



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2006 024 972 B4 2008.08.21**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 024 972.0**  
 (22) Anmeldetag: **29.05.2006**  
 (43) Offenlegungstag: **13.12.2007**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **21.08.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01T 7/00 (2006.01)**  
**F28D 21/00 (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).

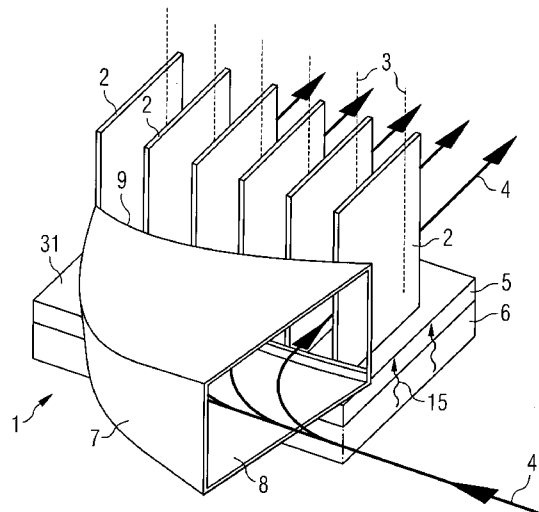
(73) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Heismann, Björn, Dr., 91052 Erlangen, DE; Müller, Gunter, Dr., 90427 Nürnberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE10 2004 055752 A1**  
**US 46 96 167 A**  
**WO 03/0 46 610 A1**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Kühlung eines Röntgenstrahlungsdetektors und Kühlsystem für eine Strahlungsdetektoranordnung**

(57) Hauptanspruch: Kühlvorrichtung für einen Strahlungsdetektor (1) mit einer Detektorfläche (31) und mehreren in Richtung einer Röntgenstrahlung (3) vor der Detektorfläche (31) angeordneten Kollimatorblechen (2), und mit einer Lufteinleitvorrichtung (7, 7'), welche so ausgebildet ist, dass zur Kühlung des Strahlungsdetektors (1) ein Raum zwischen den Kollimatorblechen (2) mit Kühlluft beaufschlagt wird, wobei die Lufteinleitvorrichtung eine Einströmöffnung (8) zur Aufnahme von Kühlluft, und eine Anströmöffnung (9) zur Abgabe von Kühlluft in den Raum zwischen den Kollimatorblechen umfasst dadurch gekennzeichnet, dass die Lufteinleitvorrichtung (7, 7') des weiteren einen gekrümmten Abschnitt umfasst, mittels welchem zumindest ein Teil eines die Einströmöffnung (8) beaufschlagenden Kühlluftstroms (4, 19) von der Einströmöffnung (8) zur Anströmöffnung (9) umgelenkt wird, so dass eine Strömungsrichtung des Kühlluftstroms innerhalb der Einströmöffnung von der Strömungsrichtung des Kühlluftstroms innerhalb der Anströmöffnung verschieden ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung für einen Röntgenstrahlungsdetektor und ein Kühlsystem für eine Röntgenstrahlungsdetektoranordnung. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Computertomographie-Anlage mit einem derartigen Kühlsystem.

**[0002]** In der medizinischen Praxis nehmen die bildgebenden Systeme eine wichtige Rolle bei der Untersuchung von Patienten ein. Die von den bildgebenden Systemen erzeugten Darstellungen der inneren Organe und Strukturen des Patienten werden zur Diagnose von Krankheiten, zur Planung von Operationen, bei der Durchführung von Operationen oder auch zur Vorbereitung von therapeutischen Maßnahmen angewandt. Neben Systemen, die Patientenbilddaten durch Anwendung von Magnetfeldern (z. B. Magnetresonanztomographen) oder mit Hilfe von Ultraschallwellen erzeugen, sind bildgebende Systeme, welche Röntgenstrahlung einsetzen, von besonderer Bedeutung. Zu diesen Systemen zählen beispielsweise Angiographiegeräte, Mammographiegeräte und speziell Computertomographie-Anlagen.

**[0003]** In einer typischen Anordnung eines auf Röntgenstrahlung basierenden bildgebenden Systems befinden sich eine Röntgenquelle auf einer Seite eines Patienten und ein Röntgenstrahlungsdetektor auf einer gegenüberliegenden Seite des Patienten. Über den Detektor wird bestimmt, wie stark die von der Quelle ausgesandte Röntgenstrahlung beim Durchgang durch den bestrahlten Körperbereich des Patienten abgeschwächt wird. Anhand der räumlichen Abhängigkeit dieser Schwächung können Bilddaten generiert werden. Ein typischer Röntgenstrahlungsdetektor wandelt die Stärke des Röntgenstrahls in ein elektrisches Signal um, welches einem bildverarbeitenden System zugeführt werden kann. Übliche Realisierungen für einen entsprechenden Detektor sind Strahlungskonverter, z. B. sog. Szintillationskristalle, mit einem nachgeschalteten Bildaufnehmer, z. B. einem Photodioden-Array. Im Szintillationskristall bewirkt die eintreffende Röntgenstrahlung aufgrund des Photoeffekts die Entstehung von Lichtimpulsen. Die erzeugten Lichtimpulse werden dann vom Photodioden-Array in elektrische Signale umgewandelt, welche eine Information über die Stärke der Röntgenstrahlung tragen. Beispielsweise könnte die Amplitude eines analogen elektrischen Signals die Stärke der Röntgenstrahlung beschreiben. Darüber hinaus sind inzwischen auch Detektoren mit integrierten Analog-Digital-Wandlern gebräuchlich, welche digitale elektrische Signale zur Beschreibung der Strahlungsstärke ausgeben.

**[0004]** Üblicherweise werden Röntgenstrahlungsdetektoren durch sog. Kollimatoren oder Kollimatorbleche ergänzt, welche in Richtung der Röntgen-

strahlung ausgerichtet sind. Streustrahlen, die von dieser Ausrichtung abweichen, werden von den Kollimatorblechen absorbiert. Damit lassen sich Bildartefakte, die durch Streuung entstehen, reduzieren. Derartige Kollimatorbleche werden beispielsweise aus Blei oder Wolfram hergestellt.

**[0005]** Ein grundsätzliches Problem von Röntgenstrahlungsdetektoren ist es, dass beim Betrieb des Detektors die einzelnen Komponenten Wärme erzeugen, welche die Funktion des Detektors selbst beeinträchtigen oder sogar verhindern kann. Beispielsweise kann sich die Genauigkeit der Analog-Digital-Wandlung bei zu hohen Betriebstemperaturen verschlechtern. Übliche maximal tolerierbare Temperaturen liegen hier bei etwa 60°C.

**[0006]** Dieses grundsätzliche Problem wirkt sich speziell bei Computertomographie-Anlagen aus. Zur Reduktion von Bildaufnahmezeiten und zur Erhöhung der Bildauflösung werden bei Computertomographie-Anlagen Detektorfelder mit einer Vielzahl von Strahlungsdetektoren eingesetzt, die oft gleichzeitig betrieben werden. In neueren Anlagen kann damit in den Detektoren eine Verlustwärmeleistung von durchaus 1000 W auftreten, welche ohne weitere Maßnahmen den Betrieb der Detektoren stark beeinträchtigen oder ausschließen würde. Entsprechend ist es notwendig, die Röntgendetektoren im Betrieb zu kühlen.

**[0007]** Die Verwendung konventioneller Kühlsysteme, wie beispielsweise die Kühlung mit Hilfe einer Kühlflüssigkeit und eines Wärmetauschers, ist aber z. B. für eine Computertomographie-Anlage aufgrund der hohen Anzahl an Detektoren aufwändig und kostengünstig. Darüber hinaus verwenden viele Computertomographie-Anlagen beweglich gelagerte Detektoren, die den Patienten kreisförmig umlaufen. Dies erschwert zusätzlich eine Kühlung mit einer Flüssigkeit.

**[0008]** Eine andere bereits existierende Realisierung der Detektorkühlung in Computertomographie-Anlagen verwendet Ventilatoren, welche eine Luftströmung an der von der Röntgenquelle abgewandten Seite des Detektors bewirken. Die dadurch erzielbare Kühlleistung ist aber für größere Detektoranordnungen unzureichend, da die Wärmeleitwiderstände zu den Wärmequellen im Detektor zu groß sind.

**[0009]** Detektorkühlungen, bei welchen Detektorelemente und/oder elektronische Komponenten des Detektors mit einem Kühlluftstrom beaufschlagt werden sind beispielsweise aus der WO 03/046610 A1, der US 4,969,167 und der nicht vorveröffentlichten DE 10 2004 055 752 A1 bekannt.

**[0010]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfin-

derung, eine Vorrichtung zur Kühlung von Röntgenstrahlungsdetektoren und ein Kühlsystem für ein Strahlungsdetektoranordnung anzugeben, welche sich einfach realisieren lassen und die insbesondere für den Einsatz in Computertomographie-Anlagen geeignet sind.

**[0011]** Diese Aufgabe wird gelöst durch Vorrichtungen mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 12. Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0012]** Eine grundlegende Idee der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung besteht darin, die Kollimatorbleche des Röntgenstrahlungsdetektors, welche an sich der Reduktion von Streustrahlung dienen, zusätzlich für die Kühlung des Röntgenstrahlungsdetektors einzusetzen.

**[0013]** Eine entsprechende Eignung der Kollimatorbleche für eine Kühlung des Detektors ergibt sich dadurch, dass diese meistens aus Materialien bestehen, welche neben ihrer Strahlungsabsorptionseigenschaft auch über eine gute Wärmeleitfähigkeit verfügen. Dies gilt insbesondere für die in der Praxis häufig eingesetzten Kollimatorbleche aus Blei oder Wolfram. Weiterhin besteht zwischen den Kollimatorblechen und den anderen Bestandteilen eines Röntgenstrahlungsdetektors oft ohnehin eine gut wärmeleitende Verbindung, beispielsweise basierend auf einer Verklebung, so dass eine Wärmeabgabe der anderen Detektorbestandteile an die Kollimatorbleche begünstigt wird. Durch das Beaufschlagen des Raums zwischen den Kollimatorblechen mit Kühlluft wird eine Wärmeabgabe von den Kollimatorblechen an die Umgebung unterstützt, so dass sich effektiv eine Kühlung des gesamten Röntgenstrahlungsdetektors ergibt. Dadurch, dass die Kollimatorbleche annähernd parallel zueinander ausgerichtet sind – beispielsweise in der üblichen radialen Ausrichtung auf eine Röntgenquelle – wird die Wirksamkeit der Kühlung begünstigt, da sich eine vorteilhafte laminaire Kühlluftströmung hervorrufen lässt, wie sie beispielsweise auch bei der Kühlung von Halbleiterprozessoren durch die hinlänglich bekannten metallischen Kühlkörper mit lamellenartiger Formgebung auftritt.

**[0014]** Zur Erzeugung des Kühlluftstroms werden die Kollimatorbleche in ihrer Formgebung so ergänzt, dass am Strahlungsdetektor vorbeiströmende Luft auf die Räume zwischen den Kollimatorblechen umgeleitet wird und damit für einen beschleunigten Abtransport der Strahlungsdetektorwärme sorgt.

**[0015]** Gegenüber der Verwendung von Kühlflüssigkeiten, Wärmetauschern oder in den Detektor integrierten Ventilatoren zeichnet sich die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung dadurch aus, dass sie für die Wärmeabführung auf bereits bestehende Eigen-

schaften und Bestandteile von Röntgenstrahlungsdetektoren zurückgreift. Eine entsprechende Realisierung der Kühlvorrichtung ist damit kostengünstig und auch für den Einsatz bei Computertomographie-Anlagen, welche über eine Vielzahl an Detektoren verfügen, geeignet. Weiterhin kann die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung ohne wesentlichen Zuwachs der Gesamtmasse in eine Detektoranordnung integriert werden, so dass sich die dynamischen Eigenschaften von Röntgenanlagen mit bewegten Detektoranordnungen nicht oder nur in tolerierbarem Maße verändern.

**[0016]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Kühlvorrichtung sind die Kollimatorbleche so ausgebildet, dass der Kühlluftstrom zwischen den Kollimatorblechen durch eine Bewegung des Strahlungsdetektors, beispielsweise durch eine Drehbewegung der Gantry einer Computertomographie-Anlage, erzeugt wird. Unter anderem könnten die oft planaren Kollimatorbleche durch eine schaufelartige Form ergänzt werden, so dass bei einer Bewegung des Detektors Umgebungsluft zwischen die Kollimatorbleche geleitet wird. In ähnlicher Weise kann die Lufteinleitvorrichtung in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung so ausgebildet sein, dass eine Bewegung des Röntgenstrahlungsdetektors den Kühlluftstrom erzeugt.

**[0017]** Die Lufteinleitvorrichtung umschließt einen Hohlraum und besitzt eine Einströmöffnung zur Aufnahme von Kühlluft und eine Anströmöffnung zur Abgabe von Kühlluft in den Raum zwischen den Kollimatorblechen. In vorteilhafter Weise kann dabei die Lufteinleitvorrichtung so ausgebildet sein, dass die an der Einströmöffnung aufgenommene Kühlluft komprimiert bzw. beschleunigt wird. Das heißt, dass die Kühlluft im Vergleich zur Geschwindigkeit an der Einströmöffnung eine relativ hohe Strömungsgeschwindigkeit an der Anströmöffnung aufweist. Durch die höhere Strömungsgeschwindigkeit verbessert sich die Effizienz der Kühlung. Ein Hohlkörper mit zwei Öffnungen und einer trichterartigen Formgebung, wobei die kleinere Öffnung den Kollimatorblechen zugewandt ist, wäre ein Beispiel für eine derartige Lufteinleitvorrichtung.

**[0018]** Da im Allgemeinen ein an der Einströmöffnung aufgenommener Kühlluftstrom nicht notwendigerweise bereits in Richtung der Hauptstreckungsebene der Kollimatorbleche ausgerichtet ist, besitzt die erfindungsgemäße Lufteinleitvorrichtung die Eigenschaft, den Kühlluftstrom umlenken zu können. Das heißt, dass die Lufteinleitvorrichtung so angeordnet und/oder ausgebildet ist, dass die Richtung des Kühlluftstroms innerhalb der Einströmöffnung von der Richtung des Kühlluftstroms innerhalb der Anströmöffnung verschieden ist. Insbesondere für den oben beschriebenen Fall, dass der Kühlluftstrom durch eine Bewegung des Röntgenstrahlungsdetek-

tors erzeugt wird, ist eine derartige Umlenkung besonders vorteilhaft, da damit beispielsweise auch Kühlvorrichtungen ermöglicht werden, bei denen die Bewegung des Strahlungsdetektors in senkrechter Richtung zur Hauptstreckungsebene der Kollimatorbleche erfolgt.

**[0019]** Neben der Einströmöffnung und der Anströmöffnung verfügt die Lufteinleitvorrichtung in einer weiteren Ausgestaltung über eine Weiterströmöffnung zur Weiterleitung von Kühlluft. Die an der Einströmöffnung aufgenommene Kühlluft wird dabei aufgeteilt, so dass ein erster Teil durch die Anströmöffnung in den Raum zwischen den Kollimatorblechen geleitet wird und ein zweiter Teil über die Weiterströmöffnung ausgegeben wird. Dieser zweite Teil kann dann wiederum der Kühlung eines weiteren Strahlungsdetektors oder auch eines anderen Bestandteils einer Röntgenanlage dienen.

**[0020]** Eine Kühlvorrichtung kann des Weiteren eine Luftableitvorrichtung umfassen, die so ausgebildet ist, dass sie wenigstens einen Teil des von der Lufteinleitvorrichtung in den Raum zwischen den Kollimatorblechen eingebrachten Kühlluftstroms aufnimmt. Hiermit kann beispielsweise vorteilhaft verhindert werden, dass die zwischen den Kollimatorblechen aufgenommene Wärme in Bereiche einer Röntgenanlage geleitet wird, die eine Empfindlichkeit gegenüber Wärme aufweisen. Weiterhin kann eine derartige Luftableitvorrichtung die Strömung der Kühlluft zwischen den Kollimatorblechen unterstützen, beispielsweise durch eine Sogwirkung in der Luftableitvorrichtung. Die Sogwirkung könnte u. a. durch eine Bewegung des Strahlungsdetektors oder auch zusätzliche, in die Luftableitvorrichtung integrierte Einrichtungen, wie Ventilatoren oder Pumpen, bewirkt werden. Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Kühlvorrichtung ergibt sich, wenn die Lufteinleitvorrichtung und die Luftableitvorrichtung an gegenüberliegenden Seiten der Kollimatorbleche angeordnet sind.

**[0021]** Neben der dargestellten Erzeugung des Kühlluftstroms durch eine Bewegung des Strahlungsdetektors könnte der Kühlluftstrom auch durch Einrichtungen wie Ventilatoren oder Pumpen erzeugt werden.

**[0022]** Ergänzend zur Einbringung von Kühlluft in den Raum zwischen den Kollimatorblechen kann die Lufteinleitvorrichtung zusätzlich so ausgebildet sein, dass der Bildaufnehmer oder auch weitere am Strahlungsdetektor befindliche Einrichtungen, wie beispielsweise elektronische Schaltkreise, mit Kühlluft beaufschlagt werden. Dadurch lässt sich die Effektivität der Kühlung verbessern, insbesondere deshalb, weil Röntgenstrahlungsdetektoren nicht nur einen Lichtsensor, z. B. Photodioden-Arrays, sondern auch weitere elektronische Schaltkreise, wie Analog-Digi-

tal-Wandler, enthalten, welche Verlustleistung in Form von Wärme abgeben.

**[0023]** Wie eingangs beschrieben, umfassen Röntgenanlagen – und im Speziellen Computertomographie-Anlagen – häufig eine Anordnung von mehreren Strahlungsdetektoren. Diese können zum Beispiel in Form eines sog. Strahlungsdetektorriegels, d. h. nebeneinander in einer Reihe, angeordnet sein. Darüber hinaus werden auch Strahlungsdetektorfelder, also matrixförmige Anordnungen von Röntgenstrahlungsdetektoren, eingesetzt, insbesondere um kurze Untersuchungszeiten zu ermöglichen. Die Kühlvorrichtung kann für derartige Anordnungen von Strahlungsdetektoren insbesondere in Computertomographie-Anlagen vorteilhaft eingesetzt werden. Hierbei weist zumindest ein Teil der Strahlungsdetektoren erfindungsgemäße Kühlvorrichtungen auf, welche den Raum zwischen den Kollimatorblechen der Strahlungsdetektoren innerhalb der Anordnung mit Kühlluft beaufschlagen. In einer matrixförmigen Anordnung der Detektoren kann beispielsweise jeweils der an einem Rand einer Zeile oder Spalte der Matrix liegende Detektor eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung umfassen und so alle Detektoren der betreffenden Zeile oder Spalte mit Kühlluft versorgen. Die Summe der Kühlvorrichtungen in einer Strahlungsdetektoranordnung wird in der Folge unter dem Begriff „Kühlsystem“ geführt. Das erfindungsgemäße Kühlsystem kann so aufgebaut sein, dass die jeweiligen Kühleinrichtungen den Strahlungsdetektoren zugeordnet sind. Dadurch ergibt sich ein modularer Aufbau, was beispielsweise dann von Vorteil ist, wenn mehrere Varianten einer Detektoranordnung, wie unterschiedliche Matrixkonfigurationen, gefertigt werden müssen.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Kühlsystems sind die Lufteinleitvorrichtungen der Kühlvorrichtungen derart angeordnet oder ausgebildet, dass alle Strahlungsdetektoren mit einem Kühlluftstrom mit im Wesentlichen gleicher Stärke beaufschlagt werden. Eine derartige Ausgestaltung der Lufteinleitvorrichtung ist vor allem dann vorteilhaft, wenn der Kühlluftstrom durch eine Bewegung der Detektoranordnung, insbesondere der Drehbewegung einer Detektoranordnung einer Computertomographie-Anlage, hervorgerufen wird, weil dann vermeidbar ist, dass die Detektoren, die sich in Bewegungsrichtung vorne befinden, stärker am Kühlluftstrom partizipieren als die Detektoren, die sich weiter hinten – bezogen auf die Richtung der Bewegung – befinden. Eine nachteilige, stark unterschiedliche Kühlung der einzelnen Detektoren wird entsprechend verhindert.

**[0025]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Kühlsystems kommt ein Kühlluftkanal zur Anwendung, welcher die Lufteinleitvorrichtungen umschließt und diese mit Kühlluft versorgt. Dabei kann

der Kühlluftkanal auch eine Pumpe oder einen Ventilator enthalten, welche den Kühlluftstrom innerhalb des Kühlluftkanals erzeugen.

**[0026]** Weiterhin kann ein Kühlsystem die vorstehend eingeführten, durch eine Weiterströmöffnung ergänzten Kühlvorrichtungen umfassen, wobei zumindest ein Teil der jeweiligen Kühlvorrichtungen so angeordnet ist, dass die Einströmöffnung der Luftleitvorrichtung eines ersten Strahlungsdetektors gegenüber der Weiterströmöffnung der Luftleitvorrichtung eines zweiten, benachbarten Strahlungsdetektors angeordnet ist. Die von der Luftleitvorrichtung des ersten Detektors aufgenommene Kühlluft wird also teilweise an die Luftleitvorrichtung des zweiten Detektors weitergegeben. Entsprechend lassen sich in einer vorteilhaften, modularen Weise mehrere Detektoren nebeneinander anordnen, wobei durch die Luftleitvorrichtungen selbst eine Art Kühlluftkanal gebildet wird.

**[0027]** Die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung und das erfindungsgemäße Kühlsystem lassen sich allgemein in allen Röntgenanlagen, die über Strahlungsdetektoren mit Kollimatorblechen verfügen, einsetzen.

**[0028]** Besonders vorteilhaft ist – wie bereits erwähnt – die Verwendung in Computertomographie-Anlagen, da diese häufig durch eine hohe Zahl an Röntgenstrahlungsdetektoren und damit einen entsprechend hohen Bedarf an einer Ableitung der in den Detektoren entstehenden Wärme gekennzeichnet sind. Bei Computertomographie-Anlagen mit einer statischen Detektoranordnung, also bei Verwendung von sog. „Ringdetektorgeräten“ oder „inversen Fächerstrahlgeräten“, kann der Kühlluftstrom zwischen den Kollimatorblechen beispielsweise durch eine externe Druckluftversorgung, Ventilatoren oder Pumpen erzeugt werden.

**[0029]** Daneben eignet sich das erfindungsgemäße Kühlsystem besonders für die in der Praxis weit verbreiteten Computertomographie-Anlagen, bei denen sich die Strahlungsdetektoranordnung während der Röntgenbildaufnahme bewegt. Dies gilt auch für „Fächerstrahlgeräte“, welche üblicherweise eine sog. „Gantry“ mit einem Trägerring besitzen, welche einen meist kreisförmigen Untersuchungsraum umschließt. Auf dem Trägerring der Gantry befinden sich sowohl die Röntgenquelle als auch die Strahlungsdetektoranordnung. Während der Röntgenbildaufnahme dreht sich die Gantry, das heißt, dass die Strahlungsdetektoranordnung um den Patienten rotiert. Diese anlagenspezifische Drehbewegung kann in vorteilhafter Weise durch das erfindungsgemäße Kühlsystem genutzt werden, um einen Kühlluftstrom zwischen den Kollimatorblechen zur Kühlung der Strahlungsdetektoranordnung zu erzeugen. Gegebenenfalls wird bei diesem Verfahren der Kühlluftstrom umgelenkt oder

umgeleitet, um eine bessere Kühlung der Kollimatorbleche zu erzielen. Die zusätzliche Masse, die der Gantry durch das Kühlsystem hinzugefügt wird, kann aufgrund des relativ einfachen Aufbaus gering gehalten werden, so dass die dynamischen Eigenschaften der Gantry nur wenig beeinflusst werden. Weiterhin ist davon auszugehen, dass das Kühlsystem wenig fehleranfällig und damit kostengünstig zu betreiben ist, da auf aufwändige mechanische Einrichtungen, wie Schlauchleitungen, Kühlflüssigkeitspumpen oder Wärmetauscher in vielen Fällen verzichtet werden kann.

**[0030]** Die Kühlvorrichtung und das Kühlsystem werden im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

**[0031]** Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Strahlungsdetektors mit einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

**[0032]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kühlsystems für eine Strahlungsdetektoranordnung,

**[0033]** Fig. 3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kühlsystems mit einem Kühlluftkanal für eine beweglich gelagerte Strahlungsdetektoranordnung mit radial ausgerichteten Kollimatorblechen, und

**[0034]** Fig. 4 einen schematischen Querschnitt durch das Gantry-Gehäuse einer Computertomographie-Anlage.

**[0035]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Strahlungsdetektors **1** mit einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung. Der Strahlungsdetektor **1** besteht dabei aus einem Strahlungskonverter **5**, beispielsweise einem Szintillationskristall, und einem Bildaufnehmer **6**, welcher mit dem Strahlungskonverter **5** verbunden ist. Bei dem Bildaufnehmer **6** kann es sich in einer einfachen Ausführungsform um eine einzelne Photodiode oder eine aus mehreren Photodioden bestehende Matrix handeln. Darüber hinaus ist es denkbar, dass in anderen Ausführungsformen des Bildaufnehmers **6** auch elektrische Schaltkreise zur Selektion einzelner Photodioden oder Analog-Digital-Wandler enthalten sind.

**[0036]** Auf der der eintreffenden Röntgenstrahlung **3** zugewandten Detektorfläche **31** sind mehrere Kollimatorbleche **2** angeordnet. Eine erfindungsgemäße Luftleitvorrichtung **7** nimmt an einer Einströmöffnung **8** einen Kühlluftstrom **4** auf, lenkt den Kühlluftstrom **4** um und gibt diesen über die Anströmöffnung **9** in Richtung der Kollimatorbleche **2** aus. Der Raum zwischen den Kollimatorblechen **2** wird hierbei zu-

mindest teilweise mit dem Kühlluftstrom 4 beaufschlagt. Die Kühlung wird also dadurch erzielt, dass die in dem Strahlungskonverter 5 und dem Bildaufnehmer 6 anfallende Wärme 15 an die Kollimatorbleche 2 weitergeleitet wird, und diese wiederum die Wärme 15 an den Kühlluftstrom 4 abgeben.

**[0037]** Fig. 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung einen Strahlungsdetektor 1 mit wenigen, parallel zueinander angeordneten Kollimatorblechen 2 und einem planaren Strahlungskonverter 5 sowie einem planaren Bildaufnehmer 6. Die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung ist jedoch auch für die oft eingesetzten Strahlungsdetektoren 1 mit bogenförmiger Ausgestaltung des Strahlungskonverters 5 und Bildaufnehmers 6 vorteilhaft anwendbar. Derartige Strahlungsdetektoren 1 kommen in Computertomographie-Anlagen 21 zum Einsatz. Hierbei sind dann die Kollimatorbleche 2 radial in Richtung der Röntgenquelle 25 ausgerichtet. Weiterhin weisen typische Strahlungsdetektoren 1 meist eine höhere Anzahl an Kollimatorblechen 2 auf, um die einzelnen Detektorkanäle voneinander zu trennen. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit sind hier aber nur ein Teil der Kollimatorbleche eingezeichnet.

**[0038]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kühlsystems 33 für eine Strahlungsdetektoranordnung 17, die hier exemplarisch aus drei länglichen Strahlungsdetektoren 1 aufgebaut ist, welche in einer Richtung senkrecht zur Haupterstreckungsebene der Kollimatorbleche 2 nebeneinander angeordnet sind. Die Strahlungsdetektoren 1 sind dabei jeweils durch eine Lufteinleitvorrichtung 7' und eine Luftableitvorrichtung 11 ergänzt. In der gewählten Darstellung stehen die parallel zueinander angeordneten Kollimatorbleche 2 senkrecht auf der Darstellungsebene. Die Kollimatorbleche 2 befinden sich zwischen der Lufteinleitvorrichtung 7' und der Luftableitvorrichtung 11. Ein erster Teil des an der Einströmöffnung 8 einer der Lufteinleitvorrichtungen 7' aufgenommenen Kühlluftstroms 4 wird teilweise über die Anströmöffnung 9 in den Raum zwischen den Kollimatorblechen 2 abgegeben. Der verbleibende zweite Teil des aufgenommenen Kühlluftstroms 4 dagegen wird über die Weiterströmöffnung 10 an die Lufteinleitvorrichtung 7' eines benachbarten Strahlungsdetektors 1 weitergegeben. Die miteinander verbundenen Lufteinleitvorrichtungen 7' bilden also eine Art Kühlluftkanal, über den der Kühlluftstrom 4 auf die einzelnen Strahlungsdetektoren 1 verteilt wird. In ähnlicher Weise sind die Luftableitvorrichtungen 11 angeordnet. Der zwischen den Kollimatorblechen 2 erwärmte Kühlluftstrom 4 wird von Abströmöffnungen 12 aufgenommen, gegebenenfalls über eine Weiterströmöffnung 13 weitergeleitet und über eine Ausströmöffnung 14 ausgegeben. Die dargestellte Ausführungsform des Kühlsystems 33 zeichnet sich durch ihren modularen Aufbau aus, das heißt, es ist keine spezifische Anpassung an

eine bestimmte Anzahl enthaltener Strahlungsdetektoren 1 notwendig.

**[0039]** Die Strahlungsdetektoranordnung 17 kann mehrere in Richtung der Haupterstreckungsebene der Kollimatorbleche 2 nebeneinander angeordnete Strahlungsdetektoren 1 umfassen. Der Kühlluftstrom 4 zwischen den Kollimatorblechen 2 kann durch einen Ventilator erzeugt werden. Dabei ist es nicht zwingend, dass jeder Strahlungsdetektor 1 über einen entsprechenden Ventilator verfügt. Durch die lamellenartige Anordnung der Kollimatorbleche 2 kann in vorteilhafter Weise die Weiterleitung des Kühlluftstroms 4 von einem näher am Ventilator gelegenen Strahlungsdetektor 1 zu einem benachbarten, weiter entfernt liegenden Strahlungsdetektor 1 unterstützt werden.

**[0040]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kühlsystems 33' mit einem Kühlluftkanal 16 für eine beweglich gelagerte Strahlungsdetektoranordnung 17, welche durch radial ausgerichtete Kollimatorbleche 2 gekennzeichnet ist. Eine derartige Strahlungsdetektoranordnung 17 ist charakteristisch für die vorstehend beschriebene Klasse der „Fächerstrahlgeräte“ unter den Computertomographie-Anlagen 21. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind auch in Fig. 3 nur relativ wenige Kollimatorbleche 2 dargestellt. Derzeit übliche Strahlungsdetektoranordnungen 17 können mehrere hundert Kollimatorbleche 2 besitzen, um die einzelnen Detektorkanäle voneinander zu trennen. Der Abstand zwischen den Kollimatorblechen kann dann z. B. nur ca. 1 mm betragen.

**[0041]** Fig. 4 zeigt einen schematischen Querschnitt durch das in einem Gantry-Fuß 22 über koaxiale Lager 20 schwenkbar gelagerte Gantry-Gehäuse 23 einer entsprechenden, in der medizinischen Praxis vielfach auftretenden Ausprägung einer Computertomographie-Anlage 21. Der drehbar gelagerte Trägerring 28 der Gantry 24 umfasst eine Röntgenquelle 25, von der eine Röntgenstrahlung 3 mit fächerartiger Ausrichtung ausgeht. Die der Röntgenquelle 25 radial gegenüberliegende, auf dem Trägerring 28 angeordnete Strahlungsdetektoranordnung 17 empfängt die Röntgenstrahlung 3 nachdem sie den im Untersuchungsraum 26 auf einer Liege 29 befindlichen Patienten P passiert hat. Die Drehbewegung 30 der Gantry 24 erzeugt während einer Röntgenbildaufnahme einen Kühlluftstrom 19 innerhalb des Kühlluftkanals 16. Im Kühlluftkanal 16 befinden sich, in der Fig. 4 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht näher dargestellte Lufteinleitvorrichtungen 7, die den Kühlluftstrom 19 in die Zwischenräume zwischen den Kollimatorblechen 2 umleiten.

**[0042]** Aber auch bei Computertomographie-Anlagen 21 mit statischen Strahlungsdetektoranordnungen 17 lässt sich ein derartiger Kühlluftkanal 16 ver-

wenden, wobei dann der Kühlluftstrom **4, 19** beispielsweise über eine Pumpe oder einen Ventilator **32** bewirkt werden kann.

### Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung für einen Strahlungsdetektor (**1**) mit einer Detektorfläche (**31**) und mehreren in Richtung einer Röntgenstrahlung (**3**) vor der Detektorfläche (**31**) angeordneten Kollimatorblechen (**2**), und mit einer Lufteinleitvorrichtung (**7, 7'**), welche so ausgebildet ist, dass zur Kühlung des Strahlungsdetektors (**1**) ein Raum zwischen den Kollimatorblechen (**2**) mit Kühlluft beaufschlagt wird, wobei die Lufteinleitvorrichtung eine Einströmöffnung (**8**) zur Aufnahme von Kühlluft, und eine Anströmöffnung (**9**) zur Abgabe von Kühlluft in den Raum zwischen den Kollimatorblechen umfasst **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lufteinleitvorrichtung (**7, 7'**) des weiteren einen gekrümmten Abschnitt umfasst, mittels welchem zumindest ein Teil eines die Einströmöffnung (**8**) beaufschlagenden Kühlluftstroms (**4, 19**) von der Einströmöffnung (**8**) zur Anströmöffnung (**9**) umgelenkt wird, so dass eine Strömungsrichtung des Kühlluftstroms innerhalb der Einströmöffnung von der Strömungsrichtung des Kühlluftstroms innerhalb der Anströmöffnung verschieden ist.

2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlungsdetektor (**1**) beweglich gelagert ist und dass die Lufteinleitvorrichtung (**7, 7'**) so ausgebildet ist, dass der Kühlluftstrom (**4**) zumindest teilweise durch eine Bewegung des Strahlungsdetektors (**1**) erzeugt wird.

3. Kühlvorrichtung nach der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lufteinleitvorrichtung (**7**) so ausgebildet ist, dass die aufgenommene Kühlluft komprimiert und/oder beschleunigt wird.

4. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lufteinleitvorrichtung (**7'**) eine Weiterströmöffnung (**10**) zur Weiterleitung des Kühlluftstroms (**4**) umfasst, so dass ein erster Teil der über die Einströmöffnung (**8**) aufgenommenen Kühlluft durch die Anströmöffnung (**9**) in den Raum zwischen den Kollimatorblechen (**2**) geleitet wird und ein zweiter Teil über die Weiterströmöffnung (**10**) ausgegeben wird.

5. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Luftableitvorrichtung (**11**), die so ausgebildet ist, dass sie wenigstens einen Teil des von der Lufteinleitvorrichtung (**7'**) in den Raum zwischen den Kollimatorblechen (**2**) eingebrachten Kühlluftstroms (**4**) aufnimmt.

6. Kühlvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lufteinleitvorrichtung (**7'**) und die Luftableitvorrichtung (**11**) an gegenüberliegenden

Seiten der Kollimatorbleche (**2**) angeordnet sind.

7. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lufteinleitvorrichtung (**7''**) wenigstens einen Ventilator (**32**) und/oder eine Pumpe umfasst.

8. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlungsdetektor (**1**) einen den Kollimatorblechen (**2**) benachbart angeordneten Strahlungskonverter (**5**) und einen Bildaufnehmer (**6**) umfasst, welcher auf der den Kollimatorblechen (**2**) abgewandten Seite des Strahlungskonverters (**5**) angeordnet ist, und dass die Lufteinleitvorrichtung (**7, 7', 7''**) so ausgebildet ist, dass sie auch den Bildaufnehmer (**6**) zumindest teilweise mit einem Kühlluftstrom (**4**) beaufschlagt.

9. Kühlsystem (**33, 33', 33''**) für eine Strahlungsdetektoranordnung (**17**) mit mehreren, nebeneinander angeordneten Strahlungsdetektoren (**1**), wobei das Kühlsystem (**33**) mehrere, den einzelnen Strahlungsdetektoren (**1**) zugeordnete Kühlvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.

10. Kühlsystem (**33, 33', 33''**) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lufteinleitvorrichtungen (**7, 7', 7''**) der Kühlvorrichtungen derart angeordnet und/oder ausgebildet sind, dass alle Strahlungsdetektoren (**1**) mit einem Kühlluftstrom (**4**) mit im Wesentlichen gleicher Stärke beaufschlagt werden.

11. Kühlsystem (**33'**) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kühlluftkanal (**16**) die Lufteinleitvorrichtungen (**7, 7', 7''**) der Strahlungsdetektoren (**1**) umschließt.

12. Kühlsystem (**33'**) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlluftkanal (**16**) mindestens einen Ventilator und/oder eine Pumpe umfasst, um einen Kühlluftstrom (**19**) innerhalb des Kühlluftkanals (**16**) zu erzeugen.

13. Kühlsystem (**33**) nach einem der Ansprüche 9 bis 12 mit einer Mehrzahl von Kühlvorrichtungen nach Anspruch 4, die so angeordnet sind, dass zumindest für einen Teil der Strahlungsdetektoren (**1**) die Einströmöffnung (**8**) der Lufteinleitvorrichtung (**7'**) gegenüber der Weiterströmöffnung (**10**) der Lufteinleitvorrichtung (**7**) des benachbarten Strahlungsdetektors (**1**) angeordnet ist.

14. Computertomographie-Anlage (**21**) mit einer Strahlungsdetektoranordnung (**17**) und einem Kühlsystem (**33, 33', 33''**) nach einem der Ansprüche 9 bis 13.

15. Computertomographie-Anlage (**21**) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühl-

system (33') so angeordnet und/oder ausgebildet ist, dass der Kühlluftstrom (4, 19) zumindest teilweise durch eine Drehbewegung (30) der Strahlungsdetektoranordnung (17) erzeugt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



FIG 1

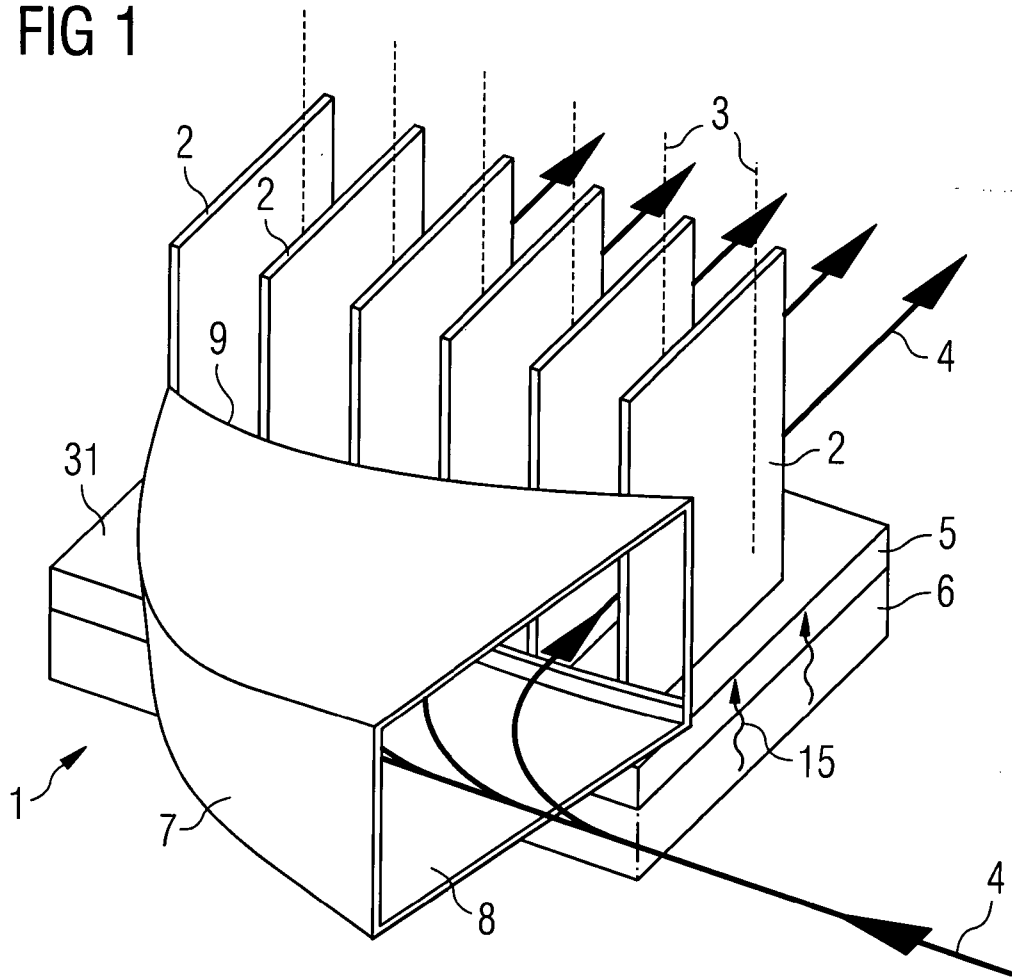


FIG 2

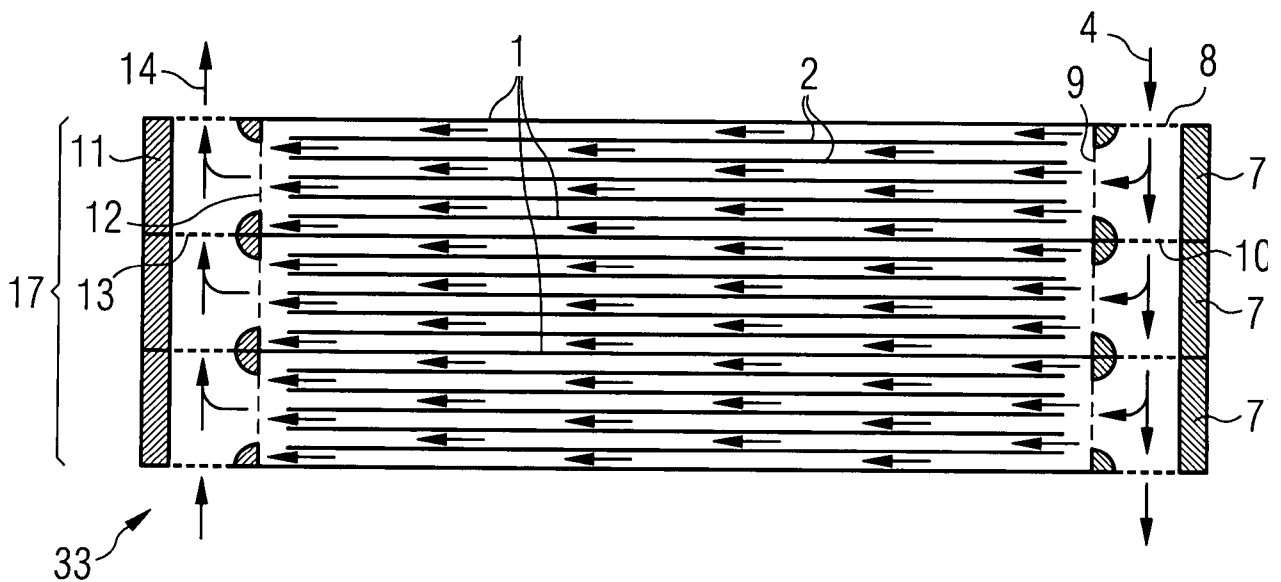


FIG 3

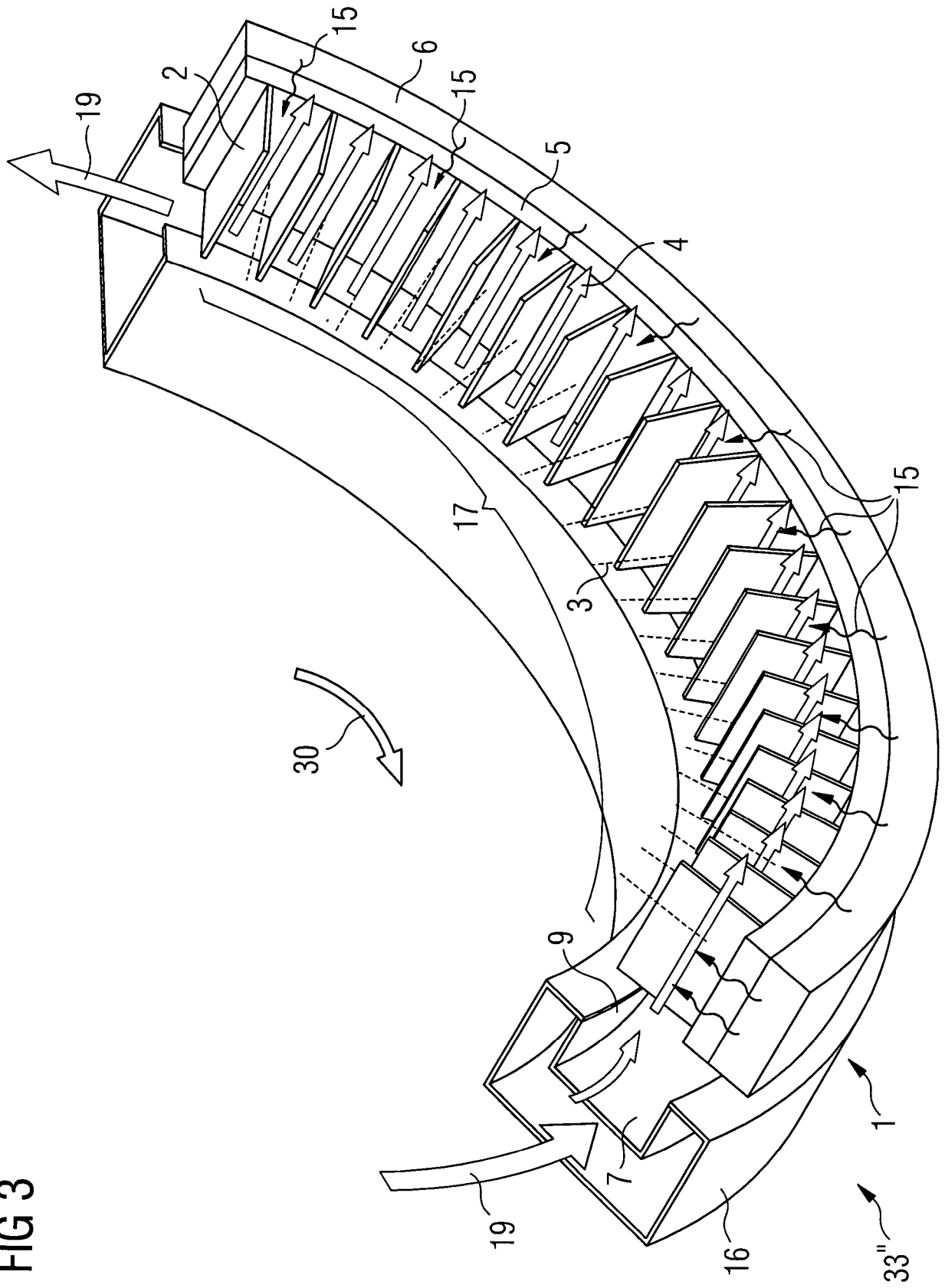


FIG 4

