



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **334344**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

F17C 5/02 (2006.01)

F17C 6/00 (2006.01)

F17C 7/02 (2006.01)

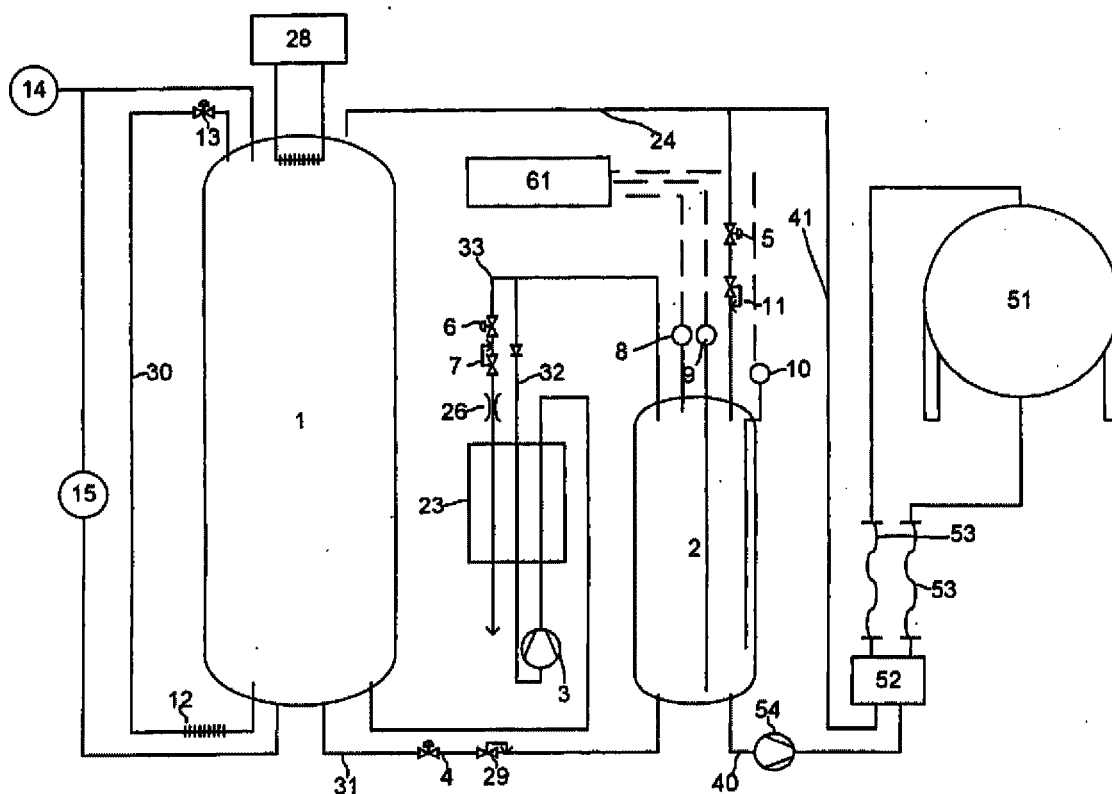
F17C 9/00 (2006.01)

F17C 13/02 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20044879	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2003.04.04 PCT/EP2003/03556
(22)	Inng.dag	2004.11.09	(85)	Videreføringsdag	2004.11.09
(24)	Løpedag	2003.04.04	(30)	Prioritet	2002.04.10, EP, 02008039
(41)	Alm.tilgj	2004.12.07			
(45)	Meddelt	2014.02.10			
(73)	Innehaver	Linde Aktiengesellschaft, Leopoldstrasse 252, DE-80807 MÜNCHEN, Tyskland			
(72)	Oppfinner	Orvar Svensson, Mantalsvägen 93, SE-18745 TÄBY, Sverige Nils Appelquist, Björnstigen 3, SE-73121 KÖPING, Sverige Kenneth Stig Lindqvist, Fogdevägen 4, SE-12838 SKARPNÄCK, Sverige Hans Gustav Sahlen, Torparängsgränd 13, SE-16244 VÄLLINGBY, Sverige			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 1570 Vik, 0118 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Tankkjølesystem			
(56)	Anførte publikasjoner	US 6367264 B1 GB 521792 A GB 980266 A			
(57)	Sammendrag				

En fremgangsmåte for overføring av en kryogen væske fra et stasjonstanksystem (1, 2) til en mottakstank (51). Minst en del av den kryogene væske lagres ved et første trykk som er høyere enn trykket i mottakstanken (51) og avkjøles til en temperatur under likevektstemperaturen for det første trykk. Den avkjølte del av den kryogene væske blir overført til mottakstanken (51).



Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte for overføring av en kryogen væske fra et stasjonstanksystem til en mottakstank, hvor minst en del av den kryogene væske inne i stasjonstanksystemet er lagret ved et første trykk som er høyere enn trykket i mottakstanken.

Vanligvis blir bulkvæske CO₂ fordelt fra forskjellige bulklagringstanker, beliggende for eksempel på stedet for gassproduksjon, til stasjonstanksystemer hos kundene. Trykket i bulkfordelingskjeden for væsken CO₂, innbefattet bulklagringstanker, bulktransporttanker som trailere osv., er vanligvis omkring 14-20 bar. Transporttankene tar væske fra bulklagringstanken og leverer den til stasjonstanksystemet, som betyr at trykket i stasjonstanksystemet vil være tett ved eller likt trykket i transporttanken.

I dokumentet US 6367264 B1 beskrives et kuldeanlegg som kan tilveiebringe avkjølt eller underkjølt flytende karbondioksid til en rekke flytende karbondioksidenheter.

Innretninger som for eksempel kjølesystemer i mattransport på lastebiler bruker ofte CO₂ som kjølemedium. CO₂-mottakstankene montert på lastebilene for slike kjølesystemer har vanligvis et driftstrykk på omkring 8-9 bar, og med en tilsvarende likevekts-temperatur på omkring -46 °C. Med en høyere driftstemperatur i mottakstanken ville tanken blitt tyngre og mer kostbar. På grunn av den reduserte væsketetthet og mindre varmekapasitet pr. kg for CO₂ ved høyere temperatur og trykk ville kjølekapasiteten pr. tankvolum videre bli redusert, og det må anvendes en større tank for den samme kapasitet.

Da mottakstankene er fylt med væske CO₂ laget i de store stasjonstanksystemene, er det da nødvendig enten å redusere trykket i stasjonstanken eller å redusere trykket i væske CO₂ når det overføres fra stasjonstanken til mottakstanken. For tiden reduseres trykket før innløpet til mottakstanken med en trykkregulator. I regulatoren ekspanderer væske CO₂ og danner en blanding av gassformig og væske CO₂. Både gassformig og væske CO₂ blir overført til mottakstanken. Den gassformige CO₂ ventileres til atmosfæren etter plassering av en ventilasjonsregulator ved ventilasjonsutløpssystemet for mottakstanken. Denne fremgangsmåte fra den kjente teknikk har de ulemper at, på den ene side vil fyllingen vare lenger da en tofasefluid strømmer inn i mottakstanken, og på den andre side at gasstapene er store. Det er heller ikke lett å måle mengden væskeformig gass som har blitt fylt inn i og forblir i mottakstanken.

Det er derfor et formål med oppfinnelsen å tilveiebringe en fremgangsmåte for å øke fyllingshastigheten og å redusere gasstapene i overføringen av en kryogen væske fra en stasjonstank til en mottakstank.

Dette formål oppnås, som angitt i krav 1, ved en fremgangsmåte for overføring av en kryogen væske fra et stasjonstanksystem til en mottakstank, hvor minst en del av den kryogene væske inne i stasjonstanksystemet lagres ved et første trykk som er høyere enn trykket i mottakstanken, som er kjennetegnet ved at minst en del av den kryogene væske

inne i stasjonstanksystemet avkjøles til en temperatur under likevektstemperaturen for det første trykk, og at den kjølte del av den kryogene væske overføres til mottakstanken.

Stasjonstanksystemet omfatter en eller flere stasjonstanker som anvendes til å lagre den kryogene væske før levering av den til en mottakstank.

5 Uttrykket "kryogen væske" er ment særlig å omfatte væskeformig karbondioksid.

Hovedideen med oppfinnelsen er å tilveiebringe et system hvor en del av den lagrede kryogene væske holdes ved en temperatur nær temperaturen i mottakstanken. Dersom det ikke anvendes noen pumpe for å overføre den væskeformige gass fra stasjonstanken til mottakstanken, blir i det minste en del av den kryogene væske fortrinnsvis lagret ved et høyere trykk enn trykket i mottakstanken. Dersom det anvendes en pumpe
10 for å overføre den væskeformige gass fra stasjonstanken til mottakstanken, er det fordelaktig å lagre den kryogene væske i det vesentlige ved samme trykk som i mottakstanken. I det siste alternativ kan stasjonstanksystemet omfatte to tanker. Hovedfordelen med oppfinnelsen er at gasstapene, som vanligvis frembringes som et resultat av temperaturreduksjonen, det vil si reduksjon i trykk, kan reduseres ved å elimineres fullstendig.
15

Temperaturen i den avkjølte del av den kryogene væske skiller seg fortrinnsvis fra temperaturen i mottakstanken så lite som mulig, fortrinnsvis med ikke mer enn 5 K. Ifølge en foretrukket utførelsesform omfatter stasjonstanksystemet en første og andre tank. Vanligvis overskrider trykket i den første tank vesentlig trykket i mottakstanken
20 eller det ønskede trykk i mottakstanken. En del av den kryogene væske blir overført fra den første tank til den andre tank hvor den kryogene væske kjøles ned og holdes ved et lavere likevektstrykk.

Når mottakstanken skal fylles økes trykket i den andre tank med mategass fra den første tank til den andre tank. Den kryogene væske blir skjøvet av trykkforskjellen
25 mellom den andre tank og mottakstanken inn i mottakstanken. Den kryogene væske kan også leveres av en pumpe fra den andre tank til mottakstanken. Trykket i den andre tank er da fortrinnsvis lik eller litt over trykket i mottakstanken.

Når væske overføres fra den første tank til den andre tank er det fordelaktig å returnere gass som kommer fordampningen av den kryogene væske i den andre tank tilbake til stasjonstanken. Da trykket i den andre tank vanligvis er lavere enn trykket i den
30 første tank, er det nødvendig å anvende en kompressor for å overføre gassen tilbake til den første tank. Gassen som forlater kompressoren er fortrinnsvis avkjølt i en varmeveksler med den samme gass før den kommer inn i kompressoren. Derfor blir varmen som overføres til den første tank redusert.

35 Som en konsekvens av varmen som skapes av kompressoren når den pumper gass tilbake til den første tank, vil imidlertid trykket i den første tank øke. I dette tilfellet er det derfor fordelaktig å starte en kjølemaskin til å kjøle gassfasen i den første tank og å senke trykket i den første tank til den ønskede verdi.

Temperaturen i den væskeformige gass i den andre tank overskrider fortrinnsvis temperaturen i mottakstanken med ikke mer enn 5 °C, og fortrinnsvis er temperaturen i væsken lik den normale driftstemperatur i mottakstanken.

Når det er nødvendig å etterfylle den andre tank med væske fra den første tank, foretrekkes det samtidig å anvende en kompressor til å pumpe tilbake gass fra den andre tank til den første tank. Imidlertid er tiden som er nødvendig for å fylle den andre tank begrenset av kompressorkapasiteten. Dersom en hurtigere fylling er nødvendig er det også mulig å ventilere noe gass fra den andre tank.

I noen tilfeller kan det være fordelaktig å anvende en kjølemaskin til å kjøle ned og flytendegjøre på nytt fordampet gass i det øvre rom av den andre tank, i stedet for å anvende en kompressor til å returnere gass til stasjonstanken, og følgelig å senke trykket i den andre tank. Av kostnadsgrunner blir imidlertid kompressorløsningen vanligvis foretrukket.

Et viktig valg ved den beskrevne totanksløsning er å anvende en pumpe i stedet for en trykkdifferanse for å fylle mottakstanken. Den andre tank kan holdes ved et stabilt lavt trykk og lav temperatur. Gass blir bare overført fra den første tank til den andre tank for å kompensere for undertrykk når større mengder av væske har blitt overført fra den andre tank til mottakstanken.

Et alternativ til totanksløsningen, dvs. løsningen ved å anvende en andre tank for lagring av en del av væsken ved en ekstra lav temperatur, er å skape en sterk stratifikasjon av væsken i stasjonstanken. I dette tilfellet er det bare nødvendig med en stasjonstank for å lagre den kryogene væske. Det er naturligvis også mulig å anvende et stasjonstank-system med mer enn en stasjonstank, og å gi en eller flere av disse stasjonstanker stratifikasjonen ifølge oppfinnelsen.

Væsken i den nye del av stasjonstanken blir underkjølt, fortrinnsvis med indirekte varmeveksling med en kaldere væske, mens væsken i de øvre deler av stasjonstanken er i likevekt med trykket i det øvre rom av stasjonstanken. Det er for eksempel mulig å underkjøle væske CO₂ lagret i en slik stasjonstank med væskenitrogen.

Mer foretrukket er en kjølespiral anbrakt i den nedre del av stasjonstanken, og kjølespiralen avkjøles av ekspanderende væske fra selve stasjonstanken. Gassen som skapes ved ekspansjon og oppvarming av spiralen kan så igjen pumpes tilbake til toppen av stasjonstanken. Trykket i stasjonstanken, det vil si gasstrykket, vil være i likevekt med overflatetemperaturen av den kryogene væske, mens bunntemperaturen i stasjonstanken vil være så lav som det kan oppnås ved hjelp av stratifikasjonen. Stratifikasjon er avhengig av geometrien og isolasjonen av tanken. Dette resulterer i at temperaturen i stasjonstanken avtar fra toppen til bunnen av tanken. I tilfelle kryogen væske skal leveres til mottakstanken, mates bare underkjølt væske fra bunnen av tanken til mottakstanken.

For å unngå isdannelse i kjølespiralen på grunn av ekspansjonen kan en mottrykksregulator anbringes nedstrøms spiralen. Fortrinnsvis blir all væske som er

trukket ut fra stasjonstanken i gassform under ekspansjonen. For å sikre at all væske har endret seg totalt til gassformig tilstand blir en temperatursensor fortrinnsvis anbrakt nedstrøms kjølespiralen og oppstrøms trykkregulatoren. Temperatursensoren kontrollerer at temperaturen er over likevektstemperaturen for trykket innstilt av trykkregulatoren.

5 Gassen som resulterer fra ekspansjonen av kryogen væske fra stasjonstanken blir, etter at den har blitt anvendt som et varmevekslingsmedium for å kjøle væsken i den nedre del av stasjonstanken, fortrinnsvis komprimert og returnert til stasjonstanken for å redusere gasstapene. Det er enda mer foretrukket å komprimere gassen til et trykk som vesentlig overskrider trykket i stasjonstanken, og kjøler gassen og deretter for å
10 kjøleekspandere den komprimerte kjølte og væskeformige gass inn i stasjonstanken. Ved ekspansjonen av den flytendegjorte gass blir den omdannet til en blanding av kaldere væske og gass som kjøler/eller flytendegjør gass i det øvre rom av stasjonstanken.

Oppfinnelsen er særlig fordelaktig ved levering av væske CO₂ fra et stasjonstanksystem til mottakstanker.

15 Det vil være klart at fagfolk på området kan modifisere oppfinnelsen på mange måter, og oppfinnelsen er ikke begrenset til de spesifikke utførelsesformer av oppfinnelsen som skal beskrives nærmere i det følgende under henvisning til tegningene, der

fig. 1 viser et system ifølge oppfinnelsen som anvender en andre tank for ekstra avkjølt væske,

20 fig. 2 viser en utførelsesform av oppfinnelsen med en sterk stratifikasjon i stasjonstanken, og

fig. 3 vise et alternativt system med en sterk stratifikasjon i stasjonstanken.

Systemet ifølge fig. 1 anvendes for å overføre væskeformig karbondioksid fra et stasjonstanksystem til en mottakstank 51. Systemet omfatter en hovedstasjonstank 1, en
25 mindre CO₂ tank 2, og mottakstanken 51 som skal fylles. Vanligvis settes trykket i stasjonstanken 1 til omkring 15 bar, og trykket i mottakstanken 51 til omkring 8 bar.

En trykkoppbyggingsledning 30 er forbundet med bunnen og toppen av hovedstasjonstanken 1. Trykkoppbyggingsledningen 30 omfatter en trykkoppbyggingsspiral eller en varmeveksler 12 og en ventil 13. Dersom trykket i tanken 1 er for lav, blir
30 ventilen 13 betjent og væskeformig karbondioksid vil strømme gjennom ledningen 30 og fordamper i varmeveksleren 12. Resulterende CO₂ gass kommer inn på toppen av hovedstasjonstanken 1 og dermed vil trykket i tanken 1 øke. Som det vil være kjent for fagfolk er et slikt trykkoppbyggingssystem ikke nødvendigvis en del av oppfinnelsen, men kan være fordelaktig dersom trykket og temperaturen er lav.

35 En kjølemaskin 28 anvendes for å holde trykket i stasjonstanken 1 under en forhåndsinnstilt verdi. En trykkindikator 14 og væsknivåindikator 15 bestemmer henholdsvis trykket og væsknivået i stasjonstanken 1.

Bunnen av stasjonstanken 1 og bunnen av CO₂ 2 er forbundet av en ledning 31 som omfatter en overføringsventil 4 og en trykkregulator 29. Stasjonstanken 1 og CO₂ tanken 2 er videre forbundet av returrøret 32. Returrøret 32 omfatter en varmeveksler 23 og en kompressor 3. Kompressoren 3 kan anvendes for å pumpe tilbake gassformig CO₂ fra den mindre tank 2 til stasjonstanken 1. I varmeveksleren 23 blir CO₂ som forlater kompressoren 3 avkjølt i indirekte varmeveksling med CO₂ gass oppstrøms kompressoren 3. Trykkforholdet i kompressoren 3 er fortrinnsvis omkring 7,7 bar til 15-23 bar.

En ventileringsledning 33 som forgrener seg fra returrøret 32 omfatter en ventileringsventil 6 og en trykkregulator 7 for å innstille mottrykket. Trykkregulatoren 7 nedstrøms og en ekspansjonsventil 26 anvendes for å innstille ventileringskapasiteten. Ved hjelp av varmeveksleren 23 anvendes ventilert gass som strømmer gjennom ventileringsledningen 33 også til å avkjøle gassen som forlater kompressoren 3. Dermed blir overføringen av varme til stasjonstanken 1, skapt av kompressoren 3, redusert. Kompressoren 3 er fortrinnsvis forsynt med en intern kjøler for ytterligere å senke varmeinngangen inn i stasjonstanken 1. Toppen av stasjonstanken 1 og toppen av CO₂-tanken 2 er forbundet av en gassfase 24. Trykkventilen 5 og trykkregulatoren 11 i gassfaserøret 24 kan anvendes til å trykksette tanken 2. Forgrenet fra gassfaserøret 24 er det en fylleledning 41 som går til fylleboksen 52. Fylleboksen 52 anvendes under fylling av mottakstanken 51. Væskefyllingsledningen 40 som tillater uttrekking av væske CO₂ fra tanken 2 er også forbundet med fylleboksen 52. Fylleledningen 40 kan etter ønske ha en pumpe 54. Fylleboksen 52 kan være drevet manuelt eller automatisk, og omfatter de nødvendige ventiler, trykkmålere/overføringer, regulatorer osv. for slike formål. Mottakstanken 51 er vanligvis forbundet med fylleboksen 52 ved hjelp av slanger 53. Tanken 2 er videre forsynt med en temperatursensor 9 og en trykksensor 8.

Funksjonen av systemet ifølge oppfinnelsen skal nå beskrives nærmere.

Først blir mottakstanken 51 koplet via slange 53 til fyllesystemet som omfatter fylleboksen 52 og utstyret som tillater levering av gassformig karbondioksid og væskeformig karbondioksid. Trykket inne i mottakstanken 51 er vanligvis omkring 8 bar. Gassformig CO₂ blir tatt direkte fra stasjonstanken 1 til fylleboksen 52 og anvendes til å lufte og trykksette fylleboksen 52 og mottakstanken 51 når det er nødvendig.

Når væske CO₂ skal leveres i mottakstanken 51 åpner et styresystem 61 først ventilen 5 for å trykksette tanken 2 til et trykk innstilt av trykkregulatoren 11. Før trykksettingen av tanken 2 vil trykket i tanken være mer eller mindre lik innstilt av trykkregulatoren 29, som fortrinnsvis er lik trykket i mottakstanken 51. Væske CO₂ inne i tanken 2 er i likevekt med den gassformige CO₂, og derfor har væske CO₂ den tilsvarende likevektstemperatur. Etter trykksettingen er trykket i tanken 2, innstilt av trykkregulatorene 11, omtrent 2-4 bar over likevektstrykket. Temperaturen av væske CO₂ inne i tanken 2 vil imidlertid forbli nesten ved den samme verdi, som er temperaturen som svarer til det lavere trykk innstilt av regulatoren 29, og det innstilte trykk av kompressoren

3. Derfor er væske CO₂ i tanken 2 midlertidig underkjølt som betyr at fylletiden og gasstapene blir redusert under fyllingen av mottakstanken 51.

Under fylling av mottakstanken 51 blir underkjølt CO₂ skjøvet ut fra tanken 2 via fylleledningen 40 og fylleboksen 52 inn i mottakstanken 51. I denne utførelsesform er pumpen 54 ikke innbefattet i fylleledningen 40. Når den ønskede mengde av en væskeformig gass er overført til mottakstanken 51, stopper fylleboksen 52 overføringen av væskeformig CO₂. Et signal som forteller at væskefyllingsprosedyren er fullført vil bli sendt til styresystemet 61 som deretter bevirker at trykksettingsventilen 5 stenger. Rørsystemet i fylleboksen og slangene 53 fylleboksen 52 til/fra mottakstanken 51 blir så blåst av gassformig CO₂ for å bli kvitt væskeformig CO₂.

Ved anvendelse av systemet ifølge oppfinnelsen blir underkjølt CO₂ som er væske CO₂ som har en lavere temperatur enn den som tilsvarer en virkelig temperatur, levert til mottakstanken 51. Temperaturen av den leverte væske CO₂ er fortrinnsvis lik eller tett ved driftstemperaturen inne i mottakstanken 51. Gasstap som vanligvis genereres som et resultat av å redusere CO₂ temperaturen, kan reduseres eller til og med elimineres.

Mengden av væske som er igjen i den underkjølte tank 2 reguleres ved et reguleringssystem 61 og væsknivåindikatoren 10. Dersom væsknivået i tanken 2 er for lavt, vil reguleringssystemet 61 starte overføring av væske CO₂ fra tanken 1 til tanken 2 for å fylle opp tanken 2 til fullt nivå.

Dette gjøres ved å betjene overføringsventilen 6 og samtidig starte kompressoren 3. Væske CO₂ vil nå strømme fra tanken 1 inn i tanken 2 gjennom trykkregulatoren 29. Trykkregulatoren 29 er innstilt for å redusere trykket til det forhåndsinnstilte nivå mellom trykket i tanken 1 og mottakstanktrykket. Trykket senkes fortrinnsvis til likevektstrykket i mottakstanken 51 under normal drift, det vil i dette tilfelle si til omkring 8 bar. Når væsken har nådd det forhåndsinnstilte nivå i CO₂ tanken 2 sender nivåindikatoren 10 et signal til reguleringssystemet 61. Overføringsventilen 4 vil så bli stengt, og kompressoren 3 vil bli avstengt når det riktige trykk er nådd, målt av trykksensoren 8.

Dersom det må utføres for mange leveringer av væske CO₂ fra tanken 2, kan det være nødvendig å fylle tanken 2 hurtigere enn det som kan gjøres med kompressor-kapasiteten. I dette tilfelle kan ventileringsventilen 6 åpnes, og gassformig CO₂ kan ventileres ut av tanken 2 via ventileringsledningen 33.

Dersom det tar for lang tid før den neste mottakstank 51 er fylt, vil temperaturen i tanken 2 øke over en forhåndsinnstilt temperatur på grunn av varmelekkasje. Temperatursensoren 9 i tanken 2 vil registrere temperaturøkningen og sende et signal til et reguleringssystem 61 for å starte kompressoren 3 for å fordampe noe væske og igjen senke temperaturen. Det kan da imidlertid være nødvendig å overføre mer væske fra tanken 1 til tanken 2. Det er også mulig å anvende trykksensoren 8 i stedet for temperatursensoren 9 for å påvise for høy temperatur og trykk i tanken 2. Men i det tilfelle må noen prosessparametere bli tatt i betraktning.

Etterfyllingen av hovedstasjonstanken 1 for eksempel fra en CO₂ lastebil, gjøres på den samme måte som for enhver standard CO₂ tank.

I en alternativ utførelsesform er fylledningen 40 forsynt med en pumpe 54 for å fylle mottakstanken 51. Tanken 2 kan så holdes ved et stabilt lavt trykk. Gassformig CO₂ blir bare levert fra tanken 1 til tanken 2 for å kompensere for undertrykk når en større
5 mengde av væske fylles inn i mottakstanken 51. Fordelen med et slikt system er at tanken 2 hele tiden er klar til å overføre væske CO₂ til en mottakstank 51, og at tanken 2 kan fylles fra tanken 1 gjennom ventilen 4 og regulatoren 29 selv når mottakstanken 51 fylles.

Den kalde væske i tanken 2 har en temperatur som er lik eller tett ved
10 temperaturen i mottakstanken. Dersom overføringspumpen 54 anvendes er det ikke noe behov for å trykksette tanken 2. Det er bare nødvendig å starte pumpen 54. I det henseende er systemet som omfatter pumpen 54 fordelaktig dersom mange kunder skal bruke systemet, da det hele tiden er klar for levering.

En annen mulighet for systemet på fig. 1 er å anvende en kjølemaskin i stedet for
15 kompressoren 3. I det tilfelle blir gassformig CO₂ i tanken 2 ikke returnert til tanken 1, men avkjølt av kjølemaskinen. Kjølemaskinen for slik lav temperatur er imidlertid vanligvis meget kostbare.

Fig. 2 viser en annen utførelsesform ifølge oppfinnelsen. I stedet for å lagre underkjølt væske CO₂ i en separat tank 2, blir en stratifikasjon av væske skapt i
20 hovedstasjonstanken 1.

En del av væske CO₂ blir trukket ut fra bunnen av tanken 1 og ekspandert gjennom en dyse 17 inn i en varmevekslerspiral 18 som er beliggende i den nedre del av tanken 1. Nedstrøms varmeveksleren 18 er det tilveiebrakt en trykkregulator 55. Trykkregulatoren 55 innstiller et minimumstrykk for å unngå dannelse av tørre ispartikler
25 i varmevekslerspiralen 18 eller i røret 34.

For å sikre at all væske er fullstendig i gassform i varmevekslerspiralen 18, er en temperatursensor 19 anbrakt mellom varmevekslerspiralen 18 og trykkregulatoren 55. Temperatursensoren 19 kontrollerer at temperaturen er over likevektstemperaturen for trykket innstilt av trykkregulatoren 15. Dersom temperaturen er for lav har en del av
30 væske CO₂ ikke blitt fordampet i varmevekslerspiralen 18. I det tilfelle reduserer innstillingsventilen 16 i ledningen 34 strømmen av væske CO₂ gjennom varmevekslerspiralen 18.

Nedstrøms trykkregulatoren 55 pumper en kompressor 35 gassen tilbake inn i tanken 1. Gassen som forlater kompressoren 35 blir avkjølt i varmeveksleren 23 før den
35 kommer inn i tanken 1. Trykkforholdet i kompressoren 35 er fortrinnsvis omkring 5,5 bar til 15 bar.

Varmevekslerspiralen 18 avkjøler den nedre del av væske CO₂ i tanken 1, som dermed skaper en stratifikasjon av væsken. Ved væskeoverflaten vil temperaturen av væsken være likevektstemperaturen for trykket inne i tanken 1, mens det ved bunnen av

tanken 1 i området nær spiralen 18 er væsken underkjølt av varmevekslerspiralen 18. For eksempel ved et trykk på 15 bar i det øvre rom i tanken 1 vil det øverste lag av væske CO₂ ha en væsketemperatur på omkring -29 °C, og temperaturen ved bunnen av tanken kan være mindre enn -40 °C.

5 Kapasiteten for den underkjølte prosess er begrenset av kapasiteten for kompressoren 35. Dersom hurtigavkjøling og stratifikasjon i tanken 1 er nødvendig, som kan være tilfelle like etter at tanken 1 har blitt fylt, kan gassen som forlater varmevekslerspiralen 18 ventileres til atmosfæren via ventilen 6 og trykkregulatoren 7. Videre er det mulig å ventilere gass fra gassfasen i tanken 1 gjennom varmeveksleren 23
10 til atmosfæren ved åpning av ventilen 25.

Som i utførelsesformen vist på fig. 1 anvendes varmeveksleren 23 for å redusere varmen overført til tanken 1 av kompressoren 35. Til og med den ventilerte gass som strømmer via ventilen 6 og regulatoren 7 til atmosfæren, kan anvendes for å kjøle gassen fra kompressoren 35.

15 Systemet ifølge fig. 2 har den fordel at bare én CO₂ tank 1 er nødvendig. For å etterfylle tanken 1 er det foretrukket å mate væske CO₂ inn i tanken 1 i toppen av tanken for å holde så mye som mulig av stratifikasjonen av væsken i tanken 1. Ved installering av en større kjølemaskin 28 og en større pumpe 35, som er nødvendig i systemet ifølge fig. 1, kan tiden reduseres når trykket og temperaturen er for høy eller når stratifikasjonen
20 ikke er tilstrekkelig.

En ytterligere utførelsesform av oppfinnelsen er vist på fig. 3. Systemet på fig. 3 anvender også en varmevekslerspiral 18 for å kjøle væske i det nedre område av tanken 1 og å skape stratifikasjon. I motsetning til løsningen på fig. 2, blir den gassformige CO₂ som forlater varmevekslerspiralen 18 komprimert i kompressoren 36 til et trykk på minst
25 50 bar, fortrinnsvis mer enn 60 bar, og blir delvis flytendegjort. Den flytendegjorte CO₂ blir avkjølt i varmeveksleren 27 av vann eller omgivelsesluft. Etter varmeveksleren 27 blir CO₂ ytterligere nedkjølt i varmeveksleren 23 i indirekte varmeveksling med den meget kalde gass som kommer fra varmevekslerspiralen 18, og i tillegg dersom det er nødvendig, også fra gassen direkte fra toppen av tanken 1 ved åpning av ventilen 11. Den
30 flytendegjorte gass ekspanderer i dysen 70 hvor den omdannes til en blanding av kaldere væske og gass, og går inn i tanken 1.

Fordelen med denne løsning er at det ikke er nødvendig med noen ekstra kjølemaskin bortsett fra selve gassgjenvinningssystemet.

I en foretrukket utførelsesform blir væskeformig gass som er tatt fra bunnen av
35 tanken 1 ekspandert gjennom ekspansjonsventilen 17 og ekspandert gjennom spiralen 18, og deretter anvendt i en varmevekslerspiral 22 for å kjøle gassfasen i tanken 1 dersom det er nødvendig.

I begge utførelsesformer ifølge fig. 2 og 3 er det fordelaktig med bruk av en fyllboks 52 som beskrevet i forbindelse med fig. 1.

P a t e n t k r a v

5 1. Fremgangsmåte for overføring av en kryogen væske fra et stasjonstanksystem (1, 2) til en mottakstank (51), hvor minst en del av den kryogene væske inne i stasjonstanksystemet lagres ved et første trykk som er høyere enn trykket i mottakstanken, hvor stasjonstanksystemet omfatter en første tank (1) og en andre tank (2), og hvor en del av den kryogene væske overføres fra den første tank (1) til den andre tank (2), og avkjøles
10 til en temperatur under likevektstemperaturen for det første trykk, og hvor den avkjølte del av den kryogene væske overføres til mottakstanken (51), **karakterisert ved** at den andre tank (2) trykkes ved mating av gass fra den første tank (1) til den andre tank (2) for å underkjøle den kryogene væske i den andre tank (2), og å skape differansetrykket som er nødvendig for overføringen av den kryogene væske fra den andre tank (2) til
15 mottakstanken (51).

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, **karakterisert ved** at temperaturen av den avkjølte del av den kryogene væske skiller seg fra temperaturen i mottakstanken (51) med ikke mer enn 12 K, hvor temperaturen av den avkjølte del fortrinnsvis er lik eller noen få grader lavere enn temperaturen av væsken i mottakstanken (51).

20 3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, **karakterisert ved** at fordampet kryogen væske returneres fra den andre tank (2) til den første tank (1).

4. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1-3, **karakterisert ved** at trykket i den andre tank (2) overskrider trykket i mottakstanken (51) med ikke mer enn 4 bar.

5. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1-4, **karakterisert ved** at trykket i den
25 andre tank (2) er lik eller tett ved trykket i væsken i mottakstanken (51), og hvor en pumpe (54) anvendes for å overføre den kryogene væske fra den andre tank til mottakstanken (51).

6. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1-5, **karakterisert ved** at det er tilveiebrakt en kjølemaskin (28) for å kjøle fordampet kryogen væske i
30 stasjonstanksystemet (1, 2).

7. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1-6, **karakterisert ved** at det er skapt en stratifikasjon av kryogen væske med forskjellige temperaturer i stasjonstanksystemet (1).

8. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1-7, **karakterisert ved** at en del av den kryogeniske væske trekkes ut fra stasjonstanksystemet (1), ekspanderes og blir deretter
35 anvendt til å kjøle en del av den kryogene væske inne i stasjonstanksystemet (1).

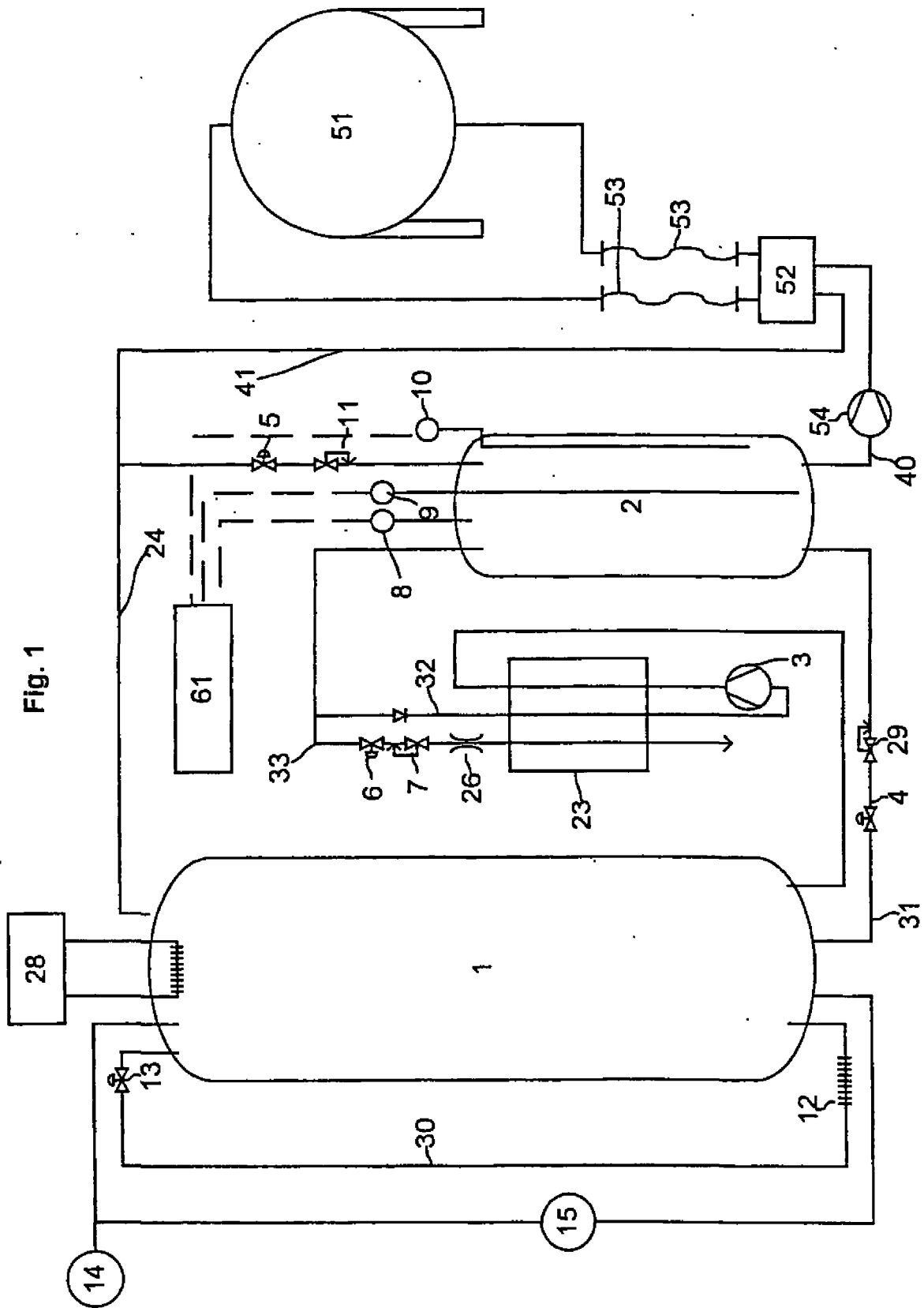
9. Fremgangsmåte ifølge krav 8, **karakterisert ved** at den ekspanderte kryogene væske blir fullstendig fordampet under kjøling av delen av den kryogene væske inne i stasjonstanksystemet (1).

10. Fremgangsmåte ifølge krav 8 eller 9, **karakterisert ved** at den ekspanderte kryogene væske komprimeres og returneres inn i stasjonstanksystemet (1).

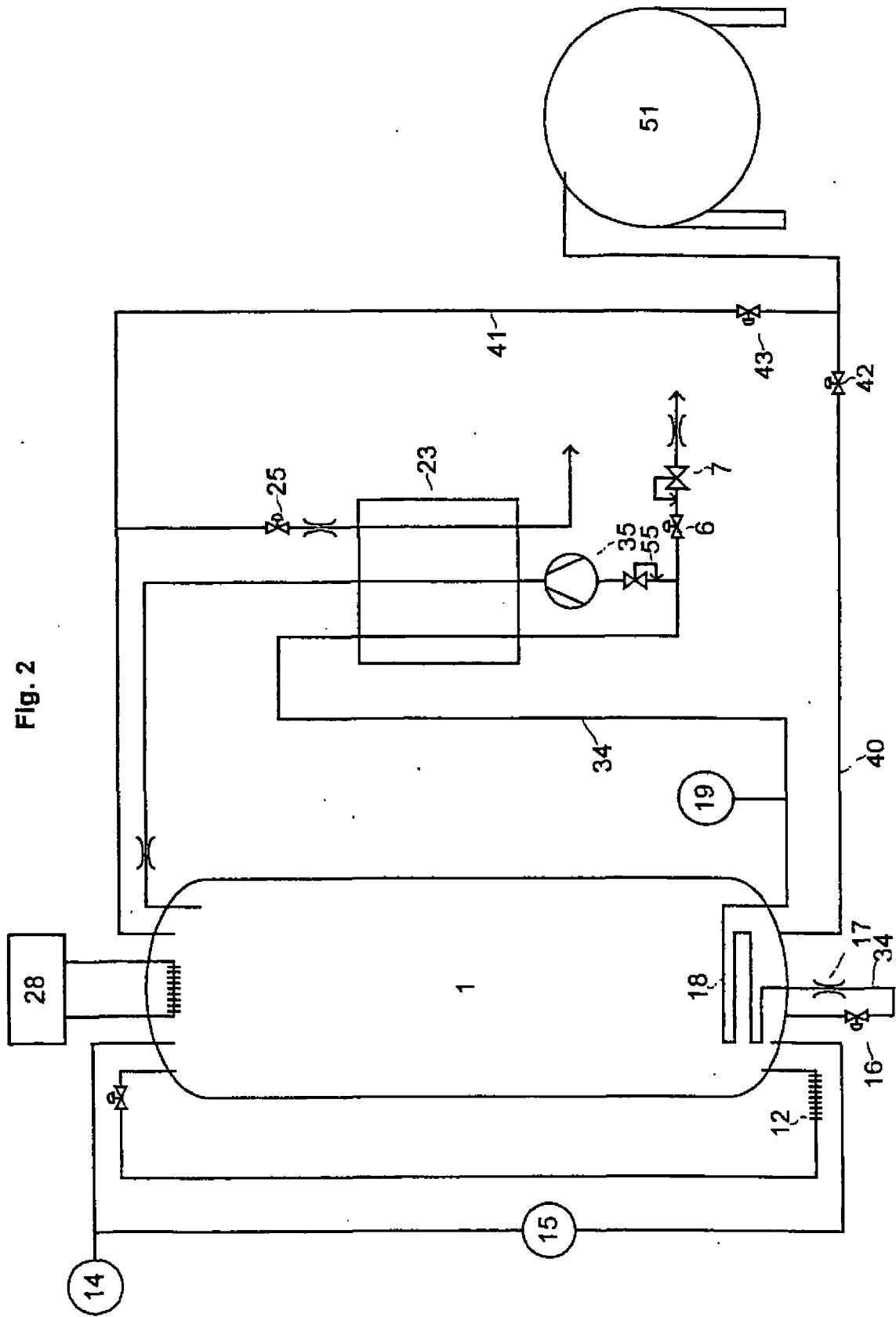
11. Fremgangsmåte ifølge krav 10, **karakterisert ved** at den ekspanderte kryogene væske komprimeres til et trykk som vesentlig overskrider det første trykk i stasjonstanksystemet (1), fortrinnsvis til et trykk på minst 50 bar, mer foretrukket til et trykk på minst 60 bar, deretter avkjølt og til slutt ekspandert inn i stasjonstanksystemet (1).

12. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1-11, **karakterisert ved** at væske CO₂ overføres til mottakstanken (51).

1/3



2/3



3/3

Fig. 3

