



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **300907**

(13) B1

(51) Int Cl⁶ G 01 N 15/14

Patentstyret

(21) Søknadsnr	902069	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	10.11.88, PCT/GB88/00974
(22) Inng. dag	10.05.90	(85) Videreføringsdag	10.05.90
(24) Løpedag	10.11.88	(30) Prioritet	10.11.87, GB, 8726305
(41) Alm. tilgj.	10.05.90		
(45) Meddelt dato	11.08.97		

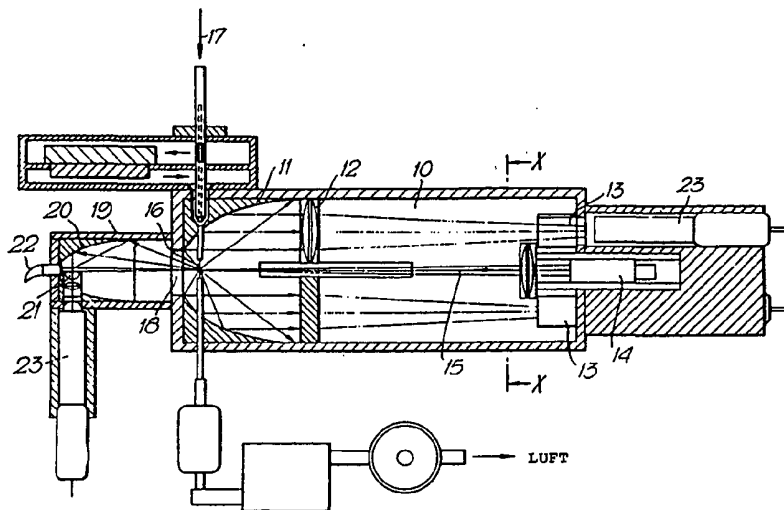
(73) Patenthaver	Secretary of State for Defence in Her Britannic Majesty's Government of the United Kingdom of Great Britain The and Northern Ireland, Whitehall, London SW1A 2HB, England, GB
(72) Oppfinner	Ian Keith Ludlow, Welwyn Garden City, Hertfordshire, England, GB Paul Henry Kaye, Kimpton, Hertfordshire, England, GB
(74) Fullmektig	J.K. Thorsens Patentbureau AS, 0134 OSLO

(54) Benevnelse **Partikkelanalysator**

(56) Anførte publikasjoner FR B1 2535051, GB A 2041516, US 4200802

(57) Sammendrag

En bærbar partikkelanalysator er kompakt utført og er innrettet for å bestemme størrelse, geometrisk utforming og antall av partikler i en fluidstikkprøve. En laserstråle (15) skjærer fluidstrømningen (17) i et første brennpunkt for et parabolisk speil (11). Lys spres og samles opp av strålingskollektorer (13) og spredt stråling i små vinkler påvises i et annet kammer ved refleksjon fra et ellipsoidformet speil (20) mot en strålingskollektor (21). Fotomultiplikatorenheter (23) omformer den oppsamlede stråling til elektriske signaler for analyse.



Foreliggende oppfinnelse angår apparatur for analyse av fluidbårne partikler. F.eks. ved undersøkelse av aerosoler samt ved regulering av aerosoldispersjoner og luftbårne partikkelforurensning, foreligger det behov for en rask bestemmelse av partikkelstørrelsesfordeling, særlig i diameterområdet fra 1 til 10 μm , sammen med et visst kjennskap til geometrisk utformning og symmetri for de enkelte partikler. Den sistnevnte informasjon kan f.eks. gjøre det mulig å identifisere partikler med sfærisk symmetri og derved tillate telling og overvåking av væskedråper innenfor et område som omfatter andre faste, ikke-sfæriske partikler. I sammenheng med den foreliggende beskrivelse er uttrykket partikler ment å gjelde både faste legemer og væskedråper.

10

Det er ønskelig at apparatur av denne art skal være i stand til å telle enkeltpartikler i en stikkprøve i en telletakt på 20.000 partikler pr. sekund, og at de skal være i stand til å skille mellom sfæriske og ikke-sfæriske partikler i vedkommende stikkprøve samt kunne telle hver partikkeltype. Et annet ønskelig trekk er å kunne dele opp kuleformede partikler med diameter på noen få μm i et antall størrelsesbånd, og også i denne forbindelse klassifisere partikkelkoincidens som "ikke-sfærisk" og således ikke ta hensyn til dem ved oppstilling av størrelsesbånd basert på den antagelse at partikkelen er kuleformet.

15

De normale fremgangsmåter ved undersøkelse av partikler, og som utnyttes i flere kommersielt tilgjengelige instrumenter, anvender påvisning og analyse av elektromagnetisk stråling som spres av partiklene. Alle sådanne instrumenter anvender en mekanisk innretning for å drive vedkommende stikkprøve av luft gjennom et "avfølingsområde" hvor de luftbårne partikler belyses av den innfallende elektromagnetiske stråling. Den stråling som spres av partiklene mottas av en eller flere detektorer som omformer den mottatte partikkelenergi til elektriske signaler, som informasjon kan utledes fra ved hjelp av passende elektriske kretser.

25

Det er f.eks. kjent partikkelanalysatorer som er beskrevet i publikasjonene GB 2.193.570, og GB 2.044.951 og US 3.946.239. Disse skrifter beskriver alle analysatorer som omfatter en konkav reflektor i et sprekammer og en strøm av stikkprøvefluid som gjennomskjæres av en bestrålingsstråle. Det spredte lys fra de enkelte partikler i fluidet rettes av reflektoren til strålingskollektorer og blir derpå analysert. Alle disse apparater lider imidlertid av den mangel at de er lite håndterlige samt ømtålige, og følgelig ikke uten videre flyttbare. Videre kan ikke lysspredning i små vinkler fra partiklene i stikkprøven påvises av noen av de ovenfor angitte tidligere kjente systemer.

30

35

En annen analysator er beskrevet i GB 2.041.516, som omhandler en partikkelanalysator av den ovenfor beskrevne art, men som har et ytterligere trekk ved at den konkave reflektor har et innebygget gjennomsiktig vindu som anvendes for å samle opp tilbakespredt lys ved anvendelse av linser og fotomultiplikatorer. Intensiteten av det tilbakespredte lys som oppnås ved hjelp av dette apparat er meget lav og passerer gjennom kollimatorutstyr før det samles opp av fotomultiplikatorer. Dette innebærer at ikke all tilbakespredt stråling vil bli påvist, og det utstyr som er påkrevet for å samle opp lyset er komplisert, tungt håndterlig samt relativt kostbart. Videre er dette apparat ikke bærbart.

- 10 Det er derfor behov for en partikkelanalysator som er bærbar, kompakt og forholdsvis lite kostnadskrevende, og som er i stand til å bestemme størrelse, geometrisk utforming og antall partikler i en fluidstikkprøve, idet apparatet i tillegg må være i stand til effektivt og raskt å påvise samt analysere lys som spres i små vinkler fra de enkelte partikler i stikkprøven.

15

Et aspekt av den foreliggende oppfinnelse gjelder således en partikkelanalysator med et første spredekammer, og som omfatter:

- utstyr for å frembringe en fluidstikkprøve i form av en laminær strømning gjennom det første spredekammer, idet en bestrålingsstråle er tilpasset for i rett vinkel på strømningsretningen å skjære stikkprøven i brennpunktet for en første konkav reflektor som er anordnet for å rette den stråling som spres av de enkelte partikler i stikkprøven, mot i det minste en strålingskollektor for reflektert stråling,
- utstyr for å omforme den stråling som er oppsamlet, til elektriske signaler for behandling og analyse, og
- 25 – utstyr for å oppta den ikke-spredte stråling.

På denne bakgrunn av prinsipielt kjent teknikk fra publikasjonene omtalt ovenfor samt fra US 4.200.802 og FR 2.535.051, har da partikkelanalysatoren i henhold til oppfinnelsen som særtrekk at en åpning i den første konkave reflektor fører til et andre spredekammer som omfatter en andre konkav reflektor med en andre strålingskollektor for reflektert stråling anordnet i dens nære brennpunkt og posisjonert slik at dens fjerne brennpunkt befinner seg i skjæringspunktet mellom bestrålingsstrålen og stikkprøven, idet den andre strålingskollektor for reflektert stråling er forbundet med utstyret for å omforme den oppsamlede stråling til elektriske signaler for behandling og analyse.

35

Bestrålingsstrålen kan frembringes ved hjelp av en laser som kan være montert på en hvilken som helst av et antall mulige måter for at strålen skal skjære stikkprøvestrømningen i rett vinkel. Den kan f.eks. være montert i flukt med den første konkave reflektors hovedakse, og et slikt arrangement vil gjøre apparatet mer robust og kompakt.

- 5 Den første konkave reflektor kan være et parabolisk speil eller alternativt et elliptisk speil, som vil kunne reflektere det spredte lys mot et enkelt detektorpunkt.

Fordelen ved å ha et andre kammer montert koaksialt med det første kammer er at lys spredt i små vinkler fra de enkelte partikler i stikkprøven også skal kunne påvises og

- 10 analyseres. Denne informasjon er særlig anvendelig ved bestemmelse av partikkelstørrelsen. Det andre kammer omfatter også en andre konkav reflektor. Denne andre konkave reflektor er fortrinnsvis et elliptisk speil og har en strålingskollektor anordnet i sitt nære brennpunkt samt et fjernt brennpunkt i skjæringspunktet mellom bestrålingsstrålen og stikkprøven. Lys som spres i små vinkler blir således reflektert av det
- 15 elliptiske speil til det nære fokuspunkt og samlet opp av strålingskollektoren der.

Strålingskollektorer av en hvilken som helst egnet type kan anvendes i foreliggende oppfinnelsesgjenstand og kan omfatte fotomultiplikatorenheter, optiske fibre som fører til sådanne enheter eller linser som retter strålingen mot en fotomultiplikatorenhet eller optiske fibre.

20

Et annet aspekt av den foreliggende oppfinnelse gjelder en fremgangsmåte for partikkelanalyse, og hvor en fluidstikkprøve i form av en laminær strømning føres gjennom et første sprekammer, en bestrålingsstråle sendes gjennom det første sprekammer på en slik måte at den i rett vinkel på strømningsretningen skjærer stikkprøven i et brennpunkt for en første konkav reflektor som utnyttes for å rette stråling mot i det minste en

25 første strålingskollektor, idet den oppsamlede stråling omformes til elektriske signaler som behandles og analyseres, mens den ikke-spredte stråling opptas i et strålesluk.

På denne bakgrunn av prinsipielt kjent teknikk fra publikasjonene omtalt ovenfor har da

30 fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen som særtrekk at den stråling som spres med liten vinkel tillates å passere gjennom en åpning i den første konkave reflektor og inn i et andre kammer som omfatter en andre konkav reflektor og en andre strålingskollektor for reflektert stråling anordnet i det nære brennpunkt for den andre konkave reflektor, hvor sistnevnte reflektor posisjoneres slik at dens fjerne brennpunkt befinner seg i

35 skjæringspunktet mellom bestrålingsstrålen og stikkprøven, idet den oppsamlede stråling omformes til elektriske signaler som behandles og analyseres.

Vedkommende stikkprøve kan være en aerosol.

Noen utførelsesformer av oppfinnelsen vil nå bli beskrevet bare ved hjelp av eksempler og under henvisning til de vedføyde tegninger, på hvilke:

- 5 Fig. 1 viser en foretrukket utførelse av oppfinnelsen, sett fra siden og i snitt,
Fig. 1a viser et snitt langs linjen x-x i fig. 1,
Fig. 2 viser en annen utførelse av oppfinnelsen, sett fra siden og i snitt.

Som vist i fig. 1a omfatter det første sprekammer 10 en første konkav reflektor i form
10 av et parabolisk speil 11, linser 12 og strålingskollektorer 13. En laser 14 er montert i
flukt med hovedaksen for det paraboliske speil 11 og retter en bestrålingsstråle 15 mot
brennpunktet 16 for det paraboliske speil 11, hvor den skjærer stikkprøvefluidet 17 som
foreligger i form av en laminær strømning. En åpning 18 fører til et andre kammer 19
som omfatter en andre konkav reflektor i form av en elliptisk reflektor 20 og en strålings-
15 kollektor 21 anordnet i det nære brennpunkt for den elliptiske reflektor 20, som er
posisjonsinnstilt slik at dens fjerne brennpunkt befinner seg i brennpunktet 16 for den
første paraboliske reflektor 11. Et strålesluk 22, som typisk utgjøres av et Rayleigh-horn,
er anbragt i en åpning i det elliptiske speil 20 for derved å samle opp den ikke-sprede
stråling. Strålingskollektorene 13 og 21 er forbundet med et fotomultiplikatorrør 23. Fig.
20 1a viser et mulig arrangement av strålingskollektorer 13 omkring laseren 14. Skjønt bare
tre kollektorer er vist her, kan et hvilket som helst antall sådanne kollektorer være
anordnet radialet omkring laseren 14.

En annen utførelse av oppfinnelsen er vist i fig. 2. I denne utførelse er både den første
25 reflektor 50 og den andre reflektor 51 elliptiske speil. Videre er laseren 14 anordnet i en
vinkel av 90° på reflektorenes hovedakse, således at et speil 41 kan rette en stråle 15
langs denne hovedakse. Stikkprøven 17 er rettet i rett vinkel med laserstrålen 15 og
skjærer denne i det nære brennpunkt for den første elliptiske reflektor 50. Den andre
elliptiske reflektor 51 er posisjonsinnstilt slik at dens fjerne brennpunkt sammenfaller med
30 punktet 16. Fotomultiplikatorrør 23 er anordnet i det fjerne brennpunkt for den første
elliptiske reflektor 11 og i det nære brennpunkt for den andre elliptiske reflektor 20, for
derved å samle opp spredt stråling. Strålesluket 22 er anordnet inne i det andre
sprekammer 19, for derved å oppta den ikke-sprede stråling.

35 Strålekollektoren 23 i fig. 2 er posisjonsinnstilt slik at den er vendt mot åpningen 18 i det
første kammer 10 til forskjell fra å være plassert i 90° på denne retning, slik som vist i

fig. 1. Det sistnevnte arrangement vil kunne samle opp forholdsvis mer stråling med liten spredevinkel, men mindre totalstråling, da bare stråleavbøyninger i retning av kollektorens tilvendte flate vil bli registrert.

5 I bruk tilføres fluidstikkprøven 17 i en laminær strømning ved hjelp av et luftsjikt med konstant hastighet, som tilføres omkring stikkprøven, slik som angitt i fig. 1 og 2. Under disse forhold vil de ytre deler av stikkprøvestrømningen ha samme hastighet som de indre deler. Uten dette arrangement ville de ytre deler av stikkprøven strømme langsommere på grunn av friksjon med den stillestående luft som befinner seg inntil stikk-
10 prøvestrømningen. I tillegg er et koaksialrør som tilfører luftsjiktet utført for dynamisk å fokusere partiklene i stikkprøven slik at det opprettes en laminær partikkelstrømning. Laserstrålen 15 skjærer fluidstrømningen 17 i rett vinkel og lys vil bli spredt fra de enkelte partikler som befinner seg i fluidet. Den spredte stråling reflekteres fra veggene i den første konkave reflektor i det første spredekammer 10. Hvis den første konkave
15 reflektor er et parabolisk speil 11 (fig. 1), vil strålingen bli reflektert parallelt med speilets hovedakse, og hvis den er et elliptisk speil 40 og 50 (i fig. 2), vil strålingen bli rettet mot det fjerne brennpunkt for speilet. Denne avbøyde stråling blir så rettet mot fotomultiplikatorrør 23 enten direkte som angitt i fig. 2, eller ved anvendelse av linser 12 som i fig. 1, for derved å rette strålingen mot fotomultiplikatorenehetene 23.

20

Stråling som av partikler spres i små vinkler, samles opp i det andre kammer 19 som kan omfatte et elliptisk speil 20 eller 51 i henholdsvis fig. 1 og fig. 2, samt strålingsdetektorer som kan være et fotomultiplikatorrør 23, slik som vist i fig. 2, eller en linse 21, slik som vist i fig. 1, og som står i forbindelse med et sådant rør 23.

25

All den oppsamlede stråling omformes så til elektriske signaler, behandles og analyseres, idet informasjonen kan utledes ved hjelp av hensiktsmessige elektriske kretser.

Skjønt foreliggende oppfinnelse er blitt beskrevet ved hjelp av eksempler og under
30 henvisning til mulige utførelser, bør det forstås at modifikasjoner og forbedringer kan utføres uten overskridelse av oppfinnelsens ramme, slik den er fastlagt ved de etterfølgende patentkrav.

PATENTKRAV

1. Partikkelanalysator med et første spredekammer (10), og som omfatter:
 - utstyr for å frembringe en fluidstikkprøve (17) i form av en laminær strømning gjennom
 - 5 det første spredekammer, idet en bestrålingsstråle (15) er tilpasset for i rett vinkel på strømningsretningen å skjære stikkprøven i brennpunktet (16) for en første konkav reflektor (11, 50) som er anordnet for å rette den stråling som spres av de enkelte partikler i stikkprøven, mot i det minste en strålingskollektor (13) for reflektert stråling,
 - utstyr (23) for å omforme den stråling som er oppsamlet, til elektriske signaler for
 - 10 behandling og analyse, og
 - utstyr (22) for å oppta den ikke-spredte stråling,
 - karakterisert ved at en åpning (18) i den første konkave reflektor (11, 50) fører til et andre spredekammer (19) som omfatter en andre konkav reflektor (20, 51) med en andre strålingskollektor (21) for reflektert stråling anordnet i dens nære brenn-
 - 15 punkt og posisjonert slik at dens fjerne brennpunkt befinner seg i skjæringspunktet mellom bestrålingsstrålen (15) og stikkprøven (17), idet den andre strålingskollektor (21) for reflektert stråling er forbundet med utstyret (23) for å omforme den oppsamlede stråling til elektriske signaler for behandling og analyse.
- 20 2. Partikkelanalysator som angitt i krav 1, karakterisert ved at bestrålingsstrålen avgis fra en laser (14).
3. Partikkelanalysator som angitt i krav 2, karakterisert ved at laseren (14) er montert på og i flukt med hovedaksen
- 25 for den første konkave reflektor (11).
4. Partikkelanalysator som angitt i krav 1 eller 2, karakterisert ved at en liten reflektor (41) er montert på den første konkave reflektors (50) hovedakse for å reflektere strålen fra en laser (14) som er montert i en
- 30 viss vinkel i forhold til hovedaksen.
5. Partikkelanalysator som angitt i krav 4, karakterisert ved at nevnte vinkel er 90° .

6. Partikkelanalysator som angitt i et av de forutgående krav, karakterisert ved at den første konkave reflektor (11) er en parabolisk reflektor.

5 7. Partikkelanalysator som angitt i et av kravene 1 – 5, karakterisert ved at den første konkave reflektor (50) er en elliptisk reflektor med skjæringspunkt i det nære brennpunkt samt en strålingskollektor i eller nær det fjerne brennpunkt.

10 8. Partikkelanalysator som angitt i krav 1, karakterisert ved at den andre konkave reflektor (20, 51) er en elliptisk reflektor.

9. Partikkelanalysator som angitt i et av de forutgående krav, karakterisert ved at hver strålingskollektor (13, 21) er en fotomultiplikatorenhet (23).

10. Partikkelanalysator som angitt i et av de forutgående krav, karakterisert ved at hver strålingskollektor (13, 21) har en optisk fiber som fører til en fotomultiplikatorenhet (23).

11. Partikkelanalysator som angitt i et av kravene 1 – 9, karakterisert ved at hver strålingskollektor (13, 21) er en linse som retter strålingen mot en fotomultiplikatorenhet (23) eller en optisk fiber.

25 12. Fremgangsmåte for partikkelanalyse, og hvor en fluidstikkprøve (17) i form av en laminær strømning føres gjennom et første spredekammer (10), en bestrålingsstråle (15) sendes gjennom det første spredekammer (10) på en slik måte at den i rett vinkel på strømningsretningen skjærer stikkprøven (17) i et brennpunkt (16) for en første konkav reflektor (11, 50) som utnyttes for å rette stråling mot i det minste en første strålingskollektor (13), idet den oppsamlede stråling (13) omformes til elektriske signaler (23) som behandles og analyseres, mens den ikke-sprede stråling opptas i et strålesluk (22), karakterisert ved at den stråling som spres med liten vinkel tillates å passere igjennom en åpning (18) i den første konkave reflektor (11, 50) og inn i et andre kammer (19) som omfatter en andre konkav reflektor (20, 51) og en andre strålingskollektor (21) for reflektert stråling anordnet i det nære brennpunkt for den andre

konkave reflektor (20, 51), hvor sistnevnte reflektor posisjoneres slik at dens fjerne brennpunkt befinner seg i skjæringspunktet mellom bestrålingsstrålen (15) og stikkprøven (17), idet den oppsamlede stråling (21) omformes til elektriske signaler (23) som behandles og analyseres.

5

13. Fremgangsmåte for partikkelanalyse som angitt i krav 12, karakterisert ved at stikkprøven (17) er en aerosol.

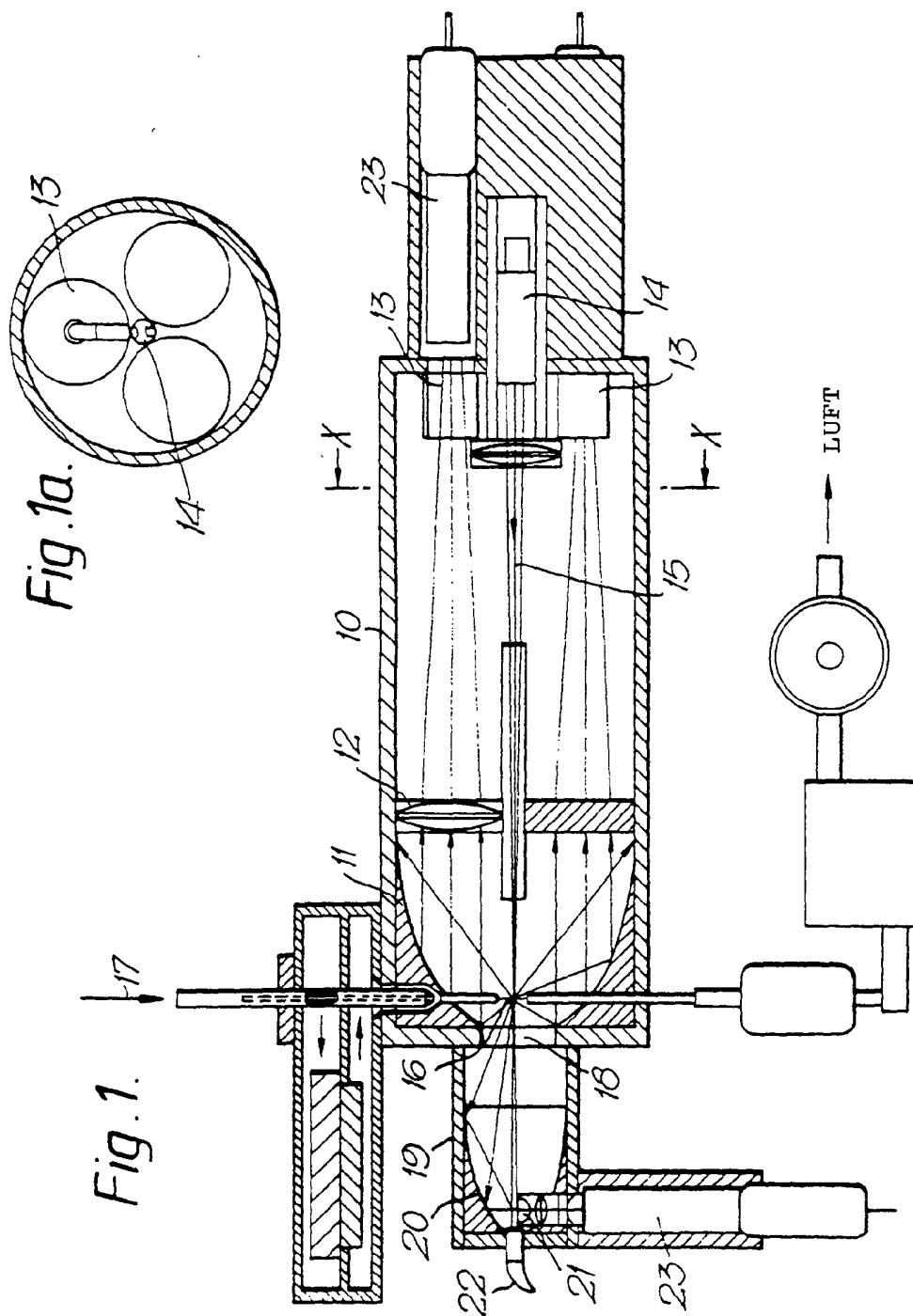


Fig. 2.

