

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. August 2008 (28.08.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/101898 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61F 2/16 (2006.01) A61B 3/113 (2006.01)
G01R 33/07 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/051938

(22) Internationales Anmeldedatum:

18. Februar 2008 (18.02.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2007 008 374.4

21. Februar 2007 (21.02.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH** [DE/DE]; Weberstr. 5, 76133 Karlsruhe (DE). **UNIVERSITÄT ROSTOCK** [DE/DE]; Universitätsplatz 1, 18051 Rostock (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KLINK, Simon** [DE/DE]; Max-Planck-Str. 7, 76344 Eggenstein-leop. (DE). **BRETTTHAUER, Georg** [DE/DE]; Kösliner Str. 13, 76139 Karlsruhe (DE). **GUTHOFF, Rudolf** [DE/DE]; Anastasiastr. 20, 18119 Rostock (DE). **GENGENBACH, Ulrich** [DE/DE]; Mühlstr. 13, 75196 Remchingen (DE). **BERGEMANN, Mark** [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Str. 28, 73033 Göppingen (DE). **KOKER, Torsten** [DE/DE]; Gerberaweg 10, 76297 Stutensee (DE). **RÜCKERT, Wolfgang** [DE/DE]; Liegnitzer Str. 18a, 42489 Wülfrath (DE).

(74) Anwalt: **FITZNER, Ulrich**; Hauser Ring 10, 40878 Ratingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: IMPLANTABLE SYSTEM FOR DETERMINING THE ACCOMMODATION REQUIREMENT BY MEASURING THE EYEBALL ORIENTATION USING AN EXTERNAL MAGNETIC FIELD

(54) Bezeichnung: IMPLANTIERBARES SYSTEM ZUR BESTIMMUNG DES AKKOMMODATIONSBEDARFS DURCH MESSUNG DER AUGAPPELORIENTIERUNG UNTER NUTZUNG EINES EXTERNEN MAGNETFELDS

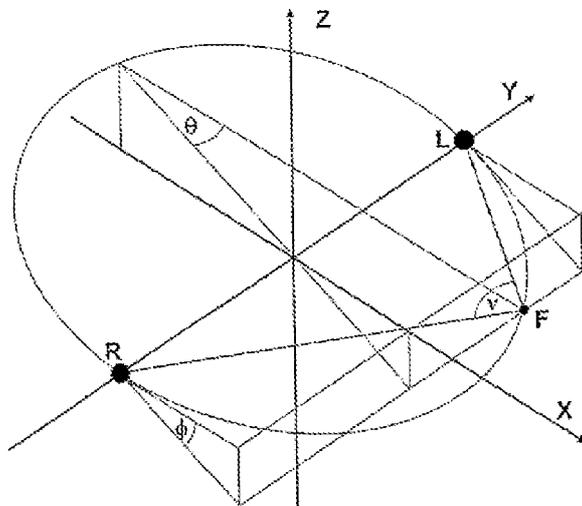


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to an implantable system for determining the accommodation requirement in an artificial accommodation system by measuring the eyeball orientation using an external magnetic field, said system comprising a) at least one optical system (3); b) at least one information detection system (8) which does not come into contact with the ciliary muscle and comprises means for detecting a spatial orientation of both eyeballs as a physical control signal for the accommodation requirement; c) at least one information processing system (9) for producing a corrective signal for the optical system (3) from the detected physical control signals; d) at least one energy supply system (10); and e) a fixing system, said system comprising respective means for measuring a magnetic field in both eyes, and transmission elements are provided for the mutual information exchange between said means.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einimplantierbares System zur Bestimmung des Akkommodationsbedarfs in einem künstlichen Akkommodationsssystem durch Messung der Augapfelorientierung unter

Nutzung eines externen Magnetfeldes umfassend a) wenigstens ein optisches System (3), b) wenigstens ein zum Ziliarmuskel berührungsloses Informationserfassungssystem (8) mit Mitteln zur Erfassung einer räumlichen Orientierung beider Augäpfel als körpereigenes Steuersignal für den Akkommodationsbedarf, c) wenigstens ein Informationsverarbeitungssystem (9) zwecks Erzeugung eines Stellsignals für das optische System (3) aus den erfassten körpereigenen Steuersignalen d) wenigstens ein Energieversorgungssystem (10) und e) ein Befestigungssystem, wobei das System in beiden Augen je ein Mittel zur Messung eines Magnetfeldes aufweist und Übertragungsmittel für den gegenseitigen Informationsaustausch zwischen den Mitteln vorgesehen sind.

WO 2008/101898 A1



IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Implantierbares System zur Bestimmung des Akkommodationsbedarfs durch Messung der Augapfelorientierung unter Nutzung eines externen Magnetfelds

5

Die vorliegende Anmeldung nimmt die Priorität der 10 2007 008 374.4-55 in Anspruch. Das Prioritätsdokument ist durch Verweis vollumfänglich in die vorliegende Offenbarung einbezogen (= incorporated by reference in its entirety).

10

Gegenstand der Erfindung ist ein implantierbares System zur Bestimmung des Akkommodationsbedarfs in einem künstlichen Akkommodationssystem durch Messung der Augapfelorientierung unter Nutzung eines externen Magnetfelds.

15

Das menschliche Auge ist ein optisches System, das mit Hilfe mehrerer lichtbrechender Grenzflächen Objekte scharf auf der Netzhaut (retina) abbildet. Hierbei passieren die Lichtwellen die Hornhaut (cornea), das Kammerwasser in der Vorderkammer (camera anterior bulbi), die Linse (lens crystallina) und den Glaskörper in der Hinterkammer (camera vitrea bulbi), die alle unterschiedliche Brechungsindizes aufweisen. Ändert sich die Gegenstandsweite des betrachteten Objektes, ist es für eine Abbildung mit gleich bleibender Schärfe auf der Netzhaut notwendig, dass sich das Abbildungsverhalten des optischen Systems ändert. Beim menschlichen Auge wird dies durch eine Verformung der Linse mit Hilfe des Ziliarmuskels (musculus ciliaris) realisiert, wodurch sich im Wesentlichen die Form und die Lage der Linsenvorder- und

20 -rückseite ändern (Akkommodation). Bei einem intakten Akkommodationssystem eines jugendlichen Menschen kann so die Scheitelbrechkraft des Systems zwischen Ferneinstellung (desakkommodierter Zustand) und Naheinstellung (akkommodierter Zustand) um 14 dpt (Akkommodationsbreite) verändert werden. Dadurch können bei einem normalsichtigen (emmetropen) jugendlichen Menschen Objekte, die sich

30 zwischen dem im Unendlichen liegenden Fernpunkt und dem sich in etwa 7 cm vor der Hornhaut liegenden Nahpunkt befinden, scharf auf der Netzhaut abgebildet werden.

35

Da die Fähigkeit des menschlichen Auges zur Akkommodation mit zunehmendem Alter abnimmt, sind eine Anzahl von künstlich implantierbaren Linsensystemen mit variabler Brennweite entwickelt worden.

Bei potentiell akkommodierenden Intraokularlinsen handelt es sich um Linsen oder Linsensysteme, die nach operativer Entfernung der natürlichen Linse anstelle dieser eingesetzt und vorwiegend im Kapselsack befestigt werden. Durch eine noch vorhandene, jedoch geringe Restkontraktion des Ziliarmuskels, soll über eine Haptik
5 eine axiale Verschiebung der Linse erreicht werden.

Beispiele für die Vielzahl der Entwicklungen sind unter anderem in DE 94 22 429 U1, DE 201 11 320 U1, DE 100 62 218 A1, DE 101 39 027, WO 02/083033, DE 101 25 829 A1, US 2004/0181279A1, US 2002/0149743, US 6 120 538, US 6 120 538, DE
10 101 55 345 C2, US 6 096 078, US 6 638 304, US 6 638 304, WO 00/4605 und WO 00/4605 beschrieben.

Vorrichtungen zur Wiederherstellung der Akkomodationsfähigkeit sind ferner aus der DE 101 55 345 C2, US 6 638 304 B2, WO 03/017873 A1 und US 43,73218 bekannt.
15

Ferner gibt es zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen zu dem Thema Akkomodationsfähigkeit von Linsensystemen. Beispielhaft sei auch auf folgende Veröffentlichung verwiesen:

20 Schneider, H.; Stachs, O.; Guthoff, R.: Evidenzbasierte Betrachtungen zu akkommodativen Kunstlinsen. 102. Jahrestagung der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft (Berlin, Germany, September 23rd-26th 2004) (2004); Kammann, J.; Dornbach, G.: Empirical results regarding accommodative lenses. In: Current Aspects of Human Accommodation. Hrsg.: Guthoff, R.; Ludwig, K. Kaden Verlag Heidelberg
25 (2001) 163-170, Fine, H.; Packer M.; Hoffmann R.: Technology generates IOL with amplitude of accommodation“ (Ophtalmology Times Special Report, March 15th 2005) (2005), Lavin, M.: Multifocal intraocular lenses – part 1. Optometry Today 5/2001 (2001) 34-37; Lavin, M.: Multifocal intraocular lenses – part 2. Optometry Today 8/2001 (2001) 43-44; Nishi, O., Nishi, K.; Mano, C.; Ichihara, M.; Honda, T.: Controlling the capsular shape in lens refilling. Archives of Ophthalmology 115(4) (1997) 507-510;
30 Fine, I.H.: The SmartLens- a fabulous new IOL technology. Eye World 7(10) (2002).

Das Problem der Akkommodation bis zu einem Leseabstand von ca. 30 cm wird durch den bisherigen Stand der Technik noch nicht zufriedenstellend gelöst. Grundsätzlich ist
35 es nämlich durch die im Rahmen einer Kataraktextraktion implantierte Kunstlinse bisher nicht zufriedenstellend möglich, auf verschiedene Entfernungen zu fokussieren. Bisherige Versuche, intraokulare Strukturen, insbesondere die Ziliarmuskelaktivität zur

mechanischen Brechkraftänderung implantierbarer Systeme zu nutzen, sind aus biologischen Gründen bisher nicht gelungen und dies ist auch mittelfristig nicht zu erwarten.

- 5 Aus dem Stand der Technik sind Lösungen zur intrakorporalen Bestimmung des Akkommodationsbedarfs über die Augapfelorientierung des Augenpaares bekannt. Diese beschränken sich aber auf die Detektion der Kontraktion der äußeren Augenmuskeln, entweder durch Potentialmessung (z.B. US 6,638304) oder durch
10 Messung der Andruckdifferenz zwischen Augapfel und zwei horizontalen Bulbusmuskeln an unterschiedlichen Augen (WO 2004/004605A1).

Die Erzeugung von starken, wechselnden elektromagnetischen Feldern sowie die Detektion der Bewegung kleiner Spulen setzen Geräte voraus, die aufgrund ihrer Masse und ihres Volumens für eine Implantation nicht geeignet sind. Die Messung der
15 Kontraktion der Bulbusmuskeln über das Muskelpotential oder des Andrucks setzt eine Informationsverbindung zwischen Sensor und dem optisch aktiven Implantat im Kapselsack voraus. Eine Kabelverbindung würde den operativen Aufwand enorm erhöhen. Eine drahtlose Informationsübertragung setzt ein aktives System am Muskel voraus, welches ebenfalls über eine Energieversorgung verfügen müsste. Zusätzlich
20 besteht bei der Verwendung von Elektroden das Problem von möglichen Gewebeänderungen im Elektrodenbereich. Daher sind beide Lösungen nicht praktikabel.

Externe Magnetfelder werden zur Bestimmung der Augapfelorientierung in einem
25 Implantat noch nicht verwendet. Bisherige Lösungen zur Messung der Augapfelorientierung durch Magnetfelder bestehen nämlich aus Spulen in Kontaktlinsen, deren Ausrichtung im Raum durch die Wechselwirkung mit starken, zeitlich veränderlichen Magnetfeldern bestimmt werden kann.

- 30 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System vorzuschlagen, das in den Kapselsack implantierbar ist und seine Steuerimpulse unabhängig von der Ziliarkörperaktivität gewinnt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein implantierbares System zur Bestimmung des
35 Akkommodationsbedarfs in einem künstlichen Akkommodationssystem durch Messung der Augapfelorientierung beider Augen unter Nutzung eines externen Magnetfelds umfassend

- a) wenigstens ein optisches System,
b) wenigstens ein zum Ziliarmuskel berührungsloses Informationserfassungssystem mit Mitteln zur Erfassung einer räumlichen Orientierung beider Augäpfel als körpereigenes Steuersignal für den Akkomodationsbedarf,
5 c) wenigstens ein Informationsverarbeitungssystem zwecks Erzeugung eines Stellsignals für das optische System aus den erfassten körpereigenen Steuersignalen
10 d) wenigstens ein Energieversorgungssystem und
e) wenigstens ein Befestigungssystem, wobei das System in beiden Augen je ein Mittel zur Messung eines Magnetfeldes aufweist und die Übertragungsmittel für den gegenseitigen Informationsaustausch zwischen den Mitteln vorgesehen sind.
15

Die einzelnen Subsysteme a) bis e) eines solchen einstückigen künstlichen Akkommodationssystems sind in der nicht vorveröffentlichten DE 102005038542 beschrieben. Diese Systeme sind zu einem, bzw. in mehreren Regelkreisen verschaltet. Das optische System, das Informationserfassungssystem, das Informationsverarbeitungssystem, das Energieversorgungssystem und das Befestigungssystem sind vorzugsweise zu einem Implantat zusammengefasst, welches zur Wiederherstellung der Akkomodationsfähigkeit des tierischen oder menschlichen Auges in dieses mittels des Befestigungssystems einsetzbar ist. Hierbei ist das optische System im Strahlengang des Auges angeordnet und bildet mit diesem zusammen den dioptrischen Apparat des Auges. In gleicher Weise sind vorzugsweise das Informationserfassungssystem, das Informationsverarbeitungssystem und das Energieversorgungssystem außerhalb des Strahlengangs angeordnet. Das Informationserfassungssystem kann sich auf mehrere Implantate (z. B. im linken und rechten Augapfel und im Oberkiefer) verteilen. Das Energieversorgungssystem kann vorzugsweise drahtlos mit einem externen System in Verbindung stehen.
20
25
30

Das optische System, bestehend aus einem oder mehreren aktiv-optischen Elementen und / oder einer oder mehreren von Aktoren axial verschieblichen starren Linsen (=passiv-optisches Element), hat die Aufgabe, das Abbildungsverhalten im Strahlengang zu beeinflussen. Es muss im sichtbaren Wellenlängenbereich transparent sein und muss die Lage und / oder die Form mindestens einer seiner
35

lichtbrechenden Grenzflächen zeitlich ändern können, um die Scheitelbrechkraft des dioptrischen Apparates zu verändern. Die aktorische Komponente besteht dabei aus Energiestellern und Energiewandlern (Grote / Feldhusen (Hrsg.): Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau. 21. Auflage. Springer Verlag Berlin Heidelberg
5 New York (2005)), welche unter Einwirkung von Stellsignalen einer informationsverarbeitenden Einrichtung Kräfte realisiert, die dann in Bewegung umgesetzt werden können.

Im Falle eines passiv-optischen Elementes werden eine oder mehrere starre Linsen
10 von einem Aktor axial im Strahlengang verschoben. Dieses Wirkprinzip wird standardgemäß in technischen Produkten zur Fokussierung eingesetzt. DE4300840A1 beschreibt z.B. ein Varioobjektiv für Kompaktkameras, das aus zwei Linsengruppen besteht, deren Abstand relativ zueinander variiert werden kann, um eine Brennweitenverstellung durchzuführen.

15 Verschiedene Mechanismen können zur Erfüllung der oben beschriebenen Aufgabe eines aktiv-optischen Elements zum Einsatz kommen. Dabei ist zwischen einer Änderung der Brechungsindexverteilung und einer Krümmungsänderung einer zwei Medien unterschiedlicher Brechungsindizes trennenden Grenzfläche zu unterscheiden.
20 Diese Veränderungen können durch verschiedene physikalische Wirkungsprinzipien realisiert werden, die im Folgenden dargestellt werden.

Brechungsindexänderung durch elektrooptische Materialien: Die doppelbrechende Eigenschaft elektrooptischer Materialien kann durch elektromagnetische Felder
25 beeinflusst werden. Dadurch kann eine definierte Brechungsindexverteilung eingestellt werden, die eine gezielte Beeinflussung des Abbildungsverhaltens in einer Polarisationssebene des Lichts ermöglicht. Diese kann neben einer gezielten Änderung der Fokusslage auch die Korrektur von Abbildungsfehlern höherer Ordnung (z.B. Astigmatismen, sphärische Aberration, Koma) umfassen. Um beide zueinander
30 senkrechten Polarisationssebenen gleichermaßen zu beeinflussen, ist eine rechtwinklig gekreuzte Hintereinanderanordnung zweier derartiger Systeme notwendig. In US6619799 wird die Verwendung eines derartigen aktiv-optischen Elementes in einem Brillengestell beschrieben. Dabei ist die elektrooptische Schicht von zwei transparenten Elektrodenflächen umfasst, zwischen denen eine elektrische Spannung angelegt
35 werden kann, um das radiale Brechungsindexprofil zu verändern. Ein gewünschtes Brechungsindexprofil kann entweder durch Amplituden- und Frequenzmodulation der

Steuerspannung oder durch Aufteilung der Elektroden in mehrere Bereiche, die mit jeweils unterschiedlichen Spannungen versorgt werden, erreicht werden.

5 Brechungsindexänderung durch Dichteänderung eines kompressiblen Fluids: Der Brechungsindex eines kompressiblen Fluids (z.B. eines Gases oder Gasgemisches) ist von der Dichte abhängig. Diese Abhängigkeit wird durch die Gladstone-Dale-Konstante beschrieben. Werden in einer gasgefüllten Kammer, die ein oder mehrere gekrümmte Begrenzungsflächen aufweist, der Druck und / oder die Temperatur geändert, ändert sich demnach auch das Abbildungsverhalten des optischen Systems. US4732458
10 beschreibt z.B. eine derartige Anordnung für ein Mehrlinsenelement, dessen Brechkraft kontinuierlich verändert werden kann. Die Druckerhöhung in der starren gasgefüllten Kammer wird durch einen in einem Zylinder geführten verschieblichen Kolben, der außerhalb der optischen Achse angeordnet ist, realisiert.

15 Geometrieänderung durch äußere Krafteinwirkung auf einen elastischen Festkörper: Ein elastischer Festkörper, dessen Brechungsindex sich von dem der Umgebung unterscheidet, kann durch Einwirkung äußerer Kräfte so verformt werden, dass sich die Krümmung seiner lichtbrechenden Oberflächen ändert und dadurch das optische Abbildungsverhalten beeinflusst wird. US6493151 beschreibt z.B. eine Anordnung für
20 einen derartig verformbaren homogen oder inhomogen aufgebauten Festkörper, auf den durch einen in seinem Durchmesser veränderbaren Ring radiale Kräfte übertragen werden können. Die Durchmesseränderung des Rings kann thermisch, oder durch magnetische / elektrische Felder erfolgen. DE4345070 beschreibt beispielsweise eine Anordnung für einen verformbaren hüllenförmigen Festkörper, der mit einer
25 lichtdurchlässigen Flüssigkeit gefüllt ist und dessen lichtbrechende Oberflächen über einen ringförmigen Fluidaktor hydraulisch oder pneumatisch verformt werden. DE10244312 nennt als Anwendungsbeispiel für einen Aktor aus Buckypaper (papierartiges Netzwerk von Kohlenstoffnanoröhren) die Änderung der Brechkraft einer künstlichen, in den Augapfel implantierten deformierbaren Linse.

30

Geometrieänderung durch Benetzungswinkelbeeinflussung (Electrowetting): Zwei ineinander nicht mischbare Fluide annähernd gleicher Dichte, die sich in ihren Brechungsindizes unterscheiden, bilden eine sphärisch gekrümmte oder plane Grenzfläche (Meniskus). Wird das eine, elektrisch leitfähige Fluid, in Kontakt mit einer
35 Elektrode gebracht und gegenüber einer zweiten, von den beiden Fluiden durch eine isolierende Schicht (Dielektrikum) getrennte Elektrode eine Potentialdifferenz angelegt, so lässt sich der Benetzungswinkel und somit die Krümmung des Meniskus durch den

sog. Elektrowetting-Effekt ändern. Da der Meniskus zwei Medien unterschiedlichen Brechungsindex trennt, wird das optische Abbildungsverhalten verändert. WO99/18456 beschreibt eine axiale Anordnung von leitfähigem Fluid, transparentem Dielektrikum und transparenter Elektrode im Strahlengang und Maßnahmen zur radialen
5 Zentrierung des Tropfens in der optischen Achse. WO03/069380 beschreibt eine Anordnung, bei der die mit einem Dielektrikum beschichtete Elektrode zylindrisch um die optische Achse angeordnet ist. In der optischen Achse befinden sich axial hintereinander angeordnet das elektrisch-leitfähige Fluid und das isolierende Fluid, sowie der die beiden trennende Meniskus.

10

Geometrieänderung durch Druckänderung eines Fluides: Wird in einer fluidbefüllten Kammer, die eine oder mehrere deformierbare Begrenzungsflächen aufweist, die Druckdifferenz zur Umgebung geändert, kommt es zu einer Krümmungsänderung der Begrenzungsflächen und demnach auch zur Änderung des Abbildungsverhaltens des
15 optischen Systems. US4466706 beschreibt beispielsweise eine derartige Anordnung, wobei die Druckdifferenzänderung durch einen Verdrängungsmechanismus erreicht wird. Dabei wird durch Drehung einer sich in der zylindrischen Ummantelung befindliche Schraube Fluid verdrängt, was zur Krümmungsänderung der beiden Zylinderendflächen führt. Alternativ kann die zylindrische Ummantelung auch zweiteilig
20 ausgeführt sein, wobei eine Verdrängungswirkung durch eine axiale Relativbewegung beider Teile erzielt werden kann.

Geometrieänderung durch Kraftentwicklung innerhalb eines intelligenten Materials: Intelligente Materialien (Smart Materials) können durch Änderungen ihrer atomaren /
25 molekularen Struktur Kräfte entwickeln und sich dadurch verformen. Durch die Einstellung eines Grenzflächenprofils zwischen intelligentem Material und Umgebung lässt sich demzufolge ebenfalls das optische Abbildungsverhalten beeinflussen. US2004/0100704 beschreibt z.B. einen zu diesem Zwecke verwendeten Formgedächtniskunststoff, der als Phase oder Schicht innerhalb eines verformbaren
30 Linsenkörpers eingebracht ist und die Form des Körpers unter Einwirkung von Energie lokal verändern kann. Als Anwendungsbeispiel wird die postoperative, nicht reversible Korrektur des Abbildungsverhaltens implantierter Intraokularlinsen genannt. JP01230004 beschreibt beispielsweise die Verwendung eines schwellbaren Gels und eines Lösungsmittels, die innerhalb eines deformierbaren Festkörpers schichtartig
35 angeordnet sind. Unter Einwirkung einer Spannung kann die Löslichkeit des Lösungsmittels im schwellbaren Gel so verändert werden, dass dieses daraufhin eine

Volumenänderung erfährt. Diese bewirkt eine Krümmungsänderung der lichtbrechenden Oberfläche.

Auch Kombinationen der genannten Wirkprinzipien sind möglich. Das optische System ist folglich in der Lage, die Fokusslage des dioptrischen Apparates anzupassen. Das optische System kann des Weiteren mehrere Elemente umfassen, um das optische Abbildungsverhalten im Strahlengang zu optimieren. Ein enthaltenes aktiv-optisches Element kann gegebenenfalls weitere Abbildungsfehler (monochromatische und chromatische Aberrationen) statisch oder auch dynamisch korrigieren (lokale Beeinflussung der Lichtwellenfront).

Zur Generierung der Stellsignale für die aktorische Komponente des aktiv-optischen Elementes bzw. des passiv-optischen Elementes, ist es notwendig, Informationen zu erfassen, aus denen auf die notwendige Scheitelbrechkrafterhöhung (=Akkommodationsbedarf) geschlossen werden kann.

Informationen über den Akkommodationsbedarf können aus körpereigenen Steuersignalen der Okulomotorik gewonnen werden. Unter Steuersignalen werden hierbei Informationen verstanden, die den Sollwert oder den unter Einfluss des Sollwertes und möglicher Störsignale umgesetzten Istwert einer Regelstrecke enthalten. Für die Nutzung der Steuersignale der Okulomotorik, müssen Informationen beider Augen zusammen zur Ermittlung des notwendigen Akkommodationsbedarfs herangezogen werden.

Die Okulomotorik (vor allem die horizontale Vergenzbewegung) und der Akkommodationsbedarf sind beim Binokularsehen eindeutig miteinander gekoppelt. Die Fixierlinien beider Augen richten sich durch Rotation der Augäpfel so auf ein beliebig im Raum positioniertes Fixationsobjekt aus, dass das Bild des Fixationsobjektes auf korrespondierende Netzhautstellen fällt. Dadurch wird die Informationsfusion der beiden Einzelbilder zu einem Einfachbild im Gehirn ermöglicht. Die räumliche Orientierung der Augäpfel kann durch die Rotationen der Augäpfel um die drei Raumachsen beschrieben werden. Dabei treten bei jedem Augapfel separat betrachtet Rotationen um die horizontale Achse (Nickbewegung), um die mitgedrehte vertikale Achse (Gierbewegungen) und die mitgedrehte Fixierlinie (Rollbewegungen) auf. Dementsprechend können in Bezug auf beide Augen konjugierte Augenbewegungen (Versionen = gleichsinnige, gleichgroße Bewegung der Fixierlinien oder der Netzhautmeridiane beider Augen) und disjungierte Augenbewegungen

(Vergenzen = gegensinnige, gleichgroße Bewegung der Fixierlinien oder der Netzhautmeridiane beider Augen) unterschieden werden. Im Allgemeinen unterscheiden sich die Abstände des Fixationsobjektes zu den beiden mechanischen Augendrehpunkten und damit auch der Akkommodationsbedarf geringfügig (dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sich das Fixationsobjekt nicht symmetrisch zu und nahe an den beiden Augen befindet). Die Erfassung der Steuersignale der Okulomotorik (Nervensignale oder Muskelsignale) ist extrakorporal möglich (z.B. durch die Elektromyographie der Augenmuskeln), sie wäre intrakorporal jedoch mit einem hohen Aufwand verbunden. Die Motorik der Augenbewegungen ist auch im hohen Alter hochpräzise und Abweichungen zwischen Soll- und Istwert (=Fixationsdisparität) betragen nur wenige Winkelminuten. Daher ist beim Binokularsehen in sehr guter Näherung ein Schnitt der Fixierlinien gewährleistet und es kann aus den Auswirkungen der Nerven- und Muskelsignale an die Augenmotorik, d.h. aus der Orientierung beider Augäpfel im Raum, auf den Akkommodationsbedarf des rechten, bzw. des linken Auges geschlossen werden.

Durch den Einsatz der Mittel zur Messung des Magnetfeldes lässt sich der Akkommodationsbedarf aus der Stellung der beiden Augäpfel berechnen. Durch den Schnittpunkt der Fixierlinien ist der Fixationspunkt eindeutig festgelegt. Der Kehrwert des Abstandes zwischen Hornhaut und Fixationspunkt entspricht dem Akkommodationsbedarf. Der Akkommodationsbedarf wird im wesentlichen durch die Augapfelorientierung, den Winkel, den die beiden Fixierlinien einschließen, bestimmbar. Liegt das Fixationsobjekt auf der Mittelsenkrechten der beiden Augenmitten, lässt sich der Akkommodationsbedarf aus dem Vergenzwinkel exakt berechnen. Liegt das Fixationsobjekt außerhalb der Mittelsenkrechten, ist diese Berechnung ausreichend genau.

Wird beispielsweise das Erdmagnetfeld als Referenz verwendet, lassen sich mit dem Mittel zur Messung des Magnetfeldes diejenigen Winkel bestimmen, die die Sensoren und damit auch die Augen bezüglich des Magnetfeldes einnehmen. Die Differenz der beiden Winkel entspricht dem Vergenzwinkel.

Bei einem kopffesten Magnetfeld lässt sich zusätzlich der Versionswinkel bestimmen. Dadurch ist in diesem Fall die Möglichkeit gegeben, bei einem Fixationspunkt außerhalb obengenannter Mittelsenkrechten den Unterschied des Akkommodationsbedarfs zwischen linkem und rechtem Auge zu bestimmen.

Vorzugsweise sind erfindungsgemäß zwei Augapfelfeste Mittel zur Messung eines Magnetfeldes vorgesehen. Die Augapfelorientierung lässt sich aufgrund dessen mit Hilfe eines externen Magnetfeldes, z.B. des Erdmagnetfeldes, oder auch eines anderen z.B. kopffesten Magnetfeldes messen. Als Mittel zur Messung eines
5 Magnetfeldes können beispielsweise Magneto-resistiv- oder Hall-Sensoren vorgesehen werden. Diese sind beispielsweise aus zwei orthogonal zueinander stehenden Sensoren aufgebaut (Kompassensensor).

Hall-Sensoren und Magneto-resistiv-Sensoren wie auch Magnetfeldmessungen sind aus
10 dem Stand der Technik im Allgemeinen bekannt.

Hall-Sensoren nutzen den Hall-Effekt zur Messung von Magnetfeldern und Strömen. Wird ein Hall-Sensor von einem Strom durchflossen und in ein senkrecht dazu verlaufendes Magnetfeld gebracht, liefert er eine Spannung, die proportional zum
15 Produkt aus magnetischer Feldstärke und Strom ist. Ist der Strom bekannt, kann man die magnetische Feldstärke messen.

Der magneto-resistive Effekt beruht darauf, dass Magnetowiderstandseffekte den Widerstand von magnetischen bzw. nicht-magnetischen Metallen in Abhängigkeit von
20 der Richtung (vektoriell) und den Betrag eines äußeren Magnetfeldes ändern.

Mit den erfindungsgemäß eingesetzten Magneto-resistiv- oder Hall-Sensoren ist es möglich, paarweise in je einem Auge ein Implantat zu schaffen. Vorzugsweise liegen die Größen der Sensoren im Bereich von 0,1 bis 4mm (Kantenlänge) und einer Dicke
25 von 0,05 bis 1 mm. D. h. die bevorzugten Abmessungen der Sensoren liegen bei 5 mm x 5 mm x 2 mm, insbesondere 4 mm x 4 mm x 1 mm, ganz besonders bevorzugt bei 1 mm x 1 mm x 0,05 mm.

Alle Sensoren werden bevorzugt als gehäusefreie Chips in das System integriert. Auf
30 diese Art sollen platzintensive Verdrahtungen im Gesamtsystem vermieden werden. Somit kann ermöglicht werden, dass das System am (z. B. in einer Kontaktlinse) oder im Augapfel appliziert wird.

Die Verwendung eines externen Magnetfeldes zur Messung der Augapfelorientierung
35 ermöglicht eine ortsunabhängige Messung. Dadurch ist auch die Messung im Implantat im Kapselsack möglich und damit auch ein einstückiges Implantat erreichbar.

Die Möglichkeit für ein einstückiges künstliches Akkommodationssystem mit nur einem Implantationsort, dem Kapselsack, vereinfacht die Implantation erheblich. Da das System ohne elektrische oder taktile Anbindung an dem Körper messen kann, ist eine ausreichend genaue Messung unabhängig von eventuell auftretenden Gewebeveränderungen möglich. Dies gewährleistet ein dauerhaft funktionsfähiges System.

Da jedes Implantat für sich aus der Magnetfeldmessung seine Winkelstellung misst, der Akkommodationsbedarfs jedoch aus den Winkeln beider Augäpfel bestimmt werden muss, ist eine Informationsübertragung zwischen den beiden Implantaten notwendig. Für diese Informationsübertragung zwischen einem Implantat im linken und rechten Auge können beispielsweise elektromagnetische Wechselfelder verwendet werden. Werden elektromagnetische Wechselfelder verwendet, besteht die Möglichkeit, die vorhandenen Magnetsensoren als Informationsempfänger zu verwenden. Dies kann durch wechselseitiges Messen und Übertragen erfolgen oder auch durch die Wahl einer Trägerfrequenz, welche so hoch gewählt wird, dass keine Beeinflussung durch Störsignale auftritt, die durch Bewegungen von Kopf oder Augapfel hervorgerufen werden. Um die Funktion des Systems auch bei zeitlich beschränkt auftretenden Störungen des Erdmagnetfeldes sicherzustellen, können daraus entstehende Messfehler durch zusätzliche Sensoren zur Messung der Winkelbeschleunigung in beiden Augen (Gyroskop) kompensiert werden.

Die erfassten Informationen werden im Rahmen der hier beschriebenen Erfindung dem Informationsverarbeitungssystem zur Verfügung gestellt. Gegenstand der Erfindung ist aber auch ein oben beschriebenes Informationserfassungssystem allein, welches Messdaten zur Registrierung und Weiterverarbeitung an einen Empfänger außerhalb des Körpers senden kann.

Die erfassten Signale werden vom Informationsverarbeitungssystem aufbereitet (z.B. Ausreißertests, Glättung, Filterung, Verstärkung). Mit Methoden der klassischen Statistik, der Computational Intelligence und Data Mining werden Merkmale extrahiert und klassifiziert, um die Akkommodationsabsicht zu detektieren. Mit Hilfe von steuerungs- und regelungstechnischen Methoden (z.B. fuzzy-gesteuerter PID-Regler, adaptive Regelungsalgorithmen, selbstlernende Algorithmen) werden die benötigten Stellensignale für das optische System generiert. Es können sowohl hierarchische Regelungsstrukturen als auch zentral-dezentrale Strukturen zum Einsatz kommen.

Zur Versorgung der Subsysteme mit Energie wird ein Energieversorgungssystem eingesetzt, das aus einem Energiewandler, einem Energiespeicher und einer Steuerungseinheit bestehen kann. Der Energiewandler transformiert von außen fernübertragene Energie (z.B. induktiv, kapazitiv, optisch) oder gespeicherte Energie (z.B. Batterie, Miniatur-Brennstoffzelle), die auch in Form von Körperflüssigkeiten (z.B. das nährstoffreiche Kammerwasser, Blut) vorliegen kann, bzw. mechanische Energie (z.B. aus Muskelbewegungen) über einen Energiespeicher in elektrische Energie. Diese wird durch die Steuereinheit des Energieversorgungssystems zu genau definierten Zeitpunkten an die Subsysteme abgegeben. Durch Messung der Beleuchtungsstärke (z.B. durch eine Fozelle) kann erreicht werden, dass bei Dunkelheit oder bei geschlossenen Augen, d.h. in Situationen, in denen keine Akkommodationsfähigkeit erforderlich ist, das Gesamtsystem in einen Zustand minimalen Energieumsatzes gebracht wird. Die dazu notwendigen Steuersignale werden vom Informationsverarbeitungssystem generiert.

Das Gesamtsystem wird mit Hilfe von geeigneten Befestigungselementen zur axialen Fixierung und radialen Zentrierung im Strahlengang implantiert. Aus der Ophthalmologie (Augenheilkunde) sind für Intraokularlinsen zahlreiche Haptikausführungen bekannt. (Draeger, J.; Guthoff, R.F.: Kunstlinsenimplantation. In: Augenheilkunde in Klinik und Praxis Band 4. Hrsg.: Francois, J.; Hollwich, F. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (1991); Auffarth, G.U.; Apple, D.J.: Zur Entwicklungsgeschichte der Intraokularlinsen. Ophthalmologie 98(11) (2001) 1017-1028). Diese können vorzugsweise im Kammerwinkel, im Sulcus ciliaris oder im Kapselsack Halt finden.

Das künstliche Akkommodationssystem ist der technische Teil eines Regelungssystems (geschlossener Regelkreis), welches als künstliches System die Funktion der natürlichen verformbaren Augenlinse und des Ziliarmuskels eines Patienten substituiert. Der biologische Teil besteht im Wesentlichen aus: der Hornhaut, dem Kammerwasser und dem Glaskörper als Bestandteile des dioptrischen Apparates, der Netzhaut als natürlichem Sensorarray und dem Gehirn als natürliche Informationsverarbeitungseinheit, die Steuersignale erzeugt, die Informationen über den Akkommodationsbedarf enthalten.

Das künstliche Akkommodationssystem umfasst ein optisches System, mit einer verstellbaren Brennweite und/oder anderen optischen Eigenschaften. Dieses bildet

einen neu eingebrachten Bestandteil des dioptrischen Apparates des Patienten. Es umfasst ein Informationserfassungssystem, das Mittel zur Messung eines Magnetfeldes aufweist. Auf Basis dieser Messungen wird der Akkommodationsbedarf durch ein Informationsverarbeitungssystem ermittelt und es werden Stellsignale zum Ansteuern des optischen Systems generiert. Das System wird über ein geeignetes Energieversorgungssystem gespeist und ist über ein Befestigungssystem im Patientenaugenauge fixiert.

Das beschriebene Akkommodationssystem kann zur Wiederherstellung der Akkommodationsfähigkeit nach Entfernung der natürlichen Augenlinse bei Linsentrübung (Katarakt) oder Alterssichtigkeit (Presbyopie) dienen.

Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben:

15

In Figur 1 ist eine schematische Darstellung des Gesamtsystems (künstliches Akkommodationssystem) wiedergegeben. Die Information 1, z.B. Licht von einem Objekt in zeitlich veränderlicher Gegenstandsweite fällt durch den dioptrischen Apparat des menschlichen Auges 2, der das optische System 3 enthält. Das fokussierte Licht 1a fällt auf den natürlichen Sensor, die Netzhaut 4.

Die durch die Photorezeptoren generierten afferenten Signale 5 werden dem natürlichen Informationsverarbeitungssystem 6, dem Gehirn, zugeleitet. Von dort werden efferente Signale 7, die Information über den Akkommodationsbedarf enthalten, an motorische Strukturen (z.B. Ziliarmuskeln, Bulbusmuskeln) gesendet. Diese Information wird vom Informationserfassungssystem 8 des künstlichen Akkommodations-Systems aufgenommen. Das Informationsverarbeitungssystem 9 leitet daraus Stellsignale für das optische System 3 ab. Damit wird die Scheitelbrechkraft des dioptrischen Apparates 2 durch das künstliche Akkommodationssystem an den Akkommodationsbedarf angepaßt, der aus zeitlich veränderlichen Gegenstandsweiten resultiert. 10 stellt das Energieversorgungssystem dar. Alle technischen Systembestandteile sind durch eine gestrichelte Linie eingerahmt.

35 In Figur 2 sind der Vergenzwinkel ν , der Versionswinkel θ und der Nickwinkel Φ bei Betrachtung eines Fixationswinkels F dargestellt. Damit lässt sich der Akkommodationsbedarf aus der Stellung der beiden Augäpfel berechnen. Durch den

Schnittpunkt der beiden Fixierlinien ist der Fixationspunkt des Fixationsobjektes F vorgegeben. Der Kehrwert des Abstandes zwischen Hornhaut und Fixationsobjekt F entspricht dem Akkommodationsbedarf. Der Akkommodationsbedarf wird im Wesentlichen durch den Vergenzwinkel v und den Versionswinkel θ bestimmbar. Liegt
5 das Fixationsobjekt auf der Mittellinie der beiden Augenmitten, lässt sich der Akkommodationsbedarf aus dem Vergenzwinkel v exakt berechnen.

In Figur 3 ist die Augenstellung bezüglich des annähernd homogenen Erdmagnetfeldes dargestellt. Mit Hilfe dieses Erdmagnetfeldes kann der Vergenzwinkel v unter
10 Einbeziehung von zwei augäpfelfesten Kompassensoren gemessen werden. Durch die Verwendung des Erdmagnetfeldes als Referenz lassen sich mit den beiden Kompassensoren diejenigen Winkel bestimmen, die die Sensoren und damit die Augen bezüglich des Magnetfeldes einnehmen. Die Differenz der beiden Winkel entspricht dem Vergenzwinkel v .

15

In Figur 4 ist die Augenstellung bezüglich des beliebigen, aber kopffesten Magnetfeldes dargestellt. Bei einem kopffesten Magnetfeld lässt sich nämlich zusätzlich zum Vergenzwinkel v der Versionswinkel θ erfassen. Dadurch ist in jedem Fall die Möglichkeit gegeben, bei einem Fixationsobjekt F außerhalb der
20 Mittelsenkrechten den Unterschied des Akkommodationsbedarfs zwischen linken und rechten Auge zu bestimmen.

Patentansprüche:

1. Implantierbares System zur Bestimmung des Akkommodationsbedarfs in einem künstlichen Akkommodationssystem durch Messung der Augapfelorientierung unter Nutzung eines externen Magnetfeldes umfassend
- 5
- a) wenigstens ein optisches System (3),
- b) wenigstens ein zum Ziliarmuskel berührungsloses Informationserfassungssystem (8) mit Mitteln zur Erfassung einer räumlichen Orientierung beider Augäpfel als körpereigenes Steuersignal für den Akkommodationsbedarf,
- 10
- c) wenigstens ein Informationsverarbeitungssystem (9) zwecks Erzeugung eines Stellsignals für das optische System (3) aus den erfassten körpereigenen Steuersignalen
- 15
- d) wenigstens ein Energieversorgungssystem (10) und
- e) ein Befestigungssystem,
- dadurch gekennzeichnet, dass das System in beiden Augen je ein Mittel zur Messung eines Magnetfeldes aufweist und Übertragungsmittel für den gegenseitigen Informationsaustausch zwischen den Mitteln vorgesehen sind.
- 20
2. System nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Messung eines Magnetfeldes jeweils fest mit dem jeweilig zugehörigen Augapfel verbunden sind oder in diesen eingesetzt sind.
- 25
3. System nach Anspruch 1 oder 2,
- 30
- dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetfeld durch ein Erdmagnetfeld gebildet wird.
4. System nach Anspruch 1 oder 2,
- dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetfeld durch ein kopffestes Magnetfeld gebildet wird.
- 35

5. System nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Messung des Magnetfeldes jeweils einen Kompasssensor oder jeweils zwei in ihrer Messrichtung eine Ebene aufspannende Magnetfeldsensoren umfassen.
- 5
6. System nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kompasssensoren bzw. die Ebenen in beiden Augen parallel zu einer Gerade, die die Augendrehpunkte beider Augen verbindet, und parallel zueinander ausgerichtet sind.
- 10
7. System nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Messung des Magnetfeldes durch Magnetoresistiv oder Hall-Sensoren gebildet sind.
- 15
8. System nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messmittel als Übertragungsmittel und damit als Informationsempfänger für Wechselfelder und Signale einsetzbar sind.

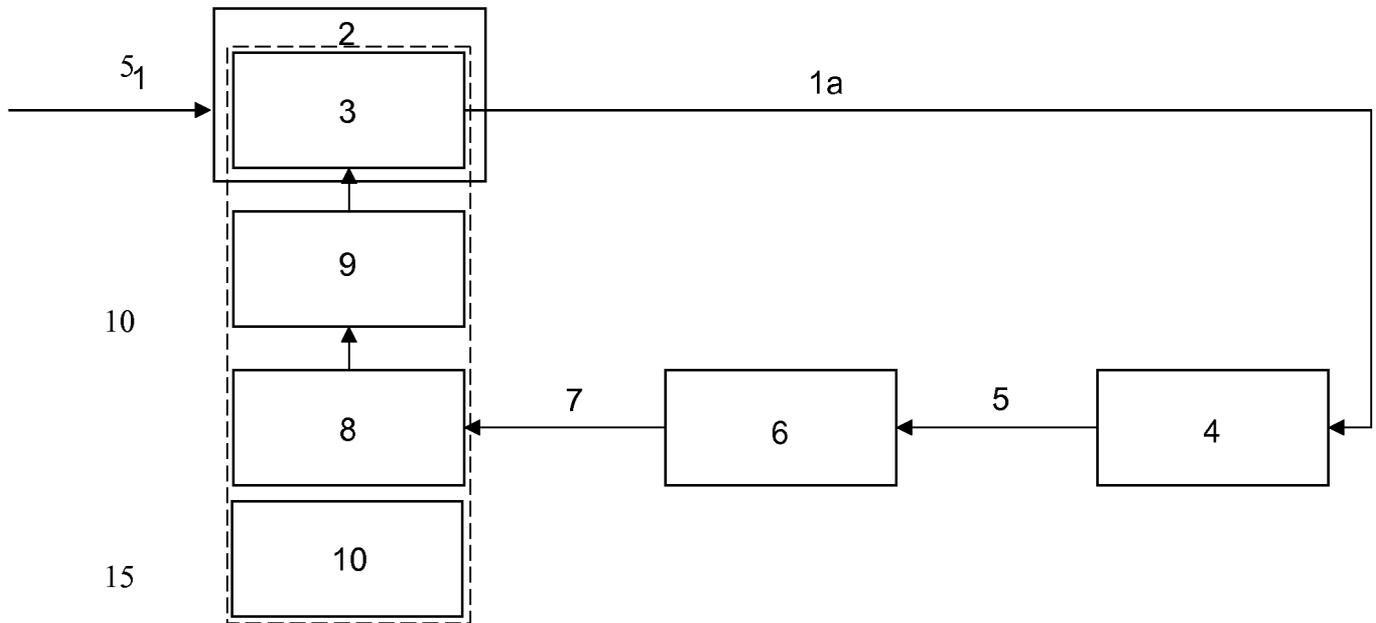


Fig. 1

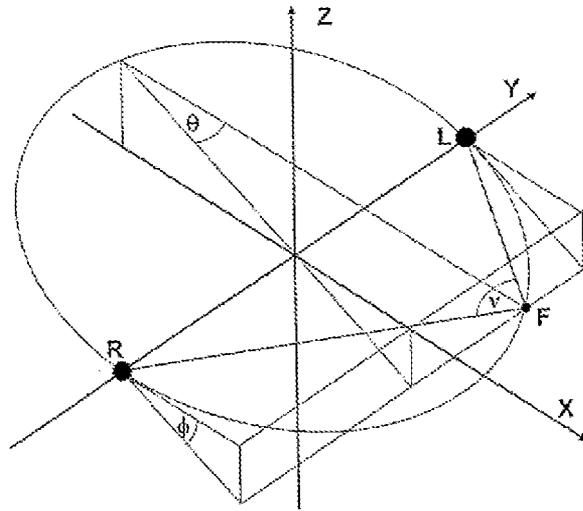


Fig. 2

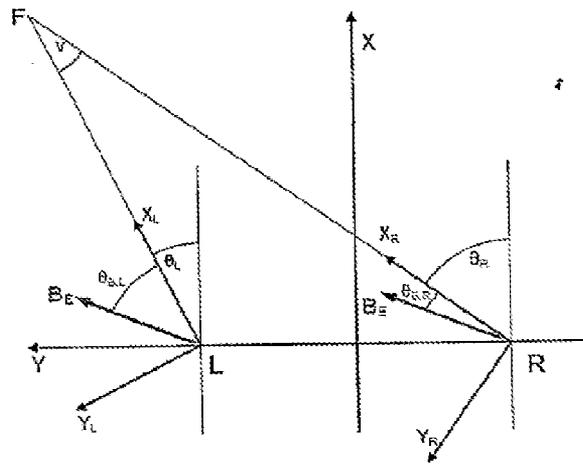


Fig. 3

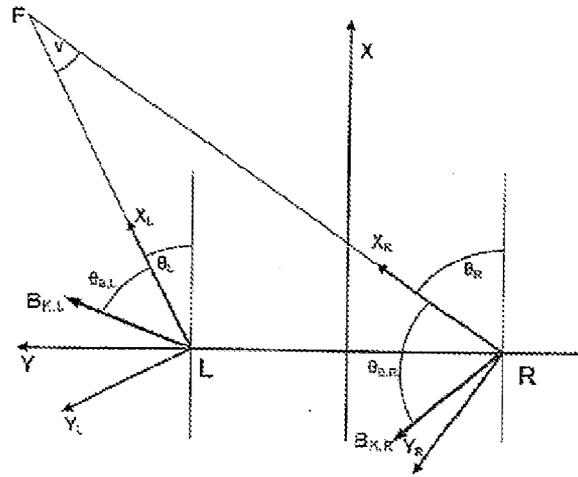


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/051938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61F2/16 G01R33/07 ADD. A61B3/113				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B G01R A61F				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
Y	WO 2006/034336 A (UNIV OHIO [US]; ROBERTS CYNTHIA J [US]; MC CALLUM GRANT A [US]) 30 March 2006 (2006-03-30) abstract the whole document claims 1-13 figures 1B,2,3	1-8		
Y	FR 2 833 477 A (MICHEL FRANCOIS [FR]) 20 June 2003 (2003-06-20) cited in the application abstract page 9, line 11 - page 10, line 7 figures 2a-2d,3 claims 1-6	1-8		
----- -/--				
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.				
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">24 Juni 2008</p>		Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">04/07/2008</p>		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Tommaseo, Giovanni</p>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/051938

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	RODRÍGUEZ F ET AL: "Eye-movement recording in freely moving animals" PHYSIOLOGY AND BEHAVIOR, ELSEVIER SCIENCE LTD., OXFORD, GB, vol. 72, no. 4, 1 March 2001 (2001-03-01), pages 455-460, XP002363772 ISSN: 0031-9384 the whole document figures 1-5	1-8
A	----- US 2005/256571 A1 (AZAR DIMITRI T [US]) 17 November 2005 (2005-11-17) abstract paragraph [0026] - paragraph [0034] paragraph [0047] - paragraph [0054] claims 1-8 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2008/051938

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006034336	A	30-03-2006 EP 1804647 A1	11-07-2007
FR 2833477	A	20-06-2003 AU 2003249161 A1	23-01-2004
		CA 2491134 A1	15-01-2004
		EP 1534190 A1	01-06-2005
		WO 2004004605 A1	15-01-2004
		JP 2005531380 T	20-10-2005
		US 2006136055 A1	22-06-2006
US 2005256571	A1	17-11-2005 WO 2005112826 A1	01-12-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. A61F2/16 G01R33/07
 ADD. A61B3/113

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 A61B G01R A61F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2006/034336 A (UNIV OHIO [US]; ROBERTS CYNTHIA J [US]; MC CALLUM GRANT A [US]) 30. März 2006 (2006-03-30) Zusammenfassung das ganze Dokument Ansprüche 1-13 Abbildungen 1B,2,3	1-8
Y	FR 2 833 477 A (MICHEL FRANCOIS [FR]) 20. Juni 2003 (2003-06-20) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 9, Zeile 11 - Seite 10, Zeile 7 Abbildungen 2a-2d,3 Ansprüche 1-6	1-8
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Juni 2008	04/07/2008
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Tommaseo, Giovanni

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	RODRÍGUEZ F ET AL: "Eye-movement recording in freely moving animals" PHYSIOLOGY AND BEHAVIOR, ELSEVIER SCIENCE LTD., OXFORD, GB, Bd. 72, Nr. 4, 1. März 2001 (2001-03-01), Seiten 455-460, XP002363772 ISSN: 0031-9384 das ganze Dokument Abbildungen 1-5	1-8
A	----- US 2005/256571 A1 (AZAR DIMITRI T [US]) 17. November 2005 (2005-11-17) Zusammenfassung Absatz [0026] - Absatz [0034] Absatz [0047] - Absatz [0054] Ansprüche 1-8 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/051938

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2006034336	A 30-03-2006	EP	1804647 A1	11-07-2007
FR 2833477	A 20-06-2003	AU	2003249161 A1	23-01-2004
		CA	2491134 A1	15-01-2004
		EP	1534190 A1	01-06-2005
		WO	2004004605 A1	15-01-2004
		JP	2005531380 T	20-10-2005
		US	2006136055 A1	22-06-2006
US 2005256571	A1 17-11-2005	WO	2005112826 A1	01-12-2005