



19 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 40 212 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 T 1/29**  
G 01 T 1/24  
G 01 N 23/04  
G 01 N 23/083  
G 01 J 1/02

21 Aktenzeichen: 197 40 212.7  
22 Anmeldetag: 12. 9. 97  
43 Offenlegungstag: 25. 3. 99

**DE 197 40 212 A 1**

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Hoheisel, Martin, Dr.rer.nat., 91056 Erlangen, DE

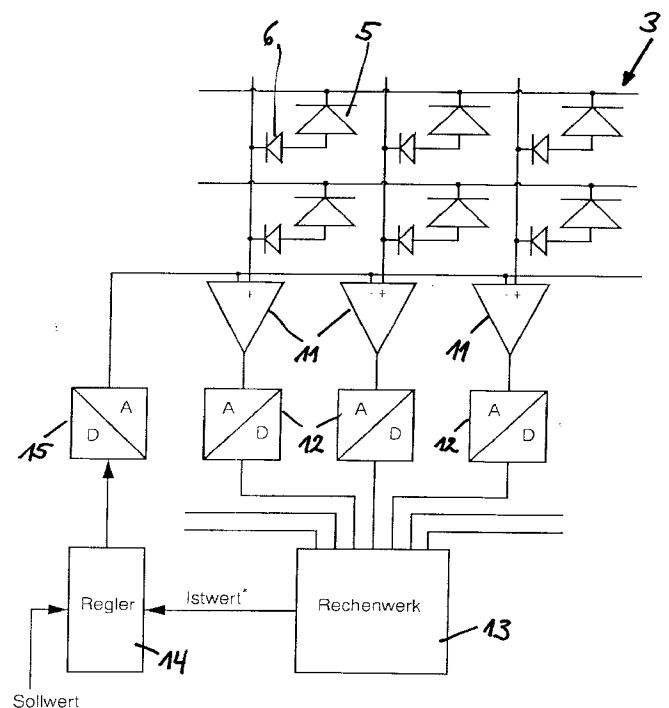
56 Entgegenhaltungen:  
DE 44 39 759 C1  
US 49 33 543  
US 49 16 307  
EP 07 53 761 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Halbleiter-Strahlungsdetektor mit Temperaturkompensation

57 Halbleiter-Strahlungsdetektor für Röntgenstrahlen, Lichtstrahlen oder die Computer-Tomographie, mit einer Vielzahl von Fotodioden umfassenden Detektormatrix mit nachgeschaltetem Verstärker und Analog-Digitalwandler, und einer Korrektureinrichtung zur Verminderung von Störeinflüssen durch den Dunkel-Sperrstrom der Fotodioden und/oder durch Alterungsprozesse, wobei ein aus einem gemessenen Offset-Signal ermitteltes Korrektursignal noch vor dem Analog-Digitalwandler (12) als Kompensationsspannung allen Signalpfaden bzw. jeweils einer entsprechenden Gruppe der Signalpfade des Detektors zugeführt wird.



**DE 197 40 212 A 1**

Die Erfindung bezieht sich auf einen Halbleiter-Strahlungsdetektor für Röntgenstrahlen, Lichtstrahlen oder die Computer-Tomographie, mit einer Vielzahl von Fotodioden umfassenden Detektormatrix mit nachgeschaltetem Verstärker und Analog-Digitalwandler, und einer Korrektur-einrichtung zur Verminderung von Störeinflüssen durch den Dunkel-Sperrstrom der Fotodioden und/oder durch Alterungsprozesse.

Derartige Halbleiter-Strahlungsdetektoren können aus einem Szintillator aus Cäsiumjodid (CsI) und einer Fotodiodenmatrix aus amorphem Silizium bestehen, wobei die Erfindung aber auch auf alle anderen Halbleiter-Röntgendetektoren, Halbleiter-Strahlungsdetektoren oder Lichtsensoren anwendbar sein soll.

In diesen Detektoren wird auch ohne Strahlung ein Signal, das sog. Offset-Signal erzeugt, dessen Ursprung hauptsächlich der Dunkel-Sperrstrom der Fotodioden ist. Ist dieser Strom nicht so klein, daß er vernachlässigt werden kann, wird er normalerweise separat gemessen und später vom Gesamtsignal subtrahiert, so daß man das Offset-freie Signal erhält. Ungünstigerweise hat der Dunkel-Sperrstrom der Fotodioden einen positiven Temperaturkoeffizienten. Mit steigender Umgebungstemperatur führt dies zu einem starken Anstieg, der meist durch ein Exponentialgesetz in der Form  $I = I_0 \cdot \exp(-\Delta E/kT)$  beschrieben werden kann.

Für das Gesamtsignal steht normalerweise ein vorgegebener Bereich zur Verfügung, der durch die gewählte Verstärkung und den Analog-Digitalwandler bestimmt ist. Je größer der Offset ist, desto geringer wird folglich das maximale Nutzsignal. Diese Einschränkung kann bei höheren Temperaturen so gravierend sein, daß ein Betrieb des Detektors nicht mehr möglich ist.

Bisher wurde in solchen Fällen die interne Verstärkung des Detektors reduziert, was aber nur bis zu einem konstruktionsbedingten Grenzwert möglich ist und darüber hinaus das Signal-Rausch-Verhältnis verschlechtert. Darüber hinaus wurde häufig die maximal erlaubte Betriebstemperatur beschränkt, um den Anstieg des Offset-Signals über den positiven Temperaturkoeffizienten der Fotodioden entsprechend einzuschränken.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Halbleiter-Strahlungsdetektor der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß auch bei höheren Temperaturen und unter Kompensierung unvermeidlich auftretender Alterungsprozesse ein uneingeschränkter Betrieb des Detektors mit guter Kompensation von Offset-Signalen möglich ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein aus einem gemessenen Offset-Signal ermitteltes Korrektursignal noch vor dem Analog-Digitalwandler als Kompensationsspannung allen Signalpfaden bzw. jeweils einer entsprechenden Gruppe der Signalpfade des Detektors zugeführt wird.

Durch die Ermittlung einer solchen Kompensationsspannung, die bereits vor der Digitalisierung überlagert wird, werden im Gegensatz zur üblichen rechnerischen Korrektur nach der Digitalisierung der Meßwerte alle Schwierigkeiten vermieden, die daraus resultieren, daß für das Gesamtsignal ja nur ein vorgegebener Bereich der als Eingangsspannung an die Analog-Digitalwandler anzulegenden Signalgröße zur Verfügung steht. Die Kompensation noch im Analogbereich kann somit auch bei sehr großen Offset-Signalen die notwendige Korrektur bewirken, die nach wie vor einen einwandfreien Betrieb des Detektors ermöglicht. Da der Offset nicht vollkommen homogen über die gesamte Detektorfläche verteilt ist (sog. Offset-Dispersion), kann nur eine globale Kompensation vorgenommen werden, durch die sich

aber ein großer Teil des Anstiegs des Offsets mit der Temperatur in seinen Auswirkungen beseitigen läßt.

Die Kompensationsspannung wird aus einem von einem Rechenwerk ermittelten Mittelwert der Offsetsignale durch Vergleich mit einem Sollwert bestimmt. Dabei kann die Korrekturvorrichtung entweder eine Korrekturdiode umfassen, die in gleicher Weise aufgebaut ist, wie die Fotodioden der Detektormatrix, oder aber einen Meßfühler zur Bestimmung der Temperatur der Detektormatrix, um aus dieser sich ändernden Temperatur eine Kompensationsspannung rechnerisch zu ermitteln.

Mit besonderem Vorteil kann bei der erfindungsgemäßen Korrektur der Offsetsignale bei Halbleiter-Strahlungsdetektoren die Möglichkeit ausgenutzt werden, daß in Strahlungspausen Dunkelbilder aufgenommen und diese so gemittelt werden, daß aus dem Mittelwert eine Digital-Analog-gewandelte Kompensationsspannung ermittelt wird, die dann allen Signalpfaden des Detektors zugeführt wird.

Statt einer solchen Globalkorrektur über die gesamte Detektorfläche ist es natürlich auch möglich, die Kompensationsspannung für unterschiedliche Bereiche der Detektormatrix selektiv zu ermitteln und den Signalpfaden dieser Bereiche ebenso selektiv zuzuführen. Bei der Ermittlung der Kompensationsspannung über Vergleichsdioden oder Temperaturfühler ist dies natürlich nur sehr begrenzt möglich. Hervorragend eignet sich aber die vorstehend beschriebene Messung von Dunkelbildern zur Ermittlung der Kompensationsspannung für eine solche selektive Unterscheidung unterschiedlicher Bereiche der Detektormatrix und entsprechend unterschiedlicher Kompensation in diesen Bereichen. Dabei werden Teile des Bildes, also Teile der Detektormatrix, unterschiedlichen Analogkanälen zugeordnet und es lassen sich unterschiedliche Temperaturgänge in einzelnen Teilen des Bildes separat ausgleichen. In den Verstell-Algorithmus des jeweils aufgenommenen und abgespeicherten Offset-Bildes kann dabei bevorzugt eine Hysterese zur Unterdrückung unerwünschter Schwingungen eingebaut sein.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Matrixdetektors, und

**Fig. 2** ein ebenso schematischer Aufbau des schaltungsmäßigen Aufbaus eines solchen Detektors mit einer erfindungsgemäßen Korrektur-einrichtung.

Die zu messende Strahlung, beispielsweise eine Röntgenstrahlung **1**, fällt auf einen Szintillator **2**, beispielsweise aus Cäsiumjodid. Die dabei ausgelöste unterschiedliche Strahlung wird selektiv in der darunterliegenden Detektormatrix **3** mit Aufnahmefeldern **4** von Fotodioden **5** bestimmt, die jeweils einzeln über einen Schalter **6** an den Kreuzungspunkten der zeilen- und spaltenweise verlaufenden sich kreuzenden Leitungen angeordnet sind. Schaltungsmäßig ist dieser Matrixaufbau in **Fig. 2** zu erkennen. Bei **7** erkennt man die Richtung der Zeilenansteuerung, während **8** die Ausgangsrichtung zum Verstärker, Multiplexer und zum Analog-Digital-Wandler wiedergibt. Bei **9** und **10** erkennt man die Ein- und Ausgangskontakte der Detektormatrix für die einzelnen Kanäle.

Die Analogkanäle der Detektormatrix, von denen in **Fig. 2** drei dargestellt sind, sind über Verstärker **11** an Analog-Digitalwandler **12** gelegt, deren Ausgangssignale wiederum über ein Rechenwerk **13** weiterverarbeitet werden. Erfindungsgemäß ermittelt nun dieses Rechenwerk **13** in den Strahlungspausen Dunkelbilder, die gemittelt und zu einem in **Fig. 2** als Istwert bezeichneten Mittelwert verarbeitet werden. Statt des Mittelwert es kann auch der Medianwert

oder ein anderer geeigneter Wert berechnet werden, der die Verteilung der Offsetwerte charakterisiert. Dieser wird einem Regler **14** zugeführt, der den Istwert mit einem Sollwert vergleicht und daraus ein Korrektursignal bestimmt, das über einen Analog-Digitalwandler **15** in eine analoge Kompensationsspannung rückgewandelt wird, die zur Kompensation des Offsetsignals den Verstärkern **11** zugeführt wird, so daß noch vor der Digitalisierung der eigentlichen Meßsignale und damit ohne eine Einschränkung durch den vorgegebenen Bereich des Gesamtsignals stets, und damit auch bei hohen Temperaturen und hohen Offsetsignalen, eine globale Kompensation der Offsetsignale und des Dunkelstroms erzielt werden kann. Dabei besteht ersichtlich auch eine Möglichkeit, die Offsetwerte jeweils von Teilen des Bildes zu bestimmen, wobei diese Teile dann jeweils unterschiedlichen Analogkanälen zugeordnet sein sollen, um unterschiedliche Temperaturgänge in den einzelnen Teilen des Bildes, bzw. auch unterschiedliche Alterungsprozesse in solchen Bildteilen, separat auszugleichen.

#### Patentansprüche

1. Halbleiter-Strahlungsdetektor für Röntgenstrahlen, Lichtstrahlen oder die Computer-Tomographie, mit einer Vielzahl von Fotodioden umfassenden Detektormatrix mit nachgeschaltetem Verstärker und Analog-Digitalwandler, und einer Korrekturereinrichtung zur Verminderung von Störeinflüssen durch den Dunkel-Sperrstrom der Fotodioden und/oder durch Alterungsprozesse, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein aus einem gemessenen Offset-Signal ermitteltes Korrektursignal noch vor dem Analog-Digitalwandler (**12**) als Kompensationsspannung allen Signalpfaden bzw. jeweils einer entsprechenden Gruppe der Signalpfade des Detektors zugeführt wird.
2. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsspannung aus einem von einem Rechenwerk (**13**) ermittelten Mittelwert der Offset-Signale durch Vergleich mit einem Sollwert bestimmt wird.
3. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturereinrichtung eine Korrekturdiode umfaßt, die in gleicher Weise aufgebaut ist wie die Fotodioden der Detektormatrix (**3**).
4. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturereinrichtung wenigstens einen Meßfühler zur Bestimmung der Temperatur der Detektormatrix (**3**) aufweist, aus der eine Kompensationsspannung rechnerisch ermittelt wird.
5. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Strahlungspausen Dunkelbilder aufgenommen werden und daraus ein geeigneter Wert berechnet wird, der die Verteilung der Offset-Werte charakterisiert, und daß aus dem berechneten Wert eine Digital-Analog-gewandelte Kompensationsspannung ermittelt wird, die allen Signalpfaden des Detektors zugeführt wird.
6. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Dunkelbildern ein Mittelwert berechnet wird.
7. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Dunkelbildern der Medianwert berechnet wird.
8. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsspannung für unterschiedliche Bereiche der

Detektormatrix (**3**) selektiv ermittelt und den Signalpfaden dieser Bereiche zugeführt wird.

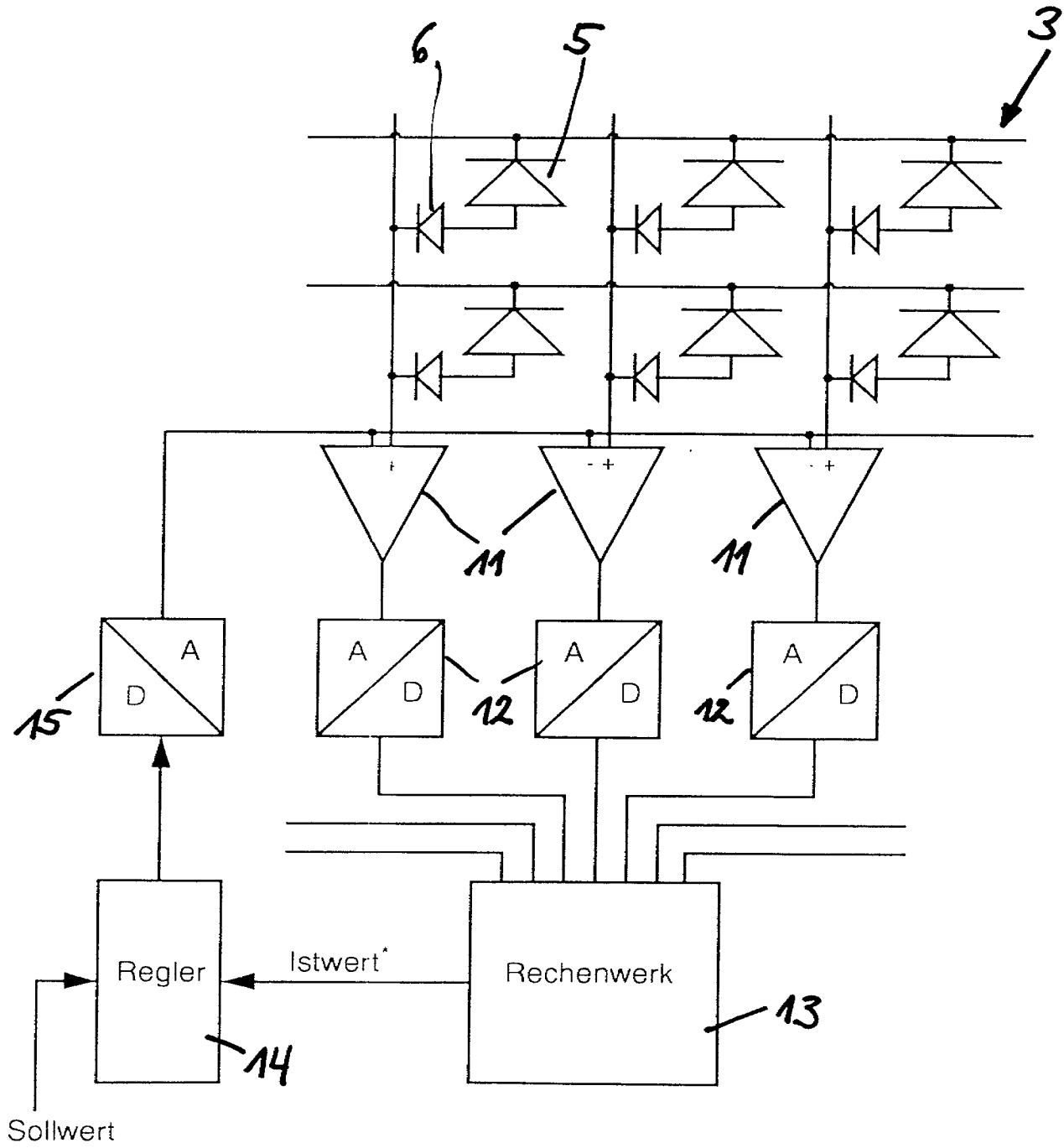
9. Halbleiter-Strahlungsdetektor nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in den Verstell-Algorithmus des jeweils aufgenommenen und abgespeicherten Offset-Bildes eine Hysterese zur Unterdrückung unerwünschter Schwingungen eingebaut ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



\* Istwert = Mittelwert, Medianwert, ...

Fig 2

