



(10) **DE 10 2008 055 921 B4** 2010.11.11

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 055 921.0**  
(22) Anmeldetag: **05.11.2008**  
(43) Offenlegungstag: **10.06.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **11.11.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G21K 1/02 (2006.01)**  
**A61N 5/10 (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 Aktiengesellschaft, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Heid, Oliver, Dr., 91710 Gunzenhausen, DE**

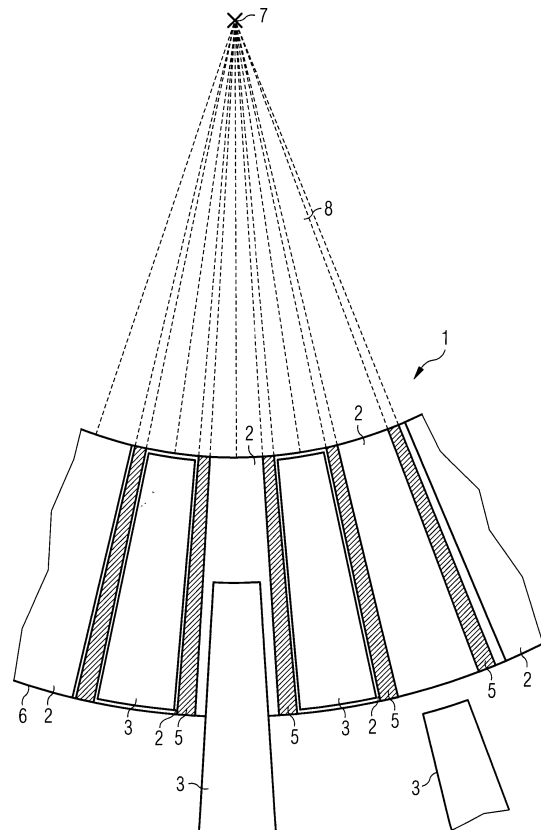
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 102 21 634 B4**  
**DE 600 18 394 T2**

(54) Bezeichnung: **Modulierbarer Strahlenkollimator**

(57) Hauptanspruch: Strahlenkollimator (1), der zwischen einer Strahlung (8) abgebenden Strahlenquelle (7) und einem Objekt anordenbar ist, mit nebeneinander angeordneten Absorberkanälen (2), die eine matrixförmige, zweidimensionale Kollimatorapertur (11) bilden, und mit mindestens einem in dem Absorberkanal (2) angeordneten ersten Absorberelement (3), wobei das erste Absorberelement (3) in einer ersten Position die Strahlung (8) blockiert und in mindestens einer zweiten Position die Strahlung (8) zumindest teilweise durch den Absorberkanal (2) lässt, gekennzeichnet durch:

stabförmige erste Absorberelemente (3), die im Absorberkanal (2) durch eine Drehung um ihre Längsachse (9) und/oder durch eine Längsverschiebung und/oder durch eine Querverschiebung von der ersten in die mindestens eine zweite Position verfahrbar sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen im Patentanspruch 1 angegebenen Strahlenkollimator zur Verwendung in der Strahlentherapie und eine im Patentanspruch 10 angegebene Verwendung eines Strahlenkollimators in der Röntgenstrahlentherapie.

**[0002]** Die Röntgenstrahlentherapie wird routinemäßig zur Behandlung invasiver medizinischer Krankheiten, beispielsweise von Krebs, benutzt. Das Prinzip der Strahlentherapie besteht darin, dass ein Röntgenstrahl Krebszellen abtötet. Wird der Strahl auf ein Krebsgewebe oder einen anderen abnormalen Bereich gerichtet, werden die Zellen zerstört. Es ist jedoch unvermeidbar, dass der Strahl auch das umgebende gesunde Gewebe schädigt. Wenn die Strahlung daher nicht in geeigneter Weise begrenzt wird, können die Nebeneffekte für einen Patienten schwerwiegend sein.

**[0003]** Eine derartige Begrenzung wird gewöhnlich durch Kollimation des Strahls erreicht, so dass er sich nur über dem minimal notwendigen Bereich ausdehnt, um den gesamten Krebs, aber nur einen minimalen Bereich des gesunden umgebenden Gewebes zu erfassen. Zu diesen Zweck sind Mehrlamellen-Kollimatoren bekannt, bei den Lamellen in den Strahl eingeschoben bzw. aus diesem herausgezogen werden können, um so die Form des austretenden Strahls vorgebar zu ändern.

**[0004]** In der Patentschrift DE 600 18 394 T2 ist ein derartiger Lamellen-Kollimator angegeben. Er umfasst mehrer Lamellen, die geöffnet oder geschlossen werden können, um den Durchtritt der Strahlen zuzulassen oder zu verhindern.

**[0005]** Nachteilig an Lamellen-Kollimatoren ist, dass die Strahlformung begrenzt ist und hinterschnittene oder hohle Öffnungen nicht realisiert werden können. Außerdem ist der durchgehende Strahl im Strahlinneren nicht beeinflussbar, das heißt ein Dosisprofil kann nur am Strahlrand beeinflusst werden. Bekannte Bauarten sind auch entweder sehr langsam beim Verstellen der Lamellen oder erlauben nur zwei Stellungen je Lamelle.

**[0006]** Eine Verbesserung wird durch den Gegenstand der DE 102 21 634 B4 erzielt. Die Vorrichtung zur räumlichen Modulation eines Röntgenstrahlbündels umfasst eine Vielzahl von flachen Schwächungselementen für Röntgenstrahlung, die matrixartig an einem Träger angeordnet und unabhängig voneinander piezoelektrisch zwischen zumindest zwei Stellungen schwenk- oder kippar sind. Für die Strahltherapie besteht aber oft der Wunsch, eine höhere Auflösung der Matrix zu erreichen und die Modulationsgeschwindigkeit zu vergrößern.

**[0007]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung einen Strahlenkollimator anzugeben, dessen Apertur eine höhere Auflösung besitzt und der schnell modulierbar ist.

**[0008]** Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe mit dem Strahlenkollimator des unabhängigen Patentanspruchs 1 und mit der Verwendung des Strahlenkollimators des unabhängigen Patentanspruchs 10 gelöst.

**[0009]** Die Erfindung beansprucht einen Strahlenkollimator, der zwischen einer Strahlung abgebenden Strahlenquelle und einem Objekt anordenbar ist. Er umfasst nebeneinander angeordnete Absorberkanäle, die eine matrixförmige, zweidimensionale Kollimatorapertur bilden. Außerdem umfasst er mindestens ein in dem Absorberkanal angeordnetes erstes Absorberelement. Das erste Absorberelement blockiert bzw. schwächt in einer ersten Position die Strahlung und lässt in mindestens einer zweiten Position die Strahlung zumindest teilweise durch den Absorberkanal hindurch. Die ersten Absorberelemente sind stabförmig und im Absorberkanal durch eine Drehung um ihre Längsachse und/oder durch eine Längsverschiebung und/oder durch eine Querverschiebung von der ersten in die mindestens eine zweite Position in ihrer Lage veränderbar. Dies bringt den Vorteil, dass die zweidimensionale Kollimatorapertur einfach, schnell und mit hoher Auflösung moduliert werden kann.

**[0010]** In einer Weiterbildung kann durch Bewegen des ersten Absorberelements in Strahlungsrichtung Strahlung durch den Absorberkanal an dem ersten Absorberelement vorbei zum Objekt gelangen kann. Durch dieses „Ziehen“ bildet sich ein Kernschatten des ersten Absorberelements und es entsteht nach dem Kollimator ein Hohlstrahl. Diese sogenannte „Siebstrahlung“ hat die Wirkung, dass die Oberflächendosis bei einer Bestrahlung eines menschlichen Körpers bei gleichbleibender Tiefenwirkung reduziert wird.

**[0011]** In einer weiteren Ausführungsform können die ersten Absorberelemente pyramidenstumpfförmig oder kegelstumpfförmig ausgebildet sein. Vorteilhaft daran ist eine sehr hohe Packungsdichte.

**[0012]** Des Weiteren kann der Strahlenkollimator mindestens ein in dem Absorberkanal hinter und/oder vor dem ersten Absorberelement fest angeordnetes zweites Absorberelement umfassen, wobei die Lage des ersten zum zweiten Absorberelement derart veränderbar ist, dass in der mindestens einen zweiten Position Strahlung durch den Absorberkanal gelangen kann. Dies bietet eine Realisierung mit hoher Packungsdichte und großer Modulationsgeschwindigkeit.

**[0013]** In einer vorteilhaften Ausführungsform können die ersten und zweiten Absorbererelemente pyramidenstumpffsegmentförmig ausgebildet und zueinander verschiebbar angeordnet sein.

**[0014]** Außerdem können die ersten und zweiten Absorbererelemente zueinander drehbar angeordnet und kegelstumpffsegmentförmig sein.

**[0015]** In einer Weiterbildung der Erfindung kann die Kollimatorapertur die Form einer Teilfläche einer Kugeloberfläche aufweisen, die als Mittelpunkt einen Brennpunkt der Strahlenquelle besitzt. So ist sichergestellt, dass ein Maximum an fokussierter Strahlung zu einem Objekt gelangen kann.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform können sich die Absorberkanäle und die ersten und zweiten Absorbererelemente in Richtung der Strahlenquelle verjüngen. Dadurch kann eine gekrümmte Kollimatorapertur gebildet werden.

**[0017]** Des Weiteren kann der Strahlenkollimator ein Röntgenkollimator für Röntgenstrahlung sein.

**[0018]** Die Erfindung beansprucht auch eine Verwendung des erfindungsgemäßen Strahlenkollimators in einer Röntgentherapievorrichtung. Dies bringt den Vorteil, dass bei einer Röntgenstrahlentherapie eine schnell und einfach modulierbare Apertur mit hoher Auflösung zum Einsatz kommen kann.

**[0019]** Weitere Besonderheiten und Vorteile der Erfindung werden aus den nachfolgenden Erläuterungen mehrerer Ausführungsbeispiele anhand von schematischen Zeichnungen ersichtlich.

**[0020]** Es zeigen:

**[0021]** [Fig. 1](#): einen Querschnitt eines Strahlenkollimators mit verfahrbaren ersten Absorbererelementen,

**[0022]** [Fig. 2](#): einen Querschnitt entlang einer Oberfläche eines Strahlenkollimators mit verfahrbaren ersten Absorbererelementen,

**[0023]** [Fig. 3](#): eine perspektivische Ansicht eines Strahlenkollimators mit verfahrbaren ersten Absorbererelementen

**[0024]** [Fig. 4](#): einen Querschnitt eines Strahlenkollimators mit zweiten Absorbererelementen und verfahrbaren ersten Absorbererelementen,

**[0025]** [Fig. 5](#): einen Querschnitt entlang einer Oberfläche eines Strahlenkollimators mit zweiten Absorbererelementen und verfahrbaren ersten Absorbererelementen,

**[0026]** [Fig. 6](#): einen Querschnitt eines Strahlenkollimators

mit zweiten Absorbererelementen und drehbaren ersten Absorbererelementen,

**[0027]** [Fig. 7](#): einen Querschnitt entlang einer Oberfläche eines Strahlenkollimators mit zweiten Absorbererelementen und drehbaren ersten Absorbererelementen und

**[0028]** [Fig. 8](#): eine perspektivische Ansicht eines Strahlenkollimators mit zweiten Absorbererelementen und drehbaren ersten Absorbererelementen.

**[0029]** Der Übersichtlichkeit und Deutlichkeit wegen sind in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) teilweise Abstände zwischen Stegen **5** und ersten und zweiten Absorbererelementen **3**, **4** dargestellt. In einer Realisierung sind diese Abstände bzw. „Lücken“ nicht vorhanden. Die ersten Absorbererelementen **3** sitzen in einer ersten Position und die zweiten Absorbererelementen **4** zumindest immer „dicht“ an den Stegen **5**. So lassen die ersten Absorbererelemente **3** in der ersten Position keine Strahlung durch die Absorberkanäle **2**.

**[0030]** [Fig. 1](#) zeigt vergrößert einen Ausschnitt aus einem Strahlenkollimator **1** mit gekrümmter Oberfläche, der im Strahlenfeld **8** einer Strahlenquelle **7** angeordnet ist. Aufgabe des Kollimators **1** ist es, die Strahlung zu begrenzen und zu modulieren bzw. zu schwächen. Dazu bildet der Kollimator **1** eine zweidimensionale Apertur, welche durch den Gegenstand der Erfindung moduliert werden kann.

**[0031]** Der Strahlenkollimator **1** umfasst einen Träger **6** mit einer Vielzahl von Absorberkanälen **2**, die auf den Brennpunkt der Strahlenquelle **7** ausgerichtet sind und eine in Richtung Strahlenquelle **7** sich verjüngende Form aufweisen. Die Absorberkanäle **2** werden durch Stege **5** im Träger **6** begrenzt bzw. gebildet. In den Absorberkanälen **2** sind beweglich stabförmige, erste Absorbererelemente **3** gelagert, die in einer ersten Position die Strahlung am Durchtritt durch den Absorberkanal **2** hindern oder diese lediglich stark schwächen. Die erste Position des ersten Absorbererelements **3** ist beim ersten und dritten von links dargestellten ersten Absorbererelement **3** zu erkennen. In einer zweiten Position, die von der ersten Position verschieden ist, lassen die ersten Absorbererelemente **3** die Strahlung zumindest teilweise passieren, so dass diese auf ein in [Fig. 1](#) nicht dargestelltes zu bestrahlendes Objekt gelangen kann. Verschiedene zweite Positionen des ersten Absorbererelements **3** sind beim zweiten und vierten von links dargestellten ersten Absorbererelement **3** zu erkennen. Strahlung kann deshalb durch den Absorberkanal **2** gelangen, weil die ersten Absorbererelemente **3** eine sich verjüngende Form aufweisen und beim Ziehen des ersten Absorbererelements **3** in Strahlungsrichtung einen Spalt zwischen den Stegen **5** und dem ersten Absorbererelements **3** bilden. Die ersten Absorbererelemente

können einen Pyramidenstumpf- oder eine Kegelstumpfform aufweisen. Die ersten Absorbererelemente **3** bestehen aus einem Strahlen absorbierenden Material, beispielsweise Wolfram, Uran oder Blei.

**[0032]** In [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht auf einen Teil eines Strahlenkollimators **1** gemäß [Fig. 1](#) dargestellt, wobei entlang der Oberfläche geschnitten ist. So sind die Querschnitte der geschnittenen ersten Absorbererelemente **3** je nach Lage – gezogen/nicht gezogen – unterschiedlich groß sichtbar. Durch Stege **5** in einem Träger **6** werden Absorberkanäle **2** gebildet, in denen die ersten Absorbererelemente **3** beweglich gelagert sind.

**[0033]** Um eine hohe Packungsdichte zu erzeugen, die eine örtlich hoch auflösende Apertur bildet, können die Stege **5** sehr dünn sein oder sogar weggelassen werden. In [Fig. 3](#) ist diese Ausführungsform perspektivisch dargestellt. Die Absorberkanäle **2** werden nur durch die angrenzenden ersten Absorbererelemente **3** gebildet. Die vollständige, dichte Packung der stabförmigen ersten Absorbererelemente **3** bildet eine zweidimensionale Kollimatorapertur **11** und blockiert die Strahlung **8**. Wird ein erstes Absorbererelement **3** aus der Packung weg von der Strahlungsquelle **7** gezogen, entsteht eine Ringöffnung, deren Außenkontur von den nicht gezogenen ersten Absorbererelementen **3** gebildet wird und dessen Innenkontur der Schatten des gezogenen ersten Absorbererelements **3** ist. Dadurch entsteht nach dem Kollimator **1** ein Hohlstrahl **10**.

**[0034]** Diese Ziehbewegung ist kinematisch einfach, da linear, und erfordert nur einen geringen Kraftaufwand auch bei hohen Ziehgeschwindigkeiten. Günstig ist auch, dass infolge der sich verjüngenden Form, beispielsweise einer Konusform, einerseits in der ersten Position, d. h. im gesteckten Zustand, eine dichte Packung erzeugt wird, andererseits beim Ziehen des ersten Absorbererelements **3** eine leichte Ablösung von den benachbarten Absorbererelementen **3** erfolgt und damit die Bewegung reibungsarm ist.

**[0035]** Ein Linearantrieb der ersten Absorbererelemente **3** kann zum Beispiel mittels Magnetspulen und an den ersten Absorbererelementen **3** angebrachten Magneten bzw. Eisenkernen, oder durch Kolbewirkung und Druckluft, oder durch piezoelektrische Reibantriebe erfolgen. Die divergierenden Achsen der ersten Absorbererelemente **3** ergeben einen zusätzlichen Einbauraum für Führungsrohre und Aktoren unterhalb des Kollimators **1**, gegebenenfalls im Kernschatten der ersten Absorbererelemente **3**.

**[0036]** Der Querschnitt der ersten Absorbererelemente **3** kann beispielsweise regelmäßig drei-, vier- oder sechseckig sein. Runde erste Absorbererelemente **3** benötigen selbst bei engster Packung Füllkörper zur

Verkleinerung der Restöffnungen. Diese stationären Absorber können durch Ausbohren eines Trägers **6** entstehen oder durch Dreiecks- oder Rundstäbe gebildet werden.

**[0037]** Der Kernschatten **10** der ersten Absorbererelemente **3** hat eine zusätzliche positive Wirkung, da er eine Reduktion der Oberflächendosis ohne Nachteil für die Tiefenwirkung bewirkt (sogenannte „Siebstrahlung“).

**[0038]** Für eine Auflösung von  $1 \cdot 1 \text{ cm}^2$  über  $32 \cdot 32 \text{ cm}^2$  in einer Bestrahlungsebene werden  $32 \cdot 32$  erste Absorbererelemente **3** benötigt. Bei einem geometrischen Abstandsverhältnis Kollimator **1** – Quelle **7** zu Objekt – Quelle **7** von 1:3 sind die Durchmesser der ersten Absorbererelemente ca. 3 mm. Es werden für eine gute Absorption etwa 10 cm lange erste Absorbererelemente **3** benötigt.

**[0039]** [Fig. 4](#) zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform. Vergrößert ist ein Ausschnitt aus einem Strahlenkollimator **1** mit gekrümmter Oberfläche dargestellt, der im Strahlenfeld **8** einer Strahlungsquelle **7** angeordnet ist. Aufgabe des Kollimators **1** ist es, die Strahlung zu begrenzen und zu modulieren sowie zu schwächen. Dazu bildet der Kollimator **1** eine zweidimensionale Apertur, welche durch den Gegenstand der Erfindung moduliert werden kann. Der Strahlenkollimator **1** umfasst einen Träger **6** mit einer Vielzahl von Absorberkanälen **2**, die auf den Brennpunkt der Strahlungsquelle **7** ausgerichtet sind und eine Richtung Strahlungsquelle sich verjüngende Form aufweisen. Die Absorberkanäle **2** werden durch Stege **5** im Träger **6** begrenzt bzw. gebildet. Zweite Absorbererelemente **4**, die in etwa nur den halben Querschnitt des Absorberkanals **2** ausfüllen, sind in den Absorberkanälen **2** fest angeordnet. Bewegliche erste Absorbererelemente **3** sind hinter den zweiten Absorbererelementen **4** angeordnet. Sie füllen etwa nur die Hälfte des Querschnitts des Absorberkanals **2**. Die ersten und zweiten Absorbererelemente **3**, **4** besitzen die Form eines Pyramidenstumpfs.

**[0040]** In einer ersten Position (siehe Darstellung im linken und rechten Absorberkanal **2**) wird die Strahlung nahezu vollständig durch das erste Absorbererelement **3** geblockt, während in einer zweiten Position (siehe Darstellung in den beiden mittleren Absorberkanälen **2**) Strahlung von der Strahlungsquelle **7** zu einem Objekt gelangen kann. Durch stufenloses Verschieben der ersten Absorbererelemente **3** kann die Apertur einfach moduliert werden.

**[0041]** [Fig. 5](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Teil eines Strahlenkollimators **1** aus [Fig. 4](#). Durch Stege **5** in einem Träger **6** werden Absorberkanäle **2** gebildet, in denen erste Absorbererelemente **3** beweglich gelagert sind. Zusätzlich sind zweite Absorbererelemente **4** fest in den Kanälen **2** angeordnet. Durch Verschieben

der ersten Absorberelemente **3** werden die Öffnungen der Absorberkanäle **2** frei, so dass Strahlung die ersten Absorberelemente **3** passieren kann. In [Fig. 5](#) sind erste Absorberelemente **3** in unterschiedlichen Positionen dargestellt. Die ersten und zweiten Absorberelemente **3**, **4** können pyramidenstumpfförmig oder in Form eines Kegelstumpfssegments ausgeführt sein.

**[0042]** [Fig. 6](#) zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform. Vergrößert ist ein Ausschnitt aus einem Strahlenkollimator **1** mit gekrümmter Oberfläche dargestellt, der im Strahlenfeld **8** einer Strahlenquelle **7** angeordnet ist. Aufgabe des Kollimators **1** ist es, die Strahlung zu begrenzen und zu modulieren sowie zu schwächen. Dazu bildet der Kollimator **1** eine zweidimensionale Apertur, welche durch den Gegenstand der Erfindung moduliert werden kann. Der Strahlenkollimator **1** umfasst einen Träger **6** mit einer Vielzahl von Absorberkanälen **2**, die auf den Brennpunkt der Strahlenquelle **7** ausgerichtet sind und eine Richtung Strahlenquelle **7** sich verjüngende Form aufweisen. Die Absorberkanäle **2** werden durch Stege **5** im Träger **6** begrenzt bzw. gebildet. Zweite Absorberelemente **4** in Form eines halben Kegelstumpfs, die in etwa nur den halben Querschnitt der Absorberkanäle **2** ausfüllen, sind in den Absorberkanälen **2** fest angeordnet. Bewegliche erste Absorberelemente **3**, ebenfalls in Form eines halben Kegelstumpfs, sind hinter den zweiten Absorberelementen **4** angeordnet. Sie füllen etwa nur die Hälfte des Querschnitts des Absorberkanals **2** aus. In einer ersten Position (siehe Darstellung im linken und rechten Absorberkanal **2**) wird die Strahlung **8** nahezu vollständig durch das erste Absorberelement **3** geblockt während in einer zweiten Position (siehe Darstellung in den beiden mittleren Absorberkanälen **2**) Strahlung **8** von der Strahlenquelle **7** zu einem Objekt gelangen kann. Durch stufenloses Drehen der ersten Absorberelemente **3** um die Drehachse **9** wird das erste Absorberelement **3** aus der Strahlung „ausgedreht“ und somit kann die Apertur einfach moduliert werden.

**[0043]** [Fig. 7](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Teil eines Strahlenkollimators **1** gemäß [Fig. 6](#). Durch Stege **5** in einem Träger **6** werden Absorberkanäle **2** gebildet, in denen erste Absorberelemente **3** um eine Drehachse **9** drehbar gelagert sind. Zusätzlich sind zweite Absorberelemente **4** fest in den Kanälen **2** angeordnet. Durch Drehen der ersten Absorberelemente **3** um die Drehachsen **9** werden die Öffnungen der Absorberkanäle **2** größer, so dass Strahlung die ersten Absorberelemente **3** passieren kann. In [Fig. 7](#) sind die ersten Absorberelemente **3** in unterschiedlichen Positionen dargestellt. Die ersten und zweiten Absorberelemente **3**, **4** sind in Form eines Kegelstumpfssegments ausgeführt.

**[0044]** [Fig. 8](#) zeigt perspektivisch die Ausführungs-

form der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#). In einem Träger **6** eines Strahlenkollimators **1** befindet sich eine Vielzahl von durchgehenden, konisch verlaufenden Absorberkanälen **2**, welche möglichst eng gepackt sind. Die Absorberkanäle **2** bilden eine zweidimensionale Apertur **11**, die modulierbar ist, indem eine Strahlung **8** von einer Strahlungsquelle **7** durchgelassen oder geblockt wird. Dazu befinden sich in den Absorberkanälen **2** entlang einer Drehachse **9** drehbar gelagerte erste Absorberelemente **3**. Sie haben die Form eines halben Kegelstumpfs und blockieren die Strahlung **8** in einer ersten Position und lassen in mindestens einer zweiten Position die Strahlung **8** zumindest teilweise passieren. Als Gegenstück befindet sich vor dem ersten Absorberelement **3** ein gleich geformtes, feststehendes zweites Absorberelement **4** im Absorberkanal **2**. Somit kann der zugeordnete Raumwinkelbereich vollständig abgedeckt (= keine Strahlung) oder bis zu 50% freigegeben werden. Im Wesentlichen bewegt sich das erste Absorberelement **3** in und aus dem Schatten des zweiten Absorberelements **4**. Durch mehrere drehbare, hintereinander angeordnete, kleinere erste Absorberelemente **3** kann eine mehr als 50 prozentige Öffnung des Absorberkanals **2** erreicht werden. Die sehr geringe erforderliche Rotation der ersten Absorberelemente **3** für volle Modulation der Öffnungen der Absorberkanäle **2** erlaubt sehr hohe Modulationsgeschwindigkeiten. Hinter dem Strahlenkollimator **1** steht ein Einbauräum für die Aktuatoren, beispielsweise elektromagnetische, piezoelektrische oder pneumatische, zur Verfügung.

**[0045]** Der Schatten der ersten Absorberelemente **3** hat eine zusätzliche positive Wirkung, da er eine Reduktion der Oberflächendosis ohne Nachteil für die Tiefenwirkung bewirkt (sogenannte „Siebstrahlung“).

**[0046]** Für eine Auflösung von 1·1 cm<sup>2</sup> über 32·32 cm<sup>2</sup> in einer Bestrahlungsebene werden 32·32 erste Absorberelemente **3** benötigt. Bei einem geometrischen Abstandsverhältnis Kollimator **1** – Quelle **7** zu Objekt – Quelle **7** von 1:3 sind die Durchmesser der ersten Absorberelemente ca. 3 mm.

**[0047]** Der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 8](#) beschriebene Strahlenkollimator **1** kann bevorzugt bei Röntgenvorrichtungen für eine Röntgenstrahlentherapie verwendet werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Strahlenkollimator
<b>2</b>	Absorberkanal
<b>3</b>	erstes Absorberelement
<b>4</b>	zweites Absorberelement
<b>5</b>	Steg
<b>6</b>	Träger
<b>7</b>	Strahlenquelle

- 8 Strahlung
- 9 Drehachse
- 10 Hohlstrahl
- 11 Kollimatorapertur

### Patentansprüche

1. Strahlenkollimator (1), der zwischen einer Strahlung (8) abgebenden Strahlenquelle (7) und einem Objekt anordenbar ist, mit nebeneinander angeordneten Absorberkanälen (2), die eine matrixförmige, zweidimensionale Kollimatorapertur (11) bilden, und mit mindestens einem in dem Absorberkanal (2) angeordneten ersten Absorberelement (3), wobei das erste Absorberelement (3) in einer ersten Position die Strahlung (8) blockiert und in mindestens einer zweiten Position die Strahlung (8) zumindest teilweise durch den Absorberkanal (2) lässt, gekennzeichnet durch:  
stabförmige erste Absorberelemente (3), die im Absorberkanal (2) durch eine Drehung um ihre Längsachse (9) und/oder durch eine Längsverschiebung und/oder durch eine Querverschiebung von der ersten in die mindestens eine zweite Position verfahrbar sind.

2. Strahlenkollimator (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch Bewegen des ersten Absorberelements (3) in Strahlungsrichtung Strahlung (8) durch den Absorberkanal (2) an dem ersten Absorberelement (3) vorbei zum Objekt gelangen kann.

3. Strahlenkollimator (1) nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch:  
ein pyramidenstumpfförmiges oder kegelstumpfförmiges erstes Absorberelement (3).

4. Strahlenkollimator (1) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch:  
mindestens ein in dem Absorberkanal (2) hinter und/oder vor dem ersten Absorberelement (3) fest angeordnetes zweites Absorberelement (4), wobei die Lage des ersten und zweiten Absorberelements (3, 4) zueinander derart veränderbar ist, dass in der mindestens einen zweiten Position Strahlung (8) durch den Absorberkanal (2) gelangen kann.

5. Strahlenkollimator (1) nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch:  
zueinander verschiebbar angeordnete, pyramidenstumpfförmige erste und zweite Absorberelemente (3, 4).

6. Strahlenkollimator (1) nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch:  
zueinander verdrehbar angeordnete, kegelstumpfförmige erste und zweite Absorberelemente (3, 4).

7. Strahlenkollimator (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollimatorapertur (11) die Form einer Teilfläche einer Kugeloberfläche aufweist, die als Mittelpunkt einen Brennpunkt der Strahlenquelle (7) besitzt.

8. Strahlenkollimator (1) nach einem der vorigen Ansprüche, gekennzeichnet durch:  
in Richtung der Strahlenquelle (7) sich verjüngende Absorberkanäle (2) sowie sich verjüngende erste und zweite Absorberelemente (3, 4).

9. Strahlenkollimator (1) nach einem der vorigen Ansprüche, wobei der Strahlenkollimator (1) ein Röntgenkollimator und die Strahlung (8) Röntgenstrahlung ist.

10. Verwendung des Strahlenkollimators (1) nach Anspruch 10 in einer Röntgentherapievorrichtung.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

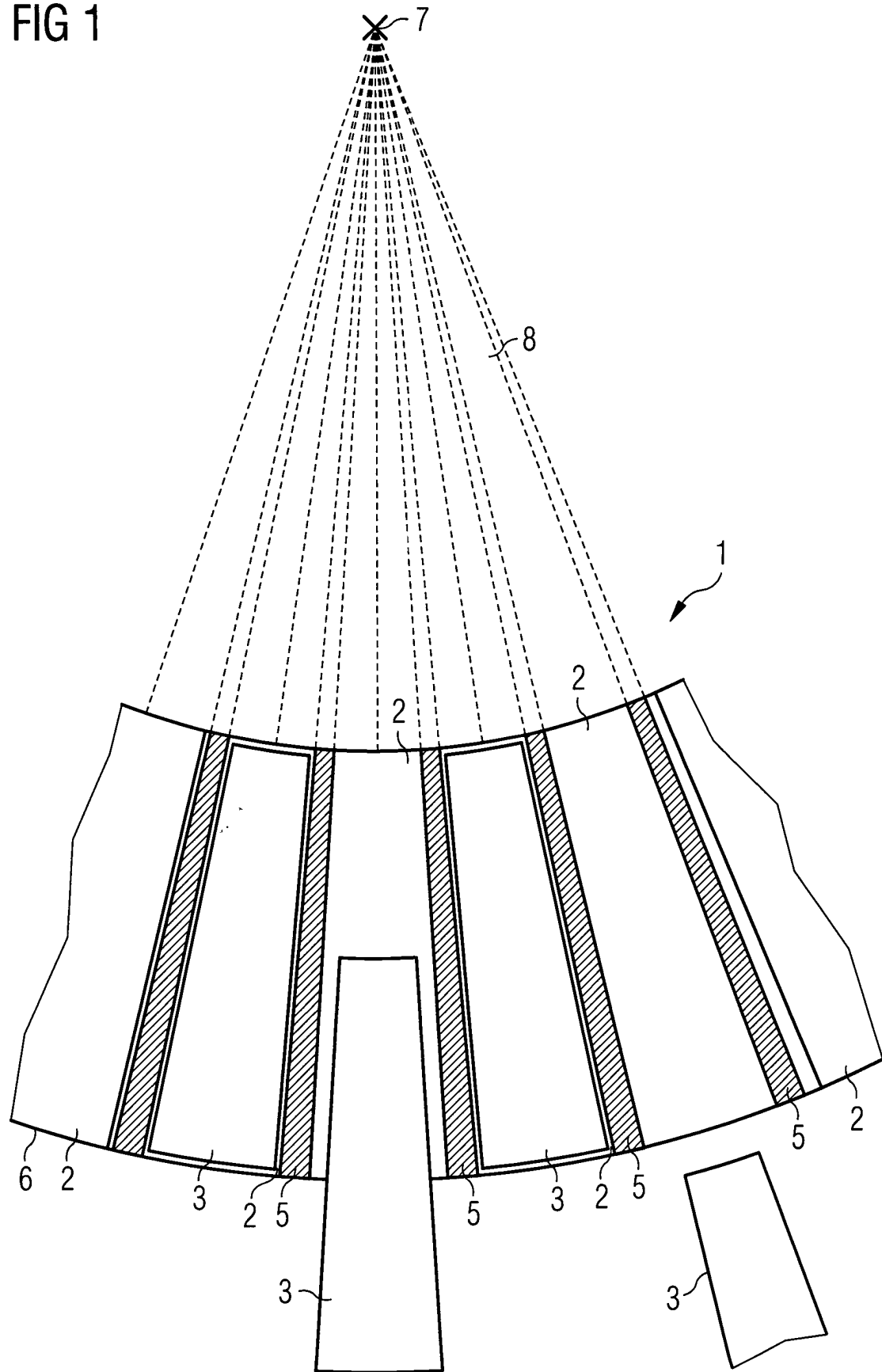
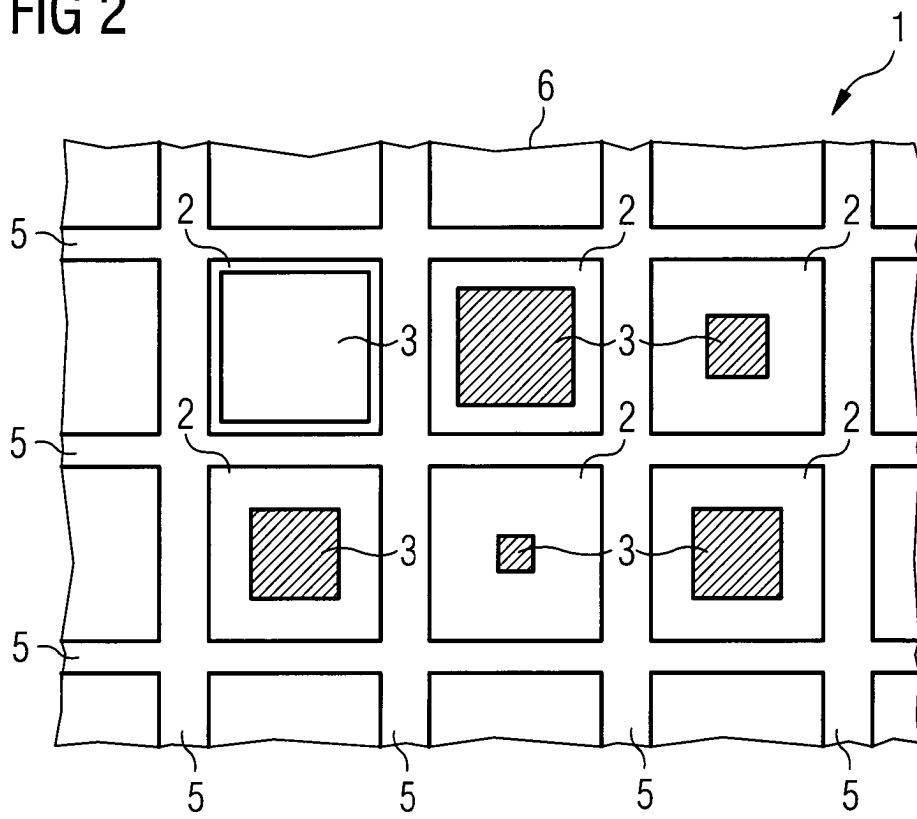


FIG 2





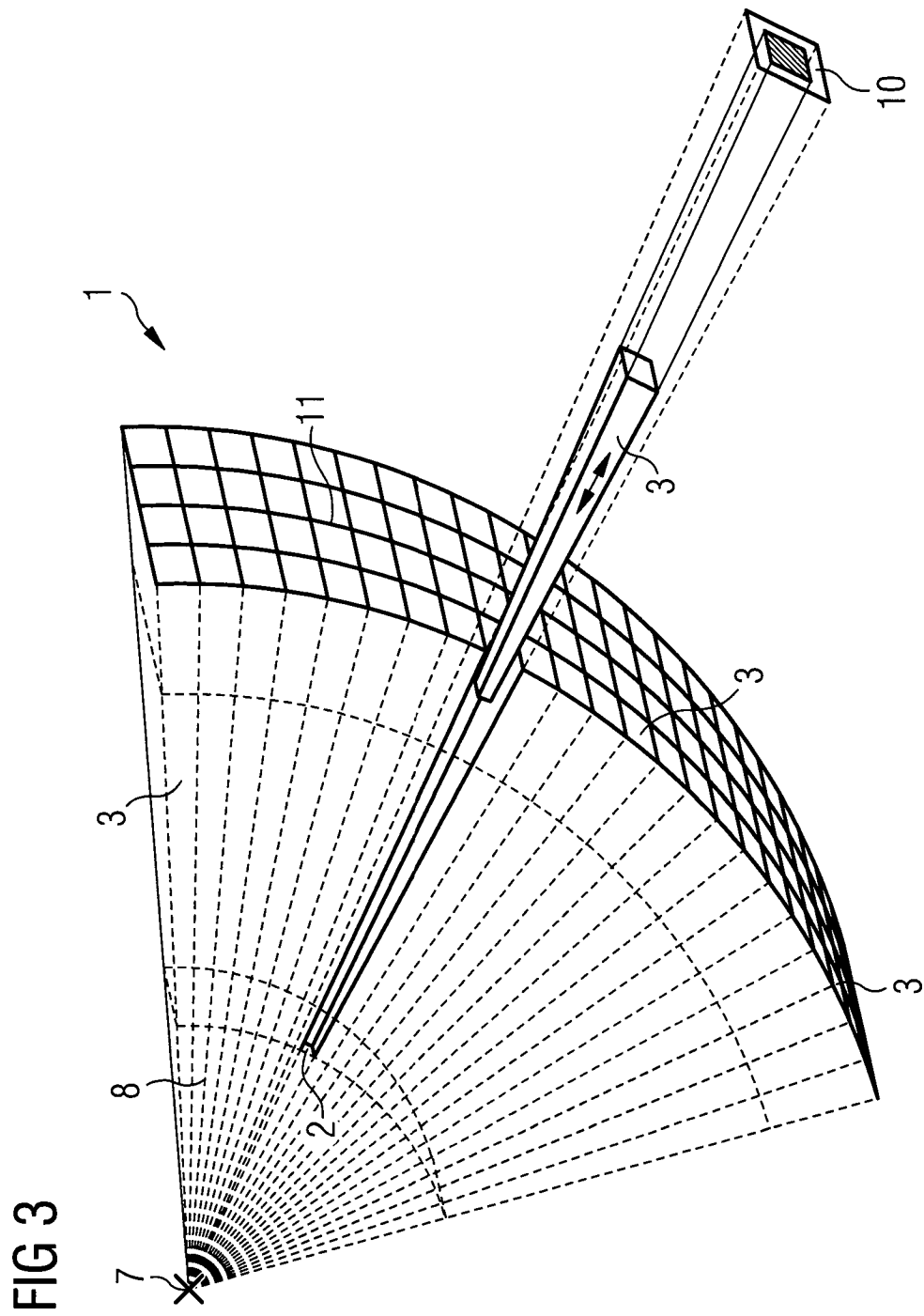


FIG 4

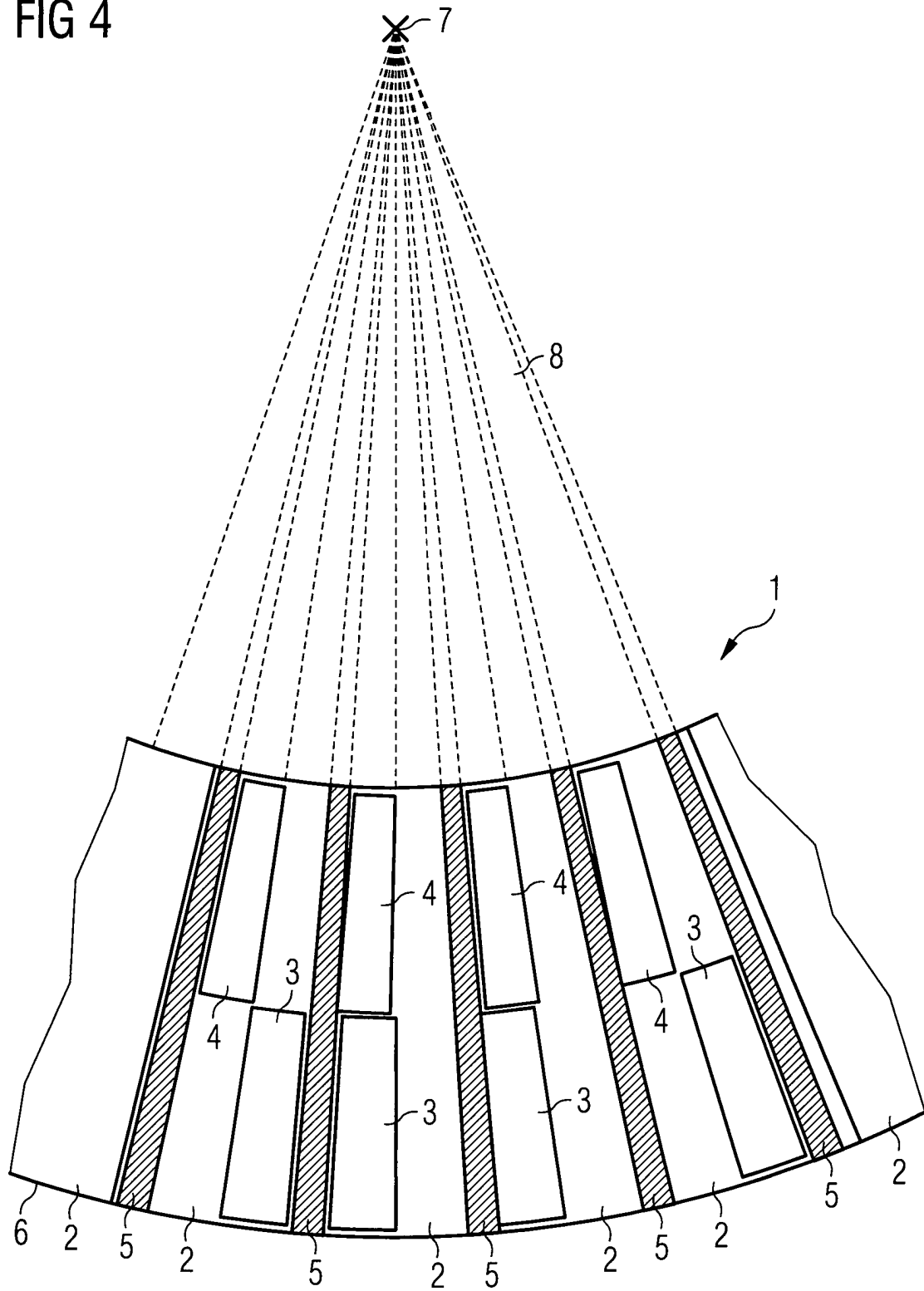


FIG 5

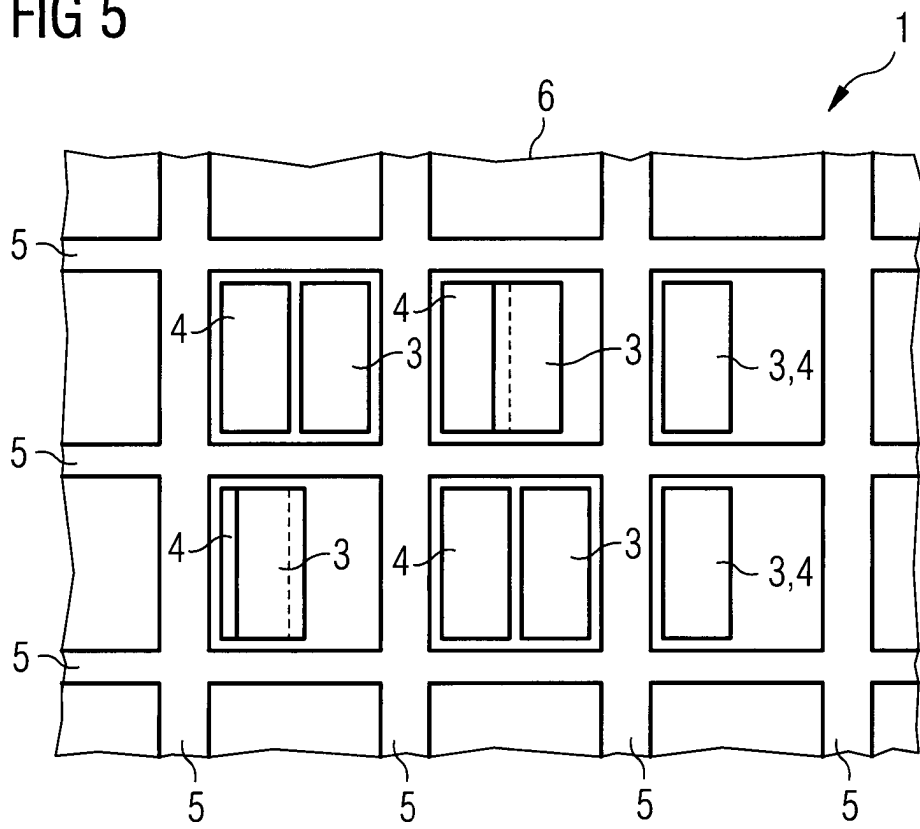


FIG 6

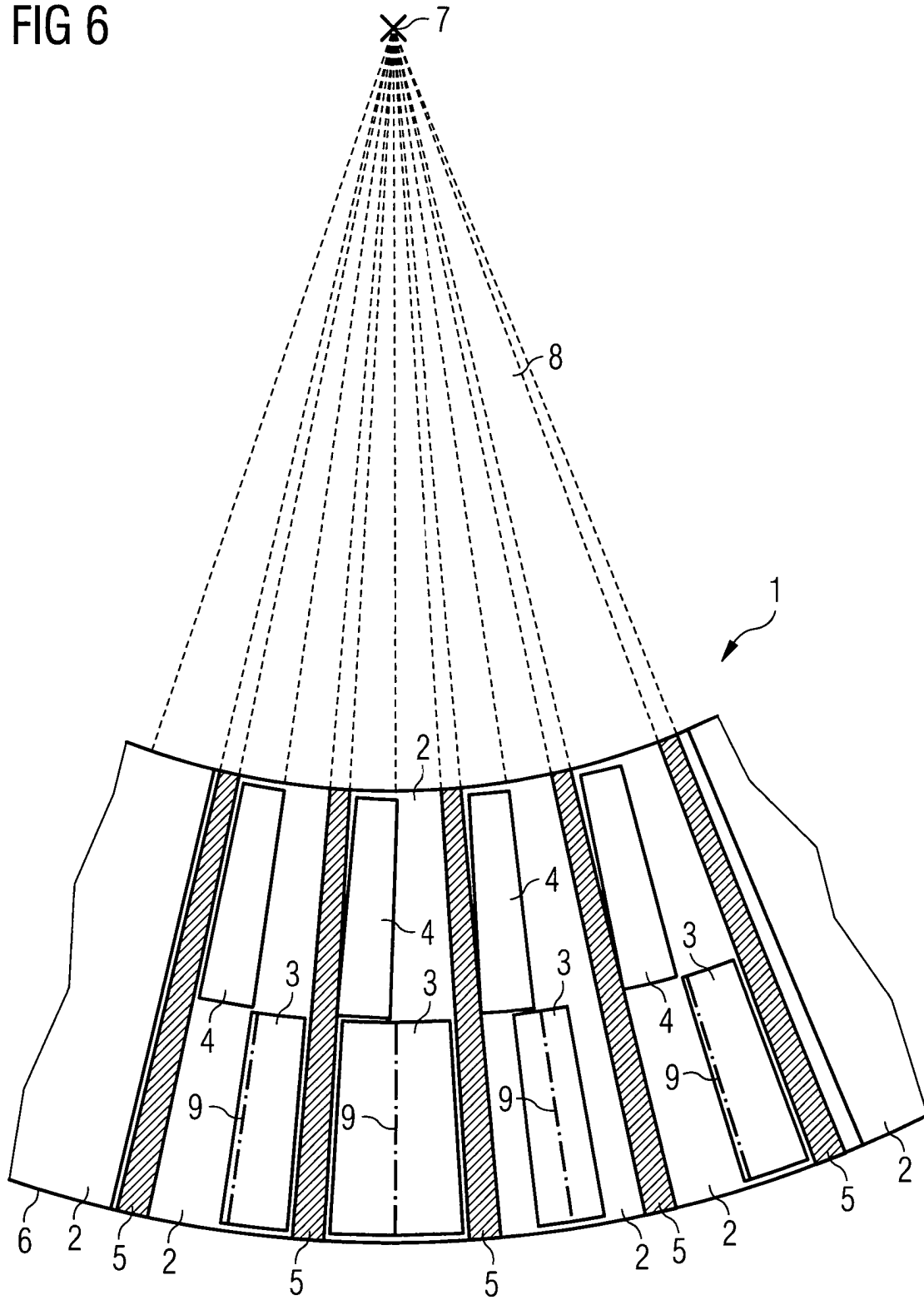


FIG 7

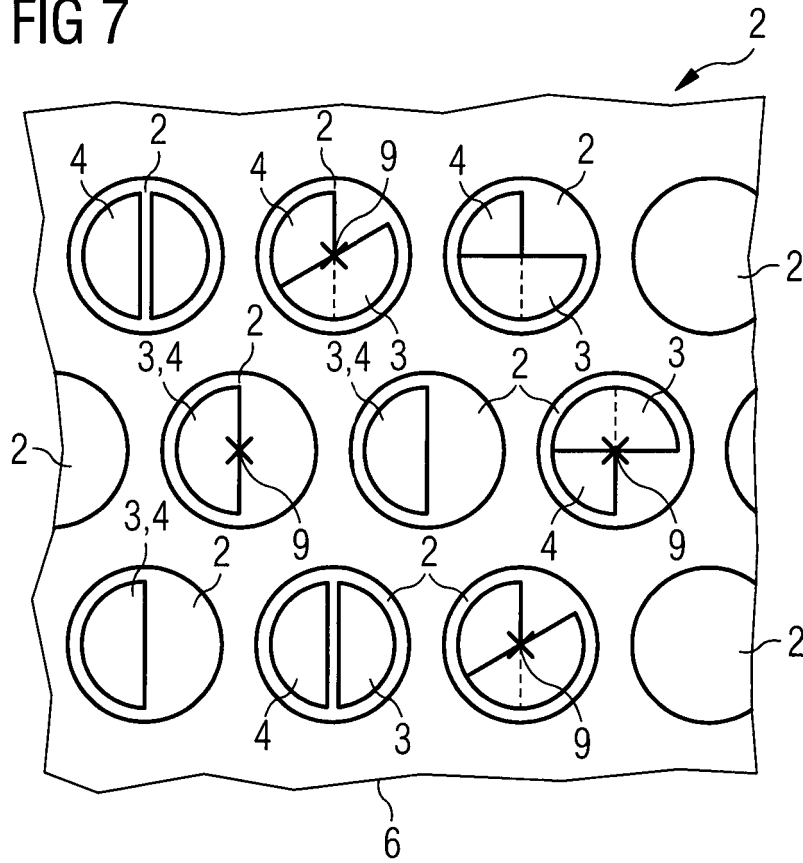


FIG 8

