



C (45) Patenti on myönnetty
1988.03.10

(51) Kv.lk.⁴/Int.Cl.⁴ G 01 N 21/84

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21)	Patenttihakemus - Patentansökning	871042
(22)	Hakemispäivä - Ansökningsdag	10.03.87
(23)	Alkupäivä - Giltighetsdag	10.03.87
(41)	Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	11.09.88
(44)	Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.11.88
(86)	Kv. hakemus - Int. ansökan	
(32) (33) (31)	Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	

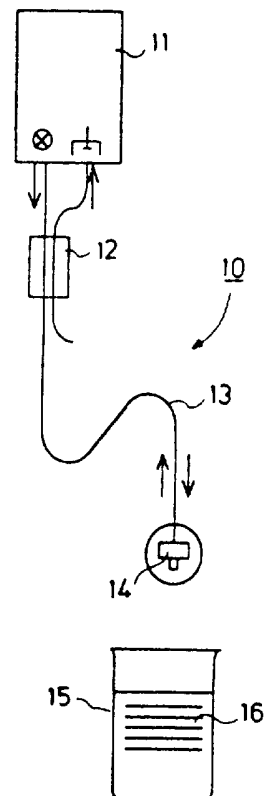
- (71) Soundek Oy, Otaniemen Teknologia kylä, Tekniikantie 17, 02150 Espoo, Suomi-Finland(FI)
- (72) Mauri Luukkala, Espoo, Aarre Matilainen, Helsinki, Jarmo Viirto, Nummela, Suomi-Finland(FI)
- (74) Forssén & Salomaa Oy
- (54) Kuituoptynen öljyn ja liuottimien ilmaisin - Fiberoptisk detektor för oljor och lösningsmedel

(57) Tiivistelmä

Tässä keksinnössä selostetaan kuituoptynneä käyttävä nesteiden ilmaisin (10), jolla voidaan ilmaista mm. öljyn ja erilaisten liuottimien läsnäolo. Laite on sisäisesti turvallinen, koska optinen kuitu (13) on eriste, joten sitä voi käyttää havaitsemaan palo- tai räjähdysarvoja nesteitä. Laitetta voidaan käyttää vuotojen ilmaisimena varastoitaessa öljyjä ja liuottimia, koska se reagoi näihin nesteisiin hyvin nopeasti. Ilmaisin (10) käyttää tunnistinturin (14) kapillariteettia hyväkseen anturiaineen optisen heijastuskertoimen muuttuessa sen joutuessa ilmaistavan nesteen (16) kanssa kosketuksiin.

(57) Sammandrag

En vätskedetektor (19) för användning vid fiberoptik beskrivs, med hjälp av vilken närvaron av t.ex. oljor och olika lösningsmedel kan detekteras. Anordningen är internt säker, för den optiska fibern (13) är en isolator, och den kan därför utnyttjas till att övervaka vätskor som medför brand- eller explosionsfara. Anordningen kan utnyttjas till att detektera läckage vid lagring av oljor och lösningsmedel för den reagerar mycket snabbt mot dessa vätskor. Detektorn (10) gör bruk av kapillariteten av identifikationsgivaren (14), under det att den optiska reflektionskoefficienten för givarmaterialet ändras när det kommer i kontakt med vätskan (16) som skall detekteras.



- 1 Kuituoptinen öljyjen ja liuottimien ilmaisín
Fiberoptisk detektor för oljor och lösningsmedel

5

Keksinnön kohteena on kuituoptinen öljyjen, liuottimien ja vastaavien nestemäisten hiilivetyjen ja muiden nesteiden ilmaisín, joka muodostuu kuituoptisesta valolähtimestä ja valovastaanotimesta sekä niihin
10 liitetystä optisesta kuidusta, jonka vapaassa päässä sijaitsee mainit-
tujen nesteiden tunnistinanturi.

Tällaisella kuituoptiikkaa käyttävällä laitteella voidaan nopeasti ja turvallisesti ilmaista erilaatuisia nesteitä, erityisesti eri öljyjä
15 kuten kevyttä tai raskasta polttoöljyä tai myös muita palo- tai
räjähdysvaarallisia nesteitä kuten liuottimia. Laite on käyttökelpoinen varsinkin nestevuodoista hälytettäessä, sillä laitteen ilmaisunopeus on varsin suuri.

20 Erityisesti kemian teollisuudessa joudutaan usein varastoimaan vaarallisia sekä palovaarallisia nesteitä suurin säiliöihin sekä ulko- että sisätiloissa. Tällainen säiliö on vuotojen takia melkoinen turvallisuusriski sekä ihmisille että luonnolle. Erityisesti palo- tai räjähdysarkojen nesteiden läsnäolon tai vuodon ilmaisu elektronisesti on vaikeaa,
25 koska elektroninen, galvaaninen mittaus- ja hälytysanturi sisältää oikosulku- ja kipinävaaran. Vuotoilmaisimen tulisi olla nk. sisäisesti turvallinen, mikä on mahdollista kuituoptiikkaa käyttäen, koska kuitu on eriste ja muutenkin täysin passiivinen eikä mene oikosulkuun eikä aiheuta kipinöintiä. Myös öljyjen ja öljyvuotojen ilmaisu on varsin
30 vaikeaa, koska öljy on melko passiivista ja mm. sen dielektrisyysvakio poikkeaa vain vähän esim. hiekkamaan dielektrisyysvakioista. Yleensä öljyvuodot havaitaan vasta sitten, kun se on liian myöhäistä. Erityisesti pienten vuotojen havaitseminen voi olla vaikeaa, koska esim. suuren säiliön pinnankorkeudesta vuotoa voi olla vaikea havaita. Jos vielä on
35 kyse nopeasti haihtuvista nesteistä, jollaisia monet liuottimet ovat, voi aine haihtua ennenkuin vuoto havaitaan. Tämän vuoksi tulisi vuodoista ilmaisevan laitteen olla melko herkkä ja nopea. Tässä keksinnössä

1 selostettava laite ilmaisee esim. asetoonin n. 1 sekunnissa ja poltto-
öljyn alle puoleessa minuutissa. Nämä nopeudet ovat riittäviä.

US-patentissa nro 4,386,269 on esitetty ilmaisín, jossa käytetään
5 kuidulle erityistä kuorikerrosta, jonka taitekerroin eroaa itse
kuidun taitekertoimesta siten, että valo heijastuu tai tahtuu
kuidun sisälle. Kun tällainen kuorikerros tehdään öljyä imeväksi,
muuttuu sen taitekerroin siten, että valo "vuotaa" ulos ja valon
etenemisominaisuudet kuidussa muuttuvat niin, että se kokonaan
10 absorpoituu. Olennaista on, että öljyä imevä kuori on kosketuksessa
kuidun ytimen kanssa, jotta kokonaisheijastuksen ehto muuttuisi.
Kuidun ytimen ja sen vaipan taitekertoimen suhteet muuttuvat tietyllä
tavalla siten, että kokonaisheijastuksen ehto ei enää toteudu ytimen
ja sen kanssa välittömässä kosketuksessa olevan vaipan kanssa.

15 US-patentin nro 4,159,420 mukaisessa ilmaisimessa käytetään kuitua,
jonka taitekerroin on suurempi kuin ympäröivän aineen. Kuitu ympä-
röidään materiaaalialla, jonka taitekerroin muuttuu joutuessaan koske-
tuksiin esim. öljyn kanssa. Tämä taitekertoimen muutos aiheuttaa sen,
20 että kokonaisheijastuksen ehto kuidun ytimessä ei enää toteudu ja valo
"vuotaa " ulos aiheuttaen valon etenemiselle huomattavan lisävaimennuk-
sen. Kuidun päähän voidaan asentaa peili, jossa tapahtuva heijastus
palauttaa valon takaisin lähtökohtaansa, jolloin valo kuidun seinämistä
heijastuessaan voi havaita taitekertoimen muutoksen ja vaimentua. Olen-
25 naista on se, että kuidun ytimen ja sen taitekertoimien suhteet muut-
tuvat tietyllä tavalla siten, että kokonaisheijastuksen ehto ei enää
toteudu ytimen ja sen kanssa välittömässä kosketuksessa olevan vaipan
kanssa.

30 EP-hakemusjulkaisussa nro 126,600 käytetään optisia kuituja havaitsemaan
tiettyjen kemikaalien läsnäolo käyttämällä anturin päässä sellaista
anturirakennetta, jossa kuitukimpun pää on ympäröity tiiviisti huokoisella
membraanilla, jonka sisäpuolella on pulverimaista ristikilloitettua poly-
styreeniä. Tällaiseen polystyreenipulveriin on kemiallisesti sidottu
35 jokin reagentti, jonka väri muuttuu kosketuksesta havaittavaan nestee-
seen. Huokoinen membraani on teflonia, joka hylkii vettä. Havaittava
kemikaali kulkeutuu teflonkalvon läpi ja reagoi kyseisen polystyreeni-

- 1 pulverissa olevan aineen kanssa, jonka spektroskooppiset ominaisuudet muuttuvat kosketuksessa nesteen kanssa.

- 5 Julkaisussa WO-86/05589 käytetään materiaalia, johon on pysyvästi kiinnitetty jokin indikaattoriaine, jonka spektraaliset ominaisuudet muuttuvat sen joutuessa kosketuksiin havaittavan aineen kanssa.

- GB-patentissa 21 03 786 on esitetty ilmaisin, jossa kuidun ytimen pinta on peitetty indikaattoriaineella, jonka pinta on huokoinen. Optisen
10 kuidun pää on varustettu peilillä, joka heijastaa tulevan valon takaisin mittauselektronikkiaan.

- Vallitsevasta tekniikan tasosta voidaan todeta, että on ennestään tunnettua se, että optisilla kuiduilla voidaan havaita kuidun päähän asennettuja tuntoelimiä. Optisesta kuitulähtimestä lähetetään valoa kuitua myöten tutkittavaan kohteeseen ja toisella tai samalla kuidulla
15 tuodaan valo takaisin ilmaisimeen. Kuidun päässä olevaan tuntoelimeen vaikuttaa sitten tutkittava ilmiö jollain tavalla.

- 20 Tunnetaan vuotoilmaisin, joka ilmaisee öljyjen läsnäolon perustuen siihen, että optisen kuidun vaippa-aine on materiaalia, joka turpoaa joutuessaan öljyn kanssa kosketuksiin. Tällöin öljy pääsee vaipan ja kuidun väliin aiheuttaen lisävaimennuksen valon etenemisessä.

- 25 Keksinnön päämääränä on aikaansaada parannus nykyisin tunnettuihin kuituoptisiin ilmaisinsratkaisuihin. Keksinnön yksityiskohtaisena päämääränä on aikaansaada ilmaisin, joka on ns. sisäisesti turvallinen.

- Vielä eräänä keksinnön päämääränä on aikaansaada ilmaisin, joka on
30 erittäin herkkä ja nopea.

- Keksinnön päämäärät saavutetaan ilmaisimella, jolle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että tunnistinanturi on sellaisesta materiaalista oleva anturi, joka ilmaistavan nesteen kanssa kosketuksiin joutuessaan
35 joko absorpoi kapillariteetin avulla nesteen itseensä, sellaisesta materiaalista oleva anturi, joka liukenee ilmaistavaan nesteeseen, jolloin anturimateriaalin optinen heijastuskerroin muuttuu siten, että

- 1 se voidaan havaita kuituoptisella ilmaisimella elektro-optiikasta
sinänsä tunnetulla tavalla.

- Keksinnön mukaisen ilmaisimen muut tärkeät tunnuspiirteet on esitetty
5 patenttivaatimuksissa 2-4.

- Keksintöä selitetään yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisen piirus-
tuksen kuvioissa esitettyihin keksinnön eräisiin edullisiin suoritus-
muotoihin, joihin keksintöä ei ole tarkoitus kuitenkaan yksinomaan
10 rajoittaa.

Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti keksinnön mukaisen kuituoptisen ilmai-
simen erästä edullista suoritusmuotoa.

- 15 Kuvio 2 esittää kuviossa 1 käytetyn tunnistinanturin erästä edullista
suoritusmuotoa suuremmassa mittakaavassa.

Kuvio 3 esittää kuviossa 1 käytetyn tunnistinanturin erästä toista
edullista suoritusmuotoa suuremmassa mittakaavassa.

20

Kuvio 4 esittää kaaviomaisesti nestepisaran absorpoitumista ja kulkeu-
tumista tunnistinanturin värjäytystä päästä kapillaarivoiman avulla
huokoisen anturiaineen toiseen päähän väriaineen seurattessa mukana.

- 25 Nyt esillä olevassa laitteessa on keksinnöllistä optisen kuidun päähän
asennettavan anturin optisen heijastuskertoimen muuttuminen jyrkästi
sen joutuessa kosketuksiin öljyn tai liuottimen kanssa niin, että
optisen kontrastin muutos voidaan kuituoptisesti havaita. Optisen
heijastuskertoimen muutos voidaan tietysti havaita esim. LED-lampun ja
30 fotodiodin muodostamalla yhdistelmällä, mutta sellainen ei olisi sisäi-
sesti turvallinen räjähtäviä nesteitä ajatellen. Tällaista kombinaatiota
ei myöskään juuri voisi haudata maan alle, päinvastoin kuin passiivista
kuituanturia.

- 35 Kuituoptiikasta tunnetaan kuituoptiset lähettimet ja vastaanottimet,
joilla voidaan kuitujen välityksellä havaita esineitä. Vaikka tällaiset
ovat sinänsä tunnettuja muodostavat ne kuitenkin tässä keksinnössä tär-

1 keän osan keksinnöstä. Edelleen käytetään kuituoptisia suuntakytkimiä, joilla voidaan eroittaa anturista tulevan valon samaa kuitua myöten-
kulkevasta lähetysvalosta.

5 On olemassa useita huokoisia aineita, jotka kapillaarivoiman avulla imevät itseensä nesteitä ja muuttavat väriään. Ajatellaan esimerkkinä sokeripalan kastamista kahvikuppiin. Sokeripala imee itseensä nopeasti kahvin ja muuttuu tummaksi. Tummuminen voidaan kuituoptisesti havaita. Jos vielä sokeripalaa pidetään kahvissa kauan, se liukenee kokonaan pois
10 ja sekin voidaan kuituoptiikalla havaita. Tämä seikka on myös osa keksintöä. Kuitenkin kun pyritään havaitsemaan öljyjä tai muita neste-
mäisiä hiilivetyjä esim. hiekan seasta, tulee anturin olla vettä hylkivää mutta hiilivetyjä absorboivaa. Tässä tapauksessa anturiaineen tulee
olla hydrofoobista, väriltään mielellään valkoista ja aineen huokosten
15 sopivan kokoisia. Polyetyleenijauheesta voidaan sintrata huokoisia kapsелеita, joilla on juuri halutut ominaisuudet. Jos huokoinen polyety-
leenikapseli upotetaan vesiliukoiseen musteeseen, se säilyy valkoisena, mutta jos se upotetaan sprilliukoiseen musteeseen, muuttuu se välittö-
mästi tummaksi. Sintrattu polyetyleenä on muutenkin mekaanisesti kestävä.

20

On olemassa myös muita huokoisia aineita kuten huopakynien kärkimate-
riaali ja huokoinen Teflon kalvo (Gore Tex), joilla on halutut ominai-
suudet. Haluttu hydrofoobisuus ja kapillariteetti riippuvat pohjimmil-
taan aineen pintajännitysominaisuuksista kahden aineen rajapinnan
25 välillä.

Hakija on suorittanut kokeita sintratuilla polyetyleenipulverikapseleilla
mm. siten, että anturi on ollut haudattuna hiekkaamaan vuoden ajaksi
ilman muutoksia sen toiminnassa. Optinen kuitu kyllä kestää maahan
30 hautaamisen, mikäli tietyt suojatoimenpiteet toteutetaan. On selvää,
että itse anturipää tulee suojata mekaanisesti siten, ettei rasituksia
kohdistu siihen. Myös veden pinnalla kelluva ohut öljykerros voidaan
ilmaista anturin avulla.

35 Toinen vaihtoehto nesteiden havaitsemiseen on käyttää siihen nopeasti
liukenevaa ainetta. Yksinkertaisimmillaan tällainen anturi on kuidun
päähän maalattu valkoinen maalitippa, joka nopeasti liukenee esim.

1 asetoniin joutuessaan sen kanssa kosketuksiin. Liukenemisen johdosta heijastus jyrkästi heikkenee ja saadaan hälytys.

Edellä kuvatut anturit ovat tietysti kertakäyttöisiä ja käytännön
5 toteutuksessa ne tehdään helposti vaihdettaviksi. Tämä ei ole haitta, sillä vuodot ovat tavallisesti myös kertatapahtumia.

Lopuksi todettakoon, että mitatut optiset "on-off" suhteet ovat olleet parempia kuin 20 dB, mikä antaa riittävän marginaalin kuiduissa mahdoll-
10 lisesti taphtuviin ylimää räisiin vaimennuksiin esim. taivutusten johdosta. Useimmiten kuitu kuitenkin suojataan esim. suojaputkella ulkopuolisia rasituksia vastaan.

Kuviossa 1 kuituoptinen lähetin/vastaanotin 11 lähettää valoa kuitua 13
15 myöten sopivalla aallonpituudella valoa kohti kuidun vapaassa päässä olevaa anturia 14 siten, että anturipäästä palaava valo joutuu vastaanottimeen optisen suuntakytkimen 12 välittämänä. Tässä yhteydessä voidaan todeta, että keksinnön mukainen ilmaisin 10 toimii yhtä hyvin kahdella erillisellä kuidulla, joista toinen on lähetys- ja toinen vastaanotto-
20 kuitu, mutta se ei olennaisesti muuta keksintöä. Astiassa 15 oleva neste 16 kuvaa sitä nestettä, jota pyritään ilmaisemaan. Neste 16 voi tietysti olla esim. maahan valunut neste, joka joutuu kosketuksiin anturin 14 kanssa.

25 Kuviot 2 ja 3 esittävät yksityiskohtaisemmin itse mitta-anturi-pään rakennetta. Kuidun 13 päähän on asennettu pitimen tai holkin 19 avulla itse anturi 17. Kuidun 13 avulla seurataan anturimateriaalin yläpinnan optista heijastuskerrointa. Anturiaine on huokoista materiaalia siten, että kun se joutuu kosketuksiin nesteeseen 16 kanssa, neste 16 imeytyy tai
30 absorboituu kapillaari-ilmion avulla anturiaineeseen, jolloin anturiaineen yläpinnan optinen heijastuskerroin muuttuu. Huokoisessa aineessa esiintyvä kapillaarivoima siis siirtää osan nesteestä 16 lähelle kuidun 13 päätä. Kun kuidun 13 pää voidaan eristää itse nesteestä 16, se ei välttämättä likaannu.

35

Jos havaittava neste 16 muuttaa heijastuskerrointa vain vähän, voidaan kontrastin muutosta kasvattaa värjäämällä anturimateriaali sopivalla väri-

1 aineella 18, jolloin väriaine 18 kulkeutuu kuidun 13 päähän nesteeseen 16 mukana kuten kuviossa 3 havaitaan. Tämä tapa saattaa olla hyvä ilmaistaessa värittömiä liuottimia kuten esim. asetoonia, etanoolia tai muita vastaavia.

5

Kuviossa 4 kuvataan tarkemmin nestepisaran 16a absorpoitumista ja kulkeutumista anturin 17 värjätystä päästä kapillaarivoiman avulla huokoisen anturiaineen toiseen päähän väriaineen 18 seurattessa mukana. Väriaineen 18 tulee liueta kyseiseen nesteeseen 16. Väri voi olla mustetta tai
10 muuta vastaavaa.

Kun kuituoptinen lähetin/vastaanotin yksikkö 11 havaitsee optisen heijastuskertoimen muutoksen, saadaan siitä hälytyssignaali elektroniikasta sinänsä tunnetulla tavalla. Edellä kuvatusta on selvää, että anturin
15 materiaali on toiminnan kannalta ratkaisevaa.

20

25

30

35

1 Patenttivaatimukset

1. Kuituoptinen öljyjen, liuottimien ja vastaavien nestemäisten hiilivetyjen ja muiden nesteiden ilmaisín (10), joka muodostuu kuituoptisesta valolähtimestä ja valovastaanottimesta (11) sekä niihin liitetystä optisesta kuidusta (13), jonka vapaassa päässä sijaitsee mainittujen nesteiden tunnistinanturi (14), t u n n e t t u siitä, että tunnistinanturi (14) on sellaisesta materiaalista oleva anturi (17), joka ilmaistavan nesteen kanssa kosketuksiin joutuessaan joko absorpoi kapillari-
teetin avulla nesteen itseensä tai sellaisesta materiaalista oleva anturi (17), joka liukenee ilmaistavaan nesteeseen, jolloin anturimateriaalin optinen heijastuskerroin muuttuu siten, että se voidaan havaita kuituoptisella ilmaisimella (10) elektro-optiikasta sinänsä tunnetulla tavalla.

15

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kuituoptinen ilmaisín, t u n n e t t u siitä, että anturi (17) on sintrattua huokoista polyetyleenii tai muuta vastaavaa huokoista ainetta, joka hylkii vettä tai muita ei-haluttuja nesteitä, mutta absorpoi ilmaistavaksi tarkoitettuja nesteitä.

20

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kuituoptinen ilmaisín, t u n n e t t u siitä, että anturi (17) on materiaalia, joka liukenee vain tiettyyn ennalta määrättyyn nesteeseen.

25 4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kuituoptinen ilmaisín, t u n n e t t u siitä, että tunnistinanturi (14) on värjätty toisesta päästään sopivalla väriaineella (18), jolloin väriaine kulkeutuu absorpoituvan nesteen mukana tunnistinanturin (14) värjäämättömään päähän.

30

35

1 Patentkrav

1. En fiberoptisk detektor (10) för oljor, lösningsmedel och liknande flytande kolväten och andra vätskor, bestående av en fiberoptisk ljus-
5 sändare och ljusmottagare (11) och av en optisk fiber (13) som är ansluten till dessa, på vars fria ända anbragts en identifikationsgivare (14) för nämnda vätskor, k ä n n e t e c k n a d därav, att identifikationsgivaren (14) är en givare (17) framställd av ett material som när det kommer i kontakt med vätskan som skall detekteras antingen
10 absorberar vätskan med hjälp av kapillarkrafter i sig själv eller är en givare (17) av ett material som löses upp i vätskan som skall detekteras, varvid den optiska reflektionskoefficienten för givarmaterialet ändras, så att det kan observeras med den fiberoptiska detektorn (10) på ett sätt som är känt inom fiberoptik.

15

2. Fiberoptisk detektor enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att givaren (17) består av sintrat poröst polyetylen eller annat ekvivalent, poröst material som avstöter vatten eller andra oönskade vätskor, men absorberar vätskor som skall detekteras.

20

3. Fiberoptisk detektor enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att givaren (17) består av material som bara upplöses i ett givet på förhand bestämt ämne.

25 4. Fiberoptisk detektor enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att identifikationsgivarens (14) ena ända är färgad med ett eget färgmedel (18), varvid färgmedlet beger sig tillsammans med vätskan som absorberas till den ofärgade ändan av identifikationsgivaren (14).

30

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Iso-Britannia-Storbritannien(GB) 2 103 786 (G 01 N 21/27). EP 126600 (G 01 N 21/77).
WO 86/05589 (G 01 N 21/27).
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 4 386 269 (G 01 M 3/38),
4 159 420 (G 01 F 23/00).

35

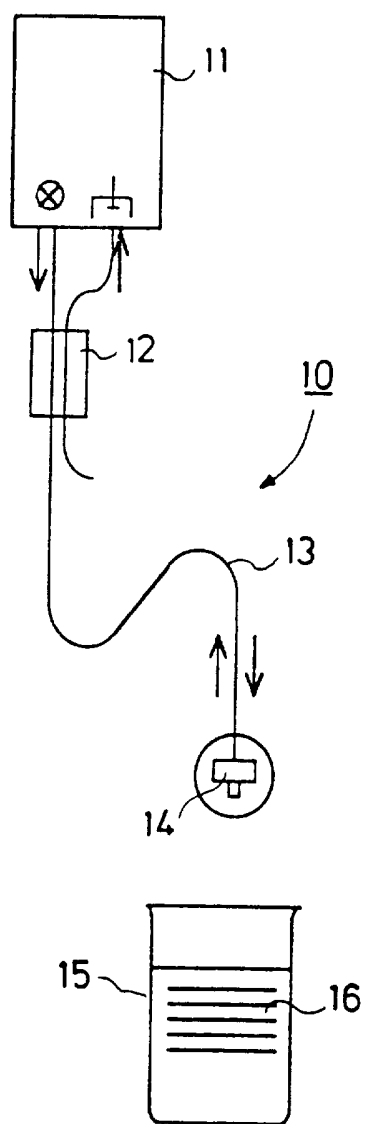


FIG. 1

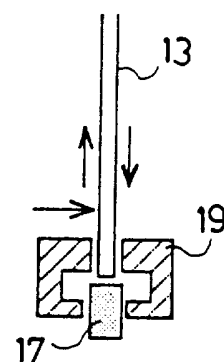


FIG. 2

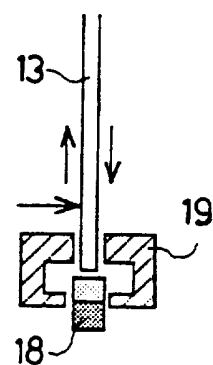


FIG. 3

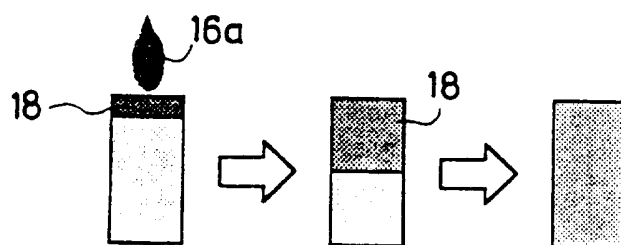


FIG. 4