

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 2726847 T3**



(12) **Oversættelse af
europæisk patentskrift**

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **G 01 N 21/03 (2006.01)** **G 01 N 21/09 (2006.01)** **G 01 N 21/15 (2006.01)**
G 01 N 21/31 (2006.01) **G 01 N 21/3504 (2014.01)** **G 01 N 21/61 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2020-05-11**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2020-02-19**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **12733081.9**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2012-07-02**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2014-05-07**
- (86) International ansøgning nr.: **EP2012062843**
- (87) Internationalt publikationsnr.: **WO2013004664**
- (30) Prioritet: **2011-07-02 DE 202011102765 U**
- (84) Designerede stater: **AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
- (73) Patenthaver: **Dräger Safety AG & Co. KGaA, Revalstrasse 1, 23560 Lübeck, Tyskland**
- (72) Opfinder: **LANGE, Björn, Dorfstr. 7, 23923 Teschow, Tyskland**
STOCK, Burkhard, Klocksdorferstrasse 1, 19217 Carlow, Tyskland
HAACK, Nils, Moltkestrasse 30, 23564 Lübeck, Tyskland
DIEKMANN, Wilfried, Seeweg 8, 19217 Utecht, Tyskland
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**
- (54) Benævnelse: **INDRETNING MED EN MÅLEINDRETNING TIL OPTISK MÅLING AF GASSER OG GASBLANDINGER MED KOMPENSATION FOR MILJØMÆSSIGE PÅVIRKNINGER**
- (56) Fremdragne publikationer:
EP-A2- 0 930 496
WO-A1-2010/118748
WO-A2-2006/068781
US-B1- 6 469 303

Beskrivelse

[0001] Opfindelsen angår en indretning til optisk detektion af en målgas i luftgasblandinger med kompensation for miljømæssige påvirkninger.

- 5 **[0002]** Muligheden for at analysere gasformige blandinger er en væsentlig grænsebetingelse for fejlfri og sikker drift ved overvågningen af industrianlæg, især på baggrund af den stigende grad af automatisering. For at være i stand til at påvise gasser der slipper ud, så nøjagtigt og hurtigt som muligt i tilfælde af en fejl, for eksempel i større industrianlæg, i petrokemiske anlæg eller på borerig-
- 10 ge, er det ønskeligt at detektere emissioner af sundhedsfarlige gasser, selv i lave koncentrationer, med et højt niveau af målefølsomhed direkte på stederne for mulige fejl.

- [0003]** Optiske gasdetektorsystemer er især egnede til detektion af lave kon-
- 15 centrationer med en høj målefølsomhed.

- [0004]** Fra den kendte teknik kendes optiske gasdetektorsystemer, der er anbragt som selektive målestationer på flere målepunkter i et afgrænset område af et industrianlæg eller fordelt over et stort område.

20

- [0005]** Disse optiske gasdetektorsystemer med optiske punktdetektorer består af en lyskilde, en målekuvette der gennemstråles af lys, et optisk smalbandsfilter og en detektor til måling af lysintensiteten. Absorption af lys af den gas der skal måles, fører til et reduceret detektorsignal, som vurderes som en målestør-
- 25 relse.

- [0006]** Endvidere kendes fra den kendte teknik gasmålesystemer, med hvilke gaskoncentrationer over større arealer eller flader detekteres. Sådanne systemer består af en sender med en lyskilde og en fokuseret modtager med detektor såvel som yderligere optiske elementer til styring af lysstrålen. Derved gennemløber lysstrålen fra senderen til modtageren en optisk målestrækning over
- 30 afstande i intervallet fra få meter op til 50 meter, 200 meter eller endnu mere.

En sådan måleindretning, også kaldet et open-path-målesystem, er vist i US 6 455 854 B1.

[0007] En indretning med en målekuvette der kommunikerer med den omgi-
5 vende gas, er beskrevet i US 5 923 035 B1. Målekuvetten danner en optisk må-
lestrækning mellem en lyskilde og en detektor. Den gennemsnitlige lysvej, der
gennemløbes af lysstrålen i kuvetten, bestemmer den optiske vejlængde og
dermed den optiske vejlængde for måleindretningen; hvorved der kan vælges
10 en indretning, i hvilken lyskilden og detektoren er anbragt direkte overfor hinan-
den.

I en indretning med en lyskilde og detektor, der er strukturelt anbragt på samme
side, kan en eller flere spejle være anbragt til afbøjning af strålen eller til en for-
længelse af den optiske vejlængde, eller væggene af kuvetten kan være desig-
15 net og anbragt på en sådan reflekterende måde, at der derud over opnås en
spejling og/eller flere refleksioner i kuvetten, hvilke forlænger den optiske vej-
længde fra lyskilden til detektoren. I den kendte teknik kaldes kuvetter der er til-
passet på en sådan måde også multirefleksionsceller. Størstedelen af sådanne
multirefleksionsceller er tilpasset til at være totalt reflekterende på indersiden af
20 væggen, således at hvis en strålingskilde med en ikke fokuseret lysstråle an-
vendes, når en del af den ikke-retningsbestemte lysmængde over en længere
vej detektoren på grund af flere refleksioner på væggen. En anden del af
mængden af lys, der blot reflekteres, når detektoren ad en kortere vej. En ind-
retning til en lokalt begrænset måling på et målepunkt ifølge US 5 923 035 B1
25 benævnes til forskel fra en open-path-indretning ifølge US 6 455 854 B1 som en
såkaldt punktdetektor, da lokalt begrænsede målinger kan udføres med en så-
dant måleindretning. For eksempel kan et industriområde målrettet og specifikt
overvåges via en rumligt fordelt indretning af et stort antal af sådanne punktdetektorer ved flere målepunkter. En særlig form for en sådan punktdetektor er en
30 mobil håndholdt måleindretning til rumligt begrænset, dvs. punktuelle, måle-
opgaver, med den særlige funktion, at målepunktet kan vælges variabelt og
mobilt af brugeren.

[0008] Intensiteten af den lysstråle der detekteres ved detektoren, som kan måles ved måleindretningen, bestemmes af absorptionsegenskaberne af gassen eller gasblandingen i kuvetten og længden af den optiske vejlængde. Fra det detekterede spektrum og signalintensiteten for individuelle bølgelængder i spektret er det derefter muligt at drage meget præcise konklusioner om tilstedeværelsen og koncentrationen af visse gaskomponenter eller gastyper i området for målestrækningen.

[0009] Afhængig af måleopgaven bestemmes den optiske vejlængde af de strukturelle forhold i måleomgivelserne. I en måleindretning til brug i en lokalt begrænset enkeltpunktsmåling til koncentrationsmåling specificerer de strukturelle forhold, såsom husdimensionerne og kuvettens længde, den optiske vejlængde i et område på nogle få centimeter, for eksempel fra 3 cm til 23 cm. Ved måleindretninger med multirefleksionsceller, hvor lyset udsendes fra strålingskilden i kuvetten, reflekteres på den modsatte væg og på sidevæggene og når detektoren der er placeret ved siden af strålingskilden, opnår den optiske vejlængde for en strålingskilde med en ikke-fokuseret lysstråle ud over at være to gange længden af kuvetten statistisk yderligere optiske veje ved den resulterende multiple refleksion. Dette resulterer i en gennemsnitlig optisk vejlængde, der er større end den aktuelle byggelængde. For eksempel resulterer en kuvettelængde med en indvendig dimension på 5 cm i en effektiv optisk vejlængde på 7 cm til 50 cm, afhængigt af design og reflekterende egenskaber for multirefleksionscellen. I en anvendelse til koncentrationsmåling ved hjælp af et open-path-målesystem i det åbne felt ligger den optiske vejlængde i området fra nogle få meter til mere end 50 meter op til 200 meter eller endda længere end.

[0010] For en højopløst og specifik måling af koncentrationen af en bestemt gas resulterer disse strukturelle betingelser i designkriterier og selektionskriterier for valg af en passende målebølgelængde λ_m . I princippet ønskes en størst mulig følsomhed over hele måleområdet ved en given koncentration af målgassen i gasblandingen.

[0011] Endvidere er multirefleksionsceller fordelagtige på den måde, at der ikke

kræves en kollimeret lysstråle som lyskilde således som i en open-path-fritfelt-indretning ifølge US 6 455 854 B1, i hvilken lyskilden (senderen) og detektoren (modtageren) skal være nøjagtigt justeret i forhold til hinanden, og selve lysstrålen, for eksempel en laserlyskilde, fokuseres, eller yderligere optiske komponenter, såsom linser og/eller spejle til fokusering, styring og omdirigering af lyset ved anvendelse af en lyskilde der ikke har en egen betinget kollimering af strålingen. Multirefleksionsceller er særligt fordelagtige til praktisk anvendelse, fordi det, i modsætning til et tilfælde af en konstruktion med spejlelementer som et enkelt refleksionspunkt ved en forurening af det enkelte spejlelement, stadig er muligt at måle i tilfælde af delvis forurening af de reflekterende overflader i kuvetten. Denne ufølsomhed over for lokalt begrænset lokal forurening skyldes det faktum, at eftersom lyset fra lyskilden kobles ind i multirefleksionscellerne på en ikke-fokuseret, opnås statistisk tilfældige og varierende refleksioner på de reflekterende overflader, både som enkelte, dobbelte og multiple refleksioner, før lyset når detektoren. Som et resultat fungerer stedligt begrænset lokal forurening forårsaget af de statistisk tilfældige og konstant varierende refleksioner ikke som en ulempe for måling af gaskoncentration.

[0012] I en praktisk implementering med et interessant måleområde for overvågning af explosionsgrænser for en målgas er det fordelagtigt, at for eksempel tilstedeværelsen af en målgas i målekuvetten med en koncentration svarende til den nedre explosionsgrænse, medfører lysabsorption som for eksempel reducerer signalet for målgassen methan i intervallet fra ca. 10 % til 15 %. Endvidere er en gradient af den karakteristiske kurve for lysabsorptionen eller en reduktion af signalet ved detektoren over det interessante måleområde, der er så ensartet som mulig, ønskelig. På den ene side resulterer dette i en klar måleeffekt på grund af målgassen, på den anden side kan yderligere lysabsorption på grund af krydsfølsomhed over for andre gasser og påvirkning af miljøforhold såsom temperatursvingninger, påvirkning af lufttryk og fugtighed, accepteres uden at lyset næsten fuldstændigt kan absorberes over den optiske vejlængde, for eksempel på grund af kondensat.

[0013] For at dette designkriterium med hensyn til lysabsorption kan opnås,

skal målebølgelængder, der er specifikke for målegassen, vælges i kombination med passende optiske vejlængder.

[0014] For at lave koncentrationer kan måles med høj følsomhed, er det nødvendigt at udføre konstruktionen af måleindretningen og tilpasningen af komponenterne i måleindretningen til hinanden meget nøjagtigt til måleopgaven og til de omgivende forhold for driften af måleindretningen. Det er vigtigt for en høj følsomhed for målingen og for en specifik selektivitet over for bestemte målgasser, at målingens bølgelængde er tilpasset til målgassen og for den optiske vejlængde for målesektionen i kuvetten. Størrelsen af kuvetten bestemmes i det væsentlige af den tilgængelige plads i gasmåleindretningen, hvorved det disponible rum til mobile gasmåleindretninger er begrænset med hensyn til dens anvendelighed i mobil anvendelse. Længden af målesektionen inden i kuvetten er på den ene side begrænset af lystabene på selve målesektionen og lysabsorptionen af målgassen, yderligere væsentlige begrænsninger er resultatet af de tab, der opstår på grund af de optiske komponenter, og som er forårsaget af følsomheden af den anvendte detektor.

[0015] En vigtig faktor der påvirker måleindretningens præcision, er muligheden for forfalskning af målinger på grund af miljøforhold som kulde, varme og fugtighed. En grundlæggende måde at reducere fugtigheden i kuvetten, når den anvendes i et fugtigt målemiljø, er at sænke den relative fugtighed i kuvetten og at undgå dannelse af kondensat på væggene i kuvetten såvel som på lyskilden og detektoren.

25

[0016] Til dette formål er opvarmning af optikken ifølge den kendte teknik en kendt og effektiv metode, som det for eksempel er beskrevet i US 7 406 854 B1.

[0017] En sådan opvarmning er ikke helt ukritisk ved anvendelse af måleindretningen i potentielt eksplosive områder. For at undgå en eksplosion af den potentielt eksplosive omgivende gas på grund af mulige elektriske gnister eller en energiudladning i måleindretningen, er det strukturelt nødvendigt, at der ikke må

tændes nogen gnist, eller en kritisk mængde energi der kan forårsage antændelse af en gasblanding i måleområdet, ikke kan passere ind i måleomgivelserne fra måleindretningen. Hvis der endvidere er en eksplosion i selve måleindretningen, skal eksplosionen forblive begrænset til selve måleindretningen og må ikke bryde ind i eller vælte over i måleomgivelserne. Til dette formål gøres gasadgang fra måleomgivelserne til og ind i målekuvetten særlig sikker ved hjælp af et beskyttelseselement. I en sådan eksplosionssikker version er gasindløbet forsynet med et specielt beskyttelseselement.

10 **[0018]** Fra US 7 285 782 B1 er en gassensor kendt i en eksplosionssikker udførelse, hvor gasudvekslingen finder sted via en gasudvekslingsåbning, som er forsynet med et støv- og fugtbeskyttelsesfilter, der består af et sintret materiale eller et metalbindemiddel som et beskyttelseselement.

15 **[0019]** Den i US 7 285 782 B1 beskrevne gassensor har i en yderligere udførelsesform en infrarød detektor med mindst en gasspecifik målekanal λ_1 , λ_2 , λ_3 og en referencekanal λ_0 , der har et nulsignal, det vil sige et signal uden påvirkning af målgassen. For at tage højde for og kompensere for miljømæssige påvirkninger er der også en temperatursensor, en fugtighedsføler og en tryksensor på den infrarøde detektor.

[0020] På trods af et beskyttelseselement ved gasudvekslingsåbningen, kan opvarmningen af en måleindretning i en eksplosionssikker udførelsesform kun udføres med en moderat mængde energi, således at der for eksempel opnås en temperaturstigning på 5 °C til 10 °C sammenlignet med omgivelsestemperaturen. En temperaturstigning på 10 °C i målekuvetten ved en omgivende temperatur på 10 °C og en relativ fugtighed på 100 % får den relative fugtighed til at falde til ca. 70 % - 80 %, så kondensering forhindres. Enhver reduktion i den relative luftfugtighed i målekuvetten resulterer i princippet i en reduktion i forringelsen af målingen med kondensat eller vanddråber i kuvetten.

[0021] Måletest har vist, at især i tilfælde af måleindretninger til den infrarøde optiske måling af gasser og gasblandinger i en konstruktiv udførelsesform som

multirefleksionsceller i eksplosionssikker udførelse med et beskyttelseselement og på trods af opvarmning, er der påvirkning på målingen, hvis måleindretningen er i drift på forhånd eller derved var eller udsættes for et fugtigt målemiljø.

- 5 **[0022]** En løsning med hensyn til at undgå kondensat for en måleindretning i en ikke-eksplosionsbeskyttet udførelsesform kan opnås på en simpel måde ved væsentligt at forøge opvarmningen og derved opvarme målekuvetten i en sådan grad, at den relative luftfugtighed i målekuvetten reduceres mellem 5 % og 10 % relativ fugtighed. Under alle omstændigheder resulterer dette i et uønsket
10 forøget energiforbrug til en sådan måleindretning.

[0023] For mobile indretninger, både i den eksplosionssikre version og i den ikke-eksplosionsbeskyttede version, er enhver stigning i varmekraften under drift forbundet med den ulempe, at den krævede mængde elektrisk energi skal
15 transporteres i form af et energilager (batterier, genopladelige batterier), hvilket ville resultere i en yderligere vægt, der ville være ugunstig for mobile anvendelser, eller at den tilgængelige driftstid for mobil anvendelse uden at øge indretningens vægt ville blive forkortet, hvilket ikke er realistisk i praktisk anvendelse i anvendelsesscenerierne for mobile gasmåleindretninger.

20

[0024] For en måleindretning i en eksplosionsbeskyttet version skal eksplosionsbeskyttelsesforanstaltningerne forstærkes massivt, som ud over en samlet forøget vægt og konstruktionsvolumen, igen med ulemper ved mobil anvendelse, også har konsekvenser for konstruktion og design af beskyttelseselementet
25 ved gasindløbet. Dette beskyttelseselement er fremstillet af sinter, metalsinter eller metalgasebind, ligesom de andre huskomponenter i måleindretningen, skal derefter konstrueres således, at den mængde energi der stilles til rådighed til opvarmning, kan fastholdes i måleindretningen i tilfælde af en fejl. Dette resulterer i en meget massiv konstruktion af beskyttelseselementet, som forhindrer ga-
30 sadgang og negativt ændrer måleegenskaberne, især responsadfærden ved at en ændring af gassen, normalt kendetegnet ved den såkaldte t_{10-90} -tid, påvirkes negativt af den længere diffusionstid af gassen gennem beskyttelseselementet, at målefunktionens advarselsfunktion ikke forekommer hurtigt nok efter en æn-

dring i koncentrationen i måleomgivelserne. Ved t_{10-90} -tiden for en gasmåleindretning forstås tiden som tiden til registrering, output og visning af en gaskoncentrationændring fra 10 % af en målgaskoncentration til 90 % af en målgaskoncentration. Der er yderligere vanskeligheder ved implementeringen af bru-
5 gen af måleindretningen i eksplosionsbeskyttede områder, da normative krav begrænser mængden af transporteret energi og temperaturen af elementer i måleindretningen.

[0025] Dette betyder, at muligheden for næsten fuldstændig at undgå kondensat ved at øge varmeeffekten og samtidig at reducere den relative fugtighed i
10 målekuvetten til værdier mellem 5 % og 10 % ikke er mulig i en praktisk gennemførelse for en måleindretning i en ikke-eksplosionsbeskyttet såvel som for en måleindretning i en eksplosionsbeskyttet udførelsesform.

[0026] En indretning og en fremgangsmåde til at kompensere for miljømæssige påvirkninger ved hjælp af to referencebølgelængder for et open-path-
målesystem med en optisk vejlængde på 1 til 1000 meter er beskrevet i US 6
455 854 B1. Til måling af alkaner anvendes et bølgelængdeområde fra 2100
nm til 2400 nm med en målebølgelængde og to referencebølgelængder, som er
20 egnet til den optiske vejlængde fra en til tusind meter. Referencebølgelængderne er kendetegnet ved, at de i princippet ikke er underlagt nogen påvirkning fra målegassen eller andre gasser i måleomgivelserne. Ved 2300 nm er målebølgelængden i det væsentlige centreret mellem en første referencebølgelængde λ_{R1} ved 2215 nm og en anden referencebølgelængde λ_{R2} valgt ved 2385 nm.
25 Ifølge US 6 455 854 B1 kompenseres påvirkningen af tåge og regn på absorptionen ved målebølgelængden af det faktum, at påvirkningen ved den første referencebølgelængde λ_{R1} med påvirkning ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} har den samme effekt som påvirkningen ved målebølgelængden.

[0027] De i US 6 455 854 B1 valgte bølgelængder (2215 nm, 2300 nm, 2385
30 nm) er i overensstemmelse med US 6 455 854 B1 velegnet til optiske målestrækninger med længder fra en til tusind meter. På grund af denne længde er absorptionen af IR-lyset ved målgassen tilstrækkelig stor til at opnå en målete-

nisk effekt.

- [0028]** Dermed er de i US 6 455 854 B1 valgte bølgelængder (2215 nm, 2300 nm, 2385 nm) målteknisk egnet til overvågning af store områder med en åben målstrækning (open-path). I et open-path-målesystem ifølge US 6 455 854 B1 er den lysemitterende lyskilde (sender) og den lysmodtagende detektor (modtager) eller de lysmodtagende detektorer (modtagere) anbragt rumligt langt væk ($1 \text{ m} < l < 1000 \text{ m}$) med få meter til tusind meter fra hinanden.
- 10 **[0029]** For meget kortere optiske målestrækninger, f.eks. fra måleapparater med en lukket optisk målestrækning ($l < 0,3 \text{ m}$), hvor den lysemitterende lyskilde (sender) og den lysmodtagende detektor (modtager) eller de lysmodtagende detektorer (modtagere) er anbragt som punktdetektorer med en optisk måleafstand mindre end 0,3 meter nær hinanden sammen i en målekuvette, er de i US
- 15 6 455 854 B1 valgte bølgelængder (2215 nm, 2300 nm, 2385 nm) mindre egnet, da absorptionen af IR-lyset af målgassen over den optiske målestrækning ($l < 0,3 \text{ m}$) ved disse bølgelængder ikke er tilstrækkelig stor til at være i stand til at måle og opnå en anvendelig effekt, for eksempel for at detektere en lavere eksplosionsgrænse (LEL) med den krævede nøjagtighed. Dette betyder, at for
- 20 en måleindretning der er tilpasset som en punktdetektor til måling af alkaner ved hjælp af en kuvette, hvis effektive optiske vejlængde er væsentligt mindre end 30 cm på grund af størrelsen, er disse bølgelængder (2215 nm, 2300 nm, 2385 nm) uegnede.
- 25 **[0030]** En indretning med en multirefleksionsmålekuvette, der nævner en compensation for påvirkningerne af fugt og kondensat, er beskrevet i WO 2006/068781 A2. Referencedetektoren er udstyret med et båndpasfilter, der vælger en enkelt referencebølgelængde.
- 30 **[0031]** I WO 2010/118748 A1 er et andet open-path-målesystem beskrevet, der arbejder for at kompensere for miljømæssige påvirkninger med to referencebølgelængder, der er under eller over målebølgelængden. Målesystemet beskrives til målgassen CO₂. I denne sammenhæng nævnes et måling af bølgelængde-

området 4,0 - 4,5 μm , og referencebølgelængdebånd med en bredde på 0,5 μm under og over det, dvs. 3,5 - 4,0 μm og 4,5 - 5,0 μm .

[0032] EP 0 930 496 A2 beskriver en indretning til optisk detektion af en målgas
5 med en målekuvette, en strålingskilde der stråler ind i målekuvetten, en måle-
og en referencedetektor til at detektere lys efter at have passeret gennem måle-
kuvetten, med et båndpasfilter foran måledetektoren og et dobbelt båndpasfil-
ter foran referencedetektoren. En drifts- og evalueringsindretning behandler de-
tektoreernes signaler, hvor der omtales korrektioner af måledetektorsignalet, som
10 er baseret på forholdet mellem måle- og referencedetektorsignal.

[0033] US 6 469 303 B1 beskriver en ikke-spredende infrarød gassensor.

[0034] Som en særlig miljøpåvirkning forekommer kombinationen af en fugtig-
15 hedspåvirkning med en saltpåvirkning under drift, især i det marine miljø. Den
omgivende luft indeholder f.eks. på en offshore olierig eller på skibe, foruden
fugt, de fineste saltkrystaller. Disse saltkrystaller kommer ind i målekuvetten i
form af en aerosol og aflejres som en meget fin krystallinsk saltfilm på indersi-
den af målekuvetten og på de optiske komponenter, såsom linser, filtre og spej-
20 le.

[0035] Denne saltfilm har en hygroskopisk virkning, og efter en enkelt forure-
ning med saltvandsaerosol "trækkes" kontinuerligt yderligere fugtighed fra må-
leomgivelsen ind i målekuvetten gennem mange års drift. Selve graden af rela-
25 tiv fugtighed bestemmes af selvopvarmningen af strålingskilden og kan reduce-
res til værdier i området 80 % ved yderligere opvarmning af detektoren og/eller
kuvetten, hvilket derefter fører til kondensation med dannelse af større vand-
dråber på de optiske komponenter og kan undgås på kuvettens indvendige
vægge. Dette sikrer, at måleindretningen ikke bliver "optisk blind". I forbindelse
30 med den foreliggende opfindelse forstås ved "optisk blind", at der ikke længere
er nogen refleksion ved de optiske elementer, der er tilvejebragt til dette formål
under drift.

[0036] På grund af de hygroskopiske egenskaber af den krystallinske saltfilm trækkes fugtighed ind i målekuvetten fra måleomgivelsen, som efter en enkelt forurening med salt omgivende luft næsten repræsenterer en permanent driftssituation med luftfugtighed i målekuvetten. Denne permanente driftssituation de-

5 finerer målebetingelserne for måleegenskaberne for måleindretningen over længere perioder af måneder og år som en målebetingelse med konstant tilstedeværelse af luftfugtighed i målekuvetten, hvorved kun dannelse af kondensat og vanddråber på væggene i kuvetten og de optiske komponenter ved opvarmning hvordan linser, filtre og spejle kan undgås, men ikke den konstante til-

10 deværelse af fugtighed i variable og ukendte koncentrationer. Denne luftfugtighed har påvirkning på lysabsorptionen ved målebølgelængden og dermed på mulighederne for at måle målgaskoncentrationen og dens målepræcision og re-

producerbarhed.

15 **[0037]** Yderligere er der i mange anvendelsesområder ofte andre bestanddele i den omgivende luft, som kan klæbe til overfladen af kuvetten, detektorerne og de optiske elementer med vandfilmen.

[0038] Forbrændingsrester af fossile brændstoffer, såsom røg og sodpartikler,

20 skal nævnes som sådanne yderligere bestanddele af den omgivende luft, især den omgivende luft med høj luftfugtighed, såsom tåge. Påvirkningen af disse miljømæssige påvirkninger, især den fortsatte tilførsel af luftfugtighed til kuvetten på grund af den krystallinske hygroskopiske saltfilm, kan ikke kompenseres ved opvarmning alene, især for en måleindretning i en eksplosionsbeskyttet

25 version i anvendelsesscenarier såsom offshore borerigge eller på skibe.

[0039] Selv for en måleindretning i en ikke-eksplosionssikker version kan den kontinuerlige indtrængning af luftfugtighed i kuvetten på grund af den hygroskopiske virkning af den fine krystallinske saltfilm ved en ændring i opvarmningen

30 af detektoren og/eller kuvetten, for eksempel ved en stigning i opvarmningseffekten eller forøgelse af opvarmningstemperaturen eller ved en cyklisk opvarmning af hele måleindretningen, ikke kompenseres fuldt ud.

[0040] Ved at anvende yderligere sensorer såsom temperatursensorer, fugtighedssensorer og tryksensorer i kuvetten eller på detektorerne kan disse miljømæssige påvirkninger heller ikke fuldt ud kompenseres.

5 **[0041]** Det er derfor formålet med den foreliggende opfindelse at tilvejebringe en måleindretning til en lokalt begrænset infrarød optisk måling af en målgas i luftgasblandinger med en simpel udførlig kompensation for påvirkninger af fugtighed.

10 **[0042]** Formålet opnås med en indretning, der har trækkene ifølge krav 1. Egnede udførelsesformer fremgår af underkravene.

[0043] Ifølge opfindelsen er følgende komponenter til stede i en indretning til optisk detektion af en målgas i luftgasblandinger med en kompensation for på-

15 virkningen af luftfugtighed:

- en drifts- og evalueringsindretning,
- en målekuvette der er udført som en multirefleksionsmålekuvette med optisk reflekterende overflader på indvendige vægge, og som omfatter et gasindløb, der er tilpasset til at udveksle gasser og gasblandinger med
- 20 en måleomgivelse,
- en strålingskilde der er tilpasset til at udsende lys i det infrarøde spektrum ind i målekuvetten, fortrinsvis at udsende i et infrarødt bølgelængdeområde fra 2000 nm til 5000 nm, mere foretrukket at udsende i et bølgelængdeområde fra 3000 nm til 4000 nm,
- 25 en måledetektor,
- en referencedetektorindretning,
- hvilken måledetektor og referencedetektorindretning er tilpasset til at detektere lyset fra strålingskilden og konvertere det til elektriske signaler, der svarer til intensiteten af det detekterede lys,
- 30 hvor der foran måledetektoren er anbragt et optisk båndpasfilterelement, der er tilpasset som et optisk båndpaselement for at transmittere lys fra en målebølgelængde i det infrarøde område, fortrinsvis i et bølgelængdeområde fra 3200 nm til 3500 nm,

hvilken drifts- og evalueringsindretning er tilpasset til at drive strålingskilden og til at detektere de elektriske signaler fra måledetektoren og referencedetektorindretningen,

5 hvor der foran referencedetektorindretningen er anbragt et optisk filterelement der er indrettet som et optisk dobbeltbåndpaselement for at transmittere lys i det infrarøde område med en første referencebølgelængde og en anden referencebølgelængde, fortrinsvis med en første referencebølgelængde fra 3000 nm til 3200 nm og med en anden referencebølgelængde fra 3800 nm til 4000 nm,

10 hvor den første og den anden referencebølgelængde og hver enkelt tilhørende båndbredde og den maksimale værdi af transmissionen for den første og den anden referencebølgelængde vælges således, at der ikke er nogen signalreduktion med målgassen eller af en anden gas fra måleomgivelserne, og den første og den anden referencebølgelængde w og

15 hver enkelt tilhørende båndbredde og den maksimale værdi af transmissionen for den første og den anden referencebølgelængde yderligere er valgt således, at miljømæssige påvirkninger, nemlig den direkte påvirkning af luftfugtighed og den indirekte påvirkning af luftfugtighed forårsaget af saltindholdet, samlet opnår den samme påvirkning som en signalreduktion, der er lig med påvirkningen som en signalreduktion ved målebølgelængden, og

20 hvor drifts- og evalueringsindretningen er tilpasset til at drive strålingskilden og til at detektere de elektriske signaler fra måledetektoren og referencedetektorindretningen, der yderligere er tilpasset til fra det til den

25 første referencebølgelængde λ_{R1} knyttede signal, fra det til den anden referencebølgelængde λ_{R2} knyttede signal og fra det til målebølgelængden λ_M knyttede signal, der påvirker luftfugtighedens påvirkning, under hensyntagen til den spektrale emissionskarakteristik for strålingskilden og under hensyntagen til den spektrale målefølsomhedskurve for måledetektoren og den spektrale målefølsomhedskurve for den mindst

30 ene referencedetektor, under hensyntagen til de spektrale transmissionsegenskaber for det optiske båndpasfilterelement og de spektrale transmissionsegenskaber for

det mindst ene optiske dobbeltbåndpasfilterelement, for at kompensere og bestemme en målgaskoncentration.

5 **[0044]** Når det i det følgende nævne, hvordan den første og den anden referencelængde vælges, betyder det også, hvordan den tilknyttede båndbredde og den maksimal transmission af filterindretningerne vælges.

10 **[0045]** Målebølgelængden i området fra 3200 nm til 3500 nm vælges således, at absorption af målgassen ved en carbonhydridforbindelse, især methan eller propan, er givet ved den effektive optiske vejlængde i multirefleksionsmålekuvetten.

15 **[0046]** Den første referencebølgelængde i området fra 3000 nm til 3200 nm og den anden referencebølgelængde i området fra 3800 nm til 4000 nm er valgt således, at ingen absorption opnås af målgassen af en carbonhydridforbindelse, især methan eller propan, eller af en anden gas i måleomgivelserne, ved den effektive optiske vejlængde i multirefleksionsmålekuvetten.

20 **[0047]** På en valgfri og foretrukken måde er varmeelementer anbragt i måleindretningen, som er tilpasset til at temperere måledetektoren og/eller den mindst ene referencedetektor og/eller væggene i målekuvetten. Opvarmningselementerne er endvidere fortrinsvis udformet til at temperere måledetektoren og/eller den mindst ene referencedetektor og/eller væggene i målekuvetten i et temperaturområde fra 5 °C til 15 °C over omgivelsestemperaturen. Opvarmningselementerne er endvidere fortrinsvis anbragt på bagsiden eller i nærheden af måledetektoren og/eller fortrinsvis på bagsiden eller i nærheden af den mindst ene referencedetektor og også på bagsiden af væggene eller på væggene i målekuvetten.

30 **[0048]** I en valgfri variant af måleindretningen er strålingskilden, måledetektoren og den mindst ene referencedetektor anbragt på den samme side, fortrinsvis på en af målekuvettens endflader, mere fortrinsvis i det væsentlige ved siden af hinanden, i målekuvetten.

[0049] Andre valgfri komponenter i indretningen til infrarød optisk måling af målgas i luftgasblandinger er en styreindretning der er tilpasset til at drive varmeelementerne, en energiforsyningsindretning der er tilpasset at forsyne strålingskilden, varmeelementerne, drifts- og evalueringsindretningen og styreindretningen med elektrisk energi og fortrinsvis er videreudviklet til at blive forsynet med elektrisk energi udefra via en tilførselsgrænseflade, samt et ydre hus der omslutter komponenterne og er tilpasset til at optage elementerne i måleindretningen, såsom målekuvette med strålingskilde, gasindløb, beskyttelseselement, måledetektor og mindst en referencedetektor og/eller fortrinsvis drifts- og evalueringsindretningen såvel som de yderligere komponenter, såsom styreindretningen og energiforsyningsindretningen.

[0050] På en foretrukken måde er målebølgelængdefilterelementet og/eller referencebølgelængdefilterindretningen udformet som et optisk interferensfilter.

[0051] På en foretrukken måde er målebølgelængdefilterelementet og/eller referencebølgelængdefilterindretningen udformet som et diffraktivt optisk element.

[0052] På en foretrukken måde er målebølgelængdefilterelementet og/eller referencebølgelængdefilterindretningen udformet som et optisk interferensfilter eller som et diffraktivt optisk element.

[0053] Et beskyttelseselement der er tilpasset til at forhindre passage af forurenende stoffer fra måleomgivelserne ind i målekuvetten, er fortrinsvis anbragt ved gasindløbet mod måleomgivelserne.

[0054] På en yderligere valgfri måde er der anbragt en displayindretning i huset, der er tilpasset til at vise måleværdier, fejl og alarmtilstande. Et eksempel på en typisk alarmtilstand er, at en nedre eksplosionsgrænse (LEL) er overskredet.

[0055] På en yderligere valgfri måde er der anbragt en kommunikationsindretning i huset, der er tilpasset til at transmittere måleværdier, fejl og alarmtilstan-

de til et kontrolcenter via en datagrænseflade.

[0056] På en yderligere valgfri måde er alarmindretninger anbragt i huset, som er tilpasset til at indikere fejl og alarmtilstande optisk eller akustisk.

5

[0057] På en valgfri måde er måleindretningen tilpasset i en eksplosionssikker udførelsesform som en måleindretning til infrarød optisk måling, idet det beskyttende element, der er anbragt mod måleomgivelserne, er tilpasset til at forhindre energioverførsel eller gnistoverførsel fra målekuvetten til måleomgivelserne.

10 I denne valgfri eksplosionssikre udførelsesform af måleindretningen er huset udformet på en sådan måde, at en energioverførsel eller en gnistoverførsel forhindres fra huset med de deri indeholdte komponenter målekuvette, strålingskilde, gasindløb, beskyttelseelement, måledetektor og mindst en referencedetektor, styreindretning, drifts- og evalueringsindretning og energiforsyningsindretning til måleomgivelserne.

15

[0058] På en valgfri måde er mindst en temperatursensor anbragt på væggene i målekuvetten og/eller i nærheden eller på måledetektoren og den mindst ene referencedetektor og/eller varmeelementet, hvilken temperatursensor er tilpasset til at detektere en temperatur, der repræsenterer måledetektoren og den mindst ene referencedetektor og som et signal til styreindretningen, idet styreindretningen er tilpasset og i stand til at bruge temperatursignalerne til at bestemme temperaturen af varmeelementerne og/eller væggene i målekuvetten og/eller måledetektoren og den mindst ene referencedetektor i et forudbestemt temperaturområde, eller at indstille, vedligeholde, styre eller regulere til en forudbestemt temperaturværdi.

20

25

[0059] På en yderligere valgfri måde er der anbragt et optisk element foran strålingskilden, der er tilpasset til at fokusere lyset fra strålingskilden og filtrere det spektralt i bølgelængdeområdet til et foretrukket område inden for det infrarøde bølgelængdeområde.

30

[0060] Ifølge opfindelsen er indretningen fortrinsvis konstrueret som en struktu-

rel indretning. En sådan strukturel indretning består mindst af målekuvetten med måledetektoren, den mindst ene referencedetektor, strålingskilden, de optiske elementer, der er anbragt foran måledetektoren og den mindst ene referencedetektor og fortrinsvis foran strålingskilden, og drifts- og evalueringsindretningen.

[0061] Det er imidlertid også inden for omfanget af den foreliggende opfindelse, at drifts- og evalueringsindretningen er tilpasset til at være fuldstændigt eller mindst delvist strukturelt adskilt fra de andre elementer i indretningen.

10

[0062] I en helt strukturelt separat udførelsesform er drifts- og evalueringsindretningen til drifts- og signaldetektion, signalbehandling, signalevaluering samt midlerne til beregning af målgaskoncentrationen fra det første signal der er tilknyttet referencebølgelængden λ_{R1} , fra det andet signal der er tilknyttet referencebølgelængden λ_{R2} og fra målesignalet der tilknyttet målebølgelængden λ_M med kompensation for påvirkningen af luftfugtighed såvel som fortrinsvis et output og/eller en visning af målgaskoncentrationen, anbragt i en separat strukturel indretning der er adskilt fra de andre elementer i måleindretningen.

[0063] I en mindst delvist strukturelt separat udførelsesform kan driften af strålingskilden, måledetektoren og den mindst ene referencedetektor, såvel som mindst et første trin i signalopsamling og/eller signalbehandling af signaler fra måledetektoren og den mindst ene referencedetektor, fortrinsvis med data der vedrører specielle egenskaber og egenskaber ved strålingskilden, måledetektoren og den mindst ene referencedetektor og yderligere fortrinsvis egenskaber ved de optiske filterelementer, der er anbragt foran måledetektoren og den mindst ene referencedetektor, være indeholdt i en første strukturel indretning, mens yderligere trin af signaldetektionen, signalbehandlingen, signalfiltreringen og signalevalueringen såvel som den sidste slutberegning af målgaskoncentrationen ud fra det første signal der er tilknyttet referencebølgelængden λ_{R1} , fra det andet signal der er tilknyttet referencebølgelængden λ_{R2} og fra signalet der er tilknyttet målebølgelængden λ_M med kompensation for påvirkningen af luftfugtighed og fortrinsvis et output og/eller visning af målgaskoncentrationen, kan

udføres i en anden strukturel indretning.

[0064] Kompensationen for påvirkningen af fugtighed finder ifølge opfindelsen sted ved hjælp af evalueringen af signaler fra måledetektoren og signalerne
5 fra en første referencedetektor i drifts- og evalueringsindretningen.

[0065] Et optisk målebølgelængdefilterelement er anbragt foran måledetektoren og, som et første båndpas lader lyset fra målebølgelængden λ_M i området fra 3200 nm til 3500 nm passere til måledetektoren.

10

[0066] Den typiske båndbredde for målebølgelængdefilterelementet ligger inden for et område på +/- 100 nm symmetrisk i forhold til målebølgelængden λ_M .

[0067] Et toleranceområde for transmission af målebølgelængdefilterelementet,
15 f.eks. på grund af fremstillingstolerancer resulterer med et tillæg på +/- 50 nm til det interval, i hvilket det optiske målebølgelængdefilterelement nominelt er specificeret til at lade lyset for målebølgelængden λ_M passere.

[0068] Målebølgelængden λ_M er specifikt valgt og tilpasset den specifikke absorption i form af en signalreduktion af målesignalet ved måledetektoren af en
20 given målgas i en given koncentration over en effektiv optisk vejlængde i målekuvetten.

[0069] Den effektive optiske vejlængde opnås i form af længden af målekuvetten fra det installationsrum, der er tilgængeligt for måleindretningen, såvel som den strukturelle konstruktion af målekuvetten og refleksionsegenskaberne for væggene i multirefleksionsmålekuvetten.

[0070] I en anvendelse med methan som målgas opnås en specifikt tilpasset
30 målebølgelængden λ_M i området fra 3200 nm til 3500 nm i en teknisk version med en multirefleksionscelle, et eksempel på en absorptionsrelateret signalreduktion på 10 % til 15 % af målesignalet ved måledetektoren med målgassen methan. I denne anvendelse med methan som målgas er der for eksempel en

effektiv optisk vejlængde i målekuvetten i området fra 12 cm til 17 cm med en indre længde af målekuvetten på 5 cm. Ved denne eksemplificerede anvendelse med methan som målgas ved en given methankoncentration på 5 % i volumen opnås endvidere den specifikke absorption på 10 % til 15 % af målesignalet ved måledetektoren. En methankoncentration på 5 vol.-% svarer til en værdi på 100 % af den nedre eksplosionsgrænse (LEL).

[0071] I en anvendelse med propan som målgas opnås en specifikt afstemt målebølgelængden λ_M i området fra 3300 nm til 3500 nm.

10

[0072] Foran referencedetektoren er anbragt en optisk referencebølgelængdefilterindretning, der er udformet som et dobbelt måling af bølgelængden båndpasfilter, og som for eksempel lader lys med den første referencebølgelængde λ_{R1} i området fra 3000 nm til 3200 nm og lys fra den anden referencebølgelængde λ_{R2} i området fra 3800 nm til 4000 nm passere til den første referencedetektor.

[0073] Lyset af den første referencebølgelængde λ_{R1} og lyset fra den anden referencebølgelængde λ_{R2} ledes begge gennem dobbeltbåndpasfilteret og ankommer som en almindelig referencelysmængde med i det væsentlige to spektrale komponenter $\lambda_{R1} + \lambda_{R2}$ samlet på referencedetektoren. Denne referencelysmængde detekteres af den første referencedetektor som et nulsignal.

[0074] De typiske båndbredder af referencebølgelængdefilterelementet ligger inden for et område på +/- 100 nm symmetrisk i forhold til referencebølgelængderne λ_{R1} , λ_{R2} .

[0075] Toleranceområdet for referencebølgelængden af filterelementet, f.eks. på grund af fremstillingstolerancerne, opnår +/- 50 nm i tillæg til det interval, i hvilket det første optiske referencebølgelængdefilterelement nominelt per specifikation tillader lyset for den første referencebølgelængde λ_{R1} og lyset fra den anden referencebølgelængde λ_{R2} at passere.

30

[0076] I forbindelse med den foreliggende opfindelse forstås båndbredden af bølgelængdefilterelementerne som det område af filterelementerne, hvor transmissionen af lys gennem filterelementet reduceres med ikke mindre end 3 dB i forhold til transmission af lys ved transmissionsbølgelængden, idet der ved 5 transmissionsbølgelængde skal forstås målebølgelængden λ_M og den første og anden referencebølgelængde λ_{R1} , λ_{R2} .

[0077] I en variant af den første udførelsesform er målebølgelængdefilterelementet og/eller det første referencebølgefilterelement konstrueret som et diffraktivt optisk element. 10

[0078] I en yderligere variant af den første udførelsesform er målebølgelængdefilterelementet og/eller det første referencebølgefilterelement konstrueret som et optisk interferensfilter. 15

[0079] Miljømæssige påvirkninger, såsom temperatur, lufttryk, saltholdighed og i den foreliggende opfindelse fugtighed i den omgivende luft virker på målebølgelængden λ_M såvel som på den første λ_{R1} og den anden referencebølgelængde λ_{R2} . 20

[0080] Den første og anden referencebølgelængde λ_{R1} , λ_{R2} på den ene side, som beskrevet ovenfor, vælges således, at der ikke er nogen signalreduktion fra målgassen eller fra en anden gas fra måleomgivelserne. Endvidere er den første og anden referencebølgelængde λ_{R1} , λ_{R2} valgt således, at miljømæssige 25 påvirkninger, nemlig den direkte påvirkning af luftfugtighed og også den indirekte påvirkning af luftfugtighed på grund af saltindholdet, resulterer samlet i den samme påvirkning som signalreduktion, hvilket svarer til påvirkningen som signalreduktion ved målebølgelængden λ_M .

[0081] Til dette formål er den første referencebølgelængde λ_{R1} i en første variant af denne første udførelsesform valgt således, at påvirkningen af luftfugtighed er mindre markant end ved målebølgelængden λ_M , og den anden referencebølgelængde λ_{R2} vælges således, at påvirkningen af luftfugtigheden er mere 30

markant end ved målebølgelængden λ_M .

[0082] I en anden variant af denne første udførelsesform er den første referencébølgelængde λ_{R1} valgt således, at påvirkningen af luftfugtighed er mere markant end ved målebølgelængden λ_M og den anden referencebølgelængde λ_{R2} er valgt således, at påvirkningen af luftfugtigheden er mindre markant end ved målebølgelængden λ_M .

[0083] I den første og den anden variant af denne første udførelsesform resulterer den lavere og stærkere påvirkning af den direkte og indirekte påvirkning af luftfugtigheden på referencebølgelængderne λ på den første referencedetektor λ_{R1} , λ_{R2} sammenlignet med påvirkningen på målebølgelængden λ_M samlet af en påvirkning af størrelsesordenen, der i det væsentlige svarer til påvirkningen af luftfugtighed ved målebølgelængden λ_M . Med denne samlede påvirkning, selv under påvirkning af fugtighed, er der et samlet nulsignal tilgængeligt i drifts- og evalueringsindretningen, som kan anvendes som en referencevariabel for målesignalet til bestemmelse af gaskoncentrationen. Målgasens gaskoncentration bestemmes i drifts- og evalueringsindretningen ved henvisning og i forhold til målesignalet til nulsignalet. På denne måde elimineres påvirkningen af fugtighed på den gaskoncentration, der er bestemt i drifts- og evalueringsindretningen, da den virker i samme retning både det til målebølgelængden λ_M svarende målesignal såvel som det samlede nulsignalet, som samlet svarer til den første og anden referencebølgelængde.

[0084] I en anden udførelsesform kompenseres påvirkningen af fugtighed ifølge opfindelsen ved hjælp af evalueringen af signaler fra måledetektoren og signaler fra en første referencedetektor og signaler fra en anden referencedetektor i drifts- og evalueringsindretningen. I modsætning til den første udførelsesform anvendes to referencedetektorer, hver med et tilknyttet referencebølgelængdefilterelement, i den anden udførelsesform.

[0085] De to referencedetektorer omtales i den anden udførelsesform som en første referencedetektor og som en anden referencedetektor.

[0086] De to tilknyttede referencebølgelængdefilterelementer omtales i den anden udførelsesform som et første referencebølgelængdefilterelement og som et andet referencebølgelængdefilterelement.

5

[0087] Et optisk målebølgelængdefilterelement er anbragt foran måledetektoren og, og lader som et første båndpas lyset af målebølgelængden λ_M i området fra 3200 nm til 3500 nm passere til måledetektoren.

10 **[0088]** Den typiske båndbredde for målebølgelængdefilterelementet ligger inden for et område på +/- 100 nm symmetrisk i forhold til målebølgelængden λ_M .

[0089] Et toleranceområde for målebølgelængdefilterelementet, f.eks. på grund af fremstillingstolerancer resulterer +/- 50 nm i tillæg til det interval, i hvilket det
15 optiske målebølgelængde-filterelement nominelt per specifikation lader lyset af målebølgelængden λ_M passere.

[0090] Målebølgelængden λ_M er, som i den første udførelsesform, specifikt valgt og tilpasset den specifikke absorption af en signalreduktion af målesigna-
20 let ved måledetektoren af en given målgas ved en given koncentration over en effektiv optisk vejlængde i målekuvetten.

[0091] Den effektive optiske vejlængde opnås i form af længden af målekuvetten fra det installationsrum, der er tilgængeligt for måleindretningen, såvel som
25 den strukturelle konstruktion af målekuvetten og refleksionsegenskaberne for væggene i multirefleksionsmålekuvetten.

[0092] I en anvendelse med methan som målgas opnås for en specifikt tilpasset målebølgelængden λ_M i området fra 3200 nm til 3500 nm for en teknisk udførel-
30 sesform med en multirefleksionscelle en eksempelvis absorptionsrelateret signalreduktion på 10 % til 15 % af målesignalet ved måledetektoren med målgassen methan. I denne anvendelse med methan som målgas er der for eksempel en effektiv optisk vejlængde i målekuvetten i området fra 12 cm til 17 cm med

en indre længde af målekuvetten på 5 cm. I denne eksemplificerede anvendelse med methan som målgas opnås ved en given methankoncentration på 5 vol.-% endvidere en specifikke absorption på 10 % til 15 % af målesignalet ved måledetektoren. En methankoncentration på 5 vol.-% svarer til en værdi på 100 % af den nedre eksplosionsgrænse (LEL).

[0093] I en anvendelse med propan som målgas opnås en specifikt afstemt målebølgelængde λ_M i området fra 3300 nm til 3500 nm.

- 10 **[0094]** Et første optisk referencebølgelængdefilterelement er anbragt foran den første referencedetektor og lader som et båndpasfilter lyset fra den første referencebølgelængde λ_{R1} i området fra 3000 nm til 3200 nm passere til den første referencedetektor.
- 15 **[0095]** Et andet optisk referencebølgelængdefilterelement er anbragt foran den anden referencedetektor og lader som et båndpasfilter lyset fra den anden referencebølgelængde λ_{R2} i området fra 3800 nm til 4000 nm passere til den anden referencedetektor.
- 20 **[0096]** Lyset af den første referencebølgelængde λ_{R1} transmitteres gennem det første optiske referencebølgelængdefilterelement og ankommer som en første komponent i en referencelysmængde med en i det væsentlige spektral komponent λ_{R1} til den første referencedetektor.
- 25 **[0097]** Lyset af den anden referencebølgelængde λ_{R2} transmitteres gennem det andet optiske referencebølgelængdefilterelement og ankommer som en anden komponent i en referencelysmængde med en i det væsentlige spektral komponent λ_{R2} til den anden referencedetektor.
- 30 **[0098]** Efter detektion ved hjælp af den første og anden referencedetektor, kombineres den første og den anden del af referencelysmængden i drifts- og evalueringsindretningen i et nulsignal.

[0099] Den typiske båndbredde for det første referencebølgelængdefilterelement ligger inden for et område på +/- 100 nm symmetrisk omkring den første referencebølgelængde λ_{R1} .

- 5 **[0100]** Den typiske båndbredde for det andet referencebølgelængdefilterelement ligger i et område på +/- 100 nm symmetrisk omkring den anden referencebølgelængde λ_{R2} .

[0101] Et toleranceområde for transmission af det første og andet referencebølgelængdefilterelement, f.eks. på grund af fremstillingstolerancerne, opnår +/- 50 nm i tillæg til det interval, i hvilket det første optiske referencebølgelængdefilterelement nominelt per specifikation lader lyset for den første referencebølgelængde λ_{R1} og det andet og referencebølgelængdefilterelementerne nominelt per specifikation lader lyset fra den anden referencebølgelængde λ_{R2} passere.

15

[0102] I en variant af den anden udførelsesform er målebølgelængdefilterelementet og/eller det første referencebølgelængdefilterelement og eller det andet referencebølgelængdefilterelement konstrueret som et diffraktivt optisk element.

- 20 **[0103]** I en yderligere variant af den anden udførelsesform er målebølgelængdefilterelementet og/eller det første referencebølgelængdefilterelement og eller det andet referencebølgelængdefilterelement konstrueret som et optisk interferensfilter.

[0104] Miljømæssige påvirkninger, såsom temperatur, lufttryk, saltholdighed og i den foreliggende opfindelse fugt i den omgivende luft virker begge på målebølgelængden λ_M såvel som ved det første λ_{R1} og den anden referencebølgelængde λ_{R2} ud.

- 25 **[0105]** Den første og anden referencebølgelængde λ_{R1} , λ_{R2} på den ene side, som beskrevet ovenfor, er valgt således, at der ikke opnås nogen signalreduktion fra målgassen eller fra andre gasser i måleomgivelserne. Endvidere er den første og anden referencebølgelængde λ_{R1} , λ_{R2} (hver med den tilhørende båndbredde og maksimal transmission) valgt således, at miljømæssige påvirkninger,

nemlig den direkte påvirkning af luftfugtighed og også den indirekte påvirkning af luftfugtighed på grund af saltindholdet, i kombination i nulsignalet er bestemt i drifts- og evalueringsindretningen til at opnå den samme påvirkning på signalreduktionen, der svarer til påvirkningen på signalreduktionen ved målebølgelængden λ_M .

[0106] Til dette formål er den første referencebølgelængde λ i en første variant af denne anden udførelsesform R_1 valgt således, at den direkte og indirekte påvirkning af luftfugtighed er mindre udtalt end ved målebølgelængden λ_M , og den anden referencebølgelængde λ_{R2} vælges således, at den direkte og indirekte påvirkning af luftfugtigheden er mere markant end ved målebølgelængden λ_M .

[0107] I en anden variant af denne anden udførelsesform er den første referencebølgelængde λ_{R1} valgt således, at den direkte og indirekte påvirkning af luftfugtighed er mere markant end ved målebølgelængden λ_M , og den anden referencebølgelængde λ_{R2} vælges således, at den direkte og indirekte påvirkning af luftfugtigheden er mindre udtalt end ved målebølgelængden λ_M . I begge varianter af denne anden udførelsesform resulterer den lavere og stærkere påvirkning af den direkte og indirekte påvirkning af luftfugtigheden på det med den første referencebølgelængde λ_{R1} svarende signal ved den første referencedetektor og ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} svarende signal ved den anden referencedetektor i drifts- og evalueringsindretningen, der påvirker påvirkningen af luftfugtigheden ved målebølgelængden λ_M på måledetektoren. Selv i denne anden udførelsesform er der under påvirkning af fugtighed et nulsignal tilgængeligt i drifts- og evalueringsindretningen, som er egnet til målesignalet som en referencevariabel til bestemmelse af gaskoncentrationen.

[0108] Målgasens gaskoncentration bestemmes i drifts- og evalueringsindretningen som i den første udførelsesform ved henvisning og i forhold til målesignalet ved måledetektoren til nulsignalet.

[0109] På denne måde elimineres påvirkningen af fugtighed på den gaskoncentration, der er bestemt i drifts- og evalueringsindretningen, da den påvirker i

samme retning både på det til målebølgelængden λ_M svarende målesignal og virker på nulsignalet, som blev bestemt på basis af signalerne fra den første og anden referencebølgelængde ved den første og anden referencedetektor.

- 5 **[0110]** I en foretrukken variant af den første og anden udførelsesform er den første og den anden referencebølgelængde λ_{R1} og λ_{R2} i forhold til målebølgelængden λ_M valgt således, at strålingskildens spektrale emissionskarakteristika tages i betragtning.
- 10 **[0111]** Denne overvejelse opnås ved, at den første referencebølgelængde λ_{R1} er valgt således, at der ved absorptionen ved den første referencebølgelængde λ_{R1} på grund af påvirkningen af fugtighed og på grund af den spektrale lysintensitet ved den første referencebølgelængde λ_{R1} der er forårsaget af den spektrale emissionskarakteristik for strålingskilden, samlet opnås en første andel af
- 15 nulsignalet, som samlet med den anden del af nulsignalet, som opnås ved absorptionen ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} der er forårsaget af påvirkning af fugtighed og den spektrale lysintensitet ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} , der er forårsaget af den spektrale emissionskarakteristik for strålingskilden, opnås nulsignalet, som svarer til påvirkningen af absorptionen
- 20 ved målebølgelængden λ_M på grund af påvirkningen af fugtighed og den spektrale lysintensitet ved målebølgelængden λ_M der er forårsaget af strålingskildens spektrale emissionskarakteristik.

- [0112]** Ifølge opfindelsen er den første og den anden referencebølgelængde λ_{R1} og λ_{R2} valgt således, at transmissionsegenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement og målebølgelængdefilterelement også tages i betragtning.

- [0113]** Denne overvejelse opnås ved, at den første referencebølgelængde λ_{R1} vælges således, at den første komponent af nulsignalet samlet opnås fra absorptionen ved den første referencebølgelængde λ_{R1} der er forårsaget af påvirkningen af fugtighed og transmissionsegenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement ved den første referencebølgelængde λ_R , og

den anden komponent i nulsignalet opnås samlet fra absorptionen ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} der er forårsaget af påvirkningen af fugtighed og transmissionsegenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} , således at nulsignalet viser på-
5 virkningen af absorptionen ved målebølgelængden λ_M på grund af påvirkningen af fugtighed og transmissionsegenskaberne for målebølgelængdefilterelementet ved målebølgelængden λ_M .

[0114] I henhold til opfindelsen i den første og anden udførelsesform er den
10 første og den anden referencebølgelængde λ_{R1} og λ_{R2} i forhold til målebølgelængden λ_M valgt således, at de spektrale emissionskarakteristika for strålingskilden og transmissionsegenskaberne for målebølgelængdefilterelementet og det mindst ene referencebølgelængdefilterelement tages i betragtning.

15 **[0115]** Denne overvejelse opnås ved, at den første referencebølgelængde λ_{R1} er valgt således, at den første komponent af nulsignalet samlet opnås fra absorptionen ved den første referencebølgelængde λ_{R1} der er forårsaget af påvirkningen af fugtighed og transmissionsegenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement og den spektrale lysintensitet ved den første re-
20 ferencebølgelængde λ_{R1} som er forårsaget af strålingskildens spektrale emissionskarakteristika, og den anden komponent i nulsignalet opnås samlet fra absorptionen ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} der er forårsaget af påvirkningen af fugtighed og transmissionsegenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement og den spektrale lysintensitet ved den anden re-
25 ferencebølgelængde λ_{R2} som er forårsaget af den spektrale emissionskarakteristik for strålingskilden, således at nulsignalet svarer til påvirkningen af absorptionen ved målebølgelængden λ_M på grund af påvirkningen af fugtighed og transmissionsegenskaberne for målebølgelængdefilterelementet og den spektrale lysintensitet ved målebølgelængden λ_M , som er forårsaget af strålingskil-
30 dens spektrale emissionskarakteristika.

[0116] Ifølge opfindelsen er det ikke kun placeringen af den første og anden referencebølgelængde i forhold til målebølgelængden λ_M i det spektrale interval

afhængigt af strålingskildens emissionskarakteristika, transmissionsegenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement og målebølgelængdehenvi-
sningselementet, og absorptionen ved den første og anden refer-
encebølgelængde på grund af påvirkningen af fugtighed, men transmissions-
5 egenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement er også
baseret på emissionskarakteristikkerne for strålingskilden og tilpasset til målin-
gens følsomhed af den mindst ene referencedetektor ved den første og anden
referencebølgelængde.

10 **[0117]** Til dette formål er båndbredden af det mindst ene referencebølgelæng-
defilterelement for den første og den anden referencebølgelængde valgt for-
skelligt og forskelligt fra hinanden, således at forløbet for den spektrale intensi-
tet af strålingskilden og/eller de forskellige målefølsomheder af den mindst ene
referencedetektor ved den første og ved den anden referencebølgelængde ta-
15 ges i betragtning og afbalanceres.

[0118] Den første og anden udførelsesform muliggør et valg af referencebølge-
længderne λ_{R1} , λ_{R2} på den spektrale skala over og under målebølgelængden
 λ_M , hvor ikke kun miljømæssige påvirkninger, nemlig påvirkning af fugtighed,
20 den nøjagtige placering af referencebølgelængderne λ_{R1} , λ_{R2} på den spektrale
skala i forhold til målebølgelængden λ_M bestemmer, men de øvrige komponent-
ter i måleindretningen, det nøjagtige valg af referencebølgelængder λ_{R1} , λ_{R2} på
den spektrale skala bestemmer med.

25 **[0119]** I en forenklet første fremgangsmåde til bestemmelse af referencebølge-
længderne λ_{R1} , λ_{R2} ifølge den første udførelsesform med et dobbeltbåndspas
som et referencebølgelængdefilterelement, hvor transmissionsegenskaberne
for målebølgelængdefilterelementet og referencebølgelængdefilterelementet
såvel som de spektrale emissionskarakteristika for strålingskilden ikke tages i
30 betragtning og under antagelsen af, at lysabsorptionen forårsaget af påvirknin-
gen af fugtighed over den optiske målevej i det spektrale område under målin-
gens bølgelængde λ_M i området over målebølgelængden λ_M er en kurve, der
beskriver en lineært faldende funktion tilstrækkelig, som er i en i det væsentlige

symmetrisk afstand mellem de to referencebølgelængder λ_{R1} , λ_{R2} fra målebølgelængden λ_M . Dette er fx resultatet af den forenklede tilgang ved en målbølgelængde λ_M på 3300 nm en første referencebølgelængde λ_{R1} på 3100 nm og en anden referencebølgelængde λ_{R2} på 3900 nm.

5

[0120] Under hensyntagen til et variabelt forløb af strålingskildens spektrale intensitet i bølgelængdeområdet for den første og anden referencebølgelængde λ_{R1} , λ_{R2} og målebølgelængden λ_M under hensyntagen til en lysabsorption over den optiske målestrækning i det spektrale område og under målebølgelængden λ_M på grund af afvigelsen fra den lineære forløb på grund af påvirkningen af fugtighed og under hensyntagen til spektrale emissionskarakteristika for strålingskilden og transmissionsegenskaberne for det målebølgelængdefilterelementet og transmissionsegenskaberne for referencebølgelængdefilterelementet, opnås i en anden fremgangsmåde ifølge den første udførelsesform med et referencebølgelængdefilterelement der er tilpasset som et dobbeltbåndspas ved en målebølgelængde λ_M på 3300 nm, et design med en første referencebølgelængde λ_{R1} med 3100 nm og med en anden referencebølgelængde λ_{R2} på 3900 nm.

[0121] De følgende formler forklarer dannelsen af nulsignalet og fugtighedskompensationen der er baseret på det i en forenklet form. I forbindelse med en forenklet repræsentation beskrives absorptionen i form af et absorptionssignal, der skal forstås både som en fysisk og som en elektrisk størrelse.

Formelsymboler:

25 **[0122]**

λ_M : målebølgelængde

λ_{R1} : første referencebølgelængde λ_{R1}

30

λ_{R2} : anden referencebølgelængde λ_{R2}

$A(\lambda)$: absorptionssignal afhængigt af en bølgelængde λ

- Z: målgas
- K (Z): målgaskoncentration
- 5
- H: relativ luftfugtighed i gasrummet af målekuvetten
- T (λ): transmissionsegenskaber for bølglængdefilterelementet ved bølglængden λ
- 10
- SR (λ): strålingskildens emissionsegenskaber ved bølglængden λ
- A (λ_{R1} , λ_{R2}): samlet referenceabsorptionssignal ved den første referencebølglængde λ_{R1} og ved den anden referencebølglængde λ_{R2}
- 15
- A (H, λ_{R1}): absorptionssignal på grund af luftfugtigheden ved den første referencebølglængde λ_{R1}
- A (H, λ_{R2}): absorptionssignal på grund af luftfugtigheden ved den anden referencebølglængde λ_{R2}
- 20
- A (H, λ_M): absorptionssignal på grund af luftfugtigheden ved målebølglængden λ_M
- 25
- A (Z, λ_{R1}): absorptionssignal på grund af målgassen ved den første referencebølglængde λ_{R1}
- A (Z, λ_{R2}): absorptionssignal på grund af målgassens ved den anden referencebølglængde λ_{R2}
- 30
- A (Z, λ_M): absorptionssignal på grund af målgassen ved målebølglængden λ_M

- A (0, λ_M): nulsignal uden absorption af målgassen og uden påvirkning af fugt ved målebølgelængden λ_M
- 5 A (0, H, λ_M): nulsignal uden absorption af målgassen og med påvirkning af fugtighed ved målebølgelængden λ_M
- A (Z, H, λ_{R1} , λ_{R2}):
samlet absorptionssignal ved den første referencebølgelængde λ_{R1} og ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} på grund af luftfugtighed og målgassen
- 10 A (Z, H, λ_M): samlet absorptionssignal ved måling af bølgelængde λ_M på grund af luftfugtighed og målgassen
- 15 A (Z, H, T, S, λ_{R10} , λ_{R20}) :
samlet absorptionssignal ved de tilpassede referencebølgelængder λ_{R10} og λ_{R20} på grund af luftfugtigheden og på grund af målgassen inklusive transmissionsegenskaberne for det mindst ene referencebølgelængdefilterelement ved de tilpassede referencebølgelængder λ_{R10} , λ_{R20} og strålingskildens emissionsegenskaber ved de tilpassede referencebølgelængder λ_{R10} , λ_{R20}
- 20 A (Z, H, T, S, λ_M):
samlet absorptionssignal ved måling af bølgelængde λ_M på grund af luftfugtigheden og på grund af målgassen inklusive transmissionsegenskaberne for det målende bølgelængde filterelement ved målebølgelængden λ_M og strålingskildens emissionsegenskaber ved målebølgelængden λ_M .
- 25
- 30 **[0123]** Følgende forklaringer og afledninger beskriver compensationen af påvirkningen af fugt ved hjælp af de forenklede ligninger.

[0124] Referencebølgelængderne vælges således, at ingen absorption af målgas ved den første og anden referencebølgelængde λ_{R1} , λ_{R2} opnås. Dette er beskrevet med formel [1] og formel [2].

$$A(Z, \lambda_{R1}) = 0 \quad [1]$$

5 $A(Z, \lambda_{R2}) = 0 \quad [2]$

[0125] Der finder en absorption sted med en effekt af en signalreduktion af $k1$ af målgassen uden påvirkning af fugt ved målebølgelængden λ_M .

10 **[0126]** Målebølgelængden λ_M og den effektive optiske vejlængde koordineres og vælges således, at der opnås en signalreduktion for målgassen methan med $k1 = 0,85$ sammenlignet med nulsignalet $A(0, \lambda_M)$. Dette beskriver formel [3].

$$A(Z, \lambda_M) = k1 * A(0, \lambda_M) \quad [3]$$

15 **[0127]** Der finder en yderligere signalreduktion sted på $k2$ sammenlignet med nulsignalet $A(0, \lambda_M)$ og sammenlignet med målesignalet $A(Z, \lambda_M)$ i nærvær af målgas på grund af påvirkningen af fugt på målebølgelængden λ_M . Dette beskriver formel [4].

$$A(Z, H, \lambda_M) = k2 * k1 * A(0, \lambda_M) \quad [4]$$

20 Absorptionen ved referencebølgelængderne λ_{R1} , λ_{R2} med fugt opnås samlet som et referenceabsorptionssignal fra absorptionen der er forårsaget af luftfugtigheden og af målgassen. Dette beskriver formel [5].

$$A(Z, H, \lambda_{R1}, \lambda_{R2}) = A(Z, \lambda_{R1}) + A(Z, \lambda_{R2}) + A(H, \lambda_{R1}) - A(H, \lambda_{R2}) \quad [5]$$

Under hensyntagen til [1] og [2] forenkles formel [5] til formel [6].

$$A(H, \lambda_{R1}, \lambda_{R2}) = A(H, \lambda_{R1}) + A(H, \lambda_{R2}) \quad [6]$$

25 Med inkluderingen af signalreduktionen $k2$ resulterer dette i formel [7] som et samlet referenceabsorptionssignal i forhold til absorptionen ved referencebølgelængderne uden påvirkning af fugt.

$$A(H, \lambda_{R1}, \lambda_{R2}) = A(H, \lambda_{R1}) + A(H, \lambda_{R2}) = k2 * (A(\lambda_{R1}) + A(\lambda_{R2})) \quad [7]$$

30 Hvis man tager målesignalet $A(Z, H, \lambda_M)$ [4] for det samlede referencesignal $A(H, \lambda_{R1}, \lambda_{R2})$ [6], [7] som kvotient [8], opnås et koncentrationssignal der er afhængigt af målgassen med kompensation for påvirkningen af fugt.

$$K(Z, H) = (k_2 * k_1 * A(0, \lambda_M)) / (k_2 * (A(\lambda_{R1}) + A(\lambda_{R2}))) \quad [8]$$

$$K(Z, H) = (k_1 * A(0, \lambda_M)) / (A(\lambda_{R1}) + A(\lambda_{R2})) \quad [9]$$

[0128] Det ses herfra, at påvirkningen af fugtighed k_2 i formlen [9] kan elimine-
 5 res, og at målgaskoncentrationen således opnås fra signalreduktionen k_1 sam-
 menlignet med nulsignalet $A(0, \lambda_M)$ ved målebølgelængden λ_M og det samlede
 referencesignal $A(\lambda_{R1}, \lambda_{R2})$ ved referencebølgelængderne $\lambda_{R1}, \lambda_{R2}$.

[0129] Under hensyntagen til strålingskildens emissionsegenskaber og filter-
 10 elementernes transmissionsegenskaber opnås der en udvidet formel [10] til må-
 lebølgelængde og en udvidet formel [11] til referencebølgelængder $\lambda_{R10}, \lambda_{R20}$,
 der er tilpasset disse emissionsegenskaber af strålingskilden og transmissions-
 egenskaberne for referencebølgelængdefilterelementerne. Emissionsegenska-
 15 egenskaberne for målebølgelængdefilterelementet ved målebølgelængden λ_M
 er inkluderet i en tilpasset reduktionsfaktor k_{10} .

[0130] Emissionsegenskaberne $S(\lambda_{R10}, \lambda_{R20})$ og transmissionsegenskaber T
 ($\lambda_{R10}, \lambda_{R20}$) af referencebølgelængdefilterelementerne inkluderes yderligere til
 20 påvirkningen af luftfugtigheden H i en tilpasset faktor k_{20} . Ud over transmissio-
 nen ved bølgelængden er de respektive båndbredder også inkluderet i trans-
 missionsegenskaberne for målebølgelængdefilterelementerne og referencebøl-
 gelængdefilterelementerne, nemlig

$$A(Z, H, T, S, \lambda_M) = k_{20} * k_{10} * A(0, \lambda_M) \quad [9]$$

$$25 \quad A(H, T, S, \lambda_{R10}, \lambda_{R20}) = A(H, T, S, \lambda_{R10}) + A(H, T, S, \lambda_{R20}) = k_{20} * (A(\lambda_{R10}) + A(\lambda_{R20})), \quad [10]$$

således at der i kvotientdannelsen [11] opnås et koncentrationssignal, der af-
 hænger af målgassen med compensation for påvirkningen af fugtighed under
 hensyntagen til strålingskildens emissionsegenskaber og transmissionsegen-
 skaberne for referencebølgelængdefilterelementerne med de tilpassede refe-
 30 rencebølgelængder $\lambda_{R10}, \lambda_{R20}$.

$$K(Z, H, T, S) = (k_{20} * k_{10} * A(0, \lambda_M)) / (k_2 * (A(\lambda_{R10}) + A(\lambda_{R20}))) \quad [11]$$

$$K(Z, H, T, S) = (k_{10} * A(0, \lambda_M)) / (A(\lambda_{R1}) + A(\lambda_{R2})) \quad [12]$$

[0131] Dermed opnås målgaskoncentrationen af signalreduktionen k_{10} sammenlignet med nulsignalet $A(0, \lambda_M)$ ved målebølgelængden λ_M og det samlede
 5 referencesignal $A(\lambda_{R10}, \lambda_{R10})$ ved de tilpassede referencebølgelængder λ_{R10} , λ_{R20} .

[0132] De foretrukne udførelsesformer for den foreliggende opfindelse er forklaret mere detaljeret under henvisning til de følgende figurer. Deri viser

10

Fig. 1a en første udførelsesform for en måleindretning til infrarød optisk måling af gasser og gasblandinger med compensation for miljømæssige påvirkninger,

15 Fig. 1b et detaljeret billede af den første udførelsesform for måleindretningen ifølge Fig. 1a,

Fig. 2a en anden udførelsesform for en måleindretning til infrarød optisk måling af gasser og gasblandinger med compensation for miljømæssige påvirkninger,
 20

Fig. 2b et detaljeret billede af den anden udførelsesform for måleindretningen ifølge Fig. 2a,

25 Fig. 3 en spektral repræsentation af bølgelængderne der er anvendt i måleindretningen ifølge Fig. 1a, 1b, 2a, 2b.

[0133] I Fig. 1 er vist en første måleindretning 1 til den infrarøde optiske måling
 30 af gasser og gasblandinger med compensation for miljømæssige påvirkninger med et hus 2 med en målekuvette 3, en drifts- og evalueringsindretning 8, en styreindretning 9, en energiforsyningsindretning 13 med en derpå anbragt tilførselsgrænseflade 14, en kommunikationsindretning 16, hvortil en visningsindret-

ning 15, en alarmindretning 18 og en datagrænseflade 17 er tilsluttet.

[0134] Drifts- og evalueringsindretningen 8 er forbundet til styreindretningen 9, energiforsyningsindretningen 13 og kommunikationsindretningen 16. Energiforsyningsindretningen 13 forsyner alarmindretningen 18, displayindretningen 15, styreindretningen 9, kommunikationsindretningen 16 og styreindretningen 9 med elektrisk energi.

[0135] En optisk alarmindretning 19 og en akustisk alarmindretning 20 er forbundet til alarmindretningen 18.

[0136] Målekuvetten 3 omfatter en strålingskilde 4, et gasindløb 5 med et beskyttelseelement 7, der er anbragt i forhold til måleomgivelserne 6, varmeelementer 10, en første temperatursensor 11 og en anden temperatursensor 12, en måledetektor 21, et målebølgelængdefilterelement 22, en første referencedetektor 23 og et første referencebølgelængdefilterelement 24. Den første temperatursensor 11 og den anden temperatursensor 12, måledetektoren 21, hvilken første referencedetektor 23 er forbundet til drifts- og evalueringsindretningen 8. Målekuvetten 3 er udført som en multirefleksionsmålekuvette 3 i den første måleindretning 1.

[0137] Strålingskilden 4 udsender lys i et infrarødt bølgelængdeområde λ_{xn} 29 (Fig. 1b) i målekuvetten 3, dette lys reflekteres flere gange i målekuvetten 3, absorberes af målgassen langs den optiske vej for målekuvetten 3 og ankommer som IR-lys λ_{xk} 29' (Fig. 1b) på målebølgelængdefilterelementet 22 og på det første referencebølgelængdefilterelement 24.

[0138] Målebølgelængdefilterelementet 22 lader kun en brøkdel af lyset i intervallet for IR-målebølgelængden λ_{mx} 30 (Fig. 1b), i det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' passere til måledetektoren 21.

[0139] Det første referencebølgelængdefilterelement 24 lader kun en del af lyset i området for den første IR-referencebølgelængde λ_{Rx1} 31 (Fig. 1b) og en del

af lyset i området for den anden IR-referencebølgelængde λ_{RX2} 32 (Fig. 1b) i det infrarøde bølgelængdeområde λ_{XK} 29' (Fig. 1b) passere til den første referencedetektor 23. I drifts- og evalueringsindretningen 8 kombineres signaler fra måledetektoren 21, der svarer til intensiteten af målebølgelængden λ_{MX} 30 (Fig. 5 1b) som er detekteret af den første måledetektor 21, og signalerne fra den første referencedetektor 23, svarende til den samlede intensitet af den første referencebølgelængde λ_{R1} 31 (Fig. 1b) og den anden referencebølgelængde λ_{R2} 32 (Fig. 1b) der er detekteret af den første referencedetektor 23, med hinanden på en sådan måde, at en målgaskoncentration bestemmes. Denne målgaskoncentration videresendes af drifts- og evalueringsindretningen 8 til kommunikationsindretningen 16, derfra til displayindretningen 15, alarmindretningen 18 og datagrænsefladen 17. Hvis forudbestemte grænseværdier for målgaskoncentrationen overskrides, udløser alarmindretningen 18 alarmer via den optiske alarmindretning 19 og/eller den akustiske alarmindretning 20.

15

[0140] I Fig. 1b er vist et delsnit 3' af målekuvetten 3 ifølge Fig. 1a. De samme elementer i Fig. 1a og i Fig. 1b er forsynet med de samme henvisningstal som i Fig. 1a.

20 **[0141]** Det viste delsnit 3' viser måleelementerne der er anbragt på den ene side af målekuvetten 3 (Fig. 1a) (strålingskilde 4, måledetektor 21, målebølgelængdefilterelement 22, første referencedetektor 23, første referencebølgelængdefilterelement 24).

25 **[0142]** Strålingskilden 4 udsender lys som et i det væsentlige ikke-homogent lysbundet 40 langs en optisk akse 50 i et infrarødt bølgelængdeområde λ_{Xn} 29 ind i målekuvetten 3 (Fig. 1a), hvilket lys reflekteres flere gange i multirefleksionsmålekuvetten 3 (Fig. 1a), absorberes af målgassen langs den optiske vej i målekuvetten 3 (Fig. 1a) og ankommer som IR-lys λ_{XK} 29' på målebølgelængdefilterelementet 22 og på det første referencebølgelængdefilterelement 24.

30

[0143] Målebølgelængdefilterelementet 22 lader for det infrarøde bølgelængdeområde λ_{XK} 29' kun en del af lyset inden for området af IR-målebølgelængden

λ_{mx} 30 passere til måledetektoren 21.

[0144] Det første referencebølgelængdefilterelement 24 lader for det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' kun en del af lyset i området for den første IR-referancebølgelængde λ_{Rx1} 31 og en del af lyset i området for den anden IR-referancebølgelængde λ_{Rx2} 32 passere til den første reference detektor 23.

[0145] Måledetektoren 22 og referencedetektoren 23 er forbundet til drifts- og evalueringsindretningen 8 (Fig. 1a), så signalerne fra måledetektoren 22 og referencedetektoren 23 i drifts- og evalueringsindretningen 8 (Fig. 1a) kan evalueres for at bestemme en målgaskoncentration under compensation af påvirkningen af fugtigheden, der er til stede i målgassen.

[0146] Fig. 2a viser n anden måleindretning 100 til den infrarøde optiske måling af gasser og gasblandinger med compensation for miljømæssige påvirkninger. De samme elementer i Fig. 2a og i Fig. 1a er forsynet med de samme henvisningstal som i Fig. 1a.

[0147] Den anden måleindretning 100 er vist med et hus 2, en målekuvette 33, en drifts- og evalueringsindretning 8, en styreindretning 9, en energiforsyningsindretning 13 med en tilførselsgrænseflade 14 der er anbragt derpå, en kommunikationsindretning 16, hvortil en visningsindretning 15, en alarmindretning 18 og en datagrænseflade 17 er tilsluttet.

[0148] Drifts- og evalueringsindretningen 8 er forbundet til styreindretningen 9, energiforsyningsindretningen 13 og kommunikationsindretningen 16. Energiforsyningsindretningen 13 forsyner alarmindretningen 18, displayindretningen 15, styreindretningen 9, kommunikationsindretningen 16 og kontrolindretningen 9 med elektrisk energi.

30

[0149] En optisk alarmindretning 19 og en akustisk alarmindretning 20 er forbundet til alarmindretningen 18. Målekuvetten 33 er i denne anden måleindretning 100 tilpasset som en multirefleksionsmålekuvette 3.

[0150] Målekuvetten 33 omfatter en strålingskilde 4, et gasindløb 5 med et beskyttelseselement 7, der er anbragt i forhold til måleomgivelserne 6, varmeelementer 10, en første temperatursensor 11 og en anden temperatursensor 12, en måledetektor 21, et målebølgelængdefilterelement 22, en første referencedetektor 25, et første referencebølgelængdefilterelement 26, en anden referencedetektor 27 og et andet referencebølgelængdefilterelement 28. Den første temperatursensor 11 og den anden temperatursensor 12, måledetektoren 21, den første og den anden referencedetektor 25, 27 er forbundet til drifts- og evalueringsindretningen 8.

[0151] Strålingskilden 4 udsender lys i et infrarødt bølgelængdeområde λ_{xn} 29 ind i målekuvetten 3, dette lys reflekteres flere gange i målekuvetten 3 (Fig. 1a), absorberes af målgassen langs den optiske vej for målekuvetten 3 (Fig. 1a) og ankommer som IR-lys λ_{xk} 29' på målebølgelængdefilterelementet 22 såvel som på det første referencebølgelængdefilterelement 26 og på det andet referencebølgelængdefilterelement 28. Målebølgelængdefilterelementet 22 lader kun en del af lyset inden for IR-målebølgelængde λ_{mx} 30 (Fig. 2b) af det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' (Fig. 2b) passere til måledetektor 21.

20

[0152] Det første referencebølgelængdefilterelement 26 lader kun en del af lyset i området for den første IR-referencebølgelængde λ_{rx1} 31 (Fig. 2b) af det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' (Fig. 2b) passere til den første referencedetektor 25.

25

[0153] Det andet referencebølgelængdefilterelement 28 lader kun en del af lyset i området for den anden IR-referencebølgelængde λ_{rx2} 32 (Fig. 2b) af det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' (Fig. 2b) passere til den anden referencedetektor 27.

30

[0154] I drifts- og evalueringsindretningen 8 svarer signalererne fra måledetektoren 21 der svarer til intensiteten af målebølgelængden λ_{mx} 30 (Fig. 2b) som er detekteret af den første måledetektor 21 og signalererne fra den første reference-

detektor 25 der svarer til intensiteten af den første referencebølgelængde λ_{Rx1} 31 (Fig. 2b) som er detekteret af den første referencedetektor 25 og signalerne fra den anden referencedetektor 27, der svarer til intensiteten af den anden referencebølgelængde λ_{Rx2} 32 (Fig. 2b) som er detekteret af den anden referen-

5 cedetektor 27, kombineres med hinanden på en sådan måde, at en målgaskoncentration bestemmes. Denne målgaskoncentration videresendes af drifts- og evalueringsindretningen 8 til kommunikationsindretningen 16, derfra til displayindretningen 15, alarmindretningen 18 og datagrænsefladen 17. Hvis forudbestemte grænseværdier for målgaskoncentrationen overskrides, udløser alarm-

10 indretningen 18 alarmer via den optiske alarmindretning 19 og/eller den akustiske alarmindretning 20.

[0155] Fig. 2b viser et delsnit 33' af målekuvetten 33 ifølge Fig. 2a. De samme elementer i Fig. 2a og i Fig. 2b er forsynet med de samme henvisningstal som i

15 Fig. 2a.

[0156] Det viste delsnit 33 viser måleelementerne, der er anbragt på den ene side af målekuvetten 33 (Fig. 2a) (strålingskilden 4, måledetektoren 21, målebølgelængdefilterelementet 22, den første referencedetektor 25, det første referencebølgelængdefilterelement 26, den anden referencedetektor 27, det andet

20 referencebølgelængdefilterelement 28).

[0157] Strålingskilden 4 udsender lys som et i det væsentlige ikke-homogent lysbundet 40 langs en optisk akse 50 i et infrarødt bølgelængdeområde λ_{xn} 29

25 ind i målekuvetten 33 (Fig. 2a).

[0158] Dette lys reflekteres flere gange i multirefleksionsmålekuvetten 33 (Fig. 2a), absorberes af målgassen langs den optiske vej for målekuvetten 33 (Fig. 2a) og ankommer som IR-lys λ_{xk} 29' på målebølgelængdefilterelementet 22 og

30 på det første referencebølgelængdefilterelement 26 og på det andet referencebølgelængdefilterelement 28.

[0159] Målebølgelængdefilterelementet 22 lader kun en del af lyset inden for

IR-målingens bølgelængde λ_{mx} 30 af det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' passere til måledetektoren 21.

[0160] Det første referencebølgelængdefilterelement 26 lader kun en del af lyset i området for den første IR-referencebølgelængde λ_{Rx1} 31 af det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' passere til den første referencedetektor 25.

[0161] Det andet referencebølgelængdefilterelement 28 lader kun en del af lyset i området for den anden IR-referencebølgelængde λ_{R2} det infrarøde bølgelængdeområde λ_{xk} 29' 32 passere til den anden referencedetektor 27.

[0162] Måledetektoren 22 og den første og anden referencedetektor 25, 27 er forbundet til drifts- og evalueringsindretningen 8 (Fig. 1a), således at signalerne fra måledetektoren 22 og referencedetektorerne 25, 27 der evalueres i drifts- og evalueringsindretningen 8 (Fig. 1a) kan anvendes til at bestemme en målgaskoncentration, mens den kompenserer for påvirkningen af fugtigheden der er til stede i målgassen.

[0163] I Fig. 3 er vist en gengivelse af de anvendte målebølgelængder, referencebølgelængderne for måleindretningen 1 ifølge Fig. 1a, 1b og måleindretningen 100 ifølge Fig. 2a, 2b.

[0164] På en abscisse (X-akse) 150 vises et bølgelængdeområde 200 fra 2800 nm til 4400 nm i en lineær skalering.

25

[0165] Over dette bølgelængdeområde 200 er der en absorption 210 af vand og/eller fugtighed fra måleomgivelserne 6 (Fig. 1a, Fig. 2a), en transmission 220 af det første referencebølgelængdefilterelement 24 (Fig. 1a, Fig. 1b) eller på en ordinat (Y-akse) 160 det første referencebølgelængdefilterelement 26 (Fig. 2a, Fig. 2b) ved den første referencebølgelængde, en transmission 240 af det første referencebølgelængdefilterelement 24 (Fig. 1a, Fig. 1b) eller det andet referencebølgelængdefilterelement 28 (Fig. 2a, Fig. 2b) ved den anden referencebølgelængde, en transmission 230 af det første målebølgelængde-

filterelement 22 (Fig. 1a, Fig. 1b, Fig. 2a, Fig. 2b) ved målebølgelængden og emissionen 260 fra strålingskilden 4 (Fig. 1a, 1b, 1c, 1d) er vist med stiplede linjer.

- 5 **[0166]** Transmissionerne 220, 230, 240 er vist i Fig. 3 uden påvirkning af absorptionen af målgassen i bølgelængdeområdet 200.

[0167] Transmissionen 220 er vist med en maksimal værdi af transmissionen 221 ved referencebølgelængden λ_{R1} på 3100 nm.

10

[0168] Transmissionen 240 har en maksimal værdi af transmissionen 241 ved referencebølgelængden λ_{R2} på 3900 nm. Transmissionen 230 har en maksimal værdi for transmission 221 ved målebølgelængden λ_{mx} 30 på 3300 nm. I og på transmissionerne 220, 230, 240 vist i Fig. 3 er den respektive gennemsnitlige
15 transmissionsbølgelængde med den tilhørende båndbredde desuden vist i en skematisk forenklet form.

[0169] Transmissionen 220 omfatter ved den første referencebølgelængde λ_{R1} en båndbredde på ca. 90 nm symmetrisk omkring den maksimale værdi 221
20 ved den første bølgelængde λ_{R1} . Transmissionen 240 omfatter ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} en båndbredde på ca. 120 nm symmetrisk omkring den maksimale værdi 241 ved den anden referencebølgelængde λ_{R2} .
Transmissionen 230 omfatter ved målebølgelængden λ_{mx} en båndbredde 232 på ca. 100 nm symmetrisk omkring den maksimale værdi 231 ved målebølgelængden λ_{mx} 30.
25

[0170] Valget af båndbredde og maksimumværdierne for transmissionen 221, 241 af det første referencebølgelængdefilterelement 24 (Fig. 1a, 1b) ved referencebølgelængderne λ_{R1} , λ_{R2} tager for en måleindretning 1 ifølge Fig. 1a og
30 Fig. 1b hensyn til såvel forløbet af absorption 210 af vand og fugtighed, der falder over bølgelængdeområdet 200, og forløbet af emissionen af strålingskilden 4 (Fig. 1a, 1b) der falder over bølgelængdeområdet 200 på en sådan måde, at der for et signal ved den første referencedetektor 23 (Fig. 1a, Fig. 1b) opnås

den samme effekt af absorptionen 210 af vand og fugtighed som ved måledetektoren 21 (Fig. 1a, Fig. 1b) i kombination med målebølgelængdefilterelementet 22 (Fig. 2a, Fig. 2b).

- 5 **[0171]** Valget af båndbredde og maksimumværdierne for transmissionen 221, 241 af referencebølgelængdefilterelementerne 26, 28 (Fig. 2a, 2b) ved referencebølgelængderne λ_{R1} , λ_{R2} , tager for en måleindretning 100 ifølge Fig. 2a og Fig. 2b hensyn til både forløbet af absorptionen 210 af vand og fugtighed, der falder over bølgelængdeområdet 200, og forløbet af emissionen af strålingskil-
- 10 den 4 (Fig. 2a, 2b), der falder over bølgelængdeområdet 200 på en sådan måde, at der for et signal ved den første og ved den anden referencedetektor 25, 27 (Fig. 2a, Fig. 2b), opnås den samme virkning fra absorption 210 af vand og fugtighed som ved måledetektoren 21 (Fig. 2a, Fig. 2b) i kombination med målebølgelængdefilterelementet 22 (Fig. 2a, Fig. 2b).

15

Liste over referencenumre:

- [0172]**
- | | | |
|----|----|----------------------------------|
| | 1 | første måleindretning |
| 20 | 2 | huse |
| | 3 | kuvette |
| | 4 | strålingskilde |
| | 5 | gasindtag |
| | 6 | måleomgivelser |
| 25 | 7 | beskyttelseselement |
| | 8 | drifts- og evalueringsindretning |
| | 9 | kontrolindretning |
| | 10 | varmeelementer |
| | 11 | første temperatursensor |
| 30 | 12 | anden temperatursensor |
| | 13 | strømforsyningsanlæg |
| | 14 | indføringsgrænseflade |
| | 15 | vis indretning |

- 16 kommunikationsindretning
- 17 datagrænseflade
- 18 alarmindretning
- 19 optisk alarmindretning
- 5 20 akustisk alarm
- 21 måledetektor
- 22 målebølgelængdefilterelement
- 23 første referencedetektor
- 24 første referencebølgelængdefilterelement
- 10 25 første referencedetektor
- 26 første referencebølgelængdefilterelement
- 27 anden referencedetektor
- 28 andet referencebølgelængdefilterelement
- 29 IR-bølgelængdeområde λ_{Xn}
- 15 29' IR-bølgelængdeområde λ_{Xk}
- 30 IR-måling bølgelængde λ_{mx}
- 31 første IR-referencebølgelængde
- 32 anden IR-referencebølgelængde λ_{RX2}
- 33 kuvette
- 20 40 lysstråle
- 50 optisk akse
- 100 anden måleindretning
- 150 abscisse (x-akse)
- 160 ordinat (Y-akse)
- 25 200 bølgelængdeområde
- 210 absorption af vand og/eller fugt
- 220 transmission af det første eller første referencebølgelængdefilterelementer
- 221 maksimal værdi for transmission af det første eller første referencebølgelængdefilterelement
- 30 230 transmission af målbølgelængdefilterelementet
- 231 maksimal værdi for transmission af det målbølgelængdefilterelement
- 240 transmission af det første eller andet referencebølgelængdefilterelementer

ment

241 maksimal værdi for transmission af det første eller andet referencebøl-
gelængdefilterelement

260 emission af strålingskilde

Patentkrav

1. Indretning til optisk detektion af en målgas i luftgasblandinger, hvilken indretning omfatter:

- 5 en drifts- og evalueringsindretning (8),
en målekuvette (3) der er udført som en multirefleksionsmålekuvette med optisk reflekterende overflader på indvendige vægge, og som omfatter et gasindløb (5), der er tilpasset til at udveksle gasser og gasblanding med en måleomgivel-
se (6),
- 10 en strålingskilde (4) der er tilpasset til at udsende lys i det infrarøde område ind i kuvetten (3),
en måledetektor (21), og
en referencedetektorindretning (23, 25, 27),
hvilken måledetektoren (21) og referencedetektorindretning (23, 25, 27) er til-
- 15 passet til at detektere lyset fra strålingskilden (4) og konvertere det til elektriske signaler, der svarer til intensiteten af det detekterede lys,
hvor der foran måledetektoren (21) er anbragt et optisk båndpasfilterelement (22), der er tilpasset til at transmittere lys med en målebølgelængde i det infra-
røde område,
- 20 hvilken drifts- og evalueringsindretningen (8) er tilpasset til at drive strålingskil-
den (4) og til at detektere de elektriske signaler fra måledetektoren (21) og refe-
rencedetektorindretningen (23, 25, 27),
hvor der foran referencedetektorindretningen (23, 25, 27) er anbragt en optisk
dobbeltbåndpasfilterindretning (24, 26, 28) der er tilpasset til at transmittere lys i
- 25 det infrarøde område af en første referencebølgelængde (31) og lys af en an-
den referencebølgelængde (32), hvor den første og den anden referencebølge-
længde og hver af de tilhørende båndbredder og den maksimale værdi af
transmissionen for den første og anden referencebølgelængde vælges således,
at der ikke forårsages nogen signalreduktion af målgassen eller af en anden
- 30 gas i måleomgivelserne, og at den første og anden referencebølgelængde og
den respektive tilhørende båndbredde og den maksimale værdi af transmissio-
nen yderligere er valgt således, at miljømæssige påvirkninger, nemlig den direk-
te påvirkning af luftfugtighed og den indirekte virkning af luftfugtighed forårsaget

af saltindholdet, samlet opnår den samme påvirkning som en signalreduktion, der er lig med påvirkningen som en signalreduktion ved målebølgelængden, og hvor drifts- og evalueringsindretningen (8) er indrettet til at bestemme påvirkningen af luftfugtighed i luftgasblandingen og at kompensere for den ud fra signalet der er knyttet til den første referencebølgelængde (31), fra signalet der er knyttet til den anden referencebølgelængde (32), og fra signalet der er knyttet til målebølgelængden (30), under hensyntagen til den spektrale emissionskarakteristik for strålingskilden og under hensyntagen til den spektrale målefølsomhedskurve for måledetektoren (21), og under hensyntagen til den spektrale målefølsomhedskurve for referencedetektorindretningen (23, 25, 27) og under hensyntagen til de spektrale transmissionsegenskaber for det optiske båndpasfilterelement (20) og de spektrale transmissionsegenskaber for den optiske dobbeltbåndpasfilterindretning (24, 26, 28), og at bestemme en målgaskoncentration.

15

2. Indretningen ifølge krav 1, hvor det lys der udsendes fra strålingskilden (4), når måledetektoren (21) og referencedetektorindretningen (23, 25, 27) efter mindst en refleksion ved de reflekterende overflader af målekuvetten (3).

3. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 2, hvor referencedetektorindretningen er indrettet som referencedetektor (23), og den optiske dobbeltbåndpasfilterindretning er indrettet som et dobbeltbåndspasfilterelement (24), der transmitterer lys fra den første referencebølgelængde (31) og lys fra den anden referencebølgelængde (32).

25

4. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 2, hvor referencedetektorindretningen har en første referencedetektor (25) og en anden referencedetektor (27), hvor den optiske dobbeltbåndpasfilterindretning har et første referencebølgelængdefilterelement (26) og et andet referencebølgelængdefilterelement (28), hvilket første referencebølgelængdefilterelement (26) transmitterer lys i området for den første referencebølgelængde til den første referencedetektor (25); og

hvor det andet referencebølgelængdefilterelement (28) transmitterer lys i området for den anden referencebølgelængde til den anden referencedetektor (27).

5 **5.** Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 3, hvor det optiske båndpasfilterelement (22) og/eller dobbeltbåndpasfilterindretningen (24, 26, 28) og/eller dobbeltbåndpasfilterelementet (24) og/eller det første referencebølgelængdefilterelement (26) og/eller det andet referencebølgelængdefilterelement (28) er indrettet som et optisk interferensfilter eller som et diffraktivt optisk element.

10

6. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 5, hvor der er tilvejebragt temperatursensorer (11, 12), som er indrettet til at detektere temperaturer på væggen af målekuvetten (3), af måledetektoren (21) og af referencedetektorindretningen (23, 25, 27).

15

7. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 6, hvor der er tilvejebragt varmeelementer (10), som er indrettet til at temperere væggen i målekuvetten (3), måledetektoren (21) og/eller referencedetektorindretningen (23, 25, 27).

20

8. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 7, hvor drifts- og evalueringindretningen (8) mindst delvist er strukturelt adskilt fra målekuvetten (3), og hvor indretningen mindst delvist er indkapslet i et hus (2), hvilket hus (2) har en eksplosionssikker udformning, således at der ikke kan ske nogen overførsel af energi og ingen gnistovergang fra huset (2) til måleomgivelserne (6).

25

9. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 8, hvor strålingskilden (4), måledetektoren (21) og referencedetektorindretningen (23, 25, 27) er anbragt på den samme side af målekuvetten (3).

30

10. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 9, hvor et beskyttelselement (7) er anbragt ved gasindløbet (5) mod måleomgivelserne (6), hvilket beskyttelselement er tilpasset til at forhindre overførsel af forurenende stoffer

fra måleomgivelserne (6) ind i kuvetten (3) og/eller overførslen af energimængder fra målekuvetten til måleomgivelserne (6).

5 **11.** Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 10, hvor målbølge-
længden har en bølgelængde på 3300 nm, hvor den første referencebølge-
længde (31) har en bølgelængde på 3100 nm, hvor den anden referencebølge-
længde (32) har en bølgelængde på 3900 nm, og hvor den optiske dobbeltbånd
pasfilterindretning (24, 26, 28) transmitterer lys i bølgelængdeområdet 3000 til
10 3200 nm og lys i bølgelængdeområdet 3800 nm til 4000 nm til referencedetek-
torindretningen (23, 25, 27).

12. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 11, hvor det optiske
båndpasfilterelement (22) transmitterer lys i bølgelængdeområdet fra 3200 nm
til 3500 nm til måledetektoren (21).

15

13. Indretning ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 12, hvor strålingskilden
(4) udsender lys i det infrarøde område fra 2000 nm til 5000 nm, og hvor der
foran strålingskilden (44) er anbragt et filterelement, som er tilpasset til at foku-
sere lys der er udsendt af strålingskilden (4) og/eller til at transmittere lys i et
20 bølgelængdeområde fra 3000 nm til 4000 nm.

1

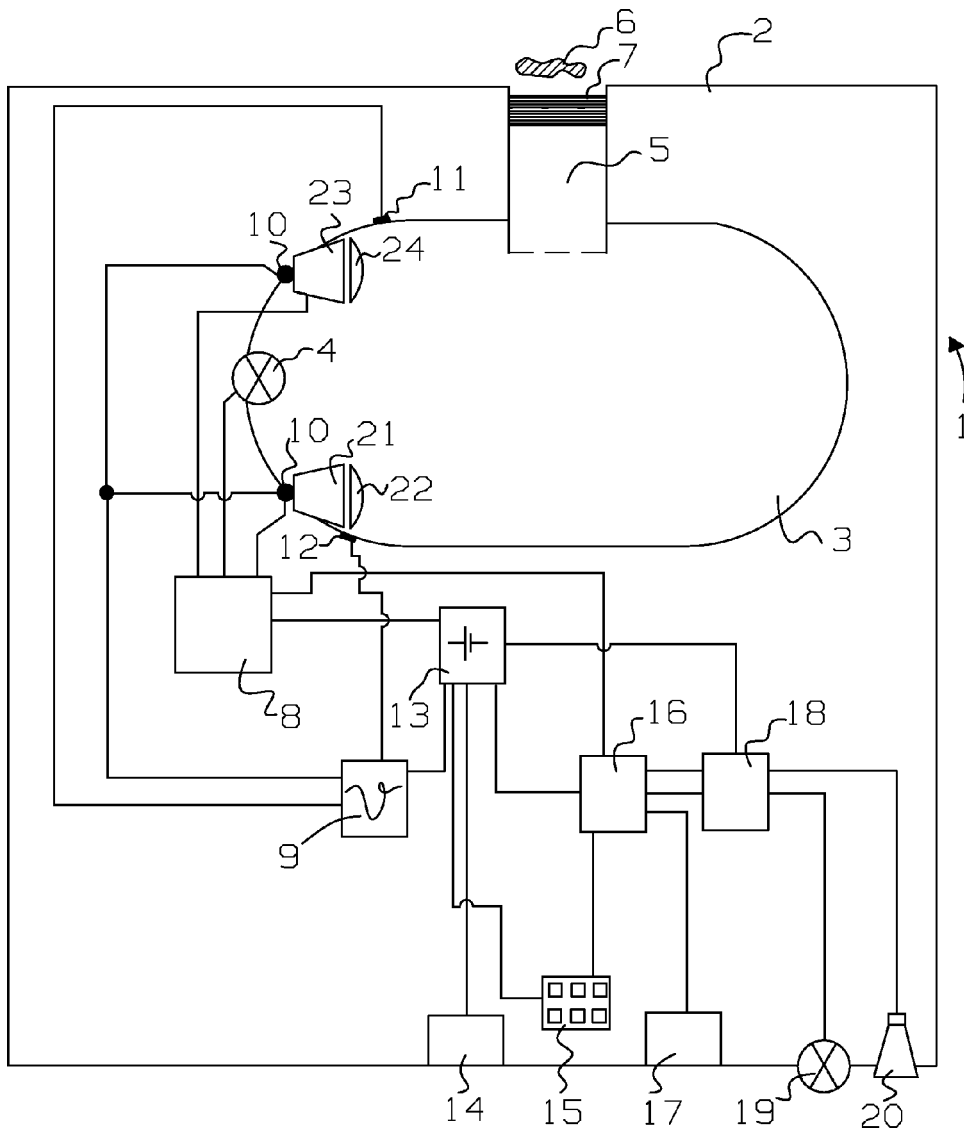


Fig. 1a

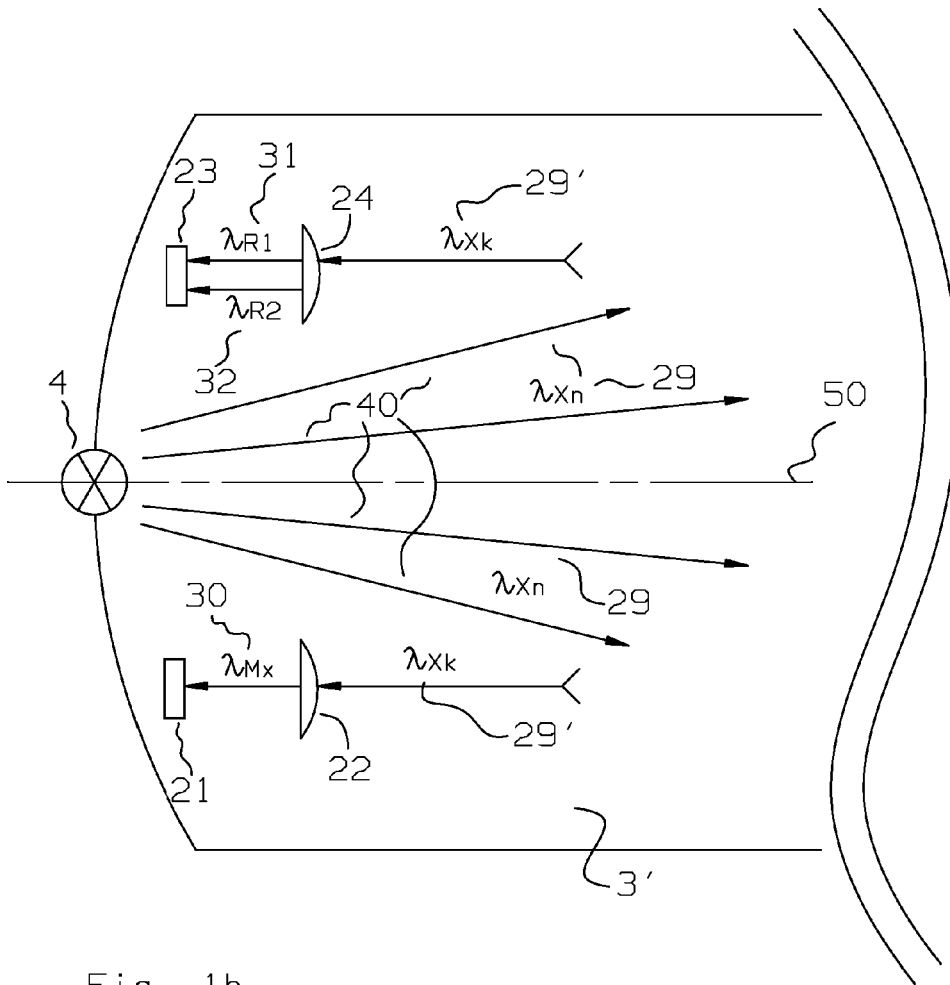


Fig. 1b

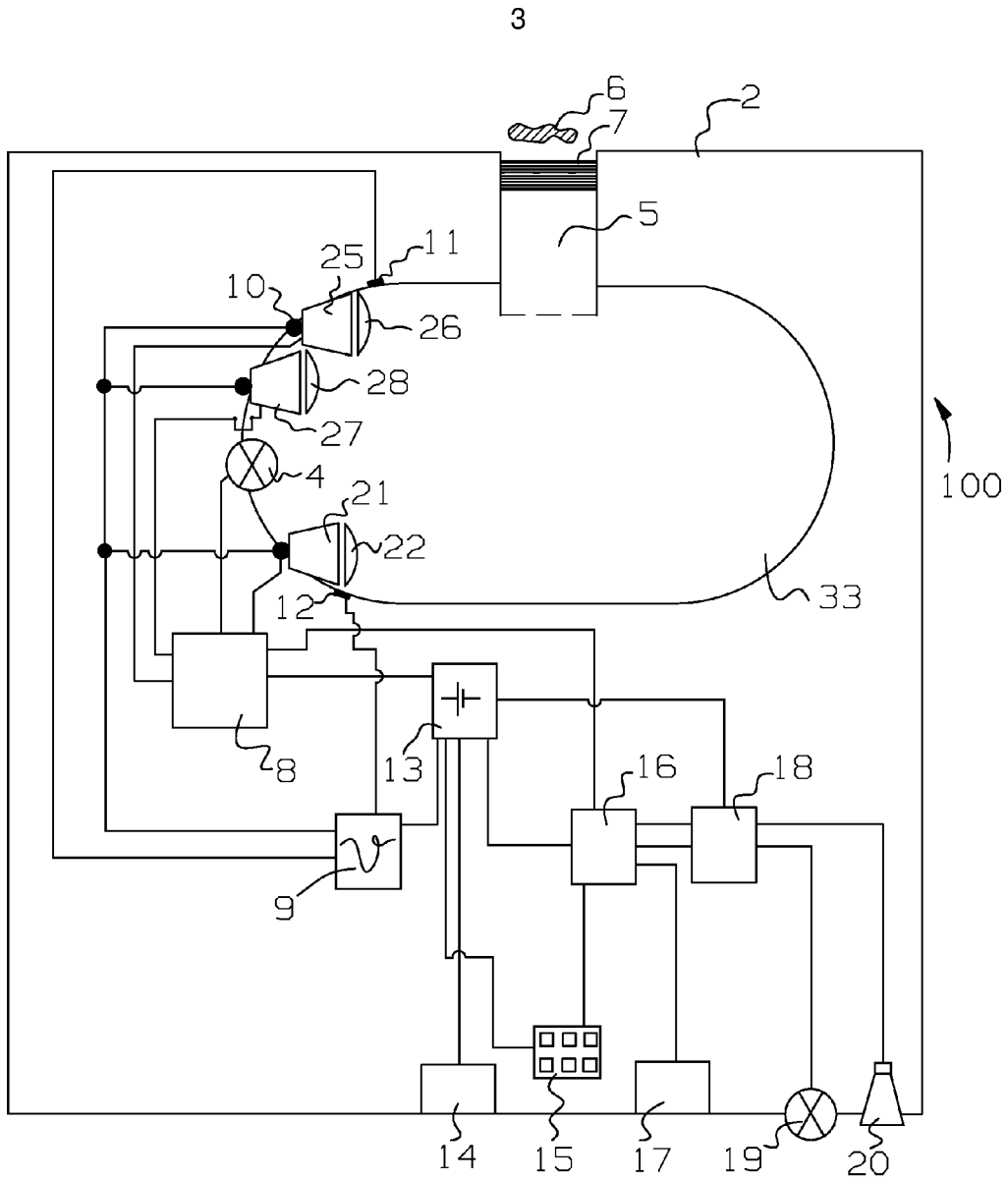


Fig. 2a

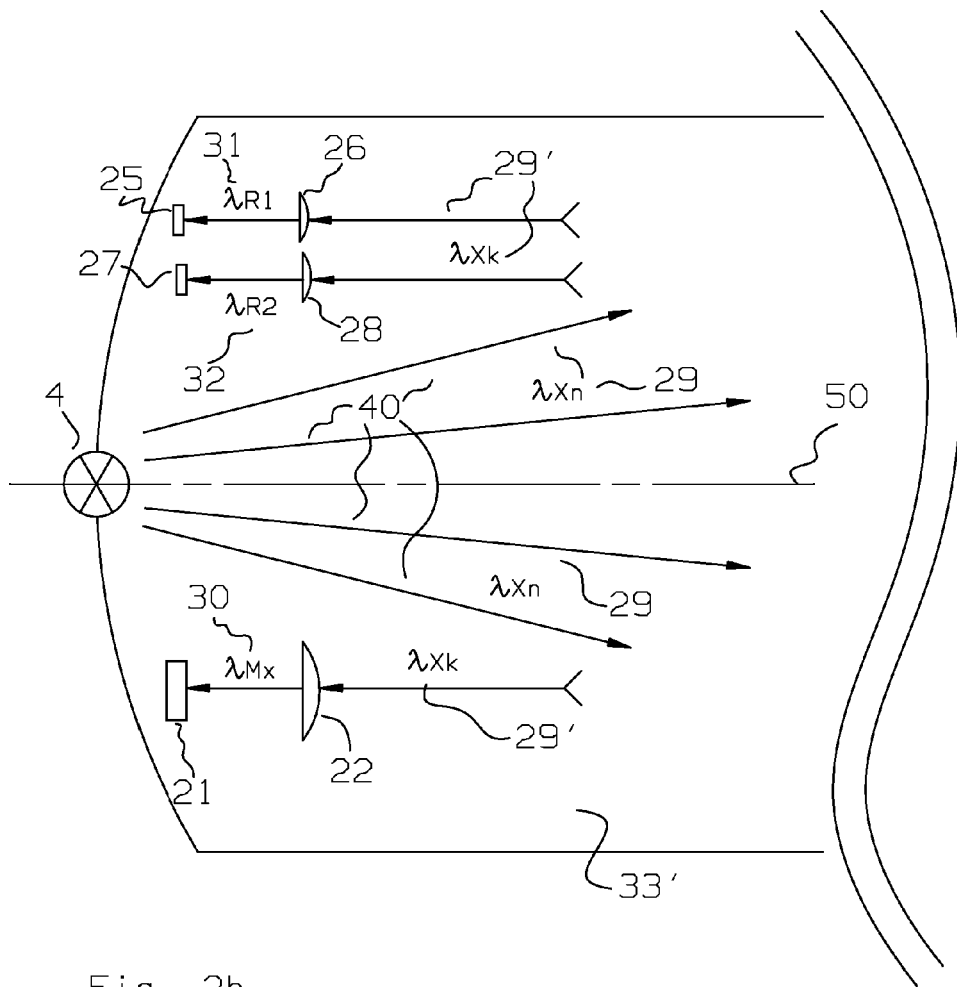


Fig. 2b

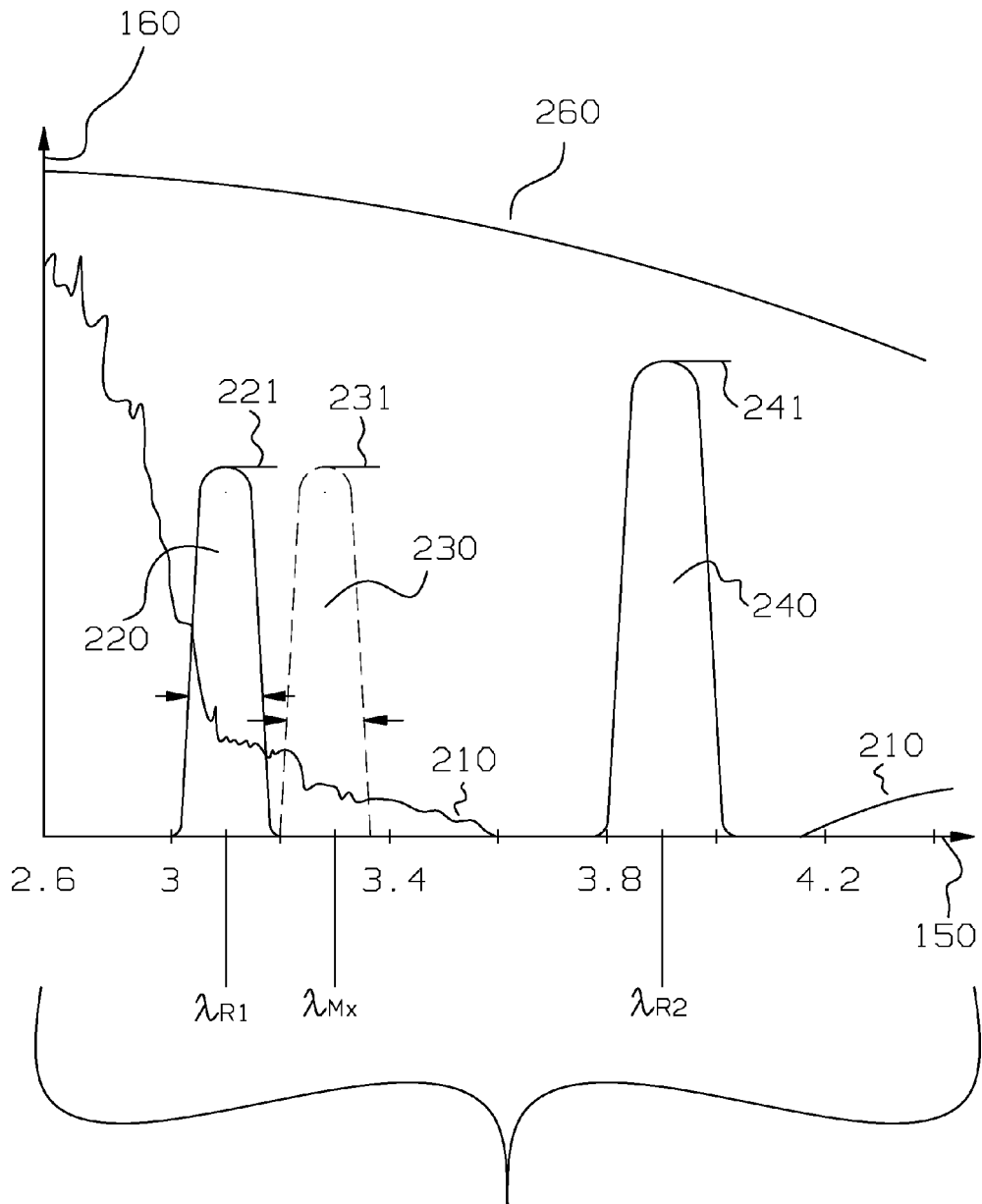


Fig. 3

200