



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 19 242 B4 2007.08.23**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 19 242.4**
 (22) Anmeldetag: **18.04.2000**
 (43) Offenlegungstag: **31.10.2001**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **23.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H05G 1/44 (2006.01)**
H05G 1/64 (2006.01)
A61B 6/00 (2006.01)
G03B 42/02 (2006.01)
H05G 1/36 (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:

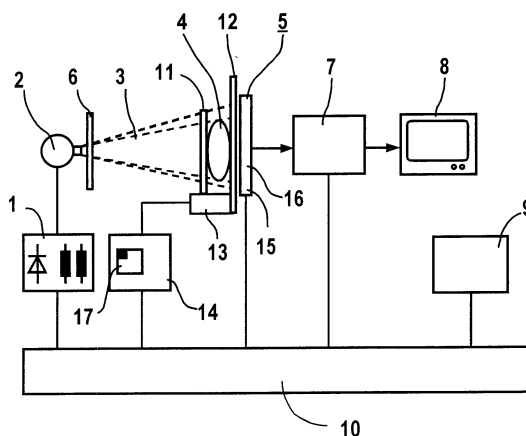
Hoheisel, Martin, Dr.- rer.-nat., 91056 Erlangen, DE

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

DE 42 35 173 C1
DE 195 00 732 A1
DE 93 21 455 U1
EP 09 93 239 A1
WO 98/48 600 A2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Steuerung einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit Festkörperbildwandler für die Mammographie**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Steuerung einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem Hochspannungsgenerator (1), mit einer eine Röntgenstrahlung (3) erzeugenden Röntgenröhre (2), mit einem digitalen Festkörperbildwandler (5) mit Bereichen mit direkter (15) und durch ein Untersuchungsobjekt (4) geschwächter Strahlung (16), mit einem Bildverarbeitungssystem (7), mit einem Monitor (8) sowie mit einer Steuervorrichtung (14), die den Hochspannungsgenerator (1) derart steuert, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers (5) eine einwandfreie Reproduktion der wichtigen Bildinformationen zulässt, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (14) den Hochspannungsgenerator (1) derart steuert, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers (5) in Bereichen (15) mit direkter Röntgenstrahlung (3) unterhalb der Vollaussteuerung des Festkörperbildwandlers (5) liegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem Hochspannungsgenerator, mit einer eine Röntgenstrahlung erzeugenden Röntgenröhre, mit einem digitalen Festkörperbildwandler mit Bereichen mit direkter und durch ein Untersuchungsobjekt geschwächter Strahlung, mit einem Bildverarbeitungssystem, mit einem Monitor sowie mit einer Steuervorrichtung, die den Hochspannungsgenerator derart steuert, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers eine einwandfreie Reproduktion der wichtigen Bildinformationen zulässt. Eine derartige Röntgendiagnostikeinrichtung lässt sich beispielsweise in der Mammographie verwenden.

[0002] Bekannte Mammographie-Röntgengeräte basieren auf Film-Folien-Systemen. Die verwendeten Filme machen es erforderlich, dass die Röntgendosis sehr genau eingestellt wird, damit der Film optimal belichtet wird. Die automatische Regelung der Aussteuerung (AEC = automatic exposure control) erfolgte bei den oben genannten Systemen mit einem Sensor, der im Strahlengang hinter dem Film angeordnet ist und der die vom Film-Folien-System nicht absorbierte Strahlung misst. Dabei muss die spektrale Zusammensetzung der Strahlung berücksichtigt werden.

[0003] Zur Zeit sind neue Geräte mit digitalen Festkörperbildwandlern in Entwicklung. Da die Röntgenstrahlung fast vollständig vom Festkörperbildwandler absorbiert wird, lässt sich ein Sensor hinter dem Festkörperbildwandler nicht einsetzen. Eine Messung der transmittierten Strahlung würde zu ungenau. Eine Messung der Dosis jedoch vor dem Festkörperbildwandler würde einen für Röntgenstrahlung weitgehend transparenten Sensor erfordern. Ein solcher Sensor ist aber für die bei der Mammographie verwendete niederenergetische Strahlung schwer zu realisieren.

[0004] In der WO 98/48600 A2 ist eine Röntgendiagnostikeinrichtung beschrieben, bei der aus dem parallelen optischen Strahlengang zwischen Bildverstärker und Bilddetektor ein Teil des Lichtes ausgekoppelt wird, das zur Regelung der Röntgenröhre verwendet wird. Dazu wird ein Histogramm der Helligkeitswerte des Röntgenbildes erstellt, um aus den relevanten Teilen des Histogramms die Belichtung zu berechnen. Die Größe der übersteuerten Bereiche soll nur dazu herangezogen werden, um die störenden Einflüsse der übersteuerten Bereiche auf die Belichtungsregelung zu vermeiden.

[0005] Aus der DE 93 21 455 U1 ist ein Röntgenbelichtungsautomat bekannt, bei dem zur automatischen Messfeldauswahl ein Histogramm erstellt wird, das in drei Grauwertbereiche unterteilt wird, die der Direktstrahlung, der Bestrahlung von Fettgeweben und dem interessierenden Teil entsprechen. Aus dem letzteren wird der mittlere Grauwert bestimmt.

[0006] Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, eine automatische Regelung der Aussteuerung und damit der Röntgendosis bei einem Festkörperbildwandler zu ermöglichen.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Steuervorrichtung den Hochspannungsgenerator derart steuert, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers in Bereichen mit direkter Röntgenstrahlung nahe, aber noch unterhalb der Vollaussteuerung des Festkörperbildwandlers liegt. Der Erfindung lag die Überlegung zugrunde, dass digitale Festkörperbildwandler einen ausgedehnten linearen Bereich aufweisen. Deshalb muss für die Aussteuerung nicht von einem optimalen Wert wie beim Film ausgegangen werden. Vielmehr sind die Übersteuerung des Festkörperbildwandlers und die Abbildung des Hautsaums wichtige Kriterien. Deshalb wird bei der erfindungsgemäßen Lösung die Dosis in denjenigen Bereichen des Festkörperbildwandlers, die direkter Strahlung ausgesetzt sind, derart eingestellt, dass ein Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers knapp unterhalb der Vollaussteuerung erzielt wird. Dadurch wird erfindungsgemäß nicht mehr die Dosis hinter dem Objekt als bestimmendes Kriterium konstant gehalten, wie es der Film erfordert hatte, sondern vielmehr die Dosis vor dem Objekt bzw. die Dosis, die bei direktem Einfall auf den Festkörperbildwandler trifft, auf einen konstanten Wert geregelt.

[0008] Die Strahlungsparameter des Röntgensystems, wie Anodenmaterial, Filter, Röhrenspannung, Strom, Strahlungsdauer, werden bei bekannter Geometrie des Systems in Abhängigkeit von der Dicke der komprimierten Mamma derart gewählt, dass die Kontrast-Detail-Erkennbarkeit optimal ist. Dabei können komplette die Aufnahme beeinflussende Parametersätze vorab während eines Kalibriervorganges in dem Bereich mit direkter Röntgenstrahlung ermittelt, rechnerisch optimiert und in einem Tabellenspeicher der Steuervorrichtung gespeichert sein. Die Einstellung des Hochspannungsgenerators erfolgt dann während der Aufnahme, ohne dass es einer Messung bedarf. Wichtig ist, dass nicht die Dosis in dem Bereich mit direkter Röntgenstrahlung gemessen und danach geregelt werden muss – das findet nur bei der Kalibrierung statt –, sondern feste, opti-

male Werte verwendet werden können.

[0009] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Untersuchungsobjekt eine Mamma ist, deren Dicke durch eine mit der Steuervorrichtung verbundene Messvorrichtung ermittelt wird, so dass diese die Parameter beeinflussende Größe exakt gemessen werden kann. Dabei kann die Dickenmessung der komprimierten Mamma mittels eines Fühlers einer Kompressionsvorrichtung der Messvorrichtung erfolgen.

[0010] Die in dem Tabellenspeicher abgespeicherten optimalen Werte für Anodenmaterial, Röhrenspannung und/oder Röhrenstrom der Röntgenröhre, Material und Dicke von in dem Strahlengang der Röntgenstrahlung angeordneten, auswechselbaren Filtern und/oder die Dauer des Röntgenstrahlungspulses sollen in Abhängigkeit von der Dicke der Mamma und/oder von der vom Alter und Klimakterium der Patientin abhängigen, wahrscheinlichen Gewebezusammensetzung der Mamma derart berechnet sein, dass sich diagnostisch relevante Details mit maximalem Kontrast abbilden.

[0011] Die in dem Tabellenspeicher abgespeicherten optimalen Werte für den Röhrenstrom der Röntgenröhre und die Dauer des Röntgenstrahlungspulses in Abhängigkeit von der bekannten Geometrie des Abstandes Röhrenfokus-Festkörperbildwandler und den übrigen, eingestellten Parametern sollen derart berechnet sein, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers in direkt bestrahlten Bereichen zwischen 80% und 100% des Aussteuerbereiches beträgt.

[0012] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0013] In der Figur ist ein Mammographie-Röntgengerät für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer von einem Hochspannungsgenerator **1** mit Hoch- und Heizspannung versorgte Röntgenröhre **2** dargestellt, die eine kegelförmige Röntgenstrahlung **3** erzeugt, die die zu untersuchende Mamma **4** eines Patienten durchdringt und auf einem für Röntgenstrahlung **3** empfindlichen digitalen Festkörperbildwandler **5** Strahlenbilder erzeugt. Der Festkörperbildwandler **5** enthält beispielsweise Schaltelemente aus amorphem Silizium (a-Si:H) und weist in einer Matrix angeordnete Bildpunkte auf.

[0014] In der Röntgenstrahlung **3** sind nahe der Röntgenröhre **2** auswechselbare Filter **6** angeordnet. Das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers **5** wird einem Bildverarbeitungssystem **7** zugeführt, das Wandler, Bildspeicher und Verarbeitungsschaltungen aufweisen kann. Es ist zur Wiedergabe der erfassten Röntgenbilder mit einem Monitor **8** verbunden. Die Bedieneroberfläche **9** ist über eine Systemsteuerung und -kommunikation **10** mit den übrigen Komponenten der Röntgendiagnostikeinrichtung verbunden.

[0015] Die zu untersuchende Mamma **4** wird durch eine Kompressionsplatte **11** gegen eine Deckplatte **12** an der Eintrittsseite des Festkörperbildwandlers **5** gedrückt. Ein Fühler **13** misst die Dicke der komprimierten Mamma **4**. Die gemessene Dicke wird einer Steuervorrichtung **14** übermittelt, der auch Teil des Hochspannungsgenerators **1** oder des Bildverarbeitungssystems **7** sein kann. Die Röntgenstrahlung **3** durchdringt zum einen Teil die Mamma **4** und fällt geschwächt auf einen Bereich **16** des Festkörperbildwandlers **5**. Seitlich der Mamma **4** trifft ein Teil der Röntgenstrahlung **3** ungeschwächt, d.h. direkt auf einen Bereich **15** des Festkörperbildwandlers **5**.

[0016] In der Steuervorrichtung **14** werden die zu der Dicke und der bekannten Geometrie – dem Abstand Röhrenfokus-Festkörperbildwandler – gehörigen optimalen Werte für Anodenmaterial, Filter **6**, Röhrenspannung, Röhrenstrom und Dauer des Röntgenstrahlungspulses einer in einem Tabellenspeicher **17** oder Look-up-Table (LUT) enthaltenen Tabelle entnommen. Diese Werte sind erfindungsgemäß beispielsweise während eines Kalibriervorganges in einem Bereich **15** mit direkter Röntgenstrahlung ermittelt und derart berechnet worden, dass in diesen Bereichen **15** stets die Vollaussteuerung des Festkörperbildwandlers **5** gewährleistet ist. Die Steuervorrichtung **14** ist über die Systemkommunikation **10** mit dem Hochspannungsgenerator **1** verbunden und stellt ihn während der Aufnahme derart ein, dass ohne eine Messung der Festkörperbildwandler **5** immer maximal angesteuert ist.

[0017] Um Schwankungen des Systems – dem Hochspannungsgenerator **1**, der Röntgenröhre **2** und dem Festkörperbildwandler **5** – auszugleichen, können die Werte in dem Tabellenspeicher **17** während eines Kalibrierverfahrens des Festkörperbildwandlers **5** korrigiert werden.

[0018] Als zusätzliche Möglichkeit kann der in dem Tabellenspeicher **17** enthaltene Parametersatz vom Alter der Patientin und von der Information, ob die Patientin sich vor oder nach dem Klimakterium befindet, abhängig

gemacht werden, da bekannt ist, dass die Gewebezusammensetzung vom Alter und Klimakterium abhängig ist.

[0019] Der Anwender kann im Bedarfsfall von seiner Bedieneroberfläche **9** aus die eingesetzte Dosis reduzieren. Dadurch könnte eine Reduktion der mAs-Werte z.B. von 100% auf 50%, 25% usw. der oben berechneten Werte erfolgen.

[0020] Eine mögliche Parametertabelle könnte beispielsweise folgendermaßen aussehen:

Dicke	Anodenmaterial	Filter	Röhrenspannung	mAs-Wert (bei Direkteinfall)	Dosis
4 cm	Mo	30 µm Mo	24 kV	50 mAs	2,85 mGy
5 cm	Mo	30 µm Mo	28 kV	25 mAs	2,45 mGy
6 cm	W	50 µm Rh	26 kV	63 mAs	1,933 mGy
7 cm	W	50 µm Rh	34 kV	32 mAs	1,844 mGy
8 cm	W	50 µm Rh	38 kV	25 mAs	1,774 mGy

[0021] Alternative Anwendungsmöglichkeiten dieses Konzeptes können auch andere Röntgen-Aufnahmen sein, bei denen ebenfalls der Hautsaum sichtbar sein soll, wie beispielsweise Hand- oder Fuß-Aufnahmen.

[0022] Die wichtigsten Vorteile der erfindungsgemäßen Röntgendiagnostikeinrichtung sind:

- Eine AEC-Messeinrichtung ist nicht erforderlich.
- Die Dosis, die auf die Mamma auftrifft, wird konstant gehalten. Dadurch wird vor allem bei dickeren Mammae Dosis eingespart.
- Es werden immer optimierte Röntgen-Parameter verwendet, wodurch möglichst niedrige Dosis und hohe Bildqualität gewährleistet sind.
- Die Mamma ist immer so ausgesteuert, dass der Hautsaum sichtbar ist.
- Der dynamische Bereich des Festkörperbildwandlers wird optimal ausgenutzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem Hochspannungsgenerator (1), mit einer Röntgenstrahlung (3) erzeugenden Röntgenröhre (2), mit einem digitalen Festkörperbildwandler (5) mit Bereichen mit direkter (15) und durch ein Untersuchungsobjekt (4) geschwächter Strahlung (16), mit einem Bildverarbeitungssystem (7), mit einem Monitor (8) sowie mit einer Steuervorrichtung (14), die den Hochspannungsgenerator (1) derart steuert, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers (5) eine einwandfreie Reproduktion der wichtigen Bildinformationen zulässt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (14) den Hochspannungsgenerator (1) derart steuert, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers (5) in Bereichen (15) mit direkter Röntgenstrahlung (3) unterhalb der Vollaussteuerung des Festkörperbildwandlers (5) liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Kalibriervorganges in dem Bereich (15) mit direkter Röntgenstrahlung (3) optimale Werte für die Aufnahme beeinflussende Parameter ermittelt werden, die in einem Tabellenspeicher (17) der Steuervorrichtung (14) abgespeichert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Untersuchungsobjekt (4) eine Mamma ist, deren Dicke durch eine mit der Steuervorrichtung (14) verbundene Messvorrichtung (11 bis 13) ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dickenmessung der komprimierten Mamma mittels eines Fühlers einer Kompressionsvorrichtung (11, 12) der Messvorrichtung (11 bis 13) erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Tabellenspeicher (17) abgespeicherten optimalen Werte für Anodenmaterial, Röhrenspannung der Röntgenröhre (2), Material und Dicke von in dem Strahlengang der Röntgenstrahlung (3) angeordneten, auswechselbaren Filtern (6) in Abhängigkeit von der Dicke der Mamma derart berechnet sind, dass sich diagnostisch relevante Details mit maximalem Kontrast abbilden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Tabellenspeicher (17) abgespeicherten optimalen Werte für Anodenmaterial, Röhrenspannung der Röntgenröhre (2), Material und Dicke von in dem Strahlengang der Röntgenstrahlung (3) angeordneten, auswechselbaren Filtern (6) in Abhängigkeit von der vom Alter und Klimakterium der Patientin abhängigen, wahrscheinlichen Gewebeszusammensetzung der Mamma derart berechnet sind, dass sich diagnostisch relevante Details mit maximalem Kontrast abbilden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Tabellenspeicher (17) abgespeicherten optimalen Werte für den Röhrenstrom der Röntgenröhre (2) und die Dauer des Röntgenstrahlungspulses in Abhängigkeit von der bekannten Geometrie des Abstandes Röhrenfokus-Festkörperbildwandler und den übrigen, eingestellten Parametern derart berechnet sind, dass das Ausgangssignal des Festkörperbildwandlers (5) in direkt bestrahlten Bereichen (15) zwischen 80% und 100% des Aussteuerbereiches beträgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

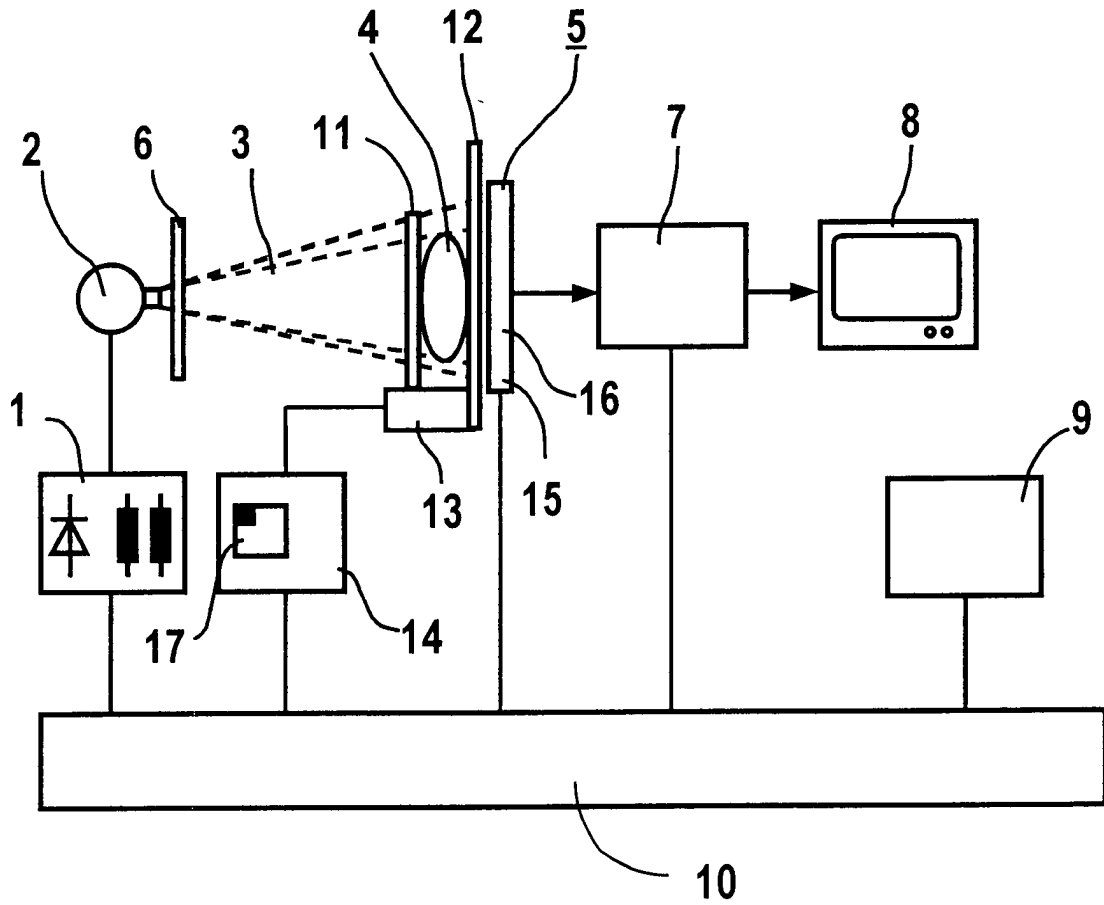


FIG 1