



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325258**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

A62D 1/00 (2006.01)

A62C 3/00 (2006.01)

A62D 1/08 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20023871	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2001.02.15 PCT/US01/04968
(22)	Inng.dag	2002.08.15	(85)	Videreføringsdag	2002.08.15
(24)	Løpedag	2001.02.15	(30)	Prioritet	2000.02.15, US, 503822
(41)	Alm.tilgj	2002.09.05			
(45)	Meddelt	2008.03.17			
(73)	Innehaver	Great Lakes Chemical Corp, P O Box 2200, IN47906 WEST LAFAYETTE, US			
(72)	Oppfinner	Mark L Robin, 5415 Hillside Lane, West Lafayette, IN 47906, US Douglas W Register, 70 Mill Drive, Lafayette, IN 47905, US Thomas F Rowland, 319 Pleasant Grove Road, El Dorado, AR 71730, US			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS, Postboks 5074 Majorstua, 0301 OSLO			

(54) **Benevnelse** **Fremgangsmåte for bekjempelse av ild**

(56) **Anførte publikasjoner** Ingen

(57) **Sammendrag**

Fremgangsmåte for slokking av en brann ved et brennende materiale omfattende levering til nevnte brennende materiale av (a) en inertgass og (b) en forbindelse i gassform valgt blant gruppen bestående av hydrofluorkarbon, jodfluorkarbon og en blanding derav, hvor gasser (a) og (b) blir levert i en kombinert konsentrasjon som er tilstrekkelig til å slokke brannen.

Oppfinnelsens felt

Foreliggende oppfinnelse angår feltet brannslukkingssammensetninger og fremgangsmåter for avlevering av brannslukkingssammensetninger til eller innen et beskyttet fareområde.

5

Beskrivelse av den kjente teknikk

Visse halogenerte hydrokarboner har blitt benyttet som brannslukkingsmidler siden det tidlige 1900-tallet. Før 1945 var de tre mest benyttede halogenerte slukkemidlene karbontetraklorid, metylbromid og bromklormetan. Av toksikologiske grunner er imidlertid bruken av disse midlene avsluttet. Inntil nylig var tre halogenerte brannslukkingsmidler i vanlig bruk de brominneholdende forbindelsene Halon 1301 (CF_3Br), Halon 1211 (CF_2BrCl) og Halon 2402 ($\text{BrCF}_2\text{CF}_2\text{Br}$). En av de største fordelene med disse halogenerte brannslukkingsmidlene i forhold til andre brannslukkingsmidler slik som vann eller karbondioksid er den rene naturen til deres slukking. Derfor har de halogenerte midlene blitt benyttet for datarom, elektroniske prosesseringsfasiliteter, museer og biblioteker, hvor for eksempel anvendelse av vann ofte kan forårsake mer sekundær skade på eiendommen som skal beskyttes enn det selve brannen gjør.

Selv om de ovenfor nevnte brom- og klorinneholdende forbindelsene er effektive brannslukkingsmidler, er det hevdet at disse er i stand til å ødelegge jordens beskyttende ozonlag. For eksempel har Halon 1301 et potensial for forringelse av ozon (Depletion Potential (ODP)) på 10 og Halon 1211 har et ODP på 3. Som et resultat av bekymringen for forringelsen av ozon, er produksjonen og salget av disse midlene blitt forbudt fra 1. Januar 1994 under internasjonale avtaler og US-lov.

Det er derfor et mål å fremskaffe en fremgangsmåte for slukking av brann som ikke benytter brom- og klorinneholdende forbindelser og som ikke fører til forringelse av stratosfærisk ozon.

30

Anvendelsen av hydrofluorkarboner (HFC), for eksempel 1,1,1,2,3,3,3-heptafluorpropan ($\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$), som brannslukkingsmiddel har nylig blitt foreslått (se for eksempel, M. Robin, "Halogenated Fire Suppression Agents," i Halon

Replacements, A. W. Miziolek og W. Tsang, eds., ACS Symposium Series 611, ACS, Washington, D.C., 1995). Da hydrofluorkarboner ikke inneholder brom eller klor, har forbindelsene ikke noen effekt på det stratosfæriske ozon-laget og deres ODP er null. Som et resultat blir hydrofluorfluorkarboner slik som 1,1,1,2,3,3,3-hepta-fluorpropan og pentafluoretan ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{H}$) for tiden benyttet som miljøvennlige erstatninger for haloner i brannslukkingsanvendelser.

Hydrofluorkarbon brannslukkingsmidler er ikke så effektive på vektbasis som Halon-midlene og øket vekt av hydrofluorkarbon-midlene er nødvendig for å beskytte et gitt rom; i noen tilfeller er vekten av hydrofluorkarbonmiddel som er nødvendig det dobbelte av Halon-middelet. En ytterligere ulempe med hydrofluorkarbon brannslukkingsmidlene sammenlignet med Halon-midlene er deres relativt høye kostnader. Den relativt høye kostnaden for middelet og den lavere effektiviteten forbundet med hydrofluorkarbon brannslukkingsmidler fører til at slukkesystemenes kostnad er mye høyere sammenlignet med systemer som anvender Halon-midlene.

Det er derfor et videre mål ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte for bekjemping av brann som reduserer mengden hydrofluorkarbon brannslukkingsmiddel som er nødvendig for bekjempelse av brann, for således å redusere total kostnaden ved brannslukkingssystemet sammenlignet med konvensjonelle hydrofluorkarbon brannslukkingssystemer.

Når de blir benyttet for slukking av meget store branner, reagerer hydrofluorkarbon brannslukkingsmidlene i flammen for å danne forskjellige mengder av nedbrytningsproduktet HF, hvor de relative mengder som blir dannet avhenger av det bestemte brannscenario. I store mengder kan HF være korrosivt overfor visse former for utstyr og er også en trussel overfor personell.

Det er derfor et ytterligere mål ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte for brannslukking som reduserer mengden nedbrytningsprodukter som blir dannet fra hydrofluorkarbon brannslukkingsmidler.

I tillegg til hydrofluorkarbonmidlene har inertgasser nylig blitt foreslått som erstatninger for Halon brannsløkkingsmidler (se for eksempel T. Wysocki, "Inert Gas Fire Suppression Systems Using IG541 (INERGEN): Solving the Hydraulic Calculation Problem," Proceedings of the 1996 Halon Options Technical Working Conference, Albuquerque, N.Mex., May 7-9, 1996). Rene gasser, slik som nitrogen eller argon, og også blandinger slik som en 50:50 blanding av argon og nitrogen hr blitt foreslått.

Inertgassmidler er meget ineffektive for brannsløkking og som et resultat må store mengder inertgassmiddel bli benyttet for å gi slokking. Typisk varierer brannsløkkende konsentrasjoner for inertgassmidler fra 45 til over 50 volum-%, sammenlignet med områder på 5-10 volum % for hydrofluorkarbon brannsløkkingsmidler. De større mengdene middel som er nødvendig ved bruk av inertgasser resulterer i et behov for et større antall lagringskar sammenlignet med anvendelse av hydrofluorkarbon midlene, som et resultat er større lagringsarealer nødvendige for å inneholde sylindrene for inertgass-systemet. For eksempel i visse situasjoner som krever en enkelt sylinder av et hydrofluorkarbon middel, kan opp til 50 sylindrer med et inertgassmiddel være nødvendig.

Det er derfor et ytterligere mål ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte for slokking av brann som reduserer mengden av inertgass som er nødvendig for slokking av brann, for derved å redusere antallet inertgassylindrer som er nødvendig for beskyttelse av en gitt risiko og redusere totalkostnaden for sløkkesystemet.

En ytterligere ulempe ved inertgasssystemene er det høye indre trykket som blir utviklet under utslipp på grunn av den store mengden gass som må bli injisert inn i det omslutningen. Dette kan føre til strukturell skade dersom omslutningen ikke er tilstrekkelig ventilert for å tillate lekkasje og utslipp av trykk.

Det er derfor et ytterligere mål ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte for slokking av brann som reduserer mengden inertgass som er nødvendig for å slokke en brann for således å redusere utviklingen av høyt trykk.

På grunn av de store mengdene inertgass som er nødvendig for brannsløkking, slipper inertgassystemer typisk sitt innhold i et beskyttet fareområde over en periode på ett til to minutter. Dette er tilsvarende det som er tilfelle for flourkarbonmidlene som på grunn av at de krever mye mindre gass, benytter utslippstider på 10 sekunder eller mindre. Brannsløkking vil ikke skje før slokkekonsentrasjonen er oppnådd innen den beskyttede omslutningen og således brenner brannene mye lenger på grunn av den lange utslippstiden benyttet med inertgassmidler før slokking sammenlignet ved bruk av fluorkarbonmidler. På grunn av at brannen brenner lenger blir økede mengder av forbrenningsprodukter produsert med inertgassystemer. Dette er klart ønskelig da det er godt dokumentert at små mengder forbrenningsprodukter (for eksempel røk) kan forårsake stor skade utstyr og mange forbrenningsprodukter er toksiske for mennesker i lave konsentrasjoner.

Det er et ytterligere mål ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte for slokking av brann som reduserer slokketiden sammenlignet med inertgassystemer og som resulterer i reduserte mengder forbrenningsprodukter.

Et ytterligere problem som er forbundet med anvendelsen av inertgass slokkemidler er reduksjonen av oksygen innen det beskyttede området til nivåer som er farlige for mennesker. Mengden av oksygen som er nødvendig for å opprettholde menneskeliv og derfor mammalsk liv, er velkjent, se for eksempel Paul Webb, Bioastronautics Data Book, NASA SP-3006, NASA, 1964, side 5. Ved normale atmosfæriske trykknivåer ved havnivå, er området for uforminsket ytelse i området 16 til 36 volum % oksygen. Utslipet av inertgass inn i en omslutning vil det resultere i oksygennivåer som er signifikant under nivået for uforminsket ytelse. For eksempel, ved et benyttet volum på 50 volum %, noe som er en typisk anvendt konsentrasjon for inertgassmidler, vil oksygenet innen det beskyttede området bli redusert til 10.5% på grunn av fortykning av luften med inertgassmiddelet. Ytterligere reduksjon av oksygenet vil skje på grunn av fortykning med forbrenningsproduktene for å resultere i et innelukket miljø som er toksisk for mennesker.

Det er derfor et ytterligere mål ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte for brannslukking som ikke reduserer oksygenet i det beskyttede området til usikre nivåer.

- 5 Det er et ytterligere mål ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte for slukking av branner som krever mindre inertgassmiddel og mindre fluorkarbon brannslukkingsmiddel en det som er nødvendig med konvensjonelle inertgass- og hydrofluorkarbon brannslukkingsmidler, noe som fører til mer kostnadseffektive brannslukkingssystemer.

10

Ytterlige mål ved oppfinnelsen vil bli tydelige fra den følgende beskrivelsen.

KORT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

- De ovenfor beskrevne mål blir nådd ved en fremgangsmåte for slukking av en brann ved et brennende materiale omfattende å levere til nevnte brennende materiale (a) en inertgass og (b) en forbindelse i gassform, lagret som en komprimert væske i en separat beholder, valgt blant gruppen omfattende et hydrofluorkarbon, et jodfluorkarbon og en blanding derav, hvor gasser (a) og (b) blir levert i en kombinert konsentrasjon som er tilstrekkelig for å slokke brannen, hvor inertgassen (a) blir levert til det brennende materialet i en konsentrasjon på minst 4,8 % v/v og forbindelsen (b) blir levert til nevnte brennende materiale i en konsentrasjon på minst 1% v/v.

20

Ytterligere foretrukne utførelsesformer fremgår av de uselvstendige krav i det vedlagte kravsett.

25

BESKRIVELSE AV FORETRUKNE UTFØRELSESFORMER

- For det formål å fremme en forståelse av oppfinnelsens prinsipper vil det nå bli referert til foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen og spesifikt språk vil bli benyttet for å beskrive det samme. Det må likevel forstås at dette ikke er ment for å begrense grensene for rammen av oppfinnelsen, da slike endringer, ytterligere modifikasjoner og anvendelser av prinsippene ifølge foreliggende oppfinnelse som beskrevet heri er omfattet slik de normalt vil opptre for fagmannen for hvilke oppfinnelsen angår.

30

Ifølge foreliggende oppfinnelse har det blitt funnet at anvendelsen av et hybrid fluorkarbon / inertgass slokkesystem eliminerer eller signifikant reduserer problemene beskrevet ovenfor.

5

Ifølge en utførelsesform av foreliggende oppfinnelse blir der fremskaffet en fremgangsmåte for slokking av branner som omfatter et system som består av et fluorkarbon brannsløkkingsmiddel lagret i en passende sylinder, og et inertgass brannsløkkingsmiddel i en andre passende sylinder. Både fluorkarbon- og inertgass- sylindrene er forbundet via passende rørrnett og ventiler med utslippsdyser lokalisert innen området som skal beskyttes. Etter oppdagelse av en brann, blir slokkesystemet aktivert. Ifølge en utførelsesform av oppfinnelsen blir fluorkarbon- og inertgassmiddelet frigitt fra sine respektive sylindrer samtidig for å avlevere fluorkarbon- og inertgassen til det beskyttede området samtidig. Typiske deteksjonssystemer, for eksempel røykvarslere, infrarøde detektorer, luftoppsamlingsdetektorer etc. kan bli benyttet for å aktivere systemet, og en forsinkning mellom deteksjon og frigiving av middel kan bli benyttet dersom det blir bedømt som passende for området. Ifølge en ytterligere utførelsesform av foreliggende oppfinnelse blir det inerte gassmiddelet etter deteksjon først avgitt til omslutningen og fluorkarbonmiddelet bli avgitt på et senere tidspunkt, enten under eller etter frigivingen av inertgass, avhengig av behovet ved det bestemte brannscenario.

Det må bli forstått at brannslukking ved anvendelse av en "overfyllings" fremgangsmåte, som utført ifølge foreliggende oppfinnelse, fremskaffer tilstrekkelig slukkemiddel (-midler) for å overfylle en hel omslutning eller rom i hvilket brannen er detektert. Antatt perfekt blanding av gasser i omslutningen, er sammensetningen av gassene, inkludert slukkemiddelet (-midlene), ved det brennende materialet identisk med sammensetningen av gasser på et hvilket som helst sted i omslutningen. Imidlertid er det klart at sammensetningen av gasser ved det brennende materialet som styrer om en brann kan bli slukket, og da blandingen av gasser i omslutningen ikke kan være homogen tidlig i slukkeprosessen, refererer de vedlagte krav til sammensetningen av

30

gasser “ved det brennende materialet”.

Fluorkarbonmiddelet kan bli lagret i en konvensjonell sylinder for lagring av
brannslukningsmiddel, utstyrt med et neddykket rør for å kunne avlevere middelet
5 gjennom et rørsystem. Som velkjent og vidt benyttet i industrien kan
fluorkarbonmiddelet bli supertrykksatt med nitrogen eller annen inertgass, typisk til
nivåer på 2583 kPa eller 4238 kPa. Ved bruk av fluorkarbonmidler med lavere
kokepunkt, slik som trifluormetan (CF_3H), kan middelet bli lagret og avlevert fra
sylindere uten bruk av noen supertrykksetning. Alternativt kan fluorkarbonmiddelet bli
10 lagret som rent materiale i en passende sylinder som er forbundet til et system for
trykksetting. Fluorkarbonmiddelet blir lagret som den rene fortettede komprimerte gass
i lagringssylindere under sitt eget likevekts damptrykk ved en omgivelsestemperatur,
og etter oppdagelse av brannen blir sylindere med fluorkarbonmiddelet trykksatt ved
passende midler og straks det er trykksatt til det ønskede nivå, blir avleveringen av
15 middelet aktivert. En slik fremgangsmåte for “stempelstrømning” for avlevering av et
middel for brannslukning til en omslutning, og ytterligere brannslukkemidler, inkludert
perfluorkarboner og hydroklorfluorkarboner som er nyttige ifølge foreliggende
oppfinnelse, har blitt beskrevet i US patentsøknad serie nr. 09/261,535, Robin, et. al.
(Meddelt 1. desember, 1999), som herved er innlemmet heri som referanse.

20 Spesifikke fluorkarbonmidler som er nyttige ifølge foreliggende oppfinnelse omfatter
forbindelser valgt fra klasser av kjemiske forbindelser blant hydrofluorkarboner og
jodofluorkarboner. Spesifikke hydrofluorkarboner som er foretrukne ifølge foreliggende
oppfinnelse omfatter trifluormetan (CF_3H), pentafluoretan ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{H}$), 1,1,1,2-tetra-
25 fluoretan ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$), 1,1,2,2-tetrafluoretan ($\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{H}$), 1,1,1,2,3,3,3-
heptafluorpropan ($\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$), 1,1,1,2,2,3,3-heptafluorpropan ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{H}$),
1,1,1,3,3,3-hexafluorpropan ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$), 1,1,1,2,3,3-hexafluorpropan
($\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{H}$), 1,1,2,2,3,3-hexafluorpropan ($\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{H}$), og 1,1,1,2,2,3-
hexafluorpropan ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{F}$). Spesifikke jodofluorkarboner som er nyttige ifølge
30 foreliggende oppfinnelse omfatter CF_3I og $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{I}$.

Spesifikke inertgasser som er nyttige ifølge foreliggende oppfinnelse omfatter nitrogen, argon, helium, karbondioksid og blandinger derav.

5 Til forskjell fra brannsløkkingssystemer med inertgass, benytter foreliggende oppfinnelse inertgassen ikke for å slukke brannen, men benytter inertgassen ved konsentrasjoner som er lavere enn den som er nødvendig for slokking. På grunn av at foreliggende oppfinnelse benytter inertgassen for annet enn for å slukke selve brannen, trenger inertgassen ikke å bli benyttet ved de høye konsentrasjonene som er nødvendige for slokking. Anvendelsen av lavere konsentrasjoner av inertgass reduserer
10 totalkostnadene da færre sylindere for inertgass er nødvendig for beskyttelse av området. Da færre sylindere med inertgass er påkrevet er det nødvendig med mindre lagringsrom for å huse sylindrene. Da mindre inertgassmiddel blir sluppet inn i omslutningen blir trykket som utvikler seg i omslutningen redusert og oksygenivåene innen omslutningen blir ikke redusert til toksiske nivåer.

15

I tillegg til fordelene ovenfor, har det blitt oppdaget at foreliggende oppfinnelse gir slokking ved konsentrasjoner av fluorkarbon som er uventet lavere enn de som er nødvendige med konvensjonelle brannsløkkingssystemer med fluorkarbon. Dette resulterer i signifikant lavere totalkostnad for systemet, da fluorkarbonmidlene er
20 kostbare og representerer hoveddelen av kostnaden for et brannsløkkingssystem med fluorkarbon.

Foreliggende oppfinnelse vil videre bli beskrevet med referanse til de følgende spesifikke eksemplene. Det må imidlertid forstås at disse eksemplene er illustrative og
25 ikke restriktive i natur.

EKSEMPEL 1

Effekten av reduserte oksygenivåer på konsentrasjonen av HFC-227ea (1,1,1,2,3,3,3-heptafluorpropan, $\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$) som er nødvendige for slokking av n-heptan-flammer
30 ble undersøkt i et skallbrennerapparat, som beskrevet i M. Robin and Thomas F. Rowland, "Development of a Standard Cup Burner Apparatus: NFPA and ISO Standard Methods, 1999 Halon Options Technical Working Conference, 27.-29. april, 1999,

Albuquerque, N.Mex. Skallbrennermetoden er en standard fremgangsmåte for bestemmelse av slokkende konsentrasjoner av slokkemidler i gassform og har blitt godkjent i både nasjonale og internasjonale brannsløkkingsstandarder, for eksempel NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems and ISO 14520: Gaseous Fire-Extinguishing Systems. En blanding av luft, nitrogen og HFC-227ea strømmet gjennom en 85 mm (indre diameter) Pyrex pipe rundt et 28 mm (ytre diameter) brenselsskall. Pipen bestod av et 533 mm langt glassrør med 85 mm indre diameter. Skallet hadde en 45° freset indre kant. Et trådnett og et 76 mm (3") lag av 3 mm (ytre diameter) glasskuler ble benyttet for å sikre grundig blanding av luft, nitrogen og HFC-227ea. n-Heptane ble tilført ved hjelp av tyngdekraften til skallbrenneren fra et reservoar med flytende brensel bestående av 250 ml skilletrakt montert på et laboratoriestativ, noe som tillot et justerbar og konstant nivå av flytende brensel i skallet. Brenselet ble påtent med en propan mini blåselampe, pipen ble plassert på apparatet og luft- og nitrogenstrømmen ble startet. Brenselnivået ble justert slik at den freste indre kanten av skallet var fullstendig dekket. En periode på 90 sekunder for forbrenning ble tillatt og konsentrasjonen av HFC-227ea i luftstrømmen ble øket i små trinn, med en venteperiode på 10 sekunder mellom økningene av tilførselen av HFC-227ea. Etter slokking av flammen ble brenselet tømt ut og testen gjentatt flere ganger med ferskt brensel. Umiddelbart etter slokking av flammen ble en prøve av gasstrømmen ved et punkt nær leppen til skallet tatt gjennom en lengde plastrør festet til en Hamilton 1L presisjons gassprøyte. Prøven ble injisert i en 1L TEDLAR pose og utsatt for gaskromatografisk analyse. Kalibrering ble utført ved preparering av standarder i en 1L TEDLAR pose. Resultater er vist i tabell 1.

Tabell 1

Slokkende konsentrasjoner av HFC-227ea og N ₂ for n-heptan-flammer					
Kjøring	Luftstrøm M/min	Nitrogenstrøm L/min	HF-227ea- strøm, l/min	% O ₂ , v/v	Slokke- konsentrasjon % v/v, HFC-227ea
1	42,3	0,00	2,89	20,8	6,4
2	42,3	4,17	2,71	18,9	5,5
3	42,3	7,35	2,36	17,7	4,5
4	42,3	10,80	1,75	16,6	3,2
5	42,3	14,20	1,10	15,6	1,9
6	42,3	17,50	0,61	14,7	1,0
7	42,3	21,60	0,00	13,8	0,0

Resultatene i tabell 1 viser at flammeslokking blir oppnådd med lavere mengder av både inertgassen og hydrofluorkarbonmiddelet sammenlignet med konvensjonelle slokkesystemer med inertgass eller hydrofluorkarbon. Anvendelse av HFC-227ea alene krever 6.4% v/v HFC-227ea for slokking; et konvensjonelt nitrogensystem vil kreve en konsentrasjon på 33.8% v/v nitrogen [kjøring 7: $(100)(21.6)/(21.6+42.3)$]. Ved anvendelse av kombinasjonen av en inertgass og et hydrokarbonmiddel ifølge foreliggende oppfinnelse, for eksempel under betingelsene ifølge kjøring 4, hvor oksygenkonsentrasjonen er redusert til 16.6% v/v, blir slokking oppnådd ved en nitrogenkonsentrasjon på 9.7% og en HFC-227ea-konsentrasjon på 3.2%. Således vil behovene for både nitrogen og HFC-227ea ha blitt redusert med omkring 50%, noe som vil føre til en betydelig reduksjon av totalkostnaden til totalsystemet, samtidig som man unngår atmosfærebetingelser som er farlige for personell.

Tabell 2 viser resulterende systemkrav for beskyttelse av en omslutning på 141585 liter med n-heptan brensel som fare. I hvert tilfelle vil det være nødvendig med en enkelt sylinder med HFC-227ea. Anvendelse av kombinasjonen av en inertgass og et hydrofluorkarbonmiddel ifølge foreliggende oppfinnelse, for eksempel under betingelsene hvor oksygenkonsentrasjonen blir redusert til 16,6% v/v, har behovene for både nitrogen og HFC-227ea blitt redusert med omkring 50% sammenliknet med konvensjonelle systemer, noe som vil føre til en betydelig reduksjon i totalkostnaden til systemet samtidig som man unngår betingelser i atmosfæren som er farlige for personell.

Tabell 2**HFC-227ea systembehov for omslutning på 141585 liter: Brensel = n-heptan**

Ønsket % O ₂ i omslutning	% v/v inertgass nødvendig for å gi ønsket % O ₂	Nødvendig inertgass, m ³	Antallet nødvendige sylindere for inertgass *	% HFC-227ea nødvendig for sløkking	Vekt av HFC-227ea nødvendig for sløkking, kg
20,8	0	0	0	6,4	155
18,9	9,1	479	3	5,5	132
17,7	14,9	907	5	4,5	107
16,6	20,2	1128	6	3,2	75
15,6	25,0	1439	8	1,9	44
14,7	29,3	1736	9	1,0	23
13,8	33,8	2052	11	0	0

* Ved anvendelse av standard inertgass-sylindere på 5692 liter

5 EKSEMPEL 2

Eksempel 1 ble gjentatt ved bruk av HFC-125 (pentafluor-etan, CF₃CF₂H) som hydrofluorkarbonmiddelet. Resultater er vist i tabellene 3 og 4, hvor det kan sees at anvendelsen av foreliggende oppfinnelse fører til reduserte behov for både inertgassen og hydrofluorkarbonmiddelet sammenlignet med konvensjonelle systemer.

10

Tabell 3**Slokkende konsentrasjoner av HFC-125 og N₂ for n-heptanflammer**

Kjøring	Luftstrøm, l/min	Nitrogenstrøm l/min	HF-227ea-strøm, l/min	% O ₂ , v/v	HFC-123ea, slokkende konsentrasjon % v/v
1	42,3	0,00	4,05	20,8	8,7
2	42,3	4,17	3,45	18,9	6,9
3	42,3	7,35	3,00	17,7	5,7
4	42,3	10,80	2,39	16,6	4,3
5	42,3	14,20	2,47	15,6	2,5
6	42,3	17,50	0,85	14,7	1,4
7	42,3	21,60	0,00	13,8	0,0

Tabell 4

HFC-125 systembehov for omslutning på 141585 liter: Brensel = n-heptan

Ønsket % O ₂ i omslutning	% v/v inertgass nødvendig for å gi ønsket % O ₂	Nødvendig inertgass, m ³	Antallet nødvendige sylindere for inertgass *	% HFC-125 nødvendig for slokking	Vekt av HFC-125 nødvendig for slokking, kg
20,8	0	0	0	8,7	150
18,9	9,1	479	3	6,9	117
17,7	14,9	907	5	5,7	95
16,6	20,2	1128	6	4,3	71
15,6	25,0	1439	8	2,5	40
14,7	29,3	1736	9	1,4	22
13,8	33,8	2052	11	0,0	0

* Ved anvendelse av standard inertgass-sylindere på 5692 liter

- 5 Analyse av tabellene 1 og 3 viser at slokkingen av disse brannene ble oppnådd ved å tilføre til brannen (1) en mengde av inertgass som var tilstrekkelig til å redusere oksygenkonsentrasjonen til et visst nivå og (2) en mengde av et fluorkarbonmiddel ved en konsentrasjon som var tilstrekkelig til å gi, når den ble kombinert med inertgassen, slokking av brannen.
- 10 Det ble tilført inertgass for å redusere oksygenet ved brannen til et nivå som varierer i området fra omkring 10 % til omkring 20 % v/v oksygen, fortrinnsvis omkring 14% til 20% v/v oksygen, og mer foretrukket for å gi en atmosfære hvor den humane aktivitet er uforminsket, fra omkring 16% til omkring 20% v/v oksygen.
- 15 Under antagelse av et oksygenivå på 21 % v/v i omgivelsene, vil reduksjon til 10% til 20% oksygen kreve en inertgasskonsentrasjon fra omkring 52,4 til 4,8% v/v. Reduksjon av oksygenivået til 14% til 20% v/v vil kreve en inertgasskonsentrasjon fra 33,3 til 4,8%. Reduksjon av oksygenivå til 16% til 20% v/v vil kreve en
- 20 inertgasskonsentrasjon fra 23,8 to 4,8%.

Konsentrasjonen av fluorkarbon som er nødvendig for slokking avhenger av det spesielle fluorkarbonet som blir benyttet. For eksempel kan det sees fra tabell 1 at ved bruk av HFC-227ea, varierer konsentrasjonen fra omkring 1% til 6,5% v/v, fortrinnsvis 5 1% til 6%, og mest foretrukket fra omkring 3% til 6% v/v. For tilfellet HFC-125 (tabell 3), varierer konsentrasjonen av HFC-125 fra omkring 1% til 8% v/v, fortrinnsvis 1% til 7% v/v, og mest foretrukket fra omkring 4% til 8% v/v.

P a t e n t k r a v

1.
Fremgangsmåte for slukking av en brann ved et brennende materiale omfattende å
levere til nevnte brennende materiale (a) en inertgass og (b) en forbindelse i gassform,
5 lagret som en komprimert væske i en separat beholder, valgt blant gruppen omfattende
et hydrofluorkarbon, et jodfluorkarbon og en blanding derav, hvor gasser (a) og (b) blir
levert i en kombinert konsentrasjon som er tilstrekkelig for å slukke brannen, hvor
inertgassen (a) blir levert til det brennende materialet i en konsentrasjon på minst 4,8 %
v/v og forbindelsen (b) blir levert til nevnte brennende materiale i en konsentrasjon på
10 minst 1% v/v.

2.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor hver gass (a) og (b) blir tilført i mindre enn en
slukkende konsentrasjon når de blir benyttet alene.
15

3.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor gasser (a) og (b) blir tilført til det brennende
materialet i mengder som er tilstrekkelig til å redusere oksygenkonsentrasjonen ved det
brennende materialet til mindre enn 20 % v/v.
20

4.
Fremgangsmåte ifølge krav 3, hvor gasser (a) og (b) blir tilført til det brennende
materialet i mengder som er tilstrekkelig til å redusere oksygenkonsentrasjonen ved det
brennende materialet til et område fra mindre enn 20 % til 16 % v/v.
25

5.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor inertgassen blir tilført til det brennende materialet i
mengder slik at konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er minst 52,4
% v/v eller lavere.
30

6.

Fremgangsmåte ifølge krav 5, hvor forbindelsen (b) blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området 1 % til 9 % v/v.

5

7.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor inertgassen blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er i området fra 4,8% til 52,4 % v/v.

10

8.

Fremgangsmåte ifølge krav 7, hvor inertgassen blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er i området fra 4,8% til 33,3 % v/v.

15

9.

Fremgangsmåte ifølge krav 8, hvor inertgassen blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er i området fra 4,8% til 23,8 % v/v.

20

10.

Fremgangsmåte ifølge krav 9, hvor inertgassen blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er i området fra 9,1 % til 29,3 % v/v.

25

11.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor forbindelsen (b) blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området 1 % til 9 % v/v.

30

12.
Fremgangsmåte ifølge krav 6, hvor forbindelsen (b) blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området 1 % til 8 % v/v.
- 5
13.
Fremgangsmåte ifølge krav 12, hvor forbindelsen (b) blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området 1 % til 6,5 % v/v.
- 10
14.
Fremgangsmåte ifølge krav 12, hvor forbindelsen (b) blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området 1 % til 7 % v/v.
- 15
15.
Fremgangsmåte ifølge krav 12, hvor forbindelsen (b) blir tilført til det brennende materialet i mengder slik at konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området 4 % til 8 % v/v.
- 20
16.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er i området fra 4,8% til 52,4 % v/v og konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området fra 1% til 9% v/v.
- 25
17.
Fremgangsmåte ifølge krav 16, hvor konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er i området fra 4,8% til 33,3 % v/v og konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området fra 3% til 8% v/v.
- 30

18.
Fremgangsmåte ifølge krav 17, hvor konsentrasjonen av inertgass ved det brennende materialet er i området fra 4,8% til 23,8 % v/v og konsentrasjonen av forbindelsen (b) ved det brennende materialet er i området fra 3% til 8% v/v.
- 5
19.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor jodfluorkarbonet er CF₃I.
20.
10 Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor inertgassen blir levert til det brennende materialet før leveringen av forbindelse (b) til det brennende materialet.
21.
15 Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor forbindelsen (b) blir levert til det brennende materialet før levering av inertgassen til det brennende materialet.