



(12) Wirtschaftspatent

Ertönt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 259 692 A1

4(51) G 01 T 1/29

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 T / 298 844 2

(22) 31.12.80

(44) 31.08.88

(71) Ministerium für Nationale Verteidigung, PF 98421, Strausberg, 1260, DD

(72) Bouthan, Jürgen, Dr. rer. nat. Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur lasergestützten Ermittlung der Modulationsübertragungsfunktion aus Röntgenstrahlungsverteilungen

(57) Das Verfahren findet Anwendung in der technischen Qualitätssicherung bei Röntgendiagnostikeinrichtungen. Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Modulationsübertragungsfunktion von Röntgendiagnostikeinrichtungen als qualitätsbestimmenden Parameter mit hoher Genauigkeit, relativ geringem Zeitaufwand unter Realisierung physikalisch-technisch reproduzierbarer Verfahrensschritte unter Nutzung der Röntgenstrahlungsverteilung nach einem Phantom zu ermitteln. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die in einem optisch-kohärenten Prozessor (laserbetrieben) schnell fouriertransformierte Darstellung eines beim röntgenografischen Abbildungsvorgang „verwaschenen“ Spaltes (Röntgenstrahlungsverteilung) quantitativ über die relativen Maxima des Integralsinus ausgewertet und zur Modulationsübertragungsfunktion (MUF) verdichtet wird.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur lasergestützten Ermittlung der Modulationsübertragungsfunktion aus Röntgenstrahlungsverteilungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die relativen Maxima des Integralsinus der aus einer radiografischen Abbildung erhaltenen Spaltfunktion exakt als ortsfrequenzdiskrete Stützstellen bei der grafischen Interpolation zur Ermittlung der Modulationsübertragungsfunktion (MÜF) genutzt werden.
2. Verfahren zur lasergestützten Ermittlung der Modulationsübertragungsfunktion aus Röntgenstrahlungsverteilungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß aufgabengerecht (Beachtung des Strahlungsgesetzes und der beteiligten γ -Kurven) die optische Fouriertransformation und Signalamplitudenquantisierung in der Fourierebene in einem Verfahrensschritt zeitgünstig realisiert werden.
3. Verfahren zur lasergestützten Ermittlung der Modulationsübertragungsfunktion aus Röntgenstrahlungsverteilungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Nutzung des röntgenografisch besonders geeigneten und gut realisierbaren Spaltphantoms fehlerminimierend in Abstimmung auf die physikalisch-technischen Eigenschaften des laserbetriebenen optisch-kohärenten Prozessors bei der MÜF-Ermittlung auswirkt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, daß bei der technischen Qualitätssicherung an Röntgendiagnostikeinrichtungen Anwendung findet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösung

Die bisherigen Verfahren und Vorrichtungen weisen zwei wesentliche Charakteristika bei den technischen Lösungen auf. Beiden Lösungsgruppen gemeinsam ist das Einbringen von Phantomen in den zentralen Strahlengang der in ihrer technischen Qualität zu prüfenden Röntgendiagnostikeinrichtung.

Eine Gruppe nutzt dazu Punkt- und Kantenphantome und wertet die Röntgenstrahlungsverteilung mittels weiterer Verfahrensschritte am Ausgang des röntgentechnischen Abbildungssystems rechtechnisch aus. Die Mängel bestehen sowohl in der bei praktischen Realisierungen unvermeidbaren Fehlerhaftigkeit der für den mathematischen Lösungsweg vorausgesetzten (Fourier- oder Laplace-Transformation unter Nutzung des exakten Diracstoßes oder einer fehlerfreien Sprungfunktion am Systemeingang) idealen Phantome im Zentralstrahlengang als auch im relativ hohen rechtechnischen Zeitaufwand bei den zum Erhalt der Modulationsübertragungsfunktion (MÜF) durchzuführenden Auswertungen.

Die zweite Gruppe benutzt als Phantom im Zentralstrahlengang die bekannten Bleilinienstrichraster. Damit ist eine ortsfrequenzdiskrete densitometrische Aufnahme der MÜF durch entsprechend strukturierte Detektorsysteme möglich. Der Nachteil besteht darin, daß die Bleistrichraster keine nach der sin-Funktion verlaufende Signalfunktion am Systemeingang erzeugen und entsprechende Detektorstrukturen das Meßergebnis verzerren. Deshalb ist die MÜF der radiologischen Abbildungsvorrichtung mit diesen Vorrichtungen und Verfahren nicht exakt ermittelbar und als technischer Qualitätsparameter nur bedingt nutzbar.

Ziel der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Modulationsübertragungsfunktion von Röntgendiagnostikeinrichtungen (als qualitätsbestimmenden Parameter) mit hoher Genauigkeit, relativ geringem Zeitaufwand unter Realisierung eindeutig physikalisch-technisch reproduzierbarer Verfahrensschritte unter Nutzung der Röntgenstrahlungsverteilung nach einem Phantom zu ermitteln.

Wesen der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die in einem optisch-kohärenten Prozessor schnell fouriertransformierte Darstellung eines beim röntgenografischen Abbildungsvorgang „verwaschenen“ Spaltes (Röntgenstrahlungsverteilung) nachstehender Grundbeziehung folgt:

$$\begin{aligned}
 X(\Omega) &= A \int_{-\frac{d}{2}}^{+\frac{d}{2}} \exp(-j\Omega x) dx \\
 &= A \cdot d \cdot \operatorname{si}\left(\frac{\Omega d}{2}\right),
 \end{aligned}$$

mit $X(\Omega)$ = Amplitudendichtefunktion der Spektraldarstellung, x = Wegkoordinate, A = Helligkeitsamplitude, d = Spaltbreite, Ω = Ortsfrequenz, si = Integralsinus. Die Auswertung der relativen Maxima des Integralsinus sind somit als exakte Stützwerte für die schnelle MÜF-Ermittlung nutzbar. Der Gesamtvorgang ist deshalb im Rahmen der technischen Qualitätssicherung in physikalisch-messtechnisch eindeutigen Verfahrensschritten zeitgünstig faßbar.

Ausführungsbeispiel

In einem ersten Verfahrensschritt wird ein geometrisch definierter in Blei geschnittener Spalt in den Zentralstrahlengang der Röntgendiagnostikeinrichtung gebracht und in der Bildebene die Röntgenstrahlungsverteilung auf einem Röntgenfilmbild festgehalten. Beim zweiten Verfahrensschritt spannt man die röntgenografisch erhaltene Abbildung des Spaltes in geeigneter Weise in der Bildebene eines für die Aufgabe abgeglichenen optisch-kohärenten Prozessors auf. Der dritte Verfahrensschritt beinhaltet die optische Fouriertransformation und die densitometrische Auswertung der Fouriertransformierten der röntgenografisch erhaltenen Abbildung des Spaltes durch Quantisierung der Amplitudenwerte der Intensitätsverteilung in der Fourierebene des optisch-kohärenten Prozessors.

In einem vierten Verfahrensschritt wird aus den relativen Maxima des densitometrischen Amplitudenspektrums der Fouriertransformierten die MÜF der getesteten Röntgendiagnostikeinrichtung grafisch interpoliert. Dazu werden die relativen Maxima der nach dem Integralsinus (si) verlaufenden Intensitätsverteilung des oben genannten Amplitudenspektrums mit dem Gleichlichtwert (Amplitudenwert bei der Ortsfrequenz = 0 Lp/mm) normiert. Die vom geeichten Ausgangsbild am optisch-kohärenten Prozessor direkt ablesbaren Ortsfrequenzstützwerte werden über der vorbereiteten Ortsfrequenzachse der zu erstellenden MÜF aufgetragen und grafisch zur MÜF-Kurve verbunden.