



(12) **PATENT**

(11) **342715**

(13) **B1**

NORGE

(19) NO

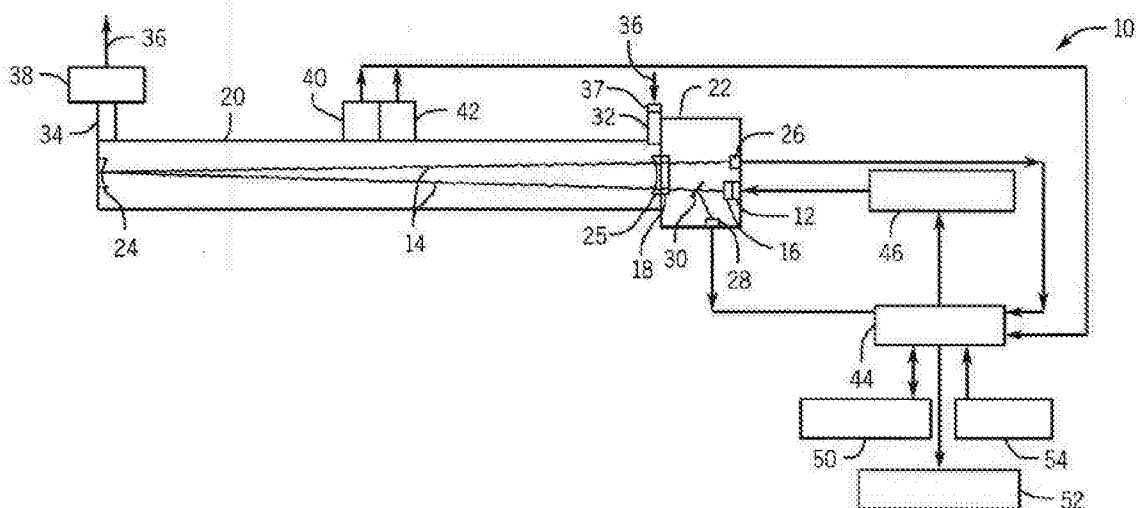
(51) Int Cl.

G01N 21/59 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20120880	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2012.08.09	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2012.08.09	(30)	Prioritet	2011.08.17, US, 13/211,821
(41)	Alm.tilgj	2013.02.18			
(45)	Meddelt	2018.07.30			
(73)	Innehaver	General Electric Company, 1 River Road, US-NY 12345 SCHENECTADY, USA			
(72)	Oppfinner	Xiaoyong Frank Liu, 1100 Technology Park Drive, US-MA 01821 BILLERICA, USA Yufeng Huang, 1100 Technology Park Drive, US-MA 01821 BILLERICA, USA John McKinley Poole, 1100 Technology Park Drive, US-MA 01821 BILLERICA, USA Gary S Parece, 1100 Technology Park Drive, US-MA 01821 BILLERICA, USA Anthony Kow al, 1100 Technology Park Drive, US-MA 01821 BILLERICA, USA			
(74)	Fullmektig	BRYN AARFLOT AS, Stortingsgata 8, 0161 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og system for detektering av fuktighet i naturgass			
(56)	Anførte publikasjoner	US 7502115 B2, US 7064329 B2, US 6775001 B2			
(57)	Sammendrag				

Et system inkluderer en fuktighetsanalysator konfigurert for å detektere fuktighet i naturgass. Fuktighetsanalysatoren inkluderer en absorpsjonscelle som innelukker og leder naturgassen. Fuktighetsanalysatoren inkluderer også en trykkstyringsanordning som kan redusere et trykk av naturgassen på innsiden av absorpsjonscellen. Fuktighetsanalysatoren inkluderer en lysemitterende anordning som kan overføre lys gjennom naturgassen på innsiden av absorpsjonscellen, så vel som en fotodetektor som kan detektere en intensitet av lyset overført gjennom naturgassen og som forlater absorpsjonscellen.



Gjenstanden vist heri omhandler generelt spektroskopi, og mer spesielt, absorpsjonsspektroskopi for deteksjon av fuktighet i naturgass.

5 Den foreliggende oppfinnelse vedrører et system og en fremgangsmåte for å detektere fuktighet i naturgass.

Absorpsjonsspektroskopibaserte fuktighetsanalysatorer eksisterer for å bestemme fuktighetskonsentrasjon i en prøvegass. Bestemmelse av konsentrasjonen av fuktighet (dvs. vanndamp), i naturgass kan imidlertid være komplisert. For eksempel kan spektralinterferens mellom fuktighet og bakgrunnsgass (dvs. naturgass minus fuktighet) være alvorlig nok til å utgjøre en utfordring i forhold til å
10 oppnå ønsket sensitivitet eller nøyaktighet i bestemmelse av konsentrasjonen av fuktighet i naturgass.

Differensialspektroskopi kan bli anvendt for å redusere spektralinterferensen fra bakgrunnsgass for å bestemme konsentrasjonen av fuktighet i naturgass.
15 Ett eksempel på en prosess anvendt i differensialspektroskopi kan inkludere å registrere et spektrum for bakgrunnsgassen, som egentlig er tørket naturgass, trekke dette spektrumet fra et spektrum for naturgass for å gi et differensialspektrum, og bestemme fuktighetskonsentrasjonen basert på differensialspektrumet. Denne prosessen krever imidlertid en gassrenser og andre nødvendige tilbehør for
20 å fjerne fuktighet fra naturgass for å registrere bakgrunnsspektrumet, som kan være kostbart. I tillegg krever denne prosessen et bytte mellom prøvegassen som skal bli analysert (dvs. naturgass) og referansegassen (dvs. gass tørket ved rensingen, som er representativ for bakgrunnsgassen), som kan bremse systemresponsiden.

25 Det er dessuten ingen garanti for at spektralinterferensen ville bli effektivt fjernet fordi spektraene av prøvegassen og bakgrunnsgassen ikke blir registrert på samme tid og/eller den kjemiske sammensetningen av bakgrunnsgass kan variere over tid, og derfor kan dens spektrum variere over tid. Det er følgelig ønsket med en tilnærming som tilfredsstillende tar fatt på de aktuelle problemer når det gjelder
30 detektering av fuktighet i naturgass.

KORT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

Den foreliggende oppfinnelse vedrører et system som omfatter

en fuktighetsanalysator konfigurert for å detektere fuktighet i naturgass,
omfattende en absorpsjonscelle som innelukker og leder naturgassen;
en trykkstyringsanordning konfigurert for å redusere et trykk av naturgassen på
innsiden av absorpsjonscellen for å generere trykkavlastet naturgass ved et trykk
5 lavere enn et omgivelsestrykk av naturgassen;
en lysemitterende anordning konfigurert for å overføre lys gjennom naturgassen
på innsiden av absorpsjonscellen; og
en fotodetektor konfigurert for å detektere en intensitet av lyset overført gjennom
naturgassen og som forlater absorpsjonscellen.

10 Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte for å redusere et trykk av
naturgass ved en trykkstyringsanordning for å generere trykkavlastet naturgass
ved et trykk lavere enn et omgivelsestrykk av naturgassen, overføre et lys gjen-
nom den trykkavlastede naturgassen ved en forhåndsvalgt bølgelengde eller over
et bølgelengdeområde, registrere et spektrum for den trykkavlastede naturgassen,
15 og bestemme en konsentrasjon av fuktighet i naturgassen basert på spektrumet
for naturgassen.

Særlige utførelsesformer av oppfinnelsen er angitt i henholdsvis kravene 2-
16 og 18-20.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

20 Disse og andre kjennetegn, aspekter og fordeler ved foreliggende oppfin-
nelse vil bli bedre forstått når den følgende detaljerte beskrivelse leses med refe-
ranse til de ledsagende tegningene hvor like tegn representerer like deler gjennom
det hele av tegningene, hvori:

FIG. 1 er et blokkdiagram av et innstillbart diode-laserabsorpsjonsspektro-
25 meter i samsvar med en utførelsesform av den foreliggende teknikken;

FIG. 2 er et diagram som er illustrerende for et eksempel på et andre har-
monisk spektrum for naturgass ved et spektrometer ifølge FIG. 1 i samsvar med
en utførelsesform av den foreliggende teknikken;

FIG. 3 er et diagram som er illustrerende for et eksempel på et annet har-
30 monisk spektrum for naturgass ved et spektrometer ifølge FIG. 1 i samsvar med
en annen utførelsesform av den foreliggende teknikken; og

FIG. 4 er et flytskjema som illustrerer en prosess for å utføre spektralanalyse med et spektrometer ifølge FIG. 1 i samsvar med en utførelsesform av den foreliggende teknikken.

DETALJERT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

5 Én eller flere spesifikke utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse vil bli beskrevet under. I et forsøk på å tilveiebringe en konsis beskrivelse av disse utførelsesformene, er alle kjennetegn av en faktisk implementering ikke nødvendigvis beskrevet i spesifikasjonen. Det bør erkjennes at i utviklingen av en hvilken som helst slik faktisk implementering, som i et hvilket som helst engineering- eller designprosjekt, må det bli gjort tallrike implementerings-spesifikke avgjørelser for å 10 oppnå utviklernes spesifikke mål, slik som etterlevelse med system-relaterte og forretnings-relaterte restriksjoner, som kan variere fra én implementering til en annen. Det bør dessuten erkjennes at en slik utviklingsinnsats vil kunne være kompleks og tidkrevende, men vil ikke desto mindre være et rutineforetagende av design, fabrikasjon og tilvirkning for fagfolkene som har fordelene av denne redogjørelsen. 15

 Når en introduserer elementer av ulike utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse, er det tenkt at artiklene “en,” “et,” “den/det,” og “nevnte” skal bety at det er én eller flere av elementene. Begrepene “omfattende,” “inkluderende” og 20 “som har” er tenkt å være inklusive og bety at det kan være ytterligere elementer andre enn de opplistede elementene.

 Som diskutert under omhandler de viste utførelsesformene anvendelsen av en fremgangsmåte for spektrallinjebredde-reduksjon, og et system basert på en slik fremgangsmåte, for å forbedre deteksjonen av fuktighet i naturgass, inkludert men 25 ikke begrenset til LNG (kondensert naturgass) tilførselsgass og reforegassing av LNG. Systemet og fremgangsmåten kan også eliminere eller redusere spektralinterferensen fra bakgrunnsgass (dvs. tørket naturgass) når det detekterer fuktighet i naturgass. Spesielt reduserer de viste utførelsesformene prøvegassstrykk for å redusere den totale spektrallinjebredden for en prøvegass (dvs. naturgass). Denne 30 reduksjonen i den totale spektrallinjebredden for en prøvegass senker bakgrunnsgassinterferens og muliggjør mer sensitiv og mer nøyaktig deteksjon av fuktighet i naturgass. Det vil si, de viste utførelsesformene reduserer et prøvegassstrykk uten å måtte gå på akkord med responstid, eller dekonvolere fuktighet og bakgrunns-

gassabsorpsjon, siden et enkelt spektrum for en naturgassprøve kan bli anvendt for å bestemme konsentrasjonen av fuktighet i naturgassprøven.

Idet vi nå vender oss til tegningene og refererer først til FIG. 1, er det illustrert en utførelsesform av en bølgelengde-moduleringsspektroskopianalysator 10. Denne analysatoren 10 kan generelt detektere fuktighet i en gass, slik som naturgass. Analysatoren kan inkludere, for eksempel, en lysemitterende anordning 12. Den lysemitterende anordningen 12 kan inkludere, for eksempel, en laser, en diodelaser, en kvantekaskadelaser eller en annen lyskilde. Den lysemitterende anordningen 12 kan emitte, for eksempel, lys ved én eller flere spesielle bølgelengder og ved én eller flere spesielle moduleringsfrekvenser, som kan bli bestemt, for eksempel, av en bruker. I én utførelsesform, er den lysemitterende anordningen 12 en laser og kan operere for å overføre lys ved en enkelt bølgelengde om gangen. I en annen utførelsesform, kan bølgelengden bli sveipet over et visst område og modulert ved en bestemt frekvens.

Lyset emittert ved den lysemitterende anordningen 12 kan inkludere en monokromatisk stråling 14 som kan passere gjennom en kollimator 16 som opererer for å kollimere den monokromatiske strålingen 14. Den kollimerte monokromatiske strålingen 14 kan bli overført til og gjennom et optisk vindu 18, slik at den monokromatiske strålingen 14 kan bli overført til en absorpsjonscelle 20 (f.eks. en innelukning). På denne måten, kan monokromatisk stråling 14 passere fra et kammer 22 til absorpsjonscellen 20 mens gasser som er til stede, for eksempel i absorpsjonscellen 20, kan forhindres fra å entre kammeret 22.

I én utførelsesform, kan absorpsjonscellen 20 være en multipasserings-absorpsjonscelle som muliggjør at den monokromatiske strålingen 14 blir reflektert mellom et reflekterende element 24 (f.eks. et speil) ved én ende av absorpsjonscellen 20 motsatt av vinduet 18, og et annet reflekterende element 25 (f.eks. et andre speil) ved den andre enden av absorpsjonscellen 20, før den forlater absorpsjonscellen 20 gjennom vinduet 18 og inn i kammeret 22. Den monokromatiske strålingen 14 kan så bli detektert ved en fotodetektor 26. På denne måten, kan fotodetektoren 26 operere for å detektere en intensitet av monokromatisk stråling 14 som forlater absorpsjonscellen 20. I én utførelsesform, kan den lysemitterende anordningen 12 være forsynt med en laserdiode integrert med en termo-

elektrisk kjøler (TEC), en temperatursensor og en innebygget fotodetektor som kan detektere intensiteten av bakoverrettet emisjon fra laserdioden.

I en annen utførelsesform, kan en ekstern referansefotodetektor 28 bli anvendt i tillegg til, eller istedenfor, den innebygde fotodetektoren. Som illustrert i FIG. 1, kan det bli anvendt en strålesplitter 30 for å splitte den monokromatiske strålingen 14. Strålesplitteren 30 kan motta den monokromatiske strålingen 14 og kan lede en del av den monokromatiske strålingen 14 til referansefotodetektoren 28, og kan muliggjøre at resten av den monokromatiske strålingen 14 overføres gjennom absorpsjonscellen 20. I én utførelsesform, kan anvendelse av referansefotodetektoren 28 være ønskelig i spektroskopianvendelser hvor en lysemitterende anordning 12 med en innebygget fotodetektor ikke er lett tilgjengelig for en ønsket bølgelengde av monokromatisk stråling, hvor en ekstern referansefotodetektor 28 er foretrukket, eller hvor det er ønskelig å overvåke konsentrasjonen av en analytt som lekker inn i kammeret 22.

I tillegg kan analysatoren 10 inkludere et innløp 32 og et utløp 34 koplet til absorpsjonscellen 20. Innløpet 32 kan operere for å lede en gass-strøm 36 inn i absorpsjonscellen 20, mens utløpet kan operere for å lede gass-strømmen 36 ut av absorpsjonscellen 20. I én utførelsesform, kan denne gass-strømmen 36 inkludere naturgass. Gass-strømmen 36 kan være LNG tilførsels-gass, reforgasset LNG, substitutt naturgass eller syngass. Innløpet 32 kan motta gass-strømmen 36 og kan overføre gass-strømmen 36 inn i absorpsjonscellen 20, hvor gass-strømmen 36 kan bli analysert for fuktighetsinnhold. I tillegg kan gass-strømmen 36 bli trykkavlastet ved en trykkstyringsanordning 38 nedstrøms for et utløp 34 for å muliggjøre mer sensitiv og mer nøyaktig deteksjon av fuktighet i naturgass.

Trykkstyringsanordningen 38 kan være, for eksempel, en vakuumpumpe, en aspiratør, eller en annen trykkavlastende anordning, som kan operere for å redusere trykket av gass-strømmen 36 fra, for eksempel, én standard atmosfære til et trykk betydelig lavere enn én standard atmosfære, med assistanse fra en gass-strømbegrensende anordning 37 oppstrøms for innløpet 32. Den gass-strømbegrensende anordningen 37 kan inkludere et hvilket som helst kjent element som er i stand til å begrense gass-strømmen 36, slik som en blende med en diameter mindre enn diameteren av en leder brukt for å lede gass-strøm 36. Trykkstyringsanordningen 38 kan redusere trykket av gass-strømmen 36 til

omtrent, 0,5626 kg/cm (8 psia) (pund per kvadrattomme absolutt), 0,5274 kg/cm (7,5 psia), 0,4923 kg/cm (7 psia), 0,4571 kg/cm (6,5 psia), 0,4219 kg/cm (6 psia), 0,3868 kg/cm (5,5 psia), 0,3516 kg/cm (5 psia), 0,3165 kg/cm (4,5 psia), 0,2813 kg/cm (4 psia), 0,2461 kg/cm (3,5 psia), 0,2110 kg/cm (3 psia), 0,1758 kg/cm (2,5 psia), 0,1406 kg/cm (2 psia), 0,1055 kg/cm (1,5 psia), 0,0703 kg/cm (1 psia), eller 0,0352 kg/cm (0,5 psia) eller mellom omtrent 0,0703 kg/cm (1 psia) og 0,3516 kg/cm (5 psia).

Analysatoren 10 kan også inkludere én eller flere sensorer slik som en trykksensor 40 og/eller en temperatursensor 42. Trykksensoren 40 kan erverve trykkmålinger av gass-strømmen 36, mens temperatursensoren 42 kan erverve temperaturmålinger av gass-strømmen 36. Disse målingene kan bli tilveiebrakt til elektronisk kretssystem 44. Det elektroniske kretssystemet 44 kan inkludere én eller flere prosessorer som kan være digitale signalprosessorer, mikroprosessorer, felt-programmerbare gitteranordninger, komplekse programmerbare logiske anordninger, applikasjonsspesifikke integrerte kretser og/eller annet logisk kretssystem. Det elektroniske kretssystemet 44 kan motta signaler fra fotodetektoren 26, referansefotodetektoren bygget inn i den lysemitterende anordningen 12 (og/eller den eksterne referansefotodetektoren 28), trykksensoren 40 og temperatursensoren 42. Det elektroniske kretssystemet 44 kan utnytte disse signalene for å analysere og bestemme analyttkonsentrasjon i gass-strømmen 36, slik som konsentrasjonen av fuktighet i, for eksempel, naturgass, basert på det målte spektrum, trykk og temperatur for gass-strømmen 36. I tillegg, kan det elektroniske kretssystemet 44 også kommandere en drivkrets 46 av den lysemitterende anordningen 12. I én utførelsesform, kan analysatoren 10 videre inkludere en skjerm 52, en innlastingsanordning 54 og ett eller flere I/O grensesnitt 50.

I én utførelsesform, kan analysatoren 10 utnytte absorpsjonsspektroskopi for å bestemme konsentrasjonen av fuktighet i gass-strømmen 36. Fremgangsmåtene for absorpsjonsspektroskopi kan inkludere, men er ikke begrenset til, direkte absorpsjonsspektroskopi, harmonisk/avledet spektroskopi, fotoakustisk spektroskopi, "cavity ring down" spektroskopi og fluorescensspektroskopi. Spektralinterferens mellom, for eksempel, fuktighet og bakgrunnsgassen i gass-strømmen 36, kan primært være forårsaket ved tilfeldig men likevel iboende nærliggenhet mellom overgangsfrekvensene av fuktighet og bakgrunnsgassen. Bølgelengden

av den monokromatiske strålingen 14 emittert ved den lysemitterende anordningen 12 kan imidlertid bli valgt for å unngå slik tilfeldig nærliggenhet og minimere spektralinterferensen fra bakgrunnsgassen. Ved anvendelsen av den gass-strøm 36 begrensende anordningen 37 og trykkstyringsanordningen 38, kan
5 dessuten trykket av gass-strømmen 36 bli redusert, noe som fører til redusert spektrallinjebredde og, derfor, redusert spektralinterferens mellom fuktighet og bakgrunnsgassen i gass-strømmen 36.

FIG. 2 illustrerer et diagram 58 som detaljerer et andre harmonisk (2f) spektrum 60 for en gass-strøm 36 (f.eks. naturgass) ved et redusert trykk (f.eks.,
10 0,1758 kg/cm (2,5 psia), 0,3516 kg/cm (5 psia) eller 0,5626 kg/cm (8 psia)) som inneholder et visst nivå av fuktighetsinnhold når eksponert for den monokromatiske strålingen 14 over et område av bølgelengder. Også illustrert i diagram 58 er et annet 2f spektrum 62 for en gass-strøm 36 (f.eks. naturgass) når eksponert for den monokromatiske strålingen 14 over et område av bølgelengder
15 ved et omgivelsestrykk mens den inneholder det samme nivået av fuktighetsinnhold som gass-strøm 36 ved det reduserte trykket (dvs. det samme nivået av fuktighetsinnhold foreligger i gass-strømmen 36 for 2f spektrumet 60). Som illustrert i diagram 58, ved omgivelsestrykk, blir 2f spektrumet 62 dårlig oppløst på grunn av linjeutvidelse langs bølgelengdeaksen, spektrallinjene blir
20 klumpet sammen, og den målsøkte spektrallinjen for fuktighet 59 er knapt synlig. I motsetning er 2f spektrumet 60 godt oppløst langs bølgelengdeaksen, og avslører fine detaljer som ellers ville være borte, inkludert den målsøkte fuktighetslinjen 59. Diagram 58 illustrerer derfor at trykkavlastning av gass-strømmen 36 kan
muliggjøre at analysatoren 10 oppnår overlegen deteksjonsselektivitet,
25 nøyaktighet og sensitivitet for deteksjonen av fuktighet som foreligger i gass-strømmen 36.

Uansett hvor omhyggelig bølgelengden eller bølgelengdeområdet for en monokromatisk stråling 14 blir valgt, er det vanskelig å totalt unngå tilfeldig nærliggenhet i spektrallinjeoposisjoner, ettersom linjeoposisjonene er iboende og bestemt
30 ved de molekylære strukturene av enheter som foreligger i gass-strømmen 36. FIG. 3 illustrerer et diagram 64 som tilkjennegir en slik vanskelighet. I diagram 64, illustrerer den jevne kurven 65 et 2f spektrum for tørr metan (CH_4) registrert ved et redusert trykk (f.eks., 0,1758 kg/cm (2,5 psia), 0,3516 kg/cm (5 psia) eller 0,5626

kg/cm (8 psia)), konsentrasjonen av denne er typisk over 90 % i naturgass. De heltrukne rette linjene i diagram 64 er spektrallinjene som kan tilskrives metan, inkludert linjene 68, 70, 72 og 74. De stiplede rette linjene i diagram 64 er spektrallinjene som kan tilskrives fuktighet, inkludert den målsøkte linjen 76, som
5 blir brukt for å detektere fuktighet som foreligger i gass-strømmen 36.

Som illustrert i diagram 64, overlapper metanlinje 68 med fuktighetslinje 76 i bølgelengde. Forholdet mellom metanlinje 68 og én eller flere av metanlinjer 70, 72 og 74 er spektroskopisk iboende med metan, er en funksjon av relativ spektral-intensitet, gasstrykk og temperatur, og kan bli beregnet nøyaktig. I én utførelses-
10 form, kan analysatoren 10 være konfigurert for å beregne en metangrunnlinje underliggende den målsøkte fuktighetslinjen, basert på sanntidsdeteksjon av én eller flere av metanlinjer 70, 72 og 74, og basert på et forutbestemt forhold mellom metanlinje 68 og én eller flere av metanlinjer 70, 72, og 74, 76, slik at metangrunnlinjen kan bli trukket fra en sammensetning av den målsøkte fuktighetslinjen 76 og
15 den overlappende metanlinjen 68 for å bestemme den eksakte konsentrasjon av fuktighet i gass-strømmen 36.

FIG. 4 illustrerer et flytskjema 80 som beskriver én utførelsesform for deteksjonen av en analyttkonsentrasjon i en gass-strøm 36, inkludert, for eksempel, en konsentrasjon av fuktighet i en prøvegass slik som naturgass eller syngass. I trinn
20 82, kan trykket av prøvegass-strømmen 36 bli redusert ved, for eksempel, en trykkstyringsanordning 38 alene, eller i kombinasjon med en strømningsbegrensende anordning 37. I trinn 84, blir den trykkavlastede gass-strømmen 36 overført gjennom en absorpsjonscelle 20. I trinn 86, blir den trykkavlastede gass-strømmen 36 eksponert for lys fra en lysemitterende
25 anordning 12 på innsiden av absorpsjonscellen 20. I trinn 88, blir konsentrasjonen av en analytt (f.eks. fuktighet) i prøvegass-strømmen (f.eks. naturgass) bestemt basert på et absorpsjonsbasert spektrum for den trykkavlastede gass-strømmen 36.

Denne skriftlige beskrivelsen bruker eksempler for å vise oppfinnelsen, inkludert den beste måten, og også for å gjøre det mulig for en hvilken som helst fagperson å praktisere oppfinnelsen, inkludert tilvirkning og anvendelse av hvilke som helst anordninger eller systemer og utføre hvilke som helst inkorporerte metoder. Det

patenterbare omfanget av oppfinnelsen er definert ved kravene, og kan inkludere andre eksempler som forekommer for fagpersonene.

Patentkrav

1. System, som omfatter:
en fuktighetsanalysator (10) konfigurert for å detektere fuktighet i naturgass,
5 karakterisert ved at det omfatter:
en absorpsjonscelle (20) som innelukker og leder naturgassen;
en trykkstyringsanordning (38) konfigurert for å redusere et trykk av
naturgassen på innsiden av absorpsjonscellen (20) for å generere
trykkavlastet naturgass ved et trykk lavere enn et omgivelsestrykk av
10 naturgassen;
en lysemitterende anordning (12) konfigurert for å overføre lys
gjennom naturgassen på innsiden av absorpsjonscellen (20); og
en fotodetektor (26) konfigurert for å detektere en intensitet av lyset
overført gjennom naturgassen og som forlater absorpsjonscellen (20).
15
2. System ifølge krav 1, omfattende elektronisk kretssystem (44) konfigurert
for å erverve og prosessere et spektrum for naturgassen.
3. System ifølge krav 2, hvori det elektroniske kretssystemet (44) er
20 konfigurert for å bestemme en konsentrasjon av fuktighet i naturgassen basert på
spektrumet.
4. System ifølge krav 2, hvori det elektroniske kretssystemet (44) er
konfigurert for å trekke en bakgrunnsverdi fra et spektralkjennetegn innen
25 spektrumet for naturgassen basert på et forutbestemt forhold for å bestemme en
konsentrasjon av fuktighet i naturgassen.
5. System ifølge krav 2, hvori spektrumet omfatter et absorpsjonsbasert spekt-
rum.
30
6. System ifølge krav 2, hvori spektrumet omfatter et direkte absorpsjons-
spektrum

7. System ifølge krav 2, hvori spektrumet omfatter et avledet spektrum.
8. System ifølge krav 2, hvori spektrumet er basert på fotoakustisk spektroskopi.
- 5 9. System ifølge krav 2, hvori spektrumet er basert på "cavity ring down" spektroskopi.
- 10 10. System ifølge krav 2, hvori spektrumet er basert på fluorescensspektroskopi.
11. System ifølge krav 1, hvori den lysemitterende anordningen (12) omfatter en laser, en diodelaser eller en kvantekaskadelaser.
- 15 12. System ifølge krav 11, hvori diodelaseren omfatter:
en termoelektrisk kjøler;
en temperatursensor; og
en innebygget fotodetektor (26) konfigurert for å detektere en intensitet av bakoverrettet emisjon fra diodelaseren.
- 20 13. System ifølge krav 1, hvori trykkstyringsanordningen (38) omfatter en vakuumpumpe eller en aspiratør.
- 25 14. System ifølge krav 1, hvori trykkstyringsanordningen (38) er konfigurert for å redusere trykket av naturgassen til mellom omtrent 1 psia og 5 psia.
15. System ifølge krav 1, hvori naturgassen omfatter rørledningsnaturgass, kondensert naturgass tilførselsgass eller reforgasset kondensert naturgass.
- 30 16. System ifølge krav 1, hvori absorpsjonscellen (20) omfatter en multipasseringsabsorpsjonscelle.
17. Fremgangsmåte, karakterisert ved at den omfatter å:

redusere et trykk av naturgass ved en trykkstyringsanordning (38) for å generere trykkavlastet naturgass ved et trykk lavere enn et omgivelsestrykk av naturgassen;

5 overføre et lys gjennom den trykkavlastede naturgassen ved en forhåndsvalgt bølgelengde eller over et bølgelengdeområde;

registrere et spektrum for den trykkavlastede naturgassen; og

bestemme en konsentrasjon av fuktighet i naturgassen basert på spektrumet for naturgassen.

10 18. Fremgangsmåten ifølge krav 17, omfattende å redusere trykket av naturgassen for å generere trykkavlastet naturgass ved et trykk på ikke mer enn omtrent 5 psi.

15 19. Fremgangsmåte ifølge krav 17, omfattende å redusere trykket av naturgassen for å generere trykkavlastet naturgass ved et trykk på ikke mer enn omtrent 2,5 psi.

20 20. Fremgangsmåte ifølge 17, hvori konsentrasjonen av fuktighet blir bestemt ved å trekke en bakgrunnsverdi fra et spektralkjennetegn innen spektrumet for den trykkavlastede naturgassen basert på et forutbestemt forhold.

1 / 3

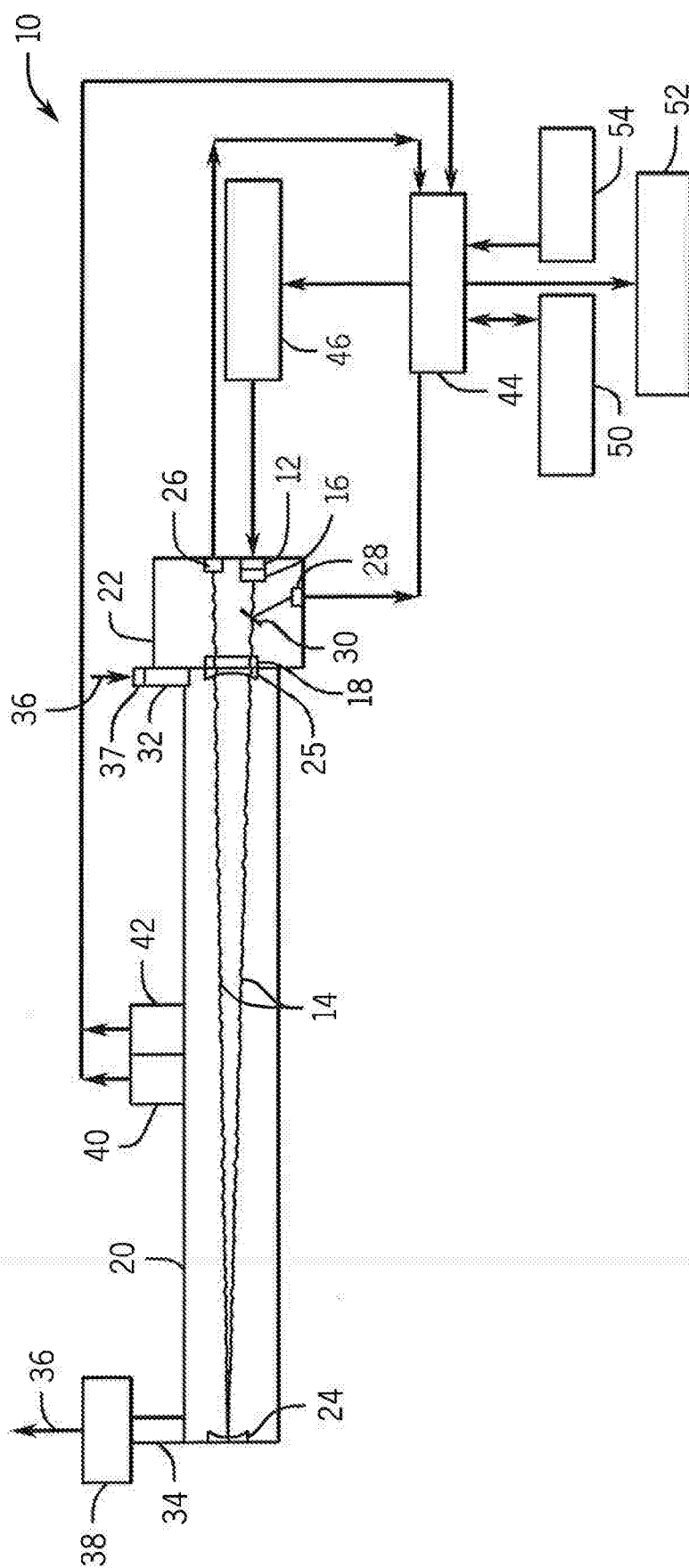


FIG. 1

2 / 3

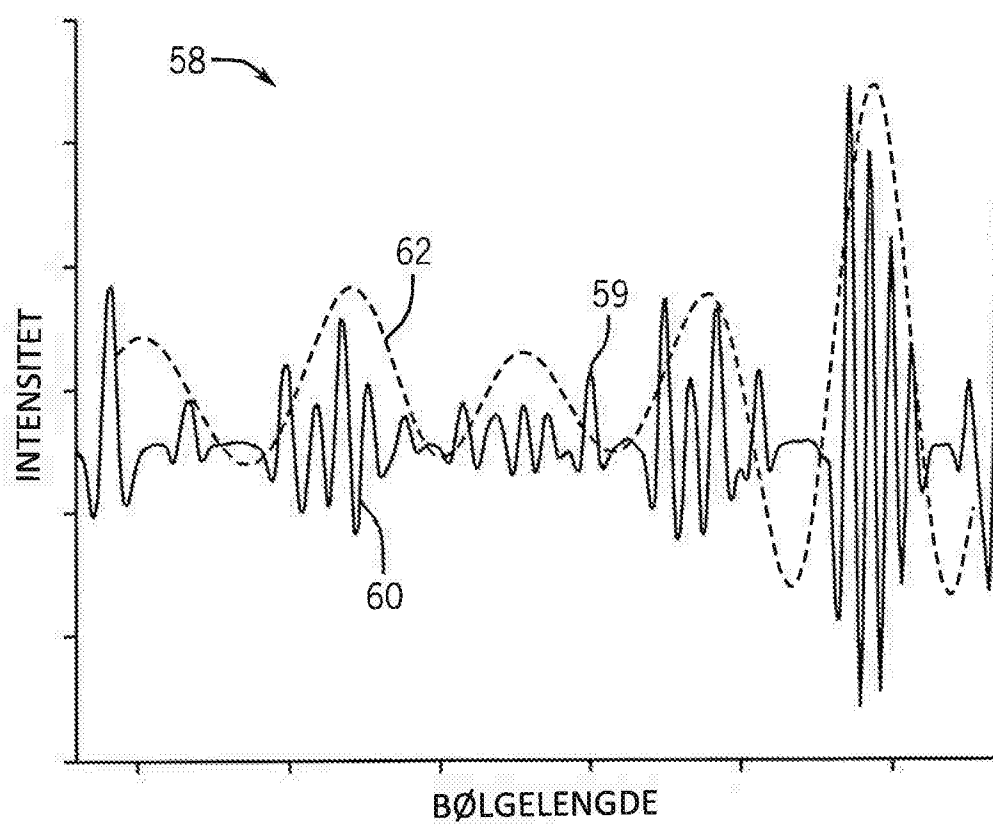


FIG. 2

3 / 3

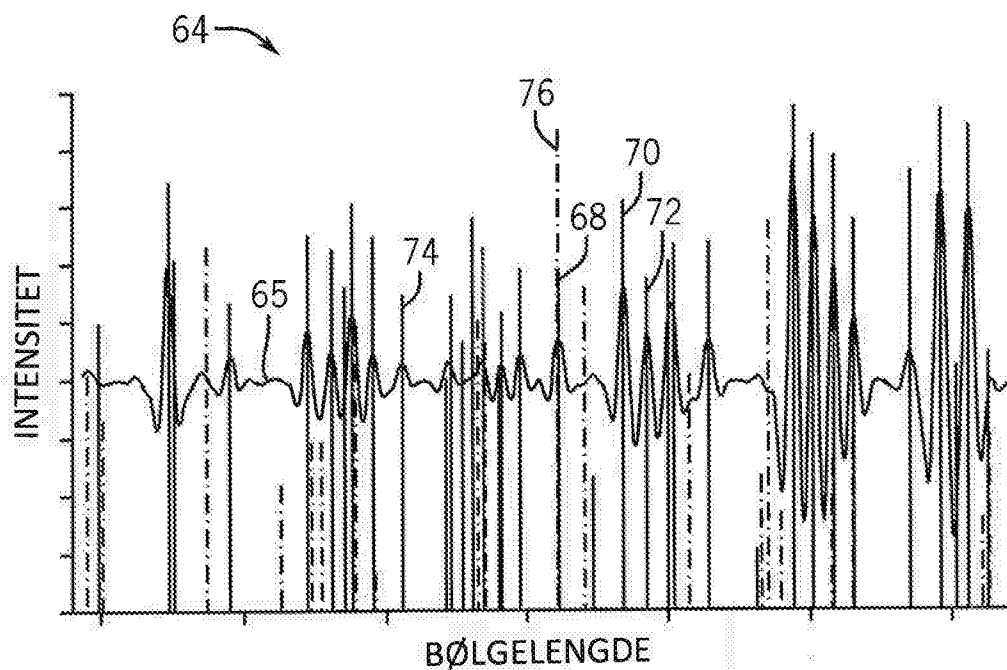


FIG. 3

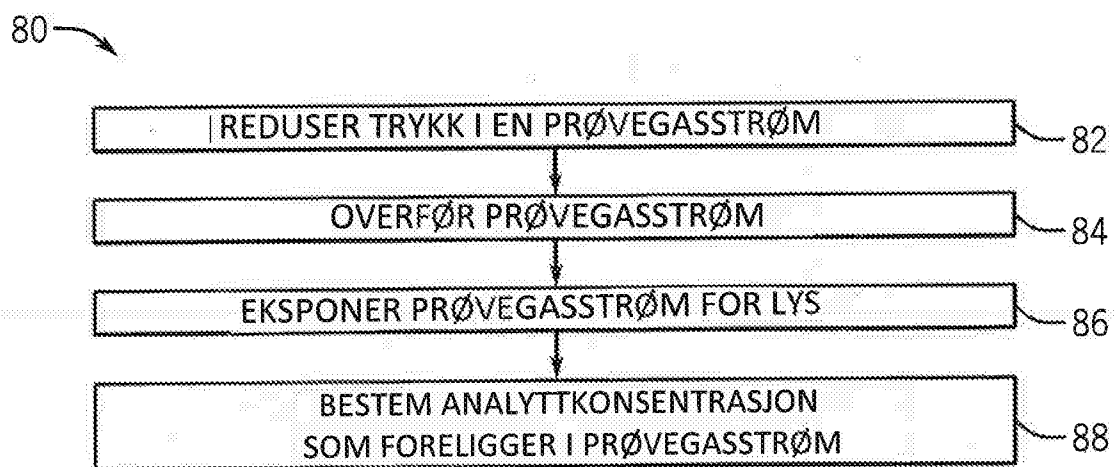


FIG. 4