadék fázist állít elő. A könnyű elemekben gazdag gázfázist fázis szétválasztó választja el a könnyű elemekben szegény folyadékfázistól. A fázis szétválasztó úgy van a kigőzőlő oszlophoz kapcsolva, hogy a szegény folyadék fázis az oszlopban lefelé áramlik, és közben érintkezik a sovány gázzal.

A találmány szerinti eljárás és berendezés felhasználásával egy nagy tisztaságú nitrogén előállítására alkalmas berendezés könnyen alkalmassá tehető ultranagy

tisztaságú nitrogén gyártására, amihez módosítani kell a kondenzátort és az oszlopot, illetve a berendezést egy fázis szétválasztó tartállyal és a hozzátartozó csővezetékekkel kell kiegészíteni. A fázis szétválasztó tartály leválasztja a gázfázist a részben kondenzált áramlásból, és a könnyű elemek eltávolításával tisztítja azt. Amikor az áramlást refluxként visszavezetjük az oszlopba, az oszlop tetején a könnyű elemek további kigőzölgése megy végbe a refluxból, és így ultranagy tisztaságú nitrogén keletkezik. A találmány szerinti eljárásnál illetve berendezésben egy olcsó fázis szétválasztó tartályt és magát a tornyot használjuk tisztító eszközökként, aminek következtében a találmány segítségével könnyen és olcsón ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására alkalmas berendezés alakítható ki egy nagy tisztaságú nitrogént gyártó berendezésből.

A találmány tárgyát a továbbiakban kiviteli példák és rajzok alapján részletesebben ismertetjük. A rajzokon az 1. á b r a : a találmány szerinti levegő szétválasztó berendezés vázlata, a

2. á b r a : a találmány szerinti levegő szétválasztó berendezés egy másik kiviteli alakjának vázlata, a

3 . á b r a : a találmány szerinti levegő szétválasztó berendezés egy további előnyös kiviteli alakjának vázlata, a

4 . á b r a : a találmány szerinti levegő szétválasztó berendezés egy másik célszerű kiviteli alakjának vázlata, és az

5. á b r a : a találmány szerinti levegő szétválasztó berendezés egy további előnyös kiviteli alakjának vázlata.

Valamennyi ábrázolt kiviteli alaknál a találmány szerinti eljárást és berendezést a 4,966.002 sz. USA szabadalmi leírás 4.ábrája szerinti levegő szétválasztó berendezéshez alkalmazzuk. Az egyszerűség kedvéért az egyes alkotórészek, illetve az áramlások jelölésére ugyanazokat a számokat használjuk. Az áramlások irányát nyilak jelölik.

Az 1.ábrán a találmány szerinti 10 levegő szétválasztó berendezés látható. A 10 levegő szétválasztó berendezésben a 12 kompresszor sűríti a levegőt, majd a 14 előtisztító egység tisztítja. A 14 előtisztító egység aktivált alumíniumból és molekula szűrőből álló ágyat tartalmaz a széndioxid, a víz és a hidrogén abszorbeálására. A sűrített és tisztított levegőből álló 16 levegőáram a lemezbordás 18 hőcserélőben lehűl. Ezután a 16 levegőáram a 20 és 22 részekre oszlik fel. A 16 levegőáram 20 részét bevezetjük a kb. 79 tányérral rendelkező 24 rektifikáló oszlopba. A levegőnek a 24 rektifikáló oszlopban történő lepárlása során az oszlop alján oxigénben gazdag 26 folyadék gyűlik össze, az oszlop 28 tetején pedig a könnyű komponensek. A 24 rektifikáló oszlopban nagy tisztaságú folyékony nitrogén keletkezik a 75. tányéron, amely 4 tányérral van lejjebb a 24 rektifikáló oszlop tetejénél. Az oszlop 28 tetején összegyűlt gáz nagy tisztaságú nitrogéngőzt tartalmaz, amely gazdag a könnyű elemekben. A könnyű elemek illékonysága miatt ezek az oszlop tetején koncentrálódnak.

Az oxigénben gazdag folyadék 30 áramát a 24 rektifikáló oszlop alján vezetjük ki. A 25 visszacsapó szelep fenntartja az oszlopban a nyomást. A 25 visszacsapó szelepen történő

áthaladás után a 30 áram elgőzölög és felmelegszik a 32 kondenzátorban és a 34 levegő cseppfolyósítóban, amely lemezbordás szerkezetű, és így a meleg 36 áram keletkezik. A meleg 36 áram a 38 és 40 részekre oszlik fel. A 38 részt a 42 kompresszor összesűríti, és ezáltal a sűrített 44 áramot állítja elő. A sűrített 44 áram a 18 fő hőcserélőben lehűl, majd visszakerül a 24 rektifikáló oszlopba a nitrogén kihozatal javítására.

A 24 rektifikáló oszlop 28 tetejéből a 46 áramot vezetjük ki. A találmány szerint a 46 áram részben kondenzálódik a 32 kondenzátorban, majd a 48 fázis szétválasztóba kerül. A könnyű elemekben szegény folyadékfázis a 48 fázisszétválasztó alján gyűlik össze, az illékony könnyű elemekben gazdag gázfázis pedig a 48 fázisszétválasztó tetején. A 48 fázisszétválasztó a 24 rektifikáló oszlop tetejével van összekötve a részlegesen kondenzált 46 áram folyadékfázisának az 50 reflux alakjában történő visszavezetéséhez a 24 rektifikáló oszlopba. Így a 46 áram részleges kondenzálása és az ezt követő fázisszétválasztás a 46 áram részleges tisztítását jelenti, mivel a gőzfázist elkülönítjük a kondenzátumtól. A gőzt az 52 gőzáram formájában vezetjük el, majd a 36 áram 40 részével egyesítjük, és így az 54 egyesített áram keletkezik. Az 55 nyomásszabályozó az 52 gőzáram nyomását a 36 áram 40 részének nyomására csökkenti. Az 54 egyesített áram a 18 fő hőcserélőben részlegesen felmelegszik, az 56 turbóexpanderben expandál, és a hűtéshez az 58 expandált áramot hozza létre. Meg kell említeni, hogy a 42 kompresszor az 56 turbóexpanderrel egy közös tengelyen át van összekötve,

amely a 60 olajfékkel rendelkezik az expanziós folyamat során keletkező munka egy részének elnyelésére. Az 58 expandált áram részben felmelegszik a 34 levegőcseppfolyósítóban, majd teljesen felmelegszik a környezeti hőmérsékletre a 18 fő hőcserélőben, mielőtt elhagyná a rendszert. A felmelegedés közben az 58 expandált áram a bejövő 16 levegőáramot hűti.

Mint már említettük, a 24 rektifikáló oszlop kb. 79 tányérral rendelkezik, azaz négyvel többel, mint a 4.966002 sz. USA szabadol szerinti rektifikáló oszlop. Ennek oka a következő. Miután az 50 refluxot visszavezettük a 24 rektifikáló oszlop tetejébe, az tányérról tányérra csepeg, miközben a könnyű elemek kigőzölögnek belőle. Így a 24 rektifikáló oszlop teteje alatt kb. négy tálcával folyadék formájában kivezetett 62 termékáram a könnyű elemekben még szegényebb, mint az 50 reflux, és lényegében ultranagy tisztaságú nitrogénből áll. A 64 visszacsapószelep a 62 termékáram kivezetése ellenére fenntartja a nyomást az oszlopban. A 64 visszacsapószelepen történő áthaladás után a 62 termékáram elgőzölög és felmelegszik, amint áthalad a 32 kondenzátoron és részben kondenzálja a 46 áramot, valamint áthalad a 34 levegőcseppfolyósítón, ahol szintén segít cseppfolyósítani a lehűtött 16 levegőáram 22 részét. Ez a részben felmelegedett 62 termékáram a 18 fő hőcserélőbe kerül, ahol teljesen felmelegszik a környezeti hőmérsékletre.

A 2. ábrán a 100 levegőszétválasztó berendezés látható. A 100 levegőszétválasztó berendezés egy tovább tisztított 66 termékáram előállítására alkalmas, amely nagyobb tiszta-

ságú, mint a 10 levegőszétválasztó berendezés által előállított 62 termékáram. A 100 levegőszétválasztó berendezésben a 62 termékáramot szintén a 24 rektifikáló oszlop teteje alatt kb. a negyedik tálcáról vezetjük ki. A 62 termékáramot ezután a 68 kigőzölő oszlopba vezetjük be, amely egy kb. négyfokozatú töltött oszlop, amelyben a 62 termékáram egy nálánál nagyobb tisztaságú sovány gázzal érintkezik, és így további kigőzölgés megy végbe. A sovány gázt a 68 kigőzölő oszlopba a 62 termékáram belépési pontja alatt vezetjük be, és a tovább tisztított 66 termékáram előállítására használjuk fel, amely a 68 kigőzölő oszlop alján gyúlik össze.

A tovább tisztított 66 termékáramot kivezetjük a 68 kigőzölő oszlop aljából, majd a 32 kondenzátorban és a 34 levegőcseppfolyósítóban elpárologtatjuk. A tovább tisztított 66 termékáramot ezután a 72 és 73 részáramokra osztjuk fel. A tovább tisztított 66 termékáram 72 részárama képezi a sovány gázt, amelyet a 68 kigőzölő oszlop aljába vezetünk be. A tovább tisztított termékáram másik 74 részárama a 18 hő hőcserélőben a környezeti hőmérsékletre melegszik fel, és szállítható a felhasználóhoz. A 68 kigőzölő oszlop tetejéből kivezetett 78 áramot egyesítjük az 52 gőzárammal és a 36 áram 40 részével, és így az 54 egyesített áramot kapjuk, amely részlegesen felmelegszik, majd kiterjed az 56 turbóexpanderben, és így az 58 expandált áram keletkezik. A 77 és 79 nyomásszabályozók az 52 gőzáram és a 78 áram nyomását a 36 áram 40 részének nyomására csökkentik. Ennek az az előnye a 10 levegőszétválasztó berendezés működéséhez

képest, hogy az expanzió mértéke megnövekszik az 56 turbó-expanderbe történő beáramlás növekedésének megfelelően, ami lehetővé teszi több nitrogén sűrítését a 42 kompresszorban a 24 rektifikáló oszlop számára. Ennek eredményeként a 100 levegőszétválasztó berendezéssel, illetve az alkalmazott eljárással, az előállított ultranagy tisztaságú nitrogén még tisztább, mint a 10 levegőszétválasztó berendezéssel előállított nitrogén, ugyanolyan termelékenység mellett.

A 3.ábrán a 200 levegőszétválasztó berendezés látható, amely hasonló a 2.ábra szerinti 100 levegőszétválasztó berendezéshez. Az egyetlen különbség a 200 és a 100 levegőszétválasztó berendezések között az, hogy a kigőzölő oszlop tetején kivezetett 78 áramot a 80 kompresszorban a rektifikáló oszlop nyomására sűrítjük, és így vezetjük vissza az oszlopba, egy megfelelő koncentrációjú szinten. A 24 rektifikáló oszlopba bevezetett további nitrogén a 2.ábrán látható megoldáshoz képest javítja az ultranagy tisztaságú nitrogén kihozatalát.

A 4.ábrán a 300 levegőszétválasztó berendezés látható. A 300 levegőszétválasztó berendezés több ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására képes, mint a 2.ábra szerinti 100 levegőszétválasztó berendezés, mégpedig a kigőzölő oszlop tetejéből kivezetett gáz újrásűrítése, és így a 3. ábra szerinti 200 levegőszétválasztó berendezésnél az ezzel járó költségek nélkül.

A 300 levegőszétválasztó berendezésben a 62 termékáramot további tisztításra vezetjük ki a 24 rektifikáló oszlopból. Ebből a célból a 62 termékáramot a 68 kigőzölő oszlop tete-

jébe vezetjük be további kigőzölögtetés céljából, ahol a 62 termékáram a tovább tisztított 66 termékáram 72 rész-áramából álló sovány gázzal érintkezik. A kigőzölő oszlop tetején kivezetett 78 áramot részben kondenzáljuk a 82 kondenzátorban, majd bevezetjük a 84 fázisszétválasztóba. A 84 fázisszétválasztóban olyan folyadékfázis és gőzfázis keletkezik, amely szegény, illetve gazdag a könnyű elemekben. A 84 fázisszétválasztó aljából kivezetett 86 áramot a 68 kigőzölő oszlop tetejébe vezetjük be a 62 termékárammal együtt, hogy javítsuk az ultranagy tisztaságú nitrogén kihozatalát.

A 30a oldaláramot a 30 áramból különítjük el, és a 82 kondenzátorban teljesen elgőzölögtetjük. A 31 visszacsapószelep a 24 rektifikáló oszlop nyomásának fenntartására szolgál. A 30a oldaláramot ezután az 56 turbóexpander kimenő áramába vezetjük be, hogy hasznosítsuk a hűtőkapacitást. A gőzfázist a 87 áram formájában vezetjük ki a 84 fázisszétválasztó tetejéből, és egyesítjük a 48 fázisszétválasztó 52 gőzáramával a 36 áram 40 részével együtt történő expanzióhoz. Ez további hűtést eredményez, és fokozza a folyékony nitrogén termelését. A 89 és 91 nyomásszabályozók az 52 gőzáram és a 87 áram nyomását a 36 áram 40 részének nyomására csökkentik.

Az 5. ábrán a 400 levegőszétválasztó berendezés látható, amely abban különbözik a 300 levegőszétválasztó berendezéstől, hogy annak alkatrészein kívül még egy 88 fázisszétválasztó tartályt is tartalmaz. A 400 levegőszétválasztó berendezés nagyobb mértékű kompressziót és expan-

ziót biztosít, mint a 300 levegőszétválasztó berendezés, és ezáltal hatékonyan növeli az ultranagy tisztaságú nitrogén kihozatalát. A 300 levegőszétválasztó berendezéstől eltérően a 30a oldaláramot csak részben gőzölögtetjük el a 82 kondenzátorban. A 30a oldaláram részleges elgőzölögtetése elég nagy nyomást biztosít a hűtőpotenciál hasznosításához. Ez a hasznosítás úgy történik, hogy a részben kondenzált 30a oldaláramot bevezetjük a 88 fázisszétválasztó tartályba, ahol folyadékfázisra és gőzfázisra választjuk szét. A folyadékfázist a 90 áram formájában kivezetjük a 88 fázisszétválasztó tartály aljából. A 90 áramot ezután hozzáadjuk a 30 áramhoz, ami megnöveli az expandálásra kerülő áramlást és növeli az újra sűrítendő mennyiséget. Ezenkívül, mivel a 90 áramot míg azelőtt adjuk hozzá a 30 áramhoz, hogy azt bevezettük volna a kondenzátorba és a levegőcseppfolyósítóba, több, az oszlop tetejéből elvezetett gázt lehet részleges kondenzálni, tisztítani, kigőzölögtetni és visszanyerni. Az eredő 30b áramot bevezetjük a 32 kondenzátorba és a 34 levegőcseppfolyósítóba és előállítjuk a meleg 36a áramot. A gőzfázist a 92 áram formájában vezetjük ki a 88 fázisszétválasztó tartály tetejéből. A 92 áramot azután adjuk hozzá a 36a áramhoz, hogy az áthaladt a kondenzátoron és a levegőcseppfolyósítón, ezáltal létrehozzuk a 36 áramot, amely így az expansió és az újabb kompresszió előtt további mennyiséggel egészül ki. A hűtőpotenciált úgy hasznosítjuk, hogy az elgőzölés és a felmelegítés után a folyadékfázisból és a gőzfázisból álló áramot hozzáadjuk az 54 egyesített áramhoz, és expansió céljából

ezt vezetjük be az 56 turbóexpanderbe.

Megjegyezzük, hogy a találmány az említetteken kívül más levegőszétválasztó berendezésekhez és eljárásokhoz is alkalmazható. Például a fentiekben leírt kiviteli alakokhoz hasonló módon, egy kétoszlopos mélyhűtésű rektifikálási eljárásnál egy nagy nyomású oszlop használható a nagy tisztaságú nitrogén előállítására, amelyet folyadék formájában az oszlop teteje alatti szinten vezetünk ki. A könnyű elemekben gazdag nagy tisztaságú nitrogént részlegesen kondenzálni lehet, bevezetni egy fázisszétválasztóba a könnyű elemekben gazdag gőz eltávolításához, és azután visszavezetni az oszlopba kigőzölögtetés és így tisztítás céljából, aminek eredményeként ultranagy tisztaságú nitrogént kapunk. Ezenkívül a 2-5. ábrákon látható kiviteli alakokhoz hasonló módon, a nagy nyomású oszloppal előállított terméket tovább finomíthatjuk, ha azt egy kigőzölő oszlopba vezetjük be és ott egy sovány gázzal érintkeztetjük. A 3. ábrával illusztrált eljáráshoz hasonló módon a kigőzölő oszlop tetejéből kivezetett gázt újra sűrítjük és visszavezetjük az oszlopba a nitrogén kihozatal növelése céljából. Ezenkívül, a 4. és 5. ábrához hasonló módon, a nitrogén termelés növelhető, ha a kigőzölő oszlop tetejéből kivezetett gázt részlegesen kondenzáljuk, majd fázisszétválasztást végzünk és a folyadékfázisból álló áramot bevezetjük a kigőzölő oszlop tetejébe.

1. példa

Ebben a példában ultranagy tisztaságú nitrogén elő-

állítását ismertetjük az 1. ábra szerinti berendezés segítségével. Az eljárással előállított nitrogént a 62 termékáram tartalmazza, amelynek térfogatárama $1115,0 \text{ m}^3/\text{h}$, és kb. 0,5 milliárdod rész oxigént, 0,57 milliárdod rész neont és 5,0 milliárdod rész héliumot tartalmaz. Megjegyezzük, hogy az 1-5. ábrák szerinti berendezések leválasztják a hidrogént a nagy tisztaságú nitrogénből. Ez a leválasztás a 14 előtisztító egységben, valamint a 24 rektifikáló oszlopban történik. A példákban a hidrogén koncentrációja gyakorlatilag a hélium és a neon koncentrációja között helyezkedik el.

A 16 levegőáram a 18 fő hőcserélőbe történő belépéskor kb. $278,7 \text{ }^\circ\text{K}$ hőmérsékletű, a nyomása $11,7 \text{ kg/cm}^2$ és térfogatárama kb. $2462,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A 18 fő hőcserélő elhagyásakor a 16 levegőáram hőmérséklete kb. $109,9 \text{ }^\circ\text{K}$ és a nyomása kb. $11,00 \text{ kg/cm}^2$. A 16 levegőáram felosztása után a 20 rész térfogatárama kb. $2370,0 \text{ m}^3/\text{h}$, míg a 22 rész térfogatárama $92,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A cseppfolyósítás után a 22 rész hőmérséklete kb. $107,4 \text{ }^\circ\text{K}$ és nyomása kb. $10,98 \text{ kg/cm}^2$. A 30 áram térfogatárama $1347,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete és nyomása pedig kb. megegyezik az oszlopéval, azaz $109,9 \text{ }^\circ\text{K}$, illetve $11,01 \text{ kg/cm}^2$. A 25 visszacsapószelep hőmérséklet- és nyomásmérését idéz elő a 30 áramban, így utána a hőmérséklet kb. $101,0 \text{ }^\circ\text{K}$ és a nyomás $6,0 \text{ kg/cm}^2$. A felmelegedés után a keletkező meleg 36 áram hőmérséklete kb. $106,6 \text{ }^\circ\text{K}$, nyomása pedig kb. $5,87 \text{ kg/cm}^2$. A meleg 36 áram 38 részének térfogatárama kb. $870,0 \text{ m}^3/\text{h}$ 40 részének térfogatárama kb. $1321,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A 42 kompresszoron történő áthaladás után a sűrített 44 áram hőmérséklete kb. $142,9 \text{ }^\circ\text{K}$, nyomása kb. $11,08 \text{ kg/cm}^2$, míg a 18 fő hőcse-

rélőn való áthaladás után a sűrített 44 áram nyomása kb. $11,01 \text{ kg/cm}^2$ és hőmérséklete kb. $112,7^\circ\text{K}$.

Az oszlop tetejéből kivezetett 46 áramból eltávolított gőzfázisból álló 52 gőzáram hőmérséklete kb. $104,5^\circ\text{K}$, nyomása kb. $10,7 \text{ kg/cm}^2$ és térfogatárama $\text{kg. } 26,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A 36 áram 40 részéhez történő hozzáadása után az 54 egyesített áram térfogatárama kb. $1347,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A 18 fő hőcserélőn történő áthaladás után az 54 egyesített áram hőmérséklete kb. $142,0^\circ\text{K}$ és a nyomása kb. $5,77 \text{ kg/cm}^2$. Az eredő 58 expandált áram hőmérséklete kb. 106°K és nyomása kb. $1,53 \text{ kg/cm}^2$. A 34 levegőcseppfolyósító elhagyásakor az 58 expandált áram hőmérséklete kb. $106,6^\circ\text{K}$, majd ezt követően a 18 fő hőcserélő elhagyásakor a hőmérséklete $274,0^\circ\text{K}$ és nyomása kb. $1,00000 \text{ kg/cm}^2$. A 62 termékáram a 34 levegőcseppfolyósítót kb. $104,6^\circ\text{K}$ hőmérsékletű, és kb. $9,67 \text{ kg/cm}^2$ nyomású gőz alakjában hagyja el. A 64 visszacsapó szelep a 62 termékáram nyomását és hőmérsékletét kb. $9,79 \text{ kg/cm}^2$ -re illetve kb. $103,2^\circ\text{K}$ -ra csökkenti. A 18 fő hőcserélőn történő áthaladás után a 62 termékáram hőmérséklete kb. $274,0^\circ\text{K}$, és nyomása kb. $9,55 \text{ kg/cm}^2$.

2. példa

Ebben a példában a 2.ábra szerinti berendezés segítségével állítjuk elő az ultranagy tisztaságú nitrogént. Az ennek az eljárásnak a során előállított nitrogént a 66 termékáram 74 részárama tartalmazza, ahol a 66 termékáram térfogatárama $1115,0 \text{ m}^3/\text{h}$, és kb. 0,5 milliárdod rész

oxigént, 31 milliárdod rész neont és kb. 0,03 milliárdod rész héliumot tartalmaz. Ebben a példában - a 68 kigőzőlő oszlop használata miatt - a könnyű elemek koncentrációja kisebb a 74 részáramban, mint az előző példa szerinti 66 termékáramban.

A 18 főhőcserélőbe történő belépéskor a 16 levegőáram hőmérséklete kb. $278,7^{\circ}\text{K}$, nyomása $11,17\text{ kg/cm}^2$ és térfogatsebessége kb. $2661,0\text{ m}^3/\text{h}$. A 18 főhőcserélőből történő kilépéskor a 16 levegőáram hőmérséklete kb. $109,9^{\circ}\text{K}$ és nyomása kb. $11,00\text{ kg/cm}^2$. A 16 levegőáram felosztása után a 20 rész térfogatárama kb. $2553,0\text{ m}^3/\text{h}$, a 22 rész térfogatárama kb. $108,0\text{ m}^3/\text{h}$. A cseppfolyósítás után a 22 rész hőmérséklete kb. $107,4^{\circ}\text{K}$, nyomása pedig kb. $10,98\text{ kg/cm}^2$.

A 30 áram térfogatárama kb. $2405,0\text{ m}^3/\text{h}$, hőmérséklete kb. $109,9^{\circ}\text{K}$ és nyomása kb. $11,01\text{ kg/cm}^2$. A 25 visszacsapószelep a 30 áram hőmérsékletét $100,9^{\circ}\text{K}$ -ra, nyomását pedig kb. $6,00\text{ kg/cm}^2$ -re csökkenti. Az elgőzölögtetés és felmelegítés után kapott meleg 36 áram hőmérséklete kb. $106,6^{\circ}\text{K}$, és nyomása kb. $5,87\text{ kg/cm}^2$. A 36 áram felosztása után a 38 és 40 részek térfogatárama kb. $987,0\text{ m}^3/\text{h}$, illetve $1418,0\text{ m}^3/\text{h}$. A 38 részből a 42 kompresszor a sűrített 44 áramot állítja elő, amelynek hőmérséklete kb. $142,9^{\circ}\text{K}$ és nyomása kb. $11,08\text{ kg/cm}^2$. A 18 fő hőcserélőn történő áthaladás után a sűrített 44 áram nyomása kb. $11,02\text{ kg/cm}^2$ és hőmérséklete kb. $112,7^{\circ}\text{K}$.

Az oszlop tetejéből kivezetett 46 áramból eltávolított gőzfázist tartalmazó 52 gőzáram hőmérséklete kb. $104,6^{\circ}\text{K}$, a nyomása pedig kb. $10,71\text{ kg/cm}^2$, továbbá térfogatárama

kb. $26,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetett 78 áram térfogatárama kb. $102,2 \text{ m}^3/\text{h}$, hőmérséklete $102,8^\circ\text{K}$ és nyomása kb. $9,53 \text{ kg/cm}^2$. Amikor a 78 áramot hozzáadjuk az 52 gőzáramhoz és a 36 áram 40 részéhez, az 54 egyesített áram térfogatárama kb. $1546,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $105,7^\circ\text{K}$ és nyomása kb. $5,87 \text{ kg/cm}^2$. A 18 fő hőcserélőn történő áthaladás után az 54 egyesített áram hőmérséklete kb. $141,0^\circ\text{K}$ -ra növekszik. Az 58 expandált áram hőmérséklete kb. $105,0^\circ\text{K}$ és nyomása kb. $1,63 \text{ kg/cm}^2$. A 34 levegőcseppfolyósító elhagyásakor az 58 expandált áram hőmérséklete kb. $106,6^\circ\text{K}$, nyomása kb. $1,55 \text{ kg/cm}^2$, majd amikor elhagyja a 18 fő hőcserélőt, a hőmérséklete kb. $274,0^\circ\text{K}$ és nyomása kb. $1,30 \text{ kg/cm}^2$.

A 68 kigőzőlő oszlopba történő bevezetéskor a 62 termékáram térfogatárama $1217,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $103,0^\circ\text{K}$ és nyomása kb. $9,67 \text{ kg/cm}^2$. A tovább tisztított 66 termékáramot a 68 kigőzőlő oszlop alján vezetjük ki, miközben térfogatárama kb. $1183,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $103,0^\circ\text{K}$ és a nyomása kb. $9,67 \text{ kg/cm}^2$. A tovább tisztított 66 termékáramot elgőzőlőgtetjük és melegítjük és amikor elhagyja a 34 levegőcseppfolyósítót a hőmérséklete kb. $106,6^\circ\text{K}$, a nyomása pedig $9,67 \text{ kg/cm}^2$. A 72 részáram térfogatárama kb. $68,0 \text{ m}^3/\text{h}$, és ezt az áramot sovány gázként vezetjük be a 68 kigőzőlő oszlopba. A 74 részáram a 18 fő hőcserélőben kb. $274,0^\circ\text{K}$ -ra melegszik fel, a nyomása kb. $9,55 \text{ kg/cm}^2$ és a folyamat végtermékét képezi.

3.példa

Az ebben az esetben előállított ultranagy tisztaságú nitrogén tisztasága lényegében megegyezik a 2. példa szerint előállított nitrogénével. A 2. példához képest azonban a nitrogén kihozatalt azáltal növeljük, hogy a kigőzölő oszlop tetejéből kivezetett 78 áramot sűrítjük és a 3. ábra szerint bevezetjük a 24 rektifikáló oszlopba. Az ultranagy tisztaságú nitrogént tartalmazó 74 részáram térfogatárama az előző példával megegyezően kb. $1115,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Azonban a belépő 16 levegőáram térfogatárama $2467,0 \text{ m}^3/\text{h}$, szemben az előző példa szerinti $2661,0 \text{ m}^3/\text{h}$ -val. Az egyes áramlások nyomása és hőmérséklete általában megegyezik a 2. példában megadottakkal, kivéve az alábbiakban közölt eltérő adatokat..

A 16 levegőáram felosztása után a 20 rész térfogatárama kb. $2373,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a 22 rész térfogatárama pedig kb. $94,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

A 30 áram térfogatárama kb. $2199,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a felosztás után pedig a 38 és 40 részek térfogatárama kb. $873,0 \text{ m}^3/\text{h}$, illetve kb. $1326,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Az oszlop tetejéből kivezetett 46 áramból eltávolított gőzfázist tartalmazó 52 gőzáram térfogatárama kb. $26,0 \text{ m}^3/\text{h}$, ezt hozzáadjuk a 36 áram 40 részéhez, és az így kapott 54 egyesített áram térfogatárama kb. $1352,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A 18 fő hőcserélőn történő áthaladás után az 54 egyesített áram hőmérséklete kb. $142,3^\circ\text{K}$ -ra növekszik, míg az 56 turbóexpanderen történő áthaladás után az 58 expandált áram hőmérséklete kb. $105,9^\circ\text{K}$.

A 68 kigőzölő oszlopba történő bevezetéskor a 62 termékáram térfogatárama kb. $1212,0 \text{ m}^3/\text{h}$, míg a 68 kigőzölő oszlop aljából kivezetett, tovább tisztított 66 termékáram térfogat-

árama kb. $1177,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A tovább tisztított termékáram felosztása után a 72 részáram térfogatárama kb. $62,0 \text{ m}^3/\text{h}$, amikor sovány gázként bevezetjük a 68 kigőzőlő oszlopba. A kigőzőlő oszlop tetején kivezetett 78 áram térfogatárama kb. $97,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A 80 kompresszoron történő áthaladás után a 78 áram hőmérséklete kb. $108,5^\circ\text{K}$ és a nyomása kb. $10,73 \text{ kg/cm}^2$, amikor bevezetjük a 24 rektifikáló oszlopba.

4. példa

Ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő a 4. ábra szerinti eljárás és berendezés használatával. A termék tisztasága lényegében megegyezik a 2. példa szerinti termékével annyiban, hogy kb. 0,5 milliárdod rész oxigént, 38,0 milliárdod rész neont és 0,03 milliárdod rész héliumot tartalmaz. A kihozatal nagyobb mint a 2. példa szerint, de ehhez nem szükséges további energia felhasználás, mint a 3. példában a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetett gáz sűrítéséhez. Ebben az esetben a tovább tisztított termék térfogatárama kb. $1115,0 \text{ m}^3/\text{h}$, és ezt a 16 levegőáramból állítjuk elő, amely kb. $2539,0 \text{ m}^3/\text{h}$ térfogatárammal lép be a 18 fő hőcserélőbe.

A 18 fő hőcserélőbe történő belépéskor a 16 levegőáram hőmérséklete $278,7^\circ\text{K}$ és nyomása $11,17 \text{ kg/cm}^2$. A 18 fő hőcserélőben a 16 levegőáram nyomása $11,00 \text{ kg/cm}^2$ -re, hőmérséklete pedig kb. $109,9^\circ\text{K}$ -ra csökken. A 16 levegőáram felosztása után a 20 rész térfogatárama kb. $2443,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a 22 rész térfogatárama pedig kb. $96,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A cseppfolyó-

sítás után a 22 rész hőmérséklete kb. $107,4^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $10,98\text{ kg/cm}^2$.

A 24 rektifikáló oszlop aljából kivezetett 30 áram térfogatárama kb. $2188,0\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete és nyomása pedig kb. meg egyezik az oszlopéval, azaz $109,9^{\circ}\text{K}$ és $11,01\text{ kg/cm}^2$. A 30 áramból leválasztott 30a oldaláram térfogatárama kb. $67\text{ m}^3/\text{h}$. A 30 áram kb. $100,8^{\circ}\text{K}$ hőmérsékleten és kb. $6,00\text{ kg/cm}^2$ nyomáson lép be a 32 kondenzátorba, és amikor a 34 levegőcseppfolyósítót a meleg gőzt tartalmazó 36 áram formájában elhagyja, a hőmérséklete kb. $106,6^{\circ}\text{K}$ és nyomása kb. $5,87\text{ kg/cm}^2$. A 36 áramot két részre osztjuk, a 38 rész térfogatárama kb. $880,0\text{ m}^3/\text{h}$, a 40 rész térfogatárama pedig kb. $1308,0\text{ m}^3/\text{h}$. A 42 kompresszoron történő áthaladás után a sűrített 44 áram belép a 18 fő hőcserélőbe, miközben a hőmérséklete kb. $143,0^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $11,09\text{ kg/cm}^2$, majd amikor visszavezetjük a 24 rektifikáló oszlopba, a nyomása kb. $11,01\text{ kg/cm}^2$, és a hőmérséklete kb. $112,7^{\circ}\text{K}$.

Az oszlop tetejéből kivezetett 46 áramból eltávolított gőzfázist tartalmazó 52 gőzáram hőmérséklete kb. $104,6^{\circ}\text{K}$, a nyomása kb. $10,70\text{ kg/cm}^2$ és térfogatárama kb. $27,0\text{ m}^3/\text{h}$. Amikor hozzáadjuk a 36 áram 40 részéhez és a 86 áramhoz (amelynek térfogatárama kb. $23,0\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $102,8^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $9,52\text{ kg/cm}^2$), az 54 egyesített áram térfogatárama kb. $1358,0\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $106,2^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $5,87\text{ kg/cm}^2$. A 18 fő hőcserélőn történő áthaladás után az 54 egyesített áram hőmérséklete kb. $142,0^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $5,78\text{ kg/cm}^2$.

Az expanzió után a 30a oldaláramot hozzáadjuk az 58 expandált áramhoz, amelynek hőmérséklete kb. $105,8^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $1,61\text{ kg/cm}^2$. A 34 levegőcseppfolyósító elhagyásakor az 58 expandált áram hőmérséklete kb. $106,6^{\circ}\text{K}$, a nyomása kb. $1,55\text{ kg/cm}^2$, és a 18 fő hőcserélő elhagyásakor a hőmérséklete $274,0^{\circ}\text{K}$ és a nyomása pedig kb. $1,3\text{ kg/cm}^2$.

A 24 rektifikáló oszlopból kivezetett 62 termékáram térfogatárama kb. $1138,0\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $104,6^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $10,72\text{ kg/cm}^2$. A kigőzölő oszlop tetejéből kivezetett 78 áram térfogatárama kb. $97,0\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $102,8^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $9,53\text{ kg/cm}^2$, és részben kondenzálódik, míg a 30a oldaláram teljesen elgőzölög. A 30a oldaláram a 82 kondenzátorba történő belépéskor $98,7^{\circ}\text{K}$ hőmérsékletű és kb. $5,11\text{ kg/cm}^2$ nyomású. A 84 fázisszétválasztóban elválasztjuk a gázfázist a folyadékfázistól, és a folyadékfázist tartalmazó 86 áramot hozzáadjuk a 62 termékáramhoz és bevezetjük a 68 kigőzölő oszlopba, hogy növeljük a tovább tisztított termék kihozatalát. A 68 kigőzölő oszlopba bevezetett egyesített áram térfogatárama $1212\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $102,8^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $9,53\text{ kg/cm}^2$.

A tovább tisztított 66 termékáramot a 68 kigőzölő oszlop aljából vezetjük ki, miközben térfogatárama kb. $1180,0\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $103,0^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $9,67\text{ kg/cm}^2$. Amikor a tovább tisztított 66 termékáram elhagyja a 34 levegőcseppfolyósítót a hőmérséklete kb. $106,6^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $9,67\text{ kg/cm}^2$. A tovább tisztított 66 termékáram 72 részáramának a térfogatárama kb.

65,0 m³/h, amikor sovány gázként bevezetjük a 68 kigőzőlő oszlopba. A tovább tisztított 66 termékáram 74 rész-áramát a 18 fő hőcserélőben a termék fogyasztóhoz szállítására alkalmas módon felmelegítjük kb. 274,0 °K-ra, miközben a nyomása kb. 9,55 kg/cm² lesz.

5. példa

Ebben a példában az ultranagy tisztaságú nitrogént az 5. ábra szerinti eljárással és berendezéssel állítjuk elő. A termék kb. 0,5 milliárdod rész oxigént, 1,0 milliárdod rész neont és kb. 0,003 milliárdod rész héliumot tartalmaz. Az eljáráshoz szükséges levegő térfogatárama kb. 2513,0 m³/h, a termék térfogatárama pedig kb. 1115,0 m³/h. Így a jelen példa szerinti eljárás és berendezés nagyobb hatékonysággal működik, mint a 4. példa szerinti. A megnövekedett hatékonyságnak azaz oka, hogy nagyobb mértékű kompressziót és expanziót alkalmazunk, mint a többi példánál.

A 16 levegőáram a 18 fő hőcserélőbe történő belépéskor 278,7 °K hőmérsékletű és 11,17 kg/cm² nyomású. A 18 fő hőcserélőben a 16 levegőáram nyomása kb. 11,00 kg/cm²-re, hőmérséklete pedig kb. 109,9 °K-ra csökken. A 16 levegőáram felosztása után a 20 rész térfogatárama kb. 2415,0 m³/h, a 22 rész térfogatárama pedig kb. 98,0 m³/h. A cseppfolyósítás után a 22 rész hőmérséklete kb. 107,4 °K és a nyomása kb. 10,98 kg/cm².

A 24 rektifikáló oszlopból kivezetett 30 áram térfogatárama kb. 2246,0 m³/h, a hőmérséklete és nyomása pedig

kb. megegyezik a rektifikáló oszlopével, azaz $109,9^{\circ}\text{K}$, illetve $11,0\text{ kg/cm}^2$. A 30 áramból leválasztott 30a oldaláram térfogatárama kb. $366,0\text{ m}^3/\text{h}$. A részben elgőzölögtetett 30a oldaláramból visszamaradt folyadékot tartalmazó 90 áramot ismét hozzáadjuk a 30 áramhoz, és így a 30b áramot állítjuk elő. A hozzáadás után a 30b áram a 32 kondenzátorban kb. $100,9^{\circ}\text{K}$ hőmérsékleten, és kb. $6,00\text{ kg/cm}^2$ nyomáson elgőzölög és a 34 levegőcseppfolyósítóban felmelegszik. A kapott meleg 36a áram hőmérséklete kb. $106,6^{\circ}\text{K}$ és a nyomása kb. $5,87\text{ kg/cm}^2$. A 36a áramot egyesítjük a 92 árammal, amely a 30a oldaláramból származó gőzt tartalmazza, és így előállítjuk a meleg 36 áramot, amelynek térfogatárama kb. $2246,0\text{ m}^3/\text{h}$. A meleg 36 áramot két részre osztjuk, a 38 rész térfogatárama kb. $897,0\text{ m}^3/\text{h}$, a 40 rész térfogatárama pedig kb. $1349,0\text{ m}^3/\text{h}$. A 42 kompresszoron történő áthaladás után a sűrített 44 áram kb. $143,0^{\circ}\text{K}$ hőmérsékleten és kb. $11,09\text{ kg/cm}^2$ nyomáson lép be a 18 fő hőcserélőbe. Ezután a 18 fő hőcserélőben lehűlt sűrített 44 áramot kb. $11,00\text{ kg/cm}^2$ nyomáson és kb. $112,7^{\circ}\text{K}$ hőmérsékleten vezetjük be a 24 rektifikáló oszlopba.

Az oszlop tetejéből kivezetett 46 áramból eltávolított gőzt tartalmazó 52 gőzáram hőmérséklete kb. $104,5^{\circ}\text{K}$, a nyomása kb. $10,7\text{ kg/cm}^2$ és térfogatárama kb. $27,0\text{ m}^3/\text{h}$. Ezt az áramot a 89 nyomásszabályozón történő áthaladás után egyesítjük a 36 áram 40 részével és a 87 árammal, amely a kigőzölő oszlop tetején kivezetett és részben kondenzált gázból származó gőzfázist tartalmazza (amelynek térfogatárama kb. $22,0\text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb.

102,8 °K és a nyomása kb. 9,53 kg/cm²). Az így kapott 54 egyesített áram térfogatárama kb. 1398,0 m³/h, a hőmérséklete kb. 106,0 °K és a nyomása kb. 5,87 kg/cm². A 18 fő hőcserélőn történő áthaladás után az 54 egyesített áram hőmérséklete kb. 141,5 °K és a nyomása kb. 5,78 kg/cm². Az expanzió után a kapott expandált gáz hőmérséklete 105,3 °K és nyomása kb. 1,63 kg/cm². Az 58 expandált áram a 34 levegőcseppfolyósító elhagyásakor kb. 106,5 °K hőmérsékletű és kb. 1,53 kg/cm² nyomású, a 18 fő hőcserélő elhagyásakor pedig 274,0 °K hőmérsékletű és kb. 1,30 kg/cm² nyomású.

A 62 termékáramot kb. 1138,0 m³/h térfogatáram, kb. 104,6 °K hőmérséklet és kb. 10,72 kg/cm² nyomás mellett vezetjük ki a 24 rektifikáló oszlopból, majd vezetjük be a 68 kigőzőlő oszlopba. A kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetett 78 áram térfogatárama kb. 125,0 m³/h, a hőmérséklete kb. 102,8 °K és a nyomása kb. 9,53 kg/cm², ezt az áramot részben kondenzáljuk, miközben a 30a oldaláram részben elgőzőlög. A 30a oldaláram a 82 kondenzátorba történő belépéskor kb. 100,9 °K hőmérsékletű és kb. 6,00 kg/cm² nyomású. A gázfázist a 84 fázisszétválasztóban elválasztjuk a folyadékfázistól, és a folyadékfázist tartalmazó 86 áramot a 62 termékárammal egyesítve bevezetjük a 68 kigőzőlő oszlopba, hogy növeljük a tovább tisztított termék kihozatalát. A 68 kigőzőlő oszlopba bevezetett egyesített áram térfogatárama kb. 1240,0 m³/h, a hőmérséklete kb. 103,0 °K és a nyomása kb. 9,67 kg/cm².

A részben elgőzöltetett 30a oldaláramot ezután bevezetjük a 88 fázisszétválasztó tartályba, hogy elkülönítsük egymástól a folyadékfázist és a gőzfázist. A 88 fázisszétválasztó tartály aljából kivezetett 90 áramot, amelynek térfogatárama kb. $238,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $101,5^\circ\text{K}$ és a nyomása kb. $6,00 \text{ kg/cm}^2$, egyesítjük a 30 árammal. A 88 fázisszétválasztó tartály tetejéből kivezetett 92 áramot, amelynek térfogatárama kb. $128,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $101,2^\circ\text{K}$ és a nyomása kb. $5,87 \text{ kg/cm}^2$, egyesítjük a 34 levegőcseppfolyósítóból származó 36 árammal. Ennek az egyesítésnek az az előnye, hogy a részben elgőzöltetett 30b áram hűtőpotenciálját visszanyerjük, és több anyagot adunk hozzá a sűrítendő áramhoz. Ezzel szemben a 4. példában a teljesen kondenzált 30a oldaláram túl kis nyomású ahhoz, hogy számottevő mennyiségű hűtőkapacitást lehetne visszanyerni.

A 68 kigőzölő oszlop aljából kivezetett, tovább tisztított 66 termékáram térfogatárama kb. $1207,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a hőmérséklete kb. $103,0^\circ\text{K}$ és a nyomása kb. $9,67 \text{ kg/cm}^2$. A tovább tisztított 70 termékáram kb. $106,6^\circ\text{K}$ hőmérsékleten, és kb. $9,67 \text{ kg/cm}^2$ nyomáson hagyja el a 34 levegőcseppfolyósítót. A tovább tisztított 66 termékáram 72 részáramát, amelynek térfogatárama kb. $92,0 \text{ m}^3/\text{h}$, sovány gázként bevezetjük a 68 kigőzölő oszlopba. A tovább tisztított 66 termékáram 74 részárama a 18 fő hőcserélőben a fogyasztóhoz szállításra alkalmas módon felmelegszik kb. $274,0^\circ\text{K}$ hőmérsékletre, miközben a nyomása kb. $9,55 \text{ kg/cm}^2$ lesz.

A találmányt a fentiekben előnyös kiviteli alakok alapján ismertettük, de természetesen az oltalmi körön belül még számos más változat is lehetséges.

Szabadalmi igénypontok

1. Eljárás ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására, amelynek során levegő mélyhűtésű rektifikálásával egy rektifikáló oszlopban könnyű elemekben gazdag, nagy tisztaságú nitrogént tartalmazó gőzt állítunk elő, amelyet az oszlop tetején kivezetünk, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy az oszlop tetején kivezetett gőzáramot részben kondenzálva a könnyű elemekben szegény folyadékfázist és a könnyű elemekben gazdag gázfázist hozunk létre, a gázfázist elkülönítjük, a kondenzátumot pedig refluxként visszavezetjük a rektifikáló oszlopba, ott a könnyű elemeket kigőzölögtetjük a refluxból, és az így kapott ultranagy tisztaságú, folyékony nitrogénből álló termékáramot kivezetjük a rektifikáló oszlopból.

2. Az 1.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy a termékáramból sovány gázzal történő érintkeztetés útján további mennyiségű könnyű elemet gőzölögtetünk el, és így egy tovább tisztított termékáramot állítunk elő.

3. A 2.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy a termékáramot egy kigőzölő oszlop tetejébe, a sovány gázt pedig a termékáram bevezetési helye alatt vezetjük be a kigőzölő oszlopba, ahol a könnyű elemek további kigőzölögtetésével tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék for-

májában kivezetünk a kigőzőlő oszlop aljából.

4. A 3.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetjük a könnyebb komponenseket, a kivezetett gázt a rektifikáló oszlop nyomására sűrítjük és a tovább tisztított termékáram kihozatalának növeléséhez visszavezetjük a rektifikáló oszlopba.

5. A 3.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetjük a könnyebb komponenseket, a kivezetett gázt részlegesen kondenzálva a könnyű elemekben szegény folyadékfázist, illetve a könnyű elemekben gazdag gázfázist állítunk elő, a gázfázist elkülönítjük, a folyadékfázist pedig visszavezetjük a kigőzőlő oszlopba.

6. A 3.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a kigőzőlő oszlop tetejéből a könnyebb komponenseket, a rektifikáló oszlopból pedig egy technológiai folyadékot vezetünk ki, a kigőzőlő oszlopból kivezetett gázt a technológiai folyadék részleges elgőzőlőgtetésével részlegesen kondenzálva a könnyű elemekben szegény folyadékfázist és a könnyű elemekben gazdag gázfázist állítunk elő, a gázfázist elkülönítjük, a folyadékfázist pedig visszavezetjük a kigőzőlő oszlopba, a részlegesen elgőzőlőgtetett folyékony termékáram hűtőképességét visszanyerjük és a termékáram

növelésére visszavezetjük a mélyhűtésű rektifikálási folyamatba..

7. Az 1.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a rektifikáló oszlop aljából oxigénben gazdag folyadékot vezetünk ki, a kivezetett áramot két részre osztjuk, az egyik részt sűrítjük és hűtjük, majd a folyékony ultranagy tisztaságú nitrogén termelésének növelésére bevezetjük a rektifikáló oszlopba, a másik részt egyesítjük az oszlop tetejéből kivezetett áramból leválasztott, könnyű elemekben gazdag gázfázissal, az egyesített áramot részlegesen felmelegítjük, majd gépi munkavégzéssel expandáltatjuk, és hűtőhatást hozunk létre a mélyhűtésű rektifikáláshoz, az expanziós munka egy részét a részlegesen felmelegített egyesített áram sűrítésére fordítjuk, a fennmaradó részét pedig disszipációval elvonjuk a mélyhűtésű rektifikálástól.

8. A 7.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a rektifikáló oszlopból kivezetett termékáramot tovább tisztítjuk oly módon, hogy bevezetjük egy kigőzőlő oszlop tetejébe, a termékáram bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigőzőlő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában, mint termékáramot kivezetünk a kigőzőlő oszlop aljából, és az egyesített áramot a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetett áramnak a másik részárammal és a könnyű elemekben gazdag

árammal történő egyesítésével hozzuk létre.

9. A 7.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a rektifikáló oszlopból kivezetett termékáramot tovább tisztítjuk olymódon, hogy a folyadékáramot bevezetjük egy kigőzőlő oszlop tetejébe, a termékáram bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigőzőlő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában, mint termékáramot kivezetünk a kigőzőlő oszlop aljából, a kigőzőlő oszlop tetejéből a könnyebb komponenseket kivezetjük a rektifikáló oszlop nyomására sűrítjük, és a tovább tisztított termékáram kihozatalának javítására bevezetjük a rektifikáló oszlopba.

10. A 7.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a termékáramot tovább tisztítjuk olymódon, hogy bevezetjük egy kigőzőlő oszlop tetejébe, a termékáram bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigőzőlő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában, mint tovább tisztított termékáramot kivezetünk a kigőzőlő oszlop aljából, a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áramból egy oldaláramot képezünk, a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetjük a könnyebb komponenseket, és ezeket az oldaláram teljes elgőzőlőgtetésével részlegesen kondenzálva a könnyebb elemekben szegény folyadékfázist és a könnyebb elemekben gazdag gázfázist állítunk elő, a gáz-

fázist elkülönítjük, a folyadékfázist pedig a termékáram növelésére visszavezetjük a kigőzölő oszlopba, és ott a sovány gázzal érintkeztetve kigőzöljük.

11. A 7.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a termékáramot tovább tisztítjuk olymódon, hogy bevezetjük egy kigőzölő oszlop tetejébe, a termékáram bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigőzölő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában, mint tovább tisztított termékáramot kivezetünk a kigőzölő oszlop aljából, a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áramból egy oldaláramot képezünk, a kigőzölő oszlop tetejéből kivezetjük a könnyebb komponenseket és ezeket az oldaláram részleges elgőzölögtetésével részlegesen kondenzálva a könnyebb elemekben szegény folyadékfázist és a könnyebb elemekben gazdag gázfázist állítunk elő, a gázfázist elkülönítjük, a folyadékfázist pedig a termékáram növelésére visszavezetjük a kifőzölő oszlopba, és ott a sovány gázzal érintkeztetve kigőzöljük, a részlegesen kondenzált folyékony termékáram hűtőképességét visszanyerjük, és a termékáram, illetve a tovább tisztított termékáram növelésére visszavezetjük a mélyhűtésű rektifikálási folyamatba.

12. A 7.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a levegőt sűrítés és tisztítás után a rektifikáló oszlopban történő rektifikáláshoz alkalmas

hőmérsékletre hűtjük, a levegőáramot két hűtött rész-
áramra osztjuk fel, az egyik hűtött részáramot bevezet-
jük a rektifikáló oszlopba, a másik hűtött részáramot
cseppfolyósítjuk és szintén bevezetjük a rektifikáló
oszlopba, a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áram
felosztása előtt ezt az áramot a termékárammal együtt
hőcserélő kapcsolatba hozzuk a rektifikáló oszlop tete-
jéből kivezetett árammal, miközben ez utóbbit részlege-
sen kondenzáljuk, majd az előbbi két áramot és a gépi
úton expandált áramot hőcserélő kapcsolatba hozzuk a
levegő másik hűtött részáramával, miközben ez utóbbit
cseppfolyósítjuk, ezután az expandált áramot, a termék-
áramot és az egyesített áramot a részleges felmelegítés
előtt hőcserélő kapcsolatba hozzuk a bejövő levegővel és
a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áram sűrített
részével, és ezáltal a levegőt a rektifikáláshoz alkal-
mas hőmérsékletre hűtjük le, miközben lehűtjük az emlí-
tett sűrített áramot és elgőzöltetjük a termékáramot.

13. A 11.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e-
m e z v e, hogy a termékáramot tovább tisztítjuk oly módon,
hogy bevezetjük egy kigőzölő oszlop tetejébe, a termékáram
bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigő-
zölő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztasá-
gú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában,
mint tovább tisztított termékáramot kivezetünk a kigőzölő
oszlop aljából, az egyesített áramot a kigőzölő oszlop
tetejéből kivezetett áramnak a másik részárammal és a

könnyű elemekben gazdag árammal történő egyesítésével hozzuk létre, és a sovány gázt a termékáramnak a levegő másik hűtött részáramával történt hőcsere után képzett részáramaként állítjuk elő.

14. A 11. igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a termékáramot tovább tisztítjuk oly módon, hogy bevezetjük egy kigőzölő oszlop tetejébe, a termékáram bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigőzölő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában, mint tovább tisztított termékáramot kivezetünk a kigőzölő oszlop aljából, a sovány gázt a termékáramnak a levegő másik hűtött részáramával történt hőcsere után képzett részáramaként állítjuk elő, továbbá a kigőzölő oszlop tetejéből a könnyebb komponenseket kivezetjük, a rektifikáló oszlop nyomására sűrítjük, és a tovább tisztított termékáram kihozatalának javítására bevezetjük a rektifikáló oszlopba.

15. A 11. igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a termékáramot tovább tisztítjuk oly módon, hogy bevezetjük egy kigőzölő oszlop tetejébe, a termékáram bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigőzölő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában, mint tovább tisztított termékáramot kivezetünk a kigőzölő oszlop aljából, a rektifikáló oszlop

aljából kivezetett áramból egy oldaláramot képezünk, a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetjük a könnyebb komponenseket, és ezeket az oldaláram teljes elgőzőlőgtetésével részlegesen kondenzálva a könnyű elemekben szegény folyadékfázist és a könnyű elemekben gazdag gázfázist állítunk elő, a gázfázist elkülönítjük a részlegesen kondenzált áramtól, a többit pedig a termékáram növelésére visszavezetjük a kigőzőlő oszlopba, és ott a sovány gázzal érintkeztetve kigőzőljük, az elkülönített gázfázis áramát a könnyű elemekben gazdag árammal és a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áram másik részével egyesítve létrehozuk az egyesített áramot, a gépi úton expandált egyesített áram és a levegő másik hűtött rész-áramának a hőcseréje előtt a teljesen kondenzált oldaláramot bevezetjük a gépi úton expandált, részlegesen felmelegített egyesített áramba, és ezáltal hasznosítjuk a teljesen kondenzált oldaláram hűtő potenciálját, továbbá a sovány gázt a termékáramnak a levegő másik hűtött rész-áramával történt hőcsere után képzett részáramaként állítjuk elő.

16. A 11.igénypont szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a termékáramot tovább tisztítjuk olymódon, hogy bevezetjük egy kigőzőlő oszlop tetejébe, a termékáram bevezetési helye alatt egy sovány gázt vezetünk be a kigőzőlő oszlopba, ahol tovább tisztított ultranagy tisztaságú nitrogént állítunk elő, amelyet folyadék formájában, mint tovább tisztított termékáramot kiveze-

tünk a kigőzőlő oszlop aljából, a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áramból egy oldaláramot képezünk, a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetjük a könnyebb komponenseket, és ezeket az oldaláram részleges elgőzőlőgtetésével részlegesen kondenzálva a könnyű elemekben szegény folyadékfázist és a könnyű elemekben gazdag gázfázist, illetve az oldaláramból gőzfázist és elgőzőletlen fázist állítunk elő, a gázfázist elkülönítjük a részlegesen kondenzált áramtól, a részlegesen kondenzált áram megmaradó részét pedig a termékáram növelésére visszavezetjük a kigőzőlő oszlopba, és ott a sovány gázzal érintkeztetve kigőzőljük, a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetett áramból elkülönített gázfázis áramát a könnyű elemekben gazdag árammal és a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áram másik részével egyesítve létrehozuk az egyesített áramot, a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áram és a termékáram, illetve az oszlop tetejéből kivezetett áram hőcseréje előtt az oldaláram elgőzőletlen fázisát bevezetjük a rektifikáló oszlop aljából kivezetett áramba, míg ezutóbbi áram és a levegő másik hűtött részárama közötti hőcsere után az oldaláram gőzfázisát vezetjük be ugyanebbe az áramba, továbbá a sovány gázt a termékáramnak a levegő másik hűtött részáramával történt hőcsere után képzett részáramaként állítjuk elő.

17. Berendezés ultranagy tisztaságú nitrogén előállítására levegő mélyhűtésű rektifikálásával, amely berendezés könnyű

elemekben gazdag, nagy tisztaságú nitrogént tartalmazó gőz előállítására alkalmas rektifikáló oszloppal rendelkezik, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy az oszlop tetejéhez az onnan kivezetett gőzáram részleges kondenzálásával a könnyű elemekben gazdag gázfázist és a könnyű elemekben szegény folyadékfázist előállító kondenzátor csatlakozik, a kondenzátor után a gázfázist a kondenzátumtól elkülönítő fázisszétválasztó van kapcsolva, a fázisszétválasztó a kondenzátumot refluxként a rektifikáló oszlopba visszavezető vezetéken át a rektifikáló oszlop tetejével van összekötve, a rektifikáló oszlop úgy van méretezve, hogy a könnyű elemek kigőzölögnek a refluxból és a rektifikáló oszlop teteje alatt ultranagy tisztaságú folyékony nitrogén marad vissza, továbbá a berendezés az ultranagy tisztaságú folyékony nitrogénből álló termékáramot a rektifikáló oszlopból és a berendezésből kivezető eszközökkel rendelkezik.

18. A 17.igénypont szerinti berendezés, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a termékáramot tovább tisztító készüléket, és a tovább tisztított termékáramot a berendezésből kivezető eszközöket tartalmaz.

19. A 17.igénypont szerinti berendezés, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy az ultranagy tisztaságú nitrogénnél a könnyű elemekben szegényebb sovány gázt előállító eszköz, valamint egy kigőzölő oszlopot tartalmaz, a kigőzölő oszlop a soványt gázt előállító eszközzel a sovány gáznak

a kigőzőlő oszlopon belüli felfelé áramlását, a rektifikáló oszloppal pedig a termékáram lefelé áramlását biztosító módon van összekötve, továbbá a berendezés a sovány gázzal tovább tisztított ultranagy tisztaságú folyékony nitrogént a kigőzőlő oszlop aljából egy tovább tisztított termékáram formájában kivezető eszközzel rendelkezik.

20. A 18.igénypont szerinti berendezés, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a kigőzőlő oszlop teteje és a rektifikáló oszlop egy alkalmas pontja közé a kigőzőlő oszlop tetejéből kivezetett áramot a rektifikáló oszlop nyomására sűrítő és az utóbbi oszlopba bevezető kompresszor van kapcsolva.

21. A 18.igénypont szerinti berendezés, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a kigőzőlő oszlop tetejéhez az onnan kivezetett áramot részben kondenzáló és ezzel a könnyű elemekben gazdag gázfázist, illetve a könnyű elemekben folyadékfázist előállító eszköz csatlakozik, ehhez az említett fázisokat szétválasztó eszköz van kapcsolva, amely a kigőzőlő oszloppal a folyadékfázisnak a kigőzőlő oszlopon belüli, a sovány gázzal érintkezésben történő lefelé áramlását biztosító módon van összekötve.

Handwritten signature
Helyettes: Szajz (Sábra)

A meghatalmazott:

Handwritten signature
ADATVÉDELMI SZABADALMI IRODA
SZABADALMI FŐOSZTÁLY
Főosztályi vezető
2011. 01. 11.

Handwritten signature and stamp.

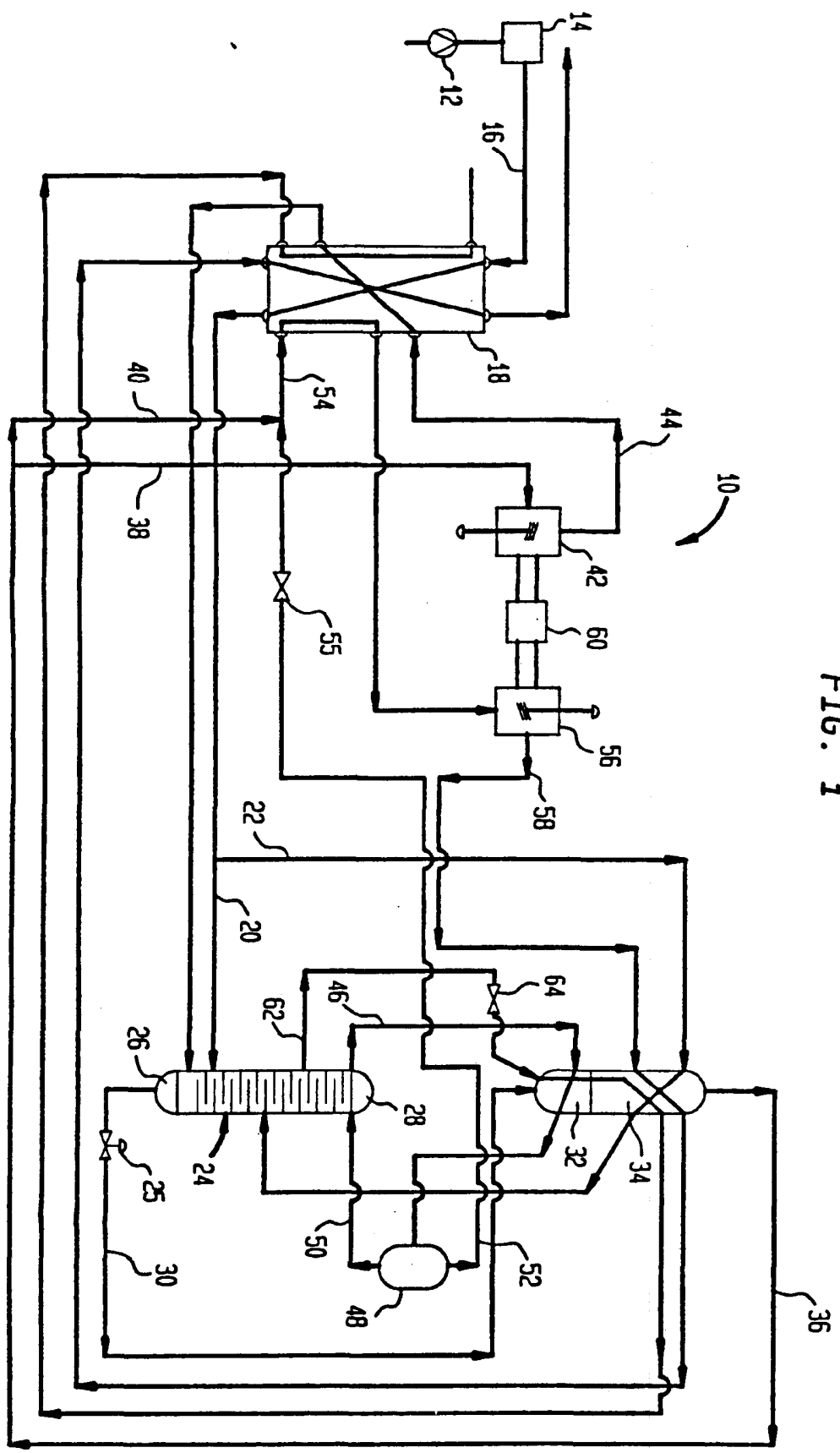


FIG. 1

1842/92

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

1842/92
KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY
1842/92

FIG. 3

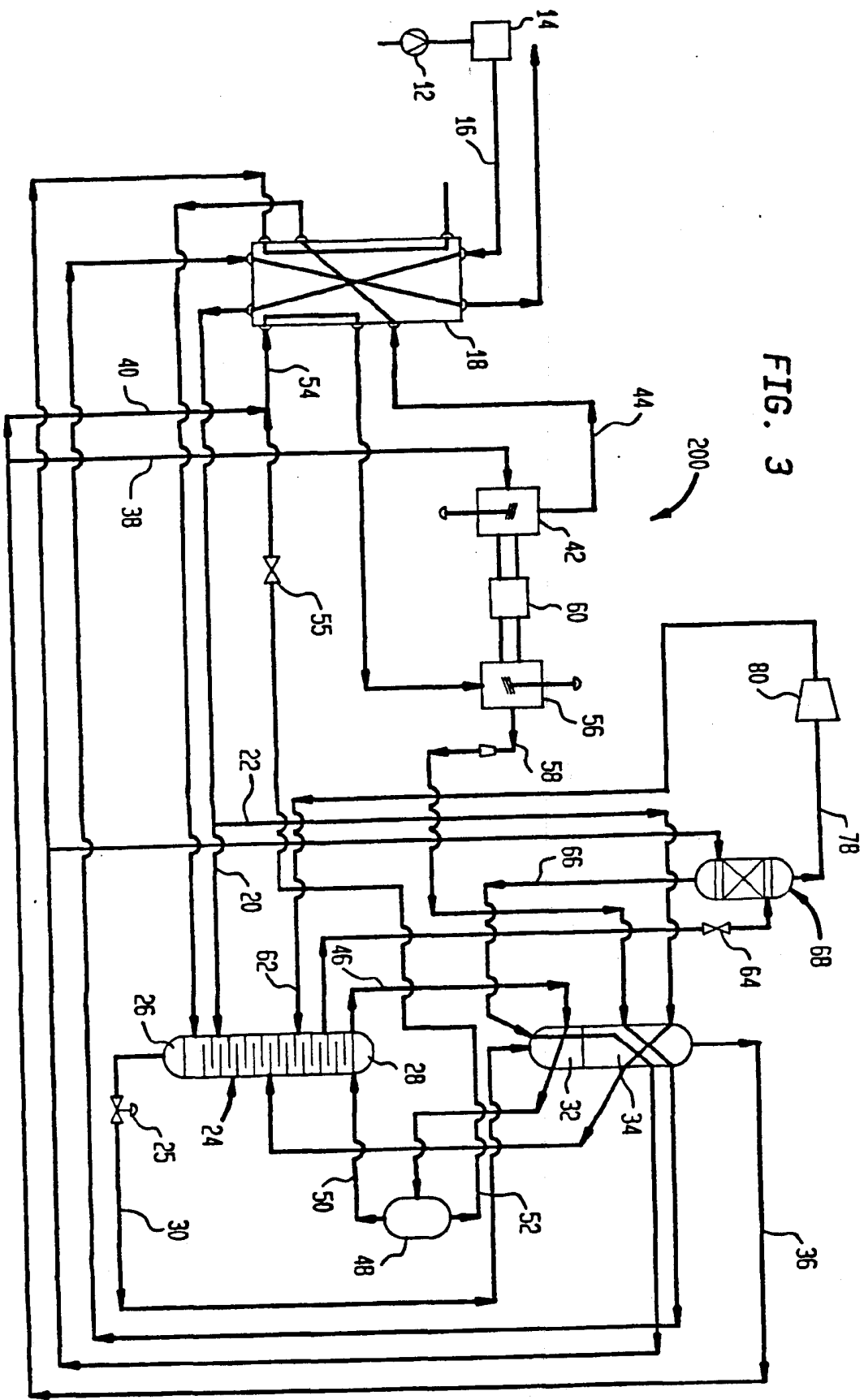


FIG. 4

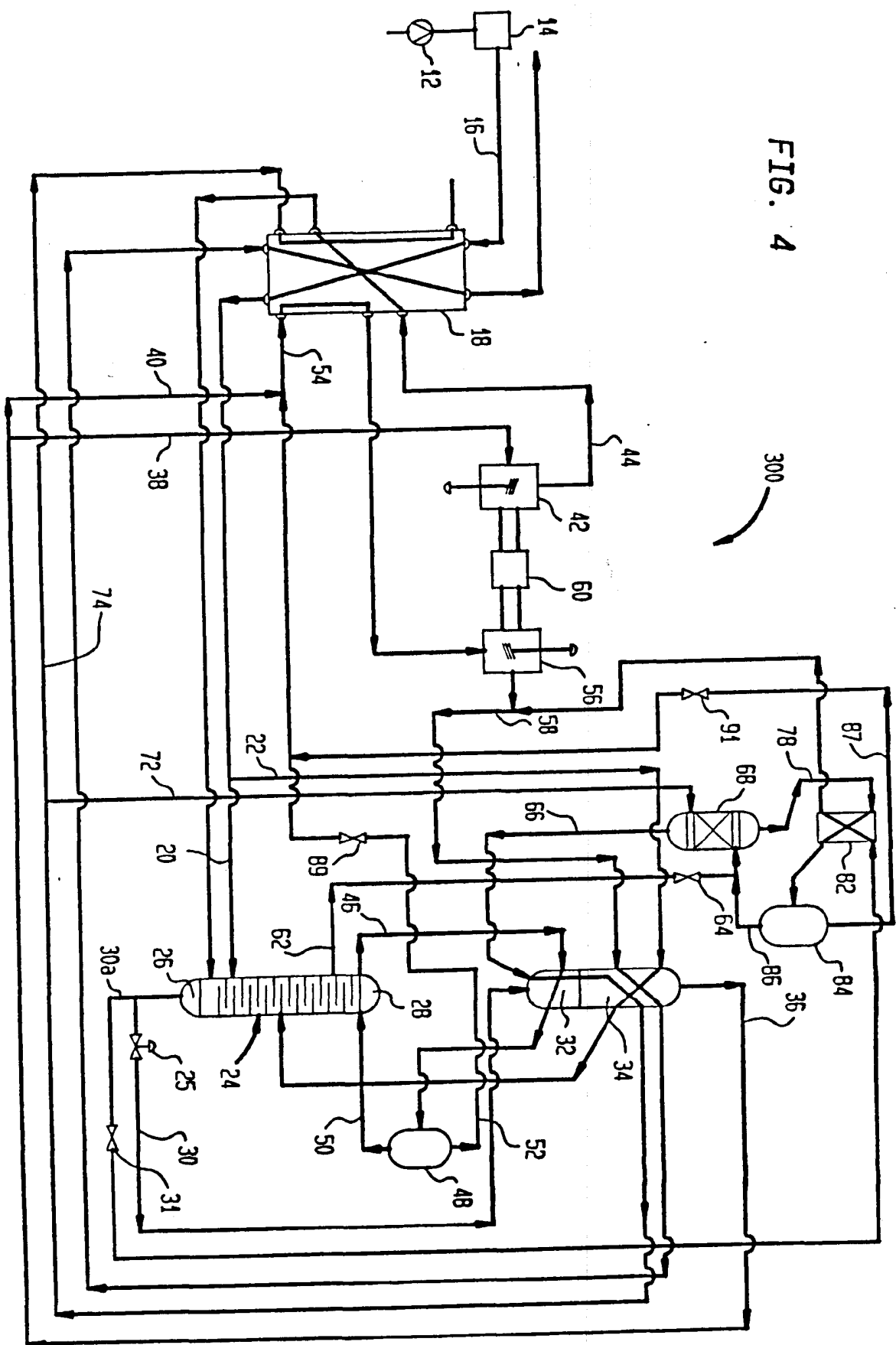


FIG. 5

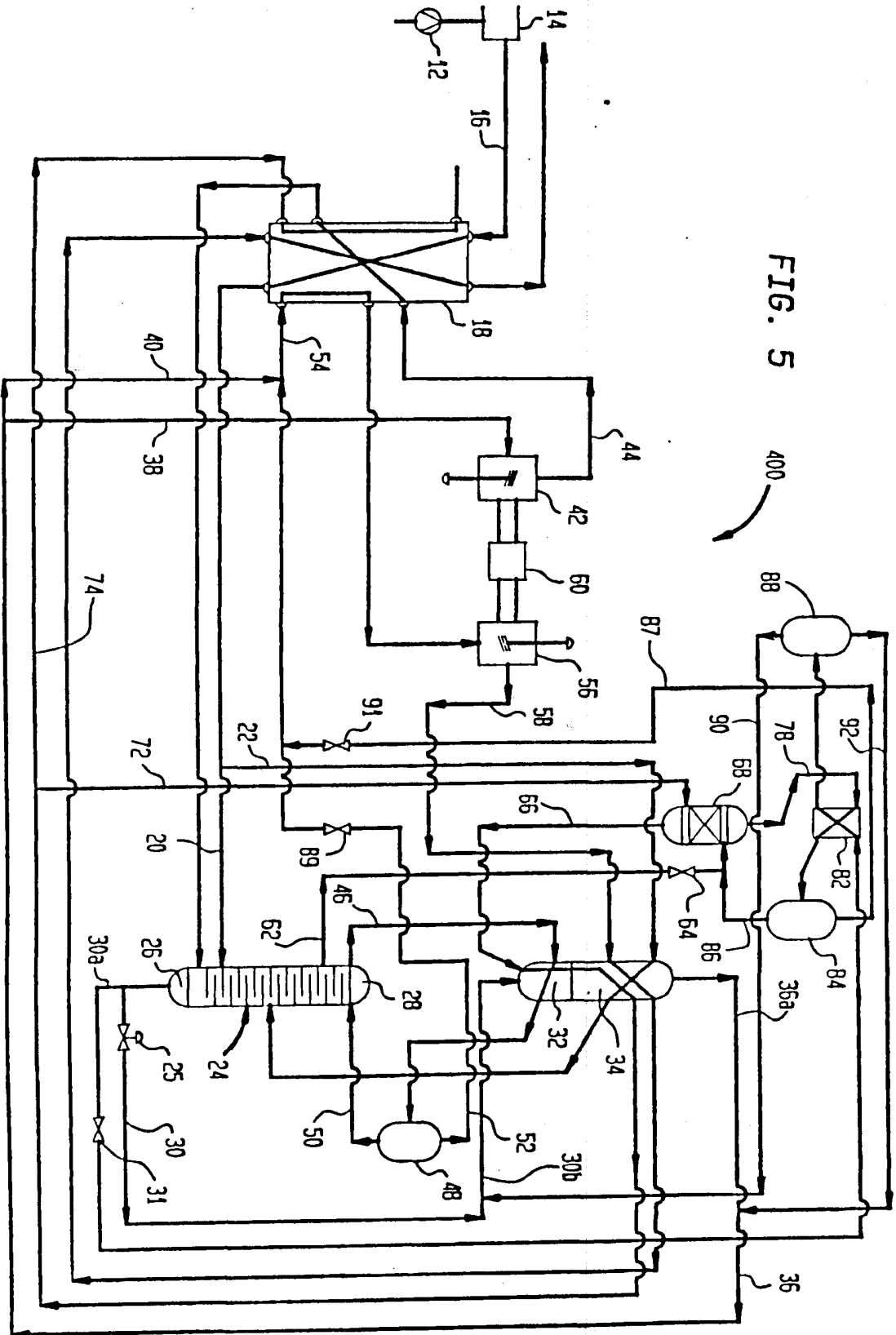


FIG. 2

