

(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
31. August 2006 (31.08.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/089763 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61B 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/001703

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2006 (24.02.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 009 222.5
25. Februar 2005 (25.02.2005) DE

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(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,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: BUSCHMANN, Johannes, P. [DE/DE]; Ho-
henaschauer Str. 92, 81669 München (DE).

(74) Anwalt: HANSMANN & VOGESER; Albert-
Rosshaupter-Str. 65, 81369 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

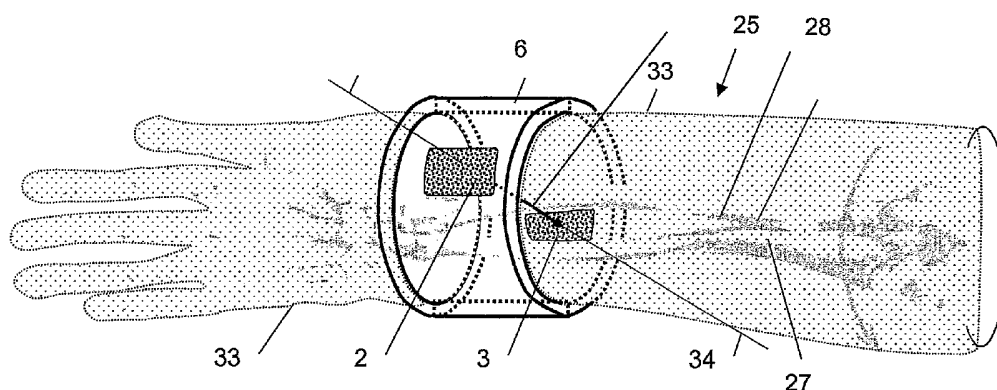
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: MESSGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for transmission pulsoximetry through the wrist or forearm, which can even be used on adults.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Transmissions-Pulsoximetrie durch das Handgelenk bzw. den Unterarm hindurch, wie sie selbst beim erwachsenen Menschen angewandt werden kann.

WO 2006/089763 A1

5

Messgerät

I. Anwendungsgebiet

- 10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein Messgerät, um die Absorption von Licht durch lebendes, von dem Licht durchstrahltes, Gewebe bei Mensch oder Tier zu messen.

15

II. Technischer Hintergrund

Dabei wird für die Zwecke der vorliegenden Anmeldung unter „Licht“ elektromagnetische Strahlung im Bereich von 400 nm bis 2000 nm, insbesondere im Bereich zwischen 600 nm und 1000 nm, verstanden.

20

Ferner wird zum Zweck der vorliegenden Anmeldung unter "Absorption" die Lichtintensität verstanden, die nach der Passage durch das Gewebe am Sensor messbar ist, unabhängig davon, ob die eingestrahlte Lichtintensität oder elektrische Leistung bekannt war oder nicht und unabhängig davon, ob die Schichtdicke des
25 durchstrahlten Gewebes bekannt war oder nicht.

30

Bei der Gewebsphotometrie wird bekanntermaßen die Absorption bestimmter Frequenzanteile (z. B. 0 bis 0,3 Hz sowie 0,5 bis 10 Hz) ermittelt, die im Zusammenhang mit der Pulsfrequenz bzw. Atemfrequenz des zu untersuchenden Organismus steht.

Der Lichtfluss im Gewebe kommt insbesondere durch verschiedene optische Wirkungen wie Streuung, Absorption, Beugung u. a. an Grenzflächen zwischen den unterschiedlichen Bestandteilen des lebenden Gewebes, zustande, wobei die "Transmission" und "Reflexion" vereinfachende Begriffe sind, die sich auf ein Verhalten des Lichts relativ zu Sender und Empfänger beziehen.

So wird bei der optischen Plethysmographie die Absorption im Frequenzbereich der arteriellen Pulsation, also von ca. 30 bis 240 bpm, entsprechend 0,5 bis 4 Hz betrachtet in Relation zur nichtpulsatilen Absorption, also zur Absorption im Frequenzbereich von unter 0,4 Hz. Damit lassen sich unter anderem Pulsfrequenz und Atemfrequenz bestimmen.

Wird eine optische Plethysmographie in zwei oder mehr Spektralbereichen durchgeführt und deren Modulationstiefen (pulsatiler Anteil AC zum nicht-pulsatilen Anteil DC) z. B. bei 730 nm und 990 nm zueinander in Beziehung gesetzt, so ergibt sich aus den jeweiligen Modulationstiefen eine Variable

$$\Omega = \frac{\left(\frac{AC}{DC}\right)_{\lambda_1}}{\left(\frac{AC}{DC}\right)_{\lambda_2}},$$

die in weiten Bereichen unabhängig von Einflussfaktoren wie Schichtdicke des durchstrahlten Gewebes usw. ist und mit deren Hilfe sich die arterielle Sauerstoffsättigung ermitteln lässt, ggf. auch die venöse Sauerstoffsättigung.

Mit Hilfe dieser so genannten Pulsoximetrie können somit in weiten Bereichen die Herzfrequenz und Lungenfunktion überwacht werden.

Dabei war in der jüngeren Vergangenheit die Pulsoximetrie speziell in der Form der Transmissions-Pulsoximetrie in der Medizin sehr erfolgreich, bei der lebendes Gewebe bis zu einer Schichtdicke von etwa 20 mm mit Licht von 400 nm bis 4000

nm Wellenlänge durchstrahlt wurde und der vom Gewebe absorbierte Lichtanteil gemessen wurde.

5 Durch die begrenzte Dicke des zu durchstrahlenden Gewebes waren die Applikationsorte stark eingeschränkt: Beim erwachsenen Menschen beispielsweise auf einzelne Finger oder Ohrläppchen, bei Frühgeburten oder Neugeborenen gerade noch eine Hand oder ein Fuß.

10 Auch die intrakutane Transmissions-Pulsoximetrie bei Föten, vor allem zur Überwachung der Sauerstoffversorgung während der Geburt, ist bereits bekannt (DE 38 10 008).

15 Im Wege der mobilen Diagnostik wurde auch bereits versucht, die Transmissions-Pulsoximetrie mit Hilfe speziell gestalteter Sensoreinheiten so durchzuführen, dass der nicht hospitalisierte Benutzer dabei in seinen Alltagstätigkeiten oder beruflichen Tätigkeiten nicht behindert wird und trotz Bewegung und ansprechender Gestaltung des Sensors zuverlässige Auswertungsergebnisse erhalten werden, um Menschen bei der Ausübung von Tätigkeiten oder an ihrer Leistungsgrenze, aber auch im REHA-, Wellness- und Fitness-Bereich, überwachen zu können.

20 Obwohl man sich darüber im Klaren war, dass dies Anpassungen sowohl beim Gestalten der Sensoreinheit als auch bei der Auswertung der Signale erfordert, konnten bisher in der Praxis keine befriedigend einsetzbaren Sensoren für die Überwachung mobiler Patienten hergestellt werden, trotz Versuchen, die Sensoren z. B. in einem Ring zu integrieren und die Daten an eine Auswerteeinheit am Handgelenk zu übertragen oder ähnliches.

30 Um dabei die nachteilige Begrenzung hinsichtlich der Schichtdicke zu überwinden, wurde auch bereits die Reflexpulsoximetrie verwendet, bei der im Gegensatz zur Transmissionspulsoximetrie Lichtemitter und Lichtempfänger nicht auf einander gegenüber liegenden Seiten des zu durchstrahlenden Gewebes angeordnet wurden, sondern auf der gleichen Seite und nebeneinander, meist in einem Abstand von nur einigen mm.

Der gravierende Nachteil dieser Methode besteht jedoch im so genannten Shuntlicht, worunter diejenigen Lichtanteile verstanden werden, die vom Emitter zum Sensor gelangen können, ohne dabei das gewünschte Gewebe, insbesondere
5 den von Arteriolen durchsetzten Teil des Gewebes, durchstrahlt zu haben.

Hierzu gehören beispielsweise diejenigen Lichtanteile, die nur durch die oberflächlichen, wenig durchbluteten Hautschichten beeinflusst werden und auf diesem Wege von Lichtemitter zum Lichtsensor gelangen.

10

Dieser Shuntlichtanteil beeinflusst das Gesamtergebnis so stark negativ, dass eine verantwortungsvolle Anwendbarkeit dieses Verfahrens heute generell in Zweifel gezogen wird.

15

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

20 Es ist daher die Aufgabe gemäß der Erfindung, ein Verfahren sowie ein Messgerät für die Absorption von Licht durch lebendes Gewebe zu schaffen, welches auch bei Anwendung durch einen mobilen, nicht hospitalisierten Benutzer zufrieden stellende Ergebnisse liefert, ohne den Benutzers bei seinen Tätigkeiten zu behindern.

25

b) Lösung der Aufgabe

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 und 35 gelöst. Vorteil-
30 hafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Entgegen der seit vielen Jahren bestehenden Meinung, wonach die Durchstrahlung von lebendem Gewebe mit Licht nur bis Gewebedicken von 15 oder 20 mm

möglich sei, wurde erfindungsgemäß festgestellt, dass auch die Durchstrahlung wesentlich dickerer Körperteile wie etwa des Unterarms oder Handgelenks möglich ist:

- 5 Dabei waren als Randbedingungen einzuhalten die maximal zulässige Erwärmung des Gewebes des Benutzers an der Stelle, an der der Lichtemitter Wärme produziert auf höchstens 43 °C und auch nur für sehr kurze Zeit, damit im Zusammenhang stehend die Verlustleistung und damit der Wirkungsgrad der Lichtemitter, auf der anderen Seite ein noch ausreichend großer Abstand des Nutzsignals vom
10 Rauschen, der mit der Größe der Sensorfläche immer geringer wird.

Bei dieser Kompromissuche hat es sich gezeigt, dass verwertbare Ergebnisse erzielt werden, wenn der am Lichtsensor erzielte Photostrom, bewirkt durch die Einstrahlung vom Lichtemitter her und damit durch das Gewebe hindurch, mindestens 0,01 µA bis 0,1 µA beträgt und/oder die Lichtleistung mindestens 60 nW be-
15 trägt.

Damit werden zufrieden stellende Messergebnisse erzielt, z. B. mit einer Pulsdauer von 15 µs und einer Pause zwischen den einzelnen Bestrahlungsimpulsen von
20 485 µs, ohne dass dabei die Erwärmung des Gewebes um den bzw. die Lichtemitter herum zu stark wird. Die Erwärmung des Gewebes kann jedoch zusätzlich gering gehalten werden durch Ausbildung derjenigen Teile, die mit den Lichtemittern in thermischem Kontakt stehen und auf der vom Benutzer abgewandten Seite des Lichtemitters liegen, als Wärmesenke, also als Bauteile, die ein großes Wärme-
25 kapazität besitzen und auf die die Wärme schneller übergeht als auf die anliegende Haut des Benutzers.

Dies kann weiterhin gering gehalten werden, indem eine thermische Isolation zwischen der Haut des Benutzers und den Lichtemittern in Form einer durchsichtigen
30 Kunststoffplatte, eines durchsichtigen Gelkissens oder ähnlicher schlecht Wärme leitender Bauteile bewirkt wird.

Bei einer andern Bauform werden für jeden der beiden Lichtemitter nicht eine einzige, sondern ein Feld von Leuchtdioden benutzt, die alle den gleichen Spektralbereich aufweisen, deren einzelne Leistung jedoch wesentlich niedriger liegt, meist zwischen 30 und 50 mA. Dadurch ergibt sich ein geringerer Vorschaltwiderstand und in der Folge eine geringere Verlustleistung pro Emitter, allerdings auch bei verringerter eingestrahlter Intensität pro Flächeneinheit. Dennoch hat sich gezeigt, dass in diesem Fall und trotz der bereits erheblichen Abmessungen des Sensors mit etwa 10 x 10 mm und des LED-Arrays, welches ebenfalls pro Emitter ähnliche Flächen aufweist liegt, noch ein zufrieden stellendes Ergebnis erreichen lässt, obwohl dies der herrschenden Lehrmeinung, dass die beiden Lichtwege möglichst nahe beisammen liegen sollen, widerspricht, da bei derart großen Flächenausdehnungen die Wege von einer Ecke des Sensors zur diagonal gegenüber liegenden Ecke des Emitters bereits deutlich länger sind als die kürzest mögliche Verbindung.

Durch eine Anordnung von Lichtemitter und Lichtsensor am Armband (gemäß Anspruch 1), dass sie sich bei Anlegen des Armbandes auf einander gegenüberliegenden Seiten des Armquerschnittes befinden und der Emitter das Licht in den Armquerschnitt hinein einkoppelt, während der Lichtsensor mit seiner aktiven Fläche an der Oberfläche des Armes oder Handgelenkes anliegt, kann das Armband so am Arm des Benutzers fixiert werden, dass das vom Emitter ausgesandte Licht den Querschnitt des Unterarmes des Benutzers durchdringt und auf diesem Wege den Sensor erreicht.

Der bevorzugte Strahlengang ist dabei zwischen Elle und Speiche hindurch, und zwar an einer Stelle nahe am Handgelenk, also im unteren Drittel des Unterarms. In diesem Längenbereich verbleibt selbst bei Verdrehung der Hand und damit von Elle und Speiche gegeneinander ein freier Durchgang zwischen diesen beiden Knochen.

Das Armband muss so beschaffen sein, dass es diese Positionierung nicht nur zulässt, sondern möglichst auch fördert:

Vorzugsweise umfasst das Armband daher eine Fixiervorrichtung, um Emitter und Sensor an vorbestimmten Stellen des Unterarmes bzw. Handgelenkes fixieren zu können. Hierfür gibt es zwei prinzipiell unterschiedliche Möglichkeiten:

- 5 Im ersten Fall wird die Positionierung von Emitter und Sensor einzeln und vorzugsweise unabhängig vom Armband auf der Haut des Benutzers an den richtigen Stellen vorgenommen.

Eine solche Fixiervorrichtung kann beispielsweise eine hautverträgliche Klebebe-
10 schichtung auf der dem Arm zugewandten Kontaktfläche von Emitter und Sensor sein.

Dementsprechend müssen Lichtemitter und Lichtsensor, wobei vorzugsweise zwei oder mehr Lichtemitter gemeinsam in einer Baueinheit ausgeführt sind, nicht fest,
15 sondern auf ihrer Rückseite lösbar mit dem Armband verbunden sein, insbesondere mittels eines Klettverschlusses, um zuerst die richtige Positionierung von Emitter und Sensor am Unterarm vornehmen zu können, und danach durch Herumlegen des Armbandes diese mit Hilfe des Armbandes in ihrer momentanen Position zu fixieren.

20

Zur Erhöhung des Anpressdruckes von Emitter und Sensor kann dazwischen bzw. am Armband jeweils eine Anpresseinrichtung vorhanden sein, die mittels Vor-
spannung, sei es erzeugt durch Federkraft, Luftdruck oder auch den arteriellen Druck des Benutzers, die richtige Anpresskraft dieser beiden Bauteile gegen den
25 Arm des Patienten bewirkt und auf diese Art und Weise verhindert, dass nach Herumliegen des Armbandes und dadurch bewirktes Anpressen von Emitter und Sensor gegen die Hautoberfläche noch eine Verschiebung von Emitter oder Sensor möglich sind.

30 Der zweite Fall besteht darin, die Position von Lichtsensor und Lichtemitter bzw. der beiden Lichtemittern bezüglich des Armbandes festzulegen, vorzugsweise individuell für den jeweiligen Benutzer. Wenn dies einmal geschehen ist, ist der Benutzer selbst in der Lage, das Armband mit der richtigen Positionierung der ak-

- tiven Elemente anzulegen, vor allem wenn die Auswerteeinheit einen Testmodus enthält, mit dessen Hilfe es nach dem Anlegen¹ des Armbandes möglich ist, festzustellen, ob die erzielbaren Signale ausreichend gut sind und damit die Positionierung ausreichend genau war. In allen Fällen muss das Armband dicht und mit
- 5 einer gewissen Vorspannung auf der Hautoberfläche des Benutzers anliegen, damit Lichtemitter und Lichtsensor ebenfalls mit der notwendigen Vorspannung gegen die Hautoberfläche gedrückt werden, die notwendig ist, um eine gute Ein- und Auskopplung des Lichts gegenüber dem Gewebe zu erzielen.
- 10 Vorzugsweise sollte dabei ein Anpressdruck von 2,5 – 20 mm Hg vorliegen. Um auch bei angelegtem Armband optisch kontrollieren zu können, ob sich das Armband und damit Emitter und Sensor noch an der richtigen Position befinden, ist vorzugsweise auf der Außenseite des Armbandes eine Markierung angeordnet, die die Position dieser beiden Bauteile angibt.
- 15 Neben Detailproblemen wie trageangenehme Oberfläche des Armbandes, Schweißdurchlässigkeit usw. ist ein wichtigeres Detail die Frage der Dehnbarkeit des Armbandes in Umfangsrichtung:
- 20 Denn der Querschnitt eines Armes eines Benutzers ist eine variable Größe, die sich abhängig von körperlicher Betätigung, Außentemperatur etc., stark ändern kann, und zwar auch in relativ kurzen Zeiträumen. Wenn das Armband wenigstens im Bereich zwischen den Sensoren, und zwar auf beiden einander gegenüberliegenden Seiten, vorzugsweise über den gesamten Umfang, in Umfangsrichtung
- 25 tzung dehnbar ausgebildet ist, kann die Umfangslänge des Armbandes sich automatisch der sich ändernden Umfangslänge des Unterarmes anpassen, und Emitter und Sensor bleiben relativ zum Unterarm an den gleichen, einander gegenüberliegenden Positionen.
- 30 Eine feste, nicht veränderbare und dehnbare Armbandlänge würde dann sinnvoll sein, wenn im radialen Abstand zwischen Emitter und Sensor einerseits und dem Armband andererseits Andruckelemente untergebracht sind, deren radiale Erstreckung sich ändern kann. Eine Änderung des Querschnitts des Unterarmes würde

dann durch die Änderung der radialen Erstreckung dieser Andruckelemente und damit nur im Maß der Vorspannung verändern, so dass in diesen Fällen mit einem nicht dehnbaren Armband, bei dem die Positionierung der Aktiven Elemente weniger fehlerbehaftet ist, ausgekommen werden kann.

5

Von der technischen Auslegung her ist festzustellen, dass der Lichtsensor die Menge des bei ihm auftreffenden Lichts detektiert und zu diesem Zweck das Licht beider Emitter empfangen kann, die Licht unterschiedlicher Wellenlänge aussenden, aber in der Regel nicht gleichzeitig, sondern zeitversetzt zueinander, so dass
10 der Lichtsensor, der mit der Auswerteeinheit verbunden ist, jederzeit genau weiß, von welchem der beiden Emitter die soeben empfangene Lichtmenge stammt.

Da bei der Durchstrahlung des Unterarmes eine Gewebedicke von deutlich mehr als 1,5 cm durchstrahlt werden muss und zusätzlich noch Reflexionen und damit
15 Schwächungen an den Oberflächen der Knochen wahrscheinlich sind, sind wesentlich höhere Leistungen als bei der herkömmlichen Transmissions-Pulsoximetrie notwendig, um noch eine verwertbare Lichtmenge am Sensor zu erzeugen.

20 Rein technisch ist die Erhöhung der Leistung der Lichtemitter kein Problem, jedoch darf das in das Gewebe eindringende Licht dabei das Gewebe nicht schädigen, was insbesondere durch die Verlustleistung der Lichtemitter und die damit verbundene Wärmeerzeugung sowie durch die Absorption eines Teils der Licht-Energiemenge im Gewebe geschehen kann.

25

Jede Erwärmung des Gewebes auf 43° Celsius oder mehr führt zur Gewebeschädigung, sofern die Temperatur lange genug auf das Gewebe einwirken kann, wobei die notwendige Einwirkungsdauer mit steigender Temperatur stark abnimmt. Die Einwirkungsdauer hängt insbesondere auch von Material, Größe der Kontakt-
30 fläche und Wärmekapazität der anliegenden Materialien ab, denn je besser die thermische Entkopplung des Gewebes von den Emittlern ist, ein umso geringerer Anteil der Verlustleistung der Emitter wird in das Gewebe eingetragen und muss als Obergrenze berücksichtigt werden. Dabei hat sich das gepulste Einbringen

von Licht als beste Lösung erwiesen, da hierdurch einerseits die Zeitdauer der ununterbrochenen Beaufschlagung mit Licht auf das Gewebe kurz gehalten werden kann und andererseits die zwischen den einzelnen Beaufschlagungen zur Verfügung stehenden Ruhezeiten, in denen Wärme in die Körper abgewandt angeordnet Einzelteile des Messgerätes oder auch die Luft der Umgebung abgegeben werden kann, möglichst hoch ist.

Dabei hat sich das Puls-zu-Pause-Verhältnis gemäß dem eingangs dargestellten Lösungsbeispiel als praktikabel erwiesen, wobei das Verhältnis von Puls zu Pause ebenso wie die Pulslänge und auch die Pausenlängen in absoluten Zeiträumen vorzugsweise fest eingestellt sind. Allerdings ist es sinnvoll, die Messungen, also die Abfolge von Lichtpuls und Pulpause, nicht permanent ablaufen zu lassen, sondern jeweils ein Paket von Pulsen zu einem Messungsblock zusammen zu fassen, aus dem ein einziger Messwert gemittelt wird, beispielsweise aus 3-5 Einzelmessungen.

Der zeitliche Abstand zwischen solchen Paketen oder Messblöcken kann dagegen zum einen deutlich größer gewählt werden, zum anderen sehr variabel festgelegt werden:

Grundsatz ist dabei, dass die Messblöcke in einem solchen zeitlichen Höchstabstand stattfinden sollten, dass keine überraschend starken Änderungen des Messwertes in dieser Zeit eintreten können.

Die dem Messwert zugrunde liegende Sauerstoffsättigung des Benutzers kann sich jedoch abhängig von seiner momentanen Betätigung und medizinischen Vorgeschichte stark unterschiedlich verhalten: So kann der Zeitabstand zwischen den Messlücken größer gewählt werden, beispielsweise im Bereich zwischen 2min und 5min, wenn der Benutzer sich nicht körperlich betätigt oder körperlich nur wenig anstrengende Tätigkeiten verrichtet, und auch seine medizinische Historie keine zu starken Schwankungen des Sauerstoffsättigungsgehaltes erwarten lassen.

Bei körperlich anstrengender Betätigung oder schlechter medizinischer Historie dagegen ist die Zeitdauer zwischen den Messblöcken kürzer zu wählen, teilweise unter 1min, beispielsweise von 15-30sec.

- 5 Die Einstellung kann entweder manuell durch den Benutzer selbst oder seinen Arzt oder Betreuer erfolgen, oder sich auch automatisch selbst einstellen, abhängig von dem dedizierten momentanen gemessenen Werten und/oder dem Betätigungszustand des Benutzers:
- 10 Wenn sich also die aktuell gemessenen Werte von der Tendenz eher kritischen Wertebereichen annähern, muss die Zeitdauer zwischen den Messblöcken reduziert werden und andersherum kann die Zeitdauer zwischen den Messblöcken vergrößert werden bis zu einer vorgegebenen Höchstgrenze, wenn beispielsweise
- 15 mittels eines im Armband vorhandenen Beschleunigungs- und/oder Bewegungssensors ermittelbar ist, dass der Benutzer sich nicht oder nur wenig bewegt.

Die Lichtemitter geben vorzugsweise Licht der Wellenlänge 730 nm und 880 nm ab und als Lichtemitter werden vorzugsweise Leuchtdioden (LED'S), erst in zweiter Linie Laser, verwendet.

20

- Des Weiteren kann ein zu starkes Aufheizen verhindern bzw. ein schnelleres Abkühlen der Hautbereiche nahe am Emitter gefördert werden durch eine um den Emitter herum ausgebildete Kühlfläche aus einem Material guter Temperaturleitfähigkeit, beispielsweise aus Metall, die mit ihrer gut leitenden Vorderfläche auf
- 25 der Haut um den Emitter herum anliegt und dort die bewirkte Erwärmung schneller als durch das Blut in den oberflächennahen Hautschichten alleine abführen kann.

- Vorzugsweise umfasst das Armband auch einen Temperatursensor, der die Temperatur der Haut an oder nahe am Lichtemitter misst und vorzugsweise in Abhängigkeit davon beispielsweise die Dauer der Lichtimpulse und/oder die Dauer der Pausen dazwischen verändert.
- 30

Wenn zusätzlich eine Dickenmessvorrichtung im Armband vorhanden ist, mit deren Hilfe die Dicke des Unterarmes an oder nahe an der durchstrahlten Stelle gemessen werden kann, können neben den mittels Pulsoximetrie bestimmbar
5 Werten wie Sauerstoffsättigung und Pulsfrequenz und Atemfrequenz zusätzlich auch absolute Konzentrationen bestimmter Stoffe im Blut des Benutzers ermittelt werden. Für die Dickenmessvorrichtung kommt jede geeignete Messmethode in Betracht, die ohne aktives Eingreifen des Patienten zu einem Ergebnis führt, beispielsweise ein Messen mittels Magnetismus, in dem von der einen Seite ein Magnet ein inhomogenes elektrisches Feld in den Querschnitt des Unterarmes
10 einstrahlt und auf der gegenüberliegenden Seite ein Empfänger die Intensität des Magnetfeldes misst und daraus die Dicke des Armes ermittelt.

Auch die absolute Messung der empfangenen Lichtmenge bzw. Lichtintensität bei der Absorption kann hierfür genutzt werden, sofern hierfür vorher eine Kalibration
15 des Messgerätes durchgeführt wurde. Die Messung der Gewebeschichtdicke kann auch mit optischen Mitteln durchgeführt werden.

Mit der Kenntnis der Schichtdicke können Rückschlüsse auf die Absorption im Gewebe gezogen werden, indem die empfangene Lichtintensität I in Beziehung
20 gesetzt wird zur - dann zusätzlich zu bestimmenden - eingekoppelten Lichtintensität I_0 und zur Gewebeschichtdicke dazwischen.

Um die Einsatzbreite des Messgerätes weiter zu verbessern, kann - abhängig vom Grad der Miniaturisierung - ein Teil oder die gesamte Auswerteeinheit, die auch
25 die Steuerung für die Lichtemitter enthält, im Armband oder am Armband untergebracht werden, und gegebenenfalls die Energiezellen, so dass das Armband eine insgesamt autarke Einheit bildet, in dem das Armband entweder über eine Anzeigeeinrichtung verfügt, um dem Benutzers selbst die ermittelten Werte anzuzeigen, oder drahtlos z. B. mittels Mobilfunk an eine Alarmzentrale sendet, die die
30 Überwachung des mobilen Patienten durchführt.

Falls die Alarmzentrale dabei kritische Werte feststellt, muss sie in der Lage sein, den Benutzers diesbezüglich zu warnen, weshalb für diesen Fall das Messgerät,

das Handy oder das Armband, eine eigene Empfangseinheit zum Empfangen von Warnsignalen aufweisen muss.

Das Handy könnte beispielsweise lösbarer Bestandteil des Armbandes sein. Falls
5 nicht alle Teile wie etwa Energieversorgung und Auswerteeinheit unmittelbar in dem Armband untergebracht werden sollen, können diese auch an anderer Stelle, nahe am Körper des Benutzers, z. B. in einer Tasche des Kleidungsstückes, untergebracht und mit dem Armband drahtlos über die dann geringe Entfernung problemlos gekoppelt werden.

10

Im einfachen Fall umfasst das Messgerät also neben Energieversorgung, wenigstens einem Emitter und einem Sensor eine Auswerteeinheit, die lediglich die Lichtabsorption auswertet und ggf. anzeigt. Medizinische Rückschlüsse werden nicht daraus gezogen, sondern dies wird dem behandelnden Arzt oder Betreuer in
15 der Alarmzentrale oder dem Benutzer vor Ort selbst überlassen.

Das Armband kann in einer erweiterten Ausführungsform auch eine Warnvorrichtung für den Benutzers umfassen, mittels der die Auswerteeinheit oder die Alarmzentrale automatisch den Benutzers, z. B. mittels eines akustischen und/oder optischen Signals, darauf hinweist, dass sich gemessene Werte im kritischen Bereich befinden bzw. dass ein bestimmtes Verhalten des Benutzers empfohlen wird.
20

Dazu muss die Auswerteeinheit in der Lage sein, kritische Wertebereiche in Abhängigkeit von medizinischer Vorgeschichte und momentaner Situation des Benutzers analysieren zu können.
25

Für den Fall, dass eine solche Warnung zu spät kommt und der Benutzer ohnmächtig ist, sollte bevorzugterweise in dem Armband eine Ortungseinheit untergebracht sein, um den Benutzers ohne aktive Mithilfe mittels GPS oder Funkzellenortung bei Mobilfunkbenutzung zu orten und ihm Hilfe leisten zu können.
30

Damit das Armband einen ausreichenden Tragekomfort bietet und auch bei sportlicher Betätigung und beim Schwitzen nicht unangenehm wird, muss es auf der einen Seite – auf der Kontaktseite zum Körper hin – eine hautfreundliche, rutschfeste Beschichtung aufweisen, damit ein Wegbewegen aus der einmal festgelegten Position, in der es auch Emitter und Sensor in Ihrer Position fixiert, sich nicht selbsttätig wegbewegen kann.

Da sich der Umfang des Unterarmes abhängig von Außentemperatur, dem Ausmaß der körperlichen Betätigung usw. relativ stark ändern kann, kann das Armband vor allem im Bereich zwischen Emitter und Sensor aus einem dehnbaren Material bestehen, um sich der Ausdehnung des Unterarmes entsprechend mitdehnen zu können, ohne das Emitter und Sensor dadurch in ihrer Position auf der Hautoberfläche verändert werden.

Zusätzlich sollte das Armband in möglichst großen Anteilen schweißdurchlässig sein und vorzugsweise aus einem textilen, waschbaren Material bestehen, von dem alle anderen, feuchtigkeitsempfindlichen Bauteile abgenommen werden können.

Falls Emitter und/oder Sensor dennoch unbeabsichtigt ihre Position auf der Fläche des Unterarmes verändern, muss dies selbsttätig erkennbar sein, beispielsweise indem das Armband bzw. die Auswerteeinheit eine Plausibilitäts-Kontrollvorrichtung umfasst, die selbsttätig erkennt, ob die momentan gemessenen Werte realistisch sind oder von einer Falschpositionierung von Emitter oder Sensor, einem gelösten Armband oder anderen Fehlern beeinflusst sind.

Diese Plausibilitäts-Kontrollvorrichtung kann ausgebaut werden zu einem Positioniermodus, den die Auswerteeinheit bietet, um die optimale Positionierung von Emitter und Sensor zueinander bzw. am Arm zu ermitteln.

30

Dabei können während der Positionierung Testsignale von dem Emitter zum Sensor gesandt und von der Auswerteeinheit in einem speziellen Modus daraufhin überprüft werden, ob sich das Ergebnis gegenüber der letzten vorangehenden

Positionierung verbessert oder verschlechtert hat und bei einer ausreichenden Signalintensität kann ein ok-Signal von dieser Einheit abgegeben werden.

5 Auch für den Lichtsensor selbst hat sich eine bestimmte Größe als vorwiegend optimal ergeben, nämlich bei einem Durchmesser zwischen 5 mm² und 20 mm², da in diesem Bereich eine sich ändernde Leistungsdichte des empfangenen Lichtes noch gut detektierbar ist, während andererseits der Auswertungsaufwand noch nicht zu hoch wird.

10

c) Ausführungsbeispiele

Ausführungsformen gemäß der Erfindung sind im Folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

15

Fig. 1: eine Querschnittsdarstellung bei einem Fingersensor,

Fig. 2: eine Querschnittsdarstellung bei einem Unterarmsensor,

20 Fig. 3: den Unterarm in Skelettdarstellung im gedrehten und nicht-gedrehten Zustand,

Fig. 4: die bei der Absorption von Licht in lebendem Gewebe vorkommenden Einflussfaktoren,

25

Fig. 5: die Prinzipdarstellung einer Dickenmessvorrichtung, und

Fig. 6: Prinzipdarstellungen des erfindungsgemäßen Messgerätes.

30 Fig. 1 zeigt im Querschnitt die Situation bei dem bekannten Fingersensor:

Dabei sitzen auf der einen Seite des Querschnittes des Fingers 23 die beiden Lichtemitter 2a und 2b, die mit unterschiedlichen Spektralbereichen in das Gewe-

be des Fingers einstrahlen. Die Lichtstrahlen können den im Inneren des Fingers liegenden Fingerknochen 24 nicht durchlaufen, da von den Lichtemittern 2a, 2b aus jedoch die Lichtstrahlen nicht nur in exakt eine Richtung, sondern fächerförmig in mehrere Richtungen in das Gewebe hinein abgegeben werden, werden
5 einzelne Strahlungsanteile dabei innerhalb des Gewebes so abgelenkt oder gebrochen, dass sie den Sensor 3 erreichen, wie anhand einer beispielhaften Lichtwegslinie für beide Seiten des Knochens 24 dargestellt.

Diese durch das Gewebe hindurch und um den Knochen 24 herum am Sensor 3
10 ankommende Lichtmenge stellt ein Maß für die durch das Gewebe absorbierten Anteile des Lichts dar, und kann wiederum als Rückschluss auf die arterielle Sauerstoffsättigung des Benutzers herangezogen werden, indem die Modulationstiefen der beiden Spektralbereiche, in denen die Emitter 2a, 2b arbeiten, wie vorbeschrieben zueinander in Beziehung gesetzt werden.

15

Fig. 2 zeigt die Situation bei dem erfindungsgemäßen Unterarmsensor.

Obwohl die Größenverhältnisse dabei noch nicht einmal maßstabsgetreu sind, wird klar, dass die zu durchstrahlende Schichtdicke dabei wesentlich größer ist, insbesondere ein Mehrfaches gegenüber dem Fingersensor. Weiterhin zeigt Fig. 2
20 die Schwierigkeit, dass in diesem Fall zwei Knochen (Elle 27 und Speiche 28) nebeneinander im Unterarm 25 liegen und – wie die Darstellungen des Knochengerüsts der Fig. 3a und 3b zeigen – bei Tordierung des Unterarms um den Ellbogen stark gegeneinander verschränkt werden.

25

Dabei wird ersichtlich, dass im nichtverschränkten Zustand gemäß Fig. 3a noch ein ausreichend großer, linsenförmiger Spalt zwischen Elle und Speiche verbleibt, dieser Spalt im verschränkten Zustand gemäß Fig. 3b jedoch zum einen sehr
30 schmal wird und sich zum anderen nur im distalen, dem Handgelenk benachbarten Bereich befindet.

Schon aus diesem Grund hat man es in der Praxis – neben der großen zu durchstrahlenden Schichtdicke – für unmöglich gehalten, den Unterarm zu durchstrah-

len, sofern nicht die Bewegungsmöglichkeit des Tordierens des Unterarmes eingeschränkt wird.

In der Praxis hat sich jedoch erwiesen, dass eine Durchstrahlung möglich ist, und
5 zwar entweder gemäß der Prinzipdarstellung der Fig. 2a, bei der Großteil der am Sensor 3 ankommenden Lichtmenge sich durch den Zwischenraum zwischen Elle 27 und Speiche 28 hindurchbewegt hat, was die ideale Positionierung der beiden Emitter 2a, 2b sowie des Sensors 3 darstellt, die sich dann genau auf der Mittellinie dieses Zwischenraumes einander gegenüberliegend befinden.

10

Die beiden Emitter 2a, 2b können auch zu einem einzigen Emitterelement zusammengefasst sein, welches dann als eine Baueinheit gehandhabt wird.

Fig. 2b bei nicht ganz korrekter Positionierung bezüglich des Querschnittes, wie
15 sich Emitter 2 und Sensor 3 bezüglich des Querschnitts um nur ca. 120-150° versetzt zueinander befinden können, mit der Folge, dass dann beim Sensor 3 Lichtanteile ankommen werden, die nur z. T. im Zwischenraum zwischen Elle 27 und Speiche 28 hindurch gestrahlt wurden, sondern teilweise auch an Elle und Speiche vorbei durch das Gewebe gestrahlt wurden.

20

Erstaunlicherweise ist eine Durchstrahlung auch des Handgelenks, also durch die Handwurzelknochen hindurch, möglich und liefert immer noch verwertbare Ergebnisse, so dass davon ausgegangen werden muss, dass immer ein Anteil des eingestrahlt Lichts tatsächlich durch mehrfache Brechung und Ablenkung einen
25 Weg durch alle vorhandenen Zwischenräume durch den Knochen hindurch zum gegenüber liegenden Sensor findet.

Fig. 5 zeigt ferner in Prinzipdarstellung die Wirkungsweise einer Dickenmessvorrichtung 20 am Beispiel einer mittels Magnetismus funktionierenden Vorrichtung:

30

Dabei wird auf der einen Seite des Querschnitts des Unterarms 25 ein Magnet 20a angeordnet, der somit ein von der Kontaktfläche des Magneten auf der Haut

aus fächerförmig abstrahlendes, und damit inhomogenes Magnetfeld in den Unterarm 25 hinein abstrahlt.

Ordnet man an irgendeiner Stelle gegenüber dem Magneten einen Magnetfeld-
5 sensor 20b an, so wird dieser aufgrund der Abschwächung des Magnetfeldes mit zunehmendem Abstand vom Magneten – sichtbar anhand des zunehmenden Abstandes der Magnetfeldlinien – eine Feldstärke ermitteln, die ein Maß für den Abstand des Magnetfeldsensors 20b vom Magneten 20a und damit für die durchstrahlte Dicke des Unterarmes 25 ist.

10

Magnet 20a und Magnetsensor 20b werden vorzugsweise ebenfalls am Armband, insbesondere möglichst nahe an Lichtemitter und Lichtsensor angeordnet, um möglichst genau die dort vorhandene Schichtdicke zu erfassen.

15 Natürlich spielt die Schichtdicke nicht die einzige Rolle dabei, welche Anteile oder Mengen des eingestrahnten Lichts vom Gewebe absorbiert werden:

So zeigt Fig. 4 grafisch, welche Faktoren eine Verringerung der eingestrahnten Ausgangsintensität des Lichts bewirken, und dessen in dieser Reihenfolge ab-
20 nehmenden Einfluss:

Es ist einsichtig, dass die Gewebeanteile und insbesondere die nicht durchbluteten äußeren Hautschichten die Lichtintensität stark beeinträchtigen, insbesondere aufgrund ungünstiger Streuverhältnisse.

25

Die nächst stärkeren Einflussfaktoren sind die Umfahrungswege aufgrund der nicht durchstrahlbaren Knochen, die bewirken, dass nur ein entsprechend geringer Anteil der Strahlung den Weg um den Knochen herum zum Sensor findet, während ein großer Teil der Strahlung von den Knochen reflektiert oder absorbiert
30 wird und den Sensor nicht erreicht.

Weitere Einflussfaktoren sind dann Venen, Kapillare und Arteriolen, wobei bei den Arteriolen der Konstantanteil vom pulsatilen Anteil zu unterscheiden ist:

Da die Arteriolen sich aufgrund des Pulses regelmäßig ausdehnen und zusammenziehen, wird die Beeinflussung des daran vorbeigeschleusten oder hindurchgeschleusten Lichts von diesem pulsatilem Verhalten beaufschlagt, weshalb dann
5 abhängig der vom Lichtstrahl konkret zurückzulegende Lichtweg auch vom momentanen Durchmesser der entsprechenden Arteriole abhängt und deshalb die Grenzlinie, welche die Lichtwegslinie darstellt, keine Gerade ist.

Dies wiederum beeinflusst auch die am Sensor zu messende Lichtintensität, indem sich diese ebenfalls pulsierend ändert, wie an der nicht geraden Linie der
10 Lichtintensität zu erkennen.

Fig. 6 zeigt in Prinzipdarstellung die am Handgelenk des Benutzers getragene Manschette bei nicht tordiertem (Fig. 6a) und tordiertem Unterarm (Fig. 6b).

15

Daraus ist zu erkennen, dass im Bereich des unteren, also distalen Endes des Unterarmes, ggf. bereits im Bereich des Handgelenkes, um den Umfang des Unterarmes herum ein Armband 6 angeordnet ist, welches eng am Armumfang, also der Haut 33, anliegt, und auf dessen Innenseite auf einander gegenüber liegenden
20 Seiten des Armbandes 6 einerseits ein Lichtsensor 3 und andererseits eine Fläche mit einem oder besser zwei verschiedenen Lichtemittern 2a, 2b angeordnet sind, die in unterschiedlichen Spektralbereichen Licht abgeben, so dass die Durchstrahlungsrichtung 34 quer zur Längsrichtung 10 des Unterarmes 25 hindurch verläuft.

25

Wie die Figuren zeigen, sind Emitter 2 und Sensor 3 bezüglich des Umfanges am Arm so angeordnet, dass ihre gedachte Verbindungslinie (Durchstrahlungsrichtung 34) zwischen Elle und Speiche hindurch erstreckt und zwar sowohl im nicht verschränkten Zustand von Elle und Speiche, wie in Fig. 6a dargestellt, in dem
30 diese der verbleibende Freiraum dazwischen größer ist, als auch im verschränkten Zustand dieser beiden Knochen gemäß Fig. 6b.

Bemerkt werden sollte, dass ein verwertbares Messergebnis meist auch dann noch erzielt werden kann, wenn keine geradlinige Durchstrahlung von Emitter zum Sensor zwischen Elle und Speiche hindurch verfügbar ist, aber dennoch die Lichtstrahlen so abgelenkt werden, dass sie nach dem Zufallsprinzip auch mehrfach
5 gewinkelte Lichtpfade vom Emitter zum Empfänger hin finden.

Das Armband 6 liegt so eng am Handgelenk an, dass ein Verrutschen des Armbandes 6 sowohl in Längsrichtung 10 des Unterarmes 25 als auch in Umfangsrichtung sehr unwahrscheinlich ist bzw. bei den normalen Betätigungen des Benutzers, für die das Armband ausgelegt ist, nicht vorkommt.
10

Fig. 6c zeigt ferner das Armband in angelegtem Zustand in einer Querschnittsdarstellung. Dabei sind mittels einer Fixiervorrichtung 9 nebeneinander zwei Lichtemitter 2a,b auf der einen Seite des Querschnitts des Unterarms 25 befestigt und
15 auf der gegenüberliegenden Seite ebenfalls mittels einer Fixiervorrichtung 9, beispielsweise einer Klebeschicht, ein Lichtsensor 3 auf der Haut des Unterarms aufgebracht.

Auf der Rückseite der Lichtemitter 2b liegt eine über beide durchgehende Platte als Wärmesenke 18' auf, die also aus einem Material hoher Wärmekapazität besteht.
20

Sowohl die beiden Lichtemitter 2a,b als auch der Lichtsensor 3 sind von ihrer vom Unterarm 25 abgewandten Rückseite her mittels einer Anpressvorrichtung 11, etwa einer Feder, von der Innenseite des Armbandes 6 aus radial nach innen beaufschlagt. Zu diesem Zweck liegt das Armband 6 wenigstens in Teilbereichen des Umfanges des Unterarmes 25 vorzugsweise an diesem an.
25

Fig. 6c zeigt ferner eine Energiezelle 5, wie sie ebenfalls am Armband 6 angeordnet werden kann, oder einen Beschleunigungssensor 22' und/oder Bewegungssensor 22. Ebenso kann – vorzugsweise auf der Außenseite des Armbandes im Blickfeld des Benutzers – eine Anzeigeeinheit 7 am Armband angeordnet sein und/oder ein Sender 8. Das Armband 6 ist vorzugsweise nicht endlos ausgebildet,
30

sondern kann mittels seiner gegeneinander zu verbindenden Enden, beispielsweise mittels eines Klettverschlusses 13, auch eng anliegend am Unterarm befestigt werden.

- 5 Die Fixiervorrichtung 9 zwischen den Lichtemittern 2a,b und dem Unterarm kann zusätzlich auch als Temperatursensor ausgebildet sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

5	1	Messgerät
	2a,b	Lichtemitter
	3	Lichtsensord
	4	Auswerteeinheit
10	5	Energiezelle
	6	Armband
	7	Anzeigeeinheit
	8	Sender
	9	Fixiervorrichtung
15	10	Längsrichtung Unterarm
	11	Anpresseinrichtung
	12	Kleber
	13	Klettverschluss
	14	Markierung
20	15	Alarmzentrale
	16	Ortungseinheit
	17	Warnvorrichtung
	18	Kühlfläche
	18'	Wärmesenke
25	19	Temperatursensor
	20	Dickenmessvorrichtung
	20a	Magnet
	20b	Magnetsensor
	21	Plausibilitäts-Kontrollvorrichtung
30	22	Bewegungssensor
	22'	Bescheunigungssensor
	23	Finger
	24	Fingerknochen

	25	Unterarm
	26	Schichtdicke
	27	Elle
	28	Speiche
5	33	Haut
	34	Durchstrahlungsrichtung

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Messgerät (1) für die Absorption von Licht durch lebendes Gewebe mit
 - wenigstens einem Lichtemitter (2),
 - wenigstens einem Lichtsensor (3),
 - wenigstens einer Auswerteeinheit (4), und

10 - einer Energiezelle (5),

dadurch gekennzeichnet, dass

das Messgerät (1) ein Armband (6) umfasst, an dem wenigstens der Lichtemitter (2) und der Lichtsensor (3) so angeordnet sind, dass das vom Lichtemitter (2) beim Lichtsensor (3) ankommende Licht den distalen Unterarm oder das Handge-

15 lenk durchlaufen hat.

2. Messgerät nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

das beim Lichtsensor (3) ankommende Licht den Unterarm um Elle oder Speiche

20 herum durchlaufen hat, insbesondere zwischen Elle und Speiche hindurch durchlaufen hat.

3. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

25 der Emitter (2) und Sensor (3) unter optisch konstanten Ein- und Auskopplungsbedingungen, insbesondere ortsfest, am Unterarm bzw. Handgelenk angeordnet sind.

4. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 dadurch gekennzeichnet, dass

das Messgerät (1) zwei verschiedene Lichtemitter (2) für Licht unterschiedlicher Wellenlängen bzw. Spektralbereiche umfasst.

5. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtsensor (3) die empfangene Lichtmenge detektiert.

5 6. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät (1) so ausgelegt ist, dass am Lichtsensor (3) ein Fotostrom von mindestens 0,01 μA bis 0,1 μA durch den Empfang des vom Lichtemitter (2) ausgesendeten Lichts anfällt.

10

7. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät (1) so ausgelegt ist, dass am Lichtsensor (3) eine Lichtleistung von 60 nW auf der gesamten Sensorfläche auftritt und insbesondere die Sensorfläche
15 zwischen 0,5 und 100 mm^2 beträgt.

8. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei zwei einzelnen LEDs als Lichtemitter diese eine Stromstärke von jeweils mindestens 100 mA aufweisen.
20

9. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung mehrerer parallel geschalteter LEDs als ein Lichtemitter die
25 Stromstärke der einzelnen LEDs vorzugsweise unter 50 mA beträgt.

10. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät, insbesondere das Armband (6), eine Fixiervorrichtung (9) zum
30 Fixieren von Emitter (2) und Sensor (3) an vorbestimmten Stellen des Unterarmes bzw. Handgelenkes umfasst.

11. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Messgerät (1), insbesondere das Armband (6), eine Anpresseinrichtung (11)
zum Anpressen von Lichtemitter (2) und/oder Lichtsensor (3) gegen den Unterarm
5 bzw. das Handgelenk umfasst.
12. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Lichtemitter (2a,b) in fester Relation zueinander angeordnet sind.
10
13. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Lichtemitter (2a, b) Licht der Wellenlänge 730 nm und 880 nm aussenden.
- 15 14. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Lichtemitter mindestens zwei Leuchtdioden (LEDs) verschiedener Spektralbe-
reiche verwendet werden.
- 20 15. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Lichtemitter eine weiße Leuchtdiode verwendet wird, aus der mittels Filtern
zwei unterschiedliche Spektralbereiche an Licht extrahiert werden.
- 25 16. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Anpressdruck von Emitter und Sensor gegen den Unterarm zwischen 2,5 und
50 mm Hg-Säule, insbesondere zwischen 3,0 und 15,0 mm Hg-Säule, beträgt.
- 30 17. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
Emitter und/oder Sensor lösbar am Armband (6) befestigt sind und insbesondere
auf ihrer dem Unterarm zugewandten Kontaktfläche einen hautfreundlichen Kle-

ber (12) aufweisen, und auf ihrer Rückseite die Fixiervorrichtung (9) zum Fixieren am Armband (6) angeordnet ist, insbesondere ein Klettverschluss (13).

18. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
auf der Außenseite des Armbandes (6) eine Markierung (14) für die Position des Emitters (2) und/oder Sensors (3) vorhanden ist.

19. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
das Armband (6) einen Sender (8) zur drahtlosen Weiterleitung der Signale des Sensors (3), insbesondere mittels Mobilfunk, umfasst.

20. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
das Armband (6) wenigstens Teile der Auswerteeinheit (4), insbesondere die gesamte Auswerteeinheit (4), trägt und der Sender die Auswertungsergebnisse an eine Alarmzentrale (15) überträgt, sofern einer der ermittelten Werte im kritischen Bereich liegt.

20

21. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Armband (6) eine Ortungseinheit (16) umfasst.

25 22. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Armband (6) eine Anzeigeeinheit (7) und insbesondere eine Warnvorrichtung (17) umfasst.

30 23. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der bzw. die Lichtemitter (2) mit Teilen des Messgerätes in thermischer Verbindung stehen, die eine hohe Wärmekapazität besitzen und insbesondere thermi-

sche Isolationsvorrichtungen zwischen dem Emitter (2) und der Hautoberfläche des Benutzers angeordnet sind, insbesondere in Form einer Zwischenlage aus schlecht wärmeleitfähigem Material wie z. B. Kunststoff oder einem Gelkissen.

- 5 24. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Armband (6) einen Temperatursensor (19), insbesondere in der Nähe des
Lichtemitters (2), umfasst.
- 10 25. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Armband (6) eine Dickenmessvorrichtung (20) zur Messung des Abstandes
zwischen Emitter (2) und Sensor (3) umfasst, insbesondere die Dickenmessvor-
richtung mittels Magnetismus funktioniert, in dem der Empfänger die Stärke des
15 vom Sender abgegebenen Magnetfeldes misst oder optisch über den Lichtverlust
funktioniert.
26. Messgerät nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Dickenmessvorrichtung (20) durch das Gewebe hindurch den Abstand zwi-
schen einem Sender und einem Empfänger misst und Sender sowie Empfänger
unmittelbar neben dem Emitter (2) und dem Sensor (3) angeordnet sind oder mit
diesen identisch sind.
- 25 27. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Armband (6) eine Messwert-Plausibilitäts-Kontrollvorrichtung (21) umfasst.
28. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
die Auswerteeinheit in der Lage ist, die Sauerstoffsättigung, die Herzfrequenz, die
Atemfrequenz und/oder den Blutdruck aus den von dem Sensor ermittelten Daten
zu bestimmen.

29. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Auswerteeinheit (4) in der Lage ist unter Verwertung der gemessenen Ein-
gangs-Lichtintensität (I_0) an der Durchstrahlungsstelle absolute Konzentrationen
5 von Komponenten des Gewebes oder Blutes zu bestimmen.
30. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Auswerteeinheit (4) und/oder Warnvorrichtung (17) bzw. Anzeigeeinheit (7)
drahtlos über eine kurze Entfernung von maximal einigen Metern mit dem Arm-
band (6) in Verbindung stehen.
31. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
die Auswerteeinheit (4) einen Positioniermodus umfasst, in dem die optimale Re-
lativpositionierung von Emitter und Sensor zueinander ermittelt bzw. getestet wer-
den kann.
- 20 32. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Auswerteeinheit (4) auch die Signale für andere Vitalparameter auswerten
kann und das Messgerät weitere Sensoren aufweist, z. B. einen Beschleuni-
gungssensor (22'), einen Lagesensor oder einen Bewegungssensor.
- 25 33. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Lichtemitter jeweils gepulstes Licht abgeben mit einem Puls zu Pause Verhält-
nis von mindestens 1:5, besser mindestens 1:30.
- 30 34. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dauer eines Pulses jeweils kleiner als 1 ms ist.

35. Verfahren zur Messung der Absorption von Licht durch lebendes Gewebe mittels eines Lichtemitters (2) und eines Lichtsensors (3) sowie einer Auswerteeinheit,
- 5 dadurch gekennzeichnet, dass
vom Lichtsensor (3) die vom gegenüberliegenden Lichtemitter (2) ankommende Lichtmenge, welche den distalen Unterarm bzw. das Handgelenk durchlaufen hat, gemessen wird.
- 10 36. Verfahren nach Anspruch 35,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Absorption in wenigstens zwei verschiedenen Spektralbereichen ermittelt wird.
37. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,
- 15 dadurch gekennzeichnet, dass
das Messgerät über Mobilfunk mit einem Dienstleister in Verbindung steht.
38. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 der Emitter (2) und Sensor (3) unter optisch konstanten Ein- und Auskopplungsbedingungen, insbesondere ortsfest, am Unterarm bzw. Handgelenk angeordnet sind.
39. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,
- 25 dadurch gekennzeichnet, dass
bei zwei einzelnen LEDs als Lichtemitter diese eine Stromstärke von jeweils mindestens 100 mA aufweisen.
40. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,
- 30 dadurch gekennzeichnet, dass
bei Verwendung mehrerer parallel geschalteter LEDs als ein Lichtemitter die Stromstärke der einzelnen LEDs vorzugsweise unter 50 mA beträgt.

41. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Signale für andere Vitalparameter ausgewertet werden können, z. B. Beschleunigung, Lage oder Bewegung.
- 5
42. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtemitter jeweils gepulstes Licht abgeben mit einem Puls zu Pause Verhältnis von mindestens 1:5, besser mindestens 1:30.
- 10
43. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer eines Pulses jeweils kleiner als 1 ms ist.
- 15
44. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtemitter (2a, b) Licht der Wellenlängen 400 nm bis 2.000 nm, insbesondere 600 – 1.000 nm, aussenden.
- 20
45. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messungen in Form von Paketen von Einzelmessungen durchgeführt werden, deren Anzahl ausreicht, um einen zuverlässigen Durchschnittswert zu bilden.
- 25
46. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Abstand zwischen der Durchführung der einzelnen Paketmessungen wesentlich größer ist als der zeitliche Abstand zwischen den Einzelpulsen einer Paketmessung, insbesondere im Bereich zwischen 20 s und 5 min liegt, und der
- 30
- zeitliche Abstand zwischen den Paketen manuell vom Benutzer gewählt wird oder aufgrund der Historie des Benutzers fest eingestellt wird oder aufgrund der momentanen Informationslage festgelegt wird.

47. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Lichtemitter (2) Leuchtdioden (LEDs) verwendet wird.
- 5 48. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anpressdruck von Emitter (2) und Sensor (3) gegen den Unterarm mindestens 2,5 mm Hg beträgt.
- 10 49. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Emitter (2) und/oder Sensor (3) auf der Hautoberfläche verklebt werden.
50. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, 15 dadurch gekennzeichnet, dass die Signale vom Sensor (3) zu einer Auswerteeinheit und/oder von der Auswerteeinheit zu einer Anzeigeeinheit drahtlos übertragen werden.
51. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, 20 dadurch gekennzeichnet, dass die Überwärmung des Gewebes des Benutzers verhindert wird.
52. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass 25 in der Nähe des Emitters (2) die Temperatur auf der Kontaktfläche der Haut des Benutzers, an welcher der Emitter (2) anliegt, gemessen wird.
53. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass 30 zusätzlich die Dicke des durchstrahlten Gewebes, also Unterarmes oder Handgelenkes, gemessen wird.

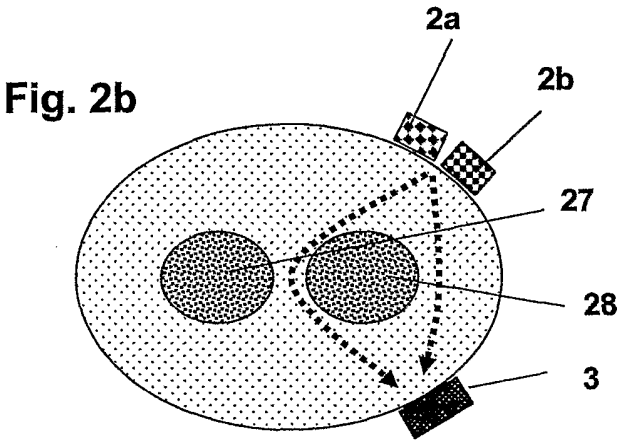
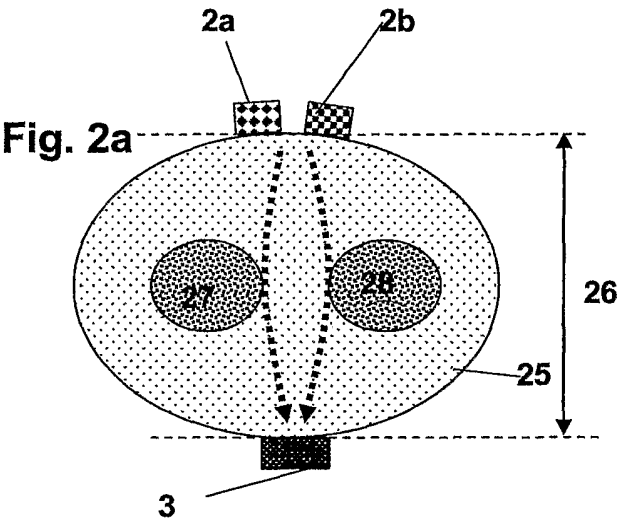
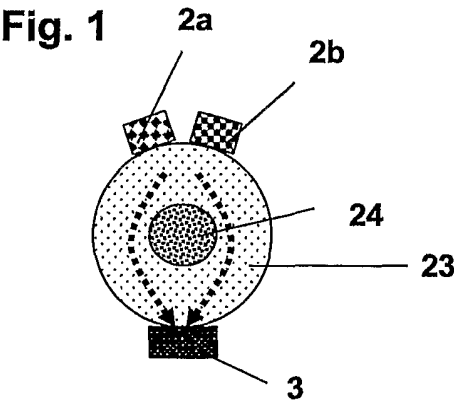


Fig. 3a

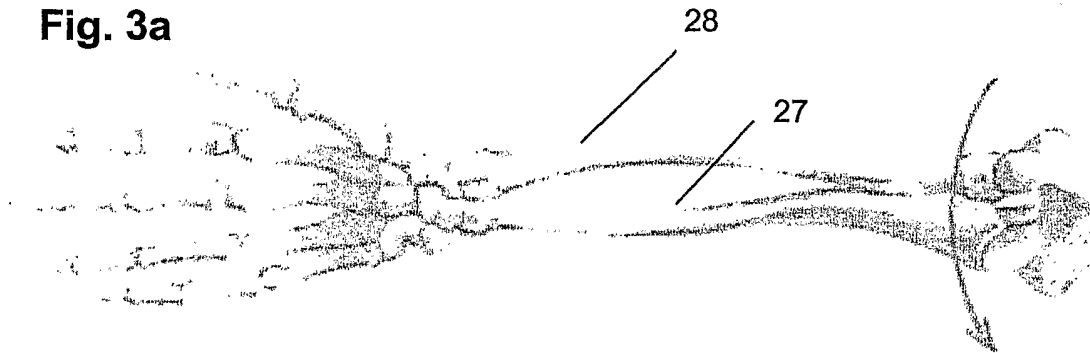


Fig. 3b

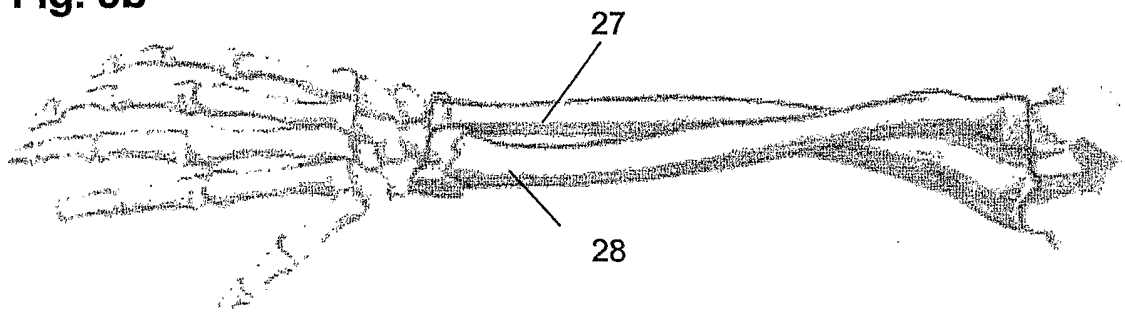
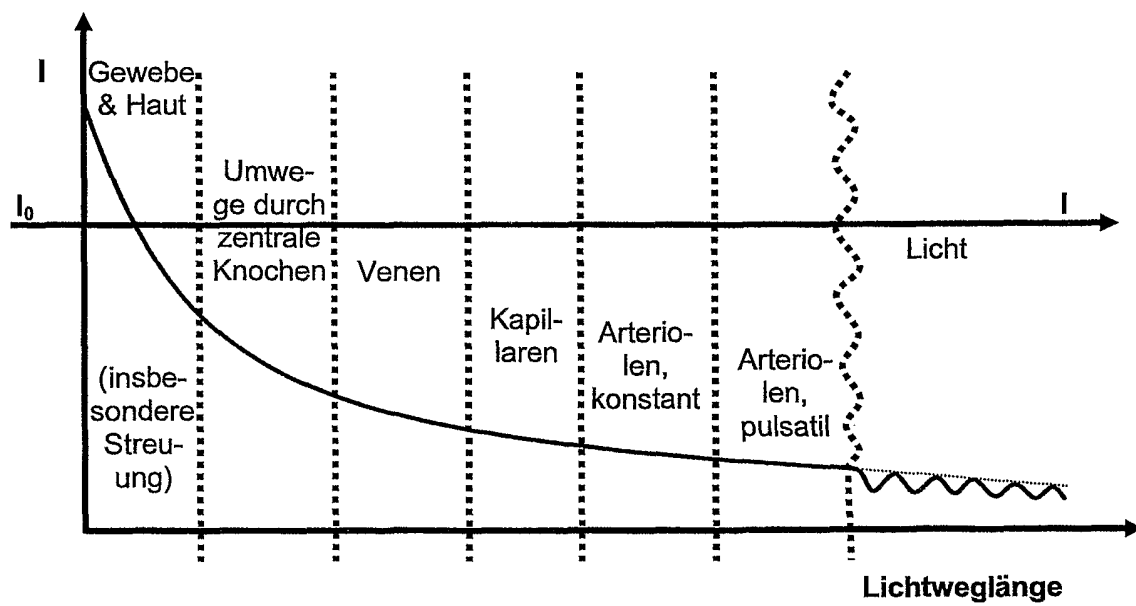
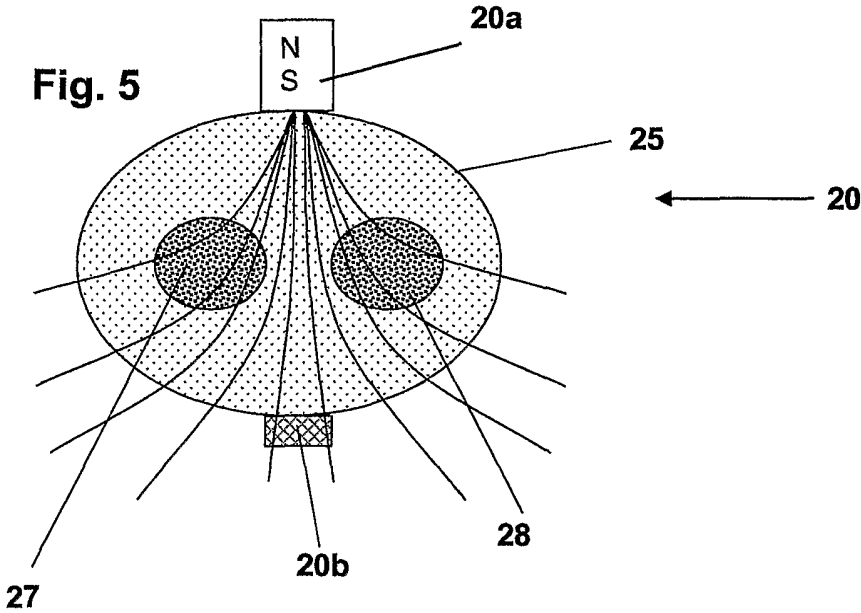
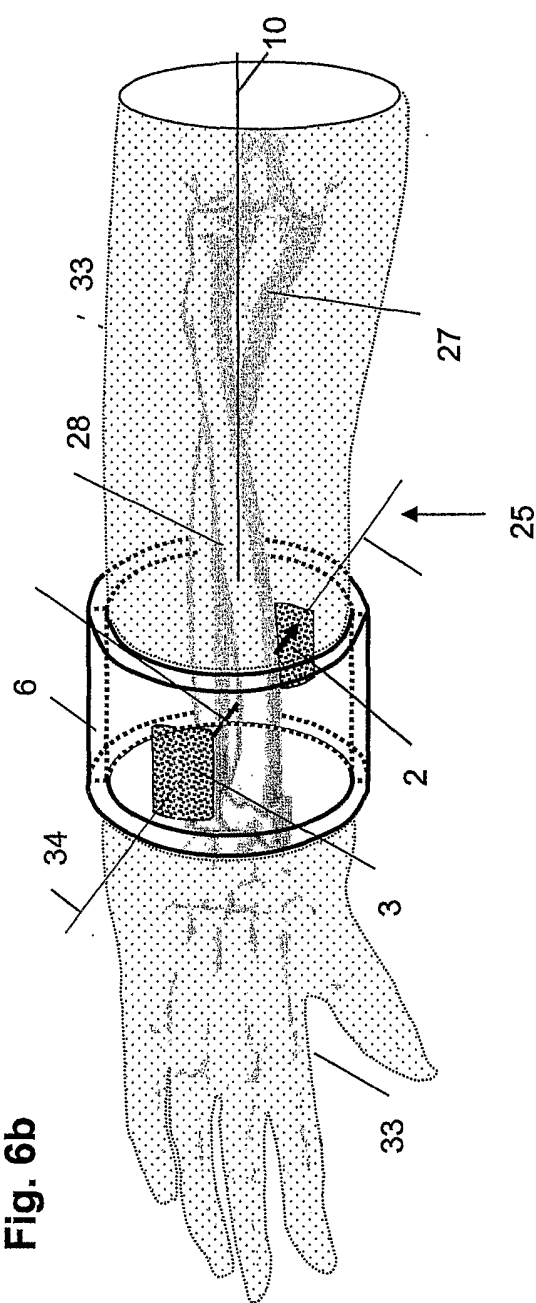
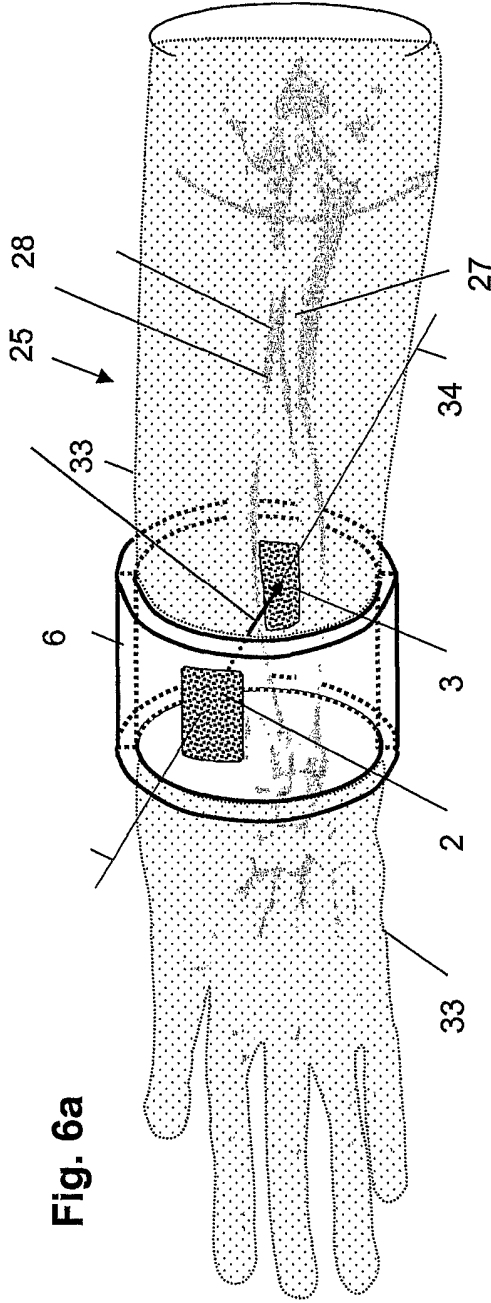


Fig. 4







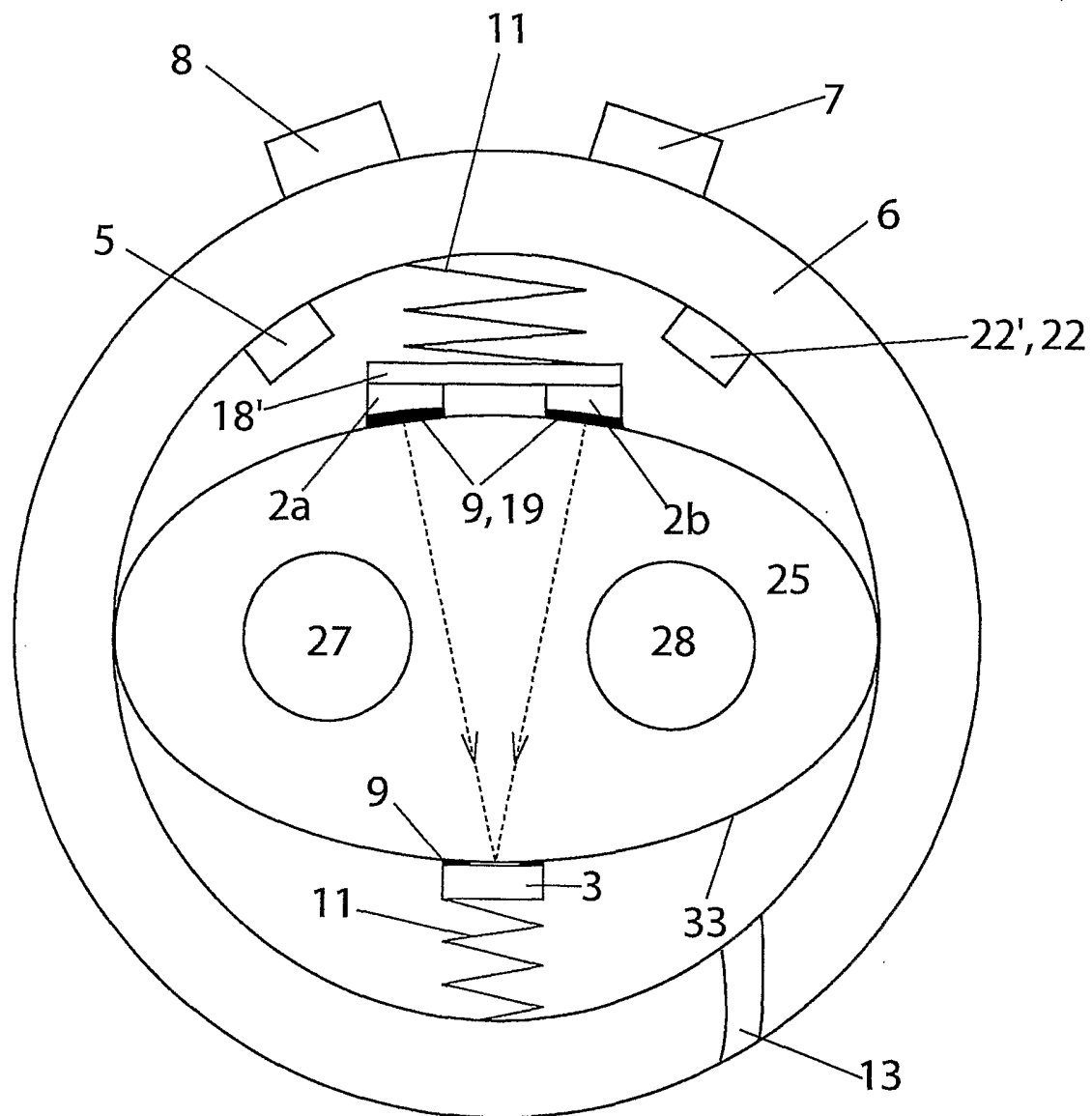


Fig. 6c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/001703

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B5/00

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/019776 A (EGOZI, NOAM) 11 March 2004 (2004-03-11) page 6, lines 17-32 page 7, line 23 - page 8, line 13 page 16, lines 13-19 page 17, lines 11-28 figure 6a -----	1-53



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 May 2006

Date of mailing of the international search report

07/06/2006

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

Martelli, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/001703

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004019776 A	11-03-2004	AU 2003253244 A1	19-03-2004
		EP 1583465 A1	12-10-2005
		US 2006020208 A1	26-01-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/001703

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. A61B5/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
A61B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2004/019776 A (EGOZI, NOAM) 11. März 2004 (2004-03-11) Seite 6, Zeilen 17-32 Seite 7, Zeile 23 - Seite 8, Zeile 13 Seite 16, Zeilen 13-19 Seite 17, Zeilen 11-28 Abbildung 6a -----	1-53

☐ 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 nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Mai 2006

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/06/2006

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

Martelli, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/001703

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004019776 A	11-03-2004	AU 2003253244 A1	19-03-2004
		EP 1583465 A1	12-10-2005
		US 2006020208 A1	26-01-2006