



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 100 43 474 B4 2007.08.09**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 43 474.6**  
 (22) Anmeldetag: **04.09.2000**  
 (43) Offenlegungstag: **28.03.2002**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **09.08.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01N 23/04 (2006.01)**  
**H04N 1/04 (2006.01)**  
**G03B 42/02 (2006.01)**  
**G01T 1/29 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

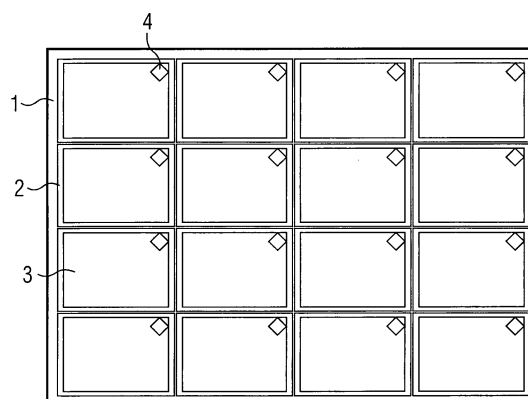
(72) Erfinder:  
**Anton, Gisela, Prof., Dr., 91052 Erlangen, DE;**  
**Beulertz, Werner, Dr., 91058 Erlangen, DE;**  
**Giersch, Jürgen, Dipl.-Ing. (FH), 91320**  
**Ebermannstadt, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 195 12 819 A1**  
**DE 38 11 837 A1**  
**DE 34 28 325 A1**  
**US 60 38 282**  
**US 58 47 398**

(54) Bezeichnung: **Detektor zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung**

(57) Hauptanspruch: Detektor zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung, aufweisend:

- mehrere Detektoreinheiten (2), die eine Nachweisfläche (1) bilden, zum Detektieren der einfallenden Strahlung und zur Abgabe entsprechender Bildinformationen, wobei die Detektoreinheiten (2) jeweils eine aus systematisch angeordneten Pixel bestehende hochauflösende Nachweisfläche (3) aufweisen;
- eine Verarbeitungseinrichtung (10) zum Verarbeiten der von den Detektoreinheiten (2) abgegebenen Bildinformationen,
- eine Verschiebeeinrichtung (9) zum Verschieben der durch die Detektoreinheiten (2) gebildeten Nachweisfläche (1),
- mindestens ein relativ zur Verschiebung der von den Detektoreinheiten (2) gebildeten Nachweisfläche (1) ortsfestes Element (4), das von mindestens einer Detektoreinheit (2) im Rahmen der Detektion einfallender Strahlung nachweisbar ist, wobei die Verarbeitungseinrichtung (10) ein erstes Einzelbild vor Verschieben der durch die Detektoreinheiten (2) gebildeten Nachweisfläche (1) durch die Verschiebeeinrichtung (9) und ein zweites Einzelbild nach Verschieben der Nachweisfläche (1) durch die Verschiebeeinrichtung (9) aus von den Detektoreinheiten (2) ausgegebenen Bildinformationen erstellt, und daraufhin ein...



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Detektor zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung, der zum Detektieren der einfallenden Strahlung und zur Abgabe entsprechender Bildinformationen mehrere Detektoreinheiten, die zusammen eine Nachweisfläche bilden, aufweist.

**[0002]** In vielen Bereichen der Wissenschaft und des täglichen Lebens werden vielfältige Messungen mit Hilfe von Strahlung durchgeführt.

**[0003]** Dabei werden bevorzugt Strahlungsarten verwendet, die Körper zu durchdringen vermögen, da so Erkenntnisse über die Verteilung von Materie innerhalb des betrachteten Körpers gewonnen werden können.

**[0004]** So ist z.B. die Verwendung von Röntgenstrahlung zu Meßzwecken in der Werkstoffkunde, Flugsicherheit und Medizin weit verbreitet. Auch radioaktive Strahlung und Licht (elektromagnetische Strahlung) finden Verwendung.

**[0005]** Nachteilig an der Verwendung von Körper durchdringender Strahlung ist, daß diese ab einer bestimmten Intensität biologisches Gewebe zerstören kann. Deshalb ist es gerade in der Medizin erstrebenswert, die für eine Messung erforderliche Strahlendosis gering zu halten.

**[0006]** Üblicherweise macht man sich zum Nachweis von Strahlung zu nutze, daß diese fotografische Schichten schwärzt.

**[0007]** Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß die so gewonnenen Aufnahmen zum Nachweis der Strahlung erst chemisch entwickelt werden müssen und nicht sofort ausgewertet werden können. Außerdem sind so gewonnenen Aufnahmen nicht direkt der digitalen Verarbeitung zugänglich.

**[0008]** Ein weiterer Nachteil ist, daß die Auflösung und die Empfindlichkeit einer fotografischen Schicht zueinander ungefähr umgekehrt proportional sind: Eine höhere Empfindlichkeit hat i.d.R. eine geringere Auflösung zur Folge.

**[0009]** Zudem weisen photographische Schichten einen sehr kleinen Dynamikbereich auf, wodurch Fehlbelichtungen begünstigt werden und die Kontrasteigenschaften eingeschränkt sind.

**[0010]** Weiterhin wurden Nachweisverfahren für Strahlung in Form von elektronischen Detektoreinheiten entwickelt, die sich den Effekt zu Nutze machen, daß Strahlung in Materie Ladungen bzw. Ladungsänderungen erzeugen kann.

**[0011]** Die bekannten elektronischen Detektoreinheiten weisen üblicherweise eine hochauflösende Nachweisfläche von einigen  $\text{mm}^2$  bis zu einigen  $\text{cm}^2$  auf. Diese hochauflösenden Nachweisflächen setzen sich wiederum aus Pixeln, d.h. kleinen Halbleiterdetektoren, die die einzelnen Bildpunkte der hochauflösenden Nachweisfläche bilden, zusammen. Die Größe und Verteilung ("Dichte") dieser Pixel bestimmt die Auflösung der hochauflösenden Nachweisfläche. Üblicherweise liegen die Dimensionen eines Pixel in einem Bereich zwischen einigen  $10\mu\text{m}^2$  bis zu einigen  $1000\mu\text{m}^2$  Fläche.

**[0012]** Aus technischen Gründen ist die Zahl der dicht auf einer solchen hochauflösenden Nachweisfläche realisierbaren Pixel beschränkt, so daß bekannte hochauflösende Nachweisflächen in der Regel nur eine Fläche von bis zu einigen Quadratcentimetern aufweisen.

**[0013]** Geeignet sind derartige elektronische Detektoreinheiten für jede Art von Strahlung, die in Materie Ladung zu erzeugen vermag, wie z.B. Röntgenstrahlung, radioaktive Strahlung oder auch Licht (elektromagnetische Strahlung).

**[0014]** Vorteilhaft an von elektronischen Detektoreinheiten gebildeten Nachweisflächen ist zum einen, daß die gewonnenen Meßergebnisse sofort in digitalisierter Form zur Verfügung stehen.

**[0015]** Weiter läßt sich die für eine Messung benötigte Strahlungsdosis durch die Verwendung elektronischer Detektoreinheiten reduzieren, da diese eine sehr hohe Empfindlichkeit aufweisen und alle Mittel der elektronischen Signalverarbeitung (z.B. Verstärkung und Filterung) verwendet werden können.

**[0016]** Für bestimmte Anwendungen, wie z.B. die Röntgendiagnostik, werden großformatige Nachweisflächen von einigen  $100\text{cm}^2$  bis zu einigen  $1000\text{cm}^2$  benötigt, die gleichzeitig eine hohe Ortsauflösung aufweisen.

**[0017]** Derart große Nachweisflächen werden benötigt, da i.d.R. eine Aufnahme des zu vermessenden Objektes im Maßstab 1:1 gewünscht wird.

**[0018]** Um eine solche großformatige Nachweisfläche eines Detektors zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung zu erstellen, ist es bekannt, diese aus einer Vielzahl von Detektoreinheiten, die jeweils eine Nachweisfläche zum Detektieren der einfallenden Strahlung aufweisen, zusammensetzen.

**[0019]** Eine solche, aus einer Vielzahl von kleinformatigen, Nachweisflächen **3** einer Vielzahl von Detektoreinheiten **2** zusammengesetzte Nachweisfläche **1** ist in den [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) abgebildet. Die einzel-

nen Detektoreinheiten **2** sind dabei vorzugsweise systematisch auf einer Platine angeordnet.

**[0020]** Da nur innerhalb der hochauflösenden Nachweisflächen **3** der Detektoreinheiten **2** die Pixel dicht aneinander stoßen, und die einzelnen Detektoreinheiten **2** aus technischen Gründen nicht abstandsfrei in einer Ebene angeordnet werden können, weist die so gebildete Nachweisfläche **1** Lücken in den Zwischenräumen zwischen den Nachweisflächen **3** auf.

**[0021]** Zum Erstellen eines lückenlosen, hochauflösenden, großformatigen Gesamtbildes mit Hilfe der Nachweisfläche **1** ist es deshalb bekannt, das Gesamtbild aus mehreren geringfügig gegeneinander verschobenen Einzelbildern zusammenzusetzen.

**[0022]** Dazu wird, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, die Nachweisfläche **1** des ortsauflösenden Pixeldetektors nach Aufnahme eines ersten Einzelbildes um ein genau definiertes Stück B (z.B. 60 Pixel nach links, 50 Pixel nach unten) verschoben, so daß die Lücken in dem ersten Einzelbild zumindest weitgehend geschlossen werden.

**[0023]** An der neuen Position der Nachweisfläche **1'** wird ein zweites Einzelbild aufgenommen.

**[0024]** Da die Lücken in dem ersten Einzelbild aufgrund des Aufbaus der Nachweisfläche **1** von vornherein bekannt sind (die Anordnung der Detektoreinheiten **2** auf der Platine ist bekannt), kann das gewünschte, hochauflösende, großformatige Gesamtbild bei einer solchen Vorgehensweise dadurch erzeugt werden, daß genau vorgegebene Pixel des zweiten Einzelbildes in die Lücken des ersten Einzelbildes eingeblendet werden (beispielsweise werden die Pixel des zweiten Einzelbildes, die in den Spalten 5–10, 20–25, ... und in den Zeilen 7–14, 23–30, ... liegen, in die Lücken (Spalten 3–8, 18–23, ..., Zeilen 2–9, 18–25, ...) des ersten Einzelbildes eingeblendet).

**[0025]** Je nach Anordnung der die Nachweisfläche **1** bildenden Detektoreinheiten **2** können auch, wie in dem in [Fig. 8](#) gezeigten Beispiel, mehr als zwei gegeneinander verschobene Einzelbilder nötig sein, um ein lückenloses Gesamtbild der einfallenden Strahlung zu erstellen.

**[0026]** Nachteilig an dem eben beschriebenen Stand der Technik sind besonders die hohen mechanischen Anforderungen an die Verfahrenmechanik des Detektors. Die oben beschriebene Vorgehensweise erfordert eine Präzision und Reproduzierbarkeit in der Verschiebung B der Nachweisfläche **1** des Detektors, die kleiner ist als die Auflösung (Pixelgröße) der hochauflösenden Nachweisflächen **3** der Detektoreinheiten **2** (üblicherweise ca.  $100\mu\text{m}^2$ ).

**[0027]** Bereits geringste Erschütterungen oder Verformungen infolge von Wärme gefährden die exakte Reproduzierbarkeit der Verschiebebewegung und somit die exakte Wiedergabe des Gesamtbildes.

**[0028]** Die aufwendige Verfahrenmechanik schränkt auch das maximal zulässige Gewicht des zu verfahrenen Detektors ein.

**[0029]** Weiter ist in diesem Zusammenhang zu beachten, dass die Einzelbilder möglichst zeitnah aufgenommen werden müssen, um Fehler aufgrund einer Bewegung des betrachteten Objektes gering zu halten oder auszuschließen.

**[0030]** Hieraus folgen hohe Geschwindigkeits- und Beschleunigungsanforderungen, die an die Verfahrenmechanik zu stellen sind.

**[0031]** Aus der US 5,847,398 ist eine Vorrichtung bekannt, mittels derer die Auflösung eines bildgebenden Gammastrahlenapparates der Nuklearmedizin erhöht werden kann. Das Gerät weist eine Detektoreinheit auf, die sich aus einer Vielzahl von Pixel zusammensetzt. Durch das Anordnen einer Kollimator-Platte, die eine Vielzahl von Löchern aufweist, vor der Detektoreinheit ist es möglich, die einfallende Strahlung zu lenken. Gemäß der US 5,847,398 sind in der Kollimator-Platte für jeden Pixel eine Mehrzahl von Löchern vorgesehen, so dass jeder Pixel aufgrund der Mehrzahl der ihn treffenden Strahlen in mehrere virtuelle Unterpixel unterteilt ist. Durch Verschieben der Detektoreinheit relativ zu einem betrachteten Objekt um eine Strecke, die dem Abstand zwischen den Löchern der Kollimator-Platte entspricht, und mehrfaches Messen der Gammastrahlung des Objektes ist es bei geeigneten Messobjekten möglich, Werte für die virtuellen Pixel zu berechnen, die näher an der Wirklichkeit liegen als eine lineare Abschätzung zwischen den realen Pixel. Bei der Verschiebung der Detektoreinheit ist es unerheblich, ob die Kollimator-Platte zusammen mit der Detektoreinheit verschoben wird, oder feststeht, da aufgrund des definierten Verschiebeweges die Löcher der Kollimator-Platte immer an der gleichen Stelle über den Pixel angeordnet sind.

**[0032]** Aus dem amerikanischen Patent US 6,038,282 ist ein Röntgengerät mit einem halbkreisförmigen, schwenkbaren Mess-Arm bekannt, an dessen einem Ende ein Detektor und an dessen anderem Ende ein Strahlenemittent angeordnet ist. Weiter weist das Röntgengerät eine Vorrichtung auf, mittels derer mechanische Instabilitäten in einer Bewegung des halbkreisförmigen Armes und somit Instabilitäten der geometrischen Positionierung des Detektors relativ zu dem Strahlenemittenten detektiert werden können. Die Vorrichtung weist hierfür eine Markiereinheit auf, die aus einem für Röntgenstrahlen durchlässigen Material besteht, und Körper trägt, die Rönt-

genstrahlen absorbieren. Dabei sind die Körper in einem vorgegebenen, bekannten Muster angeordnet.

**[0033]** Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 195 12 819 A1 ist ein Röntgen-Computertomograph bekannt, der so ausgebildet ist, dass Störungen der geometrischen Zuordnung von Strahler und Strahlendetektor eliminiert werden können. Dazu werden bei dem Röntgen-Computertomograph während der Aufnahme eines Untersuchungsobjektes Marken mit abgebildet, die dann als Orientierungsmarken zur Erfassung instabiler Gerätekoordinaten dienen können.

**[0034]** Die deutsche Offenlegungsschrift DE 34 28 325 A1 offenbart, wie sich Festkörper-Flächensensoren, deren Bildfläche kleiner ist, als ein angestrebtes Gesamtformat, mit Hilfe der Réseautchnik geometrisch eindeutig in einem photogrammetrischen Abbildungssystem so anordnen lassen, dass eine instrumentell einfache und zugleich hoch genaue flächenhaft simultane Gesamterfassung eines Bildformats in prinzipiell beliebiger Größe möglich ist.

**[0035]** Dazu wird vorgeschlagen, eine das gesamte zu erfassende Bildformat abdeckende Réseauplatte in den Abbildungsprozess mit einzubeziehen, so dass auf den Flächen der Sensorblöcke entstandene Teilbilder im Rahmen einer digitalen Bildauswertung numerisch mit Hilfe der auf den Sensorflächen mit abgebildeten Réseaupunkte eindeutig in die Ebene des Réseaus transformiert werden können. Durch eine Transformation der auf den Bildflächen der einzelnen Sensorblöcken entstandenen Teilbildern in die Ebene des Réseaus wird das Gesamtbildformat mit hoher – durch die Qualität der Réseauplatte vorgegebener – Genauigkeit erhalten. Dabei können auch mehrere Sensorflächen rasterartig in eindeutigen gegenseitigen geometrischen Bezug zu Verbänden zusammengefasst sein.

**[0036]** Eine Weiterbildung der DE 34 28 325 A1 ist in der DE 38 11 837 A1 beschrieben, in der vorgeschlagen wird, das Réseau nicht in einem optischen Weg mit dem Aufnahmeobjekt anzuordnen, sondern auf die Sensorfläche zu projizieren.

**[0037]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Detektor zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung zur Verfügung zu stellen, welcher in einfacher, genauer und effizienter Weise die Erzeugung eines Gesamtbildes aus mit einer Vielzahl von Detektoreinheiten erzeugten Einzelbildern ermöglicht.

**[0038]** Die obige Aufgabe wird durch einen Detektor zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung gelöst, der aufweist:

- mehrere Detektoreinheiten, die eine Nachweisfläche bilden, zum Detektieren der einfallenden Strahlung und zur Abgabe entsprechender Bildin-

formationen, wobei die Detektoreinheiten jeweils eine aus systematisch angeordneten Pixel bestehende hochauflösende Nachweisfläche aufweisen;

- eine Verarbeitungseinrichtung zum Verarbeiten der von den Detektoreinheiten abgegebenen Bildinformationen,

- eine Verschiebeeinrichtung zum Verschieben der durch die Detektoreinheiten gebildeten Nachweisfläche,

- mindestens ein relativ zur Verschiebung der von den Detektoreinheiten gebildeten Nachweisfläche ortsfestes Element, das von mindestens einer Detektoreinheit im Rahmen der Detektion einfallender Strahlung nachweisbar ist, wobei die Verarbeitungseinrichtung ein erstes Einzelbild vor Verschieben der durch die Detektoreinheiten gebildeten Nachweisfläche durch die Verschiebeeinrichtung und ein zweites Einzelbild nach Verschieben der Nachweisfläche durch die Verschiebeeinrichtung aus von den Detektoreinheiten ausgegebenen Bildinformationen erstellt, und daraufhin ein Gesamtbild aus wenigstens dem ersten und dem zweiten Einzelbild unter Verwendung von Abbildern des mindestens einen Elements in den Einzelbildern zusammensetzt, und wobei die Elemente die einfallende Strahlung nicht absorbieren und die Elemente von einer Struktur umgeben sind, die die einfallende Strahlung teilweise absorbiert, und die Elemente als flächig periodisches Sinus-Gitter angeordnet sind.

**[0039]** Aufgrund des wenigstens einen, relativ zur Verschiebung der Nachweisfläche ortsfesten Elements, das von zumindest einer der Detektoreinheiten im Rahmen der Detektion einfallender Strahlung nachweisbar ist, ist es möglich, für jedes der Einzelbilder, die durch Verschieben der Nachweisfläche zwischen den Aufnahmezeitpunkten relativ zueinander verschoben sind, mindestens einen örtlichen Referenzpunkt anzugeben und so eine Beziehung zwischen den Einzelbildern herzustellen.

**[0040]** Weiter ist es mit einem Detektor gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, Zonen einfallender Strahlung, die in einem Einzelbild aufgrund der Anordnung der die Nachweisfläche bildenden Detektoreinheiten nicht erfasst werden können (sogenannte "tote Zonen"), mit Hilfe der in einem zweiten Einzelbild enthaltenen Information zu erfassen, und die Einzelbilder unter Verwendung von Abbildern der Elemente in den Einzelbildern so zu überlagern, dass ein lückenloses Gesamtbild der einfallenden Strahlung erzeugt wird. Dabei muss ohne jede Kenntnis der Verschiebungsrichtung und Distanz sowie ohne jede Kenntnis der Struktur der Anordnung der Elemente zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden.

**[0041]** Eine Anordnung der Elemente in Form periodischer Strukturen ist von Vorteil, da diese bei einer

geeigneten Transformation der in den Einzelbildern enthaltenen Information deutlich als Delta-Funktion hervor treten. Somit können sie einfach detektiert und aus den Einzelbildern ohne Verlust gewünschter Information entfernt werden. Eine solche geeignete Transformation ist die Fouriertransformation. Eine periodische Struktur, in deren Form die Elemente angeordnet sind, ist gemäß der vorliegenden Erfindung ein Sinus-Gitter. Bei einer geeigneten Transformation (z.B. Fouriertransformation) einer solchen periodischen Struktur treten keine Oberwellen (z.B. im Fourierraum) auf.

**[0042]** Vorzugsweise erstrecken sich die Elemente über den ganzen Verschieberegion der von den Detektoreinheiten gebildeten Nachweisfläche.

**[0043]** Dadurch kann ein Gesamtbild aus beliebig vielen sich überlappenden Einzelbildern zusammengesetzt werden, da sich somit immer Abbilder einer Teilmenge der Elemente in den Einzelbildern nachweisen lassen.

**[0044]** Vorzugsweise ist die Anzahl der Elemente und die Maschenweite des Gitters so gewählt ist, dass jeder der die Nachweisfläche bildenden Detektoreinheiten mindestens ein Element zugeordnet ist.

**[0045]** Dadurch ist sichergestellt, dass die von den Elementen gebildete Struktur auch dann identifiziert werden kann, wenn einzelne Elemente oder auch Bereiche der Detektoreinheiten ausfallen.

**[0046]** Vorzugsweise ist die Verschiebeeinrichtung ausgebildet die durch die Detektoreinheiten gebildete Nachweisfläche so zu verschieben, dass jeder der die Nachweisfläche bildenden Detektoreinheiten auch nach der Verschiebung wenigstens ein Element zugeordnet ist, das der Detektoreinheit bereits vor der Verschiebung zugeordnet war.

**[0047]** Vorzugsweise haben die Elemente eine Größe, die der kleinsten von den Detektoreinheiten nachweisbaren Größe entspricht.

**[0048]** Vorzugsweise handelt es sich bei der die Elemente umgebenden Struktur um eine Absorptionsfolie aus Aluminium, wobei die Elemente Löcher in der Absorptionsfolie.

**[0049]** Da das gezielte Einbringen von Löchern in eine Absorptionsfolie technisch sehr einfach realisierbar ist, ist es gemäß diesem Ausführungsbeispiel besonders einfach möglich, die Elemente großflächig in Form einer periodischen Struktur anzuordnen.

**[0050]** Ebenso möglich ist aber auch, dass die die Elemente 4 umgebende Struktur von einer metallbedampften Glasscheibe gebildet wird.

**[0051]** Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Zuhilfenahme von Figuren beschrieben. In den Figuren sind gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Dabei zeigt

**[0052]** [Fig. 1](#) eine Aufsicht auf die Nachweisfläche eines Detektors zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung gemäß der vorliegenden Erfindung,

**[0053]** [Fig. 2](#) den schematischen Meßaufbau eines Detektors gemäß der vorliegenden Erfindung,

**[0054]** [Fig. 3](#) schematisch in Aufsicht eine Verschiebung der Nachweisfläche gegenüber den ortsfesten Elementen zur Aufnahme zweier Einzelbilder gemäß der vorliegenden Erfindung,

**[0055]** [Fig. 4](#) ein Verfahrensbeispiel bei dem ein Gesamtbild aus vier Einzelbildern gewonnen wird,

**[0056]** [Fig. 5](#) ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem das zu erstellende Gesamtbild sehr viel größer als die Nachweisfläche des Detektors ist,

**[0057]** [Fig. 6](#) ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung,

**[0058]** [Fig. 7](#) eine Aufsicht auf die Nachweisfläche eines Detektors nach dem Stand der Technik,

**[0059]** [Fig. 8](#) schematisch in Aufsicht eine Verschiebung einer Nachweisfläche eines Detektors nach dem Stand der Technik zur Aufnahme zweier Einzelbilder.

**[0060]** Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, besteht eine Nachweisfläche 1 eines erfindungsgemäßen Detektors zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung aus einer Vielzahl kleinerer, hochauflösender Nachweisflächen 3 einer Vielzahl zumeist diskret in einer Ebene angeordneter Detektoreinheiten 2.

**[0061]** Die Nachweisflächen 3 der Detektoreinheiten 2 bestehen wiederum aus systematisch angeordneten Halbleiterdetektoren, den einzelnen Bildpunkten, die im Folgenden Pixel genannt werden.

**[0062]** Die Detektoreinheiten 2 sind in dem in [Fig. 1](#) gezeigten Beispiel systematisch in Form eines Rasters auf einer Platine angeordnet. Der Abstand zwischen den einzelnen hochauflösenden Nachweisflächen 3 der einzelnen Detektoreinheiten 2 ist dabei möglichst klein gewählt, so daß die Platine möglichst dicht mit Detektoreinheiten 2 bestückt ist, um die Nachweisfläche 1 zu bilden.

**[0063]** Die Detektoreinheiten **2** weisen dabei jeweils vorzugsweise eine Nachweisfläche **3** von einigen  $\text{mm}^2$  bis zu einigen  $\text{cm}^2$  auf. Die Größe der die hochauflösenden Nachweisflächen **3** bildenden Pixel beträgt zwischen  $10\mu\text{m}^2$  und  $1000\mu\text{m}^2$ , vorzugsweise  $100\mu\text{m}^2$ .

**[0064]** In den [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) werden die Nachweisflächen **3** nicht mehr eigens gezeigt.

**[0065]** Aufgrund der in [Fig. 1](#) gezeigten Abstände zwischen den Detektoreinheiten **2** existieren in den Bereichen zwischen den einzelnen Nachweisflächen **3** der Detektoreinheiten **2**, die die Nachweisfläche **1** bilden, "tote" Zonen, in denen keine einfallende Strahlung nachgewiesen werden kann.

**[0066]** Somit kann aus einer einzigen Messung (Einzelbild) kein vollständiges Gesamtbild der einfallenden Strahlung gewonnen werden.

**[0067]** In soweit entspricht die Nachweisfläche des erfindungsgemäßen Detektors dem in der Einleitung beschriebenen Stand der Technik.

**[0068]** Der Nachweisfläche **1** des erfindungsgemäßen Detektors sind Elemente **4** überlagert, die in einer zu der Nachweisfläche **1** ungefähr parallelen Ebene liegen, und relativ zu einer Verschiebung der Nachweisfläche **1** ortsfest sind.

**[0069]** Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Elemente **4** als ein flächig periodisches Sinus-Gitter angeordnet.

**[0070]** Gemäß der vorliegenden Erfindung absorbieren die Elemente **4** die einfallende Strahlung nicht, sondern sind von einer Struktur umgeben, die einfallende Strahlung teilweise absorbiert.

**[0071]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind die Elemente **4** durch Löcher in einer Absorptionsfolie, die vorzugsweise aus Aluminium besteht, realisiert.

**[0072]** In diesem Ausführungsbeispiel weisen die Elemente **4** vorzugsweise eine Größe im Bereich der Pixelgröße, d.h. vorzugsweise zwischen  $50\mu\text{m}^2$  und  $200\mu\text{m}^2$  auf, so daß sie bezogen auf das Auflösungsvermögen der Detektoreinheiten **2** gerade noch nachweisbar sind.

**[0073]** Die Verwendung einer Aluminiumfolie geeigneter Dicke als Absorptionsfolie ist von besonderem Vorteil, da diese Röntgenstrahlung des für medizinische Röntgendiagnostik interessierenden Energieniveaus nur zu einem geringen Teil absorbieren kann und somit zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung in Folge der Absorptionsfolie keine nennenswerte Erhöhung der Strahlendosis notwendig ist.

**[0074]** Natürlich kann die die Elemente **4** umgebende Struktur auch anders als in Form einer Absorptionsfolie realisiert werden, wie z.B. durch eine metallbedampfte Glasscheiben.

**[0075]** Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, sind die ortsfesten Elemente **4** bevorzugt in einer Ebene **5** angeordnet, die zu der von den Detektoreinheiten **2** gebildeten Nachweisfläche **1** ungefähr parallel ist. Weiter liegt die von den Elementen **4** aufgespannte Ebene **5** in dem in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsbeispiel bezogen auf eine Strahlenquelle **6** zwischen einem betrachteten Objekt **7** und der großformatigen Nachweisfläche **1**.

**[0076]** Für den erfindungsgemäßen Erfolg könnte sich das betrachtete Objekt **7** bezogen auf die Strahlenquelle **6** auch zwischen der von den Elementen **4** aufgespannten Ebene **5** und der Nachweisfläche **1** befinden.

**[0077]** Vorzugsweise sind die Elemente **4** jedoch in einer Ebene angeordnet, die sich in der Nähe der Nachweisfläche **1** befindet, um Störungen auf Grund von Streustrahlung zu reduzieren.

**[0078]** Um auch die oben im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) beschriebenen "toten Zonen" erfassen zu können, weist der erfindungsgemäße Detektor eine in [Fig. 5](#) schematisch abgebildete Verschiebeeinrichtung **9** zum Verschieben der aus den Detektoreinheiten **2** gebildeten Nachweisfläche **1** auf.

**[0079]** Die Verschiebeeinrichtung **9** für die Nachweisfläche **1** ist geeignet, die in [Fig. 3](#) gezeigte Nachweisfläche **1** um die Strecke A zu verschieben. In dem in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel findet die Verschiebung der Nachweisfläche **1** planar, d.h. innerhalb der Ebene statt, die die Nachweisfläche **1** aufspannt.

**[0080]** Entscheidend bei der Verschiebung der Nachweisfläche **1** ist jedoch lediglich, daß die nachzuweisende einfallende Strahlung vorzugsweise ungefähr senkrecht auf die Nachweisfläche **1** des Detektors auftreffen sollte, um Verzerrungen zu vermeiden.

**[0081]** Die Elemente **4** werden bei einer Verschiebung der Nachweisfläche **1** ausdrücklich nicht mitverschoben.

**[0082]** Der Detektor gemäß der vorliegenden Erfindung weist ferner eine in [Fig. 5](#) mit dem Bezugszeichen **10** versehene Verarbeitungseinrichtung **10** zum Verarbeiten der von den Detektoreinheiten **2** abgegebenen Bildinformationen und zum Zusammensetzen eines hochauflösenden, großformatigen Gesamtbildes aus wenigstens zwei Einzelbildern auf, wobei die Einzelbilder relativ zueinander durch Verschiebung

der Nachweisfläche **1** zwischen den jeweiligen Aufnahmezeitpunkten der Einzelbilder verschoben sind.

**[0083]** In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Verarbeitungseinrichtung **10** in Form eines ausreichend leistungsstarken Computers realisiert.

**[0084]** Natürlich können für diese Aufgabe auch spezielle Mikroprozessoren verwendet werden.

**[0085]** Wie aus [Fig. 3](#) gut ersichtlich, liefert die Nachweisfläche **1** ein erstes Einzelbild und die großformatige Nachweisfläche **1'** ein zweites Einzelbild der einfallenden Strahlung. Die Nachweisfläche **1'** entspricht dabei der um die Strecke A verschobenen Nachweisfläche **1**.

**[0086]** Da die ortsfesten Elemente **4** feste Referenzpunkte für die Einzelbilder liefern, ist es ein leichtes, die Einzelbilder mit Hilfe der auf die ortsfesten Elemente **4** zurückzuführenden Abbildern in den Einzelbildern übereinanderzulegen und so ein Gesamtbild zu erstellen, in dem zumindest ein Großteil der toten Zonen in den beiden Einzelbildern eliminiert ist.

**[0087]** Im Gegensatz zu den in den [Fig. 1](#), [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) gezeigten Anordnungen ist es von Vorteil, die Elemente **4** so anzuordnen, daß sie den gesamten Bewegungsbereich der von den Detektoreinheiten gebildeten Nachweisfläche **1** abdecken, wie es in [Fig. 5](#) schematisch gezeigt ist.

**[0088]** Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn der Verschieberegion der Nachweisfläche **1** größer als die Nachweisfläche **1** ist.

**[0089]** Im folgenden wird unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) ein Verfahren zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung erläutert.

**[0090]** In Schritt S1 wird mit Hilfe mehrerer Detektoreinheiten **2**, die eine Nachweisfläche **1** bilden, ein erstes Einzelbild der auf die Nachweisfläche **1** einfallenden Strahlung erstellt.

**[0091]** In Schritt S2 wird die Nachweisfläche **1** mit Hilfe einer Verschiebeeinrichtung **9** verschoben.

**[0092]** In Schritt S3 wird ein zweites Einzelbild der einfallenden Strahlung erstellt.

**[0093]** Nun ist es möglich in D1 zu entscheiden, ob weitere Einzelbilder erstellt werden sollen. Ist dies der Fall, so kehrt das Verfahren zu Schritt S2 zurück. Sollen keine weiteren Einzelbilder erstellt werden, fährt das erfindungsgemäße Verfahren mit Schritt S4 fort.

**[0094]** In Schritt S4 werden mit Hilfe einer Verarbeitungseinrichtung **10** Abbilder identifiziert, die sich in

den Einzelbildern aufgrund von Elementen **4** ergeben, wobei die Elemente **4** relativ zu der Verschiebung der Nachweisfläche **1** ortsfest sind, und von mindestens einer Detektoreinheit **2** im Rahmen der Detektion einfallender Strahlung nachweisbar sind. Dazu werden die in den Einzelbildern enthaltenen Meßinformationen vorzugsweise so transformiert, daß eine von den Elementen **4** gebildete Struktur deutlich in Form einer Delta-Funktion hervortritt. Vorzugsweise wird dabei eine Fouriertransformation verwendet.

**[0095]** In Schritt S5 werden die Einzelbilder unter Zuhilfenahme der in den Einzelbildern identifizierten Abbildern der Elemente von der Verarbeitungseinrichtung **10** rechnerisch überlagert, indem in den Einzelbildern jeweils auf dasselbe Element **4** der Ebene zurückzuführende Abbilder übereinander gelegt werden.

**[0096]** Das erstellte Gesamtbild wird gegebenenfalls ein weiteres mal transformiert und in Schritt S6 ausgegeben.

**[0097]** Durch die Transformation(en) ist es nicht nur möglich, auf die Elemente **4** zurückzuführende Strukturen zu identifizieren, sondern auch, diese ohne Verlust von gewünschter Meßinformation aus den Einzelbildern und dem Gesamtbild zu entfernen.

**[0098]** Voraussetzung hierfür ist jedoch natürlich, daß die Elemente **4** hinreichend klein sind.

**[0099]** Mit dem Verfahren ist es bei geeignet kurzer Belichtungszeit auch möglich, die Einzelbilder während der Verschiebung der Nachweisfläche **1** zu erstellen.

**[0100]** Dies ist in dem in [Fig. 4](#) gezeigten Verfahrensbeispiel schematisch dargestellt, in dem ein Gesamtbild bei kontinuierlich verschobener Nachweisfläche **1** aus vier Einzelbildern gewonnen wird.

**[0101]** Wie ersichtlich ist in diesem Verfahrensbeispiel zudem jeder Punkt des zu erstellenden Gesamtbildes in mindestens zwei Einzelbildern enthalten und wird dabei von mindestens zwei verschiedenen Bereichen/Bildpunkten (Pixel) eines oder mehrerer Detektoreinheiten **2** detektiert. Dadurch kann eine Beeinträchtigung der Qualität des Gesamtbildes durch defekte Bereiche/Bildpunkte der Detektoreinheiten **2** wirkungsvoll verhindert werden.

**[0102]** Ein Anfahren von dezidierten Haltepositionen zum Erstellen der Einzelbilder ist bei dem hier beschriebenen Verfahren ausdrücklich nicht nötig.

**[0103]** Im Gegensatz zu der in [Fig. 4](#) gezeigten zyklischen Bewegung AA-AB-AC-AD ist auch eine kreisförmige Bewegung oder eine exzentrische Dre-

hung der Nachweisfläche **1** vorstellbar, während der die Einzelbilder erstellt werden.

**[0104]** Bei einem Detektor gemäß der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, das an die Verschiebeeinrichtung für die Nachweisfläche keine besonderen Anforderungen hinsichtlich ihrer mechanischen Verfahrensgenauigkeit gestellt werden.

**[0105]** Somit ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, einen Detektor zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung zur Verfügung zu stellen, welcher in einfacher, genauer und effizienter Weise die Erzeugung eines Gesamtbildes aus mit einer Vielzahl von Detektoreinheiten erzeugten Einzelbildern ermöglicht.

**[0106]** Weiter ist es bei einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung besonders vorteilhaft, daß die ein Gesamtbild einfallender Strahlung bildenden Einzelbilder in besonders kurzen zeitlichen Abständen erstellt werden können, da keine vorgegebenen Haltepunkte für die Nachweisfläche mehr angefahren werden müssen.

**[0107]** Ein weiterer Vorteil bei einem Detektor gemäß der vorliegenden Erfindung ist, daß ein beliebig großes Gesamtbild einfallender Strahlung aus beliebig vielen sich überlappenden, relativ zueinander verschobenen Einzelbildern zusammengesetzt werden kann, so daß beliebig große Meßobjekte erfaßt werden können.

### Patentansprüche

1. Detektor zum Erzeugen eines Bildes aus einfallender Strahlung, aufweisend:  
 – mehrere Detektoreinheiten (**2**), die eine Nachweisfläche (**1**) bilden, zum Detektieren der einfallenden Strahlung und zur Abgabe entsprechender Bildinformationen, wobei die Detektoreinheiten (**2**) jeweils eine aus systematisch angeordneten Pixel bestehende hochauflösende Nachweisfläche (**3**) aufweisen;  
 – eine Verarbeitungseinrichtung (**10**) zum Verarbeiten der von den Detektoreinheiten (**2**) abgegebenen Bildinformationen,  
 – eine Verschiebeeinrichtung (**9**) zum Verschieben der durch die Detektoreinheiten (**2**) gebildeten Nachweisfläche (**1**),  
 – mindestens ein relativ zur Verschiebung der von den Detektoreinheiten (**2**) gebildeten Nachweisfläche (**1**) ortsfestes Element (**4**), das von mindestens einer Detektoreinheit (**2**) im Rahmen der Detektion einfallender Strahlung nachweisbar ist, wobei die Verarbeitungseinrichtung (**10**) ein erstes Einzelbild vor Verschieben der durch die Detektoreinheiten (**2**) gebildeten Nachweisfläche (**1**) durch die Verschiebeeinrichtung (**9**) und ein zweites Einzelbild nach Verschieben der Nachweisfläche (**1**) durch die Verschiebeeinrichtung (**9**) aus von den Detektoreinheiten (**2**) ausgege-

benen Bildinformationen erstellt, und daraufhin ein Gesamtbild aus wenigstens dem ersten und dem zweiten Einzelbild unter Verwendung von Abbildern des mindestens einen Elements (**4**) in den Einzelbildern zusammensetzt,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Elemente (**4**) die einfallende Strahlung nicht absorbieren, und

dass die Elemente (**4**) von einer Struktur umgeben sind, die die einfallende Strahlung teilweise absorbiert, und wobei die Elemente als flächig periodisches Sinus-Gitter angeordnet sind.

2. Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Elemente (**4**) über den ganzen Verschiebebereich der von den Detektoreinheiten (**2**) gebildeten Nachweisfläche (**1**) erstrecken.

3. Detektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Elemente (**4**) und die Maschenweite des Gitters so gewählt ist, dass jeder der die Nachweisfläche (**1**) bildenden Detektoreinheiten (**2**) mindestens ein Element (**4**) zugeordnet ist.

4. Detektor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschiebeeinrichtung (**9**) die durch die Detektoreinheiten (**2**) gebildete Nachweisfläche (**1**) so verschiebt, dass jeder der die Nachweisfläche (**1**) bildenden Detektoreinheiten (**2**) auch nach der Verschiebung wenigstens ein Element (**4**) zugeordnet ist, das der Detektoreinheit (**2**) bereits vor der Verschiebung zugeordnet war.

5. Detektor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente (**4**) eine Größe aufweisen, die der kleinsten von den Detektoreinheiten (**2**) nachweisbaren Größe entspricht.

6. Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der die Elemente (**4**) umgebenden Struktur um eine Absorptionsfolie handelt, und dass die Elemente (**4**) Löcher in der Absorptionsfolie sind, wobei die Absorptionsfolie eine Aluminiumfolie ist.

7. Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Elemente (**4**) umgebende Struktur von einer metallbedampften Glasscheibe gebildet wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



FIG 1

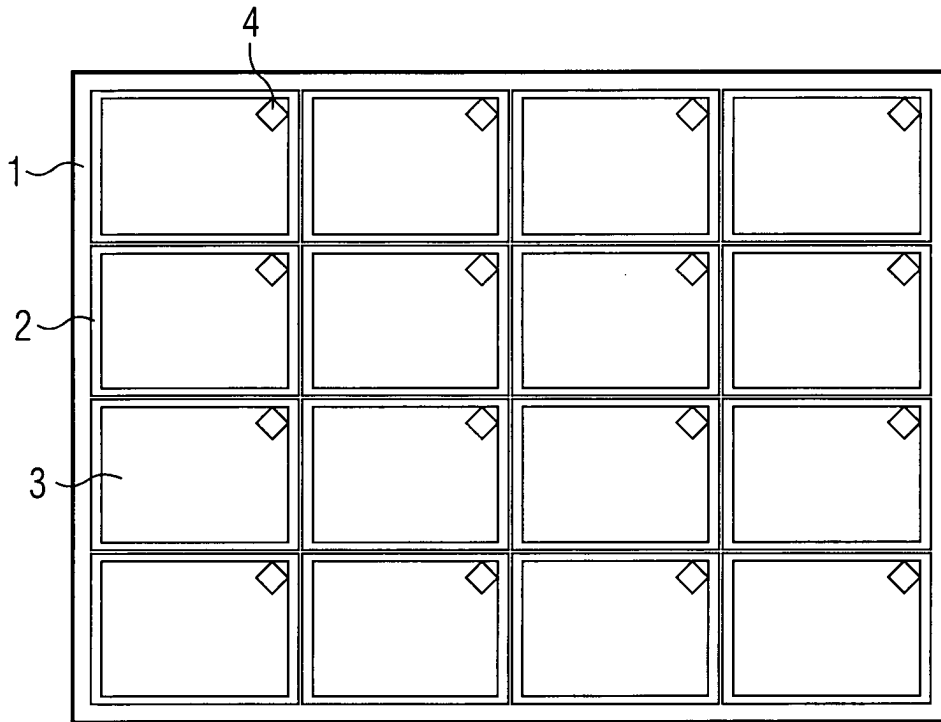


FIG 2

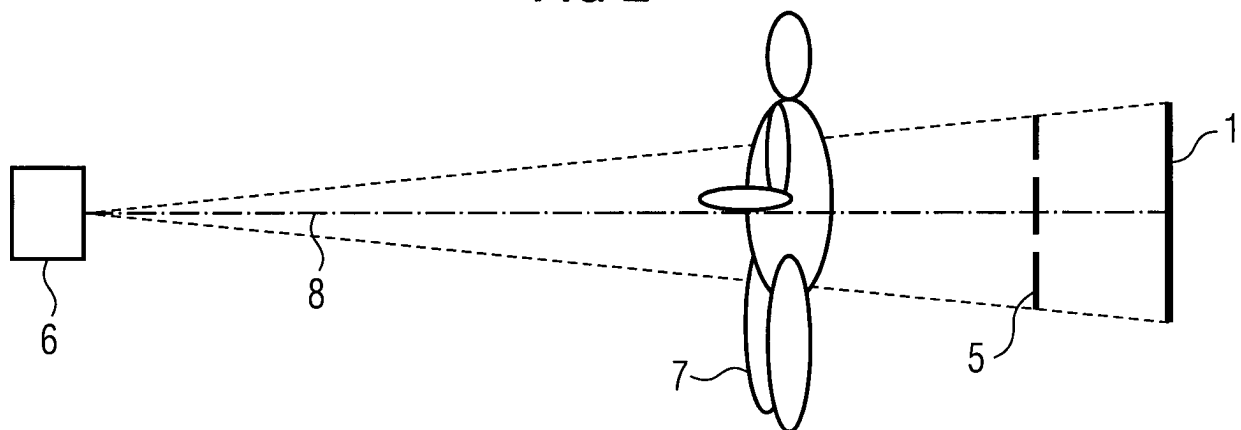


FIG 3

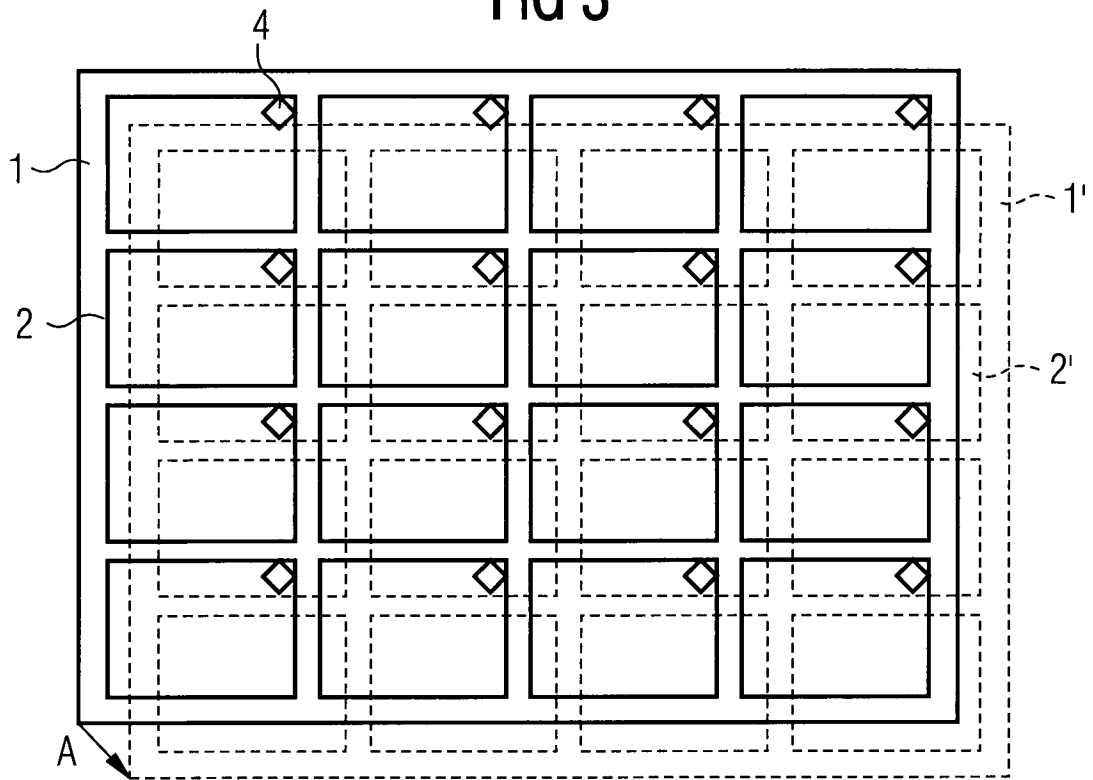


FIG 4

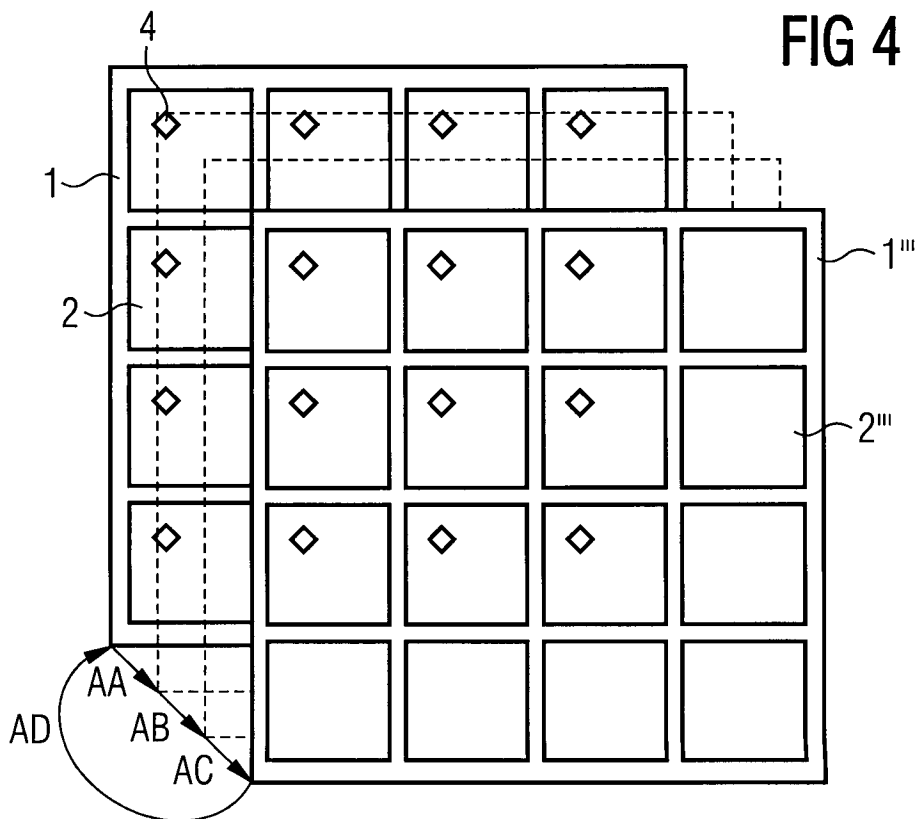
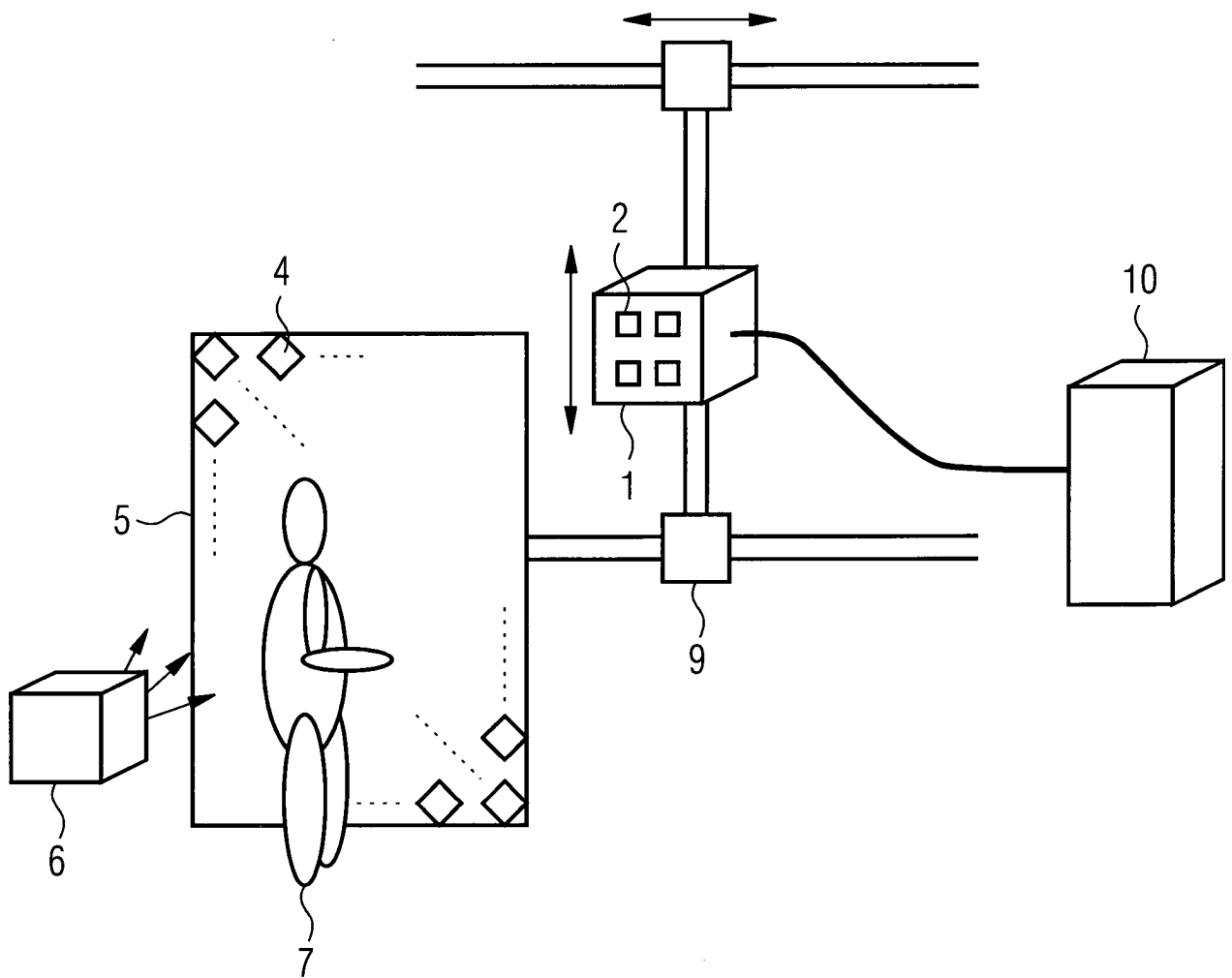
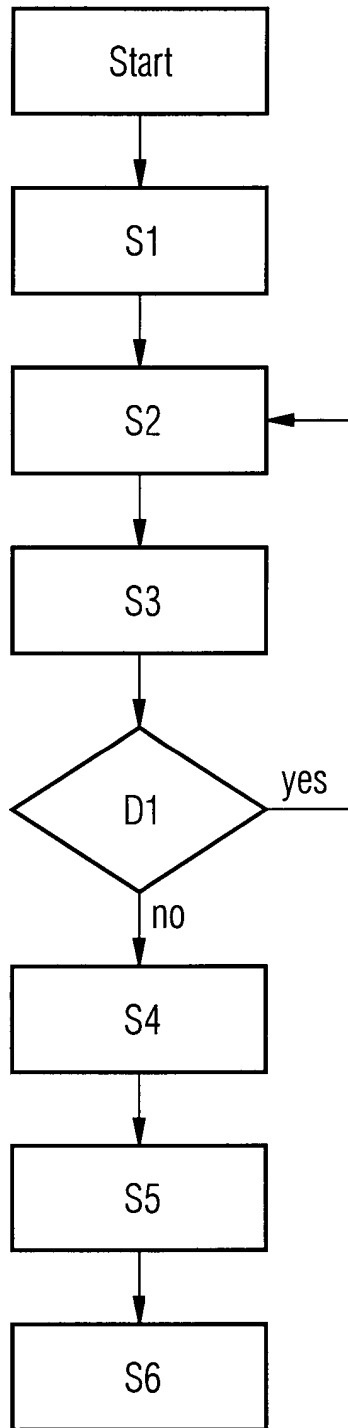


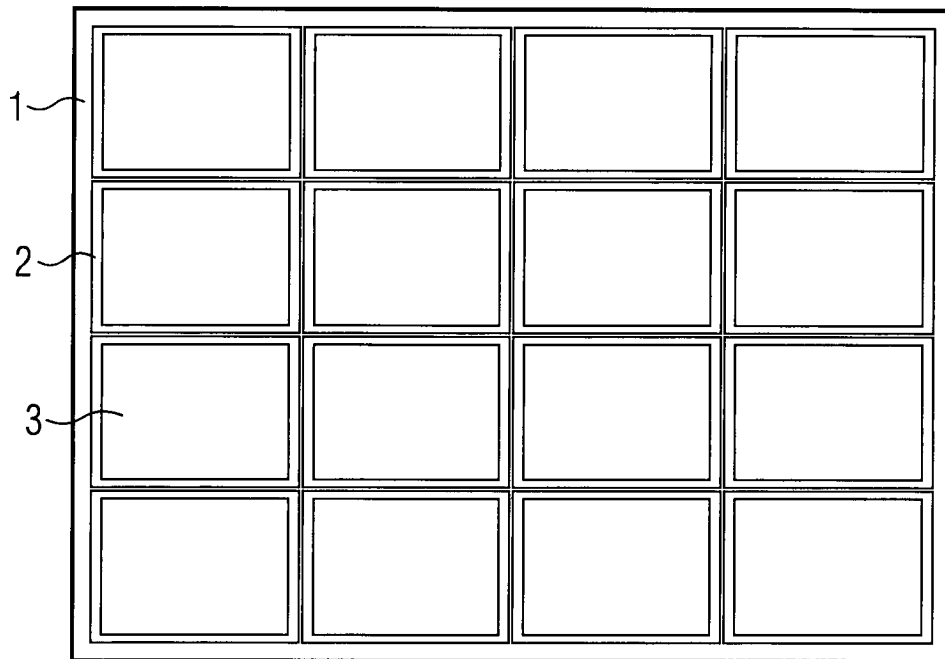
FIG 5



**FIG 6**



**FIG 7**  
Stand der Technik



**FIG 8**  
Stand der Technik

