

(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  
02. April 2020 (02.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/064541 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*A61B 5/00* (2006.01) *G01N 21/3554* (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/075318

(22) Internationales Anmeldedatum:  
20. September 2019 (20.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 123 559.3  
25. September 2018 (25.09.2018) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **PLECHINGER, Gerd**; Paul-Heyse-Str. 10,  
93051 Regensburg (DE). **BOESCKE, Tim**; Edith-Stein-

Straße 52, 93055 Regensburg (DE). **ZINKL, Wolfgang**;  
Rachelstr. 2, 93105 Tegernheim (DE).

(74) **Anwalt: ZACCO PATENT- & RECHTSANWÄLTE**;  
Bayerstrasse 83, 80335 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: SENSOR DEVICE

(54) Bezeichnung: SENSORVORRICHTUNG

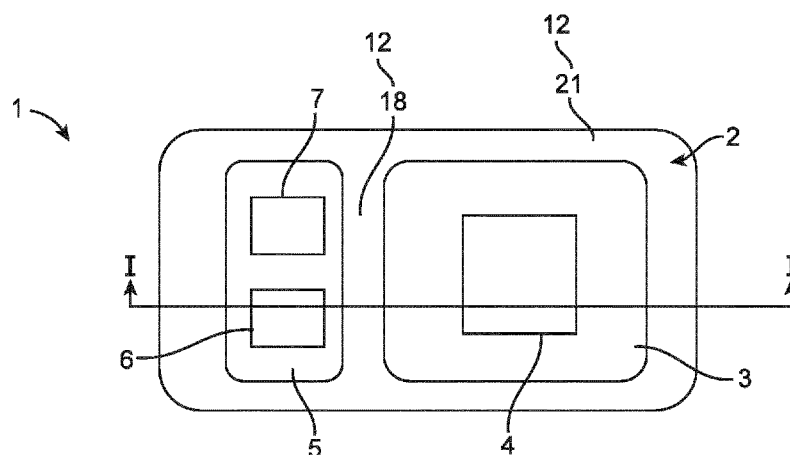


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a sensor device, in particular for measuring moisture, comprising: a first optoelectronic emitter (11), in particular an LED, for irradiating a spot (15) with electromagnetic radiation (16), a second optoelectronic emitter (13), in particular an LED, for irradiating the spot (15) with electromagnetic radiation (22), wherein the first optoelectronic emitter (11) can be operated in order to detect at least a part of the electromagnetic radiation (23) from the second emitter (13), which was reflected at the spot (15) or transmitted through the spot (15), and wherein the second optoelectronic emitter (13) can be operated in order to detect at least a part of the electromagnetic radiation (17) from the first emitter (11), which was reflected at the spot (15) or transmitted through the spot (15), wherein the first emitter (11) emits electromagnetic radiation (16) at a wavelength in the range of more than 1450 nm, preferably in the range from 1450 nm to 1500 nm, 1550 nm or 1600 nm, and wherein the second emitter (13) emits electromagnetic radiation (22) at a wavelength in the range of less than 1450 nm, preferably in the range from 1450 nm to 1300 nm or 1400 nm, and wherein the second emitter (13) is designed in such a way that it can detect at least a part of the spectrum emitted by the first emitter (11).

(57) **Zusammenfassung:** Sensorvorrichtung, insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit, mit: einem ersten optoelektronischen Emit-

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

ter (11), insbesondere eine LED, zur Bestrahlung einer Stelle (15) mit elektromagnetischen Strahlen (16), einem zweiten optoelektronischen Emitter (13), insbesondere eine LED, zur Bestrahlung der Stelle (15) mit elektromagnetischen Strahlen (22), wobei der erste optoelektronische Emitter (11) betreibbar ist, um wenigstens einen Teil der elektromagnetischen Strahlen (23) von dem zweiten Emitter (13) zu detektieren, die an der Stelle (15) reflektiert oder durch die Stelle (15) transmittiert wurden, und wobei der zweite optoelektronische Emitter (13) betreibbar ist, um wenigstens einen Teil der elektromagnetischen Strahlen (17) von dem ersten Emitter (11) zu detektieren, die an der Stelle (15) reflektiert oder durch die Stelle (15) transmittiert wurden, wobei der erste Emitter (11) elektromagnetische Strahlen (16) bei einer Wellenlänge im Bereich von über 1450 nm, bevorzugt von 1450 nm bis 1500 nm, 1550 nm oder 1600 nm, emittiert, und wobei der zweite Emitter (13) elektromagnetische Strahlen (22) bei einer Wellenlänge im Bereich von unter 1450 nm, bevorzugt im Bereich von 1450 nm bis 1300 nm oder 1400 nm, emittiert, und wobei der zweite Emitter (13) derart ausgebildet ist, dass dieser zumindest einen Teil des vom ersten Emitter (11) emittierten Spektrums detektieren kann.

**SENSORVORRICHTUNG****BESCHREIBUNG**

5 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen  
Anmeldung DE 10 2018 123 559.3, deren Offenbarungsgehalt hiermit  
durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung,  
10 insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit.

Herkömmliche Sensorvorrichtungen, die z.B. in Sportuhren verwendet  
werden, eignen sich zur Messung von verschiedenen Vitalparametern,  
wie z.B. Puls, Herzfrequenz, oder Blutsauerstoffsättigung und/oder  
15 andere Messgrößen, die eine Überwachung von menschlichen  
Körperfunktionen ermöglichen. Derartige Sensorvorrichtungen weisen  
in der Regel mindestens einen Emitter und einen Detektor auf. Der  
Emitter, beispielsweise in Form einer LED, bestrahlt dabei die  
Hautoberfläche eines Anwenders mit elektromagnetischen Strahlen,  
20 die zum Teil durch die Haut absorbiert und zum Teil von ihr  
reflektiert werden. Die reflektierten elektromagnetischen Strahlen  
werden daraufhin vom Detektor erfasst und schließlich ausgewertet.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine  
25 zuverlässige Sensorvorrichtung bereitzustellen, die unter anderem  
zur Messung von Feuchtigkeit geeignet ist und kostengünstig  
hergestellt werden kann.

Die Aufgabe wird durch eine Sensorvorrichtung mit den Merkmalen des  
30 Anspruchs 1 beziehungsweise durch eine Sensorvorrichtung mit den  
Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen und  
Weiterbildungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen  
beschrieben.

Eine erfindungsgemäße Sensorvorrichtung, insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit, umfasst einen ersten optoelektronischen Emitter, insbesondere eine LED, zur Bestrahlung einer Stelle mit elektromagnetischen Strahlen, einen zweiten optoelektronischen Emitter, insbesondere eine LED, zur Bestrahlung der Stelle mit elektromagnetischen Strahlen, und einen Detektor zur Detektion von elektromagnetischen Strahlen des ersten und zweiten Emitters, die an der Stelle reflektiert oder alternativ durch die Stelle transmittiert wurden, wobei der erste Emitter elektromagnetische Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von 1400-1500 nm emittiert, und wobei der zweite Emitter elektromagnetische Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von 900-1100 nm emittiert.

Durch das Bereitstellen zweier optoelektronischen Emitter, die elektromagnetische Strahlen in zwei unterschiedlichen Wellenlängenbereichen, jeweils zwischen 1400-1500 nm und 900-1100 nm, emittieren, und eines Detektors, der die elektromagnetischen Strahlen der beiden Emitter erfassen kann, wird eine besonders zuverlässige und für Feuchtigkeitsmessungen geeignete Sensorvorrichtung ausgebildet.

Der Ansatz zur Realisierung einer derartigen Sensorvorrichtung basiert auf optischen Eigenschaften von Wasser. Die optoelektronischen Emitter der vorliegenden Sensorvorrichtung sind so ausgelegt, dass der erste Emitter elektromagnetische Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von 1400-1500 nm, bevorzugt bei zumindest näherungsweise 1450 nm, emittieren kann. In diesem Bereich weist Wasser ein lokales Absorptionsmaximum auf. Das lokale Absorptionsmaximum wird dabei durch eine Absorptionsbande des Wassers bei einer Wellenlänge von 1470 nm verursacht, bei welcher Wassermoleküle eine kombinierte Streck- und Biegeschwingung ausführen.

Der zweite optoelektronische Emitter ist stattdessen ausgelegt, um elektromagnetische Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von

900-1100 nm, bevorzugt im Bereich von 940-1070 nm, weiter bevorzugt im Bereich von 940-1050 nm, zu emittieren. In diesen IR-Spektralbereichen des zweiten Emitters hat Wasser nur einen geringfügigen Einfluss auf die Absorption und Reflektion bzw. Transmission der elektromagnetischen Strahlen. Dadurch eignen sich die beiden Emitter besonders gut zur Messung von Feuchtigkeit an einer Stelle.

Die beiden optoelektronischen Emitter können jeweils als Leuchtdioden (LEDs) ausgebildet sein. Somit kann eine energieeffiziente Bestrahlung einer Stelle mit elektromagnetischen Strahlen erreicht werden. Die zu bestrahlende Stelle kann dabei außerhalb der Sensorvorrichtung liegen, z.B. außerhalb eines Gehäuses der Sensorvorrichtung, beispielsweise auf der Hautoberfläche eines die Sensorvorrichtung benutzenden Anwenders, auf einem Abschnitt eines Materials, wie z. B. Leder, oder in einem freien Raum.

Die beiden Emitter können derart konfiguriert sein, dass sie die elektromagnetischen Strahlen zeitlich versetzt emittieren, sodass der Detektor jeweils nur Strahlen eines Emitters detektiert. Dadurch kann erreicht werden, dass die beiden Emitter zeitlich zueinander versetzt bzw. abwechselnd jeweils mindestens einen Puls elektromagnetischer Strahlung aussenden.

Dadurch wird sichergestellt, dass die Strahlen der beiden Emitter separat in den Detektor einfallen und keine Signalverfälschung verursachen.

Die zeitlich versetzte Emission der beiden Emitter zueinander ermöglicht ferner die Verwendung eines einzigen Detektors, der sowohl IR-Strahlung im Bereich von 1400-1500 nm als auch im Bereich von 900-1100 nm detektieren kann. Das Ersetzen zweier separater Detektoren mit nur einem Detektor führt zur Senkung der Herstellungskosten der Sensorvorrichtung. Außerdem können die

Außenmaße der Sensorvorrichtung verringert werden. Die Sensorvorrichtung kann somit kompakter ausgebildet werden.

Insbesondere kann der vorliegende Detektor zur Detektion wenigstens  
5 eines weiteren elektromagnetischen Signals verwendet werden, welcher nicht vom ersten oder zweiten Emitter stammt. Dadurch können mittels nur eines Detektors mehrere Parameter erfasst werden.

Der erste Emitter kann als eine LED ausgebildet sein, die eine  
10 Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs) auf einer Indiumphosphidschicht (InP) aufweist. Die aktive Schicht besteht oder umfasst dabei das InGaAs, während als Substrat InP eingesetzt wird. Dadurch ermöglicht der Emitter eine energieeffiziente Emission von elektromagnetischen Strahlen mit einer Wellenlänge aus einem  
15 vordefinierten langwelligen IR-Spektralbereich.

Vorzugsweise kann durch Verwendung einer InGaAs-basierten LED als Emitter, die auf einem InP-Substrat aufgebaut ist, eine Emission von IR-Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von 1400-1500 nm,  
20 erreicht werden, in dem Wasser eine sehr hohe Absorption und eine niedrige Reflexion bzw. Transmission aufweist. Daher eignet sich eine derartige InGaAs-basierte LED besonders gut als Emitter zur Bestrahlung einer Stelle, z.B. auf einer Hautoberfläche, zwecks Feuchtigkeitsmessung.

25

Der zweite Emitter kann als eine LED ausgebildet sein, die eine Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs) auf einem Aluminium-Gallium-Arsenid (AlGaAs) Substrat oder auf einem Gallium-Arsenid (GaAs) Substrat aufweist. Die aktive Schicht besteht oder umfasst  
30 dabei das InGaAs, während als Substrat AlGaAs oder GaAs eingesetzt wird. Eine derartige AlGaAs- bzw. GaAs-basierte LED kann zur Bestrahlung einer Stelle, insbesondere auf einer feuchten Hautoberfläche, mit kurzwelligeren IR-Strahlen, bspw. im Bereich von 900-1100 nm, eingesetzt werden, die durch Wasser kaum absorbiert  
35 und reflektiert werden. Dadurch eignet sich die AlGaAs- bzw. GaAs-

basierte LED besonders gut als eine Referenz-LED zur Verifizierung des mittels des ersten Emitters ermittelten Feuchtigkeitswerts der bestrahlten Stelle.

- 5 Eine derartige als zweiter Emitter eingesetzte AlGaAs- bzw. GaAs-basierte LED kann sich ferner durch eine sehr hohe optische Leistung und Effizienz auszeichnen. Das Vorsehen einer LED mit einer aktiven Schicht aus InGaAs auf einem AlGaAs oder GaAs Substrat in einer Sensorvorrichtung kann somit die Sensitivität der Vorrichtung  
10 erhöhen und zusätzlich mit einer deutlichen Kostenersparnis verbunden sein.

Eine derartige als zweiter Emitter verwendete LED der Sensorvorrichtung kann zur Emission wenigstens eines weiteren  
15 elektromagnetischen Signals verwendet werden, welches nicht zur Messung von Feuchtigkeit eingesetzt wird. Dadurch kann die als zweiter Emitter eingesetzte LED als eine optische Quelle zur Messung von weiteren Parametern, wie z.B. einer Puls- oder Sauerstoffgehaltmessung, insbesondere auf oder in der Hautoberfläche eines  
20 Anwenders, verwendet werden. Somit kann auf einen weiteren Emitter, insbesondere in Form einer Referenz-LED, verzichtet werden. Dadurch kann neben einer Kostensenkung auch eine Multifunktionalität der Sensorvorrichtung auf einem kleinen Raum erzielt werden.

- 25 Der Detektor der Sensorvorrichtung kann als eine Photodiode ausgebildet sein. Die Photodiode kann eine zuverlässige und kostengünstige Detektion der von den beiden Emittlern emittierten IR-Strahlen ermöglichen.

- 30 Die Photodiode kann eine Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs) auf einer Indiumphosphidschicht (InP) aufweisen. Eine InGaAs-basierte Photodiode auf einem InP-Substrat weist eine sehr hohe Empfindlichkeit im Infrarotbereich auf und eignet sich somit besonders gut als Detektor zur Erfassung von Strahlung aus den IR-  
35 Bereichen des ersten und des zweiten Emitters.

Zusätzlich weist eine InGaAs-basierte LED einen kleinen Dunkelstrom und eine schnelle Reaktionszeit auf. Dadurch eignet sie sich besonders gut als Detektor zur zuverlässigen Ermittlung von sich  
5 schnell ändernden Parametern, insbesondere zur Feuchtigkeitsmessung, z.B. auf der Hautoberfläche.

Eine erfindungsgemäße Sensorvorrichtung kann ferner ein Gehäuse umfassen, das eine zu einer Unterseite des Gehäuses offene erste  
10 Kavität und eine zur Unterseite offene zweite Kavität aufweist, wobei die beiden Kavitäten voneinander getrennt sind, wobei in der ersten Kavität die beiden Emitter nebeneinander angeordnet sind, und wobei in der zweiten Kavität der Detektor angeordnet ist. Durch eine derartige Ausgestaltung des Gehäuses mit zwei getrennten  
15 Kavitäten bzw. Kammern wird gewährleistet, dass die beiden Emitter vom Detektor räumlich getrennt werden. Dadurch kann ein unerwünschter „Cross-Talk“ zwischen den durch die beiden Emitter emittierten elektromagnetischen Strahlen und den vom Detektor empfangenen Strahlen verringert oder verhindert werden.

20 Als Unterseite wird hier diejenige Oberflächenseite des Gehäuses bezeichnet, die in Gebrauchslage der Sensorvorrichtung der zu messenden Stelle, z.B. der Haut eines Benutzers, zugewandt ist. Letztlich ist die Orientierung der Sensorvorrichtung im Raum  
25 beliebig, so dass die Bezeichnung Unterseite letztlich auch beliebig ist. In den beigefügten Zeichnungen kann die Unterseite zum Beispiel auch nach oben weisen.

Durch die Ausbildung von Öffnungen an der Unterseite des Gehäuses,  
30 die jeder Kavität zugeordnet werden, kann erreicht werden, dass die elektromagnetischen Strahlen der beiden Emitter aus der Kavität, in der sie angeordnet sind, nach außen, d.h. außerhalb der Sensorvorrichtung, insbesondere auf die zu bemessende Stelle, effizient gelangen können. Ferner können durch eine derartige  
35 Ausgestaltung des Gehäuses auch die von außen, z.B. an der Stelle

reflektierten oder durch die Stelle transmittierten Strahlen in die Kavität des Detektors gelangen und detektiert werden.

Jede der beiden Kavitäten kann ferner eine gegenüber der Unterseite des Gehäuses liegende Oberseite und eine sich zwischen dem Boden und der Unterseite des Gehäuses erstreckende, umlaufende Seitentrennung, vorzugsweise in Form einer Wand oder eines Stegs, aufweisen.

Insbesondere können die beiden Emitter in einer Kavität nebeneinander angeordnet sein. In einer weiteren Ausgestaltung der hier offenbarten Sensorvorrichtungen kann jeder der beiden Emitter jeweils in einer separaten Kavität angeordnet sein. Jede der Kavitäten kann dabei eine an der Unterseite des Gehäuses angeordnete Öffnung aufweisen.

Die Unterseite des Gehäuses kann eine Abdeckung aufweisen, die die Kavitäten überdeckt. Die Abdeckung kann gänzlich oder mindestens teilweise transparent für die von den beiden Emittlern emittierte und die vom Detektor empfangene Strahlung sein.

Eine erfindungsgemäße Sensorvorrichtung kann eine Auswerteeinrichtung umfassen, die dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von den detektierten elektromagnetischen Strahlen der beiden Emitter wenigstens einen Messwert, insbesondere für eine Feuchtigkeit an der Stelle, zu ermitteln. Hierfür wird der von der Stelle reflektierte bzw. durch sie transmittierte Anteil der elektromagnetischen Strahlen der beiden Emitter vom Detektor jeweils als ein separates Signal erfasst. Mittels der Auswerteeinrichtung kann ein direkter Vergleich der beiden Signale erfolgen. In der Auswerteeinrichtung kann zum Beispiel mittels einer Software eine mathematische Funktion implementiert sein, mittels der, in Abhängigkeit von den ermittelten Messwerten, eine die Feuchtigkeit an der Hautstelle charakterisierende Größe errechnet werden kann.

Insbesondere kann die Auswerteeinrichtung einen Parameter präzise Auswerten, insbesondere einen Feuchtigkeitsgrad einer Stelle ermitteln, indem das vom ersten Emitter stammende Signal zu dem  
5 Signal des zweiten Emitters in Bezug gesetzt wird. Über das mittels des zweiten Emitters erhaltene Referenz-Signal ist ein Vergleich des Anteils der reflektierten bzw. transmittierten Strahlen möglich. Somit kann die Auswerteeinrichtung zur präzisen Ermittlung von mindestens einem Messwert, insbesondere des Feuchtigkeitsgrads  
10 der außerhalb der Sensorvorrichtung liegenden Stelle, z.B. auf einer Hautoberfläche, eingesetzt werden.

Die Auswerteeinrichtung kann als eine Schaltung ausgebildet sein. Die Schaltung kann mit den beiden Emittlern und/oder dem Detektor  
15 verbunden sein. Die Auswerteeinrichtung kann ferner in derselben Kavität wie der Detektor oder in einer weiteren Kavität angeordnet sein, die ebenfalls mit einer Abdeckung, vorzugsweise lösbar, verschlossen ist. Die Auswerteeinrichtung kann z.B. auf der Oberseite des Gehäuses angeordnet sein.

20

Die Erfindung betrifft ferner eine Sensorvorrichtung, insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit, wobei die Sensorvorrichtung umfasst:  
einen ersten optoelektronischen Emitter, insbesondere eine LED, zur Bestrahlung einer Stelle mit elektromagnetischen Strahlen,  
25 einen zweiten optoelektronischen Emitter, insbesondere eine LED, zur Bestrahlung der Stelle mit elektromagnetischen Strahlen, wobei der erste optoelektronische Emitter betreibbar ist, um wenigstens einen Teil der elektromagnetischen Strahlen von dem zweiten Emitter zu detektieren, die an der Stelle reflektiert  
30 oder alternativ durch die Stelle transmittiert wurden, und wobei der zweite optoelektronische Emitter betreibbar ist, um wenigstens einen Teil der elektromagnetischen Strahlen von dem ersten Emitter zu detektieren, die an der Stelle reflektiert oder alternativ durch die Stelle transmittiert wurden.

35

Vorzugsweise ermöglichen die beiden Emitter eine effiziente Bestrahlung einer Stelle mit elektromagnetischen Strahlen einer Wellenlänge aus mindestens einem jeweiligen, vordefinierten Spektralbereich. Dabei kann sich die Stelle z.B. außerhalb der Sensorvorrichtung, insbesondere auf einer Hautoberfläche oder in einem Raum, befinden.

Dadurch, dass jeder der beiden Emitter so ausgelegt ist, dass er einen Anteil der elektromagnetischen Strahlen des anderen Emitters detektieren kann, eignen sich die beiden Emitter zur Detektion der an der Stelle reflektierten oder durch sie transmittierten Strahlung. Dank der Detektionsfähigkeit der beiden Emitter kann bei der Sensorvorrichtung auf zusätzliche Detektoren verzichtet werden, was zu einer Platz- und Kostenersparnis führt.

Die elektromagnetische Strahlung des einen Emitters kann von dem jeweils anderen Emitter mittels einer Photostrom-Messung detektiert werden. Der jeweilige als Detektor dienende Emitter kann dabei in einem Detektionsmodus betrieben werden. Zum Beispiel lässt sich eine LED zum Zwecke der Detektion als Photodiode betreiben und die detektierte Strahlung kann anhand eines Photostroms detektiert werden.

Die beiden Emitter können zeitlich versetzt jeweils als Emitter und Detektor betrieben werden, sodass jeder der beiden Emitter zeitweise mindestens einen Teil der durch den anderen Emitter emittierten elektromagnetischen Strahlen detektieren kann. Dadurch kann erreicht werden, dass die beiden Emitter zeitlich zueinander versetzt bzw. abwechselnd jeweils mindestens einen Puls elektromagnetischer Strahlung aussenden, der eine Stelle bestrahlt und danach mindestens teilweise von dem anderen Emitter detektiert werden kann.

Je nach Anordnung der beiden Emitter zueinander kann jeweils ein Emitter entweder die an der Stelle reflektierten bzw. durch die

Stelle transmittierten Strahlen des jeweils anderen Emitters detektieren.

Bevorzugt kann der erste Emitter elektromagnetische Strahlen bei  
5 einer Wellenlänge im Bereich von 1450 nm oder größer emittieren.  
Der zweite Emitter kann vorzugsweise elektromagnetische Strahlen  
bei einer Wellenlänge im Bereich von 1450 nm oder kleiner  
emittieren. Mittels der beiden Emitter, insbesondere zweier LEDs,  
kann eine Emission von elektromagnetischen Strahlen mit einer  
10 Wellenlänge aus zwei unterschiedlichen, vordefinierten IR-  
Spektralbereichen erfolgen. Dabei ist der erste Emitter  
insbesondere ausgelegt, um elektromagnetische Strahlen bei einer  
Wellenlänge zu emittieren, bei welcher Wasser ein lokales  
Absorptionsmaximum aufweist und sich durch eine sehr niedrige  
15 Reflektion bzw. Transmission auszeichnet. Dahingegen ist der zweite  
Emitter vorzugsweise ausgelegt, um elektromagnetische Strahlen bei  
einer Wellenlänge zu emittieren, bei welcher Wasser kaum einen  
Einfluss auf die Reflektion bzw. Transmission der emittierten  
Strahlen hat. Somit eignen sich die beiden Emitter besonders zur  
20 Feuchtigkeitsmessung in einer Sensorvorrichtung.

Dadurch, dass die beiden Emitter zeitlich versetzt als Detektoren  
betrieben werden können, kann jeweils ein Emitter mindestens einen  
Teil des Emissionsspektrums des jeweils anderen Emitters  
25 detektieren. Dabei kann der erste Emitter, der elektromagnetische  
Strahlen in einem langwelligen IR-Spektralbereich emittiert, das  
komplette Emissionsspektrum des zweiten Emitters detektieren, das  
gänzlich in seinen Absorptionsbereich fällt.

30 Der kurzwelligere, zweite Emitter ist insbesondere derart  
ausgelegt, dass dieser elektromagnetische Strahlung des  
langwelligeren, ersten Emitters, insbesondere bei dessen Peak-  
Wellenlänge, absorbieren kann. Eine Detektion von elektromagne-  
tischen Strahlen, die vom ersten Emitter herrühren, durch den  
35 zweiten Emitter wird somit möglich.

Die beiden Emitter können somit so gewählt werden oder ausgelegt sein, dass es eine Überlappung zwischen dem Emissionsspektrum des ersten Emitters und dem Absorptionsspektrum des zweiten Emitters  
5 gibt. Dadurch kann erreicht werden, dass der zweite Emitter, der elektromagnetische Strahlen in einem kurzwelligeren IR-Spektralbereich emittiert, zumindest teilweise das Emissionsspektrum des ersten Emitters detektieren kann. Insbesondere kann dieser überlappende Bereich der beiden Spektralbereiche der Emitter  
10 mit dem IR-Spektralbereich zusammenfallen, in dem Wasser ein Absorptionsmaximum aufweist. Somit kann erreicht werden, dass ein Wassergehalt einer zu bestrahlenden Stelle, insbesondere auf einer Hautoberfläche, einen maximalen Einfluss auf die zum Teil vom zweiten Emitter detektierten elektromagnetischen Strahlen des  
15 ersten Emitters hat.

Ferner kann das Emissionsspektrum des zweiten Emitters, insbesondere eine Referenz-LED, so ausgewählt werden, dass es eine Überlappung mit dem Wellenlängenbereich aufweist, der an der zu  
20 bestrahlenden Stelle maximal von Wasser absorbiert werden kann. Im Überlappbereich hat der Wassergehalt schon einen großen Einfluss. Allerdings, wenn man den Einfluss des Wassergehalts in Bezug auf das gesamte Emissionsspektrum des zweiten Emitters betrachtet, kann er als gering angenommen werden. Dadurch, dass das komplette  
25 Emissionsspektrum des zweiten Emitters vom ersten Emitter detektiert werden kann, wird erreicht, dass die detektierten elektromagnetischen Strahlen vernachlässigbar gering vom Wassergehalt der Stelle beeinflusst werden. Somit eignet sich der zweite Emitter insbesondere als eine Referenz-LED zur Messung von  
30 Feuchtigkeit, z.B. auf einer Hautoberfläche, in einer Sensorvorrichtung.

Die Sensorvorrichtung kann ferner eine Auswerteeinrichtung umfassen, die dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von den durch  
35 die beiden Emitter detektierten elektromagnetischen Strahlen des

jeweils anderen Emitters wenigstens einen Messwert, insbesondere für eine Feuchtigkeit an der Stelle, zu ermitteln. Hierfür wird der an einer Stelle reflektierte oder alternativ durch die Stelle transmittierte Anteil der elektromagnetischen Strahlen des jeweiligen Emitters von dem jeweils anderen als Detektor eingesetzten Emitter als ein separates Signal erfasst.

Insbesondere kann die Auswerteeinrichtung einen Feuchtigkeitsgrad an einer Stelle ermitteln, indem das vom ersten Emitter, insbesondere einer LED, stammende Signal zu dem Signal des zweiten Emitters, insbesondere der Referenz-LED, in Bezug gesetzt wird. Somit kann die Auswerteeinrichtung zur präzisen Ermittlung von mindestens einem Messwert, insbesondere eines Feuchtigkeitsgrads einer außerhalb der Sensorvorrichtung liegenden Stelle, z.B. auf oder in einer Hautoberfläche, eingesetzt werden.

Die Auswerteeinrichtung kann dabei als eine Schaltung ausgebildet sein. Die Schaltung kann mit den beiden Emittlern verbunden sein.

Die beiden Emitter können als LEDs ausgebildet sein, die Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs) auf einer Indiumphosphidschicht (InP) aufweisen.

Vorzugsweise kann durch Verwendung von InGaAs-basierten LEDs auf einem InP-Substrat eine Emission von elektromagnetischen Strahlen bei einer Wellenlänge in unterschiedlichen IR-Spektralbereichen erreicht werden, in denen Wasser eine sehr hohe oder eine sehr geringe Absorption aufweist. Zusätzlich weisen InGaAs-basierte Detektoren eine sehr hohe Empfindlichkeit im Infrarotbereich auf. Dadurch können InGaAs-basierte LEDs sowohl als Emitter als auch als Detektoren zur Erfassung von elektromagnetischer Strahlung aus diversen IR-Bereichen, insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit an einer Stelle, eingesetzt werden. Dadurch kann auf zusätzliche Detektoren, z.B. in Form von einer separaten Photodiode, verzichtet werden.

Die Sensorvorrichtung kann ferner ein Gehäuse umfassen, das eine zu einer Unterseite des Gehäuses offene erste Kavität und eine zu der Unterseite offene zweite Kavität aufweist, wobei die beiden  
5 Kavitäten voneinander getrennt sind, und wobei in der ersten Kavität der erste Emitter und in der zweiten Kavität der zweite Emitter angeordnet ist. Durch die Ausgestaltung des Gehäuses mit zwei getrennten Kavitäten kann gewährleistet werden, dass der erste Emitter vom zweiten Emitter räumlich getrennt ist. Dadurch kann ein  
10 unerwünschter „Cross-Talk“ zwischen den durch die beiden Emitter jeweils emittierten und detektierten elektromagnetischen Strahlen ausgeschlossen werden.

Durch die Ausbildung von Öffnungen an der Unterseite des Gehäuses,  
15 die jeder Kavität zugeordnet werden, kann erreicht werden, dass die elektromagnetischen Strahlen der beiden Emitter aus der jeweiligen Kavität, in der sie angeordnet sind, nach außen, d.h. außerhalb der Sensorvorrichtung, insbesondere auf eine zu bestrahlende Stelle, effizient gelangen können. Ferner können auch  
20 die von außen, z.B. von der Stelle reflektierten oder alternativ durch die Stelle transmittierten elektromagnetischen Strahlen in die Kavität des jeweiligen als Detektor betriebenen Emitters gelangen.

25 Jede der beiden Kavitäten kann ferner eine gegenüber der Unterseite des Gehäuses liegende Oberseite und eine sich zwischen dem Boden und der Unterseite des Gehäuses erstreckende, umlaufende Seitentrennung, vorzugsweise in Form einer Wand oder eines Stegs, aufweisen.

30

Die Unterseite des Gehäuses kann eine für die Strahlen der beiden Emitter zumindest teilweise transparente Abdeckung aufweisen. Die Abdeckung kann dabei einem bevorzugt lösbaren Verschließen der Kavitäten dienen.

35

Die Sensorvorrichtung kann zur Messung von Hautfeuchtigkeit ausgelegt sein, indem ein Gehäuse der Sensorvorrichtung an die Hautoberfläche eines Anwenders derart angelegt werden kann, dass die emittierten elektromagnetischen Strahlen auf oder in eine  
5 Hautstelle des Anwenders eingestrahlt und von dieser Hautstelle reflektierte Strahlen detektiert werden können.

Die Erfindung betrifft auch eine tragbare elektronische Vorrichtung, insbesondere eine Fitnessuhr oder ein  
10 Aktivitätstracker, mit einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung und einer mit der Sensorvorrichtung verbundenen Befestigungseinrichtung zum Befestigen der Sensorvorrichtung an einem Körperteil des Anwenders, insbesondere derart, dass die Unterseite der Sensorvorrichtung dem Körperteil zugewandt ist  
15 und/oder mit dem Körperteil im direkten Kontakt ist.

Die hier offenbarten Sensorvorrichtungen können in einem tragbaren elektronischen Gerät, wie etwa einem Activity- oder Fitnesstracker oder einer Smartwatch, integriert sein. Das Gehäuse der  
20 Sensorvorrichtung kann dabei dem Gehäuse des Geräts entsprechen oder in diesem integriert sein. Das Gehäuse kann mit einem Armband oder Gurt verbunden sein, um das Gerät an einem Körperteil eines Anwenders anzubringen, insbesondere so, dass die Unterseite der Sensorvorrichtung, bzw. die daran angeordnete Abdeckung, an dem  
25 Körperteil anliegt. Die Sensorvorrichtung kann ferner ein Bestandteil eines Mobiltelefons sein. Sie kann z.B. als Feuchtigkeitsmesssensor, insbesondere als ein Hautfeuchtigkeitsmesssensor, verwendet werden.

30 Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a) Inkontaktbringen eines Gehäuses der Sensorvorrichtung mit einer Hautstelle eines Anwenders;

- b) Aufeinanderfolgendes Bestrahlen der Hautstelle mit elektromagnetischen Strahlen der beiden Emitter;
- c) Aufeinanderfolgendes Detektieren der von der Hautstelle reflektierten elektromagnetischen Strahlen der beiden Emitter;
- 5 d) Ermitteln eines Feuchtigkeitsgrads in Abhängigkeit von den detektierten elektromagnetischen Strahlen.

Die beiden Emitter werden somit nicht gleichzeitig zur Emission von elektromagnetischer Strahlung betätigt, sondern aufeinanderfolgend.  
10 Dabei wird ein von einem jeweiligen Emitter ausgesandter Puls, der von der Hautstelle reflektiert wird, detektiert. Die Detektion kann entweder durch einen separaten Detektor oder durch den anderen Emitter erfolgen.

15 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Figuren zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel  
20 mitsamt zweier Emitter und einem Detektor;

Fig. 2 eine perspektivische, längs der Schnittlinie I-I geschnittene Ansicht der Sensorvorrichtung von Fig.1;

25 Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mitsamt zweier Emitter;

Fig. 4 eine perspektivische, längs der Schnittlinie II-II geschnittene Ansicht der Sensorvorrichtung von Fig.3;  
30

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht der Sensorvorrichtung von Fig. 3 mit einer für elektromagnetische Strahlen der beiden Emitter transparenten Abdeckung;

Fig. 6 Emissions- und Absorptionsspektren der beiden Emitter der Sensorvorrichtung aus Fig. 3-5.

Die in Fig. 1 dargestellte Sensorvorrichtung 1 ist insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit, z.B. an einer Stelle auf der Hautoberfläche eines Anwenders, geeignet. Sie umfasst zwei Emitter, einen ersten Emitter 6 und einen zweiten Emitter 7, sowie einen Detektor 4.

Die beiden Emitter 6 und 7 sind als optoelektronische Emitter, insbesondere als LEDs, ausgebildet und werden zur Bestrahlung der Stelle mit elektromagnetischen Strahlen eingesetzt. Insbesondere kann der erste Emitter 6 eine InGaAs/InP-basierte LED sein. Der zweite Emitter 7 kann als eine InGaAs/AlGaAs-basierte oder eine InGaAs/GaAs-basierte LED ausgebildet sein. Bei dem ersten Emitter 6 umfasst die aktive Schicht somit InGaAs und als Substrat dient InP. Bei dem zweiten Emitter 7 umfasst die aktive Schicht InGaAs auf einem AlGaAs Substrat oder einem GaAs Substrat.

Insbesondere kann der erste Emitter 6 elektromagnetische Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von 1400-1500 nm, bevorzugt bei zumindest näherungsweise 1450 nm, emittieren, während der zweite Emitter 7 elektromagnetische Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von 900-1100 nm, bevorzugt im Bereich von 940-1070 nm, weiter bevorzugt im Bereich von 940-1050 nm, emittieren kann.

Der Detektor 4 kann als eine InGaAs/InP-basierte Photodiode ausgebildet sein. Er dient zur Detektion von elektromagnetischen Strahlen des ersten und zweiten Emitters 6, 7, die an der bestrahlten Stelle reflektiert werden. Bei der Photodiode besteht die aktive Schicht somit aus InGaAs, das auf einem InP-Substrat angeordnet ist.

Wie in Fig. 1 gezeigt, sind die beiden Emitter 6 und 7 in einer ersten Kavität 5 eines Gehäuses 2 der Sensorvorrichtung 1

angeordnet, während der Detektor 4 in einer zweiten Kavität 3 des Gehäuses 2 angeordnet ist. Die beiden Kavitäten 3 und 5 sind nebeneinander in einer Längsrichtung des Gehäuses 2 angeordnet. Dabei sind die beiden Kavitäten 3 und 5 durch eine Trennwand 18  
5 voneinander getrennt. Die Kavität 5 ist zum Beispiel als ein längliches Rechteck mit abgerundeten Ecken ausgebildet. Sie erstreckt sich in einer Querrichtung des Gehäuses 2. Die Kavität 3 weist eine im Wesentlichen quadratische Grundform mit zum Beispiel abgerundeten Ecken auf. Die beiden Emitter 6,7 sind voneinander  
10 beabstandet und entlang einer Längsrichtung der Kavität 5 angeordnet. Bei dem dargestellten Beispiel sind die beiden Kavitäten 3, 5 gleich breit (vgl. die Richtung senkrecht zur Schnittlinie I-I). Jedoch sind auch unterschiedliche Breiten und Längen bei den Kavitäten 3, 5 möglich.

15 Wie der Fig. 2 entnommen werden kann, weist das Gehäuse 2 der Sensorvorrichtung 1 eine Oberseite 19, eine Unterseite 20 und eine sich zwischen der Oberseite 19 und der Unterseite 20 des Gehäuses 2 erstreckende, umlaufende Außenwand 21 auf.

20 Jede der Kavitäten 3, 5 weist jeweils einen auf der Oberseite 19 des Gehäuses 2 angeordneten Boden 3b, 5b, sowie jeweils eine der Unterseite 20 des Gehäuses 2 zugeordnete Öffnung 3a, 5a auf (vgl. Fig. 2). Somit ist jede der beiden Kavitäten 3, 5 zur Unterseite 20  
25 des Gehäuses 2 hin offen. Somit kann elektromagnetische Strahlung der beiden Emitter 6, 7 aus der Kavität 5 nach außen gelangen. Die Strahlung kann daher das Gehäuse 2 verlassen und auf eine zu bestrahlende Stelle gelangen. Es kann allerdings eine für die Strahlung transparente Abdeckung über den Kavitäten 3, 5 angeordnet  
30 sein, die diese verschließt. Ferner kann die an der Stelle reflektierte Strahlung der beiden Emitter 6, 7 in die zweite Kavität 3 des Detektors 4 gelangen, um dort detektiert zu werden. Jede der beiden Kavitäten 3, 5 weist ferner eine den Boden 3b, 5b umschließende Seitenwand 12 auf, die durch die Außenwand 21 und die  
35 Trennwand 18 des Gehäuses 2 gebildet ist (Fig.1, 2).

Die in Fig. 3 dargestellte Sensorvorrichtung 8 unterscheidet sich von der Sensorvorrichtung 1 aus Fig. 1-2 im Wesentlichen dadurch, dass sie zwei optoelektronische Emitter, nämlich einen ersten  
5 Emitter 11 und einen zweiten Emitter 13, jedoch keinen zusätzlichen Detektor umfasst.

Die beiden Emitter 11, 13 der Sensorvorrichtung 8 können bspw. als LEDs ausgebildet sein und werden wie die Emitter 6,7 der  
10 Sensorvorrichtung 1 zur Bestrahlung einer Stelle mit elektromagnetischen Strahlen, insbesondere auf der Hautoberfläche eines Anwenders, eingesetzt.

Zwecks einer Feuchtigkeitsmessung an der Stelle wird jeder der  
15 beiden Emitter 11, 13 zeitlich versetzt als Detektor betrieben, während der jeweils andere Emitter 11, 13 als Emitter eingesetzt wird. Dabei kann jeder der beiden Emitter 11, 13 jeweils wenigstens einen Teil der elektromagnetischen Strahlen des jeweils anderen Emitters 11, 13 detektieren, die an der bestrahlten Stelle  
20 reflektiert wurden.

Die Emitter 11, 13 können als InGaAs/InP-basierte LEDs ausgebildet sein. Dabei kann der erste Emitter 11 elektromagnetische Strahlen bei einer Wellenlänge im IR-Spektralbereich von 1450 nm und mehr  
25 emittieren. Ferner kann der zweite Emitter 13 insbesondere IR-Strahlen bei einer Wellenlänge im Bereich von weniger als 1450 nm emittieren. Der kurzwelligere, zweite Emitter 13 ist insbesondere derart ausgelegt, dass dieser elektromagnetische Strahlung des langwelligeren, ersten Emitters 11, insbesondere bei dessen Peak-  
30 Wellenlänge, absorbieren kann. Eine Detektion von elektromagnetischen Strahlen, die vom ersten Emitter 11 herrühren, durch den zweiten Emitter 13 ist daher möglich.

Wie in Fig. 3 gezeigt, sind die beiden Emitter 11, 13 derart in  
35 einem Gehäuse 2 der Sensorvorrichtung 8 angeordnet, dass jeder

Emitter 11, 13 jeweils in einer separaten Kavität 9, 10 positioniert ist. Die beiden Kavitäten 9, 10 sind nebeneinander in einer Längsrichtung des Gehäuses 2 angeordnet. Dabei werden sie durch eine Trennwand 18 voneinander getrennt. Die beiden Kavitäten 9, 10 sind jeweils als längliche rechteckige Aussparungen mit abgerundeten Ecken ausgebildet, die sich parallel zueinander und quer zu einer Längsrichtung des Gehäuses 2 erstrecken. Denkbar sind auch weitere Ausgestaltungen der Kavitäten 9, 10, welche die Funktionalität der Emitter 11, 13 und des Detektors 4 nicht beeinträchtigen und eine maximale Auskopplung der Emissionsstrahlen ermöglichen.

Das Gehäuse 2 der Sensorvorrichtung 8 weist ebenfalls, wie das Gehäuse 2 der Sensorvorrichtung 1 aus Fig. 1, 2, eine Oberseite 19, eine Unterseite 20, sowie eine die beiden Kavitäten 9, 10 voneinander separierende Trennwand 18 auf (siehe Fig. 4, 5). Ferner sind die Kavitäten 9, 10, ähnlich wie die bereits beschriebenen Kavitäten 3, 5, mit jeweils einer an der Unterseite 20 des Gehäuses 2 angeordneten Öffnung 9a, 10a versehen. Durch die Öffnungen 9a, 10a kann zeitlich versetzt die IR-Strahlung jeweils eines Emitters 11, 13 aus einer der beiden Kavitäten 9, 10 nach außen, d.h. außerhalb des Gehäuses 2 auf eine zu bestrahlende Stelle gelangen. Danach kann die reflektierte Strahlung zwecks Detektion in die jeweils andere Kavität 9, 10 gelangen. Die Kavitäten 9, 10 können wiederum von einer für die Strahlung transparenten Abdeckung verdeckt sein.

Zusätzlich umfassen die Kavitäten 9, 10 jeweils einen auf der Oberseite 19 des Gehäuses 2 angeordneten Boden 9b, 10b und eine umschließende Seitenwand 12, die durch die Außenwand 21 und die Trennwand 18 des Gehäuses 2 gebildet wird (Fig. 4).

Wie bereits erwähnt wurde und in Fig. 5 beispielhaft in Verbindung mit der Sensorvorrichtung 8 dargestellt ist, kann das Gehäuse 2 der hier offenbarten Sensorvorrichtungen 1, 8 ferner eine Abdeckung 14 aufweisen.

Die in Fig. 5 gezeigte Abdeckung 14 ist an der Unterseite 20 des Gehäuses 2 angeordnet und mindestens teilweise für die von den beiden Emitttern 11, 13 emittierten und detektierten IR-Strahlen transparent ausgebildet.

Fig. 5 zeigt ferner wie die Sensorvorrichtung 8, bspw. zwecks einer Feuchtigkeitsmessung, eingesetzt werden kann. Hierfür wird die z.B. in einer Fitnessuhr, einem Aktivitätstracker, einem Mobiltelefon oder einem anderen elektronischen Gerät integrierte Sensorvorrichtung 8 mit der an der Unterseite 20 angeordneten Abdeckung 14 in eine unmittelbare Nähe oder direkt auf eine zu bemessende Stelle 15, insbesondere auf die Hautoberfläche eines Anwenders, gebracht. Mittels der beiden Emitter 11, 13, bei denen es sich zum Beispiel um LEDs handeln kann, wird abwechselnd elektromagnetische Strahlung auf die Stelle 15 eingestrahlt. Beispielhafte Emissionsstrahlen der beiden Emitter 11, 13 sind in Fig. 5 dargestellt und jeweils mit den Bezugszeichen 16 und 22 gekennzeichnet. Die Emissionsstrahlen 16, 22 werden an der Stelle 15 wellenlängenabhängig absorbiert und zum Teil reflektiert, sodass ein Anteil der Strahlen (bezeichnet als Strahlen 17, 23) über die transparente Abdeckung 14 in die jeweils andere Kavität 9, 10 gelangt, um dort vom jeweils anderen Emitter 11, 13 erfasst zu werden. Der Anteil der reflektierten Strahlen 17, 23 variiert bspw. in Abhängigkeit von einem Feuchtigkeitsgrad der bestrahlten Stelle. Diese Variation kann durch den als Detektor eingesetzten Emitter 11, 13 detektiert und ferner mittels einer Auswerteeinrichtung (nicht gezeigt) ausgewertet werden. Die Auswerteeinrichtung ist dazu ausgelegt, in Abhängigkeit von den detektierten Strahlen 17, 23 der beiden Emitter 11, 13 wenigstens einen Messwert, insbesondere einen Feuchtigkeitsgrad oder eine andere die Hautfeuchtigkeit charakterisierende Größe, zu ermitteln.

Die Funktionsweise der Sensorvorrichtung 8 entspricht im Wesentlichen der Funktionsweise der Sensorvorrichtung 1 aus Fig. 1

und 2, mit dem Unterschied, dass in der Sensorvorrichtung 1 die Detektion mittels eines separaten Detektors 4 durchgeführt wird. Somit entsprechen die in der Fig. 5 dargestellten Emissionsstrahlen 16 des Emitters 11, den Emissionsstrahlen der beiden zeitlich versetzt betreibbaren Emitter 6, 7 der Sensorvorrichtung 1 aus Fig. 1, 2, während die an der Stelle 15 reflektierten Strahlen 17 (Fig. 5), den vom Detektor 4 der Sensorvorrichtung 1 erfassten Strahlen entsprechen.

Fig. 6 zeigt einen Zusammenhang zwischen den Emissions- und Absorptionsspektren der beiden Emitter 11, 13 der Sensorvorrichtung 8 aus Fig. 3-5. Die in Fig. 6 dargestellte horizontale X-Achse des Diagramms bezeichnet die Wellenlänge der von den Emitttern 11, 13 emittierten bzw. detektierten elektromagnetischen Strahlen in willkürlichen Einheiten (w.E.). Die vertikale Y-Achse zeigt Absorptions- bzw. Emissionswerte der beiden Emitter 11, 13, die ebenfalls in willkürlichen Einheiten angegeben werden.

Die Linie (E1) bezeichnet das Emissionsspektrum des ersten Emitters 11, der bspw. konfiguriert ist, um elektromagnetische Strahlen im IR-Spektralbereich von mehr als 1450 nm, bevorzugt einschließlich von 1450 nm, zu emittieren. Das Emissionsspektrum des ersten Emitters 11 liegt dabei im Bereich von 4-10 w.E. mit einem Emissionsmaximum (Wert 1) bei einer Wellenlänge von 7 w.E. Die gekreuzte Linie (E2) zeigt das Emissionsspektrum des zweiten Emitters 13, der z. B. elektromagnetische Strahlen im IR-Spektralbereich von bis zu 1450 nm emittieren kann. Der zweite Emitter 13 zeigt ein gleiches Emissionsmaximum wie der erste Emitter 11 (Wert 1), jedoch bei einer Wellenlänge von 4 w.E. in einem Spektralbereich von 1-7 w.E. Die Emissionsmaxima können auch voneinander abweichen.

Der Fig. 6 ist ferner zu entnehmen, dass die beiden Emitter 11, 13 zeitlich versetzt als Detektoren betrieben werden können. Die gestrichelte Linie (A1) mit zusätzlichen Punkten zeigt das

Absorptionsspektrum des ersten Emitters 11. Die gestrichelte Linie (A2) bezeichnet das Absorptionsspektrum des zweiten Emitters 13.

Der erste Emitter 11, eingesetzt als Detektor, kann elektromagnetische Strahlung in einem Wellenlängenbereich von 1-8,5 w.E. absorbieren. Dahingegen kann der zweite Emitter 13 Strahlung in einem kurzwelligeren Spektralbereich von 1-5,5 w.E. detektieren. Somit kann der erste Emitter 11 das komplette Emissionsspektrum (1-7,5 w.E.) des zweiten Emitters 13 detektieren. Der zweite Emitter 13 kann einen Teilbereich der vom ersten Emitter 11 ausgestrahlten elektromagnetischen Strahlung erfassen, der bei einer Wellenlänge im Bereich von 4 bis 5,5 w. E. liegt. Dies ist durch die gestrichelte Region R in Fig. 6 angedeutet. Mit den beiden Emitttern 11, 13 kann somit zumindest ein Teilbereich des Spektrums der vom jeweils anderen Emitttern 11, 13 emittierten Strahlung detektiert werden.

Zwecks Feuchtigkeitsmessung der zu bestrahlenden Stelle 15 können die Wellenlängen der beiden Emitter 11, 13 so gewählt werden, dass der Überlappungsbereich (4 bis 5,5 w. E.) des Emissionsspektrums (4-10 w.E.) des ersten Emitters 11 mit dem Absorptionsspektrum (1-5,5 w.E.) des zweiten Emitters 13 einem Wellenlängenbereich entspricht, in dem Wasserabsorption an der Stelle 15 ein Maximum aufweist. Es wird somit möglich, mittels der beiden Emitter 11, 13 und ohne zusätzlichen Detektor, eine Feuchtigkeitsmessung einer Stelle 15, z.B. einer Hautstelle, durchzuführen.

Vorstehend wurde in Bezug auf die Figuren der Fall beschrieben, dass an einer Stelle reflektierte Strahlung von der Sensorvorrichtung detektiert wird. Dieser Fall ist insbesondere zutreffend, wenn zur Messung eines Hautfeuchtigkeitsgrads die Sensorvorrichtung in Kontakt mit einer Hautstelle eines Anwenders gebracht wird und anhand der reflektierten Strahlung, wie zuvor beschrieben, eine Ermittlung des Feuchtigkeitsgrads erfolgt. In Fällen, in denen die Stelle, an welcher eine Messung erfolgt, auf der Oberfläche der Haut eines Anwenders liegt, macht eine

Transmissionsmessung keinen Sinn. In anderen Fällen, zum Beispiel zur Messung von Feuchtigkeit in der Luft, könnte es jedoch sinnvoll sein, anstatt einer Reflektionsmessung eine Transmissionsmessung durchzuführen. Es könnten dabei die durch eine Stelle  
5 transmittierten Strahlen gemessen und anhand der erfassten Signale ein Feuchtigkeitsgrad bestimmt werden.

**BEZUGSZEICHENLISTE**

|    |    |                                          |
|----|----|------------------------------------------|
|    | 1  | Sensorvorrichtung                        |
|    | 2  | Gehäuse                                  |
| 5  | 3  | zweite Kavität                           |
|    | 3a | Öffnung                                  |
|    | 3b | Boden                                    |
|    | 4  | Detektor                                 |
|    | 5  | erste Kavität                            |
| 10 | 5a | Öffnung                                  |
|    | 5b | Boden                                    |
|    | 6  | erster Emitter                           |
|    | 7  | zweiter Emitter                          |
|    | 8  | Sensorvorrichtung                        |
| 15 | 9  | erste Kavität                            |
|    | 10 | zweite Kavität                           |
|    | 11 | erster Emitter                           |
|    | 12 | Seitenwand                               |
|    | 13 | zweiter Emitter                          |
| 20 | 14 | Abdeckung                                |
|    | 15 | Stelle                                   |
|    | 16 | Emissionsstrahlen                        |
|    | 17 | detektierte Strahlen                     |
|    | 18 | Trennwand                                |
| 25 | 19 | Oberseite                                |
|    | 20 | Unterseite                               |
|    | 21 | Außenwand                                |
|    | 22 | Emissionsstrahlen                        |
|    | 23 | detektierte Strahlen                     |
| 30 | A1 | Absorptionsstrahlen des ersten Emitters  |
|    | A2 | Absorptionsstrahlen des zweiten Emitters |
|    | E1 | Emissionsstrahlen des ersten Emitters    |
|    | E2 | Emissionsstrahlen des zweiten Emitters   |
|    | R  | Region                                   |
| 35 | X  | horizontale Achse                        |
|    | Y  | vertikale Achse                          |

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Sensorvorrichtung, insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit,  
5 mit:

einem ersten optoelektronischen Emitter (11), insbesondere eine  
LED, zur Bestrahlung einer Stelle (15) mit elektromagnetischen  
Strahlen (16),

10 einem zweiten optoelektronischen Emitter (13), insbesondere eine  
LED, zur Bestrahlung der Stelle (15) mit elektromagnetischen  
Strahlen (22),

wobei der erste optoelektronische Emitter (11) betreibbar ist, um  
wenigstens einen Teil der elektromagnetischen Strahlen (23) von dem  
zweiten Emitter (13) zu detektieren, die an der Stelle (15)  
15 reflektiert oder durch die Stelle (15) transmittiert wurden, und  
wobei der zweite optoelektronische Emitter (13) betreibbar ist, um  
wenigstens einen Teil der elektromagnetischen Strahlen (17) von dem  
ersten Emitter (11) zu detektieren, die an der Stelle (15)  
reflektiert oder durch die Stelle (15) transmittiert wurden,

20 wobei der erste Emitter (11) elektromagnetische Strahlen (16) bei  
einer Wellenlänge im Bereich von über 1450 nm, bevorzugt von 1450  
nm bis 1500 nm, 1550 nm oder 1600 nm, emittiert, und

wobei der zweite Emitter (13) elektromagnetische Strahlen (22) bei  
einer Wellenlänge im Bereich von unter 1450 nm, bevorzugt im Bereich  
25 von 1450 nm bis 1300 nm oder 1400 nm, emittiert, und

wobei der zweite Emitter (13) derart ausgebildet ist, dass dieser  
zumindest einen Teil des vom ersten Emitter (11) emittierten  
Spektrums detektieren kann.

30 2. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die beiden Emitter (11,  
13) zeitlich versetzt jeweils als Emitter und Detektor betrieben  
werden, sodass jeder der beiden Emitter (11, 13) zeitweise  
mindestens einen Teil der durch den anderen Emitter (11, 13)  
emittierten elektromagnetischen Strahlen (17, 23) detektieren kann.

3. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die beiden Emitter (11, 13) LEDs sind, die Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs) auf einer Indiumphosphid-Schicht (InP) aufweisen.

5

4. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Gehäuse (2), das eine zu einer Unterseite (20) des Gehäuses (2) offene erste Kavität (9) und eine zur Unterseite (20) offene zweite Kavität (10) aufweist, wobei die beiden Kavitäten (9, 10) voneinander getrennt sind, und wobei in der ersten Kavität (9) der erste Emitter (11) und in der zweiten Kavität (10) der zweite Emitter (13) angeordnet ist.

10

15 5. Sensorvorrichtung (1), insbesondere zur Messung von Feuchtigkeit, mit:

einem ersten optoelektronischen Emitter (6), insbesondere eine LED, zur Bestrahlung einer Stelle (15) mit elektromagnetischen Strahlen (16),

20 einem zweiten optoelektronischen Emitter (7), insbesondere eine LED, zur Bestrahlung der Stelle (15) mit elektromagnetischen Strahlen, und

einem Detektor (4) zur Detektion von elektromagnetischen Strahlen (17) des ersten und zweiten Emitters (6, 7), die an der Stelle (15)

25 reflektiert oder durch die Stelle (15) transmittiert wurden, wobei der erste Emitter (6) elektromagnetische Strahlen (16) bei einer Wellenlänge im Bereich von 1400-1500 nm emittiert, und

wobei der zweite Emitter (7) elektromagnetische Strahlen (16) bei einer Wellenlänge im Bereich von 900-1100 nm emittiert,

30 wobei der zweite Emitter (7) zur Emission wenigstens eines weiteren elektromagnetischen Signals verwendbar ist, welches nicht zur Messung von Feuchtigkeit eingesetzt wird.

6. Sensorvorrichtung nach Anspruch 5, wobei die beiden Emitter (6,

35 7) derart konfiguriert sind, dass sie die elektromagnetischen

Strahlen (16) zeitlich versetzt emittieren, sodass der Detektor (4) jeweils nur Strahlen (17) eines Emitters (6, 7) detektiert.

7. Sensorvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, wobei der erste Emitter (6) eine LED ist, die eine Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs-Schicht) auf einer Indiumphosphidschicht (InP-Schicht) aufweist.

8. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei der zweite Emitter (7) eine LED ist, die eine Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs-Schicht) auf einer Aluminium-Gallium-Arsenidschicht (AlGaAs-Schicht) oder auf einer Gallium-Arsenidschicht (GaAs-Schicht) aufweist.

9. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei der Detektor (4) eine Photodiode ist.

10. Sensorvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Photodiode (4) eine Indium-Gallium-Arsenidschicht (InGaAs) auf einer Indiumphosphidschicht (InP) aufweist.

20

11. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, ferner umfassend ein Gehäuse (2), das eine zu einer Unterseite (20) des Gehäuses (2) offene erste Kavität (5) und eine zur Unterseite (20) offene zweite Kavität (3) aufweist, wobei die beiden Kavitäten (3, 5) voneinander getrennt sind, wobei in der ersten Kavität (5) die beiden Emitter (6, 7) nebeneinander angeordnet sind, und wobei in der zweiten Kavität (3) der Detektor (4) angeordnet ist.

12. Sensorvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Unterseite (20) eine für die Strahlen (16, 17) der beiden Emitter (6, 7) zumindest teilweise transparente Abdeckung (14) aufweist.

13. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, ferner umfassend eine Auswerteeinrichtung, die dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von den detektierten elektromagnetischen Strahlen (17)

35

der beiden Emitter (6, 7) wenigstens einen Messwert, insbesondere für eine Feuchtigkeit an der Stelle (15), zu ermitteln.

14. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sensorvorrichtung (1, 8) zur Messung von Hautfeuchtigkeit ausgelegt ist, und ein Gehäuse (2) der Sensorvorrichtung (1, 8) an die Hautoberfläche eines Anwenders derart angelegt werden kann, dass die emittierten elektromagnetischen Strahlen (16, 22) in oder auf eine Hautstelle (15) des Anwenders eingestrahlt und von dieser Hautstelle (15) reflektierte Strahlen (17, 23) detektiert werden können.

15. Eine tragbare elektronische Vorrichtung, insbesondere eine Fitnessuhr oder ein Aktivitätstracker, umfassend die Sensorvorrichtung (1, 8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und eine mit ihr verbundene Befestigungseinrichtung zum Befestigen der Sensorvorrichtung an einem Körperteil des Anwenders, insbesondere derart, dass die Unterseite (20) der Sensorvorrichtung (1, 8) dem Körperteil zugewandt ist und/oder mit dem Körperteil im direkten Kontakt ist.

16. Verfahren zum Betreiben der Sensorvorrichtung (1, 8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a) Inkontaktbringen eines Gehäuses (2) der Sensorvorrichtung (1, 8) mit einer Hautstelle (15) eines Anwenders;
- b) Aufeinanderfolgendes Bestrahlen der Hautstelle (15) mit elektromagnetischen Strahlen (16, 22) der beiden Emitter (6, 7, 11, 13);
- c) Aufeinanderfolgendes Detektieren der von der Hautstelle (15) reflektierten elektromagnetischen Strahlen (17, 23) der beiden Emitter (6, 7, 11, 13);
- d) Ermitteln eines Feuchtigkeitsgrads in Abhängigkeit von den detektierten elektromagnetischen Strahlen (17, 23).

1 / 3

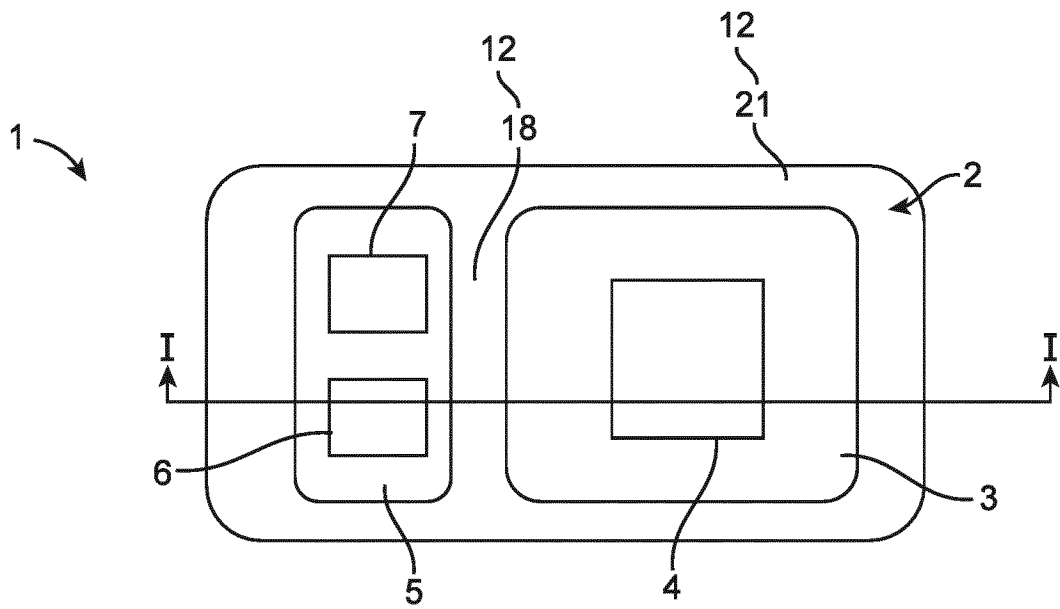


FIG. 1

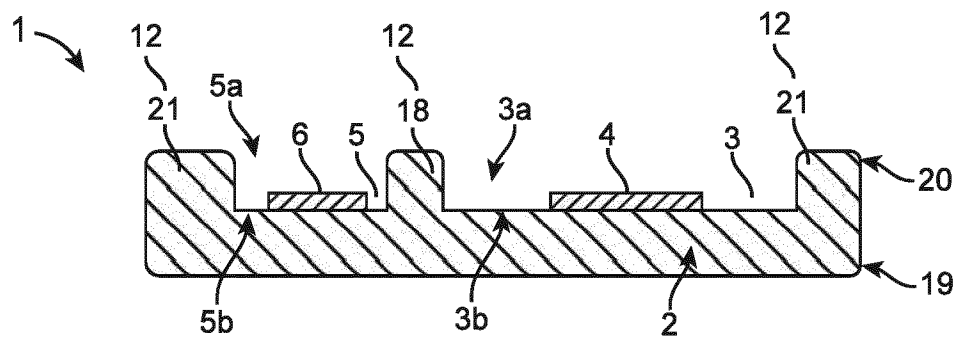


FIG. 2

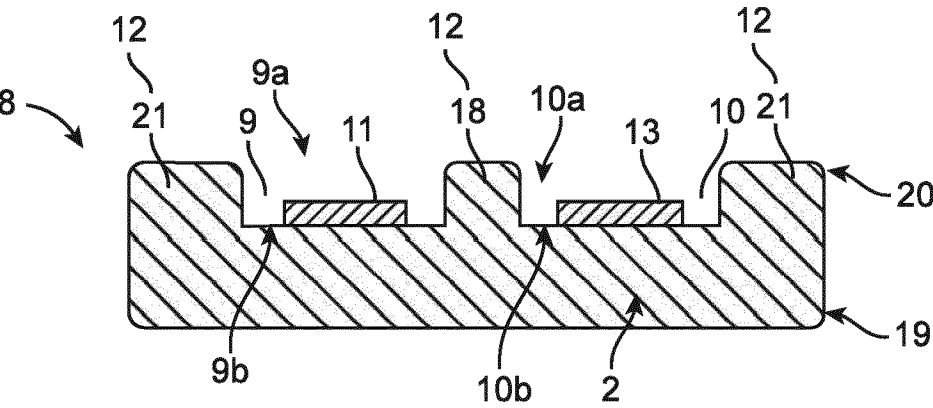
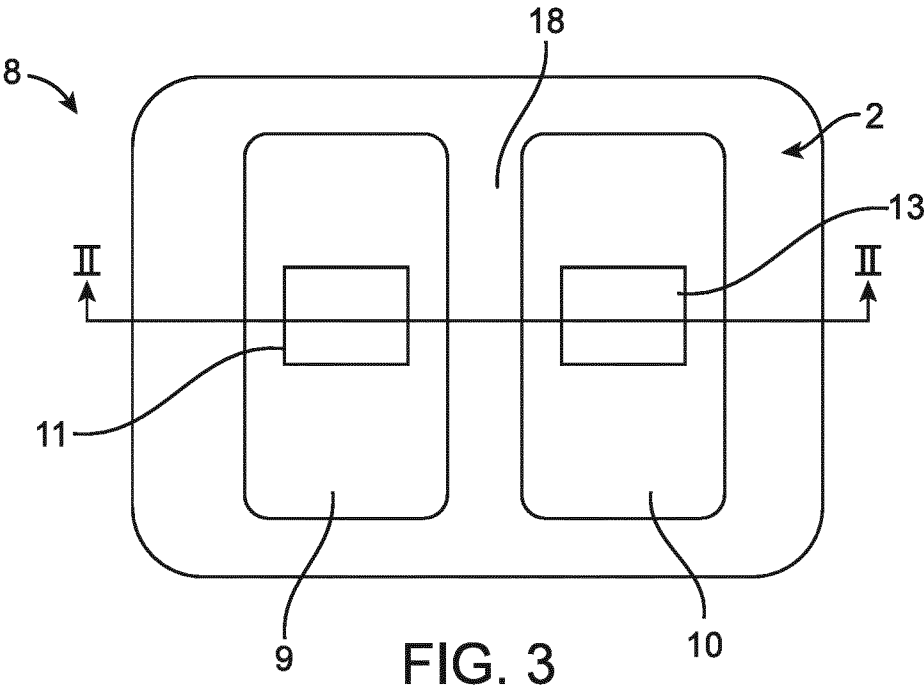


FIG. 4

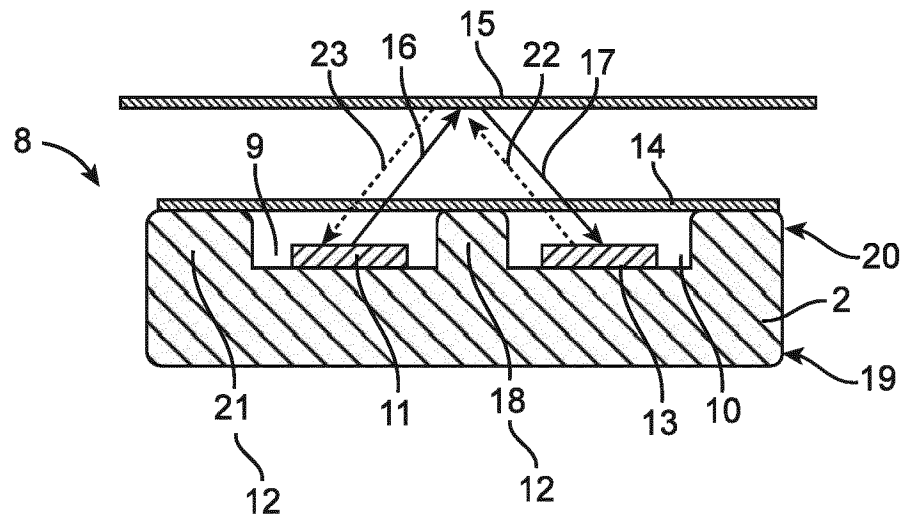


FIG. 5

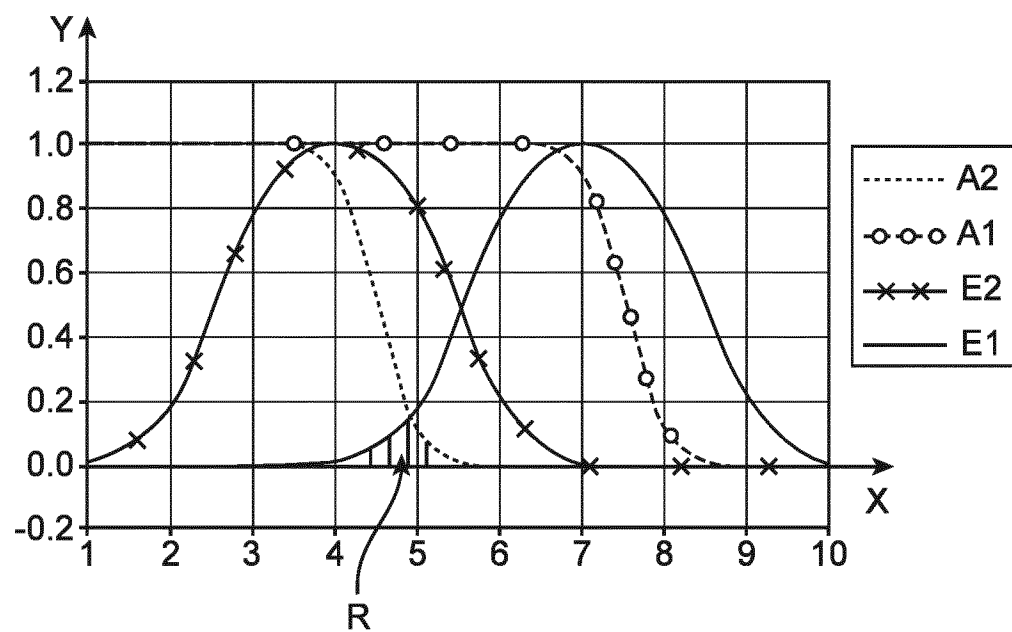


FIG. 6