

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1/2010  
(22) Anmeldetag: 04.01.2010  
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2013

(51) Int. Cl. : **F41J 005/02** (2006.01)

(30) Priorität:  
07.01.2009 AT A 18/2009 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:  
AT 507267 A1 FR 2728335 A1

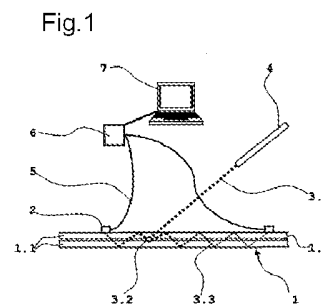
(73) Patentinhaber:  
ISIQIRI INTERFACE TECHNOLOGIES GMBH  
4232 HAGENBERG IM MÜHLKREIS (AT)

(72) Erfinder:  
KOEPE ROBERT DR.  
LINZ (AT)  
EBNER RICHARD DR.  
WELS (AT)

### (54) DETEKTORFLÄCHE

(57) Die Erfindung betrifft ein elektrisches Gerät, welches mittels Lichtzeiger aus der Entfernung bedienbar ist und dazu eine optischen Detektorfläche aufweist, wobei die Detektorfläche am Gerät selbst oder als Hüllfläche um dieses herum angeordnet ist, wobei die Detektorfläche aus einem oder mehreren flächigen Lichtwellenleitern (1) aufgebaut ist, wobei zumindest eine Schicht (1.2) der flächigen Lichtwellenleiter (1) photolumineszente Eigenschaften aufweist und wobei ein flächiger Lichtwellenleiter (1) mit zumindest einem Fotodetektor (2) über eine lichtdurchlässige Kontaktfläche verbunden ist.

Der flächige Lichtwellenleiter (1) ist als Folie aus einem transparenten Polymer mit einer Dicke von 20 bis 500  $\mu\text{m}$  gebildet. Mindestens einer der Fotodetektoren (2) ist von allen Rändern des Lichtwellenleiters beabstandet am Lichtwellenleiter (1) angeordnet.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein mittels Lichtzeiger aus der Entfernung bedienbares elektrisches Gerät, welches eine optische Detektorfläche aufweist die am Gerät selbst oder als Hüllfläche um dieses herum angeordnet ist.

**[0002]** Der zur Zeit wichtigste Anwendungsfall ist die Detektion von Treffern bei Kampfsimulationen bzw. Kampfspielen, bei denen an Stelle von Schusswaffensimulationsgeräten die etwas Materielles wie einen Farbstoff oder einen weichen Schaumgummiball abfeuern, Leuchtgeräte eingesetzt werden, welche einen kollimierten Lichtimpuls absenden.

**[0003]** Die US 2007/0176165 A1 zeigt eine Bauweise für einen auf lichtempfindlichen organischen Halbleitern basierenden flächig aufgebauten Positionsdetektor für einen auftreffenden Lichtpunkt. Der flächig aufgebaute Detektor bildet eine einzige großflächige Sensorzelle. Er besteht aus mehreren Schichten von denen mindestens eine Schicht photoaktiv ist. An seinem Rand ist der Positionsdetektor mit voneinander beabstandeten Anschlusselektroden versehen mittels derer ein elektrisches Signal abgenommen werden kann, aus welchem auf den Ort des Auftreffens eines Lichtstrahls geschlossen wird. Gegenüber einer Bauweise mit vielen nebeneinander angeordneten einzelnen lichtempfindlichen Zellen ist die Anordnung kostengünstiger und einfacher aufgebaut, allerdings bietet sie weniger Auflösung.

**[0004]** In der US 2007 0152985 A1 wird ein als flächiger Lichtwellenleiter ausgebildetes optisches Touchpad vorgestellt. Ein Gegenstand, welcher in Kontakt mit dem Wellenleiter des Touchpads ist, koppelt Licht aus einer externen Quelle über Streuung an der Oberfläche des Gegenstands in den Wellenleiter des Touchpads ein. Die Detektion des Orts der Einkopplung wird mit einem nicht näher beschriebenen photoelektrischen Detektor ermöglicht.

**[0005]** Die Schriften DE 42 39 389 A1, EP 354 996 A2 und EP 225 625 A2 beschreiben optische Positionsmesseinrichtungen, bei denen an oder in einer lichtwellenleitenden Fläche fluo-reszierende Moleküle angeordnet sind, welche von außen auftreffendes Licht in langwelligeres, diffus gestreutes Licht umwandeln, welches in der lichtwellenleitenden Fläche zu deren Flächenrändern hin geleitet wird und entweder schon dort in seiner Intensität durch Sensoren erfasst wird oder erst an einem anderen Ort, zu dem es über Lichtleiter geführt wird. Da die Intensität des gemessenen Lichtes mit der Entfernung zum Auftreffpunkt des Lichtstrahles abnimmt, kann durch Kombination der Messergebnisse aus mehreren Sensoren auf den Auftreffpunkt des Lichtstrahles rückgeschlossen werden. Gegenüber der zuvor beschriebenen Methode, bei der das auftreffende Licht ohne Umwandlung im Wellenleiter zu den Sensoren geführt wird, ist vorteilhaft, dass das Signal weniger vom Winkel abhängig ist, mit dem der Lichtstrahl auf die Fläche trifft. Die Verwendung dieses Prinzips für ein Eingabegerät einer Datenverarbeitungsanlage ist in diesen Schriften nicht angedacht. Die Positionsauflösung ist zudem bei größeren Flächen dafür nicht ausreichend gut, da in den vorliegenden Schriften die Detektoren am Rand des Wellenleiters angebracht werden.

**[0006]** In der DE 2952608 A1 wird ein Trainingsanzug vorgeschlagen, welcher mit einer Vielzahl von voneinander beabstandeten, annähernd punktförmigen optischen Sensoren, typischerweise Photodioden, ausgestattet ist. Der Trainingsanzug dient dazu, bei Kampfsimulationsübungen bzw. Kampfsimulationsspielen anzuzeigen, wenn die den Trainingsanzug tragende Person „getroffen“ wurde. Als Schusswaffensimulationsgeräte werden dabei Geräte verwendet, mit denen gezielt zeitlich kurze, gerichtete Laserlichtimpulse abgesendet werden können. Für das Registrieren von Treffern sind die einzelnen Sensoren mit einer Datenverarbeitungsanlage verbunden.

**[0007]** Aus Kosten- und Handhabungsgründen werden die Kleidungsflächen dabei nicht flächendeckend mit photoelektrischen Sensoren ausgestattet sondern nur mit einer Anordnung in einem relativ groben Abstandsraaster. Damit ein Treffer sicher detektiert wird, muss der Laserlichtimpuls stark aufgeweitet werden, womit unter Umständen auch Treffer angezeigt werden, obwohl knapp neben die Zielperson gezielt wurde.

**[0008]** Die DE 34 13 372 A1 beschreibt schon 1985 eine Zielscheibe, von welcher der Ort des Auftreffens eines Lichtpunktes detektiert und in eine Datenverarbeitungsanlage eingelesen wird. An der Vorderseite der starren Zielscheibe ist eine Schicht angeordnet, welche fluoreszierende Moleküle beinhaltet und Lichtwellen in der Schicht leiten kann. An einem Rand der Schicht ist ein Fotodetektor angebracht, an welchem Licht welches durch Fluoreszenz entstanden ist und in der Schicht geleitet wird, detektiert wird. Da die Intensität des in der Schicht geleiteten Lichtes mit der Entfernung zum Auftreffpunkt abnimmt, kann aus der Intensität des an einem Fotodetektor detektierten Lichtes auf die Entfernung des Auftreffpunktes des Lichtpunktes auf der Schicht rückgeschlossen werden. Wenn der Positionsdetektor am Innenrand einer kreisringförmigen, lichtwellenleitenden Schicht angeordnet ist, kann aus der gemessenen Signalstärke auf den Radialabstand des Auftreffpunktes des Lichtpunktes zum Positionsdetektor rückgerechnet werden. In einer vorteilhaften Weiterentwicklung ist die lichtleitende Fläche in längliche Streifen konstanter Breite eingeteilt, welche bezüglich Lichtleitung voneinander getrennt sind. Dabei ist an jedem Längsende eines Streifens jeweils ein Fotodetektor angebracht. Aus dem Größenverhältnis der an beiden Photodetektoren eines Streifens gemessenen Lichtintensitäten kann man so auch dann gut auf den Ort des Auftreffens eines Lichtpunktes an dem Streifen rückrechnen, wenn die absolute Größe der am Auftreffpunkt in die Lumineszenzwellenleitung eingebrachte Lichtenergie nicht bekannt ist. Gegenüber der Bauweise entsprechend der zuvor beschriebenen DE 2 952608 A1 ist vorteilhaft, dass damit „flächendeckend“ detektiert werden kann. Nachteilig ist, dass sie bislang nur an starren Detektorflächen anwendbar ist.

**[0009]** Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe besteht darin, ein elektrisches Gerät zu schaffen, welches zumindest nach einer Seite hin durch eine ortsauflösende optische Detektorfläche abgedeckt ist und mittels dieser aus der Ferne durch einen Lichtzeiger bedienbar ist. Gegenüber der aus der DE 34 13 372 A1 bekannten Bauweise soll es dahingehend verbessert sein, dass die Detektorfläche nicht starr sein muss sondern auch flexibel sein kann und dass die Detektorfläche (bei wirtschaftlich wettbewerbsfähiger Herstellbarkeit) eine bessere Ortsauflösung aufweisen kann.

**[0010]** Zum Lösen der Aufgabe wird wie bei der DE 34 13 372 A1 von einer Bauweise ausgegangen, bei der die Detektorfläche ein flächiger Lichtwellenleiter ist, in welchem photolumineszente Partikel integriert sind und an welchem ein oder mehrere photoelektrische Sensoren - des Weiteren kurz als „Fotodetektor“ bezeichnet - angebracht sind, welche im Stande sind, Licht aus der Wellenleitermode auszukoppeln und dadurch ein elektrisches Signal zu generieren, dessen Stärke von der Intensität des am Photodetektor ausgekoppelten Lichtes abhängig ist. Das Signal wird an eine Datenverarbeitungsanlage übertragen. Durch diese ist erkennbar, wie stark das Signal ist und - im Fall der Verwendung mehrerer Photodetektoren - von welchem Photodetektor es stammt.

**[0011]** Im Unterschied zur bekannten Bauweise, ist der flächige Lichtwellenleiter nicht starr ausgebildet, sondern als flexible Folie. Dazu ist der flächige Lichtwellenleiter aus einem transparenten Polymer mit einer Schichtdicke von 20 bis 500  $\mu\text{m}$  gebildet. (Mit dem Begriff „transparentes Polymer“ sind im Sinne dieser Beschreibung und der nachfolgenden Ansprüche auch „transparente Polymermischungen“ gemeint und umfasst.)

**[0012]** In einem weiteren Unterschied zu der bekannten Bauweise sind die Fotodetektoren nicht bzw. nicht nur am Rand der Fläche des Lichtwellenleiters angeordnet, sondern vor allem auch an Flächenbereichen, die von allen Rändern entfernt liegen.

**[0013]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein Fotodetektor in einer Mulde des Lichtwellenleiters angeordnet, welche durch ein Umformverfahren wie Tiefziehen oder Prägen in der ansonsten ebenen Folie gebildet ist.

**[0014]** Bezüglich der Flächenzuordnung von Wellenleiterfläche zu einzelnen Fotodetektoren kann man zwei prinzipielle Arten -welche aber miteinander kombinierbar sind - unterscheiden:

**[0015]** Gemäß dem ersten Prinzip ist die gesamte Detektorfläche durch eine Vielzahl von einzelnen kleineren flächigen Lichtwellenleitern gebildet, welche geometrisch aneinander angren-

zen, bezüglich der Wellenleitung aber voneinander getrennt sind. Jeder Lichtwellenleiter ist mit genau einem Fotodetektor versehen. Dieser stellt nur fest ob der jeweilige Lichtwellenleiter von einem Lichtstrahl getroffen wurde oder nicht. Er braucht keine Information darüber liefern, an welcher Teilfläche des Lichtwellenleiters genau die betreffende Teil-Detektorfläche getroffen wurde.

**[0016]** Gemäß dem zweiten Prinzip kann die gesamte Detektorfläche als einziger durchgehender Lichtwellenleiter realisiert sein. Dieser Lichtwellenleiter weist in einem Rasterabstand zueinander eine Vielzahl von kleinflächigen Fotodetektoren auf. In Abhängigkeit davon, wie nahe einzelne Fotodetektoren dem jeweiligen Einkopplungspunkt von Licht in den Wellenleiter sind, ist ihr gemessenes Signal unterschiedlich stark. Damit kann aus der Amplitude von Signalen mehrerer Fotodetektor deren Lage auf dem Wellenleiter bekannt ist, auf den Einkopplungspunkt rückgerechnet werden.

**[0017]** Das erste Prinzip ist robuster und führt zu einfacherer Auswerteelektronik und einfacherer Datenverarbeitung. Gemäß dem zweiten Prinzip kann ohne Kostensteigerung eine feinere Auflösung erzielt werden.

**[0018]** Die Kombination der beiden Prinzipien besteht darin, dass die gesamte Detektorfläche in mehrere flächige Lichtwellenleiter unterteilt ist, von denen zumindest manche Lichtwellenleiter zwecks feinerer Auflösung mit mehr als einem Fotodetektor ausgestattet sind. Dies kann zum Beispiel einer größeren mechanischen Belastbarkeit und einer einfacheren Formbarkeit dienen.

**[0019]** Die Erfindung wird an Hand von Zeichnungen veranschaulicht.

**[0020]** Fig. 1: zeigt symbolhaft die wesentlichen Elemente des zweiten Prinzips. Die Detektorfläche selbst ist nicht maßstäblich in Querschnittsansicht skizziert, Lichtstrahlen sind durch punktierte Linien symbolisiert.

**[0021]** Fig. 2: ist ein Frontalanblick auf einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Detektorfläche.

**[0022]** Fig. 3: ist eine Teilschnittansicht auf einen Ausschnitt einer besonders vorteilhaft ausgebildeten Detektorfläche.

**[0023]** Fig. 4: ist eine Teilschnittansicht auf einen Ausschnitt einer weiteren, vorteilhaft ausgebildeten Detektorfläche.

**[0024]** Der in seinem Aufbau in Fig. 1 skizzierte, flächige Lichtwellenleiter 1 besteht beispielsweise aus zwei ca. 0,1 mm dicken Deckschichten 1.1 aus PET, zwischen welchen eine ca. 0,001 mm dicke Schicht 1.2 aus einer homogenen Mischung des Kunststoffes Polyvinylalkohol und des Farbstoffs Rhodamin 6G laminiert ist. Die Schicht 1.2 ist photolumineszent. Sie ist so stark, dass ihre Absorption für normal darauf auftreffendes Licht mit 532 nm Wellenlänge über 80% beträgt. (Die dafür erforderliche Schichtstärke ist am besten durch Versuch zu ermitteln).

**[0025]** Wenn ein Lichtfleck mit passendem Spektrum auf die Schicht 1.2 trifft, so löst er Photolumineszenz an den Farbstoffpartikeln der Schicht 1.2 aus. Dabei entsteht diffus gestreutes, langwelligeres Licht. Entsprechend dem bekannten zu Grunde liegenden Funktionsprinzip der Lichtwellenleitung breitet es sich in den transparenten Schichten 1.1 aus und bleibt im Wesentlichen auch in diesen Schichten, das es an den Grenzflächen zur Umgebung (Luft) auf Grund des unterschiedlichen Brechungsindex in das Material der Schichten 1.1 zurückreflektiert wird.

**[0026]** Beispielsweise in einem quadratischen Raster mit 5 cm Periodenlänge sind Photodetektoren 2, welche eine Querschnittsfläche von etwa  $2 \times 2 \text{ mm}^2$  einnehmen an der frei liegenden Seite einer der beiden PET-Schichten 1.2 so angebracht, dass sie Licht aus der PET-Schicht auskoppeln und an ihren pn-Übergang einkoppeln. Die Signale aller Photodioden 2 werden über elektrische Leitungen 5 und einen Frequenzfilter 6 einer Datenverarbeitungsanlage 7 zugeführt in welcher sie gemessen und verarbeitet werden.

**[0027]** Die Intensität des im Lichtwellenleiter 1 am auftreffenden Lichtfleck 3.2 durch Photolumi-

neszenz generierten Lichtes 3.3 nimmt mit steigender Entfernung vom Lichtfleck 3.2 ab. Aus geometrischen Gründen nimmt die Intensität proportional zum Kehrwert der Entfernung ab. Zu einer weiteren, exponentiellen Abnahme der Intensität kommt es deswegen weil die Lichtleitung im Wellenleiter mit Verlusten behaftet ist.

**[0028]** Die Intensität des Lichtes 3.3 im Wellenleiter in Abhängigkeit vom Abstand  $r$  zum einem Auftreffpunkt eines Lichtflecks 3.2, also zu dem Punkt an welchem die Lumineszenz stattfindet, lässt sich somit mit folgender Formel beschreiben:

$$I = I_0 \cdot \exp(-k \cdot r) / r$$

**[0029]** Dabei ist  $k$  ein Materialparameter und die Ausgangsintensität  $I_0$  von der Energie des eingebrachten Lichtstrahls 3.1 abhängig.

**[0030]** Damit ist auch die Stärke des an den einzelnen Photodetektoren auf Grund von detektiertem Licht erzeugten elektrischen Signals vom Abstand der einzelnen Photodetektoren zum Auftreffpunkt eines Lichtflecks 3.2 abhängig.

**[0031]** Wenn an einen flächigen Lichtwellenleiter mehrere Photodetektoren angeschlossen sind, so werden an diesen unterschiedliche Intensität des Lichts in der Wellenleitermode gemessen, wobei die Messergebnisse davon abhängen, wie weit der messende Photodetektor vom Auftreffpunkt des die Lumineszenz erzeugenden Lichtflecks entfernt liegt. Aus dem Verhältnis der gemessenen Signalstärken an den einzelnen Photodetektoren kann mit datentechnisch automatisierbaren, mathematischen Methoden auf die genauere Auftreffposition des die Lumineszenz auslösenden Lichtstrahls auf der Detektorfläche rückgeschlossen werden.

**[0032]** Zur Veranschaulichung eines dazu tauglichen, im Folgenden grob skizzierten Algorithmus dient Fig. 2:

**[0033]** Unter Annahme einer für alle betrachteten Photodetektoren gleichen Ausgangsintensität  $I_0$  kann in Abhängigkeit von den an den einzelnen Photodetektoren gemessenen Ergebnissen zu den einzelnen Photodetektoren errechnet werden, auf welcher Kreislinie rund um den betreffenden Photodetektor der Auftreffpunkt des zu lokalisierenden Lichtflecks liegen müsste. Von drei Photodetektoren sind die dementsprechenden Kreise beispielhaft in Fig. 2 in strichlierten Linien eingezeichnet. Die Kreise weisen insgesamt sechs Schnittpunkte A, B, C, a, b, c auf.

**[0034]** Nun wird für die Berechnung die für alle drei Photodetektoren gültige Ausgangsintensität  $I_0$  so lange vergrößert oder verkleinert, bis die drei inneren Schnittpunkte a, b, c gemäß Fig. 2 auf einen einzigen Schnittpunkt zusammen fallen. Das Zentrum des auftreffenden Lichtflecks liegt genau an diesem so gefundenen „Dreifachschnittpunkt“.

**[0035]** Wenn die Entfernungen zwischen den einzelnen Photodetektoren nicht größer als wenige cm sind, ist die durch Verlust verursachte exponentielle Abminderung der Intensität des im Wellenleiter geleiteten Lichtes gegenüber der geometriebedingten Abminderung der Intensität unbedeutend. Die oben genannte Formel kann dann durch die Formel

$$I = I_0 / r$$

ausreichend gut angenähert werden. Damit kann die Berechnung vereinfacht und der beschriebene Algorithmus rascher durchlaufen werden.

**[0036]** Bei der Arbeitsgeschwindigkeit der heute problemlos und kostengünstig massenhaft erhältlichen Datenverarbeitungsanlagen ist aber auch die exaktere Berechnung gemäß der ersteren Formel in derart schneller Zeit möglich, dass man bezüglich der Raschheit der Feststellung des Ortes eines auftreffenden Lichtflecks, das Empfinden einer Echtzeitmessung hat.

**[0037]** Je nach Fläche und benötigter Auflösung können auf der Detektorfläche beliebig viele Photodetektoren, bevorzugt in einem regelmäßigen Muster, montiert werden.

**[0038]** Je dichter die Photodetektoren montiert sind, desto größer ist die Mindestsignalstärke und dementsprechend die Auflösung des Bauteils bei gleicher Ausleselektronik. In Experimenten mit einem optimierten Wellenleiter auf Basis einer mit Farbstoffen dotierten Plastikplatte

konnte eine Genauigkeit auf besser als +/-1 mm bei einem Abstand der Photodetektoren von 12cm in einem quadratischen Muster erlangt werden.

**[0039]** Für die Montage der Photodetektoren am Lichtwellenleiter sollte ein Klebstoff verwendet werden, der in ausgehärtetem Zustand einen guten optischen Kontakt zwischen Wellenleiter und Photodetektor herstellt. Der „gute optische Kontakt“ ist dann hergestellt, wenn der ausgehärtete Klebstoff für das Licht in der Wellenleitermode transparent ist und wenn sein Brechungsindex zwischen dem Brechungsindex des Wellenleiters 1 (also der Schicht 1.1) und dem Brechungsindex im angrenzenden Teil des Photodetektors beträgt. (Je kleiner der Unterschied der Brechungsindizes von angrenzenden Materialien ist, desto besser wird Licht durch die Grenzschicht zwischen den beiden Materialien hindurch geleitet.)

**[0040]** In Fig. 3 ist ein typischer Aufbau eines Photodetektors 2 und eine vorteilhafte Anordnung an einem Lichtwellenleiter 1 dargestellt.

**[0041]** Der Photodetektor 2 besteht aus einem photoelektrischen Element 2.1, typischerweise einem Stück Silizium-Wafer, welches elektrisch gesehen eine Photodiode oder einen Phototransistor darstellt. Eine Seite dieses Elementes 2.1 ist mit einer Seite eines typischerweise keramischen Basisplättchens 2.2 verbunden und mit dort angeordneten elektrischen Leitern elektrisch kontaktiert. Der elektrische Kontakt wird über ebenfalls mit dem Basisplättchen 2.2 verbundene, wegführende elektrische Leitungen 2.4 weiter geführt. Diese Leitungen können typischerweise durch Drähte oder eine Schicht auf einer flexiblen Platine gebildet sein.

**[0042]** Die lichtempfindliche Seite des photoelektrischen Elements 2.1 ist durch ein transparentes „Fenster“ 2.3 eingefasst. Dieses Fenster, es besteht typischerweise aus einem transparenten Kunststoff ist mit dem Lichtwellenleiter 1 durch Kleben verbunden.

**[0043]** In der in Fig. 3 dargestellten, vorteilhaften Ausführungsform ist in den Lichtwellenleiter 1 am Ort der Verklebung mit dem Photodetektor eine Vertiefung 1.3 geprägt, deren Innenkontur gleich der Außenkontur des Fensters 2.3 ist. Das Fenster 2.3 ist in diese Vertiefung 1.3 eingelegt und mit dieser verklebt.

**[0044]** Durch diese geometrische Ausführung der Verbindungsfläche zwischen dem Photodetektor 2 und dem Wellenleiter 1 werden gegenüber einer Anordnung eines Photodetektors an einem ebenen, unverformten Bereich des Wellenleiters markante Vorteile erzielt. Die Verbindung ist mechanisch wesentlich robuster, die Baugruppe ist besser handhabbar, da der Photodetektor weniger vorsteht und die optische Verbindung zwischen Wellenleiter und Photodetektor ist besser.

**[0045]** Typischerweise sind die Querschnittsabmessungen eines Fensters 2.3 eines Photodetektors 2 in der Ebene des Wellenleiters etwa 2 mal 2 mm<sup>2</sup> und die normal dazu liegende Höhe beträgt dabei etwa 0,5 mm. Es hat sich gezeigt, dass die dazupassende Vertiefung 1.3 im Wellenleiter 1 problemlos durch Prägen herstellbar ist, wenn der Wellenleiter wie erfindungsgemäß festgelegt aus einem Polymer mit einer Schichtdicke von 20 bis 500 µm gebildet ist.

**[0046]** Gemäß Fig. 4 kann man einen Photodetektor 2 an einem Wellenleiter 1 auch befestigen, indem man am Wellenleiter eine Öffnung ausstanzt, welche genau die Querschnittkontur des Fensters 2.3 des Photodetektors 2 aufweist, das Fenster durch diese Öffnung hindurch steckt und die Schnittfläche der Öffnung im Wellenleiter mit dem Fenster 2.3 verklebt. Die Anordnung ist besonders flach.

**[0047]** Es sei erwähnt, dass es auch möglich ist, einen Photodetektor durch ein Druck- oder Aufdampfungsverfahren direkt auf der Oberfläche des Wellenleiters herzustellen.

**[0048]** Der in Fig. 1 sichtbare Leuchtzeiger 4, kann ein Laser sein, welcher Teil eines Schusswaffensimulationsgerätes sein kann, und einen frequenzmodulierten, grünen Laserstrahl 3.1 mit einer Wellenlänge von 532 nm auf die Detektorfläche sendet. Dort wird dadurch in schon besprochener Weise Lumineszenz ausgelöst, dadurch entstehendes langwelligeres Licht im Wellenleiter 1 geleitet und durch dieses in den Photodetektoren 2 ein elektrisches Signal generiert. Dieses kann über Leitungen 5 und allenfalls ein Zwischenschaltgerät 6, welches einen Fre-

quenzfilter und/oder Interface-Elektronikschaltung enthalten kann, an die Datenverarbeitungsanlage 7 weiter geleitet werden.

**[0049]** Eine erfindungsgemäße Detektorfläche kann als flexible Schicht auf einer Kleidung für einen Menschen angebracht sein. Wird mit dem Laser 4 ein Lichtimpuls auf diese Detektorfläche gesandt, so werden die Koordinaten jenes Punktes auf der Detektorfläche an welchem der Lichtimpuls 3.1 des Lasers 4 auf der Anzeigefläche trifft, durch die Datenverarbeitungsanlage 7 erkennbar, indem diese beispielsweise mittels dem weiter oben skizzierten Algorithmus, aus den Signalen von mehreren Photodetektoren diese Koordinaten errechnet.

**[0050]** Die beschriebene Detektorfläche ist auch in großflächiger Ausführung kostengünstig herstellbar. Sie kann zur Gänze aus weitgehend durchsichtigen Materialien aufgebaut sein. Hierfür sind Farbstoffe vonnöten, welche nur an den Rändern oder außerhalb des sichtbaren Lichtspektrums absorbieren.

**[0051]** Da beispielsweise durch die Auswahl der photolumineszenten Partikel in der Schicht 1.2 eingestellt werden kann, dass nur ein bestimmtes, enges Spektrum von eintreffendem Licht überhaupt Lumineszenz auslöst, und indem ein Lichtzeiger 4 verwendet wird, welcher genau in diesem Spektralbereich stark leuchtet, kann die Vorrichtung sehr gut unempfindlich gegenüber Umgebungslicht gemacht werden.

**[0052]** Es ist auch möglich, durch den Lichtzeiger 4 Licht mit zeitlich frequenzmodulierter Intensität abzustrahlen. D.h. die Intensität des Strahls 3.1 schwankt zeitlich mit einer bestimmten Frequenz. Diese Frequenz wird mit nachrichtentechnischen Mitteln aus den von den Photodetektoren 2 gelieferten Signalen herausgefiltert. Indem unterschiedlich frequenzkodierte Laserstrahlen verwendet werden, ist es durch die Anwendung von Frequenzfiltern möglich, mehrere gleichzeitig auftreffende Laserstrahlen zu unterscheiden und deren jeweilige Auftreffpositionen auf der Detektorfläche zu erkennen.

**[0053]** Umgebungslicht kann auch durch eine auf der Detektorfläche angebrachte Schicht weggefiltert werden, welche nur Licht in einem bestimmten Spektralbereich durchlässt.

**[0054]** In einer vorteilhaften Weiterentwicklung können die an der Detektorfläche vorhandenen Photodetektoren zur Erzeugung von elektrischer Energie verwendet werden, welche z.B. für die Ausleseelektronik und eine drahtlose Datenübertragung genutzt wird.

**[0055]** Ergänzend sei noch betont, dass der Lichtstrahl 3.1 nicht zwangsweise ein Laserstrahl sein muss. Es ist nur so, dass sich dann, wenn der Lichtstrahl 3.1 ein Laserstrahl ist, besonders vorteilhafte Verhältnisse ergeben, da der Lichtstrahl damit in seinen Eigenschaften sehr exakt bestimmbar ist und die Detektion auch bei sehr großen Entfernungen von der Lichtquelle einfach möglich ist.

**[0056]** Die Anwendung zur Simulation von Schusswaffen wird optimalerweise verknüpft mit der Anbindung der Detektorfläche an ein mobiles Telekommunikationsgerät, welches die Trefferauswertung übernimmt und durch akustische und/oder optische Signale einen Treffer anzeigt. Des Weiteren kann das Telekommunikationsgerät eine drahtlose elektronische Verbindung zu einem Datenverarbeitungsgerät aufnehmen, um eine Auswertung des Geschehens auf einem Bildschirm oder über das Internet wiederzugeben.

**[0057]** Eine weitere vorteilhafte Anwendung ist die Montage der Detektorflächen an Oberflächen in und an Gebäuden, um sie als Schalter für verschiedene Einrichtungen wie z.B. Beleuchtung, Beschattungseinrichtungen, automatische Tore und Türen oder elektronische Geräte zu verwenden. Diese können mit einem Lichtzeiger aus der Entfernung aktiviert werden. Der Vorteil liegt darin, dass ein einziger Lichtzeiger als universelle Fernbedienung für eine Vielzahl von Anwendungen genutzt werden kann. Durch die Anordnung von Detektorflächen an bestimmten Geräten oder an bestimmten Flächenbereichen oder Teilen von Geräten kann eine einfache und klar verständliche Zuordnung geschaffen werden, welche Anwendung in welcher Weise geschaltet wird bzw. auf welche Anwendung durch das Schalten eingewirkt werden soll oder worüber durch das Schalten Informationen abgerufen werden sollen.

**[0058]** Durch eine für jeden Leuchtzeiger spezifische zeitliche Modulation kann digital codiert eine Seriennummer des Leuchtzeigers übertragen werden. Das Signal, welches von der Detektorfläche abgegeben wird enthält dann nicht nur eine Information über den Auftreffpunkt eines Lichtflecks, sondern auch eine alphanumerische Information aus welcher erkennbar ist, von welchem Leuchtzeiger der betreffende Lichtfleck stammt. Ein der Detektorfläche nach geschaltetes, deren Signal verarbeitendes elektronisches Gerät, kann so programmiert sein, dass es diese Nummern lesen kann und nur Signale weiter verarbeiten lässt, die von einem oder mehreren ganz bestimmten Leuchtzeigern, die durch deren spezifischen Seriennummern erkennbar sind, stammen. Das Schalten des zugehörigen Gerätes kann dann nur durch diese bestimmten Leuchtzeiger ausgelöst werden. Somit dient der Leuchtzeiger gleichzeitig als Schlüssel und als Fernbedienung.

**[0059]** Bisher werden derartige Funktionen meist mittels Funk- oder ungerichteter Infrarotübertragung erreicht, was zur Folge hat, dass für jedes Gerät und jede Funktion eine andere Taste auf dem Eingabegerät belegt werden muss und dass das Signal abgefangen werden kann, um die Verschlüsselung zu dekodieren und das Gerät unbefugt nutzen zu können.

**[0060]** Durch die direkte Lichtübertragung im vorliegenden Fall ist ein unerwünschtes Abhören des Signals kaum möglich, da das Signal nur in eine Richtung versendet wird.

**[0061]** Außerdem wird das zu steuernde Gerät durch den Benutzer anvisiert, deswegen entfällt die Notwendigkeit, für alle Geräte und Funktionen Tasten auf der Fernbedienung bereitzustellen.

**[0062]** Natürlich kann man auch an einem Zeigegerät mehrere Tasten vorsehen, durch welche zueinander verschieden codierte Leuchtzeiger ausgelöst werden können. Damit können einzelnen Flächenbereichen einer Detektorfläche unterschiedliche, zu schaltende Funktionen zugeordnet werden, je nachdem durch welche Taste eines Zeigegerätes der auf den Flächenbereich treffende Lichtzeiger ausgelöst wurde.



## Patentansprüche

1. Mittels Lichtzeiger aus der Entfernung bedienbares elektrisches Gerät, welches eine optische Detektorfläche aufweist, wobei die Detektorfläche am Gerät selbst oder als Hüllfläche um dieses herum angeordnet ist, wobei die Detektorfläche aus einem oder mehreren flächigen Lichtwellenleitern (1) aufgebaut ist, wobei zumindest eine Schicht (1.2) der flächigen Lichtwellenleiter (1) photolumineszente Eigenschaften aufweist und wobei ein flächiger Lichtwellenleiter (1) mit zumindest einem Fotodetektor (2) über eine lichtdurchlässige Kontaktfläche verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der flächige Lichtwellenleiter (1) als Folie aus einem transparenten Polymer mit einer Dicke von 20 bis 500 µm gebildet ist und dass mindestens einer der Fotodetektoren (2) von allen Rändern des Lichtwellenleiters beabstandet am Lichtwellenleiter (1) angeordnet ist.
2. Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektorfläche aus einer Mehrzahl von geometrisch aneinander angrenzenden Teilflächen aus Lichtwellenleitern (1) aufgebaut ist, welche bezüglich der optischen Wellenleitung voneinander getrennt sind und wobei an jedem Lichtwellenleiter (1) mindestens ein Fotodetektor (2) angeordnet ist.
3. Gerät nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Fotodetektor (2) in eine Vertiefung (1.3) eines Lichtwellenleiters (1) eingeklebt ist.
4. Gerät nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Fotodetektor (2) in eine Öffnung in einem Lichtwellenleiter (1) eingesetzt und mit den Rändern der Öffnung verklebt ist.
5. Gerät nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fotodetektoren (2) durch Druck- oder Verdampfungsverfahren direkt auf der Oberfläche des Wellenleiters (1) hergestellt sind.
6. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass es Teil der Bekleidung eines Menschen ist.

## Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

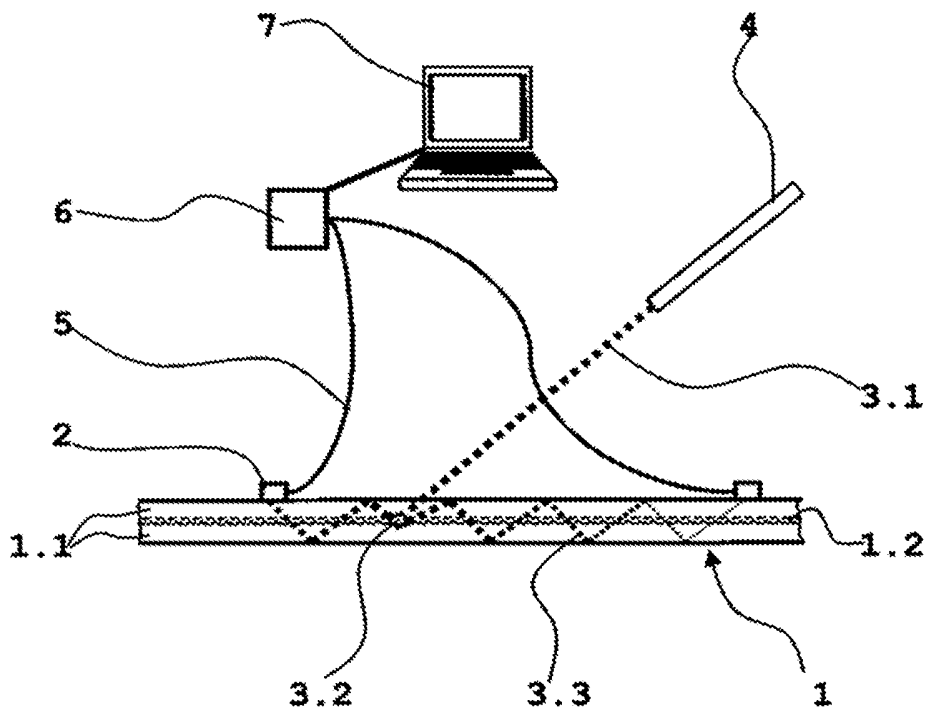


Fig. 2

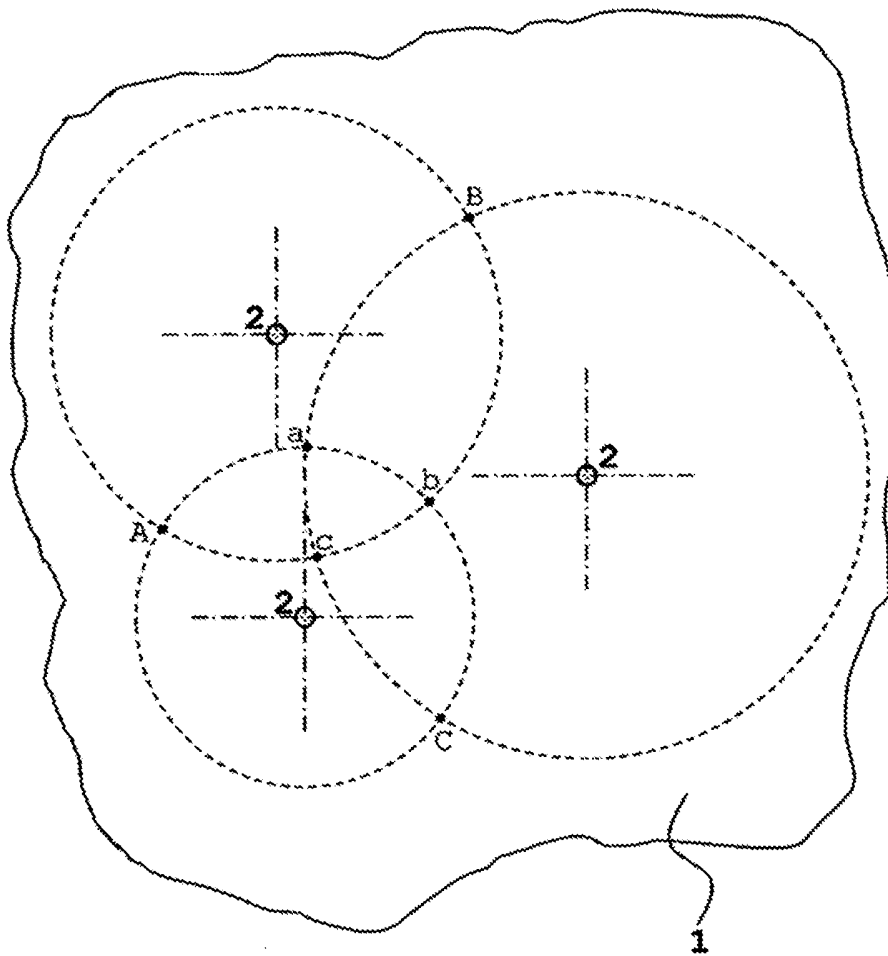


Fig. 3

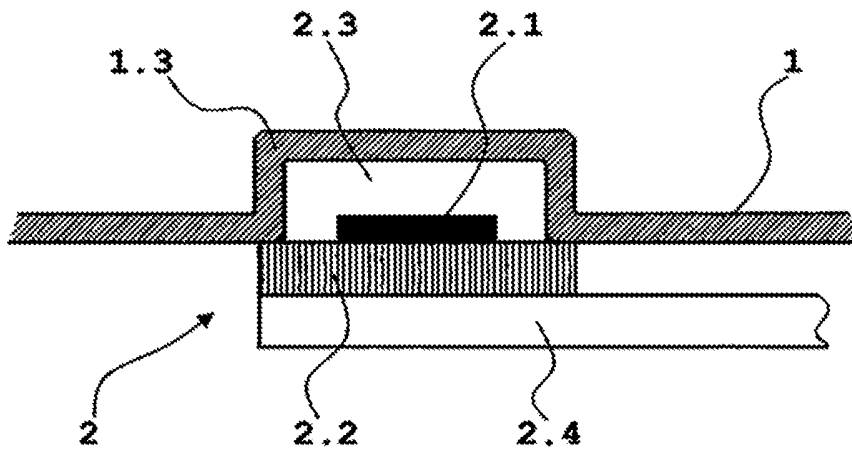


Fig. 4

