



(10) **DE 10 2006 025 401 B4** 2015.12.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 025 401.5**
(22) Anmeldetag: **31.05.2006**
(43) Offenlegungstag: **06.12.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.12.2015**

(51) Int Cl.: **G01T 1/36** (2006.01)
G01T 1/15 (2006.01)
G01T 1/29 (2006.01)
G01N 23/04 (2006.01)
G01N 23/06 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)

Innerhalb von neun 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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

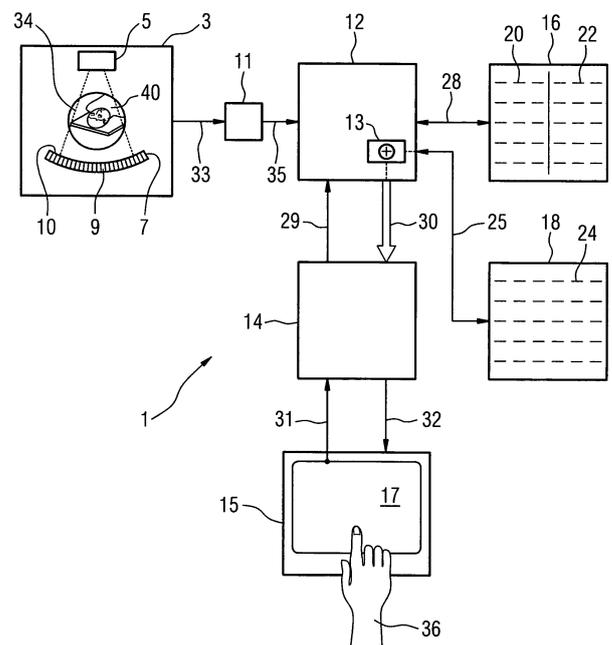
(56) Ermittelte(r) Stand der Technik:

(72) Erfinder:
Flohr, Thomas, Dr., 91486 Uehlfeld, DE;
Stierstorfer, Karl, Dr., 91052 Erlangen, DE

DE	102 12 638	A1
DE	103 07 752	A1
DE	10 2004 048 962	A1
DE	10 2006 006 411	A1

(54) Bezeichnung: **Erfassungsvorrichtung und Verfahren zum Erfassen eines Objekts mittels einer Projektion durch das Objekt hindurch mittels Röntgenstrahlen und einem kontrast- und rauschoptimierten quantenzählenden Detektor**

(57) Hauptanspruch: Erfassungsvorrichtung (1, 3) zum Erfassen eines Objekts (40) mittels einer Projektion durch das Objekt (40) hindurch auf eine Erfassungsebene (10), mit einem Sender (5), welcher zum Aussenden von Quanten (34) ausgebildet ist, mindestens einem in der Erfassungsebene (10) angeordneten Detektor (7) zum Empfangen der ausgesendeten Quanten (34), welcher ausgebildet und angeordnet ist, in Abhängigkeit der durch das Objekt (40) hindurch empfangenen Quanten (34) mindestens ein das Objekt (40) in einer Projektion wenigstens teilweise repräsentierendes Detektorsignal zu erzeugen, wobei die Erfassungsvorrichtung (1, 3) ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem erzeugten Detektorsignal für ein erfasstes Quant (34) ein Quantensignal zu erzeugen, welches die Quantenenergie des einen erfassten Quants (34) repräsentiert, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungsvorrichtung (1, 3) wenigstens einen mit dem Detektor (7) mindestens mittelbar verbundenen Gewichtungsdiskriminator (12) aufweist, welcher ausgebildet ist, das Quantensignal gemäß einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift und durch Fuzzy-Diskriminieren zu erzeugen, und der Gewichtungsdiskriminator (12) eine Fuzzy-Einheit aufweist, welche das Quantensignal in Abhängigkeit von unscharfen Eingangsparametern, nämlich unscharfen Detektorsignalen erzeugen kann.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Erfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Objekts mittels einer Projektion durch das Objekt hindurch auf eine Erfassungsebene. Bei aus dem Stand der Technik bekannten Erfassungsvorrichtungen, insbesondere bei Computer-Tomographen, stellt es sich das Problem, dass ein Rauschen eines Detektorausgangssignals eines Detektors zum Erfassen von durch ein Objekt hindurch projizierter Röntgenstrahlung ein derartiges Rauschen aufweist, dass ein Darstellen schwacher Kontraste in einem auf eine solche Weise erzeugten Erfassungsergebnis nur schwer oder gar nicht mehr möglich ist.

[0002] Aus der DE 10 2004 048 962 A1 ist eine digitale Röntgenaufnahmevorrichtung beziehungsweise ein Verfahren zur Aufnahme von Röntgenabbildungen in einer digitalen Röntgenaufnahmevorrichtung bekannt, wobei die digitale Röntgenaufnahmevorrichtung einen zählenden Flachbilddetektor zur Aufnahme von Röntgenabbildungen aus einer Röntgenstrahlung mit in einer Matrix benachbarten Pixel-Ausleseeinheiten zur Messung und Zählung von durch Röntgenquanten der Röntgenstrahlung erzeugten Ladungspulsen aufweist. Es ist eine Detektierung einer innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls auftretende Koinzidenz von Ladungspulsen einer Pixel-Ausleseeinheit und von Ladungspulsen mindestens einer angrenzenden Pixel-Ausleseeinheit und eine Summierung der entsprechenden Ladungspulse zu einem Gesamtladungspuls als Basisgrößen für eine weitere Auswertung vorgesehen.

[0003] Aus der DE 103 07 752 A1 ist ein Röntgendetektor mit einer Mehrzahl von Pixeln bekannt, wobei jedes der Pixel aus einem oder mehreren Subpixeln gebildet ist. Jedes der Subpixel weist ein Detektormaterial zur unmittelbaren Umwandlung einfallender Röntgenstrahlung in ein elektrisches Signal auf. Jedem der Subpixel ist eine Einrichtung zur Umwandlung der elektrischen Signale in korrespondierende digitale Signale zugeordnet und es ist eine Einrichtung zur Verarbeitung der digitalen Signale in ein die Anzahl und/oder die Energie der auf das Pixel eingefallenen Röntgenquanten repräsentierendes digitales Gesamtsignal vorgesehen.

[0004] Aus der DE 102 12 638 A1 ist ein Computertomograph und ein Verfahren zum Nachweis von Röntgenstrahlung mit einer aus einer Vielzahl von Detektoren bestehenden Detektoreinheit bekannt, wobei der Computertomograph eine aus einer Vielzahl von Detektoren bestehenden Detektoreinheit zum Nachweis von Röntgenstrahlung aufweist. Die einzelnen Detektoren der Detektoreinheit sind ausgebildet, um einfallende Röntgenquanten der Röntgenstrahlung sowohl hinsichtlich der Intensität als auch hinsichtlich der Quantenenergie der einzelnen Rönt-

genquanten der empfangenen Röntgenstrahlung zu erfassen. Weiter wird ein entsprechendes Verfahren zum Nachweis von Röntgenstrahlung durch einen eine aus einer Vielzahl von Detektoren bestehende Detektoreinheit aufweisenden Computertomographen offenbart.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Erfassungsvorrichtung anzugeben, welche die vorgenannten Probleme nicht aufweist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Erfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie durch das Verfahren gemäß Anspruch 8 gelöst. Die Erfassungsvorrichtung weist einen Sender auf, welche zum Aussenden von Quanten ausgebildet ist. Die Erfassungsvorrichtung weist auch einen in einer Erfassungsebene angeordneten Detektor zum Erfassen der ausgesendeten Quanten auf, wobei der Detektor ausgebildet und angeordnet ist, in Abhängigkeit der durch das Objekt hindurch empfangenen Quanten mindestens ein das Objekt in einer Projektion wenigstens teilweise repräsentierendes Detektorsignal zu erzeugen. Die Erfassungsvorrichtung ist ausgebildet, in Abhängigkeit von dem erzeugten Detektorsignal für ein erfasstes Quant ein Quantensignal zu erzeugen, welches die Quantenenergie des einen erfassten Quants repräsentiert.

[0007] Die Erfassungsvorrichtung weist zum Erzeugen des Quantensignals in Abhängigkeit von dem erzeugten Detektorsignal bevorzugt einen Quantenseparator, insbesondere mit einer schnellen Erfassungselektronik auf.

[0008] Durch das Erzeugen eines Quantensignals für ein durch den Detektor erfasstes Quant, insbesondere für jedes durch den Detektor erfasstes Quant kann vorteilhaft ein Rauschen eines Detektorausgangssignals reduziert werden. Weiter vorteilhaft kann durch ein Aufsummieren der durch die Quantensignale repräsentierten Quantenenergien und Erzeugen eines Summensignals eine für alle Energien optimierte Gewichtung erzielt werden.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Detektor eine Vielzahl von Detektor-Matrixelementen auf, welche jeweils ausgebildet sind, Quanten, insbesondere Röntgenquanten zu erfassen und in Abhängigkeit der erfassten Quanten ein das Objekt wenigstens teilweise repräsentierendes Detektorausgangssignal zu erzeugen.

[0010] Bevorzugt können die Detektor-Matrixelemente Quanten selektierende Halbleiterdetektoren aufweisen, insbesondere Halbleiterdetektoren mit Gadolinium, oder mit Quecksilber-Jodid oder mit Gadolinium-Tellurid oder Gadolinium-Zink-Tellurid oder einer Kombination aus diesen.

[0011] Die Erfassungsvorrichtung weist erfindungsgemäß wenigstens einen mit dem Detektor mindestens mittelbar verbundenen Gewichtungsdiskriminator auf. Der Gewichtungsdiskriminator ist ausgebildet, das Quantensignal oder einen dem Quantensignal entsprechenden Datensatz gemäß einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zu erzeugen.

[0012] Durch den Gewichtungsdiskriminator kann vorteilhaft einem jeden Quant eine diskrete Quantenenergie zugeordnet werden.

[0013] In einer weiter bevorzugten Ausführungsform weist der Gewichtungsdiskriminator einen Speicher mit einer in dem Speicher abgespeicherten Look-up-Tabelle auf.

[0014] Die Look-up-Tabelle weist eine Vielzahl von Zuordnungen von Detektorsignalwerten und den Detektorsignalwerten zuzuordnenden Quantensignalwerten auf.

[0015] Eine Zuordnung kann eine vorbestimmte Zuordnungsvorschrift oder eine Gewichtung, insbesondere eine Gewichtungsfunktion repräsentieren. Beispielsweise kann eine Gewichtungsfunktion für jedes erfasste Quant einen vorbestimmten Wert zuweisen, so dass durch die Gewichtungsfunktion ein Schwellwert-Diskriminator gebildet ist. Eine Zuordnung kann linear oder nichtlinear in Abhängigkeit der Quantenenergien erfolgen.

[0016] Beispielsweise können erfasste Quanten mit einer Quantenenergie unterhalb oder oberhalb eines vorbestimmten Grenzwertes nicht mehr, oder mit einem vorbestimmten Gewichtungsfaktor gemäß der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zugeordnet werden.

[0017] Der Gewichtungsdiskriminator ist in dieser Ausführungsform ausgebildet, aus der in dem Speicher abgespeicherten Look-up-Tabelle einen einem Detektorsignal entsprechenden Detektorsignalwert zu ermitteln, und gemäß der Look-up-Tabelle einen dem Detektorsignalwert zugeordneten Quantenenergiewert zuzuordnen. Weiter ist der Gewichtungsdiskriminator ausgebildet, ein den zugeordneten Quantenenergiewert repräsentierendes Quantensignal zu erzeugen und dieses ausgangsseitig auszugeben. Die vorbestimmte Zuordnungsvorschrift ist somit in der Look-up-Tabelle bereits verwirklicht.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsvariante ist der Gewichtungsdiskriminator ausgebildet, das Quantensignal gemäß der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift durch Zuordnen zu diskreten Quantenenergie-Werten zu erzeugen. Das Quantensignal repräsentiert in dieser Ausführungsform diskrete Quantenenergie-Werte.

[0019] Ein Quantensignal kann durch einen Quantensignaldatensatz verwirklicht sein, welcher eine Quantenenergie eines erfassten Quants repräsentiert. Ein Summensignal kann durch einen Summensignaldatensatz verwirklicht sein, welcher einer Summe der Quantenenergien der durch die Quantensignale repräsentierten Quantenenergien entspricht.

[0020] Weiter ist der Gewichtungsdiskriminator erfindungsgemäß ausgebildet, das Quantensignal durch Fuzzy-Diskriminieren zu erzeugen, wobei der Gewichtungsdiskriminator eine Fuzzy-Einheit aufweist, welche das Quantensignal in Abhängigkeit von unscharfen Eingangsparametern, insbesondere von Detektorsignalen erzeugen kann.

[0021] Durch das Zuordnen von diskreten Quantenenergie-Werten zu einem Detektorsignal kann vorteilhaft ein Rauschen eines Detektorsignals reduziert werden.

[0022] In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Gewichtungsdiskriminator das Quantensignal in Abhängigkeit einer Wahrscheinlichkeit oder einer Wahrscheinlichkeitsdichte erzeugen.

[0023] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Erfassungsvorrichtung einen mindestens mittelbar mit dem Gewichtungsdiskriminator verbundenen Zwischenspeicher für Quantenenergie-datensätze auf, wobei die Quantenenergie-datensätze jeweils eine Quantenenergie zeitlich aufeinanderfolgend empfangener Quanten repräsentieren.

[0024] Der Gewichtungsdiskriminator ist in dieser Ausführungsform vorzugsweise ausgebildet, in dem Zwischenspeicher vorrätig gehaltene Quantenenergien einzelner empfangener Quanten gemäß einer vorbestimmten Verteilungsfunktion zu bewerten und ein Quantensignal zu erzeugen, welches das Bewertungsergebnis gemäß der vorbestimmten Verteilungsfunktion repräsentiert.

[0025] Die vorbestimmte Verteilungsfunktion kann als Ergebnis eine Wahrscheinlichkeit oder eine Wahrscheinlichkeitsdichte liefern.

[0026] Beispielsweise kann eine vorbestimmte Verteilungsfunktion eine Normalverteilungsfunktion oder eine Poisson-Verteilungsfunktion sein. Bei der bevorzugt kann der Gewichtungsdiskriminator ausgebildet sein, das Quantensignal in Abhängigkeit der vorbestimmten Verteilungsfunktion und in Abhängigkeit von einem Erwartungswert und/oder einer Standardabweichung oder einer Varianz zu erzeugen.

[0027] Die Erfindung betrifft auch einen Computer-Tomograph mit einer Erfassungsvorrichtung der vorbezeichneten Art, wobei der Computer-Tomograph ausgebildet ist, einen 2D-Datensatz zu erzeugen,

welcher die Summensignale für jedes Detektor-Matrixelement repräsentiert und welcher ausgebildet ist, aus den 2D-Datensätzen, insbesondere durch Rückprojektion, einen 3D-Datensatz zu erzeugen, welcher das Objekt in drei Dimensionen repräsentiert.

[0028] Die 2D-Datensätze repräsentieren jeweils eine Projektion des Objekts auf eine Erfassungsebene in zwei Dimensionen.

[0029] Ein Computer-Tomograph der vorbezeichneten Art kann vorteilhaft einen 3D-Datensatz erzeugen, welcher das Objekt in drei Dimensionen mit einem geringen Rauschen repräsentiert.

[0030] Eine Erfassungsebene kann flach oder gekrümmt sein, im Falle einer gekrümmten Erfassungsebene kann eine Erfassungsebene einen Abschnitt einer Zylinderwand bilden. Die Detektor-Matrixelemente können in der Erfassungsebene angeordnet sein.

[0031] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Erfassen eines Objekts mittels einer Projektion durch das Objekt hindurch auf eine Erfassungsebene, wobei

- mindestens ein Quant durch das Objekt hindurch gesendet wird;
- das Quant empfangen wird und ein das Objekt repräsentierendes Empfangssignal erzeugt wird;
- ein die Quantenenergie des Empfangssignals repräsentierendes Quantensignal erzeugt wird;
- das Quantensignal mittels eines Gewichtungsdiskriminators gemäß einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift und durch Fuzzy-Diskriminieren in Abhängigkeit von unscharfen Eingangsparametern, nämlich unscharfen Detektorsignalen erzeugt wird.

[0032] Die Erfindung wird nun im Folgenden anhand einer Figur erläutert.

[0033] Die Figur zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Erfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Objekts mittels einer Projektion von Röntgenstrahlen durch das Objekt hindurch auf eine Erfassungsebene.

[0034] Die Figur zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Anordnung **1** zum Erfassen eines Objekts **40** in drei Dimensionen.

[0035] Die Anordnung **1** weist eine Erfassungsvorrichtung **3** auf. Die Anordnung **1** oder die Erfassungsvorrichtung **3** oder beide können Bestandteil eines Computer-Tomographen sein.

[0036] Die Erfassungsvorrichtung **3** weist einen Sender **5** zum Aussenden mindestens eines Quants **34** auf.

[0037] Die Erfassungsvorrichtung **3** weist auch einen in einer Erfassungsebene **10** angeordneten Detektor **7** auf. Der Detektor **7** weist eine Vielzahl von Detektor-Matrixelementen auf, von denen das Detektor-Matrixelement **9** beispielhaft bezeichnet ist.

[0038] Die Detektor-Matrixelemente **9** sind jeweils ausgebildet und angeordnet, in Abhängigkeit des durch das Objekt **40** hindurch empfangenen mindestens einen Quants **34** ein das Objekt **40** in einer Projektion wenigstens teilweise repräsentierendes Detektorsignal zu erzeugen.

[0039] Die Anordnung **1** weist einen Quantenseparator **11** auf, welcher ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einem eingangsseitig empfangenen Detektorsignal mindestens ein Quantensignal zu erzeugen, wobei ein Quantensignal eine Quantenenergie des empfangenen Quants **34** repräsentiert. Der Quantenseparator **11** ist mit Detektor **7** mindestens mittelbar verbunden.

[0040] Der Quantenseparator **11** kann zum Erzeugen des Quantensignals eine schnelle Erfassungselektronik aufweisen, welche ausgebildet ist, das Detektorsignal mit einer Abtastrate im Bereich von Pico-Sekunden, bevorzugt mit einer Abtastrate von weniger als 100 Pico-Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 10 Pico-Sekunden, besonders bevorzugt weniger als einer Pico-Sekunde abzutasten und so wenigstens einen Signalanteil des Detektorsignals zu erfassen, welcher einem empfangenen Quant **34** entspricht.

[0041] Beispielsweise ist der Quantenseparator **11** ausgebildet, aus einem Detektorsignal einzelne Quanten **34** zu separieren, welches eine Quantendichte von 10^9 Quanten **34** pro Sekunde und Quadratmillimeter aufweist.

[0042] Der Quantenseparator **11** ist eingangsseitig über eine Verbindungsleitung **35** mit der Erfassungsvorrichtung **3** und dort mindestens mittelbar mit dem Detektor **7** verbunden.

[0043] Die Anordnung **1** weist auch einen Gewichtungsdiskriminator **12**, eine Bildverarbeitungsvorrichtung **14**, eine Bildwiedergabeeinheit **15**, einen Look-Up-Speicher **16** und einen Zwischenspeicher **18** auf.

[0044] Der Gewichtungsdiskriminator **12** ist ausgebildet, das Quantensignal gemäß einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift zu erzeugen.

[0045] In diesem Ausführungsbeispiel kann der Gewichtungsdiskriminator **12** das Quantensignal gemäß der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift durch Zuordnen zu diskreten Quantenenergie-Werten erzeugen.

[0046] Der Gewichtungsdiskriminator **12** ist dazu über eine Verbindungsleitung **28** mit dem Look-Up-Speicher **16** verbunden. In dem Look-Up-Speicher **16** sind Quantenenergiedatensätze **22** und Detektorsignaldatensätze **20** abgespeichert.

[0047] Der Detektorsignaldatensatz **20** und der Quantenenergiedatensatz **22** sind beispielhaft bezeichnet. Der Detektorsignaldatensatz **20** entspricht einem empfangenen Quant **34** und repräsentiert beispielsweise eine Detektorsignalamplitude, eine Detektorsignalfrequenz oder eine Detektorsignalthalbwertsbreite eines Detektorsignalspulses oder einer Kombination aus diesen. Der Quantenenergiedatensatz **22** repräsentiert eine diskrete Energie eines Quants **34**, insbesondere eines Röntgenquants.

[0048] Der Gewichtungsdiskriminator **12** kann über die Verbindungsleitung **28** auf den Look-Up-Speicher **16** zugreifen und dort abgespeicherte Detektorsignaldatensätze **20** und Quantenenergiedatensätze **22** auslesen und aus den Detektorsignaldatensätzen **20** einen Detektorsignaldatensatz ermitteln, welcher dem eingangsseitig über die Verbindungsleitung **35** empfangenen Detektorsignal entspricht.

[0049] Der Gewichtungsdiskriminator **12** kann dann ein Quantensignal erzeugen, welches eine diskrete Quantenenergie eines Quantenenergiedatensatzes **22** repräsentiert, welcher dem zuvor ermittelten Detektorsignaldatensatz **20** entspricht.

[0050] Der Gewichtungsdiskriminator **12** ist ausgebildet, aus dem Quantensignal einen Quantenenergiedatensatz **24** zu erzeugen und diesen über die Verbindungsleitung **25** an den Zwischenspeicher **18** zu senden und dort abzuspeichern. Im Laufe eines Erfassungsprozesses durch den Detektor **7** werden so für jedes Detektor-Matrixelement **9** zeitlich aufeinander folgende Quantenenergiedatensätze **24** in dem Zwischenspeicher **18** abgespeichert.

[0051] Der Gewichtungsdiskriminator **12** kann ausgebildet sein, zeitlich aufeinander folgende Quantenenergiedatensätze **24**, welche jeweils genau einem Detektor-Matrixelement **9** entsprechen, einander zu addieren und ein Summensignal zu erzeugen, welches die Summe der durch die Quantenenergiedatensätze repräsentierten Quantenenergien repräsentiert.

[0052] Die Anordnung **1** kann zum vorbeschriebenen Aufaddieren der Quantenenergien einen Summierer **13** aufweisen, welcher Bestandteil des Gewichtungsdiskriminators **12** sein kann oder mit dem Gewichtungsdiskriminator **12** mindestens mittelbar verbunden sein kann. Der Summierer **13** ist in diesem Ausführungsbeispiel Bestandteil des Gewichtungsdiskriminators **12** und ist – gestrichelt dargestellt

– eingangsseitig mit dem Zwischenspeicher **18** und ausgangsseitig mit dem Datenbus **30** verbunden.

[0053] Zusätzlich oder unabhängig von den vorab beschriebenen Eigenschaften des Gewichtungsdiskriminators **12** kann der Gewichtungsdiskriminator **12** ausgebildet sein, in dem Zwischenspeicher **18** vorrätig gehaltene Quantenenergien einzelner empfangenen Quants **34** gemäß einer vorbestimmten Verteilungsfunktion zu bewerten und ein Quantensignal zu erzeugen, dass das Bewertungsergebnis gemäß der vorbestimmten Verteilungsfunktion repräsentiert. Eine solche vorbestimmte Verteilungsfunktion kann beispielsweise eine Poisson-Verteilungsfunktion sein.

[0054] Das Quantensignal kann beispielsweise in Abhängigkeit von einer Varianz der durch die Quantenenergiedatensätze **24** repräsentierten Quantenenergien bezogen auf einen Quantenenergiemittelwert erzeugt werden.

[0055] Der Gewichtungsdiskriminator **12** ist ausgangsseitig über einen Datenbus **30** mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **14** verbunden und ausgebildet, dass das Quantensignal und/oder das Summensignal ausgangsseitig auszugeben. Das Quantensignal und/oder das Summensignal repräsentieren das durch die Erfassungsvorrichtung **3** erfasste Objekt **40** in einer Projektion in zwei Dimensionen. Das Quantensignal und/oder das Summensignal können durch einen 2D-Datensatz repräsentiert sein.

[0056] Die Bildverarbeitungsvorrichtung **14** ist ausgebildet, aus den eingangsseitig über den Datenbus **30** empfangenen 2D-Datensätzen oder dem Summensignal, insbesondere durch Rückprojektion, einen 3D-Datensatz zu erzeugen, welche das Objekt **40** in drei Dimensionen repräsentiert.

[0057] Der 3D-Datensatz kann in dieser Ausführungsform durch eine Vielzahl von Voxel-Objektpunkten gebildet sein, welche zusammen das Objekt **40** wenigstens teilweise in 3D-Dimensionen repräsentieren.

[0058] Die Bildverarbeitungsvorrichtung **14** ist über eine Verbindungsleitung **32** mit der Bildwiedergabeeinheit **15** verbunden. Die Bildverarbeitungsvorrichtung **14** ist ausgebildet, den 3D-Datensatz über die Verbindungsleitung **32** zum Wiedergeben mittels der Bildwiedergabeeinheit **15** ausgangsseitig auszugeben.

[0059] Die Bildwiedergabeeinheit **15** weist eine berührungsempfindliche Oberfläche **17** auf, welche über eine Verbindungsleitung **31** mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **14** verbunden ist. Die berührungsempfindliche Oberfläche ist ausgebildet, in Abhängigkeit von einem Berühren der berührungsempfind-

lichen Oberfläche **17** ein Berührungssignal zu erzeugen, welches einen Berührungsort der berührungsempfindlichen Oberfläche **17** repräsentiert und dieses ausgangsseitig auszugeben.

[0060] Dargestellt ist auch eine Hand eines Benutzers **34**, welche beispielsweise durch Berühren der berührungsempfindlichen Oberfläche **17** mittelbar das Berührungssignal erzeugen kann. Beispielsweise kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **14** den 3D-Datensatz in Abhängigkeit von einem Benutzerinteraktionssignal, insbesondere dem Berührungssignal, erzeugen.

[0061] Die Bildverarbeitungsvorrichtung **14** ist eine Verbindungsleitung **29** mit dem Gewichtungsdiskriminator **12** verbunden. Die Bildverarbeitungsvorrichtung **14** kann das eingangsseitig über die Verbindungsleitung **31** empfangene Berührungssignal über die Verbindungsleitung **29** an den Gewichtungsdiskriminator **12** ausgeben.

[0062] Beispielsweise kann der Gewichtungsdiskriminator **12** wenigstens zwei, oder mehrere vorbestimmte Zuordnungsvorschriften zum Erzeugen eines Quantensignals in Abhängigkeit von einem Detektorsignal aufweisen.

[0063] Weiter kann der Gewichtungsdiskriminator **12** beispielsweise ausgebildet sein, in Abhängigkeit von einem Benutzerinteraktionssignal, insbesondere dem über die Verbindungsleitung **29** empfangenen Berührungssignal, eine vorbestimmte Zuordnungsvorschrift zum Erzeugen des Quantensignals, und/oder eine vorbestimmte Verteilungsfunktion zum Erzeugen eines Quantensignals und/oder Summensignals auszuwählen.

[0064] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus dem in den abhängigen Ansprüchen beschriebenen Merkmalen und aus einer Kombination der in den abhängigen Ansprüchen beschriebenen Merkmalen.

Patentansprüche

1. Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) zum Erfassen eines Objekts (**40**) mittels einer Projektion durch das Objekt (**40**) hindurch auf eine Erfassungsebene (**10**), mit einem Sender (**5**), welcher zum Aussenden von Quanten (**34**) ausgebildet ist, mindestens einem in der Erfassungsebene (**10**) angeordneten Detektor (**7**) zum Empfangen der ausgesendeten Quanten (**34**), welcher ausgebildet und angeordnet ist, in Abhängigkeit der durch das Objekt (**40**) hindurch empfangenen Quanten (**34**) mindestens ein das Objekt (**40**) in einer Projektion wenigstens teilweise repräsentierendes Detektorsignal zu erzeugen, wobei die Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem erzeugten Detektorsig-

nal für ein erfasstes Quant (**34**) ein Quantensignal zu erzeugen, welches die Quantenenergie des einen erfassten Quants (**34**) repräsentiert,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) wenigstens einen mit dem Detektor (**7**) mindestens mittelbar verbundenen Gewichtungsdiskriminator (**12**) aufweist, welcher ausgebildet ist, das Quantensignal gemäß einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift und durch Fuzzy-Diskriminieren zu erzeugen, und der Gewichtungsdiskriminator (**12**) eine Fuzzy-Einheit aufweist, welche das Quantensignal in Abhängigkeit von unscharfen Eingangsparametern, nämlich unscharfen Detektorsignalen erzeugen kann.

2. Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Gewichtungsdiskriminator (**12**) ausgebildet ist, das Quantensignal gemäß der vorbestimmten Zuordnungsvorschrift durch Zuordnen zu diskreten Quantenenergie-Werten zu erzeugen.

3. Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) einen mindestens mittelbar mit dem Gewichtungsdiskriminator (**12**) verbundenen Zwischenspeicher (**18**) für Quantenenergiedatensätze (**24**) aufweist, wobei die Quantenenergiedatensätze (**24**) jeweils eine Quantenenergie zeitlich aufeinanderfolgend empfangener Quanten (**34**) repräsentieren, und der Gewichtungsdiskriminator (**12**) ausgebildet ist, in dem Zwischenspeicher (**18**) vorrätig gehaltene Quantenenergien einzelner empfangener Quanten (**34**) gemäß einer vorbestimmten Verteilungsfunktion zu bewerten und ein Quantensignal zu erzeugen, welches das Bewertungsergebnis gemäß der vorbestimmten Verteilungsfunktion repräsentiert.

4. Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) nach Anspruch 3, wobei die vorbestimmte Verteilungsfunktion eine Poisson-Verteilungsfunktion ist.

5. Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Detektor (**7**) eine Vielzahl von Detektor-Matrixelementen (**9**) aufweist, welche jeweils ausgebildet sind, ein Detektorsignal in Abhängigkeit von einem empfangenen Quant (**34**) zu erzeugen.

6. Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Detektor-Matrixelemente (**9**) quantenzählende Halbleiterdetektoren aufweisen.

7. Computertomograph mit einer Erfassungsvorrichtung (**1, 3**) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Computertomograph ausgebildet ist, einen 2D-Datensatz zu erzeugen, welcher die Quantensignale für jedes De-

tektor-Matrixelement (9) repräsentiert und welcher ausgebildet ist, aus den 2D-Datensätzen, welche jeweils eine Projektion des Objekts (40) auf die Erfassungsebene (10) repräsentieren, insbesondere durch Rückprojektion einen 3D-Datensatz zu erzeugen, welcher das Objekt (40) in drei Dimensionen repräsentiert.

8. Verfahren zum Erfassen eines Objekts (40) mittels einer Projektion durch das Objekt (40) hindurch auf eine Erfassungsebene (10), wobei

- mindestens ein Quant (34) durch das Objekt (40) hindurch gesendet wird;
- das Quant (34) empfangen wird und ein das Objekt (40) repräsentierendes Empfangssignal erzeugt wird;
- ein die Quantenenergie des Empfangssignals repräsentierendes Quantensignal erzeugt wird;

dadurch gekennzeichnet,

dass das Quantensignal mittels eines Gewichtungsdiskriminators (12) gemäß einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift und durch Fuzzy-Diskriminieren in Abhängigkeit von unscharfen Eingangsparametern, nämlich unscharfen Detektorsignalen erzeugt wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

