



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8400380

Nederland

⑲ NL

⑤4 Inrichting voor het detecteren van kleurverschillen.

⑤1 Int.Cl.: G01J 3/46, G01N 33/00.

⑦1 Aanvrager: N.V. Optische Industrie 'De Oude Delft' te Delft.

⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octroobureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8400380.

②2 Ingediend 7 februari 1984.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 2 september 1985.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Inrichting voor het detecteren van kleurverschillen.

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het detecteren van kleurverschillen van een te onderzoeken materiaal voorzien van middelen voor het belichten van het materiaal, middelen voor het meten van de hoeveelheid door het materiaal gereflecteerd licht en
5 middelen voor het transporteren van het materiaal.

De inrichting volgens de uitvinding is in het bijzonder geschikt om toegepast te worden in een gasdetectieinrichting, welke voorzien is van een materiaal dat behandeld is om onder invloed van gassen te verkleuren en een middel om het materiaal met deze gassen in con-
10 tact te brengen. De toepassing van de inrichting volgens de uitvinding is echter niet beperkt tot gasdetectieinrichtingen.

Een dergelijke gasdetectieinrichting is bekend uit het Amerikaanse octrooischrift 4.032.297 en is bestemd voor het detecteren van schadelijke gassen van verschillende aard, die in de lucht aanwezig kunnen zijn. Bij de bekende inrichting bestaat het materiaal uit
15 een strookvormige kunststofdrager waarop een laag chemicaliën is aangebracht. De chemicaliën verkleuren bij aanwezigheid van de te detecteren schadelijke gassen en bij afwezigheid van de gassen verkleuren zij niet. De aanwezigheid van schadelijke gassen wordt gedetecteerd
20 door een meetplaats op de strook materiaal te belichten met behulp van een lichtbron en het door het oppervlak van de strook materiaal gereflecteerde licht te meten met behulp van een fotodiode, door vervolgens de te controleren lucht aan de meetplaats toe te voeren en na enige tijd opnieuw de reflectie te meten. Wanneer de gemeten verandering in de reflectie een tevoren bepaalde grenswaarde overschrijdt
25 wordt een alarmsignaal afgegeven. Tussen de meting van de eerste en tweede reflectiewaarde wordt de strook materiaal niet getransporteerd, zodat met één lichtbron en één fotodiode kan worden volstaan.

Een bezwaar van de bekende inrichting is dat de mate van ver-
30 kleuring van de strook materiaal vrij groot moet zijn om nauwkeurig te kunnen bepalen of schadelijk gas al dan niet aanwezig is, een geringe verkleuring kan in verband met intensiteitsvariëaties in de lichtbron en niet-lineariteiten in in het bijzonder de lichtdetector en de daarop aangesloten elektronische schakeling niet nauwkeurig bepaald

8400380

worden, terwijl ook veranderingen op langere termijn in de intensiteit van de lichtbron en de gevoeligheid van de fotodiode het nodig maken de mate van verkleuring van de strook materiaal waarbij een alarmsig-
naal wordt afgegeven vrij groot te kiezen om vals alarm te voorkomen.
5 In het bijzonder bij het detecteren van zeer schadelijke gassen, zoals gifgassen, is het echter van groot belang om zo spoedig mogelijk een betrouwbare indicatie te krijgen van de aanwezigheid van dergelijke gassen. Voor het detecteren van bepaalde gassen kan gebruik gemaakt worden van een hydrofiel, gaasachtig geweven bandvormig materiaal,
10 dat in het hiernavolgende kortheidshalve lint genoemd zal worden, dat bevochtigd wordt met chemicaliën, waarbij het lint bij aanwezigheid van schadelijke gassen geen verkleuring vertoont en bij afwezigheid van die gassen wel verkleurt. Het lint wordt daarbij continu getrans-
porteerd. Lint heeft als voordeel dat het snel en volledig met de
15 vloeibare chemicaliën doordrenkt kan worden zonder dat dit de materiaalsterkte nadelig beïnvloedt. Bij het bevochtigen van meer homogeen materiaal, b.v. een strook papier, zou dit zwellen en de sterkte zou afnemen hetgeen het ransporteren van de strook bemoeilijkt. Bovendien kan bij een papierstrook het gas de chemicaliën in het inwendige van
20 de strook niet bereiken, hetgeen de reactiesnelheid nadelig beïnvloedt. Naast de voornoemde voordelen ontstaan bij het toepassen van lint dat bevochtigd wordt met chemicaliën echter ook een aantal specifieke problemen bij het meten van de kleur van het lint. Terwijl ook het con-
tinu transporteren van het lint in principe het gebruik van twee
25 lichtbronnen en twee lichtdetectoren nodig maakt, hetgeen hoge eisen stelt aan de gelijkheid van deze componenten.

De chemische reactie waarbij kleur gevormd wordt duurt afhan-
kelijk van de activiteit van de reagentia en van de omgevingstempera-
tuur enkele tientallen seconden tot enkele minuten. Het achterwege
30 blijven van de vorming van kleur moet echter zo snel mogelijk gecon-
stateerd worden. Gebleken is dat verkleuring van het lint te detecte-
ren is als de reactie ongeveer 10 seconden plaats kan vinden. Niet
alleen de uiteindelijke kleur van het lint, maar vooral de kleur na
verloop van ongeveer 10 seconden is sterk afhankelijk van de heersende
35 temperatuur en van de ouderdom van de chemicaliën. De kleur van het
lint na 10 seconden is voorts afhankelijk van de lintkleur zonder

8400380

chemicaliën, de manier waarop het lint bevochtigd wordt en de hoeveelheid lintmateriaal die per tijdseenheid het meetsysteem passeert. Het is daardoor niet mogelijk de verkleuring van het lint te controleren door de lintkleur te vergelijken met de een of andere vaste referentiekleur. Verder is het lint niet homogeen. De maaswijdte is niet verwaarsloosbaar klein ten opzichte van de praktisch bruikbare afmetingen van een voor de kleurmeting toegepast meetveld terwijl tevens de draaddikte niet homogeen is en de afstand tussen de draden relatief grote variaties vertoont. Daardoor varieert het netto binnen een meetveld aanwezige draadoppervlak. Voor een goede werking van de gasdetector is het derhalve noodzakelijk dat de kleurmeting van voornoemde factoren zo goed mogelijk onafhankelijk is.

Om voor voornoemde problemen een oplossing te bieden voorziet de uitvinding in een gasdetectieinrichting van voornoemde soort waarbij de middelen voor het belichten van de strook materiaal een eerste lichtbron omvatten, die licht kan uitzenden met een eerste kleur en een tweede lichtbron, die licht kan uitzenden met een tweede kleur, waarbij voorzien is in een optisch stelsel dat in wezen gelijke fracties van het licht van de eerste en tweede lichtbron af kan geven aan eerste en tweede, op afstand van elkaar gelegen meetgebieden op de strook materiaal, waarbij nabij ieder meetgebied is voorzien in middelen om de door de strook materiaal gereflecteerde hoeveelheid licht te meten, waarbij voorzien is in middelen die rechtstreeks de hoeveelheid licht van de tweede lichtbron meten en waarbij voorzien is in elektronische schakelorganen om afwisselend de eerste en tweede lichtbron te bekrachtigen en in elektronische regelorganen om aan de hand van de gemeten reflectie van het licht van de eerste lichtbron en van de tweede lichtbron de intensiteit van de tweede lichtbron zodanig te besturen dat de gemeten reflectiewaarden per meetgebied in hoofdzaak gelijk zijn.

Gebleken is dat het bijzonder gunstig is wanneer het licht van de eerste lichtbron groen licht is en het licht van de tweede lichtbron rood licht. Voor rood en groen licht is het verschil in reflectiewaarde bij resp. ongekleurd en gekleurd lint bij de toegepaste kleurstof maximaal, hetgeen gunstig is voor de meetnauwkeurigheid.

8400380

Alhoewel voor de lichtbronnen diverse bekende typen lichtbronnen gebruikt kunnen worden is gebleken dat het gebruik van rode en groene lichtemitterende diodes zeer gunstig is, in het bijzonder in verband met de hoge snelheid waarmee deze lichtbronnen kunnen worden in- en uitgeschakeld. Voor het detecteren van licht kunnen lichtafhankelijke weerstanden en siliciumfotodiodes worden toegepast. De laatste genieten de voorkeur aangezien zij snel reageren op lichtveranderingen, weinig temperatuurafhankelijk zijn en een goed lineair verband tussen de verlichtingssterkte en de signaalstroom vertonen.

10 De uitvinding berust op het inzicht, dat het mogelijk is de invloed van de grijsheid van het lint te onderdrukken door de reflectie van het lint te meten bij twee geschikte lichtkleuren en door vervolgens de verhouding van beide reflectiewaarden te bepalen. Ook de invloed van variaties in de grootte van de mazen in het lint worden op deze manier sterk onderdrukt. Verder kan de invloed van de basis-
15 kleur van het lint geëlimineerd worden door op twee verschillende plaatsen op het lint de reflectie te meten, nl. zodra het lint met de chemische vloeistof behandeld is en er nog niet voldoende tijd verlopen is om de chemische reactie te kunnen doen plaatsvinden en
20 ± 10 seconden later als met voldoende zekerheid bepaald kan worden of al dan geen kleurvorming heeft plaatsgevonden. Het quotiënt van de op de twee meetplaatsen verkregen signalen geeft dan uitsluitend informatie omtrent de verkleuring van het lint gedurende 10 seconden. Het is duidelijk dat bij deze manier van meten hoge eisen gesteld
25 worden aan de constantheid van de verhouding tussen de verlichtingssterkte bij dezelfde lichtkleur op beide meetplaatsen. Om hieraan te voldoen voorziet de uitvinding in een optisch systeem dat constante fracties van het licht van de eerste en tweede lichtbron toevoert aan beide meetgebieden. Door volgens de uitvinding het licht van de twee-
30 de, rode lichtbron zodanig te regelen dat de gemeten reflecties bij resp. het eerste en tweede meetgebied gelijk zijn voor rood licht en groen licht wordt bereikt dat offsetspanningen en offsetstromen en niet-lineariteiten van de versterkers in de elektronische keten alsook niet-lineariteiten van de fotocellen geen invloed hebben op het uit-
35 eidelijke meetresultaat.

8400380

De uitvinding zal in het hierna volgende nader beschreven worden aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld onder verwijzing naar de tekening, hierin toont:

5 fig. 1 in zijaanzicht een schematische weergave van de opbouw van het optische en verlichtingsstelsel voor de gasdetectieinrichting volgens de uitvinding;

fig. 2 een vooraanzicht van het stelsel volgens fig. 1;

10 fig. 3 een schematische weergave van de elektrische keten voor het besturen van de lichtbronnen in het verlichtingsstelsel en van de elementen voor het detecteren van het weerkaatste licht;

fig. 4 schematisch een aantal golfvormen die in de schakeling volgens fig. 3 kunnen optreden;

De fig. 1 en 2 tonen het verlichtingsstelsel 1 dat een centraal opgestelde rode LED 2 en bij voorkeur 4 à 6 rotatie-symmetrisch
15 rond LED 2 opgestelde groene LED's bevat, waarvan er twee met resp. de verwijzingscijfers 3 en 3' zijn aangegeven. De redenen voor de ongelijke aantallen LED's zijn dat groene LED's in vergelijking met rode LED's een geringere lichtstroom geven en dat de voor het detecteren van het licht benutte silicium-fotocellen voor groen licht
20 minder gevoelig zijn dan voor rood licht. Een diffusor 4 vermengt de lichtbijdragen van de verschillende LED's, zodat de uittredende lichtstroom zo goed mogelijk rotatie-symmetrisch is ten opzichte van de optische as van het stelsel. Een optisch stelsel beeldt de verlichte apertuur 5 van het verlichtingsstelsel 1 af op twee plaatsen op het lint 12, welke meetplaatsen in fig. 2 met resp. 12' en 12"
25 zijn aangegeven.

Het optische stelsel omvat een hoofdobjectief 6, dat de uit de apertuur 5 tredende divergerende lichtstralen omzet in een evenwijdige bundel lichtstralen en meetveld-objectieven 10 en 11, die
30 resp. delen 17 en 18 van de totale door het objectief tredende en door een spiegel 9 gereflecteerde lichtbundel op het lint focuseren. De symmetrische opbouw van zowel het verlichtingsstelsel als het optische stelsel waarborgt dat van de uit de apertuur tredende lichtstroom gelijke fracties meetplaats 12' en meetplaats 12" op het lint
35 bereiken.

8400380

Een gedeelte van de uit het objectief 6 tredende lichtbundel bereikt een fotocel 8 via een filter 7, dat alleen rood licht doorlaat. De fotocellen 13 en 15 bij meetplaats 12' en 14 en 16 bij meetplaats 12" ontvangen het door het lint gereflecteerde licht. Een lichtschot
5 19 voorkomt dat het licht van een van de meetplaatsen de fotocellen van de naburige meetplaats bereikt.

Het optische stelsel heeft voor rood en groen licht nagenoeg dezelfde eigenschappen. De rode en groene lichtvlekken op het lint vallen wat betreft afmeting en plaats samen en de lichtintensiteits-
10 verdeling binnen de meetplaats is voor beide kleuren identiek. Dit is een voorwaarde voor het goed kunnen onderdrukken van de variaties in lichtreflectie door het lint tengevolge van de wisselende verhouding tussen draaddikte en maaswijdte binnen de meetplaats, de zgn. lintruis.

De spectra van de rode en groene LED's overlappen elkaar gedeeltelijk en het is derhalve niet mogelijk een optisch filter 7 te
15 construeren dat de totale emissie van de groene LED's blokkeert en de totale emissie van de rode LED doorlaat. Zoals onderstaand nader beschreven zal worden kunnen in de elektronische keten maatregelen getroffen worden om de invloed van het groene leklicht zoveel mogelijk
20 te elimineren.

Fig. 3 toont een blokschema van de elektronische keten, die tot doel heeft signalen op te wekken die een zo nauwkeurig mogelijke informatie geven over de kleur van het licht op de beide meetplaatsen. In fig. 3 zijn de LED's en de fotocellen die ook in de fig. 1 en 2
25 voorkomen met gelijke verwijzingscijfers aangegeven. De LED's 3" en 3"' zijn getoond om aan te geven dat het verlichtingsstelsel 1 vier of meer groene LED's kan bevatten en dat deze in principe door dezelfde stroom doorlopen worden.

De in fig. 3 getoonde schakelaars 20 t/m 25 zijn slechts
30 schematisch aangegeven en zijn in werkelijkheid bij voorkeur uitgevoerd als snelle MOSFET-schakelaars.

De siliciumfotocellen 13 en 15 zijn parallel met elkaar verbonden en aangesloten op de inverterende ingang van een versterker 26. De uitgang van versterker 26 is via een weerstand 27 teruggekoppeld
35 naar de inverterende ingang om zo een lage ingangsimpedantie van versterker 26 te realiseren. Dit is gewenst omdat siliciumcellen bij

8400380

een laagohmige belasting goed lineair en relatief temperatuuroongevelig zijn.

Op dezelfde wijze zijn de fotocellen 14 en 16 verbonden met een inverterende ingang van een tweede versterker 28 waarvan de uitgang eveneens via een weerstand 29 is teruggekoppeld naar de inverte-
5 rende ingang. Tenslotte is de fotocel 8 verbonden met de inverterende ingang van een versterker 30, waarvan de uitgang via een weerstand 31 is teruggekoppeld naar de inverterende ingang. De niet-inverterende ingangen van de versterkers 26, 28 en 30 zijn geaard.

10 De uitgangssignalen van de versterker 26 en 28 kunnen resp. via schakelaars 20 en 21 verbonden worden met de ingang van een banddoorlatend filter 32. Dit banddoorlatende filter 32 heeft tot doel om uit het uitgangssignaal van resp. versterker 26 en 28 laagfrequente wisselspanningscomponenten te filteren, welke componenten ontstaan
15 door de invloed van daglicht op de fotocellen en bij onderhoud ook door de invloed van kunstlicht. Ook de uitgang van versterker 30 is verbonden met een banddoorlatend filter 33, dat hetzelfde doel heeft als filter 32.

De uitgang van bandfilter 32 is verbonden met de ingang van
20 een synchrone gelijkrichtketen bestaande uit een invertor 33, een schakelaar 22 en een integratorketen die een weerstand 34, een versterker 35 en een terugkoppelcondensator 36 omvat, waarbij de weerstand 34 verbonden is met de inverterende ingang van versterker 35 en de condensator 36 verbonden is tussen de uitgang van versterker 35 en de
25 inverterende ingang daarvan. De niet inverterende ingang van versterker 35 is geaard. De invertor 33 zorgt voor een extra onderdrukking van laagfrequente signalen.

De uitgang van de versterker 35 is gekoppeld met de ingang van een spanning-stroomomzetter 37, waarvan de uitgang de rode LED 2
30 stuurt. De uitgang van de keten 37 kan via een schakelaar 23 geaard worden, om de stroom naar LED 2 te onderbreken.

De uitgang van bandfilter 33 is verbonden met de ingang van een synchrone gelijkrichter welke uit een schakelaar 25, een weerstand 39 en een condensator 40 bestaat. Een aansluitklem van condensator 40
35 is met aarde verbonden terwijl de andere aansluitklem verbonden is met een aansluitklem van weerstand 39 en met de ingang van een optelketen

8400330

41. Met een tweede ingang van de optelketen 41 is een gelijkspanningsbron 42 verbonden. De uitgang van optelketen 41 is verbonden met de eerste ingang van een analoge multiplexketen 38; de tweede ingang van keten 38 is verbonden met de uitgang van versterker 35. De uitgang
5 van keten 38 is verbonden met een analoog-digitaalomzetter 43, die het toegevoerde signaal omzet in een datastroom en deze via een databus 44 toevoert aan een verder niet getoonde microprocessor. De microprocessor verschaft via een databus 45 regelsignalen aan een besturingsketen 46, welke besturingsketen de schakelaars 22 t/m 25, de
10 analoge vermenigvuldigketen 38, de analoge digitaalomzetter 43 en een digitaal-analoogomzetter 48 bestuurt. De digitaal-analoogomzetter 48 ontvangt via een databus 47 data van de microprocessor. De uitgang van digitaal-analoogomzetter 48 is verbonden met een spanningstroomomzetter 49, waarvan de uitgang is verbonden met de in serie
15 verbonden LED's 3, 3', 3" en 3''' en eventuele verdere groene LED's. De uitgang van keten 49 kan via schakelaar 24 geaard worden om zo de sturing van de LED's te onderbreken.

In het hiernavolgende zal de werking van de gasdetectie-inrichting volgens de uitvinding nader worden beschreven.

20 Zoals de fig. 1 en 2 tonen zijn er twee meetplaatsen resp. 12' en 12" op het lint, meetplaats 12' is dichtbij de plaats gelegen waar het lint wordt bevochtigd met de de verkleuring veroorzakende chemicaliën en meetplaats 12" is ongeveer 8 mm verder in de transportrichting van het lint gelegen, hetgeen bij de gekozen lintsnelheid
25 overeenkomt met een tijdsduur van ongeveer 10 seconden, gedurende welke tijd de chemicaliën het lint kunnen doen verkleuren bij schone lucht of niet doen verkleuren bij aanwezigheid van de te detecteren gassen. Op elke meetplaats wordt het lint afwisselend verlicht met groen licht met een golflengte van ongeveer 550 nanometer en rood licht met een
30 golflengte van ongeveer 650 nanometer. Het tempo waarin de verlichting van kleur wisselt bedraagt ongeveer 1 kHz, zodat de lintverplaatsing in een periode met rood en groen licht te verwaarlozen is. Beide meetplaatsen worden door één verlichtingsstelsel belicht, dat in fig. 1 met verwijzingscijfer 1 is aangegeven, en dat afwisselend rood en
35 groen licht kan leveren.

8400380

Elke meetplaats is voorzien van twee siliciumfotocellen, resp. 13 en 15 voor meetplaats 12' en 14 en 16 voor meetplaats 12", die een deel van het door het lint gereflecteerde en verstrooide licht opvangen en die, zoals getoond is in fig. 3, zodanig aangesloten zijn dat zij als stroombron gebruikt worden, hetgeen een snelle en lineaire responsie waarborgt.

De intensiteit van het groene licht is in principe constant terwijl de intensiteit van het rode licht zodanig wordt ingesteld dat het uitgangssignaal van de parallel verbonden fotocellen bij de resp. meetplaatsen bij rood licht en groen licht zo goed mogelijk gelijk is. Door deze regeling van de fotocelsignalen hebben de absolute gevoeligheid en de donkerstroom van de fotocel, de offsetstromen en een eventuele niet lineaire en inconstante stroom-helderheidsrelatie van de rode lamp geen invloed op het meetresultaat.

Het regelsysteem bestuurt de schakelaars 20 en 21 zodanig dat afwisselend voor de beide meetplaatsen gedurende ongeveer 100 msec de intensiteit van de rode LED wordt geregeld, zodat er op opeenvolgende tijdstippen afwisselend een intensiteit voor het rode licht ingesteld wordt, die resp. een maat is voor de lintkleur op de meetplaats 12' en op de meetplaats 12". Het quotient van deze twee intensiteitswaarden, het kleurquotient Q , is een maat voor de kleurverandering die het lint bij het transport van meetplaats 12' naar meetplaats 12" heeft ondergaan.

Voor de onderstaand te geven berekeningen wordt gesteld dat:

F_g = uit de apertuur 5 tredende lichtstroom van de groene lichtbron

F_r = uit de apertuur 5 tredende lichtstroom van de rode lichtbron

c_g = fractie van de groene lichtstroom, die op één meetplaats het lint bereikt

c_r = fractie van de rode lichtstroom, die op één meetplaats het lint bereikt

k_g = effectieve reflectie-coëfficiënt van het lint bij groen licht

k_r = effectieve reflectie-coëfficiënt van het lint bij rood licht

G_g = gevoeligheid van de fotocellen bij het lint voor groen

licht (mA/Lm)

Gr = gevoeligheid van de fotocellen bij het lint voor rood licht (mA/Lm).

Indien het regelsysteem de intensiteit van de rode lichtbron op bovenstaand beschreven wijze ingesteld heeft geldt voor één meetplaats dan geldt:

$$Fg \cdot cg \cdot kg \cdot Gg = Fr \cdot cr \cdot kr \cdot Gr.$$

zodat:

$$Fr = Fg \cdot \frac{cg}{cr} \cdot \frac{kg}{kr} \cdot \frac{Gg}{Gr} \quad (1)$$

Daar cg/cr en Gg/Gr in wezen constant zijn, wordt Fr ingesteld op een waarde, die recht evenredig is met Fg , en voorts afhangt van de lintkleur.

Aangenomen wordt dat het regelsysteem de rode lichtstroom instelt op de waarde $Fr1$ met de fotocelstromen op meetplaats 12' als criterium, en vervolgens op de waarde $Fr2$ met de fotocelstromen op meetplaats 12" als criterium.

Nu geldt voor de verhouding $Fr1:Fr2$, het kleurquotient Q van het lint op de beide meetplaatsen:

$$Q = \frac{Fr1}{Fr2} = \frac{Fg1}{Fg2} \cdot \frac{cg1}{cg2} \cdot \frac{cr2}{cr1} \cdot \frac{kg1}{kg2} \cdot \frac{kr2}{kr1} \cdot \frac{Gg1}{Gg2} \cdot \frac{Gr2}{Gr1} \quad (2)$$

Vergelijking (1) kan worden vereenvoudigd doordat geldt:

1. $Fg1 = Fg2$, er is één voor beide meetplaatsen gemeenschappelijke constante, groene lichtbron.
2. De diverse c-waarden zijn in principe gelijk en in ieder geval constant.
3. De quotienten $\frac{Gg1}{Gr1}$ en $\frac{Gg2}{Gr2}$ zijn ongeveer even groot (zelfde type fotocel) en overigens constant.

Hierdoor vereenvoudigt vergelijking (2) zich tot:

$$Q = \frac{Fr1}{Fr2} = K \cdot \frac{kg1}{kr1} \cdot \frac{kr2}{kg2} \quad (3)$$

In vergelijking (3) is $K \approx 1$ en in ieder geval constant van grootte.

Door het kleurquotient Q op de bovenstaand beschreven wijze te bepalen wordt bereikt dat het kleurquotient niet beïnvloed wordt door variaties in draaddikte en maaswijdte van het lint, omdat deze per meetplaats in principe een gelijke invloed hebben op kg en kr

8400380

en dat variaties in de basiskleur van het lint of in de basiskleur van de chemicaliën in principe op beide meetplaatsen een gelijke invloed op resp. kg_1 , kg_2 en kr_1 en kr_2 hebben.

Het gebruik van de kleuren rood en groen voor het verlichten van het lint is gekozen omdat de kleurstof die bij schone lucht op het lint gevormd wordt, een relatief grotere vermindering van de reflectie van het lint bij groen licht geeft en relatief weinig vermindering van de reflectie bij rood licht. Het kleurquotient Q bedraagt bij gekleurd lint ongeveer 1,1 en bij ongekleurd lint ongeveer 1. Hierdoor is een relatiever groot uitgangssignaal aanwezig dat de kans op meetfouten verkleint.

De lichtstromen Fr_1 en Fr_2 worden gemeten door fotocel 8. Deze fotocel ontvangt vanuit het objectief 6 een constant gedeelte van de uit de apertuur 5 tredende lichtstroom. Omdat alleen het rode licht met behulp van fotocel 8 gemeten moet worden en het uit dezelfde bron afkomstige groene licht niet, is voor de derde fotocel voorzien in een rood-doorlatend, groen-blokkerend filter 7.

De fotocel 8 levert afwisselend de signalen:
 $S_1 = cr_3 \cdot Gr_3 \cdot Fr_1 + d$ en $S_2 = cr_3 \cdot Gr_3 \cdot Fr_2 + d$.
waarin
 cr_3 = gedeelte van de rode lichtstroom dat de fotocel 8 bereikt en
 Gr_3 = gevoeligheid van fotocel 8 voor rood licht,
 d = donker- en offsetstroom.

Omdat voor een nauwkeurige bepaling van Q het signaalquotient S_1/S_2 zo goed mogelijk gelijk moet zijn aan het lichtquotient Fr_1/Fr_2 , moet S_1 en S_2 voor de waarde van d gecorrigeerd worden. Hiertoe is in de meetcyclus, gedurende welke Fr_1 en Fr_2 afwisselend zo geregeld worden dat zij gelijk zijn aan resp. Fg_1 en Fg_2 , ook een meetfase voor de donkerstroom opgenomen, waarbij de rode lichtbron is uitgeschakeld en dus $Fr = 0$. De fotocel 8 levert dan samen met de tussen deze fotocel en de analoog digitaalconverter 43 opgenomen versterkingsketen een signaalcomponent d . De signalen van fotocel 8 worden digitaal verwerkt via de analoog digitaalomzetter 43 en de microprocessor. De signalen S_1 , S_2 en d worden achtereenvolgens in digitale vorm gebracht en in het geheugen van de microprocessor opgeslagen. Uit deze gegevens kan het zuivere kleurquotient Q berekend worden met:

8400300

$$Q = \frac{S1-d}{S2-d}$$

5 Uit het bovenstaande zal duidelijk zijn dat het beschreven systeem in hoge mate ongevoelig is voor de absolute waarden en de langzame variaties van de verhouding tussen de lichtstroom en de voedingsstroom van de rode en groene LED's, de gevoeligheid en de donkerstroom van de fotocellen; de offset-spanningen en offset-stromen van alle versterkers in de schakeling; de basiskleur van het lint en van de chemische bevochtigingsmiddelen; en de snelle variaties in draaddikte en maaswijdte van het stuk lint dat in het meetveld gelegen is, de zgn. lintruis.

10 De werking van de in fig. 3 getoonde elektrische keten zal onderstaand nader worden verduidelijkt aan de hand van fig. 4, die een aantal in deze keten optredende golfvormen toont.

De besturingscyclus bestaat uit de volgende meetperiodes van elk ongeveer 100 milliseconden.

15 Periode A:

Het rode licht wordt geregeld met als criterium het signaal van de fotocellen 13 en 15 bij meetplaats 12'. Schakelaar 20 is gesloten en schakelaar 21 geopend, terwijl de schakelaars 23 en 24 in een 20 1 kHz ritme zodanig omschakelen dat wanneer schakelaar 23 is geopend schakelaar 24 is gesloten en vice versa. Hierdoor branden de rode en groene LED's afwisselend.

Fig. 4a toont de emissie van de groene LED's en fig. 4b de emissie van de rode LED.

25 Periode B:

Het rode licht wordt geregeld met als criterium het signaal van de fotocellen 14 en 16 bij meetplaats 12"; schakelaar 20 is geopend en schakelaar 21 gesloten, terwijl schakelaars 23 en 24 nog steeds in een 1 kHz ritme schakelen.

30 Periode C:

Meting van de donker- en offset-stroom; schakelaar 20 en 21 zijn beide geopend en schakelaar 23 is gesloten, zodat geen rood licht wordt afgegeven door LED 2, schakelaar 24 schakelt echter in een 1 kHz ritme, zodat de groene LED's normaal branden.

35 Periode D:

Het rode licht wordt geregeld met als criterium het signaal van de fotocellen 14 en 16 bij meetplaats 12"; schakelaar 20 is geopend,

8400380

schakelaar 21 is gesloten en de schakelaars 23 en 24 schakelen in een 1 kHz ritme om.

Na periode D wordt de besturingscyclus herhaald.

5 Aan het einde van elke periode wordt het signaal dat af-
komstig is van fotocel 8 in een digitale waarde omgezet en aan de
microprocessor toegevoerd. Gedurende elke besturingscyclus worden
twee meetwaarden van meetplaats 12" en één van meetplaats 12' ver-
10 kregen. De reden hiervan is dat op meetplaats 12' in principe slechts
langzaam veranderingen te verwachten zijn, terwijl de eventuele
verandering van kleur op meetplaats 12" te verwachten is en met een
zo klein mogelijk tijdverlies gedetecteerd moet worden.
Ook de donker- en offsetstromen variëren langzaam zodat ook daarvoor
een meetperiode per besturingscyclus voldoende is.

15 Aan het begin van een regelperiode zal de verhouding tussen
het rode en het groene licht, die waargenomen wordt door de fotocellen
bij het lint, afwijken van 1, zodat het bandfilter 32 een signaal
aan de ingang ontvangt zoals getoond in fig. 4c en aan de uitgang
een signaal verschaft zoals getoond in fig. 4d. Door synchrone ge-
20 lijkrichting via schakelaar 22, die eveneens in een 1 kHz ritme
schakelt, wordt een gelijkstroom verkregen waarvan de polariteit en
grootte afhangt van het absolute verschil tussen de amplitude van de
door de fotocellen ontvangen hoeveelheid licht van de rode en de
groene LED. De gelijkgerichte stroom wordt door de integrator geinte-
25 greerd. De uitgangsspanning van de integrator, d.w.z. de uitgangs-
spanning van versterker 35 is getoond in fig. 4e. Zolang de fotocellen
bij het lint meer groen licht dan rood licht zien stijgt de uitgangs-
spanning van de integrator terwijl deze daalt zolang de fotocellen
bij het lint meer rood licht zien dan groen licht. Wanneer resp. de
30 fotocellen 13, 15 en 14, 16 evenveel signaalstroom bij groen als
bij rood licht afgeven, wordt aan het bandfilter 32 geen 1 kHz wissel-
spanning meer toegevoerd, zodat ook de ingangsstroom van de integrator
gelijk is aan nul en het uitgangssignaal van de integrator constant
blijft.

35 Door een geschikte keuze van de totale lusversterking en de
tijdconstante die wordt bepaald door de waarde van weerstand 34 en
condensator 36 wordt de evenwichtstoestand binnen de periodeduur van

8400300

100 millisecon. bereikt, zoals duidelijk vooral uit de fig. 4d en 4e blijkt.

Fotocel 8 ontvangt rechtstreeks licht van de rode LED 2 en een gedeelte van het groene licht van de LED's 3, 3' etc. voor zover
5 dit door het filter 7 wordt doorgelaten. Het signaal van fotodiode 8 is getoond in fig. 4f. Het bandfilter 33 geeft een uitgangswisselspanning af die getoond is in fig. 4g en waarvan de top-topwaarde evenredig is met het verschil tussen de uitgangsstroom van fotocel 8 bij rood licht en die bij groen leklicht. Tijdens de donkerstroomcompensatieperiode C is de rode LED gedoofd. Het bandfilter 33 geeft
10 dan een uitgangsspanning af waarvan de top-topwaarde evenredig is met de stroom van fotocel 8 bij groen leklicht. Het uitgangssignaal van het bandfilter 33 is bij aanwezigheid uitsluitend groen leklicht 180° in fase gedraaid ten opzichte van het signaal bij ontvangst
15 van zowel rood licht als groen leklicht. Deze fazesprongen zijn te zien in de fig. 4f en 4g bij zowel de overgang van periode B naar periode C als van periode C naar periode D.

In de optelketen 41 wordt het signaal van de synchrone gelijkrichtketen die bestaat uit schakelaar 25, weerstand 39 en condensator
20 40 in gelijkspanning verschoven, om de uitgangsspanning van de optelketen binnen het ingangsspanningsbereik van de analoog digitaalomzetter 43 te brengen. Hiertoe is de tweede ingang van optelketen 41 gekoppeld met de gelijkspanningsbron 42. Het aan de eerste ingang van keten 41 aanwezige signaal is getoond in fig. 4h.

25 De signaaloverdracht vanaf fotocel 8 tot aan de uitgang van optelketen 41 kan als volgt worden bepaald:

Bij rood licht levert fotocel 8 de stroom i_r en bij groen licht de stroom i_g . Het bandfilter 33 blokkeert de gemiddelde component $(i_r + i_g):2$ en versterkt de wisselspanningscomponent $i_r - i_g$
30 tot de signaalspanning U_1 met een top-topwaarde $U_1 = G (i_r - i_g)$. De synchrone gelijkrichter levert aan de optelketen een positieve gelijkspanning $U_2 = \frac{1}{2}G (i_r + i_g)$. Hierbij wordt aangenomen dat schakelaar 25 gesloten is tijdens de positieve halve periode van het wisselspanningssignaal U_1 . De optelketen 41 telt de vaste
35 gelijkspanning U_0 op bij U_2 en geeft als uitgangsspanning:

$U_s = \frac{1}{2}G (i_r - i_g) + U_0$. Dit signaal wordt aan de analoge multiplex-

keten 38 toegevoerd, in digitale waarden omgezet en in de micro-

8400380

processor opgeslagen.

Tijdens de meetperiode C is $ir = 0$, zodat de optelketen 41 dan een uitgangsspanning levert: $U_d = \frac{1}{2}G (-ig) + U_0$.

5 Dit signaal wordt eveneens in digitale waarden omgezet en opgeslagen in de microprocessor.

Door het aftrekken van U_s en U_d verkrijgt men $U_s - U_d = \frac{1}{2}G (ir - ig) + U_0 - \frac{1}{2}G (-ig) - U_0 = \frac{1}{2}G ir$.

10 In elk van de drie regelperioden van een besturingscyclus wordt een ir -waarde ingesteld; de ig -waarde is in principe constant omdat de stroom door de groene LED's op een vaste waarde is ingesteld.

De regeling op meetplaats 12' levert het signaal:

$$U_{s1} - U_d = \frac{1}{2}G ir_1$$

regeling op meetplaats 12', hetgeen tweemaal per meetcyclus gebeurt, levert het signaal: $U_{s2} - U_d = \frac{1}{2}G ir_2$.

15 Het kleurquotient Q kan nu berekend worden uit $Q = \frac{U_{s1} - U_d}{U_{s2} - U_d} = \frac{ir_1}{ir_2}$.

20 Een lintgedeelte dat zich op een bepaald moment bij meetplaats 12' bevindt passeert na ongeveer 10 seconden meetplaats 12". Door bij de bepaling van het kleurquotient $Q = \frac{ir_1}{ir_2}$ de meest recente ir_2 -waarde te nemen en de ir_1 -waarde van 10 seconden daarvoor wordt een Q -waarde verkregen, die betrekking heeft op hetzelfde lintgedeelte en dus zo goed mogelijk aangeeft wat de kleurverandering is die een bepaald lintdeel heeft ondergaan tijdens de verplaatsing van meetplaats 12' naar meetplaats 12".

25 Ondanks de maatregelen in het optische stelsel die ten doel hebben de verhouding tussen rood en groen licht voor alle delen van het lint binnen de meetplaats gelijk te maken, zal toch lintruis optreden doordat niet alle delen van de bevochtigde draden van het lint en de met meer of minder vloeistof gevulde mazen
30 in het lint rood licht en groen licht met dezelfde intensiteit en richting zullen reflecteren. Opeenvolgende waarden van ir zullen dus kleine verschillen vertonen. Om deze ruisinvloed tegen te gaan kan bij de quotientbepaling een ir_1 -waarde gebruikt worden, die het gemiddelde is van vijf metingen, waarbij de middelste meting dan die
35 is welke nominaal 10 seconden geleden werd verricht.

8400320

Het microprocessorsysteem besluit tot het afgeven van een alarmsignaal wanneer het kleurquotiënt Q een bepaalde drempelwaarde overschrijdt. Deze drempelwaarde kan temperatuurafhankelijk zijn omdat bij relatief hoge temperaturen er na 10 seconden meer kleurstof op het
5 lint gevormd is dan bij relatief lage temperaturen.

Het uitgangssignaal van de integratorketen rond versterker 35 is via een leiding 50 met de analoog-multiplexketen 38 en de analoog-digitaalomzetter 43 verbonden ten behoeve van foutbewaking. Wanneer door een defecte component of door invloeden van buitenaf, bijvoor-
10 beeld vervuiling van een fotocel, de regelkring niet goed werkt, zal de uitgangsspanning van de integrator in de meeste gevallen buiten het normale dynamische werkgebied komen te liggen hetgeen gebruikt kan worden om de microprocessor een foutsignaal te doen opwekken. Alhoewel de inrichting voor het detecteren van kleurverschillen volgens
15 de uitvinding bij wijze van voorbeeld is beschreven voor toepassing bij een gasdetector, zijn andere toepassingen vanzelfsprekend niet uitgesloten.

8400380

C O N C L U S I E S

1. Inrichting voor het detecteren van kleurverschillen van een te onderzoeken materiaal voorzien van middelen voor het belichten van het materiaal, middelen voor het meten van de hoeveelheid door het materiaal gereflecteerd licht en middelen voor het transporteren van het materiaal, met het kenmerk, dat de middelen voor het belichten van de strook materiaal een eerste lichtbron omvatten, die licht kan uitzenden met een eerste kleur en een tweede lichtbron, die licht kan uitzenden met een tweede kleur, dat voorzien is in een optisch stelsel dat in wezen gelijke fracties van het licht van de eerste en tweede lichtbron af kan geven aan eerste en tweede, op afstand van elkaar gelegen meetgebieden op het materiaal, waarbij nabij ieder meetgebied is voorzien in middelen om de door het materiaal gereflecteerde hoeveelheid licht te meten, dat voorzien is in middelen die rechtstreeks de hoeveelheid licht van de tweede lichtbron meten en dat is voorzien in elektronische schakelorganen om afwisselend de eerste en tweede lichtbronnen te bekrachtigen en in elektronische regelorganen om aan de hand van de gemeten reflectie van het licht van de eerste lichtbron en de tweede lichtbron, de intensiteit van de tweede lichtbron zodanig te besturen dat de gemeten reflectiewaarden in hoofdzaak gelijk zijn.
2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de lichtbronnen lichtemitterende diodes zijn en de detectiemiddelen siliciumfotodiodes, dat de kleur van de eerste lichtbron groen is en van de tweede lichtbron rood en dat de middelen die rechtstreeks de hoeveelheid licht van de tweede lichtbron meten eveneens een fotodiode omvatten en voorzien zijn van een filter dat groen licht in hoofdzaak blokkeert.
3. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat voorzien is in middelen om het verschil in reflectie van licht door het materiaal bij de beide meetplaatsen te bepalen door het berekenen van de verhouding tussen de hoeveelheid licht die de tweede lichtbron uitstraalt bij belichting van het eerste meetgebied en bij belichting van het tweede meetgebied en dat voorzien is in middelen die bij het overschrijden van een tevoren bepaalde verhoudingswaarde een alarm-sig-naal kunnen opwekken.

8400380

4. Inrichting volgens ten minste één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat voorzien is in een rode lichtemitterende diode en n groene lichtemitterende diodes, welke symmetrisch rond de rode lichtemitterende diode gegroepeerd zijn en in een voor de lichtemitterende diodes geplaatste diffusor.
5
5. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat $n = 6$.
6. Inrichting volgens conclusie 4 of 5, met het kenmerk, dat de lichtemitterende diodes en de diffusor zijn aangebracht in een behuizing met een apertuur voor het uitstralen van het licht van de lichtemitterende diodes en dat voorzien is in een objectief om de door de
10 apertuur uitgestraalde bundel divergerende lichtstralen om te vormen tot een bundel evenwijdige lichtstralen, waarvan een gedeelte via verdere optische organen naar beide meetgebieden op het materiaal geleid wordt en een ander gedeelte gericht is naar de middelen voor
15 het rechtstreeks meten van de hoeveelheid licht van de tweede lichtbron.
7. Inrichting volgens ten minste één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de schakelorganen zijn ingericht om gedurende een tevoren bepaalde periode uitsluitend de eerste lichtbron te bekrachtigen, waarbij het uitgangssignaal van de middelen voor het
20 rechtstreeks meten van de hoeveelheid licht van de tweede lichtbron een maat is voor de offset-stroom en de donkerstroom van deze middelen en dat voorzien is in geheugenorganen om de waarde van dit uitgangssignaal op te slaan.

8400380

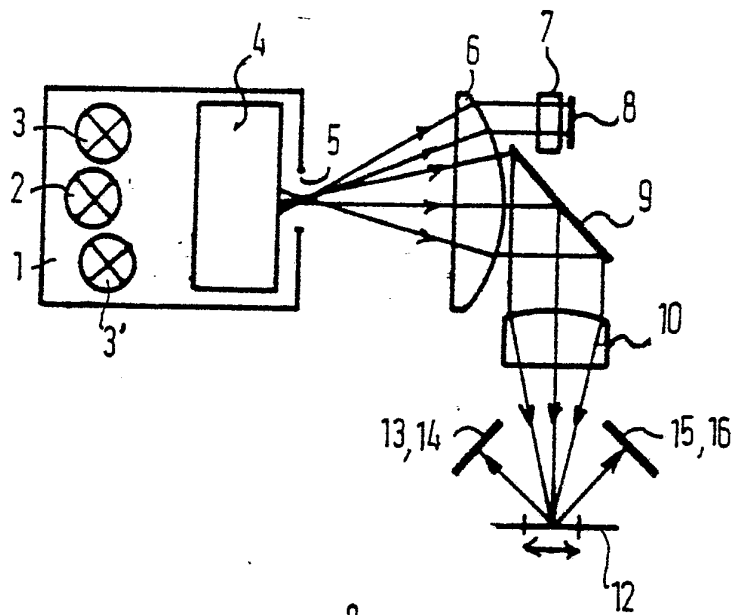


FIG. 1

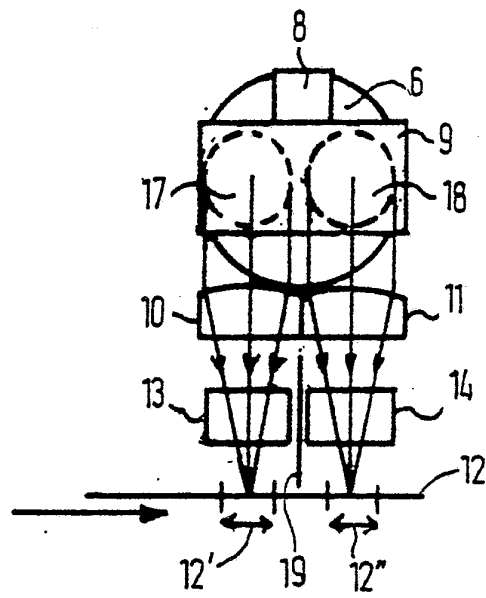


FIG. 2

8400380

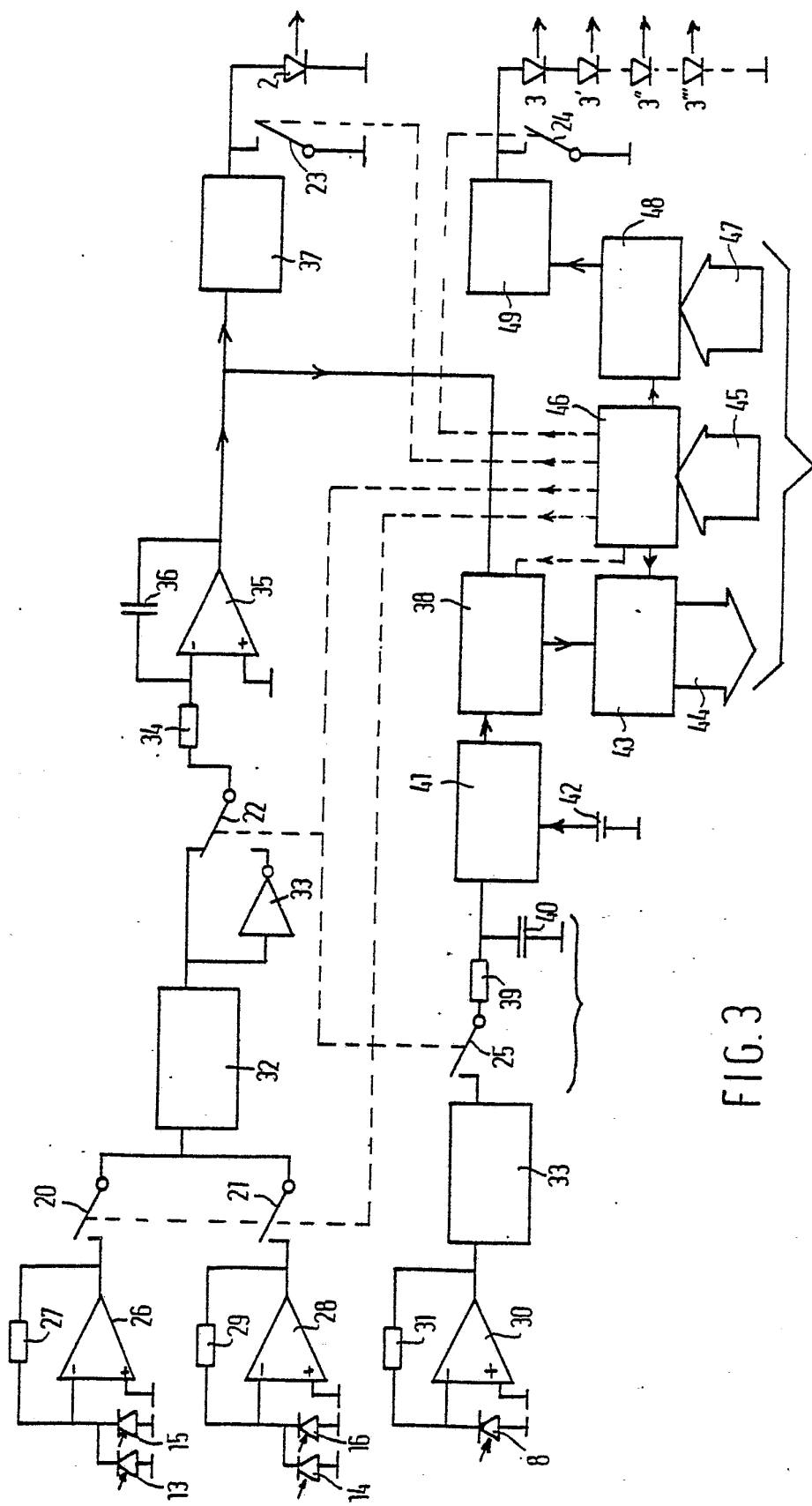
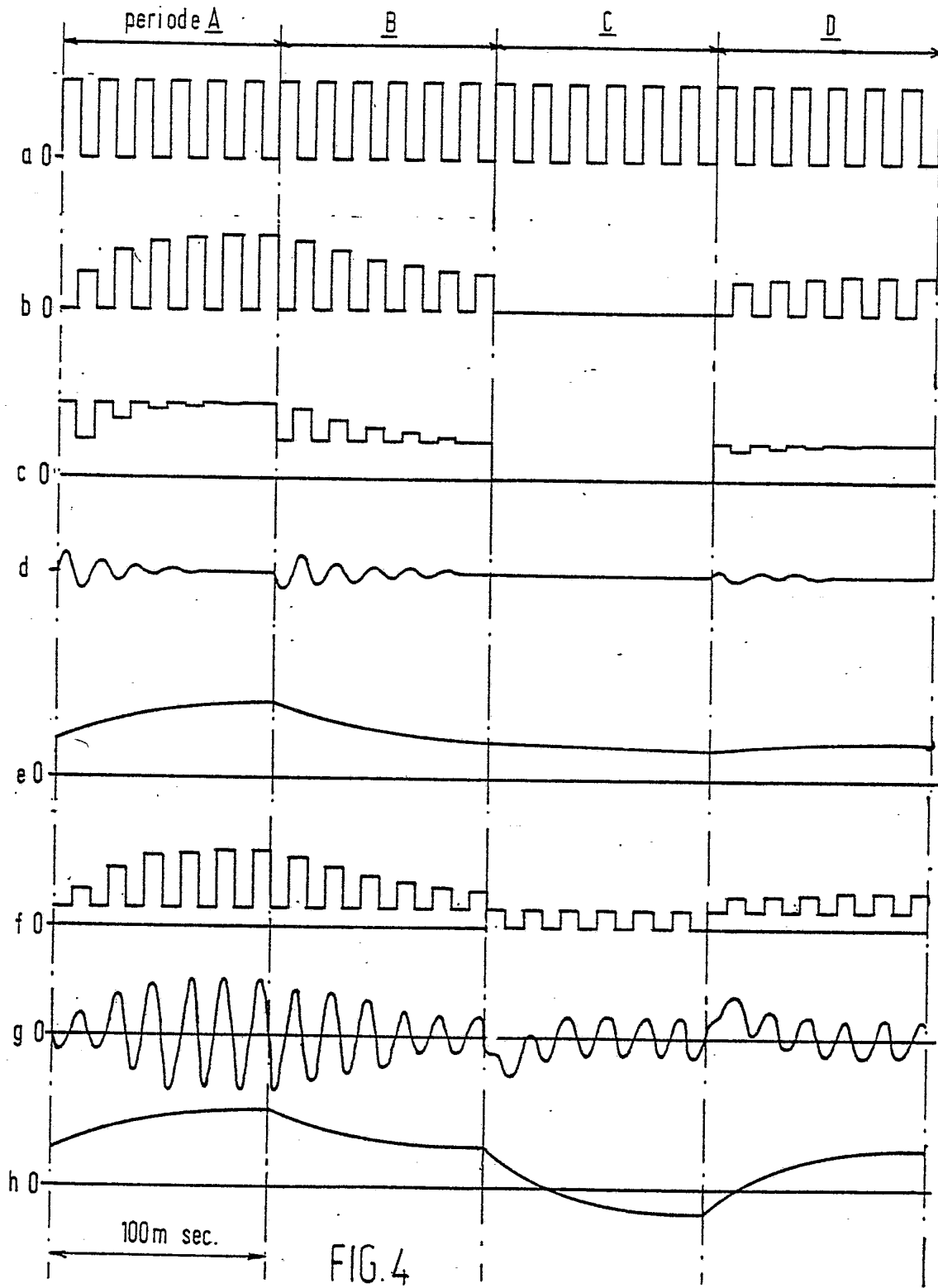


FIG. 3

8400380



8400380