



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 063 323 A1** 2010.07.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 063 323.2**

(22) Anmeldetag: **30.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **08.07.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01T 1/29** (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
**Danzer, Ludwig, 90530 Wendelstein, DE; Wrege,
 Jan, Dr., 91056 Erlangen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

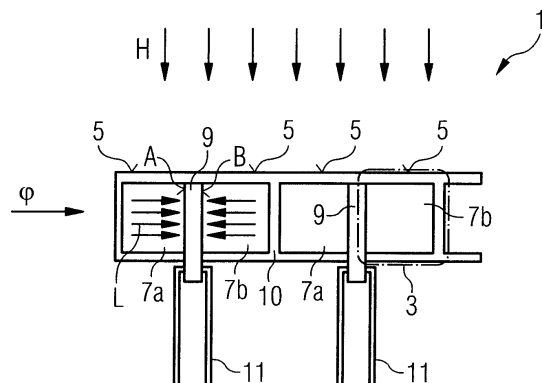
US 61 14 703 A
WO 2006/1 14 715 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Strahlungsdetektor, Lichtdetektoranordnung, Herstellungsverfahren und bildgebendes System**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Strahlungsdetektor (1), umfassend mehrere nebeneinander angeordnete Strahlungsdetektormodule (3) mit jeweils einem Szintillationselement (7a, 7b) mit einer quer zu einer Hauptrichtung (H) einer Strahlung ausgerichteten Strahlungseintrittsfläche (5), und quer zu den Strahlungseintrittsflächen (5) der Szintillationselemente (7a, 7b) angeordnete Lichtdetektoranordnungen (9). Dabei ist zwischen zwei Szintillationselementen (7a, 7b) eine Lichtdetektoranordnung (9) angeordnet, die zwei voneinander weg weisende Lichteintrittsflächen (A, B) aufweist, von denen eine einem ersten Szintillationselement (7a) und eine einem zweiten Szintillationselement (7b) zugeordnet ist. Außerdem betrifft die Erfindung eine Lichtdetektoranordnung (9), ein Herstellungsverfahren für einen erfindungsgemäßen Strahlungsdetektor (1) und ein bildgebendes System.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Strahlungsdetektor, umfassend mehrere nebeneinander angeordnete Strahlungsdetektormodule mit jeweils einem Szintillationselement mit einer quer zu einer Hauptrichtung einer Strahlung ausgerichteten Strahlungseintrittsfläche und quer zu den Strahlungseintrittsflächen der Szintillationselemente angeordnete Lichtdetektoranordnungen. Außerdem betrifft sie eine Lichtdetektoranordnung für einen solchen Strahlungsdetektor, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Strahlungsdetektors und ein bildgebendes System, insbesondere einen Computertomographen.

[0002] Strahlungsdetektoren für Computertomographen bestehen üblicherweise aus Reihen oder Matrizen von nebeneinander angeordneten sogenannten Pixeln, also einzelnen Strahlungsdetektormodulen, die eintreffende (Röntgen-)Strahlung direkt oder indirekt in elektrische Signale wandeln, aus denen in der Folge Projektionsbilder abgeleitet werden können, die für eine Bildrekonstruktion eines abzubildenden Untersuchungsobjekts weiterverarbeitbar sind.

[0003] Bei der indirekten Wandlung der eintreffenden Strahlung bedient man sich sogenannter Szintillationselemente, die die Strahlung zunächst in Licht – meist im sichtbaren Lichtwellenbereich – wandeln. Die Szintillationselemente sind voneinander durch sogenannte Septen getrennt, in denen lichtreflektierendes Material eingebracht ist, um die in den einzelnen Elementen generierten Lichtimpulse nicht in benachbarte Pixel übertreten zu lassen. Ebenso ist die Strahlungseintrittsfläche zum Inneren der Szintillationselemente hin reflektierend ausgebildet. Eine Lichtdetektoranordnung, beispielsweise in Form einer Fotodiode, wandelt das Licht dann in elektrische Signale.

[0004] Bisher wurden die Lichtdetektoranordnungen unterhalb der Szintillationselemente angebracht, d. h. ihre Lichteintrittsfläche lag parallel zur Strahlungseintrittsfläche der Szintillationselemente. Auf der der Strahlungseintrittsfläche entgegengesetzten Seite der Lichtdetektoranordnungen wurde dann die Elektronik angebracht, die der weiteren Signalverarbeitung diente, insbesondere Wandler Elemente für die elektrischen Signale.

[0005] Seit geraumer Zeit besteht die Tendenz zur Verkleinerung der Pixel in z- und ϕ -Richtung, also in den Richtungen, die näherungsweise eine Ebene bilden, die im Wesentlichen senkrecht zur Hauptrichtung der zu detektierenden Strahlung ausgerichtet ist. Als Hauptrichtung der zu detektierenden Strahlung wird dabei im Folgenden die Strahlungsausbreitungsrichtung angesehen, in der der wesentliche Teil der zu detektierenden Strahlung auf den Strahlungs-

detektor trifft und welche beispielsweise durch einen dem Detektor vorgeschalteten Kollimator oder dergleichen definiert werden kann. Meist wird dabei dafür gesorgt, dass die zu detektierende Strahlung im Wesentlichen senkrecht auf die Strahlungseintrittsfläche trifft, d. h. dass die Hauptrichtung senkrecht auf der Strahlungseintrittsfläche steht. Im Wesentlichen senkrecht ist hierbei jeweils so zu verstehen, dass die jeweiligen Richtungen abgesehen von bestimmten Toleranzen senkrecht aufeinander stehen.

[0006] Durch die Verkleinerung von Pixeln lässt sich sowohl eine höhere zeitliche als auch örtliche Auflösung von Strahlungsdetektoren erzielen. Allerdings wurde damit bei der oben beschriebenen Anordnung von Strahlungsdetektormodulen mit Szintillationselementen und unterseitig angebrachten Lichtdetektoranordnungen automatisch auch die Detektionsfläche der Lichtdetektoranordnungen verkleinert, was zu dem unerwünschten Effekt führt, dass bei zunehmender Miniaturisierung die Anzahl der erzeugten Lichtquanten geringer und die Lichtsammlung immer ineffizienter wird. Im Endeffekt werden die Messsignale in ihrer Stärke reduziert, so dass Störeffekte wie ein stärker bemerkbares Rauschen in den Vordergrund treten.

[0007] Einen Ausweg aus diesem Problem weisen die WO 2006/114715 A2 und WO 2006/114716 A2. Dort sind die Lichtdetektoranordnungen jeweils nicht unterseitig der Szintillationselemente, sondern seitlich zwischen den Szintillationselementen. Da die Pixelhöhen im Gegensatz zu den Ausdehnungen parallel zur Detektoroberfläche nur geringfügig variiert werden können, bleibt bei einem solchen seitlichen Auslesen der Lichtsignale auch bei verkleinerten Pixeln eine für die Lichtsammeleffizienz ausreichende Größe der Lichtdetektoranordnungen erhalten.

[0008] Ein weiteres Problem bei der Miniaturisierung der Szintillator-Pixel besteht jedoch darin, dass die dadurch erzielte Pixelmenge pro Flächeneinheit bzw. pro Detektorlängeneinheit, also die sogenannte Pixeldichte, die Signalverarbeitung verkompliziert. Schon heute stößt man an die technischen Grenzen der herstellbaren Leiterbahndichten. Dieses Problem wird bei einer seitlichen Anordnung der Lichtdetektoranordnungen eher noch verstärkt, da nun die Elektronik, die früher auf der Unterseite der Lichtdetektoranordnungen Raum fand, nun nicht mehr ausreichend Platz findet.

[0009] Ausgehend von der hier dargestellten Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, für einen Detektoraufbau mit zwischen Szintillationselementen angebrachten Lichtdetektoranordnungen eine Möglichkeit der besseren Platzausnutzung bereitzustellen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch einen Strahlungs-

detektor gemäß Anspruch 1, eine Lichtdetektoranordnung gemäß Anspruch 6, ein Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 7 und ein bildgebendes System gemäß Anspruch 9 gelöst.

[0011] Bei einem Strahlungsdetektor der eingangs genannten Art ist demgemäß zwischen zwei Szintillationselementen eine Lichtdetektoranordnung angeordnet, die zwei voneinander weg weisende Lichteintrittsflächen aufweist, von denen eine einem ersten Szintillationselement und eine einem zweiten Szintillationselement zugeordnet ist.

[0012] Zwischen jeweils einem ersten und einem zweiten Szintillationselement liegt also eine gemeinsame Lichtdetektoranordnung, deren Lichteintrittsflächen jeweils in Richtung eines der beiden Szintillationselemente weisen, so dass sie entgegengesetzt ausgerichtet sind. Die Lichtdetektoranordnung liegt in einer Septe zwischen den Szintillationselementen. Dies führt zu einer deutlichen Vereinfachung des Aufbaus des Strahlungsdetektors, da nun nurmehr in jeder zweiten Septe eine Lichtdetektoranordnung eingebracht wird, die sowohl Lichtsignale aus dem ersten als auch aus dem zweiten Szintillationselement in Spannungsimpulse wandelt. Die jeweils andere Septe, die ein Szintillationselement in gleicher Anordnungsrichtung begrenzt wie die von der Lichtdetektoranordnung gefüllte Septe weist also keine Lichtdetektoranordnung auf. Neben der Materialeinsparung ergibt sich vor allem eine Vereinfachung des Aufbaus in Bezug auf die Platzfordernden der Lichtdetektoranordnungen und der damit verbundenen weiterführenden Leitungen, die nunmehr ebenfalls nur noch von jeder zweiten Septe weg führen.

[0013] Eine erfindungsgemäße Lichtdetektoranordnung der eingangs genannten Art weist entsprechend zwei voneinander weg weisende Lichteintrittsflächen auf, von denen eine einem ersten Szintillationselement und eine einem zweiten Szintillationselement des Strahlungsdetektors zugeordnet werden kann. Die Lichtdetektoranordnung kann also als separates Bauteil bereitgestellt werden.

[0014] Ein solches Bauteil kann in einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Strahlungsdetektors verwendet werden, das mindestens folgende Schritte aufweist:

- a) Bereitstellung eines Detektor-Rohlings mit einer Anzahl von nebeneinander angeordneten Szintillationselementen mit einer quer zu einer Haupttrichtung einer Strahlung ausgerichteten Strahlungseintrittsfläche,
- b) Bereitstellung von Lichtdetektoranordnungen, die zwei voneinander weg weisende Lichteintrittsflächen aufweisen,
- c) Applizieren der Lichtdetektoranordnungen zwischen den Szintillationselementen derart, dass eine Lichteintrittsfläche einem ersten Szintillati-

onselement und eine andere Lichteintrittsfläche einem zweiten Szintillationselement zugeordnet wird, wobei die Lichteintrittsflächen der Lichtdetektoranordnungen quer zu den Strahlungseintrittsflächen der Szintillationselemente angeordnet werden.

[0015] Es wird also eine erfindungsgemäße Lichtdetektoranordnung verwendet, die in die Zwischenräume, d. h. die Septen eines Detektor-Rohlings eingebracht wird. Als Detektor-Rohling wird dabei ein noch nicht fertig assemblierte Strahlungsdetektor definiert, der jedoch bereits voneinander separierte Szintillationselemente aufweist, zwischen die die Lichtdetektoranordnung eingebracht werden kann.

[0016] Auch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren ist deutlich vereinfacht im Vergleich zum oben genannten Stand der Technik, muss doch nunmehr lediglich in jede zweite Septe eine Lichtdetektoranordnung eingebracht werden.

[0017] Zuletzt umfasst die Erfindung ein bildgebendes System mit einem erfindungsgemäßen Strahlungsdetektor bzw. einer erfindungsgemäßen Lichtdetektoranordnung.

[0018] Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung. Dabei können der Strahlungsdetektor und die Lichtdetektoranordnung sowie das Herstellungsverfahren und das bildgebende System auch jeweils entsprechend den abhängigen Ansprüchen der anderen Anspruchskategorien weitergebildet sein.

[0019] Die Lichtdetektoranordnung kann als ein Bauelement ausgebildet sein, das Lichtimpulse aus beiden Szintillationselementen in ein und demselben Funktionsbereich in Spannungsimpulse wandelt. Bevorzugt umfasst die Lichtdetektoranordnung aber zwei voneinander unabhängig betreibbare Lichtdetektoreinheiten, die je eine der Lichteintrittsflächen bilden. Diese Lichtdetektoreinheiten weisen dann besonders bevorzugt je eigene Anschlusskontakte auf, so dass sie als vollkommen autarke Einheiten fungieren, die lediglich durch ihre gemeinsame Assemblierung innerhalb der Lichtdetektoranordnung miteinander in Zusammenhang stehen. Eine Lichtdetektoreinheit kann wiederum mehrere voneinander unabhängige Teileinheiten aufweisen.

[0020] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform besteht dann darin, dass die Lichtdetektoranordnung zwei rücklings zusammengefügte, vorzugsweise miteinander verklebte oder polymer- oder fusionsgebundene, Lichtdetektoreinheiten umfasst.

[0021] Die voneinander unabhängig betreibbaren

Lichtdetektoreinheiten werden also zunächst als Einzelkomponenten gefertigt und dann mittels möglichst schonender Methoden Rücken an Rücken zusammengefügt. Ein Zusammenfügen ist dabei auch dadurch möglich, dass eine erste Lichtdetektoreinheit auf einem Substrat bereitgestellt wird, auf das dann rückseitig die zweite Lichtdetektoreinheit, beispielsweise durch Beschichten mit lichtsensitivem Material, aufgebaut wird.

[0022] Die oben zitierten Schriften zum Stand der Technik sehen einen Aufbau der Strahlungsdetektormodule aus zwei in Hauptrichtung der Strahlung übereinander angeordneten Szintillationselementen vor. Mit anderen Worten besteht das entsprechende Strahlungsdetektormodul aus einem doppellagigen Szintillationselement. Eine solche Ausführung ist auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich. Besonders vorteilhaft, weil beispielsweise deutlich einfacher im Aufbau ist es hingegen, wenn die Szintillationselemente aus einer in sich homogenen Szintillationsschicht ausgebildet sind. Hierdurch können insbesondere Signalleitungen und ggf. Schaltungen eingespart werden.

[0023] Außerdem sind gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung die Lichtdetektoranordnung und/oder die Lichtdetektoreinheiten auf einem (gemeinsamen) Träger angeordnet. Der Träger kann flexibel sein, bevorzugt ist er jedoch aus starrem Material – beispielsweise als eine gemeinsame Platine – ausgebildet, denn hierdurch kann er einfacher in die Septen zwischen den einzelnen Szintillationselementen eingeführt werden.

[0024] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung besteht dann darin, dass die Lichtdetektoranordnung auf dem Träger gemeinsam mit mindestens einer Wandlereinrichtung angeordnet ist.

[0025] Bei der Wandlereinrichtung handelt es sich bevorzugt mindestens um einen Analog/Digitalwandler, ggf. auch in Verbindung mit weiteren Signalwandlungs- und/oder -schaltungselementen wie beispielsweise Multiplexern. Durch die Anordnung der Lichtdetektoranordnung und der Wandlereinrichtung auf einem gemeinsamen Träger kann insbesondere weiterer Platz auf der Unterseite (d. h. der der Strahlungseintrittsfläche entgegengesetzten Seite) des Strahlungsdetektors eingespart werden. Insbesondere werden aufwändige und mechanisch wie signaltechnisch störanfällige Leitungsführungen überflüssig. Die Lösung ist also einerseits besonders raumsparend und bietet außerdem den Vorteil, dass einander zugeordnete Elektronik-Elemente direkt miteinander koppelbar sind. Im Speziellen ist es so möglich, ohne zusätzliche Kabel-Verbindungen eine elektrische Verbindung mit definiertem Abstand (der bevorzugt gleich null ist) zwischen den einzelnen Elementen herzustellen. Diese komplette Vermeidbar-

keit von Leitungskabeln führt außerdem dazu, dass die Eingangskapazität der Analog/Digitalwandler erheblich reduziert wird und so auch die Rauscheigenschaften bei der Messung bedeutend verbessert werden.

[0026] Besonders bevorzugt erstreckt sich der Träger im Wesentlichen in einer Ebene, die parallel zur Hauptrichtung der zu detektierenden Strahlung ausgerichtet ist. Mit anderen Worten handelt es sich bei dem Träger um ein im Wesentlichen planes Bauelement, dessen Ausrichtung durch die Strahlungs-Hauptrichtung definiert ist bzw. durch die vorzugsweise parallel zur Strahlungs-Hauptrichtung angeordneten Septen zwischen den Szintillationselementen. Die plane Ausrichtung hat den Vorteil, dass jeder Träger in und ggf. in Fortführung einer Septe liegt und so im Wesentlichen senkrecht zur Rückseite (d. h. der Strahlungseintrittsfläche entgegengesetzten Seite) der Szintillationselemente absteht. Er ist dadurch einfach zu erkennen und zu kontaktieren; auch von der Rückseite des Strahlungsdetektors aus ist seine Strukturierung klar erkennbar, und einzelne Elemente – beispielsweise die einzelnen Träger – sind einfach zugänglich und ggf. auch austauschbar.

[0027] Ein besonderer Vorteil ergibt sich weiterhin, wenn die Wandlereinrichtung in auf einer von der Strahlungseintrittsfläche weg weisenden Seite des Szintillationselements angeordnet ist. Die Wandlereinrichtung ist also im Rückseitenbereich des Strahlungsdetektors angebracht und stellt räumlich eine Fortführung der Lichtdetektoranordnung dar. Die Wandlereinrichtung auf dem Träger ragt dabei über die hintere Begrenzung des Szintillationselements hinaus, wodurch sie leicht an weiterführende Leitungen anschließbar ist und gleichzeitig einen Raum nutzt, der aufgrund des Verbaus der Lichtdetektoranordnung zwischen die Szintillationselemente nicht mehr anderweitig genutzt wird.

[0028] Ein erfindungsgemäßes bildgebendes System ist vorzugsweise so ausgebildet, dass sich der Strahlungsdetektor entlang einer um eine Rotations-symmetrieachse umlaufende Kreis- oder Teilkreisbahn erstreckt. Es handelt sich dabei bevorzugt um einen Computertomographen bzw. ein PET-(Positronen-Emissions-Tomographie-) bzw. ein SPECT-(Single Proton Emission Computertomographie-)System.

[0029] Dabei ist eine Reihe von Lichtdetektoranordnungen des Strahlungsdetektors bevorzugt auf einem in einer Richtung parallel zur Rotations-symmetrieachse strukturierten Lichtdetektor-Riegel angeordnet. Diese Richtung, die im Allgemeinen als z-Richtung oder Einschubrichtung von Untersuchungsobjekten in das bildgebende System bezeichnet wird, definiert die sogenannte Detektorbreite, d. h. die Abdeckung eines Untersuchungsobjekts durch den Detektor während eines Rotationsumlaufs bei konstan-

ter Lage des Untersuchungsobjekts in Relation zur Rotationsebene des Detektors. Entlang dieser Breite kann ein Lichtdetektor-Riegel so strukturiert werden, dass aus ihm mehrere Lichtdetektoranordnungen gebildet werden, die Einzelpixel, d. h. einzelne Strahlungsdetektormodule abdecken. Die Lichtdetektor-Riegel weist vorzugsweise eine Erstreckung über die gesamte Detektorbreite auf. Entsprechend wird bevorzugt, dass die Ebenen von bevorzugt allen Lichtdetektoranordnungen des Strahlungsdetektors in eben Richtung der Detektorbreite, d. h. parallel zur Rotationssymmetrieachse ausgerichtet sind.

[0030] Ein erfindungsgemäßes bildgebendes System zeichnet sich vorzugsweise dadurch aus, dass in Richtung parallel zur Rotationssymmetrieachse und/oder in Winkelrichtung des Strahlungsdetektors eine Lichtdetektoranordnung zwischen jedem zweiten Szintillationselement angeordnet ist. Sie nutzt damit das durch die Erfindung realisierte Einsparungspotenzial in vollem Umfang. Besonders vorteilhaft ist es, wenn in einer Anordnungsrichtung der Lichtdetektoranordnungen befindliche äußerste Szintillationselemente eine Reihung von Szintillationselementen und Lichtdetektoranordnungen abschließen. Dies bedeutet, dass der Strahlungsdetektor an seinen seitlichen Außengrenzen in Richtung parallel zur Rotationssymmetrieachse und in Rotationsrichtung jeweils mit einem Szintillationselement abschließt, während die diesem Szintillationselement zugeordnete Lichtdetektoranordnung zwischen diesem und einem anderen Szintillationselement liegt. Hierdurch ist der räumliche und materialmäßige Einsparungseffekt im Rahmen der Erfindung optimal ausgeschöpft, und zudem sind die Lichtdetektoranordnungen alle beidseitig durch Szintillationselemente vor Außeneinwirkungen geschützt.

[0031] Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Dabei sind in den verschiedenen Figuren gleiche Komponenten mit identischen Bezugsziffern versehen. Es zeigen:

[0032] [Fig. 1](#) eine seitliche Schnittansicht durch ein Ausführungsbeispiel eines Teils eines erfindungsgemäßen Strahlungsdetektors,

[0033] [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht des Teils des Strahlungsdetektors aus [Fig. 1](#),

[0034] [Fig. 3](#) eine Seitenansicht auf eine erfindungsgemäße Einzel-Lichtdetektoranordnung,

[0035] [Fig. 4](#) eine Seitenansicht auf einen Lichtdetektor-Riegel mit einem flexiblen Trägersubstrat gemäß einer ersten Ausgestaltungsform,

[0036] [Fig. 5](#) eine Seitenansicht auf einen Lichtde-

tektor-Riegel mit einem flexiblen Trägersubstrat gemäß einer zweiten Ausgestaltungsform.

[0037] [Fig. 1](#) zeigt einen Teil eines Strahlungsdetektors **1** zur Detektion von Röntgenstrahlung im Rahmen eines Computertomographen. Er weist mehrere Strahlungsdetektormodule **3** mit Szintillationselementen **7a**, **7b** und Lichtdetektoranordnungen **9** auf. Die Strahlungsdetektormodule **3** weisen auf ihrer Oberseite, die gegen die Hauptrichtung H der Röntgenstrahlung weist, Strahlungseintrittsflächen **5** auf, durch die die Röntgenstrahlung in die Szintillationselemente **7a**, **7b** eintritt. Die Szintillationselemente **7a**, **7b** sind voneinander jeweils durch Septen **10** getrennt. Die Lichtdetektoranordnungen **9** sind dabei in Winkelrichtung φ des Strahlungsdetektors im Computertomographen nur jeder zweiten Septe **10** zugeordnet. Sie weisen nämlich zwei voneinander wegweisende Lichteintrittsflächen A, B auf, die jeweils einem Szintillationselement **7a** oder **7b** zugeordnet sind. In der Figur nicht dargestellt sind Kollimatorbleche zu Filterung von Streustrahlung, die üblicherweise bei derartigen Detektoren auf den Septen **10** senkrecht von den Strahlungseintrittsflächen **5** abstehen, d. h. entgegen der Hauptrichtung H der Röntgenstrahlung ausgerichtet sind.

[0038] Die in Hauptrichtung H der Röntgenstrahlung in den Szintillationselementen **7a**, **7b** eintreffende Röntgenstrahlung wird dort in Lichtstrahlung L – üblicherweise im sichtbaren Lichtwellenbereich – gewandelt. Durch Reflexion an den Septen, den Strahlungseintrittsflächen **5** und den den Strahlungseintrittsflächen gegenüberliegenden Unterseiten der Szintillationselementen **7a**, **7b** wird die Lichtstrahlung jeweils in Richtung der Lichteintrittsflächen A, B der Lichtdetektoranordnungen **9** geführt, wo aus den Lichtimpulsen Spannungssignale abgeleitet werden. Diese Signale werden über Leitungen auf einem Träger **11** an Weiterverarbeitungseinheiten weitergeleitet.

[0039] [Fig. 2](#) zeigt denselben Teil des Strahlungsdetektors **1** in perspektivischer Ansicht. Es ist zu erkennen, dass er sich auch in der Richtung z über mehrere Strahlungsdetektormodule **3** erstreckt. Diese Richtung z ist im Computertomographen die Einschubrichtung eines Untersuchungsobjekts, so dass die Anzahl der in dieser Richtung angeordneten Strahlungsdetektormodule **3** die Detektorbreite definiert. Erkennbar ist in [Fig. 2](#) insbesondere, dass sich der Träger **11** über die gesamte Detektorbreite erstreckt.

[0040] Mit Hilfe dieses hier beispielhaft dargestellten Aufbaus ist es im Vergleich zum Stand der Technik möglich, nur jede zweite Septe in Winkelrichtung **9**, d. h. der Anordnungsrichtung der Lichtdetektoranordnungen **9** mit einer solchen Lichtdetektoranordnung **9** zu versehen, während die jeweils dazwischen liegende Septe keine Lichtdetektoranordnung **9** mehr

aufweisen muss. Somit kann die Hälfte an Lichtdetektoranordnungen, die beim Stand der Technik benötigt wird, und insbesondere der dafür benötigte Raum eingespart werden.

[0041] Die Darstellung in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist rein schematisch zu verstehen. Weder ist sie (wie die folgenden Figuren auch) maßstäblich, noch ist darin berücksichtigt, dass der Strahlungsdetektor **1** in der Regel in der Winkelrichtung φ gekrümmt ausgebildet ist. Diese Darstellungsform dient der Vereinfachung der Darstellung der Sachverhalte.

[0042] Eine bevorzugte Ausführungsform einer Lichtdetektoranordnung **9** ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Sie weist zwei Kontakte **19** auf, über die die durch sie generierten Signale abgegriffen werden können. Diese Lichtdetektoranordnung **9** ist in Form einer Einzel-Anordnung ausgebildet, d. h. sie steht in keinem größeren Gesamtverbund und ist insbesondere nicht in sich strukturiert. Sie eignet sich insbesondere für die Anwendung in reihenförmigen Strahlungsdetektoren, die in Richtung z nur ein einzelnes Strahlungsdetektormodul aufweisen und aus Strahlungsdetektormodulen bestehen, die in Richtung φ nebeneinander angeordnet sind.

[0043] [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen beide einen Lichtdetektor-Riegel **17**, der durch Strukturierung in z -Richtung in einzelne Segmente **13** unterteilt ist (hier durch strichlierte Linien angedeutet), die die eine Seite einer Lichtdetektoranordnung **9** bilden. Der Lichtdetektor-Riegel **17** weist für jedes durch die Strukturierung gebildete Segment **13** einen Kontaktbereich **15** auf, an dem die Signale dieses Segments **13** abgegriffen werden können. Die Strukturierung des Lichtdetektor-Riegels **17** in Segmente **13** hat den besonderen Vorteil, dass über die gesamte Detektorbreite des Strahlungsdetektors **1** nur eine ganzstückige Einheit in die Septen eingebracht werden muss.

[0044] In [Fig. 4](#) wird der Lichtdetektor-Riegel **17** an seinen Kontaktbereichen **15** mit Leiterbahnen **23** kontaktiert, die auf einem flexiblen Träger **11** fixiert, beispielsweise aufgedruckt oder aus einer flexiblen Folienplatine herausgeätzt sind. Diese Leiterbahnen führen alle zu einem Verbindungselement **25**, das beispielsweise als Stecker ausgebildet sein kann, jedoch auch als Lötanbindung oder Anbindung mit Hilfe von elektrisch leitfähigem Klebstoff.

[0045] Durch die Weiterleitung der Signale von den Kontaktbereichen **15** über die auf dem gemeinsamen Träger **11** angeordneten Leiterbahnen **23** sind diese Leiterbahnen **23** räumlich einem bestimmten Bereich zugeordnet, wodurch die Leitungsführung erheblich erleichtert wird. Zudem kann der Träger **11** gleichzeitig als Träger für die Lichtanordnungen **9** dienen, der lediglich auf der Unterseite des Strahlungsdetektors **1** noch weitergeführt wird.

[0046] In [Fig. 5](#) ist dieselbe Anordnung wie in [Fig. 4](#) dargestellt, hier jedoch mit einem Bauelement **27**, das auf dem Träger **11** angebracht ist. Hiermit kann in unmittelbarer Nähe der Lichtdetektoranordnungen **9** bereits eine erste Signalverarbeitung durchgeführt werden, insbesondere eine Analog/Digitalwandlung der empfangenen Signale. Das Bauelement **27** umfasst daher bevorzugt einen Analog/Digital-Wandler.

[0047] Zu den Darstellungen der [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) ist anzumerken, dass der dargestellte Lichtdetektor-Riegel **17** bzw. die Einzel-Lichtdetektoranordnung **9** aus [Fig. 3](#) nur eine der beiden Lichteintrittsflächen A oder B in Draufsicht zeigen. Dies bedeutet, dass auf der dem Betrachter abgewandten Seite des Lichtdetektor-Riegels **17** bzw. der Einzel-Lichtdetektoranordnung **9** eine analog ausgebildete zweite Lichteintrittsfläche vorhanden ist.

[0048] Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei dem vorhergehend detailliert beschriebenen Verfahren sowie bei der dargestellten Vorrichtung lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in verschiedenster Weise modifiziert werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Weiterhin schließt die Verwendung der unbestimmten Artikel „ein“ bzw. „eine“ nicht aus, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2006/114715 A2 [\[0007\]](#)
- WO 2006/114716 A2 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Strahlungsdetektor (1), umfassend mehrere nebeneinander angeordnete Strahlungsdetektormodule (3) mit jeweils einem Szintillationselement (7a, 7b) mit einer quer zu einer Hauptrichtung (H) einer Strahlung ausgerichteten Strahlungseintrittsfläche (5), und quer zu den Strahlungseintrittsflächen (5) der Szintillationselemente (7a, 7b) angeordnete Lichtdetektoranordnungen (9), wobei zwischen zwei Szintillationselementen (7a, 7b) eine Lichtdetektoranordnung (9) angeordnet ist, die zwei voneinander wegweisende Lichteintrittsflächen (A, B) aufweist, von denen eine einem ersten Szintillationselement (7a) und eine einem zweiten Szintillationselement (7b) zugeordnet ist.

2. Strahlungsdetektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdetektoranordnung (9) zwei voneinander unabhängig betreibbare Lichtdetektoreinheiten umfasst, die je eine der Lichteintrittsflächen (A, B) bilden.

3. Strahlungsdetektor gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdetektoranordnung (9) zwei zusammengefügte, vorzugsweise miteinander verklebte oder polymer- oder fusionsgebundene, Lichtdetektoreinheiten umfasst.

4. Strahlungsdetektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Szintillationselemente (7a, 7b) aus einer in sich homogenen Szintillationsschicht ausgebildet sind.

5. Strahlungsdetektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdetektoranordnung (9) und/oder die Lichtdetektoreinheiten auf einem Träger (11) angeordnet ist bzw. sind.

6. Lichtdetektoranordnung (9) für einen Strahlungsdetektor (1), wobei die Lichtdetektoranordnung (9) zwei voneinander wegweisende Lichteintrittsflächen (A, B) aufweist, von denen eine einem ersten Szintillationselement (7a) und eine einem zweiten Szintillationselement (7b) des Strahlungsdetektors (1) zugeordnet werden kann.

7. Verfahren zur Herstellung eines Strahlungsdetektors (1), aufweisend mindestens folgende Schritte:
 a) Bereitstellung eines Detektor-Rohlings mit einer Anzahl von nebeneinander angeordneten Szintillationselementen (7a, 7b) mit einer quer zu einer Hauptrichtung (H) einer Strahlung ausgerichteten Strahlungseintrittsfläche (5),
 b) Bereitstellung von Lichtdetektoranordnungen (9), die zwei voneinander wegweisende Lichteintrittsflächen (A, B) aufweisen,
 c) Applizieren der Lichtdetektoranordnungen (9) zwi-

schen den Szintillationselementen (7a, 7b) derart, dass eine Lichteintrittsfläche (A) einem ersten Szintillationselement (7a) und eine andere Lichteintrittsfläche (B) einem zweiten Szintillationselement (7b) zugeordnet wird, wobei die Lichteintrittsflächen (A, B) der Lichtdetektoranordnungen (9) quer zu den Strahlungseintrittsflächen (5) der Szintillationselemente (7a, 7b) angeordnet werden.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdetektoranordnungen (9) durch Zusammenfügen zweier voneinander unabhängig betreibbarer Lichtdetektoreinheiten gebildet werden.

9. Bildgebendes System mit einem Strahlungsdetektor (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5.

10. Bildgebendes System gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Strahlungsdetektor (1) entlang einer um eine Rotationssymmetrieachse umlaufende Kreis- oder Teilkreisbahn erstreckt.

11. Bildgebendes System gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reihe von Lichtdetektoranordnungen (9) des Strahlungsdetektors (1) auf einem in einer Richtung (z) parallel zur Rotationssymmetrieachse strukturierten Lichtdetektor-Riegel (17) angeordnet ist.

12. Bildgebendes System gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Ebenen von Lichtdetektoranordnungen (9) des Strahlungsdetektors (1) in einer Richtung (z) parallel zur Rotationssymmetrieachse ausgerichtet sind.

13. Bildgebendes System gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in Richtung (z) parallel zur Rotationssymmetrieachse und/oder in Winkelrichtung (φ) des Strahlungsdetektors (1) eine Lichtdetektoranordnung (9) zwischen jedem zweiten Szintillationselement (7a, 7b) angeordnet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG 1

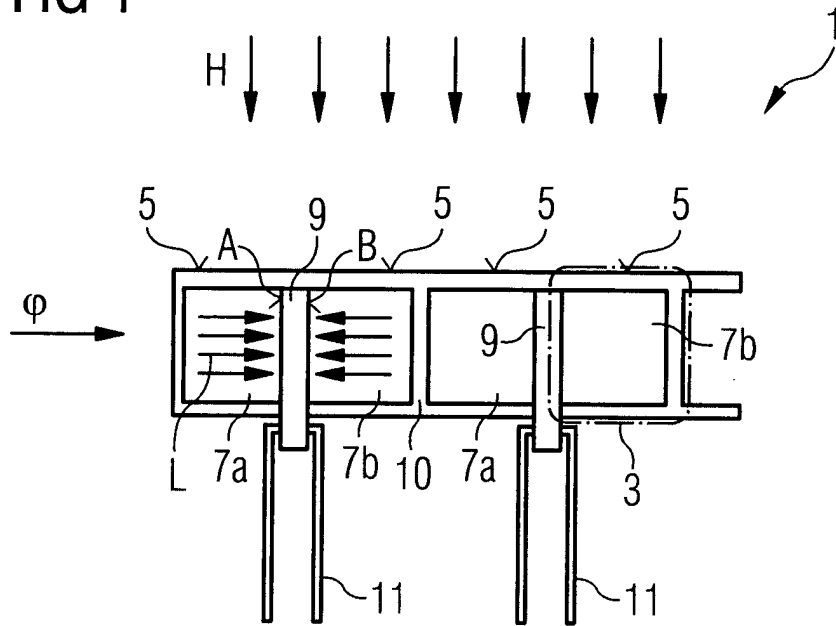


FIG 2

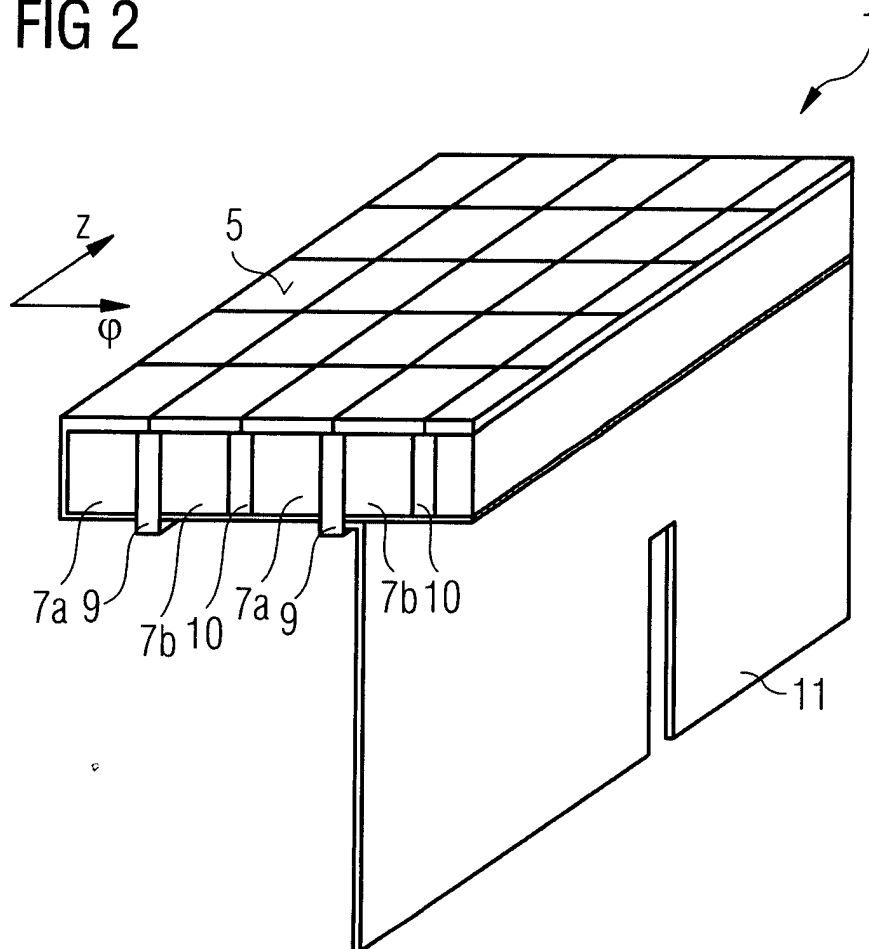


FIG 3

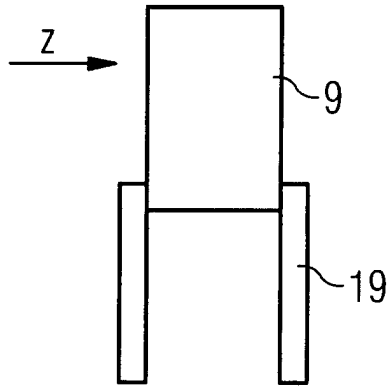


FIG 4

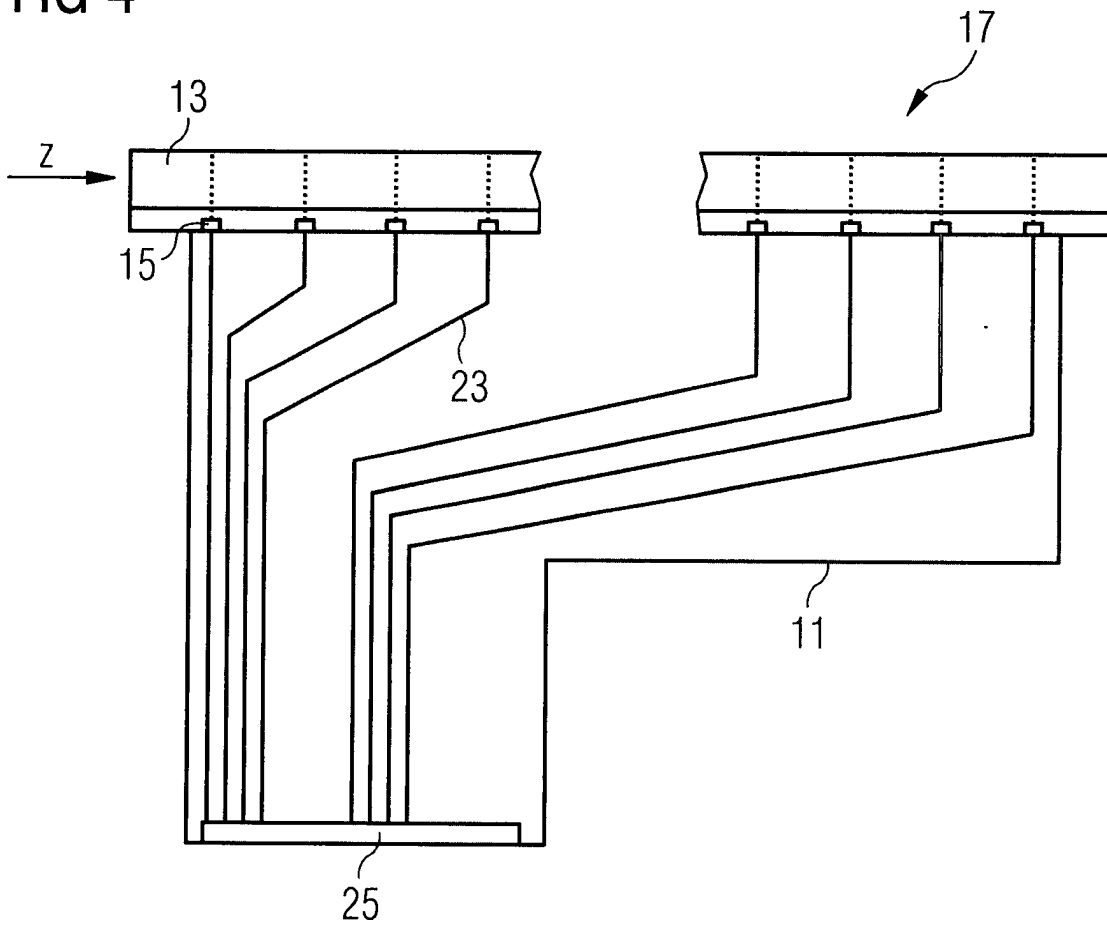


FIG 5

