



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 36 689 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 T 1/20**  
H 01 L 27/146

⑳1 Aktenzeichen: P 44 36 689.2  
⑳2 Anmeldetag: 13. 10. 94  
⑳3 Offenlegungstag: 12. 10. 95

DE 44 36 689 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

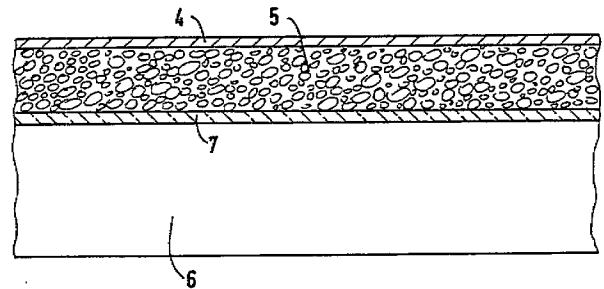
⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Hoheisel, Martin, Dr.rer.nat., 91054 Erlangen, DE;  
Mattern, Detlef, Dr., 91056 Erlangen, DE; Reinfelder,  
Hans-Erich, Dr.-Ing., 91054 Erlangen, DE; Sklebitz,  
Hartmut, Dipl.-Ing., 91056 Erlangen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Röntgenbildverstärker

⑤7 Es soll ein Röntgenbildverstärker mit einem integrierten Halbleiter-Bildsensor (6) geschaffen werden, der keine Lebensdauerbegrenzung aufweist. Der Halbleiter-Bildsensor (6) ist entweder optisch an einer Ausgangsleuchtschicht (5) angekoppelt, in der die Elektronen im Bildverstärker in Licht umgewandelt werden. Der Bildsensor (6) ist vorzugsweise von einem Array bipolarer Transistoren gebildet, wobei die Wandlung Photonen - Elektronen in der Basis-Kollektor-Strecke erfolgt. Es kann auch eine Schicht aus amorphem Silizium vorgesehen sein, in welcher eine Ladungsvervielfachung der eindringenden Elektronen hoher Geschwindigkeit stattfindet. Die erzeugten Ladungen werden mit einem Array bipolarer Transistoren ausgelesen.



DE 44 36 689 A 1

Es sind Röntgenanlagen bekannt, bei denen eine Bildverstärker-Fernsehkette zur Bildwiedergabe vorgesehen ist, bei der das auf dem Ausgangsleuchtschirm des Röntgenbildverstärkers wiedergegebene Röntgenbild durch eine Fernsehkamera aufgenommen wird. Eine Vereinfachung ergibt sich, wenn statt des Ausgangsleuchtschirms ein mit Elektronen bombardierter, elektronensensitiver Sensor im Röntgenbildverstärker vorgesehen wird. Als Sensortyp können dabei CCDs und XY-adressierbare Bildaufnehmer auf MOS-Basis Verwendung finden. Der Nachteil der MOS-Technik ist jedoch, daß sich in den dünnen Isolationsschichten F-Zentren bilden, was nach einer von der Auftreffenergie abhängigen Betriebszeit zu einer unzulässigen Steigerung des Dunkelstroms führt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Röntgenbildverstärker so auszubilden, daß in ihm eine Umwandlung des Röntgenbildes in elektrische Bildsignale an seinem Ausgang erfolgt, wobei keine wesentliche Begrenzung der Sensor-Lebensdauer wie bei der Verwendung von MOS-Technik gegeben ist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Bei dem erfindungsgemäßen Röntgenbildverstärker sind die in Verbindung mit MOS-Strukturen geschilderten Probleme vermieden. Die im Bildverstärker auftretende Elektronenstrahlung wird zunächst in Licht und anschließend erst in entsprechende elektrische Ausgangssignale gewandelt.

Eine alternative Lösung, bei der eine unmittelbare Wandlung der einfallenden Elektronen in elektrische Signale erfolgt, ergibt sich aus dem Patentanspruch 3.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Röntgenbildverstärkers nach der Erfindung,

**Fig. 2** und **3** Einzelheiten des Röntgenbildverstärkers gemäß **Fig. 1**, und

**Fig. 4** eine Schaltung für ein Bildelement des Röntgenbildverstärkers gemäß den **Fig. 1** bis **3**.

In der **Fig. 1** ist ein Röntgenbildverstärker **1** dargestellt, auf dessen Eingangsleuchtschirm Röntgenstrahlung **2** auftrifft, die in entsprechende Elektronenstrahlung umgewandelt wird. Diese trifft auf den Bildverstärkerausgang **3** auf und wird dort in Bildsignale umgewandelt.

Die **Fig. 2** zeigt, daß die Elektronenstrahlung zunächst eine dünne Aluminiumschicht **4** durchdringt, durch welche Lichtrückwirkungen auf die Photokathode des Röntgenbildverstärkers **1** verhindert werden. In einer Leuchtschicht **5**, welche vorzugsweise aus pigmentierten Phosphorkörnern, z. B. P43, besteht, wird die Elektronenstrahlung in Licht umgewandelt. Die Lichtfarbe ist auf die spektrale Empfindlichkeit eines Halbleiter-Bildsensors **6** abgestimmt. Eine lichtleitfähige Schutzschicht **7** zwischen der Leuchtschicht **5** und dem Halbleiter-Bildsensor **6** verhindert chemische Reaktionen zwischen dem Leuchtstoff in der Leuchtschicht **5** und dem Halbleitermaterial. Hierfür eignet sich z. B. eine dünne Schicht aus Bor-Phosphor-Silikat-Glas.

Der Halbleiter-Bildsensor **6** kann von einem Array bipolarer Transistoren gebildet sein, wobei die Wandlung Photonen — Elektronen in der Basis-Kollektor-Strecke erfolgt. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Lichtphotonen nicht auf die Basis-Kollektor-Strecke einwirken, sondern wenn man die Basis der einzelnen

Transistoren mit einer Pixelelektrode kontaktiert, wie dies z. B. bei bekannten CCDs der Fall ist, welche mit einer Schicht aus amorphem Silizium zur Konversion von Licht in Elektronen ausgestattet sind. Die gemeinsame Deckelektrode der a-Si-Schicht wird dabei mit dem gemeinsamen Kollektor-Anschluß kontaktiert. Eine besonders vorteilhafte Ausführung ergibt sich, wenn die einfallenden Elektronen nicht in Licht gewandelt, sondern durch Ionisation im Festkörper des a-Si eine Ladungsvervielfachung erfolgt, die dann wie im Artikel "Halbleiter-Bildaufnehmer für direktauslesende Röntgenkameras", Fortsch.-Ber. VDI, Reihe 9, Nr. 150, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992, beschrieben, ausgelesen wird.

Die **Fig. 3** zeigt einen Aufbau, bei dem mit **8** eine ITO-Deckschicht, mit **9** die Pixelelektrode, mit **10** die Basis, mit **11** der Emitter, mit **12** der Kollektor und mit **13** eine Isolierschicht aus SiO<sub>2</sub> bezeichnet ist.

Die **Fig. 4** zeigt die Schaltung für ein Bildelement mit einem Transistor **14**, dessen Basis-Kollektor-Strecke eine a-Si-Diode **15** parallelgeschaltet ist. Der Basis werden über einen Koppelkondensator **16** Ausleseimpulse zugeführt.

Die Spannung über die Halbleiterschicht kann dabei variiert werden, um die Empfindlichkeit des Bildsensors an die verwendete Bilddosis anzupassen und besten Störabstand zu erreichen. Ferner kann eine Schicht aus Bor-Phosphor-Silikat-Glas zwischen dem Array bipolarer Transistoren **14** und der Pixelelektrode **9** an der amorphen Halbleiterschicht angeordnet sein.

#### Patentansprüche

1. Röntgenbildverstärker (**1**) mit einem integrierten Halbleiter-Bildsensor (**6**), der von dem von einer Ausgangsleuchtschicht (**5**) ausgehenden Licht beleuchtet wird.
2. Röntgenbildverstärker nach Anspruch 1, bei dem der Bildsensor (**6**) von einem Array bipolarer Transistoren (**14**) gebildet ist, wobei die Wandlung Photonen — Elektronen in der Basis-Kollektor-Strecke und einer parallel geschalteten Diode (**15**) aus einem amorphen Halbleiter erfolgt.
3. Röntgenbildverstärker, bei dem die Wandlung der einfallenden Elektronen in abgetastete Ladungen in einer amorphen Halbleiterschicht erfolgt.
4. Röntgenbildverstärker nach Anspruch 3, bei dem die Spannung über die Halbleiterschicht variiert wird, um die Empfindlichkeit des Bildsensors (**6**) an die verwendete Bilddosis anzupassen und besten Störabstand zu erreichen.
5. Röntgenbildverstärker nach Anspruch 3, bei dem eine Schicht aus Bor-Phosphor-Silikat-Glas zwischen dem Array bipolarer Transistoren (**14**) und der Pixelelektrode (**9**) an der amorphen Halbleiterschicht angeordnet ist.
6. Röntgenbildverstärker nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem als amorpher Halbleiter amorphes Silizium verwendet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

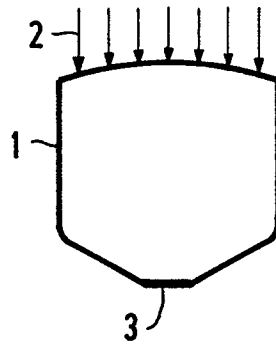


FIG 1

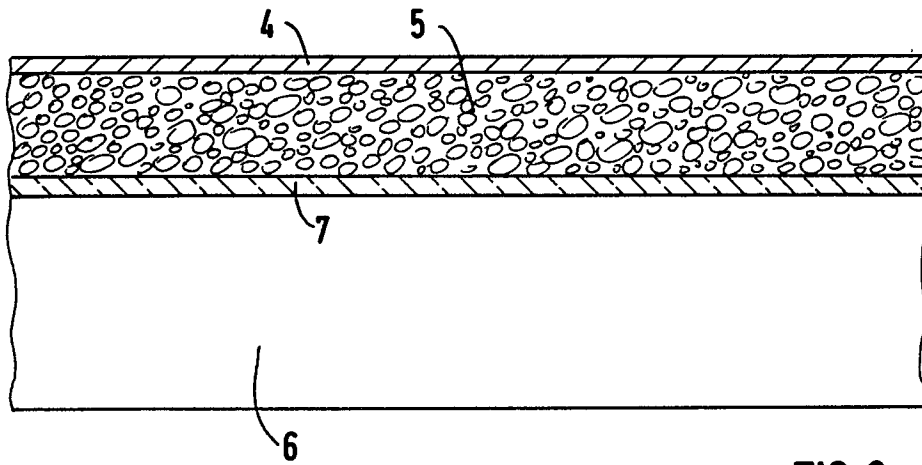


FIG 2

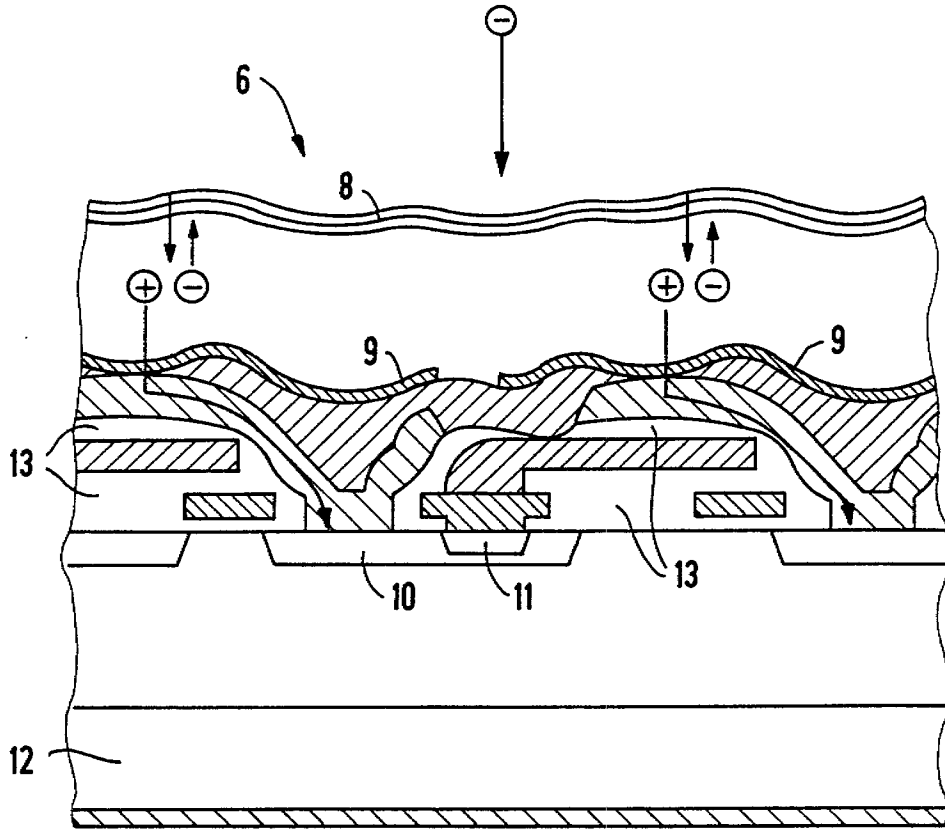


FIG 3

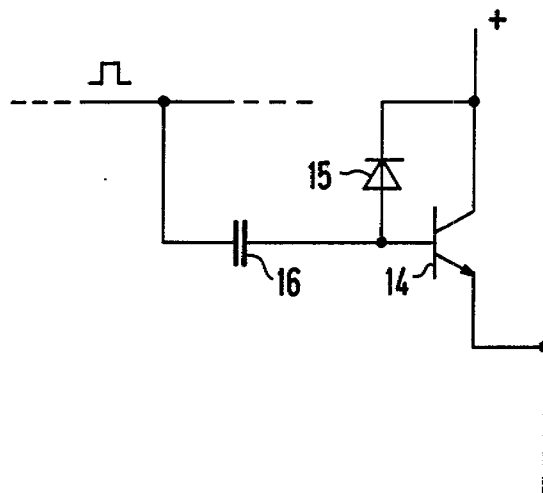


FIG 4