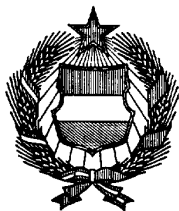


(19) HU
MAGYAR
NÉPKÖZTÁRSASÁG



ORSZÁGOS
TALÁLmányi
HIVATAL

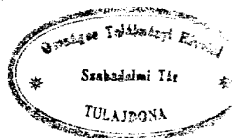
SZABADALMI LEÍRÁS

SZOLGALATI TALÁLmány

A bejelentés napja: (22) 81. 03. 30. (21) 801/81

A közzététel napja:

Megjelent: (45) 1986. május 14.



(11)

182610

Nemzetközi
osztályozás:

(51)

NSzO₃

G 01 J 3/18

Feltaláló(k):

(72) JÓNÁS Tamás, villamosmérnök, KURTZ János, gépészmérnök,
LENGYEL Zoltán, villamosmérnök, OROSZ Tibor, villamosmérnök
Páláth Károly fizikokémikus, Pungor András, villamosmérnök, Bu-
dapest

Szabadalmas:

(73) Labor Műszeripari Művek,
Esztergom

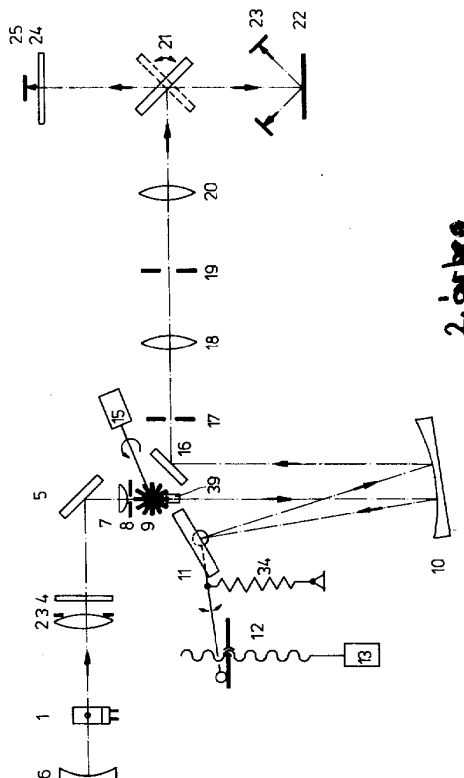
(54) Rácsos monokromátorral felépített közeli infravörös optikai analizátor

1

(57) Kivonat

A találmány szerinti közeli infravörös optikai anali-
zátor, amely fényforrást, a fény útjában elhelyezett
monokromátort, optikai rendszert és detektort, továb-
bá mikrocomputert tartalmaz, fényszaggató mecha-
nizmussal és optikai rácsos monokromátorral rendelke-
zik, az optikai rács szinusz mechanizmussal van össze-
kötve, továbbá az optikai rendszer után a fény útjá-
ban transzmissziós vagy reflexiós mérési módot kivá-
lasztó tükör és fényérzékelőkkel rendelkező transz-
missziós, illetve reflexiós detektor van elhelyezve, a
fényérzékelők termosztátban helyezkednek el, és a de-
tektorok a fényérzékelők kimenetével összekötött erő-
sítőket tartalmaznak, amelyek kimenetei egymással
sorba kapcsolt sávszűrőt, demodulátort és A/D átalaki-
tót tartalmazó mérőrendszer bemenetére csatlakoz-
nak, és az A/D átalakító mikrocomputerrel van össze-
kötve.

2



182610

1

A találmány tárgya rácsos monokromátorral felépített közeli infravörös optikai analízátor.

Ismeretesek optikai analízátorok (például Technicon, Neotec cégek gyártmányai), amelyek a közeli infravörös tartományban emittáló fényforrás széles-sávú energiáját egy monokromátoron keresztül — amelynek hullámhossz kiválasztó eleme keskenysávú interferencia szűrő — az előkészített mintát tartalmazó küvetta felületére fókuszálják. A monokromátor segítségével a minta felszínét különböző hullámhosszúságú, keskenysávú fénynyalábbal világítják ki. A mintákról diffúzan reflektált energia intenzitását detektálják. A közeli infravörös optikai analízátorok az anyagok azon tulajdonságára épülnek, amely szerint a legfontosabb szerves komponensek (például fehérje, olaj, nedvesség stb.) a rájuk jellemző hullámhosszokon fényt nyelnek el, így a reflektált energia összefüggésben van a vizsgált anyag összetételi jellemzőivel. Az összetevők abszorpciós maximumai a hullámhossz függvényében különböznek ugyan, de a közeli infravörös tartományban viszonylag közel esnek egymáshoz, így a mérésre kiválasztott hullámhosszokon az abszorpciós kölcsönhatásuk is érvényesül. Kiküszöbölésük méréstechnikai és matematikai úton történik, általában a műszerbe épített mikorszámítógép segítségével.

Az ismert közeli infravörös optikai analízátorok csupán az interferencia szűrők által korlátozott hullámhossz tartományokban üzemeltethetők. Ez azzal a hátránnyal jár, hogy nincs lehetőség a gyári ajánlásoktól eltérő hullámhosszbeállítást igénylő metodikák adaptálására. A berendezések nem rendelkeznek lineáris hullámhossz skálával, sőt egyes esetekben nincs mód a hullámhosszban való közvetlen kalibrálásra sem, például a Neotec készülékeknél.

Ez ideig folyamatos hullámhossz-kiválasztást biztosító monokromátorok (például optikai rácsos monokromátorok) a közeli infravörös optikai analízátorokban nem voltak alkalmazhatók, mivel az ilyen típusú monokromátorok — az interferenciaszűrős rendszernek megfelelő költségintézen — csak mintegy tized rész fényerővel konstruálhatók.

Célunk a találmánnyal az ismert megoldások hátrányainak kiküszöbölése, és olyan közeli infravörös optikai analízátor létrehozása, amely optikai rácsos monokromátort tartalmaz és detektor rendszere, valamint feldolgozási rendszere lehetővé teszi az interferencia szűrős konstrukciókkal megegyező érzékenység biztosítását. Ezzel egyidejűleg rendelkezik azokkal az előnyös tulajdonságokkal, amelyeket a rácsos monokromátoros megoldás nyújt, például

- a folyamatos spektrum egy manométeres lépésekben előállítható;
- a berendezés lineáris hullámhossz-skálával rendelkezik;
- a spektrális sáv szélesség a hullámhossz tartományon belül közel állandó.

A találmány szerint közeli infravörös optikai analízátor, amely fényforrást, a fény útjában elhelyezett monokromátort, optikai rendszert és detektort, továbbá mikrocomputert tartalmaz, fényszaggató mechaniz-

mussal és optikai rácsos monokromátorral rendelkezik, az optikai rács szinusz mechanizmussal van összekötve, továbbá az optikai rendszer után a fény útjában transzmissziós vagy reflexiós mérési módot kiválasztó tükör és fényérzékelőkkel rendelkező transzmissziós, illetve reflexiós detektor van elhelyezve, a fényérzékelők termosztátban helyezkednek el és a detektorok a fényérzékelők kimenetével összekötött erősítőket tartalmaznak, amelyek kimenetei egymással sorba kapcsolt sávszűrőket, demodulátort és A/D átalakítót tartalmazó mérőrendszer bemenetére csatlakoznak és az A/D átalakító a mikrocomputerrel van összekötve.

A berendezés felhasználási területe rendkívül széleskörű, szilárd, folyékony vagy légnemű anyagok szerves komponenseit mutatja ki.

Egy anyag maximum hat komponensének egyidejű meghatározása kevesebb mint egy perc analízis időt igényel. Főként takarmány alapanyagok, keverék takarmányok, élelmiszer-alapanyagok, élelmiszerek vizsgálatára alkalmazható.

A berendezést a hagyományos nedveskémiai módszerek segítségével kell kalibrálni.

A találmány tárgyát képező optikai analízátor előnyei a hagyományos módszerekhez képest a következők:

- kezelése nem igényel képzettséget;
- nincs szükség vegyszerekre;
- egészségre nem ártalmas;
- gyors;
- olcsó az üzemeltetése;
- pontossága megfelel a hagyományos módszerek pontosságának;
- a mérési eredményeket printerrel rögzíti;
- a berendezés software rendszere lehetővé teszi a felhasználónak az önálló metodika fejlesztést;
- optikai denzitást software úton képez.

A találmány tárgyát képező rácsos monokromátorral felépített közeli infravörös optikai analízátort kiviteli példa és rajzok alapján ismertetjük részletesebben. A rajzokon az

1. ábra a találmány szerinti készülék tömbvázlata, a
2. ábra a monokromátor és az optikai elrendezés, a
3. ábra a szinusz mechanizmus, és a
4. ábra a szabályozó- és a mérőrendszer.

Az 1. ábra mutatja be a készülék teljes tömbvázlatát.

Egy mikroprocesszorral működő 100 mikrocomputer vezérli a 104 monokromátor- és optikai rendszert, valamint a 105 detektor- és mintavételi rendszert. A berendezés működtetése a 101 klaviatúráról történik. Alfa numerikus 102 display jeleníti meg a mérési eredményeket és a 103 printerrel együtt lehetővé teszi a kommunikációt a felhasználó és a műszer között.

A monokromátort és az optikai elrendezést a 2. ábrán mutatjuk be.

Az 1 fényforrás egy nagy energiájú, szélesávú halogén izzó.

A 6 gömbtükör előállítja az 1 fényforrás izzószálának képét az izzószál felett. A 2 gyűjtőlencse képet alkot az izzószálról a 8 belépő rés síkjában a 3 fényrekeszen, a

4 felületéresztő élszűrőn, az 5 síktükörön és a 7 gyűjtőlencsén keresztül. A 7 gyűjtőlencse a 10 gömbtükör felületén képet alkot a közel egyenletesen kivilágított 2 gyűjtőlencsének a 3 fényrekesz által szabadon hagyott felületéről. A 10 gömbtükör párhuzamos sugárral világítja meg a 11 optikai rácsot, amelyen diffraktálódik a sugárzás. A diffraktált sugárzásból a 10 gömbtükör a 16 síktükör irányeltérítése után a 17 kilépő rés síkjában előállítja adott relatív lineáris diszperzióval a spektrumot, amelyből a cserélhető 8 belépő és 17 kilépő rés mérete meghatározza a továbbjuttató sugárzás spektrális sávzélességét.

A 4 felületéresztő élszűrő a nemkívánatos szórt fényeket vágja. A 8 belépő rés mögött a 9 fényszaggató kerék helyezkedik el, amelyet a kvarc-vezérelt szinkron 15 motor hajt meg. A 9 fényszaggató kerék egyidejűleg egy 39 optikai csatoló áramkört is szaggat, amely a detektorrendszer szabályozóját látja el a fordulatszám pillanatértékével arányos jellel.

Az adott optikai elrendezésben a 11 optikai rács szöghelyzete határozza meg a 17 kilépő résen áthaladó fény frekvenciáját. A 12 szinusz mechanizmus teszi lehetővé azt, hogy a 13 léptetőmotor kiindulási helyzetétől való lépésszáma lineáris kapcsolatban legyen a 17 kilépő résen áthaladó fény hullámhosszával.

A 12 szinusz mechanizmus részletesen a 3. ábrán látható. A 13 léptetőmotor a keresztcsuklós 26 tengelykapcsolón keresztül forgatja a 38 csapágyakon megvezetett 27 menetes orsót. Az elfordulás ellen biztosított 28 menetes anya a 29 lappal és a 30 kapcsoló karral együtt a 13 léptetőmotor forgásirányától függő irányban, lépésszámaival arányos mértékben elmozdul. Ennek hatására a 11 optikai rácsnak a 36 csapágyban megvezetett 35 tengelye a ráerősített 33 kar és 34 rugó hatására holtjátékmentesen elfordul. Az elfordulás szögének szinusza arányos a 13 léptetőmotor lépéseinek számával.

A fenti mechanizmus, valamint a diffrakciós 11 optikai rács azon tulajdonsága, hogy rögzített megvilágítási és megfigyelési irány esetén a hullámhossz arányos a 11 optikai rács egy alkalmasan választott iránytól mért szögének szinuszával, kézenfekvő megoldást kínál lineáris hullámhossz skála elérésére.

Az alaphelyzet kijelölését a 30 kapcsoló kar és a 31 kapcsoló végzi.

A 18, 20 lencsék (2. ábra) és a 19 rekesz gondoskodik a 22 vagy 24 küvettában lévő minta egyenletes kivilágításáról. A detektor kiválasztó 21 tükörrel a monokromátból kilépő fénynyalábot $\pm 90^\circ$ -kal el lehet fordítani és ily módon választhatunk a transzmissziós vagy reflexiós mérési módok között.

A 21 tükör pozíciójáról a 21 tükör tengelyére ékelt 51 kapcsoló (4. ábra) ad jelzést az elektronikának.

A hőmérsékletszabályozó és mérőrendszert a 4. ábrán mutatjuk be.

Mind a transzmissziós 52 detektor, mind a reflexiós 53 detektor azonos eszközökből épül fel.

A 23, 25 fényérzékelők fotóellenállások.

A fotóellenállások érzékenységének, valamint sötét-

áramának hőfokfüggése miatt, azokat termikusan stabilizálni kell. A mérés során követelmény az, hogy a kiüzbőrzékenységi 50D (optikai denzitás) legyen. A megvalósítás szükséges feltétele az, hogy a 23, 25 5 fényérzékelők hőmérsékletváltozása ne legyen nagyobb, mint $1/100^\circ\text{C}/\text{perc}$.

A 49 termosztátban elhelyezett 23, 25 fényérzékelők hőmérsékletét a 48 hőmérsékletérzékelő figyeli. Az 50 10 hőmérsékletszabályozó 45 hibajel képző áramkör a hőmérsékletkülönbséggel arányos jelet szolgáltat.

A komplementer 46 teljesítmény-végfokozat a 47 Peltier-cellát táplálja oly módon, hogy a hibajel előjelének megfelelően a 47 Peltier-cella fűt vagy hűt.

A 25, 23 fényérzékelők a 9 fényszaggató kerék által 15 modulált fénnel arányos váltakozó feszültséget szolgáltatnak a 40 vagy 41 erősítők bemenetére. A 40, 41 erősítők erősítési tényezője a 100 mikrocomputer által változtatható (AGC). Az 51 kapcsoló állásától függően 40 vagy 41 erősítő kimenete az 54 20 mérőrendszerrel kapcsolódik. Az 54 mérőrendszer bemenetét egy 42 sávszűrő képezi. A 42 sávszűrő szerepe az, hogy az 52 vagy 53 detektorból származó össz-zajteljesítményt a 42 sávszűrő sávzélességének megfelelő arányban elnyomja. Ennek következtében a sávzélességtől függően növelhető a detektivitás 25 mértéke. A 42 sávszűrő bemenő és kimenő jelének fáziskülönbségével arányos jele (AFC) az f_c frekvenciát mindig egy fix értéken tartja.

A 42 sávszűrő kimenetén fellépő váltófeszültségű 30 jelet a 43 demodulátor alakítja át egyenfeszültséggé.

Az analóg-digitál átalakítást a 44 A/D átalakító végzi. A 44 A/D átalakító közvetlenül a 100 mikrocomputer buszrendszeréhez csatlakozik.

A berendezésben az eddigiekhez képest műszaki 35 megoldásában újdonságként jelentkezik az, hogy — a fényszaggató rendszer segítségével (a szaggatási frekvencia-detektivitás függvény optimumára) beállítható a szaggatási frekvencia. Ezáltal a detektorok detektivitásának mértéke két nagyságrenddel növelhetővé válik. — Az alkalmazott detektor termosztálási megoldás, amely stabilitása az eddigiekhez képest egy nagyságrenddel javult ($0,01^\circ\text{C}/\text{perc}$) oly módon, hogy a Peltier-elemek a beállított hőmérséklet környezetében fűtenek vagy hűtenek és így a kívánt hőmérséklet-stabilitás a bekapcsolástól számítva néhány perc alatt beáll az eddigi 1—2 órás bemelegedési időhöz képest.

Szabadalmi igénypontok:

1. Közei infravörös optikai analízátor, amely fényforrását, a fény útjában elhelyezett monokromátort, optikai rendszert és detektort, továbbá mikrocomputert tartalmaz, azzal jellemezve, hogy fényszaggató mechanizmussal és optikai rácsos (11) monokromátorral rendelkezik, az optikai rács (11) szinusz mechanizmussal (12) van összekötve, továbbá az optikai rendszer után a fény útjában transzmissziós vagy reflexiós mérési módot kiválasztó tükör (21) és fényérzékelőkkel (23, 25) rendelkező transzmissziós illetve reflexiós

detektor (52, 53) van elhelyezve, a fényérzékelők (23, 25) termosztátban (49) helyezkednek el, és a detektorok (52, 53) a fényérzékelők (23, 25) kimenetével összekötött erősítőket (40, 41) tartalmaznak, amelyek kimenetei egymással sorba kapcsolt sávszűrőt (42), demodulátort (43) és A/D átalakítót (44) tartalmazó mérőrendszer (54) bemenetére csatlakoznak és az A/D átalakító (44) a mikrocomputerrel (100) van összekötve.

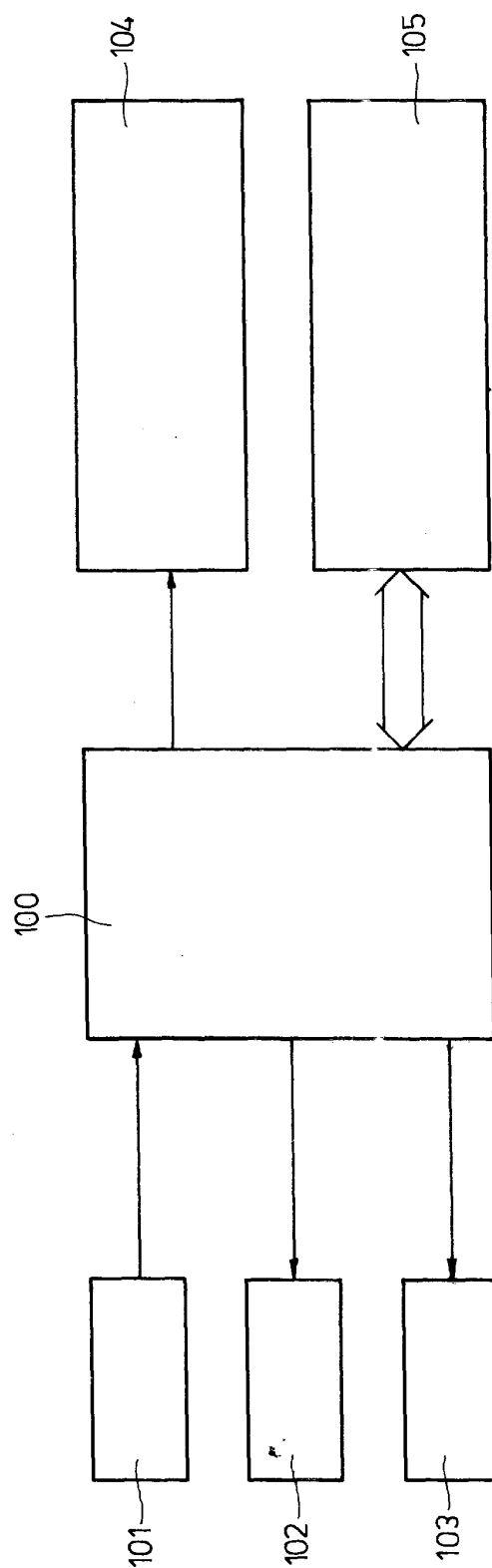
2. Az 1. igénypont szerinti berendezés kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy belépő rést (8) megvilágító optika a fényforrás (1) izzószálának képét az izzószál mellé fókuszáló gömbtükröt (6) és az izzó-

szálról a belépő rés (8) síkjában képet alkotó gyűjtőlencsét (2) tartalmaz.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti berendezés kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy a fényszaggató mechanizmus egy fényszaggató kerék (9).

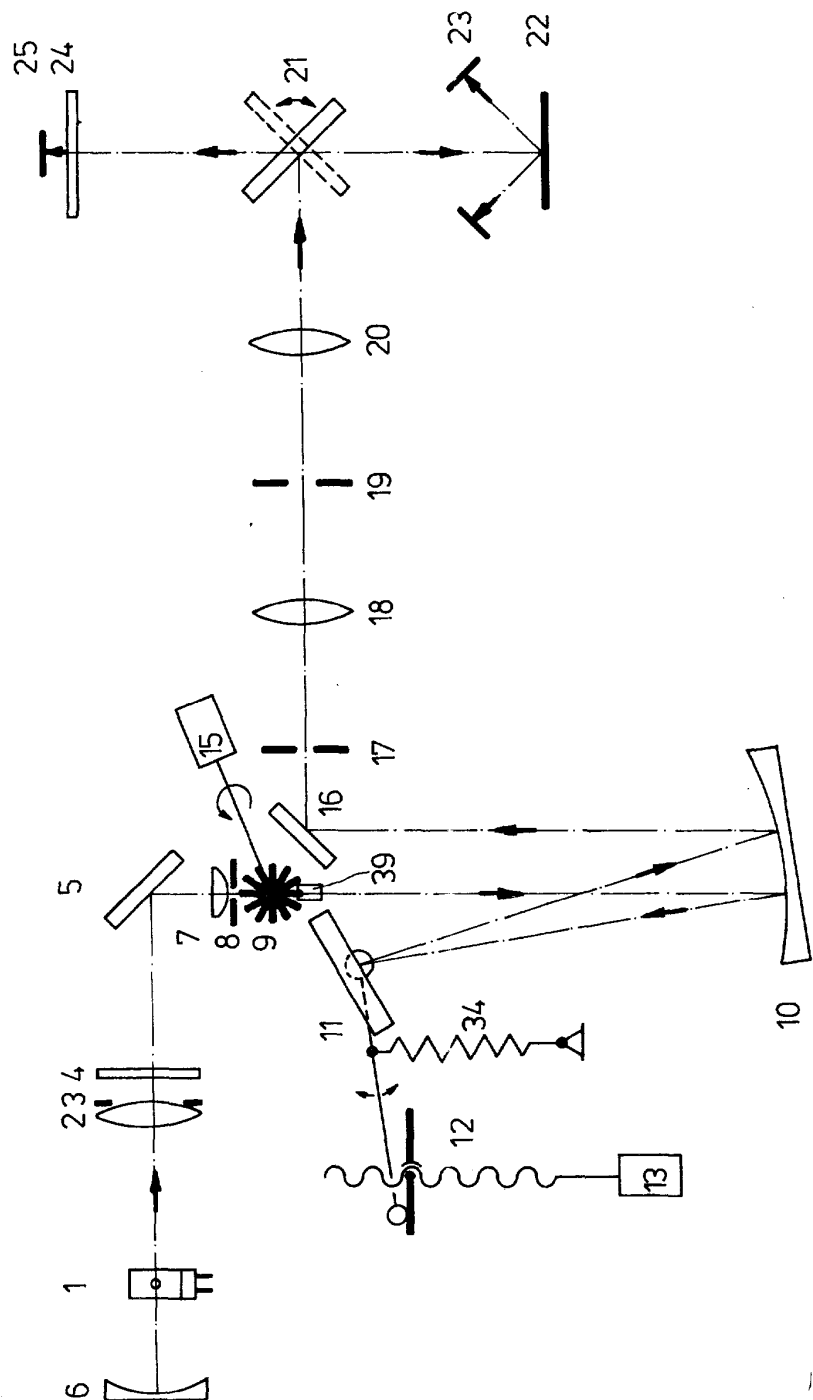
4. Az 1—3. igénypontok bármelyike szerinti berendezés kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy az optikai rácst (11) mozgató, léptetőmotorral (13) egybeépített szinusz mechanizmusban (12) a léptetőmotor (13) kezdeti helyzetétől való lépéseinek száma lineáris összefüggésben van a monokromatikus kilépő fény hullámhosszával, lineáris hullámhossz skálájú.

4 rajz



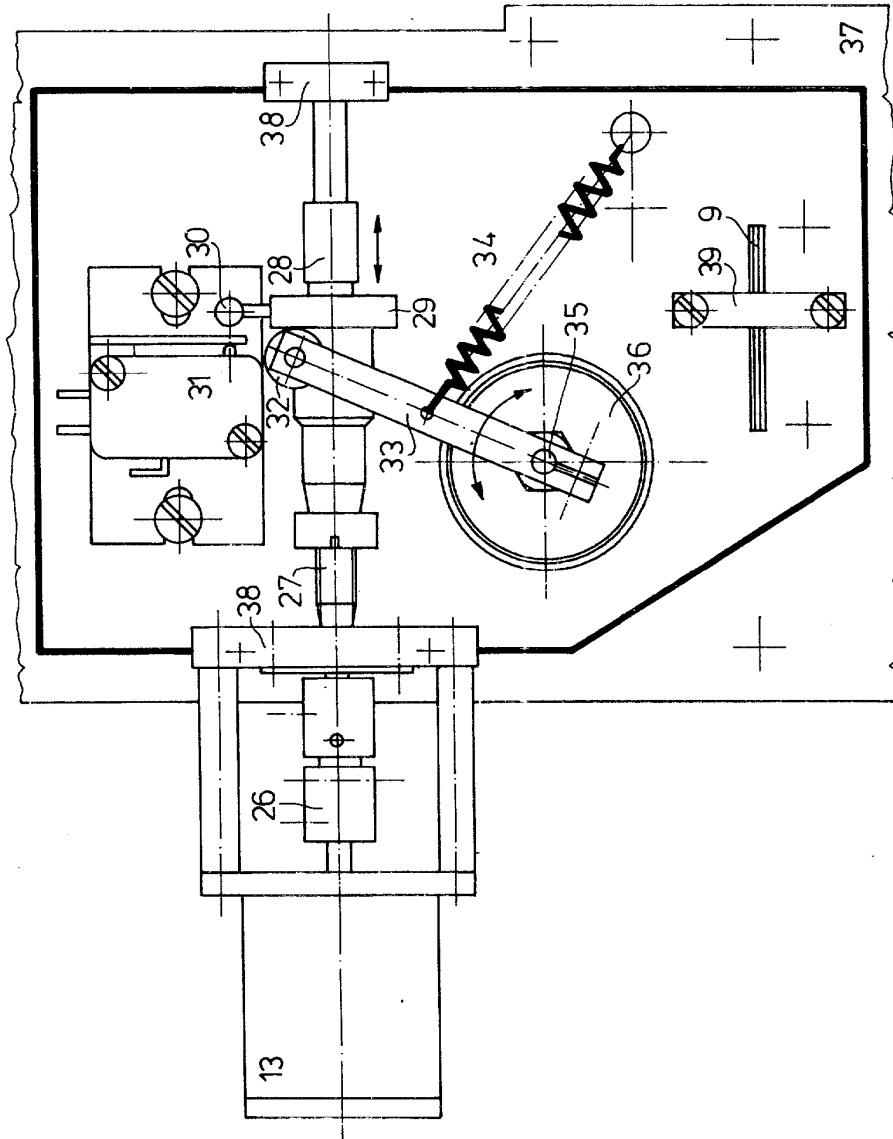
4/1

1. ábra

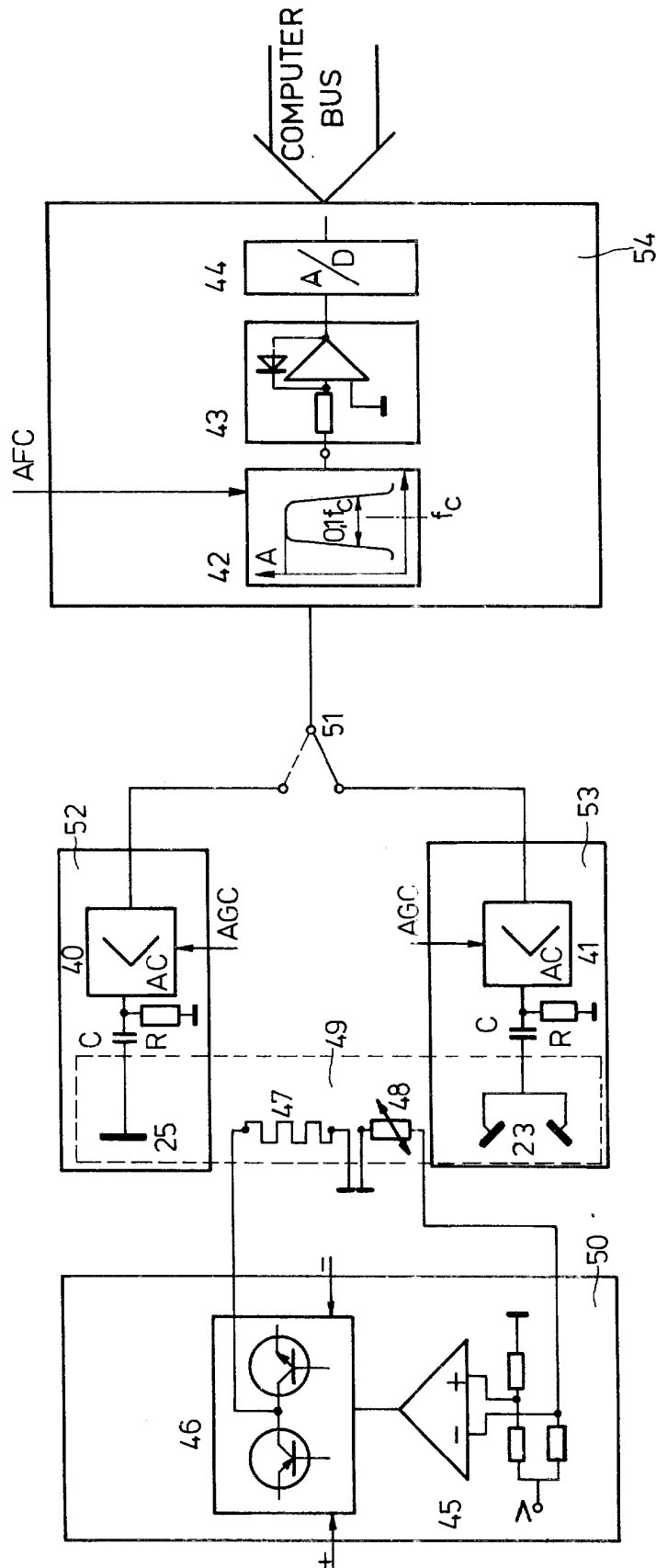


2. ábra

4/3



3. ábra



4. ábra