(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 27 293 A1** 2005.01.20

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 27 293.3**
(22) Anmeldetag: **17.06.2003**
(43) Offenlegungstag: **20.01.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H05G 1/26**
G21K 1/02, A61B 6/00

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

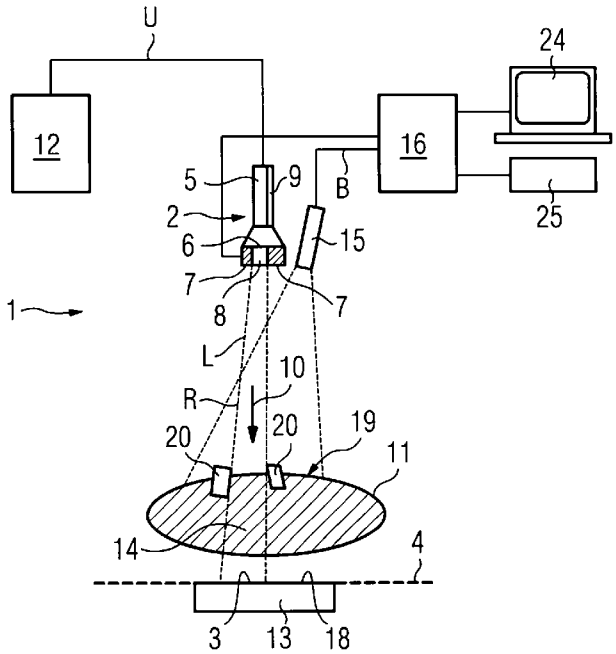
(72) Erfinder:
Hornegger, Joachim, Dr., 91083 Baiersdorf, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Röntgenuntersuchungsverfahren mit automatischer Kollimation sowie zugehörige Vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Um bei einer Röntgenvorrichtung (1) mit einer aus einem Röntgenstrahler (5) und einem diesem vorgeschalteten Kollimator (6) gebildeten Belichtungseinheit (2) den Kollimationsprozess zu verbessern, wird ein Röntgenuntersuchungsverfahren angegeben, bei dem mittels eines Kamerasystems (15) ein Justierbild (B) eines vor einer Röntgenaufnahmeebene (4) positionierten Objekts (11) aufgenommen wird, bei dem anhand des Justierbilds (B) ein zu untersuchender Bereich (14) des Objekts (11) identifiziert wird und ein Flächenausschnitt (3) der Röntgenaufnahmeebene (4) derart ausgewählt wird, dass die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs (14) des Objekts (11) in die Abbildung des Flächenausschnitts (3) im Wesentlichen einbeschrieben ist, und bei dem der Kollimator (6) derart eingestellt wird, dass die vom Röntgenstrahler (5) erzeugte Röntgenstrahlung (R) nur innerhalb des ausgewählten Flächenausschnitts (3) auf der Röntgenaufnahmeebene (4) auftrifft.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Röntgenuntersuchungsverfahren. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Röntgenvorrichtung zur Durchführung des genannten Verfahrens.

[0002] Insbesondere in der Medizintechnik sind bildgebende Untersuchungsverfahren, die auf der Aufnahme von Röntgenbildern beruhen, seit Jahren weit verbreitet. Hierbei wird gewöhnlich die von einem Röntgenstrahler erzeugte Röntgenstrahlung in Richtung einer Röntgenaufnahmeebene emittiert, in welcher die Röntgenstrahlung detektiert wird. Zur Detektion der Röntgenstrahlung werden klassischerweise photographische Röntgenfilme herangezogen. In neuerer Zeit finden alternativ dazu auch digitale Röntgendetektoren Verwendung.

[0003] Für die Aufnahme des Röntgenbildes wird ein zu untersuchendes Objekt, bei dem es sich in der medizinischen Anwendung in der Regel um ein Körperteil eines Patienten handelt, vor der Röntgenaufnahmeebene im Strahlengang der Röntgenstrahlung positioniert. Der Bildkontrast ergibt sich hierbei durch die örtlich unterschiedlich starke Abschwächung der das Objekt durchdringenden Röntgenstrahlung.

Stand der Technik

[0004] Um die Strahlungsbelastung des Patienten während der Röntgenaufnahme zu reduzieren, ist dem Röntgenstrahler üblicherweise ein Kollimator vorgeschaltet, der ein vorgegebenes Strahlenbündel aus der erzeugten Röntgenstrahlung ausschneidet. Dieses Strahlenbündel ist derart einzustellen, dass nur der zu untersuchende Bereich des Objekt bzw. ein hinter diesem Bereich angeordneter Flächenausschnitt der Röntgenaufnahmeebene, mit Röntgenstrahlung belichtet wird. Der übrige Raumbereich wird dagegen durch den Kollimator gegenüber der Röntgenstrahlung abgeschattet.

[0005] Ein herkömmlicher Kollimator umfasst zumeist mehrere Blenden, die zur Justierung des zu belichtenden Flächenausschnitts manuell verstellt werden können. Um die Einstellung des Kollimators zu erleichtern, ist die Röntgenvorrichtung häufig mit einer optischen Justierhilfe ausgestattet, bei der dem Röntgenstrahler eine normale Lichtquelle parallel geschaltet ist. Der Kollimator wird durch diese Lichtquelle „von hinten", d.h. in Strahlungsrichtung der Röntgenstrahlung, mit sichtbarem Licht beleuchtet, wodurch der licht- und strahlungsdurchlässige Blendenausschnitt des Kollimators in die Röntgenaufnahmeebene projiziert wird. Der bei der Röntgenaufnahme zu belichtende Flächenausschnitt wird hierdurch als erleuchtete Fläche in der Röntgenaufnahmeebene sichtbar. Nach herkömmlicher Technik werden die Blenden des Kollimators nun so lange manuell verstellt, bis der beleuchtete Flächenausschnitt mit dem zu untersuchenden Bereich des Objekts, insbesondere also dem zu untersuchenden Körperteil des Patienten, in Deckung steht.

[0006] Dieser Einstellungsprozess, der nachfolgend auch als „Kollimation" bezeichnet ist, ist vergleichsweise zeitaufwändig. Dies ist vor allem insofern nachteilig, als der Patient während der Kollimation und der anschließenden Aufnahme weitgehend bewegungslos verharren muss.

[0007] Es ist demgemäss wünschenswert, ein Röntgenuntersuchungsverfahren anzugeben, das eine besonders schnelle Kollimation ermöglicht. Andererseits soll jedoch der Rand des zu belichtenden Flächenausschnitts den zu untersuchenden Bereich möglichst dicht umgeben, um die Strahlenbelastung weitest möglich zu reduzieren. Unter Verwendung herkömmlicher Technik laufen diese beiden Anforderungen einander zuwider, zumal eine manuelle Verstellung des Kollimators in der Regel um so zeitaufwändiger ist, je genauer der zu belichtende Flächenausschnitt dem zu untersuchenden Bereich angepasst wird.

Aufgabenstellung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein unter den vorstehend genannten Gesichtspunkten verbessertes Röntgenuntersuchungsverfahren anzugeben. Weiterhin soll eine zur Durchführung des verbesserten Verfahrens besonders geeignete Röntgenvorrichtung angegeben werden.

[0009] Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Bezüglich der zugehörigen Röntgenvorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 10.

[0010] Die zur Durchführung des Verfahrens vorgesehene Röntgenvorrichtung umfasst danach eine Belichtungseinheit mit einem Röntgenstrahler und einem diesem vorgeschalteten Kollimator. Die Belichtungseinheit dient dazu, einen vorgebbaren Flächenausschnitt einer Röntgenaufnahmeebene mit Röntgenstrahlung zu belichten. Vor Aufnahme des Röntgenbildes wird mittels eines Kamerasystems ein Justierbild eines vor der Röntgenaufnahmeebene positionierten Objekts aufgenommen. Dieses wird in Form von Bilddaten einer Auswerteeinheit zugeführt, die anhand des Justierbilds eine Kollimation durchführt. Hierzu wird auf dem Justierbild ein zu untersuchender Bereich des Objekts identifiziert. Ist dieser Bereich ermittelt, so wird anhand des Justierbilds ein Flächenausschnitt der Röntgenaufnahmeebene nach der Maßgabe ausgewählt, dass die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs auf dem Justierbild in die Abbildung des ausgewählten Flächenaus-

schnitts im Wesentlichen einbeschrieben ist. Der ausgewählte Flächenausschnitt wird realisiert, indem die Auswerteeinheit den Kollimator derart eingestellt, dass die vom Röntgenstrahler erzeugte Röntgenstrahlung nur innerhalb des ausgewählten Flächenausschnitts auf der Röntgenaufnahmeebene auftrifft.

[0011] Vorteilhafterweise erfolgt die Auswahl des zu belichtenden Flächenausschnitts im Wesentlichen automatisch durch die Auswerteeinheit. Diese Automatisierung wird insbesondere dadurch ermöglicht, dass der Flächenausschnitt nicht anhand der realen Röntgenvorrichtung ermittelt wird, sondern virtuell anhand des aufgenommenen Justierbilds. Infolge der Automatisierung erfolgt die Kollimation quasi instantan, d.h. ohne merklichen Zeitverlust. Die Röntgenaufnahme kann daher, sobald das zu untersuchende Objekt positioniert ist, gestartet werden. Weiterhin eine besonders sorgfältige Optimierung des Flächenausschnitts möglich, die insbesondere unter Zuhilfenahme mathematischer Optimierungsverfahren, und nicht nur durch den Augenschein eines Benutzers erfolgt. Die Strahlenbelastung für den Patienten, kann dadurch besonders niedrig gehalten werden.

[0012] Wie vorstehend beschrieben, wird der zu belichtende Flächenausschnitt der Röntgenaufnahmeebene dahingehend ausgewählt, dass die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs des Objekts auf dem Justierbild in die Abbildung des Flächenausschnitts „einbeschrieben" ist. Dies bedeutet im strengen mathematischen Sinne, dass – in der auf dem Justierbild abgebildeten Projektion – der ausgewählte Flächenausschnitt so klein gewählt ist, dass seine Seitenränder den Rand des zu untersuchenden Bereichs gerade tangieren. Im Sinne der Erfindung ist der Begriff „einbeschrieben" jedoch dahingehend zu verstehen, dass der ausgewählte Flächenausschnitt auch um einen geringen symmetrischen oder asymmetrischen Seitenabstand größer gewählt sein kann als der zu untersuchende Bereich des Objekts. Dies kann z.B. sinnvoll sein, um zu verhindern, das ein Teil des zu untersuchenden Bereichs schon bei einer geringfügigen Bewegung des Patienten aus dem Röntgenbild „herauswandert". Auch aus rein darstellungstechnischen Gründen kann es wünschenswert sein, den Flächenausschitt etwas größer zu wählen als den zu untersuchenden Bereich.

[0013] In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens ist vorgesehen, dass der zu untersuchende Bereich des Objekts vor Aufnahme des Justierbilds durch mindestens eine visuelle Markierung abgegrenzt wird. Unter dem Begriff „visuelle Markierung" wird eine Markierung verstanden, die im niederenergetischen Lichtbereich einen Kontrast erzeugt und dadurch auf dem Justierbild sichtbar ist. Dagegen ist die visuelle Markierung bevorzugt nicht radio-opak. D.h. sie wird von Röntgenstrahlung quasi ungeschwächt durchdrungen und ist deshalb auf dem Röntgenbild nicht sichtbar. Als visuelle Markierung wird insbesondere ein farbiges Band herangezogen. Alternativ kann die Markierung jedoch auch durch auf das Objekt aufgetragene Farbe oder beispielsweise durch die, den nicht zu untersuchenden Körperbereich eines Patienten abdeckende Kleidung erfolgen.

[0014] Es ist zu betonen, dass es sich bei dem Justierbild um ein Bild des zu untersuchenden Objekts handelt, wie es unter dem Einfluss der gewöhnlichen Lichtverhältnisse am Untersuchungsort entsteht. Das Justierbild wird also im Gegensatz zu dem Röntgenbild nicht durch hochenergetische Röntgenstrahlung, sondern durch niederenergetische elektromagnetische Strahlung wie z.B. sichtbares Licht oder Infrarotlicht erzeugt.

[0015] Besonders geeignet und vergleichsweise preisgünstig zur Aufnahme des Justierbilds ist insofern die Verwendung einer herkömmlichen digitalen Farbbild-Kamera. Die Identifizierung des zu untersuchenden Bereichs erfolgt hierbei bevorzugt nach der Regel, dass eine zusammenhängende und nach außen hin vollständig abgegrenzte Farbfläche auf dem Justierbild erkannt und dem zu untersuchenden Bereich zugeordnet wird. Zweckmäßigerweise erfolgt diese Zuordnung nur dann, wenn die erkannte Farbfläche eine innerhalb eines vorgegebenen Farbbereiches liegenden Farbe aufweist. Die Röntgenvorrichtung kann beispielsweise durch Vorgabe eines für menschliche Haut charakteristischen Farbbereiches dahingehend ausgerichtet sein, das sie selektiv eine abgegrenzte Hautfläche als zu untersuchenden Bereich erkennt. Ersatzweise kann jedoch auch eine Schwarz-Weiß-Kamera zum Einsatz kommen.

[0016] Die vorstehend beschriebene Methode zur Identifizierung des zu untersuchenden Bereiches funktioniert auch bei einer alternativen Ausführung der Röntgenvorrichtung, bei der eine Infrarot-Kamera als Kamerasystem verwendet wird. Eine solche Infrarot-Kamera setzt Raumbereiche mit unterschiedlicher Temperatur in verschieden gefärbte Flächen des Justierbilds um. Die Röntgenvorrichtung kann hierbei wiederum durch Vorgabe eines geeigneten Farbbereiches daraufhin ausgerichtet werden, eine Hautfläche anhand ihrer charakteristischen Hauttemperatur als zu untersuchenden Bereich zu identifizieren.

[0017] Die Erkennung des zu untersuchenden Bereiches erfolgt optional auch unter Verwendung von Mitteln zur elektronischen Formerkennung. So kann die Röntgenvorrichtung dahingehend ausgebildet sein, dass sie ein bestimmtes zu untersuchendes Körperteil, z.B. eine Hand, anhand dessen charakteristischer Form selbsttätig erkennt.

[0018] Dem Röntgenstrahler ist vorteilhafterweise eine Lichtquelle parallel geschaltet, um den durch

den Kollimator eingestellten Flächenausschnitt für den Benutzer zu visualisieren. Indem der Kollimatorausschnitt, d.h. der für sichtbares Licht und Röntgenstrahlung durchlässige Flächenbereich des Kollimators, durch das von der Lichtquelle erzeugte sichtbare Licht auf die Röntgenaufnahmeebene projiziert wird, kann der Benutzer auf einfache Weise kontrollieren, ob der zu belichtende Flächenausschnitt durch die Kollimationsautomatik richtig eingestellt wurde. Um den Flächenausschnitt bedarfsweise manuell nachzustellen, umfasst die Röntgenvorrichtung bevorzugt Mittel zur manuellen Verstellung des Kollimators. Diese Mittel sind bevorzugt durch an die Auswerteeinheit angeschlossene Datenein- und Datenausgabemittel wie Bildschirm, Tastatur, Maus, etc. und eine in der Auswerteeinheit integrierte Bediensoftware realisiert.

[0019] Sind mehrere Modifikationen des Flächenausschnitts wählbar, in welche der zu untersuchende Bereich des Objekts gleichermaßen einbeschrieben ist, so wird der Flächenausschnitt im Zuge des Auswahlprozesses vorteilhafterweise dahingehend optimiert, dass sein Flächeninhalt minimal wird. Diese Flächenminimierung, die der Reduzierung der Strahlenbelastung dient, wird bevorzugt mit einem mathematischen Minimierungsverfahren durchgeführt.

[0020] Der Kollimator und, daran angepasst, die Auswerteeinheit sind vorzugsweise derart ausgebildet, das der Flächenausschnitt eine polygonale, insbesondere rechteckige Form aufweist, wobei die Seitenränder, d.h. die zwischen den Ecken der Polygonform angeordneten Geradenstücke, unabhängig voneinander verschiebbar sind. Für eine verbesserte Flächenoptimierung des Flächenausschnitts ist optional vorgesehen, dass der Kollimator und die Auswerteeinheit derart ausgebildet sind, dass der Flächenausschnitt um die durch die Strahlungsrichtung gegebene Achse drehbar ist.

Ausführungsbeispiel

[0021] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

[0022] **Fig.** 1 in schematischer Darstellung eine Röntgenvorrichtung mit einer aus einem Röntgenstrahler und einem vorgeschalteten Kollimator gebildeten Belichtungseinheit zur Belichtung eines vorgebbaren Flächenausschnitts einer Röntgenaufnahmeebene mit Röntgenstrahlung, mit einem Kamerasystem zur Aufnahme eines Justierbildes und mit einer Auswerteeinheit zur Auswertung des Justierbildes und zur selbsttätigen Einstellung des Kollimators,

[0023] **Fig.** 2 in schematischer Darstellung ein Justierbild der Röntgenaufnahmeebene und eines vor dieser positionierten Objekts vor Anpassung des Flächenausschnitts,

[0024] **Fig.** 3 das Justierbild gemäß **Fig.** 2 nach Anpassung des Flächenausschnitts,

[0025] **Fig.** 4 beispielhaft ein Justierbild gemäß **Fig.** 2, bei welchem das Objekt der Fuß eines Patienten ist, und

[0026] **Fig.** 5 beispielhaft ein weiteres Justierbild, bei welchem das Objekt die Hand eines Patienten ist.

[0027] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0028] Die in **Fig.** 1 dargestellte Röntgenvorrichtung **1** umfasst eine Belichtungseinheit **2**, mittels welcher ein vorgebbarer Flächenausschnitt **3** einer Röntgenaufnahmeebene **4** mit Röntgenstrahlung R belichtet werden kann.

[0029] Die Belichtungseinheit **2** umfasst einen Röntgenstrahler **5** zur Erzeugung der Röntgenstrahlung R sowie einen Kollimator **6**. Unter dem Begriff „Kollimator" wird in der Radiologie eine Vorrichtung verstanden, die aus einem für Röntgenstrahlung R stark absorbierendem Material (z.B. Blei) gebildet ist, und die zur Ausblendung oder Fokussierung von Strahlen sowie zur Abschirmung von Streustrahlung dient. (vgl. z.B. „Pschyrembel Klinisches Wörterbuch", 259. neu bearb. Auflage, Berlin: De Gruyter, 2002, S. 879). Der Kollimator **6** gemäß **Fig.** 1 umfasst mehrere verstellbare Blenden **7**, die einen strahlungsdurchlässigen Kollimatorausschnitt **8** begrenzen. Die durch diesen Kollimatorausschnitt **8** hindurchtretende Röntgenstrahlung R trifft hierbei innerhalb des Flächenausschnitts **3** auf der Röntgenaufnahmeebene **4** auf. Der außerhalb des Flächenausschnitts **3** liegende Bereich der Röntgenaufnahmeebene **4** ist hingegen durch die strahlungsundurchlässigen Blenden **7** gegenüber der Röntgenstrahlung R abgeschattet.

[0030] Zur Visualisierung des Flächenausschnitts **3** ist dem Röntgenstrahler **5** ferner eine Lichtquelle **9** parallel geschaltet, die in Strahlungsrichtung **10** der Röntgenstrahlung R sichtbares Licht L emittiert. Dieses Licht L beleuchtet den Kollimator **6**, von der Röntgenaufnahmeebene **4** aus gesehen, von hinten und projiziert dadurch den Kollimatorausschnitt **8** auf die Röntgenaufnahmeebene **4**. Der zu belichtende Flächenausschnitt **3** erscheint hierdurch, sofern er nicht durch lichtundurchlässiges Material abgeschattet ist, als erleuchtete Fläche auf der Röntgenaufnahmeebene **4**.

[0031] Für die Röntgenuntersuchung wird ein zu untersuchendes Objekt **11**, in Strahlungsrichtung **10** gesehen, vor der Röntgenaufnahmeebene **4** im Strah-

lengang der Röntgenstrahlung R positioniert. Zur Röntgenaufnahme wird nun der Röntgenstrahler **5** über einen Röntgengenerator **12** mit einer Versorgungsspannung U versorgt. Die hierdurch erzeugte Röntgenstrahlung R durchdringt das Objekt **11** mit entsprechend dem örtlichen Absorptionsquerschnitt des Objekts **11** variierender Intensität und wird mittels eines in der Röntgenaufnahmeebene **4** angeordneten Röntgendetektors **13** ortsaufgelöst erfasst. Bei dem Röntgendetektor **13** handelt es sich wahlweise um einen klassischen photographischen Röntgenfilm oder einen digitalen Röntgendetektor.

[0032] In der medizinischen Anwendung ist das zu untersuchende Objekt **11** in der Regel ein Körperteil eines Patienten. Um die Belastung des Patienten durch die harte Röntgenstrahlung R weitestmöglich zu reduzieren, ist es hier besonders wichtig, den zu belichtenden Flächenausschnitt **3** möglichst genau auf den zu untersuchenden Bereich **14** des Objekts **11** einzugrenzen. Bei der Röntgenvorrichtung **1** erfolgt diese Einstellung des zu belichtenden Flächenausschnitts **3** selbsttätig. Die Röntgenvorrichtung **1** umfasst hierfür ein Kamerasystem **15**. Dieses Kamerasystem **15** ist eine gewöhnliche digitale Farbbild-Kamera oder alternativ eine digitale Infrarot-Kamera. Das Kamerasystem **15** ist im Wesentlichen parallel zur Belichtungseinheit **2** ausgerichtet und nimmt ein Justierbild B der Röntgenaufnahmeebene **4** und des davon positionierten Objekts **11** auf und übermittelt dieses in Form von digitalen Bilddaten an eine Auswerteeinheit **16**. Die Auswerteeinheit **16** ist bevorzugt in Form einer mit geeigneter bildverarbeitender Software ausgestatteten Datenverarbeitungsanlage realisiert. Die Auswerteeinheit **16** ist, wie nachfolgend näher beschrieben ist, insbesondere dazu ausgebildet, den zu untersuchenden Bereich **14** des Objekts **11** zu identifizieren, anhand des Justierbilds B den Flächenausschnitt **3** im Hinblick auf den zu untersuchenden Bereich **14** anzupassen und den Kollimator **6** entsprechend einzustellen, so dass nur der angepasste Flächenausschnitt **3** mit Röntgenstrahlung R belichtet wird.

[0033] Zur Verdeutlichung des von der Auswerteeinheit **16** durchgeführten Verfahrens ist in **Fig.** 2 ein von dem Kamerasystem **15** aufgenommenes Justierbild B schematisch dargestellt, auf welchem insbesondere die Abbildung des Objekts **11** vor der Abbildung des Röntgendetektors **13** zu erkennen ist. Weiterhin ist auf dem schematischen Justierbild B mit gestrichelter Linie ein Rahmen **17** dargestellt, der der Abbildung des belichtbaren Flächenausschnitts **3** entspricht.

[0034] **Fig.** 2 zeigt ein Justierbild B, das vor dem Kollimationsprozess aufgenommen wurde. Der Rahmen **17**, und damit der Flächenausschnitt **3** ist in diesem Stadium des Röntgenaufnahmevorgangs noch wesentlich größer eingestellt als der zu untersuchende Bereich **14** des Objekts **11**, dessen Abbildung in **Fig.** 2 etwa zentriert bezüglich des Justierbildes B angeordnet ist. Der Flächenausschnitt **3** bedeckt vielmehr gemäß **Fig.** 2 die Detektionsfläche **18** des Röntgendetektors **13** fast vollständig.

[0035] Um eine selbsttätige Kollimation zu ermöglichen, wird der zu untersuchende Bereich **14** des Objekts **11** zunächst von einem Benutzer zumindest an der dem Kamerasystem **15** zugewandten Seite **19** des Objekts **11** markiert. Zur Markierung werden zwei farbige Stoffbänder **20** verwendet, die mit Abstand zueinander derart auf dem Objekt **11** befestigt werden, dass die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs **14** auf dem Justierbild B von den Abbildungen der beiden Stoffbänder **20** beidseitig eingerahmt ist. Die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs **14** bildet somit eine zusammenhängende und nach außen hin vollständig abgegrenzte Farbfläche, die von der Auswerteeinheit **16** unter Zuhilfenahme gängiger Methoden der elektronischen Bildverarbeitung erkannt und dem zu untersuchenden Bereich **14** zugeordnet wird.

[0036] Die Auswerteeinheit **16** reduziert nun die Ausdehnung des Rahmens **17** so lange, bis die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs **14** in den Rahmen **17** eingeschrieben ist. Die Auswerteeinheit **16** kann hierfür, wie durch die Pfeile **21** in **Fig.** 2 angedeutet ist, jeden der vier Seitenränder **22** des rechteckigen Rahmens **17** unabhängig voneinander quer zu der jeweiligen Erstreckung des Seitenrands **22** verschieben. Der Rahmen **17** kann weiterhin, wie durch den Pfeil **23** angedeutet, in der Bildebene des Justierbilds B gedreht werden.

[0037] Mit den durch die Pfeile **22** und **23** gegebenen Freiheitsgraden lassen sich prinzipiell beliebig viele Modifikationen des Rahmens **17** erzeugen, in welche die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs **14** exakt einbeschrieben ist. Unter diesen Modifikationen des Rahmens **17** wählt die Auswerteeinheit **16** unter Zuhilfenahme eines mathematischen Minimierungsverfahrens diejenige Modifikation des Rahmens **17** mit dem geringsten Flächeninhalt aus. Die **Fig.** 3 zeigt das Justierbild B gemäß **Fig.** 2 noch einmal, jedoch mit hinsichtlich seines Flächeninhalts optimierten Rahmen **17**, in welchem der zu untersuchende Bereich **14** des Objekts **11** einbeschrieben ist.

[0038] Der Kollimator **6** der Röntgenvorrichtung **1** ist derart ausgebildet, dass auch der reale Flächenausschnitt **3** entsprechend der Pfeile **21** und **23** modifiziert werden kann. Nachdem die Auswerteeinheit **16** die Optimierung des Rahmens **17** durchgeführt hat, steuert sie den Kollimator **6** dahingehend an, dass der zu belichtende Flächenausschnitt **3** an den Rahmen **17** angepasst wird. Nach Beendigung des Kollimationsvorgangs ist der Kollimator **6** also derart ein-

gestellt, dass lediglich der dem Rahmen **17** entsprechende Flächenausschnitt **3** der Röntgenaufnahmeebene **4** mit Röntgenstrahlung R belichtet wird.

[0039] In **Fig.** 4 ist ein realitätsnahes Beispiel eines Justierbilds B dargestellt, bei welchem das Objekt **11** der Fuß eines Patienten ist. Der zu untersuchende Bereich **14**, der in diesem Fall der Knöchel des Fußes ist, ist beidseitig durch Stoffbänder **20** markiert, deren Farbe etwa der Farbe des Bildhintergrundes entspricht und die sich deshalb vor dem Bildhintergrund nicht hervorheben. Analog zur Darstellung gemäß **Fig.** 3 ist in **Fig.** 4 durch gestrichelte Linien ein an den zu untersuchenden Bereich **14** angepasster Rahmen **17** abgebildet, der dem zu belichtenden Flächenausschnitt **3** entspricht. Wie der Darstellung gemäß **Fig.** 4 zu entnehmen ist, ist der zu untersuchende Bereich **14** nicht im mathematischen Sinne exakt in den Rahmen **17** einbeschrieben. Der Rahmen **17** ist vielmehr geringfügig größer gewählt, als es zur Darstellung des zu untersuchenden Bereichs **14** erforderlich wäre. Dies hat vor allem darstellungstechnische Gründe. Insbesondere ist auf diese Weise der Knöchel etwa bezüglich der Mitte des Rahmens **17**, und damit der Bildmitte des aufzunehmenden Röntgenbilds zentriert.

[0040] In **Fig.** 5 ist ein weiteres realitätsnahes Beispiel eines Justierbilds B dargestellt. Bei dem zu untersuchenden Objekt **11** handelt es sich hier um den Arm eines Patienten. Der zu untersuchende Bereich **14** dieses Arms ist die Hand des Patienten. Zur Markierung genügt in diesem Fall ein um das Handgelenk geschlungenes Stoffband **20**, das wiederum dem Bildhintergrund farblich angepasst ist, und das sich aus diesem Grund vom Bildhintergrund wiederum nicht sichtbar abhebt. Die Abbildung der Hand ist schon durch das eine Stoffband **20** hinreichend abgegrenzt, um eine geschlossene, allseitig nach außen hin abgegrenzte Farbfläche zu bilden, die von der Auswerteeinheit **16** als zu untersuchender Bereich **14** erkannt werden kann. **Fig.** 5 zeigt weiterhin einen an diesen zu untersuchenden Bereich **14** angepassten Rahmen **17**, der wiederum dem mit Röntgenstrahlung R zu belichtenden Flächenausschnitt **3** entspricht, und in den der zu untersuchende Bereich **14** einbeschrieben ist.

[0041] Um die automatische Erkennung des zu untersuchenden Bereichs **14** zu unterstützen, ist der Auswerteeinheit **16** bevorzugt mindestens ein Auswahlkriterium vorgegeben. So sucht die Auswerteeinheit **16** bevorzugt nach Farbflächen, deren Färbung innerhalb eines vorgegebenen Farbbereichs liegt. Dieser Farbbereich umfasst zweckmäßigerweise alle vorkommenden Hautfarben. Die Auswerteeinheit **16** ist somit selektiv auf die Erkennung von Hautbereichen als zu untersuchenden Bereich **14** ausgerichtet. Zur Markierung werden andererseits bevorzugt Farben verwendet, die markant von Hautfarbe abweichen, z.B. ein leuchtendes Grün oder Blau. Weiterhin beginnt die Auswerteeinheit **16** bevorzugt in der Mitte des Justierbilds B mit der Suche nach zusammenhängenden Farbflächen. Dadurch kann ausgeschlossen werden, dass periphere Farbflächen, wie z.B. die außerhalb des zu untersuchenden Bereichs **14** liegende Fußspitze in **Fig.** 4 fälschlicherweise dem zu untersuchenden Bereich zugeordnet werden. Die Auswerteeinheit **16** ist optional weiterhin mit Mitteln zur automatischen Formerkennung ausgestattet, so dass der zu untersuchende Bereich **14** schon anhand der charakteristischen Form des entsprechenden Körperteils, z.B. der in **Fig.** 5 abgebildete Hand erkannt wird.

[0042] Die Vorrichtung **1** umfasst bevorzugt Mittel zur Kontrolle der automatischen Kollimation sowie zu einer eventuellen manuellen Nachbesserung. So ist die Auswerteeinheit **16** bevorzugt mit Dateneingabe- und Datenausgabemitteln, insbesondere einem Bildschirm **24** sowie einer Tastatur **25** oder einer Maus ausgerüstet. Über den Bildschirm **24** wird hierbei bevorzugt das Justierbild B entsprechend der Darstellung gemäß den **Fig.** 2 bis 5 für den Benutzer angezeigt. Der Benutzer kann nun bedarfsweise den Flächenausschnitt **3** manuell verändern, beispielsweise indem er mit Hilfe der Tastatur **25** oder der Maus den Rahmen **17** verändert. Diese Änderungen werden anschließend von der Auswerteeinheit **16** durch entsprechende Verstellung des Kollimators **6** in eine Änderung des realen Flächenausschnitts **3** umgesetzt. Anhand des durch die Lichtquelle **9** optisch erhellten Flächenausschnitts **3** kann der Benutzer jederzeit überprüfen, ob die von der Auswerteeinheit **16** vollzogene Kollimation seinen Wünschen entsprechend auf die reale Röntgenvorrichtung **1** übertragen wurde.

Patentansprüche

1. Röntgenuntersuchungsverfahren, bei dem mittels eines Kamerasystems (**15**) ein Justierbild (B) eines vor einer Röntgenaufnahmeebene (**4**) positionierten Objekts (**11**) aufgenommen wird, bei dem anhand des Justierbilds (B) ein zu untersuchender Bereich (**14**) des Objekts (**11**) identifiziert wird und ein Flächenausschnitt (**3**) der Röntgenaufnahmeebene (**4**) derart ausgewählt wird, dass die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs (**14**) des Objekts (**11**) in die Abbildung des Flächenausschnitts (**3**) im Wesentlichen einbeschrieben ist, und bei dem ein einem Röntgenstrahler (**5**) zugeordneter Kollimator (**6**) derart eingestellt wird, dass die vom Röntgenstrahler (**5**) erzeugte Röntgenstrahlung (R) nur innerhalb des ausgewählten Flächenausschnitts (**3**) auf der Röntgenaufnahmeebene (**4**) auftrifft.

2. Röntgenuntersuchungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zu untersuchende Bereich (**14**) des Objekts (**11**) durch

mindestens eine visuelle Markierung (**20**) abgegrenzt wird.

3. Röntgenuntersuchungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als visuelle Markierung (**20**) ein farbiges Band verwendet wird.

4. Röntgenuntersuchungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine auf dem Justierbild (B) abgebildete, zusammenhängende und vollständig abgegrenzte Farbfläche als zu untersuchender Bereich (**14**) identifiziert wird.

5. Röntgenuntersuchungsverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbfläche nur dann als zu untersuchender Bereich (**14**) identifiziert wird, wenn ihre Farbe innerhalb eines vorgegebenen Farbbereichs liegt.

6. Röntgenuntersuchungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Identifizierung des zu untersuchenden Bereichs (**14**) unter Verwendung von elektronischen Formerkennungsmitteln erfolgt.

7. Röntgenuntersuchungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Visualisierung des eingestellten Flächenausschnitts (**3**) ein Kollimatorausschnitt (**8**) des Kollimators (**6**) mittels sichtbarem Licht (L) auf die Röntgenaufnahmeebene (**4**) projiziert wird.

8. Röntgenuntersuchungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgewählte Flächenausschnitt (**3**) dahingehend optimiert ist, dass sein Flächeninhalt minimal ist.

9. Röntgenuntersuchungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der belichtbare Flächenausschnitt (**3**) manuell nachregelbar ist.

10. Röntgenvorrichtung (**1**) mit einer einen Röntgenstrahler (**5**) und einen diesem vorgeschalteten Kollimator (**6**) umfassenden Belichtungseinheit (**2**), mit einem Kamerasystem (**15**) zur Aufnahme eines Justierbilds (B) eines vor der Röntgenaufnahmeebene (**4**) positionierten Objekts (**11**) und mit einer Auswerteeinheit (**16**), die dazu ausgebildet ist, anhand des Justierbilds (B) einen zu untersuchenden Bereich (**14**) des Objekts (**11**) zu erkennen und einen Flächenausschnitt (**3**) der Röntgenaufnahmeebene (**4**) derart auszuwählen, dass in deren Abbildung die Abbildung des zu untersuchenden Bereichs (**14**) einbeschrieben ist, und die dazu ausgebildet ist, den Kollimator (**6**) derart einzustellen, dass die vom Röntgenstrahler (**5**) erzeugte Röntgenstrahlung (R) nur innerhalb des ausgewählten Flächenausschnitts (**3**) auf der Röntgenaufnahmeebene (**4**) auftrifft.

11. Röntgenvorrichtung (**1**) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Kamerasystem (**15**) eine Farbbild-Kamera ist.

12. Röntgenvorrichtung (**1**) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Kamerasystem (**15**) eine Infrarot-Kamera ist.

13. Röntgenvorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Kollimator (**6**) derart ausgebildet ist, dass der belichtbare Flächenausschnitt (**3**) eine polygonale Form aufweist, dessen Seitenränder (**22**) zur Einstellung unabhängig voneinander verschiebbar sind.

14. Röntgenvorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Kollimator (**6**) derart ausgebildet ist, dass der belichtbare Flächenausschnitt (**3**) zur Einstellung um eine durch die Strahlungsrichtung (**10**) gegebene Achse drehbar ist.

15. Röntgenvorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass dem Röntgenstrahler (**5**) eine sichtbare Lichtquelle (L) zur Visualisierung des zu belichtenden Flächenausschnitts (**3**) auf der Röntgenaufnahmeebene (**4**) parallelgeschaltet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

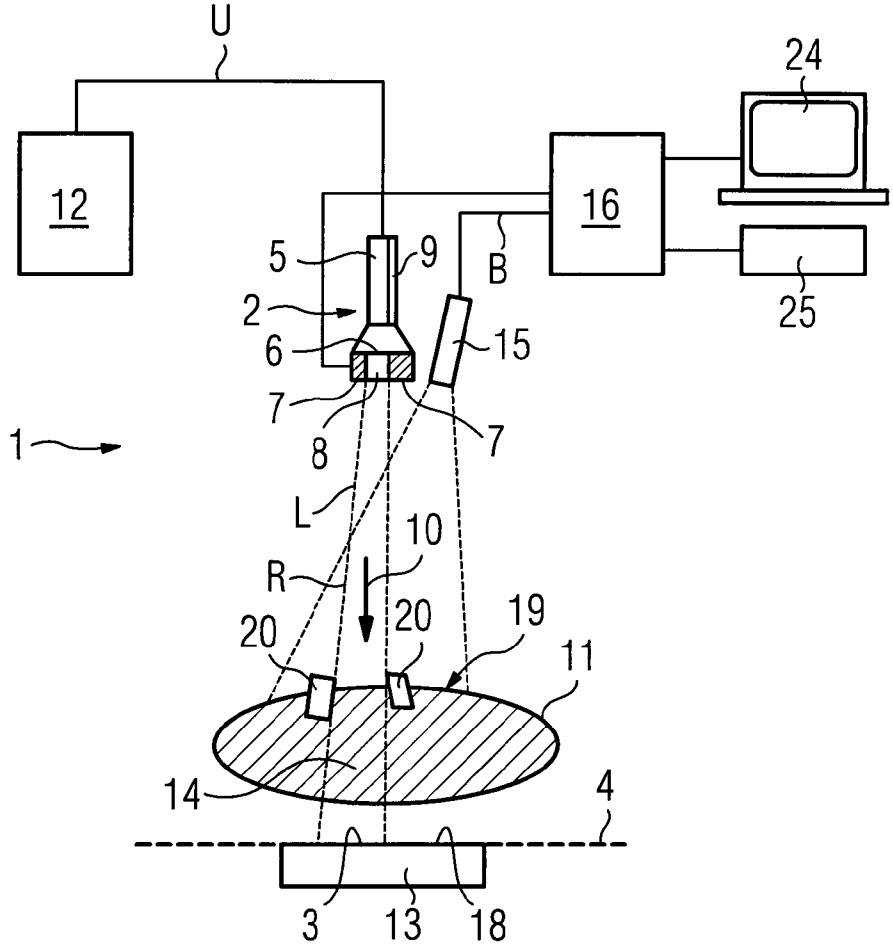


FIG 2

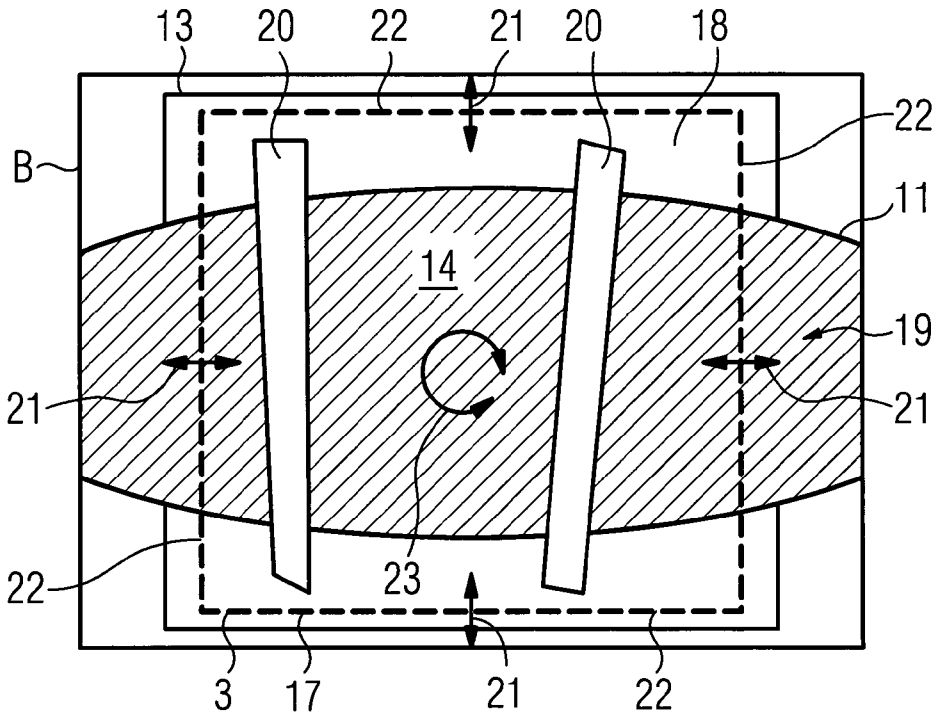


FIG 3

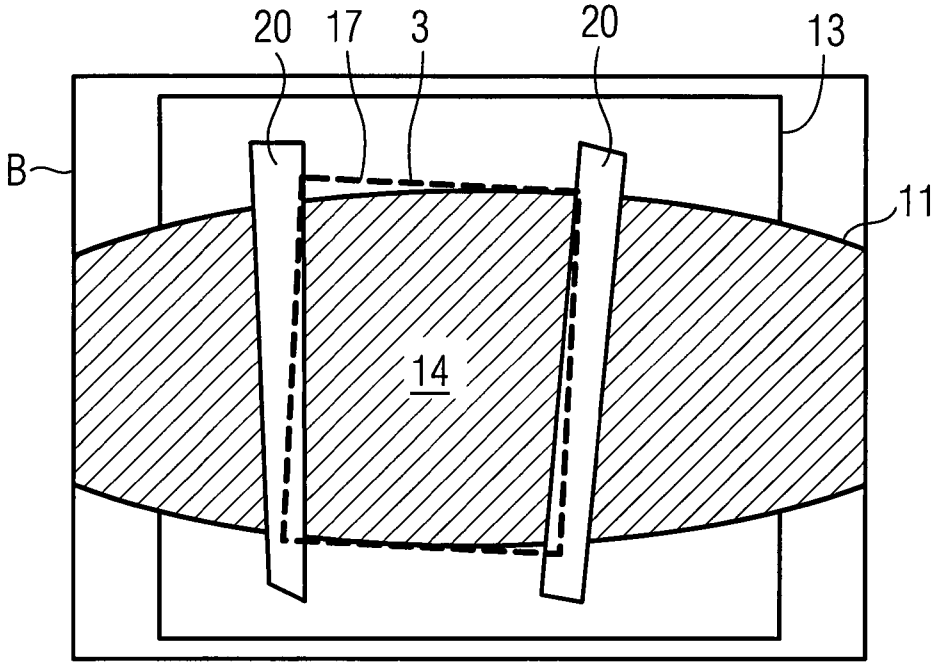


FIG 4

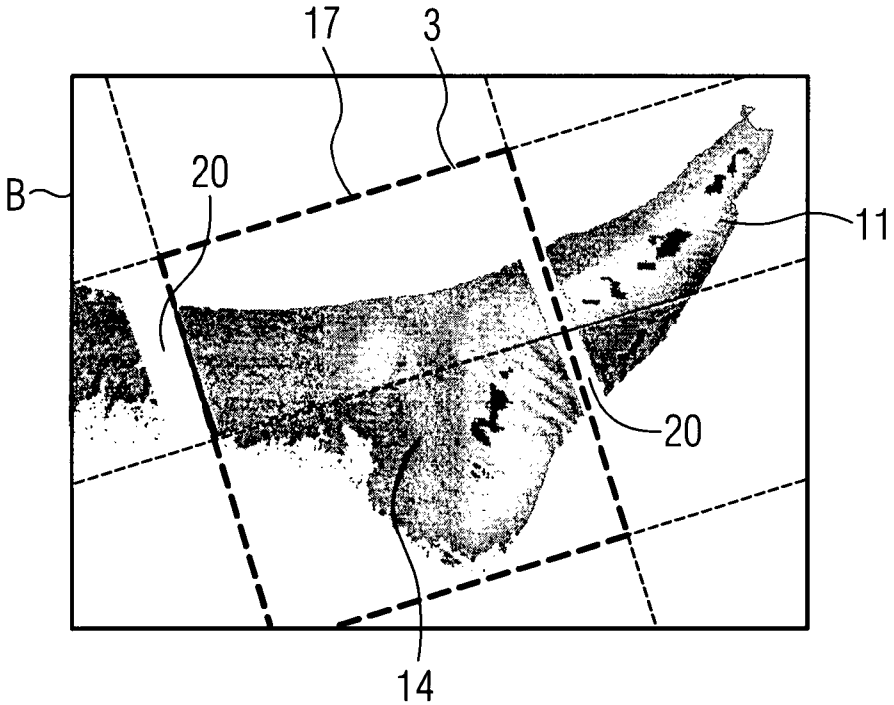
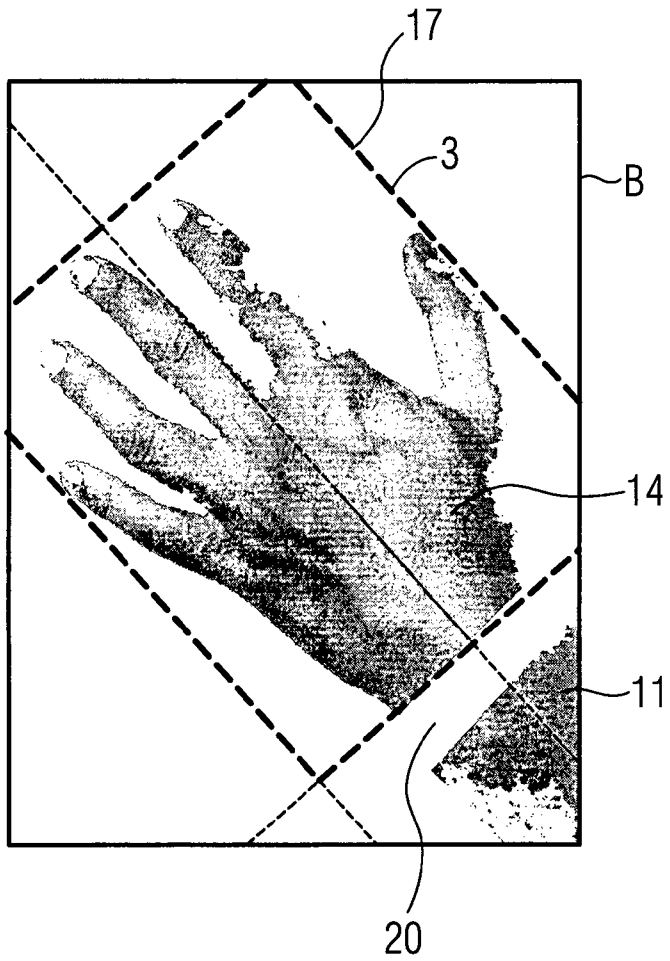



FIG 5