



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 201 22 889 U1 2009.06.25

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: 201 22 889.0

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G01N 23/04 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 21.09.2001

(67) aus Patentanmeldung: EP 01 30 8050.2

(47) Eintragungstag: 20.05.2009

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: 25.06.2009

(30) Unionspriorität:

0023194	21.09.2000	GB
0106153	13.03.2001	GB

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

Dage precision Industries Ltd., Aylesbury,  
Buckinghamshire, GB

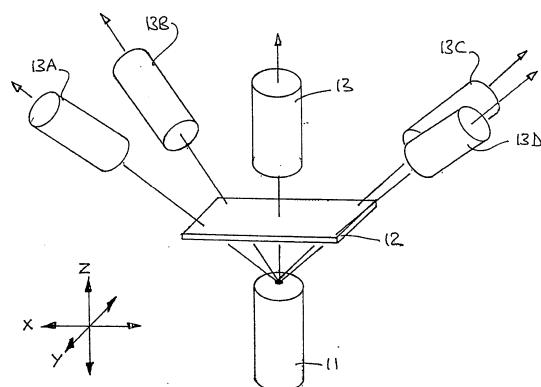
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Röntgensystem

(57) Hauptanspruch: Röntgenprüfgerät zum Prüfen elektrischer Verbindungen eines Objekts, insbesondere elektrischer Geräte, mit:  
einer Röntgenquelle;  
einer bewegbaren Manipulatorplatte für das Objekt,  
einem Mittel zum Bewegen der Manipulatorplatte und des Objektes in Bezug auf die Röntgenquelle;  
Röntgen-Bildverstärker zum Bilden eines Bildes;  
eine Bildverstärker-Bewegungsvorrichtung zum Bewegen des Bildverstärkers in Bezug auf die Röntgenquelle;  
einem Mittel zum Bilden eines ersten Bildes des Objektes;  
einem Bildschirm zum Anzeigen des ersten Bildes des Objektes;  
einem Mittel einschließlich Software zum Auswählen eines interessierenden Bereiches des ersten Bildes;  
Mittel zum Steuern der Manipulatorplatte, um das Objekt in Bezug auf die Röntgenquelle zu bewegen, um das Objekt in Bezug auf die Röntgenquelle und den Bildverstärker zu positionieren, so dass ein Röntgenbild des interessierenden Bereiches gebildet werden kann;  
und Mittel zum Bilden und Anzeigen des Röntgenbildes des interessierenden Bereiches.



## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein Röntgensystem, insbesondere ein System zum Betrachten der internen Struktur von elektrischen Miniaturbauteilen.

**[0002]** Es sind elektrische Miniaturbauteile mit äußerlichen elektrischen Verbindungen bekannt, wobei eine elektrische Leitung an das Bauteil angelötet ist. Diese Art von Verbindungen wird visuell untersucht, üblicherweise mit einer Vergrößerungseinrichtung, weil sie zu klein ist, als dass sie mit dem bloßen Auge zu sehen wäre. Typischerweise können solche Verbindungen einen wenige Mikrometer großen Durchmesser aufweisen.

**[0003]** In jüngster Zeit weisen solche Bauteile elektrische Verbindungen auf, die an einer planaren Schnittstelle zwischen zwei elektrischen Komponenten ausgebildet sind. Solche Verbindungen sind natürlich durch den flächigen Kontakt vor dem bloßen Auge verborgen und es wurde vorgeschlagen, solche Verbindungen durch ein Röntgenprüfgerät zu untersuchen.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Röntgenprüfgerät zur Verfügung zu stellen, das Verbesserungen in Konstruktion, Herstellung und Anwendung aufweist. Die Aufgabe wird durch ein Röntgenprüfgerät nach Anspruch 1 gelöst.

**[0005]** Ein erster Aspekt der Erfindung liegt in einer Gehäuseanordnung für ein Röntgenprüfsystem. Allgemein umfasst die Gehäuseanordnung einen Rahmen, so dass eine mechanische Halterung für die Systemkomponenten vorgesehen ist, und eine Umfassung, um Schutz gegen mechanische, elektrische und von Strahlung ausgehende Gefahren zu bieten.

**[0006]** Eine bekannte Gehäuseanordnung umfasst ein Rahmenskelett, an dem Füllstoffplatten angebracht sind und das so ausgelegt ist, dass es das Röntgensystem und zugeordnete mechanische und elektrische Anlagen trägt. Es ist eine Beilage am Rahmen angebracht, um Strahlung abzuschirmen, der äußerliche Verkleidungsplatten folgen.

**[0007]** Ein signifikantes Problem bei dieser Art von Konstruktion ist, dass es sehr zeitaufwändig und teuer ist, die Elemente des Rahmens und die Füllstoff- und Verkleidungsplatten, die am Rahmen anzubringen sind, herzustellen und zusammenzubauen. Es ist auch problematisch zu gewährleisten, dass die Bleiabschirmung eng am Rahmen anliegt und dadurch vollkommen effektiv ist. Ein weiteres Problem ist, dass es sehr schwierig ist, den Teil des Rahmens abschirmen, der nach außen hervorsteht, damit eine Befestigungsmöglichkeit für die äußeren Verkleidungsplatten gegeben ist. Darüber hinaus weist ein Rahmenskelett beabstandete Rahmenglieder auf,

die bei einer anderen internen Konfiguration von Komponenten, ohne Verwendung von Adapterplatten, Unterrahmen oder dergleichen, nicht einsetzbar sein können.

**[0008]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine Gehäuseanordnung für ein Röntgensystem ein inneres Gehäuse mit einer Öffnung, das vollständig mit Spiel in ein äußeres Gehäuse einfügbar ist, das eine Öffnung aufweist, wobei das innere und das äußere Gehäuse Befestigungsmittel aufweisen, um die Gehäuse in einer vorbestimmten Beziehung zueinander zu sichern und zu beabstandeten, wobei eine Bleiabschirmung eine im Wesentlichen vollständige Zwischenschicht aufweist, die sich zwischen dem inneren und dem äußeren Gehäuse erstreckt, und wobei die Öffnung mit einem Bleiverschluss (lead lined closure) versehen ist.

**[0009]** Eine solche Konstruktion ergibt aufgrund der Beabstandung des inneren und äußeren Gehäuses eine relativ leichte und in sich steife Gehäuseanordnung. Die dazwischen befindliche Bleiabschirmung wird bevorzugt vor dem Einbau des äußeren Gehäuses im Wesentlichen an der gesamten Außenseite des inneren Gehäuses angebracht, und ist relativ leicht anzubringen, weil kein Rahmen aus dem Stand der Technik vorgesehen ist. Es müssen im Bereich der Befestigungen des inneren und äußeren Gehäuses spezielle Abschirmmaßnahmen getroffen werden, aber diese sind weniger problematisch als bei der Gehäusekonstruktion aus dem Stand der Technik, bei der das Rahmenskelett nach außen übersteht; diese Befestigungen können in jedem Fall nach Anbringen der Bleiabschirmung am inneren Gehäuse ausgebildet werden. Die Gehäuseanordnung gemäß diesem Aspekt der Erfindung ist bedeutend weniger kostspielig in der Herstellung und beim Zusammenbau als die Gehäuseanordnung aus dem Stand der Technik.

**[0010]** Die Gehäuseanordnung gemäß der Erfindung weist den besonderen Vorteil auf, dass das äußere Gehäuse, das die äußere Verkleidung aus dem Stand der Technik ersetzt, zur Festigkeit und Steifigkeit der Gehäuseanordnung beiträgt, während es die Bleiabschirmung vollständig umschließt. Darüber hinaus umfasst das äußere Gehäuse eine einteilige Fassung für die Bleiabschirmung und kann die Abschirmung ortsfest halten, zum Beispiel im Falle eines Versagens von Mitteln zum Anbringen der Abschirmung am inneren Gehäuse. Die Abschirmung ist bevorzugt durch nach innen ragende Ansätze des äußeren Gehäuses gehalten. Die Anzahl an Befestigungsmitteln für die Gehäuseanordnung ist gegenüber bekannten Konstruktionen wesentlich verringert, weil separate Füllstoff- und Verkleidungsplatten nicht erforderlich sind, und das Gewicht der Gehäuseanordnung ist auch wesentlich reduziert.

**[0011]** Das innere Gehäuse umfasst eine Last tragende Umfassung, die in der Lage ist, Komponenten an jeder Stelle zu stützen; eine solche Gehäuseanordnung ist an viele Konfigurationen von inneren Komponenten anpassbar und kann im Falle einer alternativen Konfiguration ohne Adapterplatten und dergleichen wiederverwendet werden.

**[0012]** Ein Röntgenprüfgerät umfasst eine Röntgenquelle, aus der ein Röntgenstrahl emittiert wird, und einen Bildverstärker, der den Strahl aufnimmt und bewirkt, dass ein Bild gebildet wird. Ein zwischen die Quelle und den Verstärker platziertes Objekt kann Röntgenstrahlen absorbieren und kann bewirken, dass ein Schatten als Bild erscheint. Durch Bewegen des Objekts und des Verstärkers relativ zur Quelle kann das Bild vergrößert werden. Eine Videokamera erzeugt eine Echtzeitanzeige des Bildes auf einem Monitor außerhalb der Prüfeinrichtung.

**[0013]** Das Objekt kann auf einem Manipulator platziert werden, der in der X-, Y- und Z-Achse beweglich ist, und der Verstärker wird typischerweise auf der Z-Achse platziert, so dass er mit dem Röntgenstrahl fluchtet. Eine solche Anordnung ermöglicht, dass das Objekt entlang der Z-Achse zur Quelle hin und von ihr weg und quer in der X-Y-Ebene bewegt wird. Vorrichtungen zum Verschieben eines Manipulators in den gewünschten drei Achsen sind bekannt.

**[0014]** Es ist zweckmäßig, wenn ein Objekt auf einer anderen als der Z-Achse betrachtet werden kann, und die vorliegende Erfindung stellt eine kompakte und relativ einfache Lösung für diese Forderung zur Verfügung.

**[0015]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine bewegliche Lagerung für ein Röntgenprüfgerät einen ebenen Rahmen, einen Primärschlitten, der auf dem Rahmen angeordnet ist und in der Ebene des Rahmens in eine erste Richtung von Seite zu Seite beweglich ist, und Antriebsmittel, um den Schlitten relativ zum Rahmen zu bewegen, wobei der Schlitten in der Ebene um eine Achse drehbar ist, die auf der ersten Richtung senkrecht steht.

**[0016]** Eine solche Anordnung ermöglicht, dass ein Bildverstärker auf dem Schlitten angebracht wird und zu einer relativ fixierten Röntgenquelle geneigt wird, wenn sich der Schlitten seitwärts im Rahmen von der Nominalposition weg bewegt.

**[0017]** Auf diese Weise sind in der Nominalposition eine Röntgenquelle und ein Bildverstärker auf der Z-Achse mit einem Objekt dazwischen ausgerichtet. Indem der Verstärker seitlich verschoben und zur Quelle geneigt wird, kann das Objekt in einem Winkel betrachtet werden, was dadurch eine Inspektion abweichend von einer senkrechten Stellung erlaubt, z.

B. bis zu 45°. Das Objekt kann auch seitlich verschoben werden, so dass das Bild eines besonderen Merkmals in der Mitte des Betrachtungsfelds liegt, und das Objekt kann zum Verstärker hin oder von ihm weg bewegt werden, um die Vergrößerung zu verändern.

**[0018]** Bevorzugt ist der Schlitten an beiden Seiten der Nominalposition schwenkbar, um eine Inspektion bei ±45° zu ermöglichen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der primäre Schlitten selbst auf einem sekundären Schlitten angebracht, der ein Neigen in einer Ebene im rechten Winkel zur Neigungs-ebene des primären Schlittens ermöglicht. Diese Anordnung ermöglicht eine Rundumbetrachtung eines Objekts.

**[0019]** In einer alternativen Ausführungsform ist der Schlitten linear verschiebbar und ist neigbar, so dass eine Inspektion bei 0 bis 45° möglich ist, und es ist ein Drehtisch am Manipulator vorgesehen, um ein Objekt zu tragen. Diese Anordnung ermöglicht ebenfalls eine Rundumbetrachtung eines Objekts, indem der Tisch um bis zu 360° gedreht wird, so dass das Objekt in der Sichtlinie des Bildverstärkers liegt.

**[0020]** Die Schlitten und der Manipulator sind bevorzugt servogesteuert, so dass präzise Ausrichtung gewährleistet ist. Der gegebenenfalls vorhandene Drehtisch ist bevorzugt ebenfalls servogesteuert, um eine präzise Winkelversetzung von der Messposition zu gewährleisten.

**[0021]** In der bevorzugten Ausführungsform ist der oder jeder Schlitten auf oberen und unteren Linearführungen angebracht, die sich über den Rahmen erstrecken, und ist in einer Weise angetrieben, die eine höhere Relativgeschwindigkeit in einer Führung als in der anderen gewährleistet, bevorzugt durch einen Zahnrämenantrieb. Die Anordnung gewährleistet präzises Schwenken in Bezug auf die Nominalposition (vertikale Position) und gewährleistet, dass die Verstärkerachse zentriert bleibt.

**[0022]** Es kann ein einzelner Motor Zahnrämenantrieb sowohl für die obere wie die untere Führung vorsehen, wobei die unterschiedliche Geschwindigkeit durch Antriebsritzel unterschiedlichen Durchmessers erreicht wird. Eine solche Anordnung ist elegant und raumeffizient.

**[0023]** Jeder Schlitten ist an den Linearführungen mit einer festen und einer verschiebbaren Verbindung angebracht, so dass es möglich ist, dass die Verbindungen sich bei der Neigungsbewegung des Schlittens auseinander bewegen.

**[0024]** Das Röntgenprüfgerät gemäß der Erfindung kann durch herkömmliche Joysticktechnik oder durch separate Steuerungen für einzelne Servomotoren

gesteuert werden.

**[0025]** Eine Schwierigkeit bei einem typischen Röntgenprüfgerät liegt in der Möglichkeit, den Referenzabstand von der Röntgenquelle und dem Bildverstärker zu einer Lagerung bzw. einem Träger für ein zu betrachtendes Objekt einzustellen oder zu bestimmen. Der Referenzabstand erfordert Einstellung, um zum Beispiel Fertigungstoleranzen oder Einflüsse der Umgebungstemperatur auszugleichen, und ist bevorzugt zum periodischen Nachstellen geeignet.

**[0026]** Gemäß einem dritten Aspekt umfasst ein mittels der Vorrichtung ausführbares Verfahren zum Bestimmen eines Referenzabstands zwischen einem Bildverstärker und einer Lagerrung eines anzuzeigenden Objekts die Schritte: Aufnehmen einer Mehrzahl von vorbestimmten Orten auf der Lagerung durch einen Röntgenstrahl, der senkrecht zu der Ebene der Lagerung ist, Verschieben des Bildverstärkers in einer Ebene parallel zu der Ebene der Lagerung, erneutes Aufnehmen der vorbestimmten Orte durch einen Röntgenstrahl, der nicht senkrecht zu der Ebene der Lagerung ist, Bestimmen des Winkels des Strahls in Bezug auf die Orte und Berechnen des Referenzabstands mittels Trigonometrie.

**[0027]** Ein solches Verfahren ergibt ein hochakkurates Mittel zum Einstellen des Referenzabstands. Die vorbestimmten Orte sind bevorzugt Diskontinuitäten in der Lagerung, die durch Softwareaufnahmestechniken erfasst werden können. Bevorzugt sind solche Orte durch eine Reihe von Vertiefungen, typischerweise durchgehende Löcher in der Lagerung definiert.

**[0028]** In einer bevorzugten Ausführungsform sind diese Durchtritte in gewissem Maß auf beiden Seiten eingesenkt, so dass die zugehörigen Einsenkungen sich in der Mitte treffen. Ein solcher Durchtritt kann relativ leicht durch Bildgebungssoftware erkannt werden, da er bei Betrachtung in einem Winkel ein symmetrisches Muster bleibt. Der Einsenkungswinkel sollte nicht weniger als der maximale Betrachtungswinkel betragen. In der bevorzugten Ausführungsform weist die Einsenkung einen Einschlusswinkel von  $90^\circ$  auf und der maximale Winkel von einfallenden Röntgenstrahlen beträgt  $45^\circ$ .

**[0029]** In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Lagerung eine rechtwinklige 1 mm Platte mit Durchtritten von ungefähr 0,5 mm neben ihren Ecken, die an beiden Seiten mit  $45^\circ$  eingesenkt sind. Senrektes Aufnehmen solcher Durchtritte ermöglicht auch, dass die lineare Querrichtung des Bildverstärkers zum Abstand zwischen solchen Durchtritten in Beziehung gesetzt wird und dementsprechend eine Kompensation von Verschiebungsfehlern für den Fall, dass die Lagerung in der X-Y-Ebene beweglich ist, erreicht wird. Die Verschiebung kann durch

eine Gewindespindel, Riemen oder irgendein anderes zweckmäßiges Verfahren gesteuert werden. Eine solche bewegliche Lagerung ist natürlich geeignet, um einen interessierenden Bereich in einem Blickfeld des Bilderverstärkers zu zentrieren. Zum Beispiel kann die Anzahl an Gewindespindelumdrehungen präzise zum Abstand zwischen den Diskontinuitäten in Beziehung gesetzt werden und dadurch wird eine hochakurate Zwischenpositionierung der Lagerung erreicht.

**[0030]** Eine weitere Schwierigkeit bei einem neigbaren Verstärker ist das Einstellen des Abstands zwischen dem Verstärker zum interessierenden Bereich des Objekts. Typischerweise weist ein Objekt Tiefe auf und der interessierende Bereich kann außerhalb der Lagerungsebene liegen. Im Falle von axialer Abbildung, bei der der Röntgenstrahl senkrecht zur Lagerplatte ist, entsteht keine Schwierigkeit; der interessierende Bereich kann beliebig vergrößert werden und bleibt im Mittelpunkt des Blickfelds.

**[0031]** Jedoch im Falle der Abbildung in einem Winkel, bekommt der interessierende Bereich eine Bedeutung. Wenn der Referenzwert die Lagerungsebene ist, der interessierende Bereich aber außerhalb dieser Ebene liegt, bewirkt eine Vergrößerung in einem Winkel, dass der interessierende Bereich sich seitlich von der Mitte des Blickfelds verschiebt. Dies ist eine ernste Schwierigkeit bei hoher Vergrößerung und kann zu Desorientierung bei der Bedienungsperson führen. Gemäß einem vierten Aspekt stellt die Erfindung eine Einstellung eines Referenzabstands zwischen einem Bildverstärker und einer interessierenden Objektebene zur Verfügung.

**[0032]** In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das mittels der Vorrichtung ausführbare Verfahren zum Einstellen eines Referenzabstands die Schritte: Aufnehmen des Objekts durch einen Röntgenstrahl, der senkrecht zu der Lagerebene des Objekts ist, Bewirken, dass ein interessierender Bereich in einem Blickfeld zentriert ist, Aufnehmen des Objekts unter einem ersten Winkel, erneutes Zentrieren des interessierenden Bereichs im Blickfeld, Aufnehmen des Objekts in einem zweiten, größeren Winkel, erneutes Zentrieren des interessierenden Bereichs im Blickfeld und Wiederholen der Schritte des Aufnehmens bei schrittweise größeren Winkeln und erneutes Zentrieren, bis die Aufnahme für alle Winkel des Röntgenstrahls im Mittelpunkt des Blickfelds bleibt. Unter Verwendung einfacher trigonometrischer Techniken kann diese iterative Vorgehensweise automatisch eine neue Referenzhöhe bestimmen und auf diese Weise gewährleisten, dass bei einer Vergrößerung der interessierende Bereich im Mittelpunkt des Blickfelds bleibt. Erneutes Aufnehmen in zunehmenden Winkelschritten minimiert das Risiko, dass der interessierende Bereich das Blickfeld ganz verlässt.

**[0033]** Im Falle der Untersuchung eines Objekts, das wiederholte Merkmale aufweist und auf einer in der X-Y-Ebene beweglichen Lagerung angebracht ist, ermöglicht das Einstellen des Referenzabstands zum interessierenden Bereich ein schnelles Durchqueren des Objekts zu jedem wiederholten Merkmal, ohne dass das Bild vergrößert werden muss, wobei das neue Merkmal im Sichtfeld zentriert und der neue interessierende Bereich am wiederholten Merkmal vergrößert wird. Wiederholbarkeit und Geschwindigkeit sind folglich erhöht, während der gleiche Referenzabstand eingehalten ist.

**[0034]** Gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung umfasst ein mittels der Vorrichtung ausführbares Verfahren zum Steuern eines solchen Geräts die Schritte: Aufnehmen eines ersten Röntgenbilds eines Objekts in dem Gerät, virtuelles Bearbeiten des ersten Röntgenbilds, um einen interessierenden Bereich optimal anzusehen, und Bewirken, dass das Gerät das Objekt relativ zu einer Röntgenquelle und/oder einem Röntgenbildverstärker in Echtzeit bewegt, um ein zweites Bild zu erzeugen, welches mit dem interessierenden Bereich korrespondiert.

**[0035]** Der Benutzer kann auf diese Weise ein virtuelles Abbild des gesamten Objekts sehen, dieses Bild unter Verwendung von Software bearbeiten, um einen interessierenden Bereich oder eine interessierende Ansicht auszuwählen, und andere Software veranlassen, das Objekt unter Verwendung der X-, Y- und Z-Koordinaten des virtuellen Bildes, so zu verschieben, dass es dem virtuellen Bild am nächsten kommt. Ein Teil des Objekts kann auf diese Weise mit hoher Vergrößerung betrachtet werden, während das virtuelle Bild erhalten bleibt, um dem Benutzer zu ermöglichen, dass er eine Übersicht über die Betrachtungsrichtung in Bezug auf das gesamte Objekt hat.

**[0036]** Das virtuelle Bild und das Echtzeitbild werden bevorzugt auf demselben Monitor gleichzeitig angezeigt, wobei das virtuelle Bild zum Beispiel in der oberen rechten Ecke des Monitorbildschirms gelegen ist. Das virtuelle Bild kann durch Echtzeitabbildung eines Objekts gebildet oder umgebildet werden. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das virtuelle Bild ein eingefrorenes Echtzeitbild, das nur zum Zwecke der Bearbeitung erstellt ist und um dem Benutzer zu ermöglichen, einen interessierenden Bereich schnell auszuwählen, statt das Objekt in Echtzeit zu bearbeiten, bis der gewünschte Bereich in Sicht ist. Das Objekt kann automatisch in Echtzeit bearbeitet werden, um ausreichend Daten zu erzeugen, so dass das virtuelle Referenzbild erstellt wird. Dies kann besonders nützlich sein, wenn das Objekt größer ist als der Bildverstärker, so dass der Bildverstärker das Objekt abtastet, um seine Grenzen zu bestimmen, und anschließend ein virtuelles Bild des Objekts zum Zwecke der Bearbeitung oder Manipulation konstruiert.

**[0037]** Im Einsatz kann das Echtzeitbild über den Bildschirm gezogen werden oder auf andere Weise durch eine Computermaus manipuliert werden, wobei die sichtbare Manipulation bewirkt, dass das Objekt in Echtzeit bewegt wird, so dass sich das Echtzeitbild zur gewünschten Stelle auf dem Bildschirm bewegt. Eine solche Objektbewegung ist bevorzugt ziemlich schnell, so dass der Benutzer keine signifikante Verzögerung zwischen der Mausbedienung und der Echtzeitbewegung des Objekts bemerkt, was zu einer Bewegung des Echtzeitbildes führt.

**[0038]** Typischerweise wird das virtuelle Bild durch Softwareaufnahmestrukturen zu Beginn einer Inspektionsroutine erstellt. Sobald es erstellt ist, verbleibt das ursprüngliche Bild als Navigationshilfe und das Blickfeld des Objekts in Echtzeit wird auf dem virtuellen Bild dargestellt, z. B. durch einen Kasten, der den entsprechenden Teil umgibt. Die Größe dieses Kastens nimmt bevorzugt mit der Vergrößerung des Objekts zu oder ab und kann daher im Wesentlichen dem augenblicklichen Blickfeld entsprechen. Das virtuelle Bild kann sich neigen oder auf andere Weise seine Lage verändern, so dass es der Betrachtungsrichtung des Objekts entspricht.

**[0039]** In dem Fall, bei dem die Lagerung des Objekts drehbar ist, verändert sich die Lage des Echtzeitbildes des Objekts in Bezug auf das virtuelle Bild. Bevorzugt weist die drehbare Lagerung eine Referenzposition zu Beginn einer Inspektionsroutine auf und ein Pfeil gibt die augenblickliche Blickrichtung am virtuellen Bild an, zum Beispiel durch Zeigen auf einen Kasten, der das Blickfeld definiert. Alternativ kann das virtuelle Bild sich in Synchronisation zum Drehtisch drehen.

**[0040]** Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform ersichtlich, die nur als Beispiel in den folgenden Zeichnungen gezeigt ist, in denen:

**[0041]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Röntgenröhre, einer Objektträgeroberfläche und eines bogenförmig verschiebbaren Bildverstärkers ist,

**[0042]** [Fig. 2](#) eine Perspektivansicht einer Vorrichtung zum bogenförmigen Verschieben eines Bildverstärkers in zueinander senkrechten Richtungen ist,

**[0043]** [Fig. 3](#) die Konstruktion einer Gehäuseanordnung gemäß der Erfindung darstellt,

**[0044]** [Fig. 4](#) ein Videobild gemäß der Erfindung darstellt,

**[0045]** [Fig. 5](#) ein vergrößertes Bild entsprechend [Fig. 4](#) darstellt,

**[0046]** [Fig. 6](#) eine Softwareaufnahme eines einfache-

chen Durchtritts darstellt, und

**[0047]** [Fig. 7](#) eine Softwareaufnahme eines eingesenkten Durchtritts darstellt.

**[0048]** [Fig. 1](#) stellt schematisch eine Röntgenröhre **11** dar, aus der Röntgenstrahlen durch eine Manipulatorplatte **12** zu einem Bildverstärker **13** verlaufen. Die Röntgenröhre **11** ist fixiert, während der Bildverstärker **13** zwischen bestimmten Extrempunkten der Bewegung **13A–13D** beweglich ist, so dass er mit der Röntgenquelle ausgerichtet bleibt. An den Extrempunkten ist der Bildverstärker mit den Röntgenstrahlen ausgerichtet, die von der Quelle nahe den Ecken der Platte **12** verlaufen, wie es dargestellt ist. Der Mechanismus zum Bewegen des Bildverstärkers wird anschließend beschrieben und ist so betätigbar, dass er den Verstärker in eine beliebige Position zwischen den vier dargestellten Extremen und ausgerichtet zum Brennpunkt **14** der Röntgenquelle platziert.

**[0049]** Die Manipulatorplatte ist auch in den X-, Y- und Z-Achsen verschiebbar, so dass ein Objekt in der Mitte des Blickfelds des Bildverstärkers positioniert werden kann, und um das Blickfeld durch Verschieben der Platte **12** zum Verstärker **13** hin und von ihm weg zu verändern. Die Mittel zum Bewegen der Platte können irgendein geeigneter und herkömmlicher 3-achsiger Motorantrieb sein.

**[0050]** Es versteht sich, dass ein drehbarer Träger an der Platte **12** vorgesehen sein kann, der in Verbindung mit einem in einer einzigen Ebene neigbaren Bildverstärker eine Rundumansicht eines Objekts bereitstellen kann. X-Y-Bewegung der Platte **12** bleibt in dieser Alternative wünschenswert, um das Blickfeld zu zentrieren.

**[0051]** Die Vorrichtung zum Bewegen des Bildverstärkers ist in [Fig. 2](#) dargestellt. Ein allgemein rechtwinkliger Rahmen **21** weist an gegenüberliegenden Seiten Paare oberer und unterer Linearführungen **22**, **23** auf. Diese tragen zwischen sich einen Schlitten **27**, der sich über die gesamte Breite des Rahmens erstreckt und von einem Ende des Rahmens zum anderen gleiten kann.

**[0052]** Die Verbindung zwischen dem Schlitten und der unteren Linearführung **23** ist ein einfaches Gelenk, aber die Verbindung zur oberen Linearführung erfolgt mittels eines Gelenkzapfens **25**, der in einem Schlitz **26** des Schlittens läuft. Diese Anordnung ermöglicht, dass der Schlitten über einen Bogen, der von der Länge des Schlitzes **26** bestimmt ist, der typischerweise  $\pm 45^\circ$  beträgt, von einer Seite zur anderen wippt.

**[0053]** Der Schlitten **27** wird von einem Ende des Rahmens zum anderen durch einen Elektromotor angetrieben, der auch die Lage des Schlittens mit Mit-

teln steuert, die noch beschrieben werden. Ein Bildverstärker **24** ist auf dem Schlitten angebracht.

**[0054]** In [Fig. 2](#) ist der Schlitten **27** in einer Mittelposition gezeigt und in den beiden geneigten Endpositionen **27A**, **27B**, wobei der Bildverstärker **24A**, **24B** entsprechend geneigt ist.

**[0055]** Das Anbringen des Bildverstärkers **24** am Schlitten **27** erfolgt mittels zweier weiterer oberer und unterer Linearführungen **34**, **35**. Die Anordnung ist ähnlich zu der der Führungen **22**, **23**, wobei die untere Führung ein einfaches Gelenk ist, während die obere Führung einen Zapfen und einen Schlitz aufweist. Diese Anordnung ermöglicht ein Wippen des Verstärkers in einer Ebene im rechten Winkel zur Wippebene des Schlittens **27** und [Fig. 2](#) stellt die Mittelposition **24C** auf einer Seite dar.

**[0056]** Es ist ersichtlich, dass kombiniertes Wippen in beiden Ebenen dazu führt, dass der Verstärker eine kombinierte Neigung an den Ecken des Rahmens einnimmt, wie mit **24D**, **24E** markiert ist.

**[0057]** Die Lage des Verstärkers **24** in Bezug auf den Schlitten **27** wird durch einen Elektromotor **28** bestimmt, der auf dem Schlitten an einem Ende angebracht ist und einen Riemenantrieb zu oberen und unteren Antriebsrädern **29**, **30** aufweist, die auch am Schlitten angebracht sind. Am anderen Ende des Schlittens sind zugehörige obere und untere Zwischenräder vorgesehen.

**[0058]** Kontinuierliche Antriebsriemen **31**, **32** laufen zwischen dem oberen und unteren Antrieb und den Zwischenradpaaren und sind an einem zugehörigen Zapfen befestigt, der an der angrenzenden Linearführung **34**, **35** angebracht ist und der durch eine entsprechende Kupplung mit dem Verstärker **24** verbunden ist. Es ist nur der obere Zapfen **33** sichtbar. Die Antriebsriemen und -räder sind gezahnt, so dass sie eine Bewegung vom Motor **28** zu den Zapfen präzise übertragen.

**[0059]** Die oberen und unteren Antriebsräder **29**, **30** weisen einen unterschiedlichen Durchmesser auf, so dass bei einer vorgegebenen Winkeldrehung des Motors **28** der obere Riemen **31** einen größeren Umlauf aufweist als der untere Riemen **32**. Auf diese Weise wird der Verstärker **24** von einer Seite zur anderen geneigt, wenn er vom Motor **28** von einem Ende des Schlittens zum anderen getrieben wird.

**[0060]** Durch geeignete Wahl des Raddurchmessers kann der Bildverstärker **24** einem Pfad folgen, der um den Brennpunkt der Röntgenquelle zentriert ist.

**[0061]** Die Anordnung zum Antreiben und Neigen des Schlittens **27** in Bezug auf den Rahmen **21** ist

identisch, wobei der Motor **36** dargestellt ist, aber die Antriebsriemen und -räder von der Sicht verborgen sind.

**[0062]** Durch gleichzeitigen Betrieb der Motoren **28**, **36** folgt der Verstärker einem gebogenen Pfad in den Begrenzungen des Rahmens **21** und ist immer auf den Brennpunkt der Röntgenquelle zentriert, wie es schematisch in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

**[0063]** [Fig. 3](#) stellt allgemein die Anordnung einer Gehäuseanordnung **40** dar, in der die Röntgenquelle, Manipulatortisch und Bildverstärkeranordnung positioniert sind. Die Gehäuseanordnung umfasst ein inneres Gehäuse **41**, z. B. aus Stahl, das einen offenen Kasten umfasst, der geeignet ist, die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Komponenten aufzunehmen, und ein äußeres Gehäuse **42**, das einen zweiten Kasten umfasst und das ein ansprechendes Aussehen aufweist. Der innere und äußere Kasten **41**, **42** weisen herkömmliche Mittel auf, um sie mit einem Abstand zusammenzufügen und gemeinsam bilden sie eine steife und starke Struktur, die geeignet ist, die inneren Teile in einer starren und definierten Konfiguration zu halten.

**[0064]** Vor dem Zusammenbau wird der innere Kasten mit Bleiplatten abgeschirmt und diese liegen zweckmäßigerweise im Raum zwischen dem inneren und äußeren Kasten, welcher zur Starrheit der Gehäuseanordnung beiträgt.

**[0065]** Die Abschirmung kann relativ leicht über die gesamte Oberfläche des inneren Gehäuses **41** angebracht werden und kann durch Klebstoff befestigt werden und durch Ansätze getragen sein, die in die Wände des inneren Gehäuses gedrückt sind. Das äußere Gehäuse kann auch interne Ansätze aufweisen, so dass sie eng gegen die Bleiabschirmung anliegen, so dass für den Fall, dass eine verleimte Befestigung versagen sollte, die Integrität der Abschirmung erhalten bleibt.

**[0066]** Das Gehäuse der Bleiabschirmung weist den Vorteil auf, dass es nicht verändert oder abgenommen werden kann, wie es bei entfernabaren Verkleidungsplatten der Fall ist. Darüber hinaus kann die Abschirmung ohne Rücksicht auf das Aussehen angebracht werden, da es im Einsatz permanent durch das äußere Gehäuse **42** umschlossen ist; dies bedeutet, dass die Funktion der Abschirmung eines Strahlungsrisikos nicht durch ästhetische Aspekte beeinträchtigt wird.

**[0067]** Es ist eine doppelschichtig abgeschirmte Tür an der Gehäuseanordnung durch irgendein geeignetes Verfahren angebracht, so dass das Röntgengerät im Einsatz vollständig umschlossen ist.

**[0068]** In einem dritten Aspekt beinhaltet die Erfin-

dung ein Verfahren zum Steuern des Röntgenprüfgeräts mittels Computer und Videoanzeige.

**[0069]** Wie erwähnt, wird das Bild am Verstärker **24** durch eine Videokamera zu einem Monitor außerhalb der Gehäuseanordnung weitergeleitet. Es ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, wodurch der Bildverstärker und der Manipulatortisch bewegt werden können, um Vergrößerung/Sichtfeld eines Objekts auf dem Tisch zu verändern und den Betrachtungswinkel durch das Objekt zu verändern.

**[0070]** Bei hoher Vergrößerung kann die Bedienungsperson desorientiert werden und nicht in der Lage sein, zu entscheiden, in welche Richtung das Objekt in Echtzeit zu bewegen ist, um das nächste interessierende Merkmal zu betrachten.

**[0071]** Die Erfindung stellt ein virtuell erstelltes Bild zur Verfügung, um die Bedienungsperson zu unterstützen.

**[0072]** [Fig. 4](#) stellt einen Videomonitor **50** mit einem Echtzeitbild **51** und einem virtuellen Bild **52** in der oberen rechten Ecke dar.

**[0073]** Das virtuelle Bild **52** wird durch Abtasten (Scanning) eines Objekts auf dem Manipulator erhalten, um seine Grenzen zu bestimmen und elektronisch eine zweidimensionale Darstellung zu konstruieren, wobei bekannte Abbildungssoftwaretechniken verwendet werden. Das virtuelle Bild muss nicht alle Details des Objekts zeigen, aber aus den unten angeführten Gründen sollten die Grenzen angemessen definiert sein.

**[0074]** Das Echtzeitbild **51** wird von der Videokamera vom Bildverstärker in der Gehäuseanordnung weitergeleitet.

**[0075]** [Fig. 5](#) stellt schematisch eine Ansicht auf dem Videomonitor dar, die erscheinen kann, wenn die Bedienungsperson das Objekt zoomt und seine Vergrößerung erhöht. Unter diesen Umständen kann die Bedienungsperson desorientiert werden, aber das virtuelle Bild zeigt mittels eines Kastens **53** den entsprechenden Ansichtsbereich. Auf diese Weise ist die Bedienungsperson in der Lage, sicherzustellen, dass der gewünschte Bereich des Objekts untersucht wird. Die Größe des Kastens **53** kann sich entsprechend dem Sichtfeld des Echtzeitbildes ändern, so dass der Umfang des Kastens **53** zu allen Zeiten präzise der Begrenzung des Echtzeitbildes entspricht.

**[0076]** In Fällen, bei denen das Echtzeitbild in einem Winkel durch das Objekt aufgenommen ist, kann das virtuelle Bild sich drehen, um der Bedienungsperson eine geeignete Ansicht zu präsentieren.

**[0077]** Als Alternative kann der interessierende Be-

reich mittels eines Pfeils auf dem virtuellen Bild angezeigt werden.

**[0078]** Im Falle eines drehbaren Objektträgers kann die Betrachtungsrichtung auf dem virtuellen Bild z. B. mittels eines Pfeils angezeigt werden.

**[0079]** Es kann auch Steuersoftware vorgesehen sein, um ein Ziehen des Echtzeitbildes zu ermöglichen, so dass ein angrenzender Bereich betrachtet wird, oder um ein Merkmal auf dem Monitor zu zentrieren. Ziehen des Bildes unter Verwendung einer Computermaus bewirkt, dass Servomotoren des Manipulatortischs das Objekt in die gewünschte Richtung bewegen, so dass das Echtzeitbild schnell folgt und das vorhergehende Echtzeitbild ersetzt. Das Bildausetzen kann schrittweise und schnell und in Verbindung mit einer entsprechenden Veränderung im Kasten 53 am virtuellen Bild 52 erfolgen. Ein Zoom des Objekts kann mittels eines Fingerrads einer Computermaus erreicht werden.

**[0080]** Die Mittel zum Identifizieren eines Sichtbereichs auf dem virtuellen Bild können von einer anderen geeigneten Art sein, zum Beispiel Farbunterlegung oder Kreis, und das virtuelle Bild kann in jedem geeigneten Bereich auf dem Monitor dargestellt werden.

**[0081]** Um bestimmte Referenzabmessungen zwischen dem Bildverstärker und dem Träger für das Objekt festzulegen, kann die Vorrichtung Abbildungssoftware beinhalten, die in der Lage ist, auf dem Träger vorgelegte Merkmale zu erkennen. Das Merkmal kann eine Ausnehmung oder Vertiefung sein und bestimmte Abmessungen können unter Verwendung trigonometrischer Techniken aus der Messung anderer Abmessungen und Winkel bestimmt werden.

**[0082]** Bekannte Abbildungstechniken sind in der Lage eine runde Vertiefung zu erkennen, wenn sie von oben betrachtet wird. Eine solche Vertiefung muss auch in einem Winkel erkannt werden, wenn trigonometrische Techniken nutzvoll sein sollen, aber eine runde Vertiefung in einer Platte stellt keine symmetrische Abbildung dar, wenn sie geneigt ist und von Röntgenstrahlen abgebildet wird.

**[0083]** [Fig. 6](#) zeigt einen Bereich von Röntgenbildern eines einfachen durchgehenden Lochs. Das Bild ist für ein Sackloch im Wesentlichen identisch. Es ist zu erkennen, dass die Gesamtform des Bildes sich wesentlich verändert, wenn der Winkel des Röntgenstrahls zunimmt (dargestellt durch Pfeile), von einem Kreis zu überlappenden Ellipsen zu beobachteten Ellipsen. Ein solcher Bildbereich ist mit herkömmlicher monochromer Bilderkennungssoftware ziemlich schwierig zu erkennen, weil bestimmte Bereiche hell sind, bestimmte Bereiche dunkel sind und bestimmte Bereiche irgendwie grau sind. Zum

Beispiel weist das schrägste Bild von [Fig. 6](#) zwei helle Ellipsen, einen grauen Verbindungsreich und einen umgebenden dunklen Bereich auf. Folglich besteht eine Gefahr bei der Einstellung der Hell/Dunkel-Schwelle, dass graue Bereiche nicht folgerichtig als entweder hell oder dunkel behandelt werden, und die Mitte des Bildes kann schwierig zu lokalisieren sein.

**[0084]** [Fig. 7](#) zeigt einen Bildbereich eines durchgehenden Lochs, das von beiden Seiten in einem gleichen Maß eingesenkt ist. Wie schnell zu erkennen ist, ergibt diese Anordnung ein Bild mit einem mittleren Kreis oder einer Ellipse in allen Winkeln, und ist daher für Bilderkennungssoftware viel einfacher zu erkennen. Vor allem weist das Bild eine einzige helle Mitte auf und kann durch Bilderkennungssoftware mit einer einfachen Hell/Dunkel-Schwelle erfasst werden. In diesem Fall besteht wenig Gefahr, dass die Schwelle zu niedrig gesetzt wird, so dass graue und helle Bereiche gleichermaßen durch monochrome Bilderkennungssoftware erkannt werden, weil die grauen Bereiche symmetrisch um den einzigen hellen Mittelbereich angeordnet sind. Für eine Verwendung bei Röntgenprüfgeräten der hier beschriebenen Art, die Abbildungssoftwaretechniken anwenden, um Initialisierungsverfahren durchzuführen, ist eine solche Apertur daher bevorzugt.

## Schutzansprüche

1. Röntgenprüfgerät zum Prüfen elektrischer Verbindungen eines Objekts, insbesondere elektrischer Geräte, mit:  
einer Röntgenquelle;  
einer bewegbaren Manipulatorplatte für das Objekt, einem Mittel zum Bewegen der Manipulatorplatte und des Objektes in Bezug auf die Röntgenquelle;  
Röntgen-Bildverstärker zum Bilden eines Bildes;  
eine Bildverstärker-Bewegungsvorrichtung zum Bewegen des Bildverstärkers in Bezug auf die Röntgenquelle;  
einem Mittel zum Bilden eines ersten Bildes des Objektes;  
einem Bildschirm zum Anzeigen des ersten Bildes des Objektes;  
einem Mittel einschließlich Software zum Auswählen eines interessierenden Bereiches des ersten Bildes; Mittel zum Steuern der Manipulatorplatte, um das Objekt in Bezug auf die Röntgenquelle zu bewegen, um das Objekt in Bezug auf die Röntgenquelle und den Bildverstärker zu positionieren, so dass ein Röntgenbild des interessierenden Bereiches gebildet werden kann;  
und Mittel zum Bilden und Anzeigen des Röntgenbildes des interessierenden Bereiches.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, enthaltend Mittel zum Anzeigen des Röntgenbildes des interessierenden Bereiches zeitgleich mit dem ersten Bild des Ob-

jetes.

3. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildverstärker-Bewegungsvorrichtung einen Schlitten aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsmittel ein Motorantrieb ist, der die Manipulatorplatte bewegt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Motorantrieb ein 3-achsiger Motorantrieb ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner enthaltend eine Gehäuseanordnung zum Aufnehmen der Röntgenquelle, des Bildverstärkers, der Röntgenbild-Bewegungsvorrichtung, der Lagerung, der Lagerungs-Bewegevorrichtung und einer Videokamera, wobei die Videokamera das Röntgenbild auf einem Computermonitor zeigt, wobei der Monitor außerhalb der Gehäuseanordnung ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das erste Bild ein Röntgenbild ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das erste Bild ein virtuelles Bild und kein Echtzeitbild ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Röntgenbild ein Echtzeitbild ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Röntgenbild ein Echtzeitröntgenbild ist und das erste Bild ein virtuelles Röntgenbild ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Mittel zum gleichzeitigen Anzeigen ein einzelner Computermonitor ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Mittel zum Auswählen eines interessierenden Bereiches ein Mittel zum Überlagern einer geometrischen Form auf das erste Bild aufweisen und wobei der Umfang der geometrischen Form die Grenze des Röntgenbildes des interessierenden Bereiches definiert.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die geometrische Form ein Kasten ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

