



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

(10) **DE 10 2005 061 358 B4 2008.08.21**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 061 358.6**

(22) Anmeldetag: **21.12.2005**

(43) Offenlegungstag: **05.07.2007**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **21.08.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 23/34 (2006.01)**

**H01L 23/58 (2006.01)**

**G01K 7/01 (2006.01)**

**G01T 1/24 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:

**Heismann, Björn, Dr., 91052 Erlangen, DE;**  
**Winkelmann, Helmut, 91330 Eggolsheim, DE**

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

**DE 100 34 262 C1**

**DE 196 15 178 A1**

**DE 101 38 913 A1**

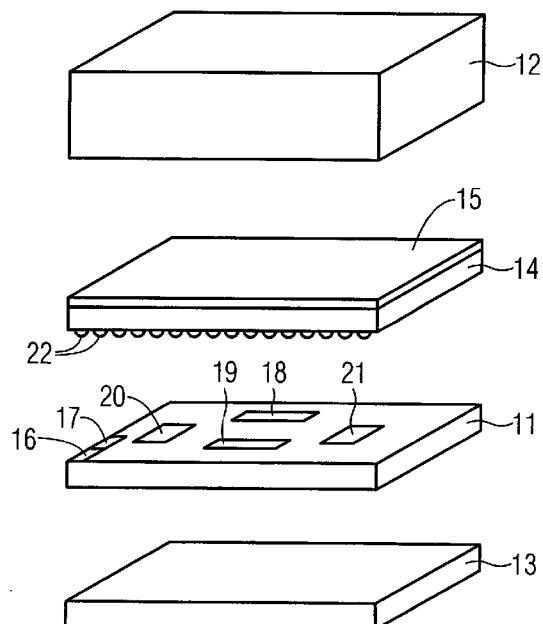
**US2003/01 68 605 A1**

**US 55 17 053 A**

**WO 95/30 200 A1**

(54) Bezeichnung: **In ein Halbleitermaterial integrierter Schaltkreis mit Temperaturregelung und Verfahren zur Regelung der Temperatur eines einen integrierten Schaltkreis aufweisenden Halbleitermaterials**

(57) Hauptanspruch: In ein Halbleitermaterial integrierter Schaltkreis (11) für Messsignale eines dem integrierten Schaltkreis (11) zugeordneten Sensors (9, 10, 14), aufweisend eine aktive Komponente (18 bis 21), einen Temperatursensor (16) und eine Schaltung (17) zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials, wobei die aktive Komponente (18 bis 21) für die Behandlung der von dem Sensor (9, 10, 14) erzeugten Messsignale vorgesehen ist und durch die Schaltung (17) zur Regelung der Temperatur zudem derart angesteuert werden kann, dass die Temperatur des Halbleitermaterials veränderbar ist, wobei zur Regelung der Temperatur die Schaltung (17) einen PI- oder PID-Regler aufweist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen in ein Halbleitermaterial integrierten Schaltkreis vorzugsweise für Messsignale eines dem integrierten Schaltkreis zugeordneten Sensors. Der integrierte Schaltkreis weist wenigstens eine aktive Komponente vorzugsweise für die Behandlung der von dem Sensor erzeugten Messsignale auf. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Regelung der Temperatur eines in einen integrierten Schaltkreis aufweisenden Halbleitermaterials.

**[0002]** In vielen Bereichen der Technik werden in ein Halbleitermaterial integrierte Schaltkreise zum Auslesen und Verarbeiten von Messsignalen verwendet, die von einem dem integrierten Schaltkreis zugeordneten Sensor stammen. Derartige Kombinationen von Sensoren und integrierten Schaltkreisen finden sich beispielsweise in Röntgenstrahlendetektoren von Röntgencomputertomographiegeräten. Die Röntgenstrahlendetektoren sind in der Regel aus einer Vielzahl von aneinander gereihten Detektormodulen aufgebaut, von denen jedes einen Sensor für Röntgenstrahlung sowie einen mit dem Sensor verbundenen integrierten Schaltkreis umfasst. Komponenten des integrierten Schaltkreises, wie Kondensatoren, Widerstände, Transistoren oder u. a. aus Transistoren aufgebaute Komparatoren oder Integratoren, weisen dabei ein von der Temperatur abhängiges Betriebsverhalten auf, was sich auf die Verarbeitung der mit dem Sensor gewonnenen Messsignale auswirkt. Exemplarisch sei die Stabilität von Offset-Signalen oder die Güte der Linearität einer Schaltungskomponente genannt. Auch das Messverhalten der Sensoren für Röntgenstrahlung selbst wird durch die Temperatur beeinflusst. Werden beispielsweise Photodioden auf Halbleiterbasis in dem Sensor verwendet, so kann man bei einer Erhöhung der Temperatur des Halbleitermaterials von 5 bis 9 Grad Kelvin jeweils eine Verdoppelung des Dunkelstromes der Photodioden beobachten. Da also die Messgenauigkeit eines Detektormoduls, insbesondere dessen Sensors für Röntgenstrahlung und dessen integrierten Schaltkreises in nicht vernachlässigbarer Weise von der Temperatur abhängt, ergreift man Maßnahmen, um zumindest den Sensor und den integrierten Schaltkreis eines Detektormoduls im Wesentlichen auf einer konstanten Temperatur zu halten.

**[0003]** So ist aus der US 2003/0 168 605 A1 ein Strahlungsdetektor bekannt, der eine Vorrichtung aufweist, mit der der Strahlungsdetektor im Wesentlichen auf einer konstanten Temperatur gehalten werden kann. Über einen Komparator wird die Ist-Temperatur einer Halbleiterkomponente des Detektors mit der Soll-Temperatur verglichen. Bei einer Abweichung von der Soll-Temperatur werden Heizwiderstände mit Strom versorgt, um den Detektor auf die Soll-Temperatur aufzuheizen.

**[0004]** In der DE 196 15 178 C2 ist eine Vorrichtung zur digitalen Radiographie mit einer Sensoreinrichtung, umfassend ein Halbleitersensorarray, auf das eine Szintillatorschicht aufgebracht ist, beschrieben, welche eine Temperatursteuereinrichtung zum Halten der Sensoreinrichtung auf einer konstanten Temperatur aufweist. Der Sensor ist vorzugsweise als CCD-Sensor ausgeführt und auf seiner Rückseite mit einem Heizelement versehen, wobei die Temperatur des Sensors durch eine aktive Regelung konstant gehalten werden kann.

**[0005]** Aus der DE 100 34 262 C1 ist ein in ein Halbleitermaterial integrierter Schaltkreis mit einer aktiven Komponente, einem Temperatursensor und einer Schaltung bekannt. Mit dem Temperatursensor kann ein Unterschreiten eines Temperaturgrenzwertes festgestellt werden. Bei Unterschreiten des Temperaturgrenzwertes wird durch die Schaltung ein Wärmeerzeugungsprozess in Form von Dummy-Arbeitszyklen des integrierten Schaltkreises hervorgerufen.

**[0006]** Aus der US 5 517 053 A ist ein in ein Halbleitermaterial integrierter Schaltkreis bekannt, welcher aufweist: eine aktive Komponente, einen Temperatursensor und eine Schaltung zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials mittels verschiedener Heizelemente.

**[0007]** Aus der WO 95/30 200 A1 ist ein in ein Halbleitermaterial integrierter Schaltkreis bekannt, aufweisend: eine aktive Komponente, einen Temperatursensor und eine Schaltung zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials. Bei der aktiven Komponente handelt es sich um eine CPU eines Computersystems. Auf der Grundlage von Signalen des Temperatursensors wird die Taktrate der CPU verändert, wodurch die Temperatur des Halbleitermaterials beeinflusst werden kann.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen in ein Halbleitermaterial integrierten Schaltkreis bzw. ein Verfahren für diesen derart anzugeben, dass das den integrierten Schaltkreis aufweisende Halbleitermaterial in einfacher Weise auf eine bestimmte Temperatur gebracht und/oder auf einer im Wesentlichen konstanten Temperatur gehalten werden kann.

**[0009]** Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1 und 11. Ein in ein Halbleitermaterial integrierter Schaltkreis weist wenigstens eine aktive Komponente, wenigstens einen Temperatursensor und wenigstens eine Schaltung zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials auf, wobei die Schaltung zur Regelung der Temperatur derart auf den Betrieb der aktiven Komponente einwirken kann, dass die Temperatur des Halbleitermaterials gezielt veränderbar ist. Basierend auf einer vorzugsweise

kontinuierlichen Messung der Temperatur des Halbleitermaterials mit dem Temperatursensor kann die Schaltung zur Regelung der Temperatur den Betrieb der aktiven Komponente des integrierten Schaltkreises derart steuern, dass aufgrund der Verlustwärme, die während des Betriebs der aktiven Komponente anfällt, die Temperatur des Halbleitermaterials veränderbar ist. Vorzugsweise wird die Temperatur des Halbleitermaterials auf eine bestimmte, vorgegebene Soll-Temperatur geregelt. Hierzu weist die Schaltung zur Regelung der Temperatur geeignete Schaltungskomponenten auf, die Teil eines Regelkreises mit einem Regler sind, bei dem es sich um einen PI- oder PID-Regler handelt. Erfindungsgemäß wird also zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials eine aktive Komponente des integrierten Schaltkreises verwendet, worunter eine Schaltungskomponente des integrierten Schaltkreises verstanden wird, deren Betrieb aktiv steuerbar ist.

**[0010]** Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der in ein Halbleitermaterial integrierte Schaltkreis für Messsignale eines dem integrierten Schaltkreis zugeordneten Sensors vorgesehen, wobei die wenigstens eine aktive Komponente zur Behandlung, d. h. zum Auslesen, Vorverarbeiten und/oder Weiterleiten der von dem Sensor erzeugten Messsignale dient und durch die Schaltung zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials zudem derart ansteuerbar ist, dass die Temperatur des Halbleitermaterials veränderbar ist. In diesem Fall wird zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials auf das Vorsehen einer eigenständigen, gesondert ausgeführten Heizvorrichtung verzichtet und statt dessen vorgeschlagen, eine ohnehin für die Behandlung von Messsignalen vorhandene aktive Komponente des integrierten Schaltkreises derart zu betreiben, dass über die Verlustwärme der aktiven Komponente die Temperatur geregelt wird. In Abhängigkeit von den mit dem Temperatursensor gemessenen Signalen wird also die aktive Komponente von der Schaltung zur Regelung der Temperatur derart angesteuert, dass sich eine im Wesentlichen konstante Temperatur bevorzugt über das gesamte Halbleitermaterial einstellt. Sollte der Betrieb einer aktiven Komponente des integrierten Schaltkreises zur Stabilisierung des Halbleitermaterials auf eine konstante Temperatur nicht ausreichen, so können auch mehrere aktive Komponenten in entsprechender Weise von der Schaltung zur Regelung der Temperatur angesteuert werden.

**[0011]** Varianten der Erfindung sehen vor, dass es sich bei der aktiven Komponente des integrierten Schaltkreises um ein Schieberegister und/oder um einen A/D-Umsetzer handelt, da bei deren Betrieb genügend Verlustwärme anfällt, die zur Regelung der Temperatur verwendet werden kann.

**[0012]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung

erfolgt die Regelung der Temperatur derart, dass zu den Zeiten, zu denen keine Messsignale durch den integrierten Schaltkreis behandelt werden, die aktive Komponente derart betrieben wird, dass das Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises im Wesentlichen auf einer konstanten Temperatur gehalten wird. Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass das Halbleitermaterial im Wesentlichen eine konstante Temperatur von ca. 40°C oder eine konstante Temperatur aufweist, die zwischen 20°C bis 40°C über der Umgebungstemperatur des Halbleitermaterials liegt. Beim Betrieb der aktiven Komponente handelt es sich dabei um eine Art Dummy-Betrieb, bei dem beispielsweise ein Schieberegister oder ein A/D-Umsetzer betrieben wird, ohne die Ergebnisse des Betriebs weiter zu verwenden. Im Messbetrieb des integrierten Schaltkreises kann das Halbleitermaterial auch durchaus Temperaturen aufweisen, die leicht oberhalb der Soll-Temperatur liegen. Mit der Regelung der Temperatur wird dann verhindert, dass die Temperatur des Halbleitermaterials nicht unter eine vorgegebene Soll-Temperatur fällt, wenn sich der integrierte Schaltkreis anschließend im Stand-by-Modus befindet, d. h., wenn keine Messung stattfindet. Die Soll-Temperatur des Halbleitermaterials sollte dabei unterhalb der Dauerlauftemperatur liegen, so dass das Halbleitermaterial nur geringen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist und demnach die Belastungen durch große Temperaturschwankungen für das Halbleitermaterial reduziert sind, was sich positiv auf die Lebens- bzw. Funktionsdauer auswirkt.

**[0013]** Nach einer Variante der Erfindung ist der Sollwert für die Regelung der Temperatur einstellbar, d. h. vorgebbar und demnach an die Umgebungsbedingungen für den integrierten Schaltkreis anpassbar. Die Umgebungsbedingungen, insbesondere die Umgebungstemperatur, können dabei mit einer separat ausgeführten Messeinrichtung ermittelt und für die Vorgabe der Soll-Temperatur verwendet werden.

**[0014]** Varianten der Erfindung sehen vor, dass das Halbleitermaterial Silizium aufweist und der integrierte Schaltkreis als ASIC ausgeführt ist. Bei einer derartigen Ausführung des integrierten Schaltkreises ist der Integrationsaufwand für den Temperatursensor und die Schaltung zur Regelung der Temperatur in das Halbleitermaterial verhältnismäßig gering und bei der Produktion des ASICs praktisch ohne große Kostenerhöhung realisierbar.

**[0015]** Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass dem integrierten Schaltkreis als Sensor ein Licht detektierendes Sensorarray zugeordnet ist, wobei das Licht detektierende Sensorarray mit dem integrierten Schaltkreis elektrisch und mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises wärmeleitend verbunden ist. In der Regel handelt es sich bei der Verbindung um eine metallische Lotverbindung. Auf diese Weise kann nicht nur die Temperatur des

Halbleitermaterials des integrierten Schaltkreises, sondern über die wärmeleitende Verbindung des Halbleitermaterials mit dem Licht detektierenden Sensorarray auf vorteilhafte Weise auch die Temperatur des Licht detektierenden Sensorarrays geregelt werden.

**[0016]** Dies ist besonders vorteilhaft, wenn das Licht detektierende Sensorarray nach einer Variante der Erfindung in Form eines Arrays von Photodioden auf Halbleiterbasis ausgeführt ist. In diesem Fall kann auch das Halbleitermaterial des Arrays von Photodioden auf der Soll-Temperatur gehalten werden, so dass Einflüsse auf die Messgenauigkeit seitens der Temperatur auch für das Array von Photodioden zumindest reduziert werden können.

**[0017]** Soll mit dem integrierten Schaltkreis und dem Licht detektierenden Sensorarray Röntgenstrahlung detektiert werden, so sieht eine Variante der Erfindung vor, dass dem Licht detektierenden Sensorarray ein Array von Szintillatorelementen, welches Röntgenstrahlung in Licht umwandelt, zugeordnet ist. Die Photodioden wandeln das Licht schließlich in elektrische Signale um, die von dem integrierten Schaltkreis ausgelesen, vorverarbeitet und/oder weitergeleitet werden.

**[0018]** Alternativ sieht eine Variante der Erfindung vor, dass dem integrierten Schaltkreis als Sensor ein Röntgenstrahlung direkt konvertierendes Sensorarray zugeordnet ist, wobei das Röntgenstrahlung direkt konvertierende Sensorarray mit dem integrierten Schaltkreis elektrisch und mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises wärmeleitend verbunden ist. In der Regel ist die elektrische und wärmeleitende Verbindung auch hier als metallische Lotverbindung ausgeführt. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Röntgenstrahlung direkt konvertierenden Sensorarray um ein Sensorarray auf Halbleiterbasis. Hierfür geeignete Halbleitermaterialien sind CdTe, CdZnTe, CdSeTe oder vergleichbar geeignete Materialien, die zudem dotiert sein können. Auch in diesem Fall kann über die Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials des integrierten Schaltkreises in Folge der wärmeleitenden Verbindung mit dem Röntgenstrahlung direkt konvertierenden Sensorarray die Temperatur des Halbleitermaterials des die Röntgenstrahlung direkt konvertierenden Sensorarrays geregelt werden.

**[0019]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den beigefügten schematischen Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

**[0020]** Fig. 1 in schematischer, teilweise blockschaltbildartiger Darstellung ein Computertomographiegerät,

**[0021]** Fig. 2 ein Detektormodul des Computerto-

mographiegerätes aus Fig. 1,

**[0022]** Fig. 3 eine alternative Ausführungsform eines Detektormoduls des Computertomographiegerätes aus Fig. 1, und

**[0023]** Fig. 4 in einer explosionsartigen Darstellung das Detektormodul aus Fig. 3.

**[0024]** In Fig. 1 ist in schematischer, teilweise blockschaltbildartiger Darstellung ein Computertomographiegerät **1** gezeigt. Das Computertomographiegerät **1** umfasst eine Röntgenstrahlenquelle **2**, von deren Fokus F ein Röntgenstrahlenbündel **3** ausgeht, welches mit in Fig. 1 nicht dargestellten, aber an sich bekannten Blendenplatten, beispielsweise fächerförmig oder pyramidenförmig, geformt wird. Das Röntgenstrahlenbündel **3** durchdringt ein zu untersuchendes Objekt **4** und trifft auf einem Röntgenstrahlendetektor **5** auf. Die Röntgenstrahlenquelle **2** und der Röntgenstrahlendetektor **5** sind in in Fig. 1 nicht dargestellter Weise einander gegenüberliegend an einem Drehrahmen des Computertomographiegerätes **1** angeordnet, welcher Drehrahmen in  $\phi$ -Richtung um die Systemachse Z des Computertomographiegerätes **1** drehbar ist. Im Betrieb des Computertomographiegerätes **1** drehen sich die an dem Drehrahmen angeordnete Röntgenstrahlenquelle **2** und der Röntgenstrahlendetektor **5** um das Objekt **4**, wobei aus unterschiedlichen Projektionsrichtungen Röntgenaufnahmen von dem Objekt **4** gewonnen werden. Pro Röntgenprojektion trifft dabei auf dem Röntgenstrahlendetektor **5** durch das Objekt **4** hindurch getretene und durch den Durchtritt durch das Objekt **4** geschwächte Röntgenstrahlung auf den Röntgenstrahlendetektor **5** auf, wobei der Röntgenstrahlendetektor **5** Signale erzeugt, welche der Intensität der aufgetroffenen Röntgenstrahlung entsprechen. Aus den mit dem Röntgenstrahlendetektor **5** ermittelten Signalen berechnet anschließend ein Bildrechner **6** in an sich bekannter Weise eines oder mehrere zwei- oder dreidimensionale Bilder des Objektes **4**, welche auf einem Sichtgerät **7** darstellbar sind.

**[0025]** Der Röntgenstrahlendetektor **5** weist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Vielzahl von Detektormodulen **8** auf, die in  $\phi$ -Richtung und in Z-Richtung nebeneinander auf einem nicht näher dargestellten, an dem Drehrahmen befestigten Detektorbogen angeordnet sind und im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels den flächigen Röntgenstrahlendetektor **5** bilden.

**[0026]** Eine Ausführungsform eines Detektormoduls **8** des Röntgenstrahlendetektors **5** ist in Fig. 2 exemplarisch gezeigt. Das Detektormodul **8** weist einen vertikalen Aufbau auf, wobei ein Array von Szintillatorelementen **9** über einem Licht detektierenden Sensorarray **10** angeordnet ist. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels handelt es sich bei dem Licht

detektierenden Sensorarray um ein Array von Photodioden **10** auf Halbleiterbasis. Das Array von Szintillatorelementen **9** und das Array von Photodioden **10** sind miteinander verklebt und bilden vorliegend den Sensor für Röntgenstrahlung des Detektormoduls **8**. Oberhalb des Arrays von Szintillatorelementen **9** ist ein Kollimator **12** vorhanden, so dass nur Röntgenstrahlung aus einer bestimmten Raumrichtung auf das Array von Szintillatorelementen **9** gelangen kann. Das Array von Photodioden **10** ist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels über so genannte Bump-Bond-Verbindungen, bei denen es sich um metallische Lotverbindungen handelt, mit einem in ein Halbleitermaterial integrierten Schaltkreis **11** elektrisch und über die Lotverbindungen mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises **11** auch wärmeleitend verbunden. Der in das Halbleitermaterial integrierte Schaltkreis **11** ist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels auf einem Substrat bzw. auf einer Leiterplatte **13**, welche eine elektrische Kontaktierung des integrierten Schaltkreises **11** ermöglicht, angeordnet.

**[0027]** In [Fig. 3](#) ist eine alternative Ausführungsform eines Detektormoduls **8** des Röntgenstrahlendetektors **5** gezeigt, welche sich von der in der [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform nur dadurch unterscheidet, dass das Licht detektierende Sensorarray **10** und das Array von Szintillatorelementen **9** durch ein Array von Sensorelementen **14** ersetzt ist, das Röntgenstrahlung direkt in elektrische Signale umsetzen kann. Gleiche Komponenten der beiden Ausführungsformen der Detektormodule **8** sind daher mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0028]** Das Röntgenstrahlung direkt konvertierende Array von Sensorelementen **14** basiert auf einem Halbleitermaterial, beispielsweise CdTe, CdZnTe, CdSeTe oder einem vergleichbar geeigneten Halbleitermaterial, zur direkten Konvertierung von Röntgenstrahlung in elektrische Signale. Das Halbleitermaterial weist auf seiner, dem Kollimator **12** zugewandten Seite eine durchgehende Elektrode **15** und auf seiner dem integrierten Schaltkreis **11** zugewandten Seite eine in den Figuren nicht sichtbare so genannte pixelierte Elektrode auf, worunter eine Vielzahl von Einzelelektroden verstanden wird, durch die das Array von Sensorelementen strukturiert wird. Wie zuvor beschrieben, ist auch das Röntgenstrahlung direkt konvertierende Sensorarray **14** über Lotverbindungen mit dem in ein Halbleitermaterial integrierten Schaltkreis **11** elektrisch und über die Lotverbindungen mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises **11** auch wärmeleitend verbunden. Die integrierte Schaltung **11** kann wiederum auf einem Substrat bzw. einer Leiterplatte **13** angeordnet sein, um den integrierten Schaltkreis **11** elektrisch kontaktieren zu können.

**[0029]** Betreibt man den aus den Detektormodulen

**8** aufgebauten Röntgenstrahlendetektor **5**, welcher auf dem Drehrahmen, also dem rotierenden Teil der Gantry, des Computertomographiegerätes **1** angeordnet ist, so kommt es im Betrieb des Röntgenstrahlendetektors **5**, der Messphasen und Stand-by-Phasen umfasst, zu Erwärmungen und Abkühlungen des Röntgenstrahlendetektors **5** insgesamt und insbesondere des Halbleitermaterials der integrierten Schaltkreise sowie der vorstehend beschriebenen Arrays. Wie bereits eingangs erwähnt, verschlechtern thermische Einflüsse, insbesondere wenn es sich um Temperaturschwankungen handelt, die Messeigenschaften von Messeinrichtungen. Aus diesem Grund werden speziell für den Röntgenstrahlendetektor **5** Maßnahmen ergriffen, um diesen im Wesentlichen auf einer konstanten Temperatur halten zu können. Beispielsweise sind dem Röntgenstrahlendetektor **5** in in den Figuren nicht dargestellter Weise Ventilatoren zugeordnet. Allein durch die Belüftung des Röntgenstrahlendetektors **5** kann dieser jedoch nicht auf einer im Wesentlichen konstanten Temperatur gehalten werden. Insbesondere kann mit den Ventilatoren nicht verhindert werden, dass der Röntgenstrahlendetektor **5** dann, wenn er nicht zur Messung eingesetzt wird, abkühlt, so dass sich verhältnismäßig hohe Temperaturschwankungen an den Detektormodulen **8** ergeben, je nach dem, ob sie gerade zur Messung eingesetzt werden oder sich in einem Stand-by-Modus befinden.

**[0030]** Es wird daher vorgeschlagen, innerhalb der Detektormodule **8** des Röntgenstrahlendetektors **5**, die Temperatur zu messen und zu regeln. Insbesondere werden die Temperaturen des Halbleitermaterials der integrierten Schaltkreise **11** sowie vorzugsweise auch die Temperaturen der für die Detektierung von Röntgenstrahlung verwendeten Arrays von Sensorelementen gemessen. Um zu verhindern, dass zwischen Messungen mit dem Röntgenstrahlendetektor **5** und Stand-by-Modi des Röntgenstrahlendetektors **5** nicht tolerierbare Temperaturschwankungen an den auf Temperaturänderungen empfindlich reagierenden Messkomponenten der Messkette der Detektormodule **8** auftreten, werden diese durch Heizen auf einer wenigstens im Wesentlichen konstanten Temperatur gehalten. Um hierzu keine zusätzlichen Heizelemente vorsehen zu müssen, wird vorgeschlagen, zur Regelung der Temperatur wenigstens eine aktive Komponente zu verwenden, die ohnehin in dem integrierten Schaltkreis **11** vorhanden ist.

**[0031]** Anhand der [Fig. 4](#) wird das Prinzip der Erfindung erläutert, wobei es sich bei der [Fig. 4](#) um eine explosionsartige Darstellung des in [Fig. 3](#) gezeigten Detektormoduls **8** handelt. Das Funktionsprinzip ist dabei problemlos auf das in [Fig. 2](#) gezeigte Detektormodul **8** übertragbar. Der in ein Halbleitermaterial, bei dem es sich vorzugsweise um Silizium handelt, integrierte Schaltkreis **11**, welcher im Falle des vorliegen-

den Ausführungsbeispiels im Übrigen als ASIC 11 realisiert ist, weist wenigstens eine aktive Komponente für die Behandlung von Messsignalen auf, die mit Sensorelementen des Röntgenstrahlung direkt konvertierenden Sensorarrays 14 gewonnen werden. Unter einer aktiven Komponente versteht man dabei eine Komponente des integrierten Schaltkreises, deren Betrieb aktiv gesteuert werden kann, d. h., auf deren Betrieb also aktiv Einfluss genommen werden kann. Unter einem aktiven Bauelement wird insbesondere ein wenigstens einen Transistor aufweisendes Bauelement verstanden. Der integrierte Schaltkreis, also der ASIC 11, ist um wenigstens einen Temperatursensor und eine Schaltung zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials ergänzt, die ebenfalls in das Halbleitermaterial integriert sind. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels weist der ASIC 11 einen Temperatursensor 16 und eine mit dem Temperatursensor 16 zusammenwirkende Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur auf. Mit dem Temperatursensor 16 und der Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur wird im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels kontinuierlich die Ist-Temperatur des Halbleitermaterials des ASICs 11 gemessen und mit einem vorgegebenen Sollwert der Temperatur verglichen. Weicht der Istwert der Temperatur vom Sollwert der Temperatur ab, steuert die Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur wenigstens eine aktive Komponente des ASICs 11 derart an, dass diese durch ihren Betrieb eine gewisse Verlustwärme erzeugt, durch die die Ist-Temperatur des Halbleitermaterials erhöht oder erniedrigt wird. Der Betrieb der aktiven Komponente wird vorzugsweise derart gesteuert, dass das Halbleitermaterial des ASICs 11 auf einer im Wesentlichen konstanten Temperatur gehalten wird. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels sind in [Fig. 4](#) vier aktive Komponenten des ASICs 11 schematisch angedeutet, bei denen es sich um zwei Schieberegister 18, 19 und zwei A/D-Umsetzer 20, 21 des ASICs 11 handelt. Die Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur ist in [Fig. 4](#) nicht dargestellter Weise mit den Schieberegistern 18, 19 und den A/D-Umsetzern 20, 21 verbunden, so dass die Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur wahlweise den Betrieb nur einer, mehrerer oder aller aktiver Komponenten beeinflussen kann. Welche und wie viele aktive Komponenten betrieben werden, um mit deren Verlustwärme das Halbleitermaterial des ASICs 11 über seine gesamte Ausdehnung im Wesentlichen auf einer konstanten Temperatur halten zu können, hängt davon ab, ob dies mit einer einzigen aktiven Komponente erreicht werden kann. Sollte es erforderlich sein, mehrere lokal unterschiedlich angesiedelte aktive Komponenten zu betreiben, um über das gesamte Halbleitermaterial des ASICs 11 eine im Wesentlichen konstante Temperatur zu erhalten, so erfolgt dies gesteuert über die Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur. Die Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur ist ein PI oder PID-Regler. Die Schaltung 17 zur Regelung der

Temperatur wirkt im Übrigen in der Regel mit einer nicht dargestellten Steuerung des ASICs 11 zusammen, um Steuerkonflikte beim Zugriff auf aktive Komponenten des ASICs 11 zu vermeiden.

**[0032]** Die aktive Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials des ASICs 11 erfolgt bevorzugt zu Zeiten, zu denen keine Messsignale behandelt werden, da besonders zu diesen Zeiten die Temperatur des Halbleitermaterials im Vergleich zur Temperatur bei Messungen absinkt und somit das Halbleitermaterial verhältnismäßig großen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Mithilfe der Schaltung 17 zur Regelung der Temperatur kann also das Halbleitermaterial auch im so genannten Stand-by-Modus gehalten werden, die der im Messbetrieb des integrierten Schaltkreises entspricht. Die Temperatur des Halbleitermaterials kann sich im Messbetrieb des Röntgenstrahlendetektors 5 aber auch leicht erhöhen. In diesem Fall sind die Temperaturschwankungen jedoch verhältnismäßig gering und damit die Einflüsse auf die Messgenauigkeit ebenfalls verhältnismäßig gering. Die aktive Regelung der Temperatur kann jedoch auch im Betrieb des ASICs, d. h. bei Messungen, erfolgen, wobei zur Temperaturregelung dann nur solche aktive Komponenten zur Verfügung stehen, die aktuell nicht zum Auslesen von Messsignalen oder Verarbeiten von Messsignalen benötigt werden.

**[0033]** Im Übrigen kann es abweichend von dem zuvor Beschriebenen vorgesehene sein, auf dem ASIC 11 einen zweiten separat von dem integrierten Schaltkreis für die Messsignale ausgeführten integrierten Schaltkreis für die Regelung der Temperatur zu realisieren, der wenigstens eine aktive Komponente aufweist. Der separat arbeitende integrierte Schaltkreis zur Regelung der Temperatur hat dabei den Vorteil, dass für die Temperaturregelung nicht auf eine aktive Komponente des integrierten Schaltkreises für die Messsignale zurückgegriffen werden muss. Vielmehr erfolgt die Regelung der Temperatur nur mit einer oder mehreren aktiven Komponenten des integrierten Schaltkreises für die Regelung der Temperatur, die quasi als Dummy arbeiten und mit ihrer Verlustwärme den ASIC 11 heizen.

**[0034]** Die vorliegende Erfindung erlaubt es aber nicht nur, das Halbleitermaterial des ASICs 11 auf einer im Wesentlichen konstanten Temperatur zu halten. Durch die wärmeleitenden Lotverbindungen 22 zwischen dem Halbleitermaterial des ASICs 11 und dem Röntgenstrahlung direkt konvertierenden Sensorarray 14 wird auch dieses bzw. das Halbleitermaterial des Sensorarrays 14 auf einer im Wesentlichen konstanten Temperatur gehalten, da ein Wärmeaustausch zwischen dem Halbleitermaterial des Sensorarrays 14 und dem Halbleitermaterial des ASICs 11 statt findet.

**[0035]** Diese Form der Temperaturregelung gilt auch für das in **Fig. 2** gezeigte Detektormodul **8**, bei dem das Array **10** von Photodioden auf Halbleiterbasis ebenfalls über Lotverbindungen wärmeleitend mit dem Halbleitermaterial des ASICs **11** verbunden ist.

**[0036]** Insgesamt werden mit den Detektormodulen **8**, deren Sensoren und integrierte Schaltkreise auf einer konstanten Temperatur gehalten werden, pro Projektion Messsignale erhalten und vorverarbeitet, die beispielsweise über Schleifringe an den Bildrechner **6** übertragen werden, mit dem, wie bereits erwähnt, Bilder rekonstruiert werden können.

**[0037]** Die Erfindung wurde vorstehend am Beispiel eines Röntgenstrahlendetektors beschrieben. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Röntgenstrahlendetektoren beschränkt. Vielmehr kann die Erfindung für jeden in ein Halbleitermaterial integrierten Schaltkreis angewendet werden, der für das Auslesen und/oder Weiterverarbeiten von Messsignalen vorgesehen ist und dessen Halbleitermaterial auf einer im Wesentlichen konstanten Temperatur gehalten werden soll, um die Abhängigkeit der Messgenauigkeit von der Temperatur zumindest zu verringern.

**[0038]** Als aktive Komponenten, deren Verlustwärme zur Regelung der Temperatur eingesetzt wird, sind im Übrigen auch andere aktive Komponenten als Schieberegister oder A/D-Umsetzer geeignet.

**[0039]** Des Weiteren muss das Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises nicht notwendigerweise Silizium aufweisen.

**[0040]** Als dem integrierten Schaltkreis zugeordnete Sensoren kommen nicht nur Röntgenstrahlen detektierende Sensoren, sondern auch reine Licht detektierende Sensoren, UV-Sensoren, IR-Sensoren oder andersartige Messsensoren oder Sensorarrays in Frage.

**[0041]** Der integrierte Schaltkreis muss auch nicht notwendigerweise als ASIC ausgeführt sein.

### Patentansprüche

1. In ein Halbleitermaterial integrierter Schaltkreis (**11**) für Messsignale eines dem integrierten Schaltkreis (**11**) zugeordneten Sensors (**9, 10, 14**), aufweisend eine aktive Komponente (**18 bis 21**), einen Temperatursensor (**16**) und eine Schaltung (**17**) zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials, wobei die aktive Komponente (**18 bis 21**) für die Behandlung der von dem Sensor (**9, 10, 14**) erzeugten Messsignale vorgesehen ist und durch die Schaltung (**17**) zur Regelung der Temperatur zudem derart angesteuert werden kann, dass die Temperatur des Halbleitermaterials veränderbar ist, wobei zur Regelung der Temperatur die Schaltung (**17**) einen PI-

oder PID-Regler aufweist.

2. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 1, bei dem die aktive Komponente ein Schieberegister (**18, 19**) ist.

3. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die aktive Komponente ein A/D-Umsetzer (**20, 21**) ist.

4. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Sollwert, auf den die Temperatur geregelt werden soll, einstellbar ist.

5. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Halbleitermaterial Silizium aufweist.

6. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 5, welcher als ASIC (**11**) ausgeführt ist.

7. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dem als Sensor ein Licht detektierendes Sensorarray (**10**) zugeordnet ist, wobei das Licht detektierende Sensorarray (**10**) mit dem integrierten Schaltkreis (**11**) elektrisch und mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises (**11**) wärmeleitend verbunden ist.

8. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 7, bei dem das Sensorarray ein Array von Photodioden (**10**) ist.

9. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 7 oder 8, bei dem dem Licht detektierenden Sensorarray (**10**) ein Array von Szintillatorelementen (**9**) zugeordnet ist.

10. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dem als Sensor ein Röntgenstrahlung direkt konvertierendes Sensorarray (**14**) zugeordnet ist, wobei das Röntgenstrahlung direkt konvertierende Sensorarray (**14**) mit dem integrierten Schaltkreis (**11**) elektrisch und mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises (**11**) wärmeleitend verbunden ist.

11. Verfahren zur Regelung der Temperatur eines Halbleitermaterials, welches einen integrierten Schaltkreis (**11**) mit einer aktiven Komponente (**18 bis 21**), einem Temperatursensor (**16**) und einer Schaltung (**17**) zur Regelung der Temperatur des Halbleitermaterials aufweist, wobei der integrierte Schaltkreis (**11**) für Messsignale eines dem integrierten Schaltkreis (**11**) zugeordneten Sensors (**9, 10, 14**) vorgesehen ist, wobei die aktive Komponente (**18 bis 21**) für die Behandlung der von dem Sensor (**9, 10, 14**) erzeugten Messsignale vorgesehen ist und durch die Schaltung (**17**) zur Regelung der Temperatur zudem derart gesteuert wird, dass die Temperatur des

Halbleitermaterials verändert wird, und wobei zur Regelung der Temperatur ein PI- oder PID-Regler der Schaltung (17) verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem die aktive Komponente ein Schieberegister (18, 19) ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, bei dem die aktive Komponente ein A/D-Umsetzer (20, 21) ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem die Regelung der Temperatur derart erfolgt, dass zu den Zeiten, zu denen keine Messsignale behandelt werden, die aktive Komponente (18 bis 21) derart betrieben wird, dass das Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises (11) im Wesentlichen eine konstante Temperatur aufweist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei dem der Sollwert, auf den die Temperatur geregelt werden soll, einstellbar ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, bei dem das Halbleitermaterial Silizium aufweist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, bei dem der integrierte Schaltkreis als ASIC (11) ausgeführt ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, bei dem dem integrierten Schaltkreis (11) als Sensor ein Licht detektierendes Sensorarray (10) zugeordnet ist, wobei das Licht detektierende Sensorarray (10) mit dem integrierten Schaltkreis (11) elektrisch und mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises (11) wärmeleitend verbunden ist.

19. Verfahren nach Anspruch 18, bei dem das Sensorarray ein Array von Photodioden (10) ist.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, bei dem dem Licht detektierenden Sensorarray (10) ein Array von Szintillatorelementen (9) zugeordnet ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, bei dem dem integrierten Schaltkreis (11) als Sensor ein Röntgenstrahlung direkt konvertierendes Sensorarray (14) zugeordnet ist, wobei das Röntgenstrahlung direkt konvertierende Sensorarray (14) mit dem integrierten Schaltkreis (11) elektrisch und mit dem Halbleitermaterial des integrierten Schaltkreises (11) wärmeleitend verbunden ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



FIG 1

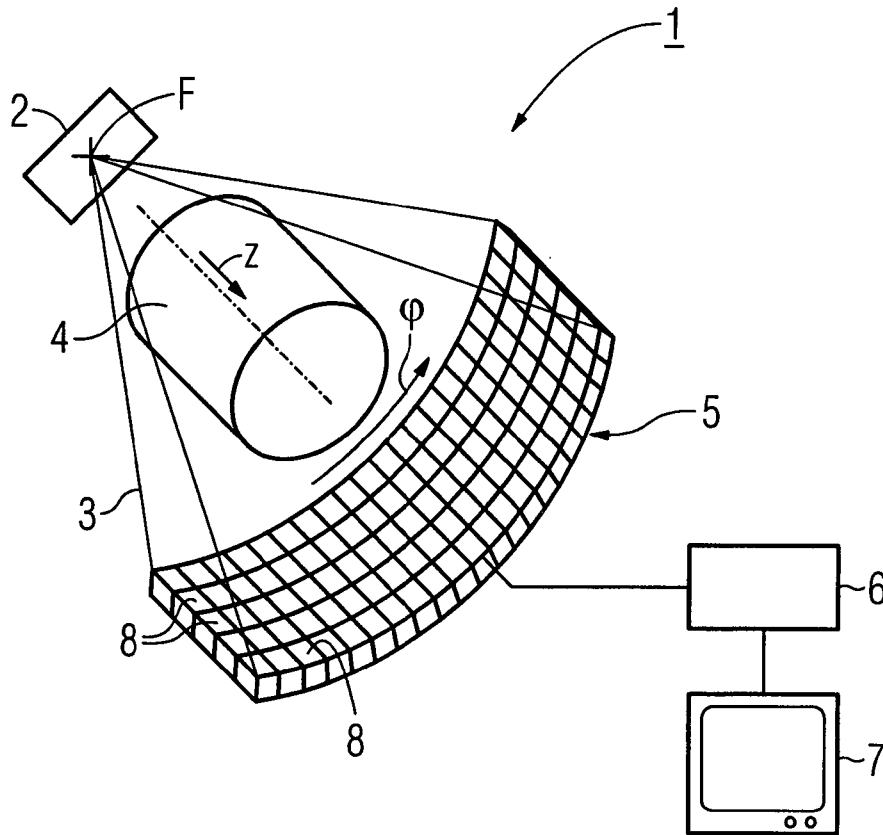


FIG 2

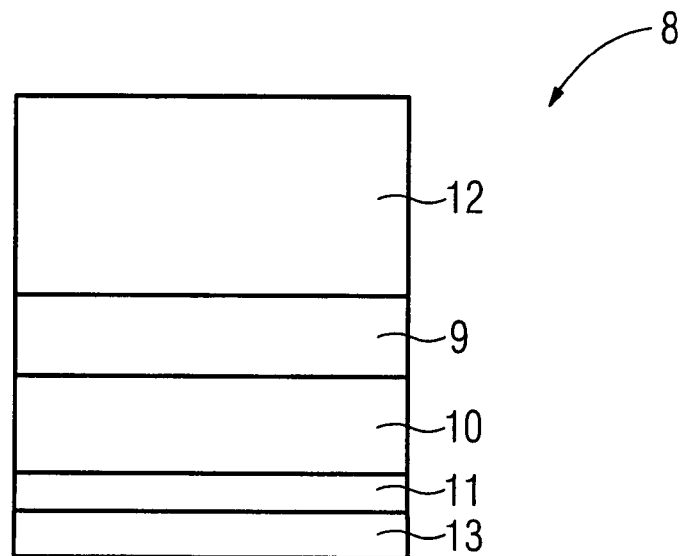


FIG 3

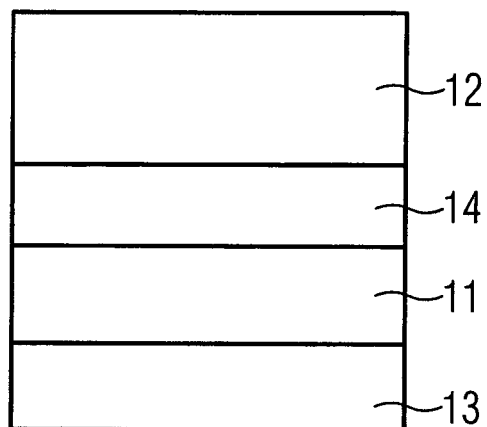


FIG 4

