



(10) **DE 103 22 531 B4** 2010.09.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 22 531.5**
(22) Anmeldetag: **19.05.2003**
(43) Offenlegungstag: **23.12.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G21K 1/02** (2006.01)
A61B 6/00 (2006.01)
G21K 1/10 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

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

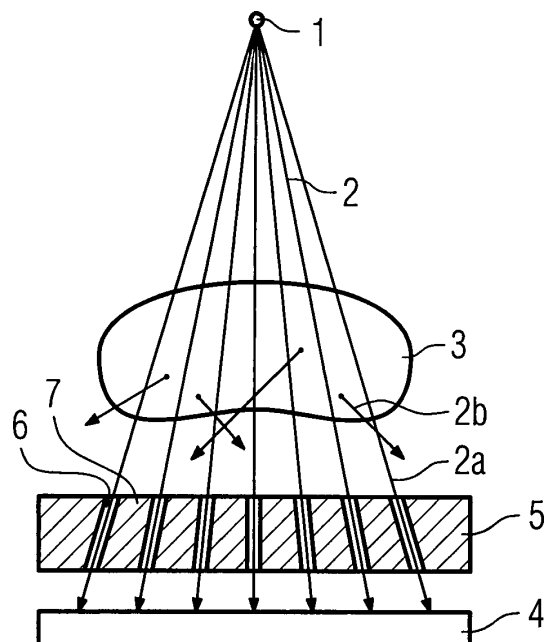
(72) Erfinder:
Hoheisel, Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE;
Sklebitz, Hartmut, 91056 Erlangen, DE

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

DE	198 52 048	A1
DE	102 41 424	A1
DE	101 36 795	A1
WO	99/31 674	A1

(54) Bezeichnung: **Streustrahlenraster oder Kollimator**

(57) Hauptanspruch: Streustrahlenraster oder Kollimator zur Absorption von durch ein Objekt gestreuter Sekundärstrahlung, umfassend einen Träger mit einer Vielzahl von zueinander beabstandeten Absorptionselementen, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Absorptionselemente (16, 24, 31) röhren- oder stiftartig ausgebildet und an am Träger (14, 29) vorgesehenen Steck- oder Klemmhalterungen (15, 21, 23, 28, 30) fixiert sind.



Beschreibung

senkrecht zur Oberfläche stehen.

[0001] Die Erfindung betrifft einen Streustrahlenraster oder einen Kollimator zur Absorption von durch ein Objekt gestreuter Sekundärstrahlung, umfassend einen Träger mit einer Vielzahl von zueinander beabstandeten Absorptionselementen.

[0002] In der Röntgenbildtechnik werden heutzutage hohe Anforderungen an die Bildqualität der Aufnahmen gestellt. Bei diesen Aufnahmen, wie sie insbesondere bei der medizinischen Röntgendiagnostik durchgeführt werden, wird ein zu untersuchendes Objekt von Röntgenstrahlung einer annähernd punktförmigen Röntgenquelle durchleuchtet und die Schwächungsverteilung der Röntgenstrahlung auf der der Röntgenquelle gegenüberliegenden Seite des Objekts zweidimensional erfasst. Daneben erfolgt bei einem Computertomographen eine zeilenweise Erfassung der durch das Objekt geschwächten Röntgenstrahlung. Als Strahlungsdetektoren kommen zunehmend Festkörperdetektoren zum Einsatz, die eine matrixförmige Anordnung von Halbleiterelementen aufweisen, die als Empfänger wirken. Die erhaltene Röntgenaufnahme setzt sich aus einer Vielzahl einzelner Bildpunkte zusammen, wobei jeder Bildpunkt idealerweise der Schwächung der Strahlung durch das Objekt; auf einer geraden Achse von der Röntgenquelle zu dem dem jeweiligen Bildpunkt entsprechenden Ort auf der Detektorfläche entspricht. Die Strahlung, die auf dieser geraden Achse auf den Detektor trifft, wird als Primärstrahlung bezeichnet.

[0003] Während des Durchtritts durch das Objekt kommt es jedoch zwangsläufig zu Wechselwirkungen der Röntgenstrahlen mit dem Objekt, was zu Streueffekten führt. Das heißt neben den eigentlichen Primärstrahlen, die ungestreut durch das Objekt treten, treten Sekundärstrahlen auf, die von der geradlinigen Achse abweichend auf den Detektor treffen. Diese Sekundärstrahlen, die einen sehr hohen Anteil an der gesamten Signalaussteuerung des Detektors ausmachen können, stellen eine zu sätzliche Rauschquelle dar und verringern die Erkennbarkeit feiner Kontrastunterschiede.

[0004] Es ist bekannt, zur Verringerung der auf den Detektor treffenden Streustrahlung sogenannte Streustrahlenraster einzusetzen. Bekannte Streustrahlenraster bestehen aus regelmäßig angeordneten Strukturen, die Röntgenstrahlung absorbieren und zwischen denen Durchgangskanäle oder Ähnliches für Primärstrahlung vorgesehen sind. Dabei wird zwischen fokussierten Rastern und unfokussierten Rastern unterschieden. Bei fokussierten Rastern sind die Durchgangskanäle und damit die sie begrenzenden Absorptionsstrukturen auf den Fokus der Röntgenquelle hin ausgerichtet, nicht so aber bei nicht fokussierten Rastern, bei denen die Kanäle

[0005] Die Funktionsweise eines Streustrahlenrasters ist derart, dass über die absorbierenden Strukturen primär die Sekundärstrahlung und, bei nicht fokussierten Rastern, auch ein Teil der Primärstrahlung absorbiert wird, also nicht zum eigentlichen, das Röntgenbild erzeugenden Strahlungsanteil beitragend auf den Detektor trifft. Dabei ist stets Ziel, dass einerseits die Streustrahlen möglichst gut absorbiert werden, andererseits aber auch ein möglichst hoher Anteil an Primärstrahlung ungeschwächt durch das Raster treten soll. Eine Verminderung des Streustrahlenanteils lässt sich durch ein hohes Schachtverhältnis, also ein großes Verhältnis der Höhe des Rasters zur Dicke bzw. dem Durchmesser der Durchgangskanäle erreichen. Primär durch die Dicke der zwischen den Kanälen liegenden absorbierenden Elementen kann es jedoch zu Bildstörungen durch Absorption eines Teils der Primärstrahlung kommen. Insbesondere beim Einsatz des Rasters in Verbindung mit einem Matrix-Detektor führt eine Inhomogenität des Rasters zur Bildstörung durch die Abbildung des Rasters im Röntgenbild. Es besteht hier die Gefahr, dass die Projektion der Strukturen der Detektorelemente und der Streustrahlenraster miteinander interferieren, wodurch störende Moiré-Erscheinungen auftreten können.

[0006] Diese Probleme sind auch bei einem Raster wie er in der nachveröffentlichten Patentanmeldung DE 102 41 424 A1 beschrieben ist, gegeben. Dort ist ein neuartiger Rastertyp im Vergleich mit den herkömmlichen Bleilamellen-Rastern beschrieben. Herkömmliche Bleilamellen-Raster sind sogenannte "gelegte Raster", bei denen abwechselnd sehr dünne Bleilamellen und zumeist aus Papier bestehende, quasi die Durchgangsschlitze zwischen den Lamellen bildende und strahlungstransparente Elemente gelegt werden. Diese Raster sind jedoch hinsichtlich der Präzision bei der Herstellung limitiert und führen insbesondere bei Festkörperdetektoren zu Problemen. Anders der Raster aus DE 102 41 424 A1, der mittels einer Rapid Prototyping Technik durch schichtweises Verfestigen eines Aufbaumaterials hergestellt wird. Mit dieser Technik können sehr feine und exakte Strukturen aufgebaut werden, die Grundlage für die Ausbildung der Absorptionsstruktur sind. Die derart hergestellte Struktur wird nachfolgend sowohl an den Innenflächen der strukturseitig vorgesehenen Durchgangskanäle wie auch an den gegenüberliegenden Oberflächen mit einem stark absorbierenden Material beschichtet, wobei die oberflächenseitige Beschichtung in einem Nachbehandlungsschritt entweder sehr stark reduziert oder vollständig abgetragen wird. Wenngleich sich mit diesem bekannten Raster die Erkennbarkeit von Rasterabbildungen verringern lässt und in einen so hohen Ortsfrequenzbereich verschieben lässt, dass sie durch die abbildenden Systeme kaum noch scharf abgebil-

det werden können, so sind derartige Raster jedoch sehr aufwendig herzustellen, sie stellen sehr hohe technische Anforderungen an den Produktionsablauf. Dies gilt insbesondere betreffend die Entfernung der Beschichtung an den Stirnseiten der stereolithographisch hergestellten Struktur, die während der Entfernung selbst nicht beeinflusst werden darf, gleichwohl aber ist eine homogene Reduzierung der Schichtdicke oder eine homogene vollständige Entfernung erforderlich, so dass es nicht zu einem lokal unterschiedlichen Absorptionsverhalten kommt. Ferner muss dabei auch sichergestellt werden, dass die Innenseitenbeschichtung der Durchgangskanäle nicht beeinflusst wird.

[0007] Ähnliche Schwierigkeiten wie in der Röntgendiagnostik sind auch in der Nuklearmedizin, insbesondere beim Einsatz von Gamma-Kameras gegeben. Auch dort muss darauf geachtet werden, dass möglichst wenig gestreute Gammaquanten den Detektor erreichen. Bei dieser Untersuchungsart befindet sich die Strahlungsquelle für die Gamma-Quanten im Inneren des Untersuchungsobjekts. Nach Injektion eines instabilen Nuklids erfolgt die Erzeugung eines Abbilds eines Organs durch den Nachweis der durch den Nuklidzerfall aus dem Körper emittierten Quanten, wobei der zeitliche Verlauf der Aktivität bzw. des Zerfalls im Organ Rückschlüsse auf seine Funktion zulässt. Entsprechend einem Streustrahlenraster ist bei dieser Technik vor den Gamma-Detektor ein Kollimator gesetzt, der die Projektionsrichtung des Bilds festlegt. Dieser Kollimator entspricht in seiner Funktionsweise und vom Aufbau her im Wesentlichen dem eingangs beschriebenen Streustrahlenraster.

[0008] DE 198 52 048 A1 beschreibt eine Strahlungsdetektionseinrichtung zum Empfangen von Strahlung, insbesondere Röntgenstrahlung, umfassend einen digitalen Strahlungsdetektor, wobei auf dem Strahlungsdetektor ein Streustrahlenraster bestehend aus einem Siliziumträger mit daran gehaltenen, vom Träger an einer Seite vorspringenden Absorptionselementen, insbesondere Bleistiften, mit der die Absorptionselemente aufweisenden Seite unmittelbar aufgeklebt ist. Die Absorptionselemente, beispielsweise in Form der Bleistifte, sind in entsprechenden, siliziumseitig beispielsweise durch Ätzen erzeugten Löchern angeordnet. Ein solches Streustrahlenraster ist in ähnlicher Weise auch aus DE 197 29 596 A1 bekannt, woraus sich ergibt, dass derartige Absorptionselemente, wie beispielsweise die Bleistifte, dadurch im Silizium erzeugt werden, dass die in einem Ätzschritt erzeugten Löcher mit dem flüssigen oder zähflüssigen Absorptionsmaterial gefüllt werden, das anschließend aushärtet.

[0009] Aus DE 101 36 795 A1 ist ein adaptierbares Streustrahlenraster mit in Silizium gehaltenen Bleistiften bekannt, wobei bezüglich der Herstellung der

Bleistifte wiederum auf die bereits erwähnte DE 197 29 596 A1 verwiesen wird.

[0010] Schließlich ist aus WO 99/31674 A1 ein Streustrahlenraster mit in Kreisen angeordneten Bleistiftreihen bekannt, wobei zur Herstellung dieses Rasters ebenfalls beschrieben ist, dass in den Träger mittels eines richtungsselektiven Ätzverfahrens Löcher geätzt werden, in die das Absorptionsmaterial in flüssigem oder zähflüssigem Zustand eingebracht wird und anschließend erkaltet, wobei überschüssiges Absorptionsmaterial nach dem Erkalten entfernt wird.

[0011] Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, einen Streustrahlenraster oder Kollimator anzugeben, der in seiner Herstellung vereinfacht ist.

[0012] Zur Lösung dieses Problems ist bei einem Streustrahlenraster oder Kollimator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Absorptionselemente vorgefertigt röhren- oder stiftartig ausgebildet und an am Träger vorgesehenen Steck- oder Klemmhalterungen fixiert sind.

[0013] Anders als bei bekannten Streustrahlenrastern, insbesondere dem aus DE 102 41 424 A1 bekannten Streustrahlenraster erfolgt beim erfindungsgemäßen Streustrahlenraster oder Kollimator eine mechanische Fixierung der Absorptionselemente an den trägerseitig vorgesehenen Steck- oder Klemmhalterungen, das heißt, die Absorptionselemente sind an diesen fest aufgesteckt oder klemmend fixiert. Die Absorptionselemente selbst sind röhren- oder stiftartig ausgebildet, entsprechend ihrer Ausbildung sind zwangsläufig auch die Steck- oder Klemmhalterungen konzipiert. Die Herstellung des Streustrahlenrasters oder Kollimators kann – nachdem die Absorptionselemente vorgefertigte Teile sind, die ihrerseits nicht mehr bearbeitet werden müssen und ihre Absorptionseigenschaften von Haus aus aufweisen – deutlich einfacher vonstatten gehen, da der Träger nach dem mechanischen Fixieren der Absorptionselemente hinsichtlich der Absorptionseigenschaften nicht mehr nachbearbeitet werden muss.

[0014] Als Absorptionselemente können unterschiedliche Arten verwendet werden. Nach einer ersten Erfindungsausgestaltung können die Absorptionselemente insgesamt aus einem absorbierenden Material bestehen, das heißt, die Absorptionselemente liegen in Form metallischer Röhren oder Stifte vor. Eine alternative Ausführungsform verwendbarer Absorptionselemente sieht vor, dass jedes Absorptionselement ein aus einem strahlungstransparenten Material bestehendes Trägerelement aufweist, das an wenigstens einer Seitenfläche mit einer Beschichtung aus einem absorbierenden Material beschichtet ist. Diese Absorptionselemente bestehen also aus unterschiedlichen Materialien, näm-

lich einmal dem Material des Trägerelements, zum anderen dem Beschichtungsmaterial. Nachdem aber die Absorptionselemente vorgefertigte Teile sind, sind keinerlei weitere Maßnahmen nach dem Setzen der Absorptionselemente am Träger vorzunehmen, das heißt, die Absorptionselemente werden so, wie sie vorgefertigt sind, verwendet. Im Falle eines röhrenartigen Absorptionselement kann sein ebenfalls röhrenartiges und damit innen hohles Trägerelement an der inneren und/oder äußeren Seitenfläche beschichtet sein, das heißt, es können eine oder zwei Beschichtungsflächen vorgesehen sein. Die Stirnseiten sind jedoch nicht beschichtet. Alternativ zur Verwendung der röhrenartigen Absorptionselemente können wie beschrieben stiftartige Absorptionselemente verwendet werden, die im Falle einer Zweikomponentenstruktur das Trägerelement, das zwangsläufig nur an seiner Außenseite beschichtet ist, aufweisen.

[0015] Die röhrenartigen Absorptionselemente können querschnittlich gesehen unterschiedlich ausgebildet sein. Sie können hohlzylindrisch sein oder eine hohle mehreckige Außen- und/oder Innenform aufweisen. Es sind alle möglichen Formen denkbar, auch Mischformen, das heißt, die Außenform kann zylindrisch sein, während die Innenform mehreckig sein kann und umgekehrt. Entsprechend können stiftartige Absorptionselemente querschnittlich gesehen ebenfalls eine zylindrische oder eine mehreckige Form aufweisen.

[0016] Die Absorptionselemente werden zweckmäßigerweise aus langen vorgefertigten Drähten oder Röhren gefertigt, von denen sie entsprechend abgelängt werden. Bei Absorptionselementen, die insgesamt aus absorbierendem Material bestehen, handelt es sich bei dem langen Draht oder Röhren um einen Metalldraht oder ein Metallröhren, während es sich bei den Mehrkomponenten-Absorptionselementen um einen entsprechenden nichtmetallischen Draht oder ein entsprechendes Röhren handelt, das innen- und/oder außenseitig bereits mit der absorbierenden Beschichtung versehen ist.

[0017] Ein Absorptionselement sollte eine Länge von 1 mm bis 10 mm, insbesondere von 2 mm bis 6 mm, vorzugsweise von 2 mm bis 3 mm aufweisen. Dies gilt sowohl für die röhren- wie auch für die stiftartigen Absorptionselemente. Der Außendurchmesser sollte zwischen 0,3 mm bis 2 mm, insbesondere 0,5 mm bis 1 mm betragen, wobei dies ebenfalls für beide Absorptionselementarten gilt. Bei röhrenartigen Absorptionselementen sollte die Wandstärke zwischen 20 µm bis 50 µm betragen, wobei diese Angabe bei Zweikomponentenelementen die gesamte Wandstärke aus Trägerelement und Innen- und/oder Außenbeschichtung beschreibt.

[0018] Wie beschrieben werden die Absorptionsele-

mente mittels der trägerseitig vorgesehenen Steck- oder Klemmhalterungen mechanisch fixiert. Die Steck- oder Klemmhalterungen können entweder aus der Ebene des Trägers hervortreten, alternativ dazu können sie in die Ebene des Trägers eingeformt sein. Hinsichtlich der Ausbildung der Steck- oder Klemmhalterungen beziehungsweise der Fixierung der Absorptionselemente sind – insbesondere abhängig von der verwendeten Absorptionselementart – unterschiedliche Ausgestaltungen denkbar. Die röhrenartigen Absorptionselemente können auf die in das Innere eines Absorptionselements eingreifenden Steck- oder Klemmhalterungen aufgesetzt sein. Das heißt, der Durchmesser beziehungsweise die Form eines Steck- oder Klemmhalters entspricht dem Durchmesser beziehungsweise der Form des Durchgangskanals eines Absorptionselements, so dass das Absorptionselement auf die Steck- oder Klemmhalterung aufgesteckt oder geklemmt werden kann. Das heißt, die Steck- oder Klemmhalterung greift in das Innere des Absorptionselements ein, wobei der Durchmesser oder die Form der Halterung so gewählt ist, dass ein sicherer mechanischer Halt gewährleistet ist, gleichzeitig aber auch der Aufsteckprozess mühelos möglich ist.

[0019] Alternativ zum Aufsetzen auf die Halterung können röhren- oder stiftartige Absorptionselemente zwischen wenigstens zwei, vorzugsweise zwischen vier außenseitig angreifenden Steck- oder Klemmhalterungen aufgenommen sein. Hier werden also die Absorptionselemente zwischen den mehreren Halterungen eingeklemmt.

[0020] Eine weitere Erfindungsalternative sieht vor, die röhren- oder stiftartigen Absorptionselemente in als Eintiefungen oder Löcher, die im Wesentlichen der Außenform der Absorptionselemente entsprechen, ausgebildeten Steck- oder Klemmhalterungen zu fixieren. Hier werden also die Absorptionselemente in vorgeformte trägerseitige Ausnehmungen oder Löcher eingesetzt und dort gehalten.

[0021] Infolge der Strahlungstransparenz des Trägers und damit auch der an ihm angeformten Steck- oder Klemmhalterungen ist es möglich, die Steck- oder Klemmhalterungen im Wesentlichen der Länge der Absorptionselemente entsprechend auszuführen, so dass die Absorptionselemente – gleich auf welche Weise – quasi vollständig trägerseitig aufgenommen sind. Alternativ dazu ist es natürlich möglich, die Steck- oder Klemmhalterungen auch kürzer als die Absorptionselemente, vorzugsweise maximal halb so lang wie die Absorptionselemente auszuführen, wodurch Trägermaterial gespart wird.

[0022] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steck- oder Klemmhalterungen derart angeordnet sind, dass die Absorptionselemente bezüglich eines Fokus ausgerichtet aufgenommen sind. Das heißt, durch

entsprechende Anordnung beziehungsweise Ausbildung der Steck- oder Klemmhalterungen ist es möglich, auch bei diesem „Steck- oder Klemmraster oder -kollimator“ eine Fokussierung zu erzielen.

[0023] Der Träger selbst ist zweckmäßigerweise aus strahlungstransparentem Kunststoff und bevorzugt durch Stereolithographie mit Rapid Prototyping Technik hergestellt. In diesem Zusammenhang wird auf die bereits erwähnte DE 102 41 424 A1 verwiesen, in der die Herstellung eines Trägers mit dieser Technik beschrieben ist. Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass DE 102 41 424 A1 in ihrem gesamten Offenbarungsgehalt in die vorliegende Offenbarung einbezogen wird, auch zum Zwecke, auf etwaige dort offenbarte Merkmale im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zurückzugreifen. Bei einem solchen Verfahren wird mittels eines UV-Laserstrahls computergesteuert die jeweilige vorher festgelegte Struktur der einzelnen Schichten eines 3D-Volumenmodells des Trägers in einem flüssigen Polymerharz „geschrieben“. Durch die Einwirkung des Lasers härtet das Polymerharz an den belichteten Stellen beziehungsweise Flächen aus. Ist die erste Strukturebene „geschrieben“, wird die Aufbauplattform, auf der die Struktur aufgebaut wird, etwas abgesenkt, wonach eine neue Harzschicht aufgetragen und die zweite Strukturebene „eingeschrieben“ wird. Dies wird solange wiederholt, bis die gewünschte Struktur erreicht ist. Es ist ersichtlich, dass unter Verwendung dieser Technik beliebig konfigurierte Trägerstrukturen erzeugt werden können. Die Verwendung eines durch Stereolithographie mit Rapid Prototyping Technik hergestellten Trägers hat mehrerlei Vorteile. Zum einen kann durch diese Technik der Träger in seiner Oberflächenstruktur mit den dort ausgebildeten Steck- oder Klemmhalterungen sehr exakt und formgenau hergestellt werden, was im Hinblick auf die mechanische Halterung der Absorptionselemente sehr zweckmäßig ist. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass auf relativ einfache Weise die Lage oder Anordnung der Steck- oder Klemmhalterungen im Hinblick auf die angestrebte Fokussierung der Absorptionselemente über die Trägerebene variiert werden kann. Die Steck- oder Klemmhalterungen selbst sind – nachdem die Absorptionselemente vertikal auf oder in ihnen sitzen oder parallel dazu stehen – in diesem Fall zwangsläufig ebenfalls fokussiert. Diese „Fokussierung“ kann wie beschrieben bei dem Stereolithographieverfahren äußerst exakt erfolgen.

[0024] Schließlich ist es zweckmäßig, wenn die Absorptionselemente mit einer strahlungstransparenten Vergussmasse, z. B. einem röntgentransparenten Kunststoff oder einem Gießharz vergossen sind, um dem Gebilde eine noch bessere Stabilität zu verleihen.

[0025] Die Absorptionselemente selbst beziehungs-

weise ihre Beschichtungen können aus unterschiedlichsten Absorptionsmaterialien sein. Zu nennen sind beispielsweise W, Ta, Mo, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V sowie sämtliche hieraus herstellbaren absorbierenden Legierungen, wobei diese Aufzählung jedoch nicht abschließend ist.

[0026] Neben dem Streustrahlenraster oder Kollimator selbst betrifft die Erfindung ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Streustrahlenrasters oder eines Kollimators umfassend einen Träger mit einer Vielzahl von zueinander beabstandeten Absorptionselementen, bei welchem Verfahren mittels eines automatischen Positionierungsmittels die vorgefertigten röhren- oder stiftartigen Absorptionselemente an trägerseitig vorgesehenen Steck- oder Klemmhalterungen befestigt werden. Im Hinblick darauf, dass die Absorptionselemente sehr dünn sind, und bezogen auf die Fläche eines Streustrahlenrasters oder Kollimators, die beispielsweise 40 × 40 cm beträgt, müssen bis zu mehreren 100 000 Absorptionselemente gesetzt werden, wozu man sich zweckmäßigerweise eines automatischen Positionierungsmittels bedient, das die Absorptionselemente auf die Halterungen aufsteckt oder zwischen diese klemmt. Dabei können mittels des Positionierungsmittels die Absorptionselemente einzeln gesetzt werden, natürlich besteht auch die Möglichkeit, mehrere Absorptionselemente gleichzeitig zu befestigen. Nach dem Positionieren der Absorptionselemente werden diese mittels einer Vergussmasse positionsfixierend eingebettet.

[0027] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

[0028] [Fig. 1](#) eine Prinzipdarstellung der Wirkung eines Streustrahlenrasters bei einer Röntgenaufnahme,

[0029] [Fig. 2](#) eine Prinzipdarstellung der Wirkung eines Kollimators bei einer nuklearmedizinischen Aufnahme,

[0030] [Fig. 3](#) eine Prinzipdarstellung der Stereolithographie-Technik,

[0031] [Fig. 4](#) eine Prinzipdarstellung durch ein Streustrahlenraster oder einen Kollimator einer ersten Ausführungsform im Schnitt,

[0032] [Fig. 5](#) eine Aufsicht auf den Streustrahlenraster oder Kollimator aus [Fig. 4](#),

[0033] [Fig. 6](#) eine Aufsicht auf den Streustrahlenraster oder Kollimator aus [Fig. 4](#) mit einer anderen geometrischen Anordnung der Absorptionselemente,

[0034] [Fig. 7](#) eine Prinzipdarstellung eines erfin-

dungsgemäßen Streustrahlenrasters oder Kollimators einer zweiten Ausführungsform im Schnitt,

[0035] [Fig. 8](#) eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Streustrahlenrasters oder Kollimators einer dritten Ausführungsform im Schnitt,

[0036] [Fig. 9](#) eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Streustrahlenrasters oder Kollimators einer vierten Ausführungsform,

[0037] [Fig. 10](#) eine Aufsicht auf den Streustrahlenraster oder Kollimator aus [Fig. 9](#),

[0038] [Fig. 11](#) eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Streustrahlenrasters oder Kollimators einer fünften Ausführungsform im Schnitt,

[0039] [Fig. 12](#) eine Aufsicht auf den Streustrahlenraster oder Kollimator aus [Fig. 11](#)

[0040] [Fig. 13](#) eine Prinzipdarstellung betreffend das Bestückungsverfahren des Trägers.

[0041] [Fig. 1](#) zeigt in Form einer Prinzipdarstellung die Wirkungsweise eines Streustrahlenrasters in der Röntgendiagnostik. Die vom Fokus einer Röntgenquelle **1** ausgehenden Röntgenstrahlen **2** breiten sich geradlinig in Richtung des Objekts **3** aus. Sie durchdringen das Objekt **3** und treffen als geradlinige Primärstrahlung **2a** auf einen dem Objekt **3** nachgeschalteten Strahlungsdetektor **4**. Dort ergeben die Primärstrahlen **2a** eine orts aufgelöste Schwächungsverteilung für das Objekt **3**.

[0042] Ein Teil der das Objekt durchdringenden Strahlung **2** wird jedoch im Objekt gestreut, wodurch Sekundär- oder Streustrahlung **2b** entsteht, die nicht zur gewünschten Bildinformation beiträgt und bei einem Auftreten auf den Detektor die eigentliche Bildinformation verfälscht und das Signal-Rausch-Verhältnis verschlechtert. Um die nachteiligen Einflüsse der Sekundärstrahlung **2b** auf das detektorseitig aufgenommene Bild zu verbessern, ist ein Streustrahlenraster **5** vorgesehen, der zwischen dem Objekt **3** und dem Detektor **4** angeordnet ist. Der Streustrahlenraster **5** weist Strahlenkanäle **6** auf, die von einer Grundstruktur **7** begrenzt sind. Die Grundstruktur **7** ihrerseits bildet eine Absorptionsstruktur, mittels welcher die darauf treffende Sekundärstrahlung **2b** absorbiert wird.

[0043] Wie [Fig. 1](#) zeigt sind die Strahlenkanäle **6** in Richtung der Röntgenquelle **1** fokussiert, also ausgerichtet. Eintreffende Primärstrahlung **2a** tritt wie [Fig. 1](#) anschaulich zeigt auf geradlinigem Weg durch das Streustrahlenraster **5** auf den Detektor **4**, alle andere, unter einem Winkel dazu stehende Strahlung wird vom Streustrahlenraster **5** absorbiert oder erheblich geschwächt.

[0044] Ähnlich sind die Verhältnisse bei der Bildaufnahme im Rahmen der Nuklearmedizin. In ein Organ **3a** eines Untersuchungsobjekts **3** ist ein nicht näher gezeigtes, Gammastrahlen emittierendes Mittel eingebracht, das sich dort anreichert und bei seinem Zerfall Gammaquanten **8a** und – bedingt durch eine Streuung im Organ **3a** bzw. im Objekt **3** – auch Gammaquanten **8b** als Streustrahlung emittiert. Über einen Kollimator **5** gelangt die Primärstrahlung in Form der Quanten **8a** direkt zum Detektor **4**, während die unter einem Winkel stehende Sekundärstrahlung in Form der Gammaquanten **8b** vom Kollimator **5** absorbiert wird.

[0045] [Fig. 3](#) zeigt in Form einer Prinzipskizze die Herstellung eines erfindungsgemäßen Streustrahlenrasters unter Verwendung einer Rapid Prototyping Technik, primär auf Basis der Stereolithographie. Ein Laserstrahl **9** wird auf die Oberfläche eines in einem Behältnis **10** befindlichen, UV-vernietbaren Polymers **11** gerichtet. Der Laserstrahl **9** wird, wie durch den Doppelpfeil A angegeben ist, über die Oberfläche bewegt, wobei der Bewegungssteuerung, die über einen geeigneten Steuerungscomputer erfolgt, ein dreidimensionales Volumenmodell der zu erstellenden Grundstruktur **7** zugrunde liegt. Über den sich bewegenden Laserstrahl **9** wird nun quasi das Muster der zu erzeugenden Grundstruktur **7** in das Polymerharz **11** geschrieben, was dazu führt, dass sich eine entsprechende Harzschicht je nach geschriebenem Muster verfestigt. Diese Harzschicht baut sich auf einer Plattform **12** auf, die nach "Schreiben" der ersten Ebene, wie durch den Doppelpfeil B dargestellt ist, abgesenkt wird, wonach die zweite Strukturschicht geschrieben wird. Es liegt auf der Hand, dass durch den Laser sehr feine, filigrane Strukturen geschrieben werden können, insbesondere bedingt durch die gute Fokussierbarkeit des Lasers, so dass sich auch sehr dünnwandige Strukturen mit beliebiger Konfiguration realisieren lassen. Die Grundstruktur **7** kann dabei entweder direkt auf der Plattform **12** oder auf einer nicht näher dargestellten Trägerplatte aufgebaut werden.

[0046] Bezüglich der nachfolgend beschriebenen Figuren sei zunächst darauf hingewiesen, dass dort jeweils ein Streustrahlenraster beschrieben ist. Der Aufbau ist jedoch bei einem erfindungsgemäßen Kollimator der gleiche.

[0047] [Fig. 4](#) zeigt ein erfindungsgemäßes Streustrahlenraster **13**, bestehend aus einem Träger **14** aus strahlungstransparentem Material, insbesondere Kunststoff. Dieser Träger ist bevorzugt durch Stereolithographie in einem Rapid Prototyping-Verfahren hergestellt. Oberseitig sind eine Vielzahl von matrixartig verteilten Steck- oder Klemmaufnahmen **15** vorgesehen, auf die jeweils ein Absorptionselement **16** aufgesteckt ist. Die Absorptionselemente **16** bestehen insgesamt aus strahlungsabsorbierendem

Material, beispielsweise W oder Ta. Sie sind röhrenartig, also innen hohl, wobei die Form beziehungsweise der Durchmesser der Steck- oder Klemmaufnahmen **15** der inneren Form oder dem Innendurchmesser eines solchen röhrenartigen Absorptionselements entspricht. Diese können hohlzylindrisch oder oval oder querschnittlich mehreckig ausgebildet sein. Die Absorptionselemente **16** werden an den Steck- oder Klemmaufnahmen **15** mechanisch gehalten, so dass sie positionsstabil fixiert sind. Nachdem alle Absorptionselemente gesetzt sind (die Zahl der zu setzenden Absorptionselemente kann bis zu mehreren 100 000 betragen), wird die gesamte Absorptionsmimik mit einer Vergussmasse **17** eingegossen, z. B. mit einem Gießharz.

[0048] **Fig. 5** zeigt eine Aufsicht auf das Streustrahlenraster **13** aus **Fig. 4**. Ersichtlich sind die Absorptionselemente **16** in Reihen über- und untereinander angeordnet. Sie werden möglichst dicht aneinandergesetzt, das heißt, der Abstand der Steck- oder Klemmhalterungen **15** ist abhängig von der Wandstärke und dem Durchmesser der Absorptionselemente **16** gewählt. Einfallende Röntgenstrahlung kann durch die in den Absorptionselementen **16** gebildeten Durchgangskanäle **18** hindurchtreten, wie auch durch die zwischen zwei Absorptionselementen **16** befindlichen Hohlräume.

[0049] **Fig. 6** zeigt demgegenüber ein anderes Anordnungsmuster. Hier sind zur Erhöhung der Packungsdichte die Absorptionselemente in zueinander versetzten Reihen angeordnet. Der grundsätzliche Aufbau entspricht jedoch dem wie in **Fig. 4** beschriebenen.

[0050] **Fig. 7** zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Streustrahlenraster **19** bei dem ebenfalls röhrenartige Absorptionselemente **16** zum Einsatz kommen, die ebenfalls auf aus der Trägeroberfläche hervortretenden Steck- oder Klemmaufnahmen **15** aufgesteckt sind. Jedoch stehen die Steck- oder Klemmaufnahmen **15** bezogen auf die Fläche des Trägers **14** unter jeweils unterschiedlichen Winkeln, was es ermöglicht, auch die Absorptionselemente **16** unter einem entsprechendem Winkel bezüglich einander zu positionieren. Dies ermöglicht es, die Absorptionselemente **16** zu fokussieren beziehungsweise bezüglich eines fiktiven Fokus auszurichten. Dieser Fokus ist die Strahlungsquelle, die die Primärstrahlung erzeugt, die sich zum Streustrahlenraster **19** hin auffächert. Aufgrund der Fokussierung gelangt die das zu untersuchende Objekt ungestreut passierende Primärstrahlung entsprechend ihrer Ausrichtung in einen Bereich des Streustrahlenrasters **19**, in dem die Absorptionselemente **16** entsprechend der Primärstrahlung ausgerichtet und fokussiert sind. Diese Primärstrahlung kann die fokussierten Absorptionselemente ungeschwächt passieren. Sekundär- oder Streustrahlung jedoch, die vom Objekt gestreut wird,

wird über die Absorptionselemente **16** absorbiert.

[0051] Während **Fig. 7** die Ausbildung von sich aus der Oberfläche des Trägers **14** erhebenden Steck- oder Klemmaufnahmen **15** beschreibt, zeigt **Fig. 8** ein erfindungsgemäßes Streustrahlenraster **20**, bei dem die Steck- oder Klemmaufnahmen als Eintiefungen **21** ausgebildet sind, die in die Ebene des Trägers führen. Auch hier sind die Eintiefungen **21** unter einem Winkel stehend ausgebildet, so dass auch hier die Absorptionselemente **16** – im gezeigten Ausführungsbeispiel sind ebenfalls röhrenartige Absorptionselemente gezeigt – unter einem Winkel bezüglich eines Fokus ausgerichtet sind. Die Absorptionselemente **16** werden in die in ihrer Form oder ihrem Durchmesser dem Außendurchmesser oder der Außenform der Absorptionselemente entsprechenden Eintiefungen eingesteckt und dort mechanisch fixiert.

[0052] **Fig. 9** zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform eines Streustrahlenrasters **22**. Am dortigen Träger **14** sind eine Vielzahl von aus der Oberfläche hervortretenden Steck- oder Klemmaufnahmen in Form von Zapfen **23** ausgebildet, zwischen die die Absorptionselemente **24** gesetzt und dort klemmend gehalten werden. Dies ist aus **Fig. 10** in der dortigen Draufsicht erkennbar. Die Breite beziehungsweise Form der Zapfen **23** ist derart bemessen, dass auch hier die Absorptionselemente **24** möglichst dicht aneinander angeordnet werden können.

[0053] Anders als bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen besteht ein Absorptionselement **24** aus einem Trägerelement **25**, vornehmlich aus strahlungstransparentem Kunststoff, das den Durchgangskanal für die Strahlung bildet. Das Trägerelement **25** weist an seiner Außenseite eine Beschichtung **26** aus absorbierendem Material auf. Auch hier werden die Absorptionselemente **24** sicher über die als Zapfen **23** ausgebildeten Steck- oder Klemmhalterungen fixiert. Die Zapfen **23** können anders als gezeigt auch länger sein, gegebenenfalls so lang wie ein Absorptionselement.

[0054] **Fig. 11** zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Streustrahlenrasters **27**. Der dortige Träger **14** ist mit einer Vielzahl von die Steck- oder Klemmaufnahmen bildenden Löchern **28** quasi perforiert. In jeweils ein Loch **28** wird ein Absorptionselement – hier ein röhrenartiges Absorptionselement **16** – klemmend eingesetzt. Selbstverständlich besteht auch hier – wie auch bei dem Raster aus **Fig. 9** – die Möglichkeit, durch entsprechende Ausrichtung der Löcher **28** eine Fokussierung zu erzielen. Eine Aufsicht auf das Streustrahlenraster **27** zeigt **Fig. 12**.

[0055] Schließlich zeigt **Fig. 13** eine Möglichkeit, wie die Absorptionselemente am Träger gesetzt wer-

den können. Gezeigt ist exemplarisch ein Träger **29** an dem im gezeigten Beispiel längere zapfenartige Steck- oder Klemmhalterungen **30** hervorstehen. Zwischen mehrere dieser Steck- oder Klemmhalterungen **30** ist jeweils ein Absorptionselement **31** – hier exemplarisch ein Mikroröhrchen – einzusetzen. Hierzu dient ein Werkzeug **32**, dem aus einem exemplarisch dargestellten Reservoir **33** die zu setzenden Absorptionselemente **31** zugeführt werden. Diese gelangen in einen werkzeugseitigen Kanal **34**, der jeweils exakt über einer Position zwischen mehreren Steck- oder Klemmaufnahmen **30**, an der ein Absorptionselement **31** gesetzt werden soll, positioniert wird. Aus diesem Werkzeugkanal **34** gleitet das Absorptionselement **31** in die Aufnahme-Position zwischen den Steck- oder Klemmaufnahmen **30**. Um das Einsetzen zu verbessern besteht die Möglichkeit, über das Reservoir **33** im Werkzeugkanal **34** einen leichten Überdruck anzulegen, so dass das Absorptionselement **31** hierüber eingedrückt wird. Dieser Überdruck kann auch intermittierend jeweils dann angelegt werden, wenn das Werkzeug **32** exakt positioniert und das Absorptionselement **31** gesetzt werden soll. Alternativ oder zusätzlich dazu besteht die Möglichkeit, einen Unterdruck am Träger **29** anzulegen, wozu gegebenenfalls an jeder Absorptionselement-Position eine Durchbrechung **35** vorgesehen ist, über die der Unterdruck anliegt. Diese Durchbrechung **35** wie auch der den Unterdruck symbolisierende Pfeil sind jeweils gestrichelt dargestellt. Daneben besteht schließlich die Möglichkeit, ein Absorptionselement **31** beispielsweise mit einer geeigneten Flüssigkeit aus dem Reservoir **33** beziehungsweise dem Werkzeugkanal **34** einzuspülen, z. B. mittels Wassers, mit dem der bereits beschriebene Druck aufgebaut werden kann.

[0056] Es besteht selbstverständlich die Möglichkeit, die Innenwände des Werkzeugkanals **34** mit einer das Entlanggleiten verbessernden Beschichtung zu versehen. Um das Hineinrutschen in die trägerseitige Position zu verbessern sind ersichtlich die Steck- oder Klemmaufnahmen **30** oberseitig mit einer leichten Phase **36** versehen. Eine solche Phase kann im Übrigen an jedem Steck- oder Klemmhalter der vorbeschriebenen Art vorgesehen sein.

[0057] Nachdem wie beschrieben abhängig von der Größe des Streustrahlenrasters bis zu mehreren 100 000 Absorptionselemente zu setzen sind (bei einem Mammographie-Streustrahlenraster können dies zwischen 100 000 bis 500 000 Absorptionselemente sein) ist es zweckmäßig, wenn mehrere Absorptionselemente **31** gleichzeitig gesetzt werden könnten. Zu diesem Zweck ist das Werkzeug **32** entsprechend auszuführen, **Fig. 13** zeigt lediglich eine Prinzipdarstellung. Es ist beispielsweise denkbar, das Werkzeug **32** so auszubilden, dass jeweils jede zweite Absorptionselementaufnahme gleichzeitig bestückt werden kann, so dass das Werkzeug nach einem Be-

stückungsschritt um lediglich eine Position weiter verfahren wird, und die dazwischen befindlichen, noch nicht bestückten Positionen belegt werden. Es besteht die Möglichkeit, das Werkzeug **32** ebenfalls aus Kunststoff im Wege der Stereolithographie mit Rapid Prototyping Technik herzustellen, womit die erforderliche Präzision realisiert werden kann, insbesondere im Hinblick auf das gleichzeitige Bestücken mehrerer Absorptionselemente. Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass das beschriebene Bestückungsverfahren lediglich beispielhaft ist und auch andere Bestückungsarten denkbar sind.

[0058] Wie bereits beschrieben können die Absorptionselemente selbst oder die Beschichtungen aus allen möglichen Strahlung, insbesondere Röntgenstrahlung absorbierenden Materialien sein. Die Länge der Absorptionselemente sollte zwischen 1 mm bis 10 mm, insbesondere zwischen 2 mm bis 6 mm liegen. Der Außendurchmesser – egal ob es sich um ein röhrenartiges Absorptionselement oder ein stiftartiges Absorptionselement handelt – sollte zwischen 0,3 mm bis 2 mm, insbesondere zwischen 0,5 mm bis 1 mm liegen. Die Wandstärke bei röhrenartigen Absorptionselementen sollte zwischen 20 µm bis 50 µm betragen. Während lediglich **Fig. 4** das Einbetten der Absorptionselemente in die Vergussmasse zeigt, versteht es sich von selbst, dass selbstverständlich alle dargestellten Strukturen in eine geeignete Vergussmasse eingebettet sein können.

Patentansprüche

1. Streustrahlenraster oder Kollimator zur Absorption von durch ein Objekt gestreuter Sekundärstrahlung, umfassend einen Träger mit einer Vielzahl von zueinander beabstandeten Absorptionselementen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorgefertigten Absorptionselemente (**16, 24, 31**) röhren- oder stiftartig ausgebildet und an am Träger (**14, 29**) vorgesehenen Steck- oder Klemmhalterungen (**15, 21, 23, 28, 30**) fixiert sind.

2. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionselemente (**16, 31**) aus einem absorbierenden Material bestehen.

3. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionselemente (**24**) ein aus einem strahlungstransparenten Material bestehendes Trägerelement (**25**) aufweisen, das an wenigstens einer Seitenfläche mit einer Beschichtung (**26**) aus einem absorbierenden Material beschichtet ist.

4. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein röhrenartiges und damit innen hohles Trägerelement an der inneren und/oder äußeren Seitenfläche be-

schichtet ist.

5. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die röhrenartigen Absorptionselemente **(16, 31)** querschnittlich gesehen eine hohlzylindrische oder hohle mehreckige Außen- und/oder Innenform und die stiftartigen Absorptionselemente **(24)** querschnittlich gesehen eine zylindrische oder mehreckige Form aufweisen.

6. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Absorptionselement **(16, 24, 31)** eine Länge von 1 mm bis 10 mm, insbesondere von 2 mm bis 6 mm, vorzugsweise von 2 mm bis 3 mm aufweist.

7. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Absorptionselement **(16, 24, 31)** einen Außendurchmesser von 0,3 mm bis 2 mm, insbesondere 0,5 mm bis 1 mm aufweist.

8. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein röhrenartiges Absorptionselement **(16, 31)** eine Wandstärke von 20 µm bis 50 µm aufweist.

9. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steck- oder Klemmhalterungen **(15, 21, 23, 28, 30)** aus der Ebene des Trägers **(14, 29)** hervortreten oder in die Ebene des Trägers **(14, 29)** eingeformt sind.

10. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die röhrenartigen Absorptionselemente **(16)** auf die in das Innere eines Absorptionselements **(16)** eingreifenden Steck- oder Klemmhalterungen **(15)** aufgesetzt sind.

11. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die röhren- oder stiftartigen Absorptionselemente **(24, 31)** zwischen wenigstens zwei, vorzugsweise zwischen vier außen angreifenden Steck- oder Klemmhalterungen **(23, 30)** aufgenommen sind.

12. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die röhren- oder stiftartigen Absorptionselemente **(16)** in als Eintiefungen **(21)** oder durchgehende Löcher **(28)**, die im Wesentlichen der Außenform der Absorptionselemente **(16)** entsprechen, ausgebildeten Steck- oder Klemmhalterungen aufgenommen sind.

13. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch ge-

kennzeichnet, dass die Steck- oder Klemmhalterungen **(15, 21, 23, 28, 30)** im Wesentlichen der Länge der Absorptionselemente **(16, 24, 31)** entsprechen oder kürzer als die Absorptionselemente **(16, 24, 31)** sind.

14. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Steck- oder Klemmhalterungen **(15, 21, 23, 28, 30)** maximal halb so lang wie die Absorptionselemente **(16, 24, 31)** sind.

15. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steck- oder Klemmhalterungen **(15, 21, 23, 28, 30)** derart angeordnet sind, dass die Absorptionselemente **(16, 24, 31)** bezüglich eines Fokus ausgerichtet aufgenommen sind.

16. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger **(14, 29)** aus Kunststoff ist.

17. Streustrahlenraster oder Kollimator nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger **(14, 29)** durch Stereolithographie mit Rapid Prototyping Technik hergestellt ist.

18. Streustrahlenraster oder Kollimator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionselemente **(16, 24, 31)** mit einer strahlungstransparenten Vergussmasse **(17)** vergossen sind.

19. Verfahren zur Herstellung eines Streustrahlenrasters oder eines Kollimators umfassend einen Träger mit einer Vielzahl von zueinander beabstandeten Absorptionselementen, bei welchem Verfahren mittels eines automatischen Positionierungsmittels die röhren- oder stiftartigen vorgefertigten Absorptionselemente an trägerseitig vorgesehenen Steck- oder Klemmhalterungen befestigt werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionselemente einzeln oder mehrere gleichzeitig befestigt werden.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Positionieren der Absorptionselemente eine die Absorptionselemente einbettende Vergussmasse aufgebracht wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG 1

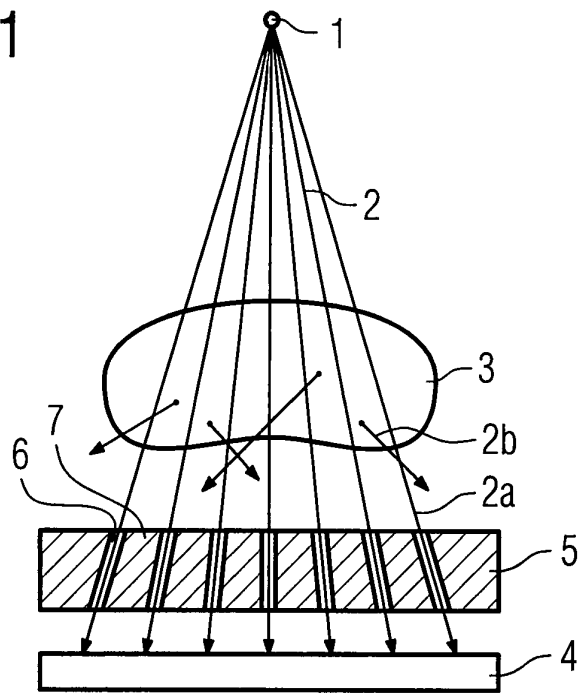


FIG 2

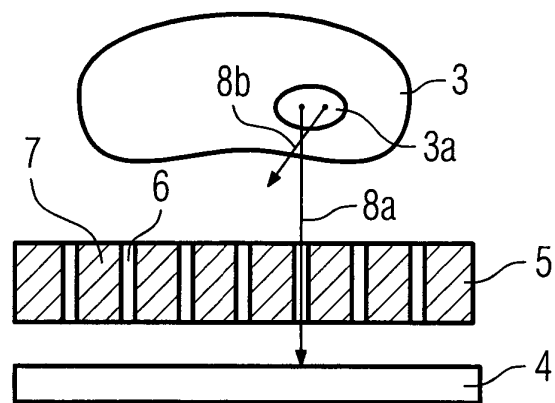


FIG 3

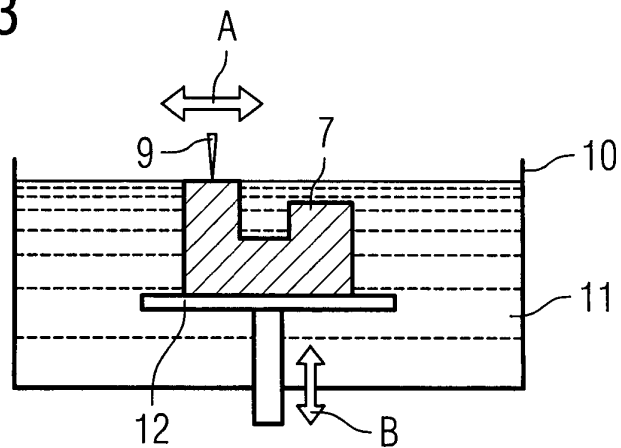


FIG 4

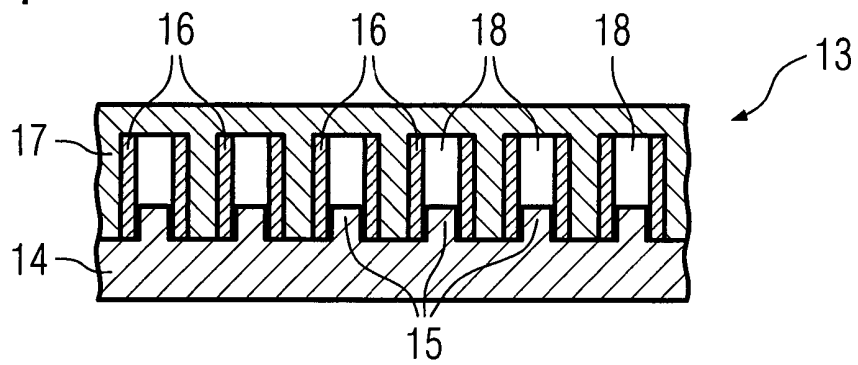


FIG 5

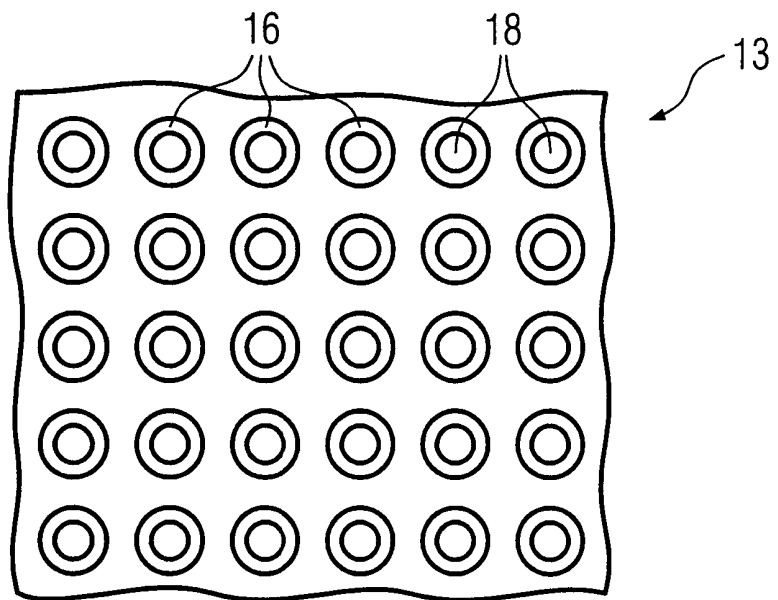
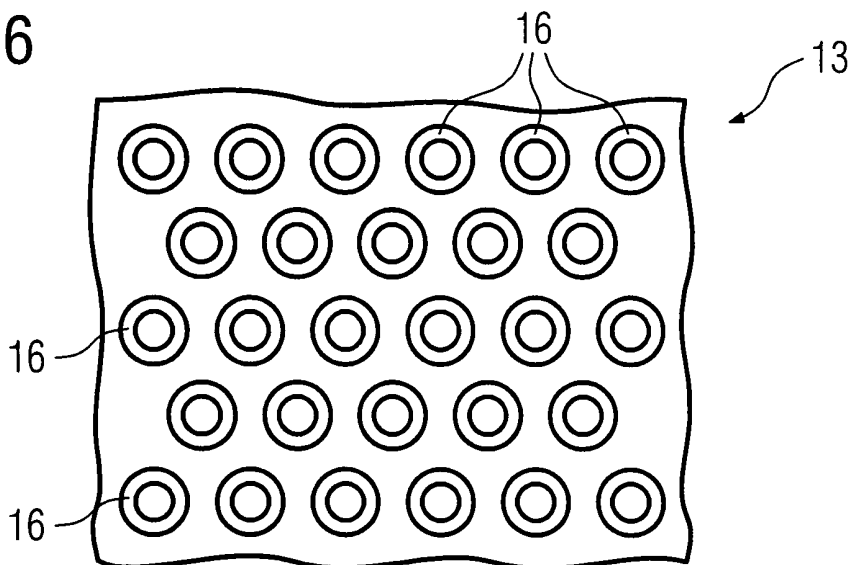


FIG 6



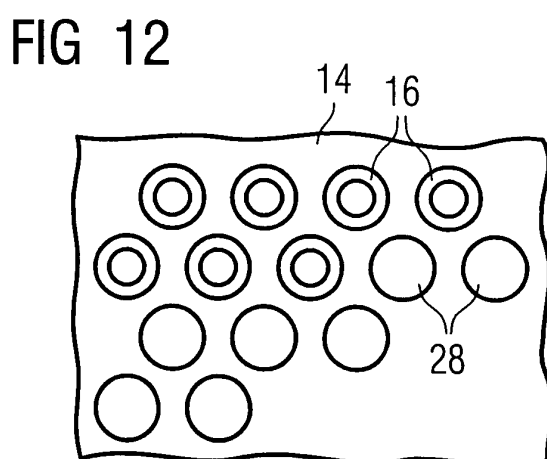
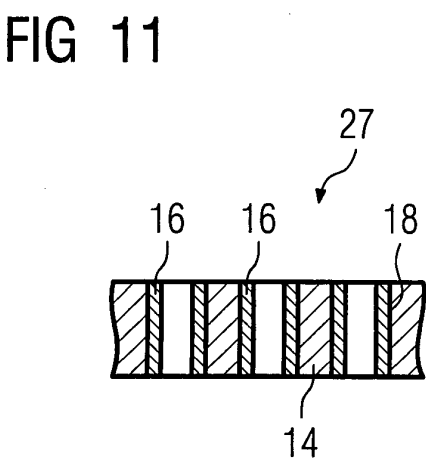
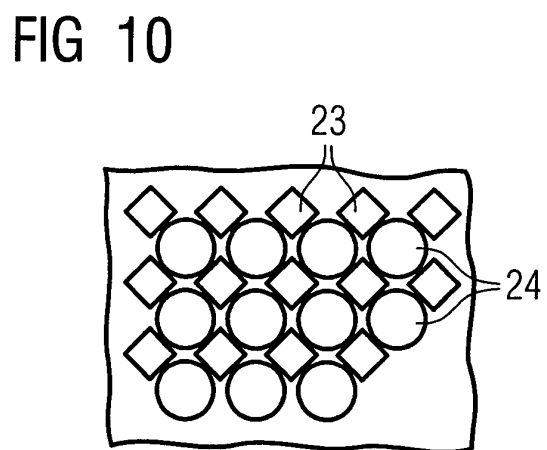
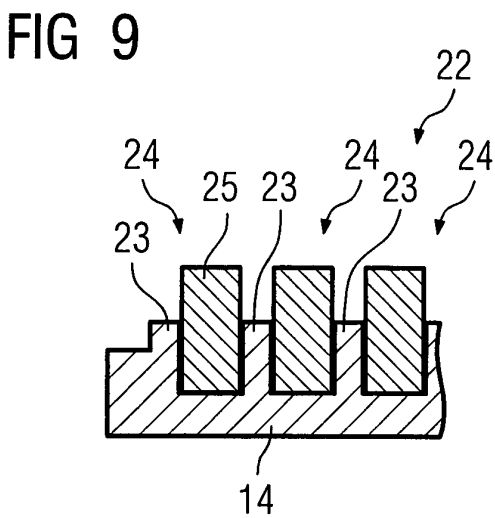
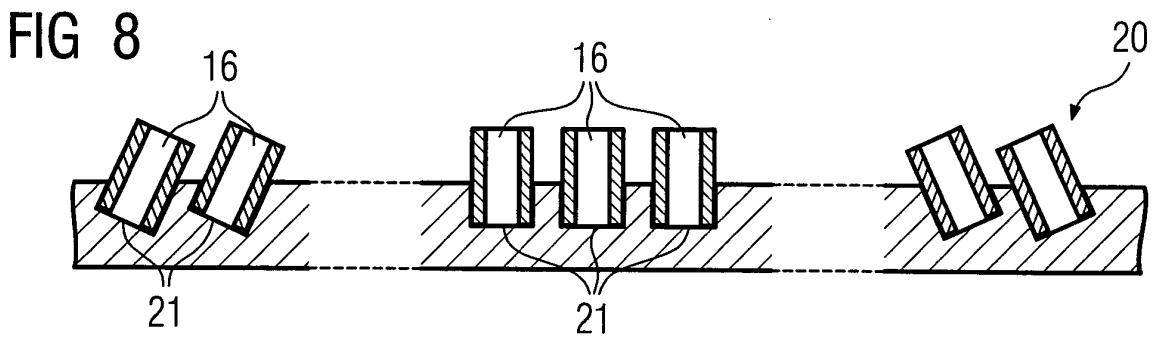
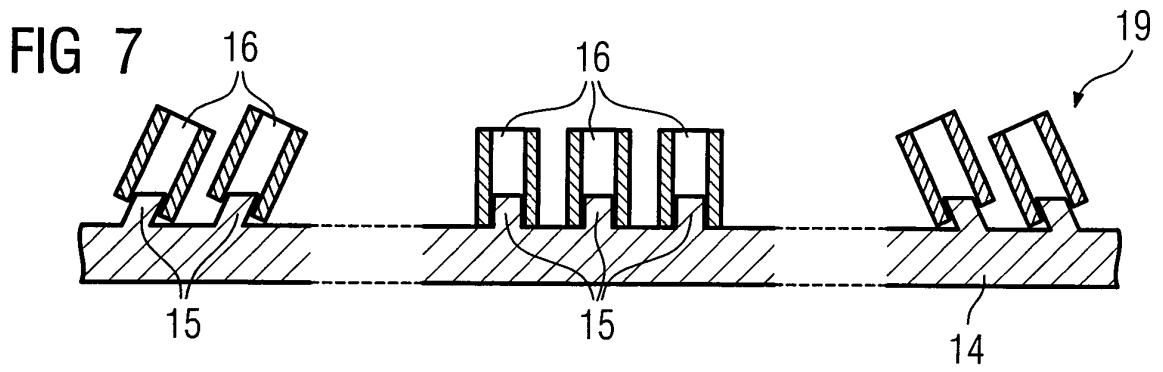


FIG 13

