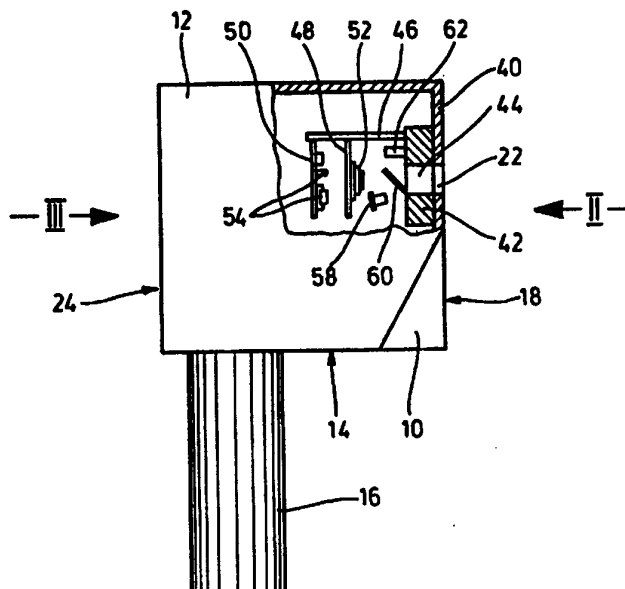


PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : A61B 3/11	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/33402 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. December 1995 (14.12.95)		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none; padding: 5px;"> (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/00720 (22) Internationales Anmeldedatum: 1. Juni 1995 (01.06.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 19 489.7 3. Juni 1994 (03.06.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AMTECH GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MICROCOMPUTER TECHNIK MBH [DE/DE]; Königsberger Strasse 18-22, D-69469 Weinheim (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HELMLE, Herbert [DE/DE]; Rosenweg 7, D-69221 Dossenheim (DE). MÜLLER, Klaus [DE/DE]; Keplerstrasse 19, D-69120 Heidelberg (DE). (74) Anwalt: MEYER-ROEDERN, Giso; Bergheimer Strasse 10-12, D-69115 Heidelberg (DE). </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none; padding: 5px;"> (81) Bestimmungsstaaten: AU, BG, CA, CZ, FI, HU, JP, KR, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SI, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i> </td> </tr> </table>			(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/00720 (22) Internationales Anmeldedatum: 1. Juni 1995 (01.06.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 19 489.7 3. Juni 1994 (03.06.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AMTECH GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MICROCOMPUTER TECHNIK MBH [DE/DE]; Königsberger Strasse 18-22, D-69469 Weinheim (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HELMLE, Herbert [DE/DE]; Rosenweg 7, D-69221 Dossenheim (DE). MÜLLER, Klaus [DE/DE]; Keplerstrasse 19, D-69120 Heidelberg (DE). (74) Anwalt: MEYER-ROEDERN, Giso; Bergheimer Strasse 10-12, D-69115 Heidelberg (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AU, BG, CA, CZ, FI, HU, JP, KR, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SI, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/00720 (22) Internationales Anmeldedatum: 1. Juni 1995 (01.06.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 19 489.7 3. Juni 1994 (03.06.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AMTECH GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MICROCOMPUTER TECHNIK MBH [DE/DE]; Königsberger Strasse 18-22, D-69469 Weinheim (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HELMLE, Herbert [DE/DE]; Rosenweg 7, D-69221 Dossenheim (DE). MÜLLER, Klaus [DE/DE]; Keplerstrasse 19, D-69120 Heidelberg (DE). (74) Anwalt: MEYER-ROEDERN, Giso; Bergheimer Strasse 10-12, D-69115 Heidelberg (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AU, BG, CA, CZ, FI, HU, JP, KR, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SI, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>			
(54) Title: INSTRUMENT FOR MEASURING EYE-PUPIL REACTION (54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM MESSEN DER PUPILLENREAKTION EINES AUGES (57) Abstract The instrument proposed has a device for stimulating the eye (20), e.g. a flashlight (58) producing an optical stimulus. The eye exposed to the stimulus or the other eye (20) of the person being examined is illuminated with infrared light from one or more sources (56). An infrared detector (62) with high time resolution receives infrared light reflected from the eye (20) and generates a signal corresponding to the intensity of this light. The change with time of this signal is measured and analysed. Disposed in the raypath of the reflected infrared light is a mirror (60) which is partly transparent to such light and which allows part of the light to fall on an infrared image sensor (CCD camera 52) with a viewing monitor (30). (57) Zusammenfassung Die Vorrichtung hat eine Einrichtung zum Reiz eines Auges (20), z.B. in Form einer Blitzlichtquelle (58) für einen optischen Stimulus. Das dem Stimulus unterliegende oder andere Auge (20) einer Versuchsperson wird mit einer oder mehreren Infrarotlichtquellen (56) beleuchtet. Ein Infrarotdetektor (62) hoher Zeitauflösung empfängt von dem Auge (20) reflektiertes Infrarotlicht und gibt ein der anstehenden Lichtintensität entsprechendes Signal ab. Der zeitliche Verlauf dieses Signals wird erfaßt und ausgewertet. In dem Strahlengang des reflektierten Infrarotlichts liegt ein dafür teildurchlässiger Spiegel (60), der einen Teil des Lichts auf einen Infrarotbildwandler (CCD-Kamera 52) mit einem optischen Monitor (30) gelangen läßt.				



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Vorrichtung zum Messen der Pupillenreaktion eines Auges

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der Pupillenreaktion eines Auges mit wenigstens einer das Auge beleuchtenden Infrarotlichtquelle, mit einem Infrarotdetektor hoher Zeitauflösung, der von dem Auge reflektiertes Infrarotlicht empfängt und ein der anstehenden Lichtintensität entsprechendes Signal abgibt, dessen zeitlicher Verlauf erfaßbar und auswertbar ist, und mit einer Einrichtung zum Erzeugen eines Reizes.

Die Beobachtung des Pupillenreflexes, insbesondere die Erfassung der zeitlichen Änderung der Pupillengröße auf einen äußeren Reiz, ist von klinischer Bedeutung, da Schlüsse auf den Funktionszustand der an der Reizleitung beteiligten Nervenbahnen und Gehirnteile gezogen werden können. Da nicht nur optische, sondern auch akustische, taktile, thermische u. a. Reize in Betracht kommen, läßt sich eine recht große Zahl von Nervenbahnen prüfen.

Bei der reflektionsphotometrischen Messung einer Änderung der Pupillengröße mit Infrarotlicht nutzt man aus, daß die Iris Infrarotlicht gut reflektiert, der durch die Pupillenöffnung sichtbare Augenhintergrund aber nicht. Eine Pupillenreaktion führt daher zu einer Änderung des vom Auge reflektierten Infrarotlichtpegels entsprechend dem sich ändernden Flächenverhältnis von Iris und Pupillenöffnung.

Aus der DE 25 36 801 A1 ist eine Vorrichtung der eingangs genannten Art bekannt, bei der die Meßoptik an einer Kontaktlinse angeordnet ist. Die Infrarotlichtquelle, der Infrarotdetektor und eine Lichtquelle zum optischen Reiz des Auges liegen dem Auge an der Rückseite der Kontaktlinse gegenüber. Es ist daher nicht möglich, die Pupille beim Aufsetzen der Kontaktlinse, geschweige denn während der Messung visuell zu beobachten.

Die DE 22 11 354 A1 beschreibt eine Vorrichtung, bei der das Auge während einer reflektionsphotometrischen Messung der Pupillenreaktion mit sichtbarem Licht durch einen teildurchlässigen Spiegel beobachtet werden kann. Bei einer Infrarotlichtmessung besteht eine vergleichbare Beobachtungsmöglichkeit nicht. Eine Messung der Pupillenreaktion mit sichtbarem Licht bringt das Problem mit sich, daß die Versuchsperson geblendet und der Pupillenreflex in unerwünschter Weise beeinflußt werden kann.

Nach dem Stand der Technik ist auch eine Videoerfassung der Pupillenreaktion im optischen Spektralbereich mit anschließender Bilddatenverarbeitung bekannt. Dieses Verfahren ist in der Zeitauflösung durch die Videobildfrequenz begrenzt, ermöglicht aber eher als das reflektionsphotometrische Verfahren eine Absolutmessung der Pupillengröße. Die Signalauswertung ist allerdings recht aufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die ein Ausrichten auf die Pupille und ein infrarotreflektionsphotometrisches Messen der Pupillenreaktion unter visueller Kontrolle des untersuchten Auges ermöglicht.

Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß in dem Strahlengang des reflektierten Infrarotlichts ein Strahlteiler liegt, der einen Teil des Lichts auf einen Infrarotbildwandler mit einem optischen Monitor gelangen läßt.

Die erfindungsgemäße Infrarotbilderfassung des untersuchten Auges ermöglicht es, die Vorrichtung einfach und genau auf die Pupille auszurichten, Lidschläge und Augenbewegungen zu erkennen und damit einhergehende Meßfehler zu vermeiden. Bei bekanntem Abbildungsmaßstab kann die Infrarotbildinformation zu einer Absolutmessung der Pupillengröße bzw. ihrer Änderung herangezogen werden. Das ermöglicht eine Eichung des in der Zeitauflösung nicht begrenzten reflektionsphotometrischen Analogsignals.

Als Strahlteiler kann zwischen dem Auge und dem Infrarotbildwandler ein für Infrarotlicht teildurchlässiger Spiegel angeordnet sein. Das derart, daß der Infrarotbildwandler durch den Spiegel transmittiertes Infrarotlicht und der Detektor von dem Spiegel reflektiertes Infrarotlicht empfängt, aber auch umgekehrt derart, daß der Detektor durch den Spiegel transmittiertes Infrarotlicht und der Infrarotbildwandler von dem Spiegel reflektiertes Infrarotlicht empfängt. Beide Anordnungen zeichnen sich durch einen einfachen, einzelteilarmen optischen Aufbau aus.

Vorzugsweise schließt der Spiegel mit der Meßachse einen Winkel von 45° ein. Die resultierende 90° -Umlenkung des reflektierten Infrarotlichts ist für eine effektive Streulichtunterdrückung am Detektor von Vorteil.

In einer bevorzugten Bauform liegt der Infrarotbildwandler dem Auge auf der Meßachse gegenüber.

Die Infrarotbilderfassung und -wandlung erfolgt vorzugsweise mit einer CCD-Kamera. Dank der hohen Empfindlichkeit des CCD-Arrays genügt hierfür ein minimaler Intensitätsanteil des reflektierten Infrarotlichts.

Bei einer bevorzugten Bauform ist in einer Beleuchtungsebene durch die Meßachse beidseits davon je eine Infrarotlichtquelle angeordnet. Die Doppelanordnung von Infrarotlichtquellen gewährleistet eine gute Ausleuchtung des untersuchten Auges. Der Spiegel schließt einen Winkel von 45° mit der Beleuchtungsebene ein. Der Detektor ist mit Blickrichtung senkrecht zu der Beleuchtungsebene über der Meßachse angeordnet. Die 90° -Strahlumlenkung zum Detektor ist, wie schon erwähnt, zur effektiven Streulichtunterdrückung von Vorteil.

Für einen optischen Reiz kann eine Blitzlichtquelle vorgesehen sein. Die Lichtintensität der Blitzlichtquelle läßt sich vorzugsweise regeln. Das erlaubt es, die Blitzlichtintensität jeweils so niedrig wie möglich einzustellen und höchst signifikante Pupillenreflexe zu erzeugen. Die Belastung der Versuchsperson ist minimal. Auch kann durch Variieren der Reizlichtintensität das Schwarzweißsehen oder Farbsehen der Versuchsperson gezielt untersucht werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht sowohl die Untersuchung des nicht konsensuellen Pupillenreflexes, bei der ein und dasselbe Auge stimuliert und beobachtet wird, als auch die Untersuchung des konsensuellen Pupillenreflexes, bei der ein Auge der Versuchsperson stimuliert und das andere beobachtet wird. Für die Untersuchung des nicht konsensuellen Pupillenreflexes hat die Blitzlichtquelle eine bevorzugte Anordnung auf der dem Detektor abgewandten Seite der Beleuchtungsebene unter der Meßachse. Die Abstrahlrichtung der Infrarotlichtquelle(n) und/oder der Blitzlichtquelle ist vorzugsweise gegen die Meßachse geneigt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Signalausgang des Infrarotdetektors mit einer Sample-and-Hold-Schaltung verbunden. Diese ist geeignet, Störungen des die Pupillenreaktion wiedergebenden zeitabhängigen Intensitätssignals zu eliminieren, die von Augen- und anderen Bewegungen der Versuchsperson, Änderungen der Umgebungshelligkeit o. ä. herrühren. Das ist wegen der verglichen mit solchen Störungen geringen Dynamik des gemessenen Intensitätssignals von Bedeutung.

Vorzugsweise ist der Signalausgang des Infrarotdetektors parallel zu dem Eingang der Sample-and-Hold-Schaltung mit dem einen Eingang eines Operationsverstärkers, und der Ausgang der Sample-and-Hold-Schaltung mit dem anderen Eingang des Operationsverstärkers verbunden. Die Sample-and-Hold-Schaltung läßt sich im Bereitstand auf "Sample" und für den Meßvorgang auf "Hold" schalten. Der Operationsverstärker hat dadurch unabhängig von

einem eventuellen Signaloffset des Fotodetektors im Bereitstand einen Ausgangssignalpegel Null. Mit dem durch den Operationsverstärker von Null ansteigend verstärkten Meßsignal nutzt man die volle Dynamik eines nachgeschalteten Analog-Digital-Wandlers aus.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vorzugsweise kontaktfrei zum Auge. Das Auge braucht dann für die Untersuchung nicht anästhesiert zu werden, und es wird in keiner Weise mechanisch belastet. Vorzugsweise ist die Vorrichtung ein kompaktes Handgerät, dessen Gehäuse ein Fenster an der dem Auge zugewandten Vorderseite hat. Die Meßperson hält die Vorrichtung entweder frei in der Hand, oder sie legt die die Vorrichtung haltende Hand an den Kopf des Probanden an. Der Monitor für die visuelle Beobachtung des Auges befindet sich vorzugsweise an der dem Auge gegenüberliegenden Rückseite des Gehäuses.

In einer bevorzugten Bauform hat die Infrarotoptik eine geringe Tiefenschärfe, so daß das Monitorbild der Pupille nur bei einem wohldefinierten Meßabstand scharf ist. Die Meßperson kann so das Einhalten des Meßabstands anhand des Monitorbilds kontrollieren.

Ein wohldefinierter Meßabstand ist für eine Absolutmessung der Pupillengröße von Bedeutung. Der Abbildungsmaßstab der Infrarotoptik liegt dann fest, und es kann das Monitorbild der Pupille für die Absolutmessung herangezogen werden. Hierzu empfiehlt es sich, das Zeilensignal wenigstens einer Monitorzeile auszukoppeln und abzuspeichern. Der Pegel des Zeilensignals zeigt am Pupillenrand einen Sprung, der es erlaubt, Pupillenrandpunkte zu diskriminieren und damit nach dem Prinzip der DE 35 41 726 A1 den Durchmesser des Pupillenkreises zu bestimmen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 die Seitenansicht einer Vorrichtung zum Messen der Pupillenreaktion eines Auges mit teilweise aufgebrochenem Gehäuse;
- Fig. 2 einen Blick auf die Vorderseite der Vorrichtung in Richtung II von Fig. 1;
- Fig. 3 einen Blick auf die Rückseite der Vorrichtung in Richtung III von Fig. 1;
- Fig. 4 schematisch einen Teil der Vorrichtungsoptik in einer Fig. 1 entsprechenden Seitenansicht, wobei zwei in einer Beleuchtungsebene senkrecht zu der Zeichenebene liegende Infrarotlichtquellen nicht dargestellt sind;
- Fig. 5 eine Draufsicht auf die Beleuchtungsebene mit Blick in Richtung V von Fig. 4; und
- Fig. 6 einen Schaltplan.

Die Vorrichtung hat ein im wesentlichen quaderförmiges, an der Unterseite beidseits abgeschrägtes 10 Gehäuse 12. Im rückwärtigen Bereich des Gehäuses 12 ist ein an dessen Unterseite 14 ansetzender Handgriff 16 in Form einer Rundstange vorgesehen, die in der Gehäusemittelebene nach unten ragt. An der Vorderseite 18 des Gehäuses 12 befindet sich ein dem untersuchten Auge 20 bei der Messung gegenüberliegendes Fenster 22. An der Rückseite 24 des Gehäuses 12 sind Bedienungselemente 26, Kontrollampen 28 und ein Monitor 30 zur visuellen Beobachtung des Auges 20 während der Messung angeordnet.

Hinter einer Vorderwand 40 des Gehäuses 12 sitzt eine Platte 42, die Teile der optischen und elektronischen Komponenten der Vorrichtung trägt. Die Platte 42 läßt die Fensteröffnung 22 frei. Sie kann eine mit der Fensteröffnung 22 fluchtende Öffnung 44 haben. Durch die Achse der Öffnung(en) 22, 44 ist eine Meßachse der Vorrichtung definiert.

Von der Platte 42 gehen zum Gehäuseinneren hin Haltestäbe 46 für zwei Platinen 48, 50 ab, die sich im Abstand parallel zu der Plattenebene erstrecken. Die der Platte 42 benachbarte vordere Platine 48 trägt unter anderem eine CCD-Kamera 52, deren infrarotempfindliches CCD-Array der Fensteröffnung 22 auf der Meßachse mit Abstand gegenüberliegt. Die Elektronik 54, mit der die CCD-Kamera 52 beschaltet ist, verteilt sich auf die vordere und hintere Platine 48, 50.

Die Vorrichtung hat zwei Infrarotlichtquellen 56, die durch das Fenster 22 auf das zu untersuchende Auge 20 zielen. Die Infrarotlichtquellen 56 sind in einer horizontalen Beleuchtungsebene durch die Meßachse angeordnet. Sie sitzen in symmetrischer Anordnung beidseits der Meßachse an der Platte 42 und haben eine gegen die Meßachse geneigte Abstrahlrichtung.

Bei der Untersuchung des nicht konsensuellen Pupillenreflexes wird das infrarotoptisch beleuchtete Auge 20 selbst optisch gereizt. Für den Reiz (Stimulus) ist unterhalb der Beleuchtungsebene eine Blitzlichtquelle 58 angeordnet, die sichtbares Licht vorzugsweise im gelben Spektralbereich abgibt. Die Blitzlichtquelle 58 sitzt unter der Meßachse an der Platte 42. Ihre Abstrahlrichtung ist gegen die Meßachse geneigt, so daß sie auf das zu untersuchende Auge 20 zielt. Die Lichtintensität der Blitzlichtquelle 58 läßt sich regeln. Bei der Untersuchung des konsensuellen Pupillenreflexes dient eine ähnliche Blitzlichtquelle zum optischen Reiz des einen Auges der Versuchsperson, während das andere Auge infrarotoptisch beobachtet wird (nicht dargestellt).

Das von dem Auge 20 reflektierte Infrarotlicht fällt durch das Fenster 22 wieder in das Gehäuse 12 ein. Zwischen der Fensteröffnung 22 und der CCD-Kamera 52 befindet sich ein an der Platte 42 angeordneter Spiegel 60, der unter einem Winkel von 45° gegen die Beleuchtungsebene geneigt ist. Der Spiegel 60 reflektiert ca. 99 % des zurückfallenden Infrarotlichts nach oben. Hier ist oberhalb der Meßachse ein Infrarotdetektor 62

hoher Zeitauflösung angeordnet, der ein der Intensität des anstehenden Infrarotlichts proportionales Analogsignal abgibt. Der zeitliche Verlauf dieses Signals wird mit hoher Frequenz für die weitere Auswertung digitalisiert und abgespeichert, gegebenenfalls an dem Monitor 30 zur Anzeige gebracht, an einem Schreiber oder Plotter ausgegeben u.a.m.

Gemäß Fig. 6 wird dem Ausgangssignal des Infrarotdetektors 62 eine Offsetspannung überlagert, die sich mittels eines veränderlichen Widerstands 66 einstellen läßt, um eine Anpassung an die Hintergrundhelligkeit, Augenfarbe o. ä. vorzunehmen. Das Überlagerungssignal steht an dem Eingang 68 einer Sample-and-Hold-Schaltung 70 und parallel dazu an dem einen Eingang 72 eines Operationsverstärkers 74 an. Die Hold-Kapazität der Sample-and-Hold-Schaltung 70 ist bei 76 angedeutet. Das Ausgangssignal der Sample-and-Hold-Schaltung 70 liegt über eine Spannungsteilerschaltung 78 an dem anderen Eingang 80 des Operationsverstärkers 74 an. Die Sample-and-Hold-Schaltung 70 wird durch ein an dem Eingang 82 anliegendes Steuersignal im Bereitstand auf "Sample" und unmittelbar vor Beginn der Messung einer Pupillenreaktion auf "Hold" geschaltet. Der Operationsverstärker 74 hat dadurch unabhängig von der Offsetspannung im Bereitstand einen Ausgangssignalpegel Null. Das verstärkte Meßsignal wird über eine weitere Verstärkerstufe 84 einem Analog-Digital-Wandler überstellt.

Ca. 1 % des von dem Auge 20 zurückfallenden Infrarotlichts wird durch den Spiegel 60 transmittiert. Es gelangt an die CCD-Kamera 52, die ein Infrarotbild des Auges 20 aufnimmt und in ein sichtbares Bild wandelt. Letzteres kommt an dem Monitor 30 zur Anzeige. Der Benutzer kann dadurch die Vorrichtung genau auf die Pupille 64 des Auges 20 ausrichten. Das wird durch eine in das Monitorbild eingeblendete Zielhilfe erleichtert. Während der Messung sieht der Benutzer, ob das Auge 20 offen oder geschlossen ist. Er kann eventuelle Lidschläge und Augenbewegungen verfolgen und hat nicht zuletzt einen unmittelbaren visuellen Eindruck von der gemessenen Pupillenreaktion.

Die Infrarotoptik hat eine geringe Tiefenschärfe. Das Monitorbild der Pupille ist nur bei Einhaltung des durch den Fokus der Infrarotoptik vorgegebenen Meßabstands scharf. Die Meßperson kann das am Monitor kontrollieren und gegebenenfalls den Meßabstand justieren. Da der Meßabstand und der Abbildungsmaßstab der CCD-Kamera 52 bekannt ist, kann das Monitorbild zu einer Absolutmessung der Pupillengröße herangezogen werden. Man koppelt hierzu das Zeilensignal einer oder mehrerer Monitorzeilen aus und speichert es in geeigneter Weise ab. Eine bestimmte Zeile kann anhand des Vertikalsynchronisationssignals des Monitors herausgegriffen werden. Eine feste Zeilenvorgabe ist ebenso möglich wie eine Zeilenwahl durch die Meßperson. Das Auskoppeln des Zeilensignals wird mit dem Horizontalsynchronisationssignals des Monitors getriggert. Der Pegel des abgespeicherten Zeilensignals zeigt am Pupillenrand eine Sprung, der eine Diskriminierung von Pupillenrandpunkten und damit eine Bestimmung der Größe des Pupillenkreises ermöglicht.

Liste der Bezugszeichen

10	Abschrägung
12	Gehäuse
14	Unterseite
16	Handgriff
18	Vorderseite
20	Auge
22	Fenster
24	Rückseite
26	Bedienungselement
28	Kontrolllampe
30	Monitor
40	Vorderwand
42	Platte
44	Öffnung
46	Haltestab
48	vordere Platine
50	hintere Platine
52	CCD-Kamera
54	Elektronik
56	Infrarotlichtquelle
58	Blitzlichtquelle
60	Spiegel
62	Infrarotdetektor
64	Pupille
66	Widerstand
68	Eingang
70	Sample-and-Hold-Schaltung
72	Eingang
74	Operationsverstärker
76	Hold-Kapazität
78	Spannungsteiler
80	Eingang
82	Eingang
84	Verstärker

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Messen der Pupillenreaktion eines Auges mit wenigstens einer das Auge beleuchtenden Infrarotlichtquelle, mit einem Infrarotdetektor hoher Zeitauflösung, der von dem Auge reflektiertes Infrarotlicht empfängt und ein der anstehenden Lichtintensität entsprechendes Signal abgibt, dessen zeitlicher Verlauf erfaßbar und auswertbar ist, und mit einer Einrichtung zum Erzeugen eines Reizes, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Strahlengang des reflektierten Infrarotlichts ein Strahlteiler liegt, der einen Teil des Lichts auf einen Infrarotbildwandler mit einem optischen Monitor (30) gelangen läßt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlteiler ein zwischen dem Auge (20) und dem Infrarotbildwandler liegender, für Infrarotlicht teildurchlässiger Spiegel (60) ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Infrarotbildwandler durch den Spiegel (60) transmittiertes Infrarotlicht und der Detektor (62) von dem Spiegel (60) reflektiertes Infrarotlicht empfängt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor durch den Spiegel transmittiertes Infrarotlicht und der Infrarotbildwandler von dem Spiegel reflektiertes Infrarotlicht empfängt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Spiegel (60) mit der Meßachse einen Winkel von 45° einschließt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Infrarotbildwandler dem Auge (20) auf der Meßachse gegenüberliegt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Infrarotbildwandler eine CCD-Kamera (52) ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Beleuchtungsebene durch die Meßachse beidseits davon je eine Infrarotlichtquelle (56) angeordnet ist, daß der Spiegel (60) einen Winkel von 45° mit der Beleuchtungsebene einschließt, und daß der Detektor (62) mit Blickrichtung senkrecht zu der Beleuchtungsebene über der Meßachse angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sie für einen optischen Reiz des beobachteten oder anderen Auges (20) einer Versuchsperson mit einer in der Lichtintensität vorzugsweise regelbaren Blitzlichtquelle (58) versehen ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Blitzlichtquelle (58) auf der dem Detektor (62) abgewandten Seite der Beleuchtungsebene unter der Meßachse angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstrahlrichtung der Infrarotlichtquelle(n) (56) und/oder der Blitzlichtquelle (58) gegen die Meßachse geneigt ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalausgang des Infrarotdetektors (62) mit einer Sample-and-Hold-Schaltung (70) verbunden ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalausgang des Infrarotdetektors (62) parallel zu dem Eingang (68) der Sample-and-Hold-Schaltung (70) mit dem einen Eingang (72) eines Operationsverstärkers (74) und der Ausgang der Sample-and-Hold-Schaltung (70) mit dem anderen Eingang (80) des Operationsverstärkers (74) verbunden ist, und daß die Sample-and-Hold-Schaltung (70) im Bereitstand auf "Sample" und für den Meßvorgang auf "Hold" schaltbar ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein von Hand zu haltendes Gehäuse (12) mit einem Fenster (22) an der dem Auge (20) zugewandten Vorderseite (18) und einem Monitor (30) vorzugsweise an der gegenüberliegenden Rückseite (24) hat.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Infrarotoptik eine geringe Tiefenschärfe hat, so daß das Monitorbild der Pupille nur bei einem wohldefinierten Meßabstand scharf ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeilensignal wenigstens einer Monitorzeile auskoppelbar und abspeicherbar ist.

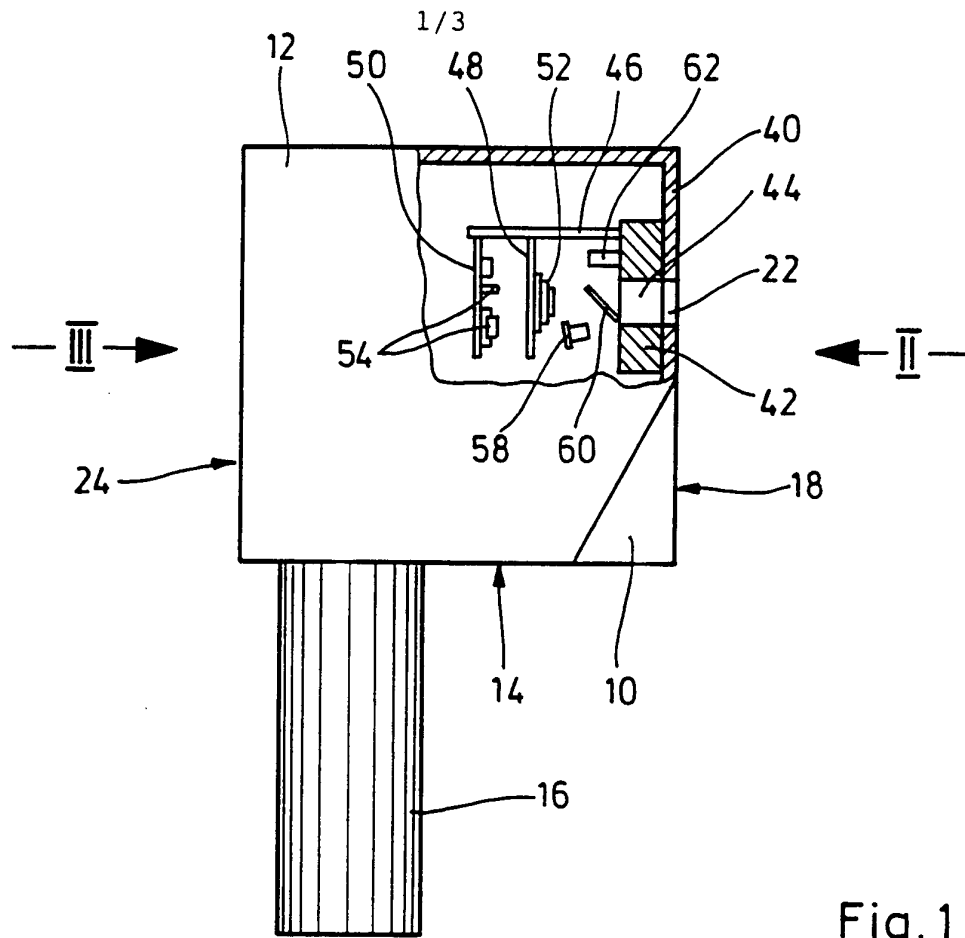


Fig. 1

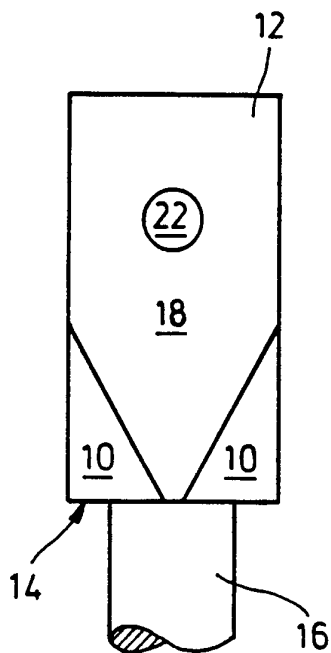


Fig.2

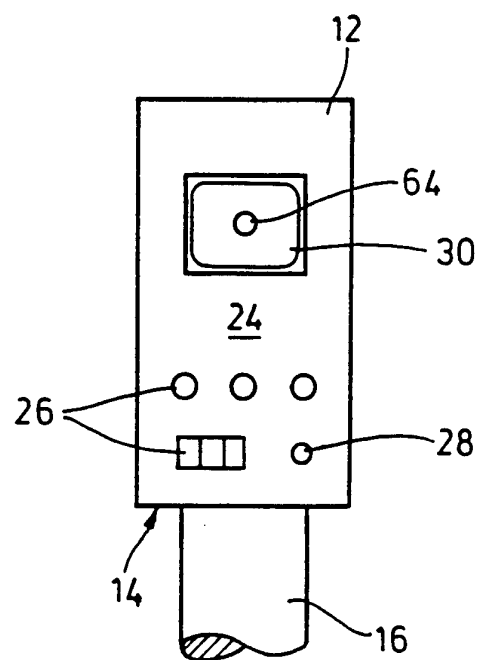


Fig.3

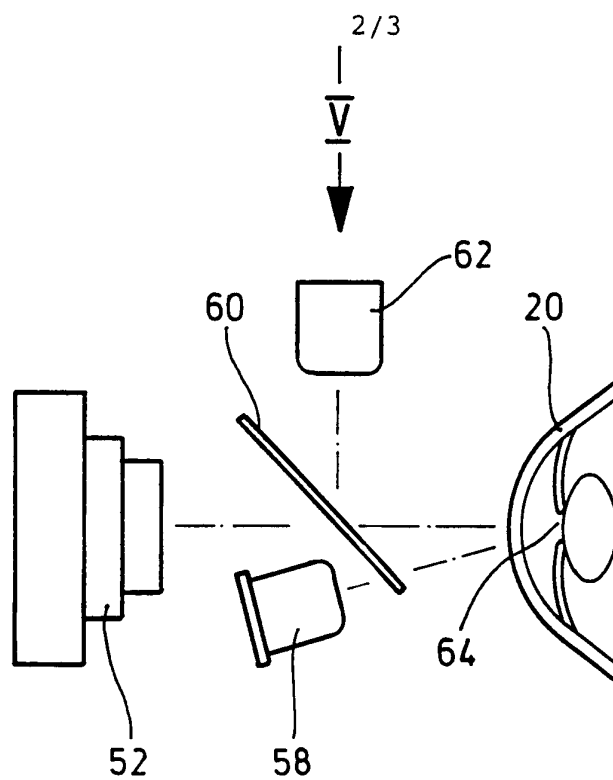


Fig. 4

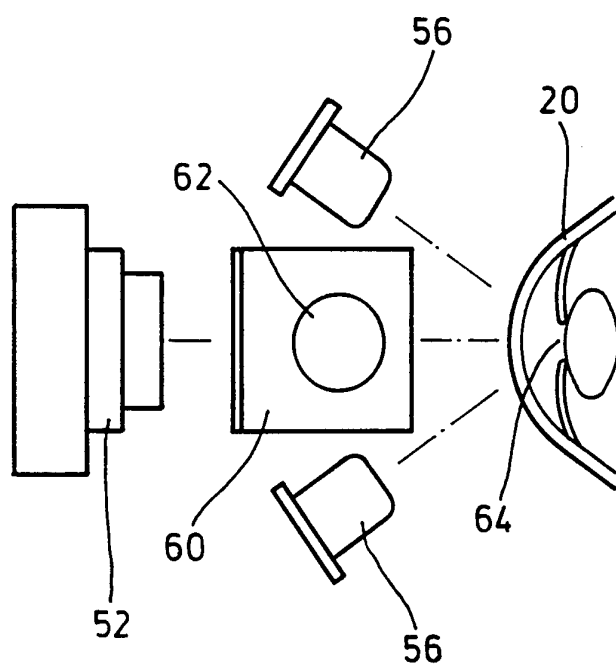


Fig. 5

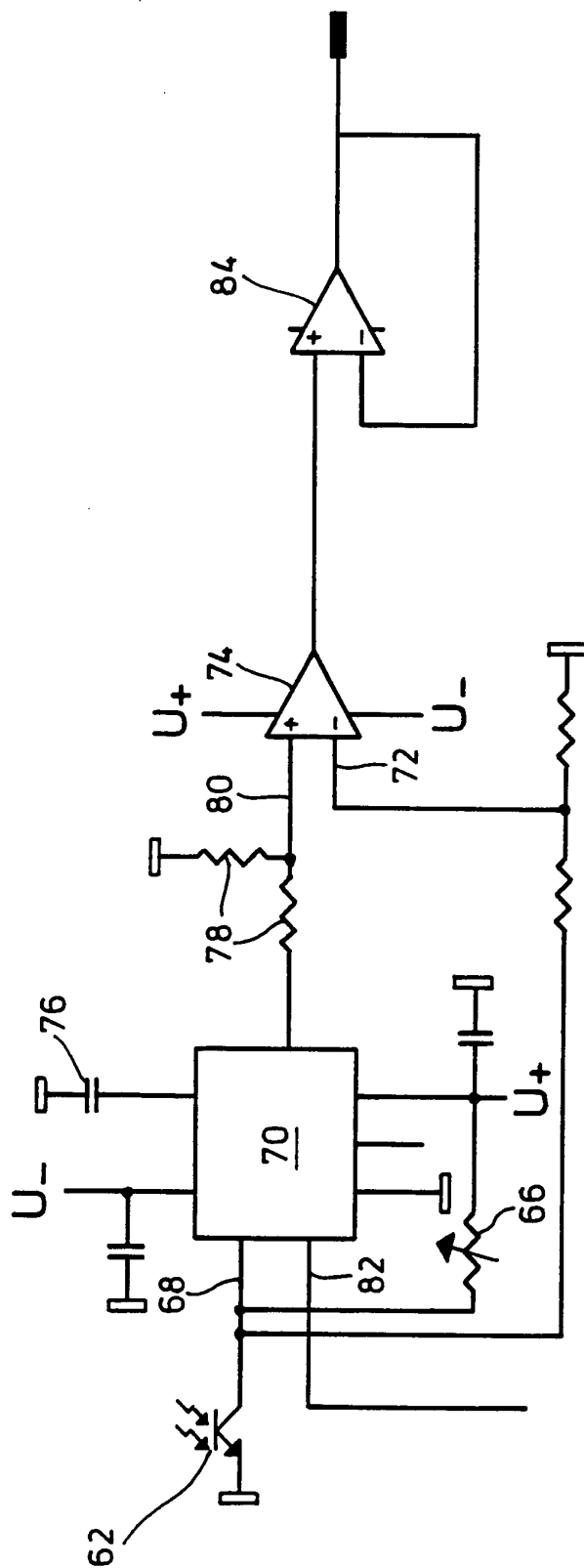


Fig. 6