

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 576 692 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92110505.2**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01J 31/50**

22 Anmeldetag: **22.06.92**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.01.94 Patentblatt 94/01**

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-80333 München(DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR**

72 Erfinder: **Mattern, Detlef, Dr. Dipl.-Phys.**  
**Falkenstrasse 22**  
**W-8520 Erlangen(DE)**  
Erfinder: **Sklebitz, Hartmut, Dipl.-Ing. (FH)**  
**Reinschartenweg 6a**  
**W-8520 Erlangen(DE)**  
Erfinder: **Oppelt, Arnulf, Dr. rer.nat.**  
**Schwedenstrasse 25**  
**W-8521 Spardorf(DE)**

54 **Bildverstärker mit Bildsensor.**

57 Die Erfindung betrifft einen Bildverstärker mit einem Vakuumgehäuse (1), einem Eingangsleuchtschirm (3), einer Elektronenoptik (5) und einem auf der dem Eingangsleuchtschirm (3) gegenüberliegenden Seite des Vakuumgehäuses (1) innerhalb des-

selben angebrachten Bildsensor (6 bis 10). Auf der dem Eingangsleuchtschirm (3) zugewandten Seite des Bildsensors (6 bis 10) ist eine ITO-Schutzschicht (11) aufgebracht, die eine Abbremsung von auftretenden Elektronen (4) bewirkt.

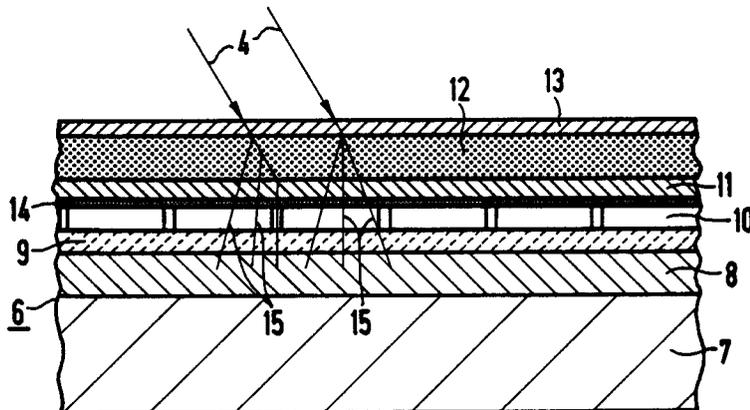


FIG 2

EP 0 576 692 A1

Die Erfindung betrifft einen Bildverstärker mit einem Vakuumgehäuse, einem Eingangsleuchtschirm, einer Elektronenoptik und einem auf der dem Eingangsleuchtschirm gegenüberliegenden Seite des Vakuumgehäuse innerhalb desselben angebrachten Bildsensor.

In der EP-A-0 083 240 ist ein derartiger Bildverstärker beschrieben, der in der medizinischen Diagnostik zur Untersuchung mit Röntgenstrahlen dient. Der Röntgenbildverstärker liefert zweidimensionale Durchleuchtungsaufnahmen in Form von Videobildern. Die Röntgenquanten werden in einem Szintillator des Eingangsleuchtschirmes absorbiert und in Licht umgesetzt. Die emittierten Lichtquanten setzen in einer Photokathode des Eingangsleuchtschirmes Elektronen frei. Diese Elektronen werden in dem elektrischen Feld der Elektronenoptik beschleunigt und auf einen Bildsensor fokussiert, welcher das Elektronenbild in ein Videobild umwandelt und entsprechende Videosignale liefert. Durch einen derartigen Röntgenbildverstärker erhält man direkt elektrische Bildsignal zur Weiterverarbeitung in einem digitalen Bildsystem oder zur Videobilddarstellung. Bildsensoren als Festkörperbildaufnehmer basieren üblicherweise auf dem Ladungsverschiebungsprinzip (CCD) und sind in ihrer üblichen Ausführung für den Nachweis von Photonen im sichtbaren Bereich geeignet. Für die Detektion von Elektronen lassen sich rückseitengedünnte CCDs verwenden.

Elektronen hinterlassen im Gegensatz zu Photonen entlang ihres gesamten Weges durch die Materie Wirkungen. Bei der Elektronenbestrahlung eines CCDs von der Frontseite würde auch die extrem dünne isolierende Schicht betroffen sein, die beispielsweise aus  $\text{SiO}_2$  bestehen kann, und die leitfähigen Verschiebestrukturen (Gates) vom Halbleitersubstrat trennt. Die Anforderungen an diese isolierende Schicht sind aufgrund der hohen Feldstärken sehr hoch. Bestrahlungen mit geladenen Teilchen, beispielsweise Elektronen, führen zur Bildung quasiortsfester Ionen und damit zur Bildung von Zwischenzuständen (F-Zentren) in der Bandlücke des  $\text{SiO}_2$ . Diese Traps führen zu erhöhtem Dunkelstrom und einer Verschlechterung der Ladungs-Transfer-Effizienz. Die Aufladungseffekte führen außerdem zu einer Veränderung des Verschiebepotential an den Gates.

Bei rückseitengedünnten CCDs ist das Substrat, auf dem die aktiven Schichten in einem Epitaxialverfahren aufgebracht sind, durch einen komplizierten teuren Prozeß praktisch vollständig entfernt. Dafür ist es möglich, derartige CCDs mit kurzreichweitigen Partikelstrahlungen, beispielsweise Elektronen im keV-Bereich, von dieser Seite auftreffen und vollständig abbremsen zu lassen, ohne die isolierende Schicht in Mitleidenschaft zu ziehen. Derartige CCDs sind jedoch relativ teuer

und weisen in der Qualität Streuungen auf.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, Bildverstärker mit Bildsensoren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen die Bildsensoren vor den auftreffenden Elektronen geschützt sind, so daß sie problemlos eingesetzt werden können.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß auf der dem Eingangsleuchtschirm zugewandten Seite des Bildsensors eine Schutzschicht aufgebracht ist, die eine Abbremsung von auftreffenden Elektronen bewirkt. Durch diese Schutzschicht wird erreicht, daß die Elektronen derart abgebremst werden, daß sie den Bildsensor nicht mehr erreichen. Außerdem sollte die Schutzschicht eine genügende elektrische Leitfähigkeit haben, damit die Bildung von F-Zentren unterbleibt.

Dabei hat es sich insbesondere für die Verringerung der Dicke vorteilhaft erwiesen, wenn die Schutzschicht aus einem Material mit hohem spezifischem Gewicht, beispielsweise aus einer Indium-Zinn-Oxid-Verbindung oder Bleiglas besteht. Wird ein optischer Bildsensor mit vorgeordneter Leuchtschicht verwendet, so muß die Schutzschicht transparent sein. Dabei kann die Schutzschicht zwischen einem optischen CCD-Wandler und einer Leuchtschicht angeordnet sein.

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

FIG 1 einen Röntgenbildverstärker mit Bildsensor und

FIG 2 einen schematischen Schnitt durch einen bekannten CCD-Wandler.

In FIG 1 ist ein Röntgenbildverstärker mit einem Vakuumgehäuse 1 dargestellt. Auf der den Röntgenstrahlen 2 zugewandten Seite weist der Röntgenbildverstärker im Inneren des Vakuumgehäuses 1 einen Eingangsleuchtschirm 3 auf, der eine auf einer Photokathode aufgebrachte Leuchtschicht enthält. Die von der Photokathode ausgehenden Elektronen 4 werden durch eine Elektronenoptik 5 auf einen Bildsensor 6 beschleunigt und fokussiert. Dieser Bildsensor 6 wandelt die auftreffenden Elektronen 4 in ein elektrisches Signal um, das als Videosignal weiter verarbeitet und auf einem Monitor wiedergegeben wird.

In FIG 2 ist der Querschnitt durch den erfindungsgemäßen Bildsensor 6 dargestellt, der einen CCD-Wandler 7 bis 10 aufweisen kann. Auf einem Substrat 7 ist eine Epitaxialschicht 8 zur Ladungssammlung und Transport der Elektronen aufgebracht, die von einer  $\text{SiO}_2$ -Isolationsschicht 9 überdeckt ist. Auf der  $\text{SiO}_2$ -Isolationsschicht 9 befinden sich die Gate-Strukturen 10. Zwischen den Gate-Strukturen 10 und der Leuchtstoffschicht 12 ist eine erfindungsgemäße Schutzschicht 11 angeordnet, die beispielsweise aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) bestehen kann. Auf die Leuchtstoffschicht 12 ist eine

elektronendurchlässige Aluminiumschicht 13 aufgetragen, die das von der Leuchtstoffschicht 12 in den Röntgenbildverstärker emittierte Licht auf den CCD-Wandler 7 bis 10 reflektiert.

Zwischen der Schutzschicht 11 und den Gate-Strukturen 10 kann, um eine Beeinflussung durch die elektrisch leitende Schutzschicht 11 zu verhindern, eine elektrische Isolationsschicht 14 vorgesehen sein.

Auf den Bildsensor 6 fallen die Elektronen 4 auf, durchdringen die Aluminiumschicht 13 und dringen in die Leuchtstoffschicht 12 ein, wobei sie Photonen 15 erzeugen, die die transparente Schutzschicht 11 durchdringen können, in dem Bildsensor 6 detektiert werden und als Ladungen ausgelesen werden können. Die Elektronen 4 jedoch, die beispielsweise durch die körnige poröse Struktur der dünnen Leuchtstoffschicht 12 hindurchdringen können, werden von der Schutzschicht 11 zurückgehalten, so daß sie nicht auf den Bildsensor 6 fallen und dort Schaden anrichten können.

Anstelle der ITO-Schutzschicht läßt sich jedoch beispielsweise auch eine Schicht aus Bleiglas oder amorphem Silizium (aSi) einsetzen. Wesentlich ist, daß die transparente Schutzschicht ein hohes spezifisches Gewicht haben sollte, um die optisch wirksame Dicke möglichst klein halten zu können, damit die vollständige Elektronenabsorption unabhängig von der zu verwendenden Leuchtschicht gewährleistet ist.

### Patentansprüche

1. Bildverstärker mit einem Vakuumgehäuse (1), einem Eingangsleuchtschirm (3), einer Elektronenoptik (5) und einem auf der dem Eingangsleuchtschirm (3) gegenüberliegenden Seite des Vakuumgehäuses (1) innerhalb desselben angebrachten Bildsensor (6 bis 10), **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der dem Eingangsleuchtschirm (3) zugewandten Seite des Bildsensors (6 bis 10) eine Schutzschicht (11) angebracht ist, die eine Abbremsung von auftretenden Elektronen (4) bewirkt.
2. Bildverstärker nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (11) eine elektrische Leitfähigkeit aufweist, welche die Bildung von F-Zentren unterbindet.
3. Bildverstärker nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Schutzschicht (11) und dem Bildsensor (6 bis 10) eine Isolationsschicht (14) angebracht ist.
4. Bildverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutz-

schicht (11) aus einem Material mit hohem spezifischem Gewicht besteht.

5. Bildverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (11) aus einer Indium-Zinn-Oxid-Verbindung besteht.
6. Bildverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (11) aus Bleiglas besteht.
7. Bildverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (11) amorphes Silizium (aSi) aufweist.
8. Bildverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der Bildsensor (6 bis 10) ein optischer Bildsensor mit vorgeordneter Leuchtstoffschicht (12) ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (11) transparent ist.
9. Bildverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (11) zwischen einem optischen CCD-Wandler (6 bis 10) und einer Leuchtschicht (12) angeordnet ist.

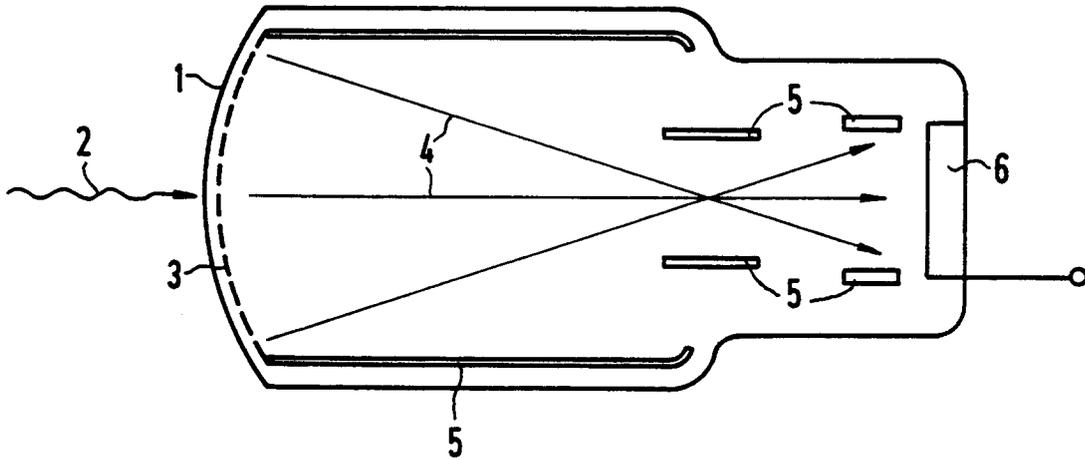


FIG 1

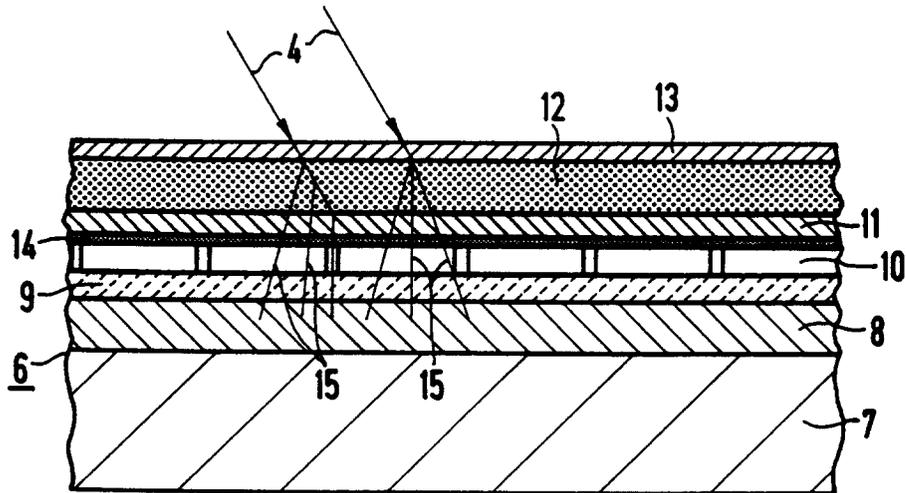


FIG 2



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 0505

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 334 734 (THOMSON CSF) * Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 4, Zeile 3 * * Patentansprüche 1,16-19 * * Figuren 1-6 * ---	1	H01J31/50
A	EP-A-0 474 549 (THOMSON CSF) * Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 2, Zeile 13 * * Figuren 1-3 * ---	1	
A	EP-A-0 406 955 (PHILIPS) * Spalte 3, Zeile 29 - Zeile 39 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08 FEBRUAR 1993	Prüfer DAMAN M.A.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.82 (P0401)