



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 03 573 T2 2004.05.06**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 218 774 B1**

(51) Int Cl.⁷: **G01T 7/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 03 573.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB00/03697**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 964 408.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/023910**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.09.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **05.04.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.06.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.05.2004**

(30) Unionspriorität:

9922754 27.09.1999 GB

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

**British Nuclear Fuels plc, Warrington, Cheshire,
GB**

(72) Erfinder:

**LIGHTFOOT, Adrian, John, Calderbridge, Cumbria
CA20 1DB, GB; HUGHES, Anthony, Karl,
Calderbridge, Cumbria CA20 1DB, GB**

(74) Vertreter:

U. Ostertag und Kollegen, 70597 Stuttgart

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR UNTERSUCHUNG VON EMISSIONEN RADIOAKTIVER
QUELLEN IN EINER UMGEBUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verbesserungen bei und bezüglich Verfahren und Vorrichtungen zur Untersuchung von Emissionen, und zwar insbesondere, aber nicht ausschließlich, in bezug auf Gammaemissionen.

[0002] Im Rahmen zahlreicher Aufgaben im Zusammenhang mit radioaktiven Materialien ist es wünschenswert, den Ort und den Pegel radioaktiven Materials innerhalb einer Umgebung genau bestimmen zu können. Die Umgebung kann ein Raum oder ein Behälter sein, in dem Prozesse unter Verwendung radioaktiven Materials durchgeführt worden sind und/oder Situationen, bei denen eine Stilllegung erforderlich ist. Um eine effiziente Stilllegung zu ermöglichen und/oder einen Zugang für einen Menschen zu solchen Umgebungen unter geeigneten Bedingungen zu ermöglichen, ist eine genaue Pegel- und Ortsinformation erforderlich.

[0003] Es ist bekannt, einen kollimierten Gammadetektor zur Untersuchung einer Gamma-Kontamination zu verwenden, wie er in der EP 0 542 561 oder W98/52071 erwähnt ist. Um Informationen über die Strahlungsquellen zu erhalten, wird der Detektor so kollimiert, daß sich ein konisches Sichtfeld mit einem Apexwinkel von weniger als 10° ergibt. Dies erfordert für den Kollimator eine beträchtliche Länge. Da außerdem zur Sicherstellung aussagekräftiger Messungen die Zählimpulse, die aus dem Sichtfeld stammen, sehr viel höher sein müssen als die Zählimpulse, die den Kollimator von anderen Richtungen her durchdringen, muß der Kollimator eine beträchtliche Materialdicke, nämlich 50 mm oder mehr, um den Detektor herum aufweisen. Infolgedessen hat allein der Kollimator eine beträchtliche Masse, nämlich 40 kg. Die physikalischen Abmessungen und Eigenschaften, die zum Erreichen eines erfolgreichen Betriebs erforderlich sind, beeinträchtigen oder verhindern daher die Verwendung derartiger Instrumente an Orten, an denen ein Zugang begrenzt ist, z. B. durch die Größe verfügbarer Eintrittsöffnungen. Bei derartigen bekannten Systemen sind deswegen an solchen Orten eigene neue Zugänge erforderlich, oder es werden begrenzte Informationen bezüglich des radioaktiven Materials toleriert.

[0004] Eine der Aufgaben der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Instrument anzugeben, das in der Lage ist, in Umgebungen eingeführt zu werden, bei denen ein Zugang umständlich oder beeinträchtigt ist. Eine der Aufgaben der vorliegenden Erfindung ist es, genaue und detaillierte Informationen bereitzustellen. Eine der Aufgaben der vorliegenden Erfindung ist es, in einer gut handhabbaren Zeitdauer betrieben werden zu können und in der Lage zu sein, solche Ergebnisse zu erzielen.

[0005] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren bereitgestellt zur Untersuchung von Emissionen radioaktiver Quellen in einer Umgebung, wobei das Verfahren umfaßt:

Bereitstellen eines Instruments, wobei das Instrument eine Detektoranordnung aufweist und die Detektoranordnung einen Detektor, vorzugsweise einen einzigen Detektor, umfaßt, welcher ein Signal in Abhängigkeit von einer detektierten Emission erzeugt, wobei der Detektor in einer oder mehreren Richtungen mit einem höheren Grad an Abschirmung gegen Emissionen versehen ist als in einer oder mehreren anderen Richtungen, um das Sichtfeld der Umgebung für den Detektor festzulegen;

Einführen der Detektoranordnung des Instruments in die Umgebung;

dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren ferner umfaßt:

Bereitstellen des Instruments mit einem beweglichen Abschirmelement, welches relativ zu dem Sichtfeld beweglich ist;

Erhalten einer Signalfeldzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor, wobei wenigstens ein Teil der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und wobei das bewegliche Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes liegt und das Ergebnis die Bezugsszahl und/oder Bezugsszählrate für das vorgegebene Sichtfeld bildet;

Erhalten einer Signalfeldzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor für das vorgegebene Sichtfeld, wobei ein Teil des vorgegebenen Sichtfeldes durch das bewegliche Abschirmelement abgedeckt ist und das Ergebnis die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Zählrate bei jenem vorgegebenen Sichtfeld bildet, bei dem der vorgegebene Teil bedeckt ist; wobei bei einem vorgegebenen abgedeckten Teil eines vorgegebenen Sichtfeldes die Bezugsszahl und die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Bezugsszählrate und die Zählrate bei teilweise abgedeckter Sicht zueinander in Bezug gesetzt werden, um eine Information über die Emission, welche von dem vorgegebenen Sichtfeld herrührt, bereitzustellen.

[0006] Die Erfindung kann die Merkmale, Alternativen oder Möglichkeiten beinhalten, die an anderer Stelle in diesem Text dargelegt sind.

[0007] Die Erfindung kann insbesondere ein Erhalten einer Signalfeldzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor enthalten, wobei wenigstens ein Bereich der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und wobei das bewegliche Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes liegt; Bewegen von mindestens einem Teil der Detektoranordnung, um wenigstens einen anderen Bereich der Umgebung in das Sichtfeld zu bringen und eine Signalfeldzahl und/oder Zählrate von dem Detektor für dieses Sichtfeld zu erhalten, wobei das bewegliche Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes liegt; Inbezugsetzen der Zahlen und/oder Zählraten, welche für die zwei oder mehr unterschiedlichen Sichtfelder erhalten wurden, sowie Auswählen eines oder mehrerer Bereiche der Umgebung für eine weitere Untersuchung; und anschließendes Erhalten der Signalfeldzahl und/oder Zählrate, deren Ergebnis die Bezugsszahl und/oder Bezugsszählrate für

das vorgegebene Sichtfeld bildet, sowie Erhalten der Signalzahl und/oder Zählrate, deren Ergebnis die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Zählrate bei jenem vorgegebenen Sichtfeld bildet, bei dem der vorgegebene Teil bedeckt ist.

[0008] Die Erfindung kann ferner vorsehen, daß das Verfahren zur Untersuchung von Emissionen radioaktiver Wellen in einer Umgebung umfaßt:

Erhalten einer Signalzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor, wobei wenigstens ein Bereich der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und wobei das bewegliche Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes liegt;

Bewegen von wenigstens einem Teil der Detektoranordnung, um wenigstens einen anderen Bereich der Umgebung in das Sichtfeld zu bringen und eine Signalzahl und/oder Zählrate von dem Detektor für dieses Sichtfeld zu erhalten, wobei das bewegliche Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes liegt;

Inbezugsetzen der Zahlen und/oder Zählraten, welche für die zwei oder mehr unterschiedlichen Sichtfelder erhalten wurden, sowie Auswählen eines oder mehrerer Bereiche der Umgebung für eine weitere Untersuchung, wobei die weitere Untersuchung gemäß dem oben angegebenen Verfahren durchgeführt wird, nämlich:

Erhalten einer Signalzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor, wobei wenigstens ein Teil eines ausgewählten Bereichs der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und wobei das bewegliche Abschirmelement außerhalb des vorgegebenen Sichtfeldes liegt und das Ergebnis die Bezugzahl und/oder Bezugszählrate für das vorgegebene Sichtfeld bildet;

Erhalten einer Signalzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor für das vorgegebene Sichtfeld, wobei ein Teil des vorgegebenen Sichtfeldes durch das bewegliche Abschirmelement abgedeckt ist und das Ergebnis die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Zählrate bei jenem vorgegebenen Sichtfeld bildet, bei dem der vorgegebene Teil bedeckt ist; wobei bei einem vorgegebenen Sichtfeld und einem vorgegebenen abgedeckten Teil die Bezugzahl und die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Bezugszählrate und die Zählrate bei teilweise abgedeckter Sicht zueinander in Bezug gesetzt werden, um eine Information über die Emission, die von dem vorgegebenen Sichtfeld herrührt, bereitzustellen.

[0009] Vorzugsweise handelt es sich bei dem Verfahren zur Untersuchung von Emissionen um ein Verfahren zur Bestimmung der Lage einer oder mehrerer radioaktiver Quellen in einer Umgebung, die Emissionen erzeugt, und/oder um ein Verfahren zur Bestimmung des Pegels von Emissionen, die von einer oder mehreren radioaktiven Quellen in einer Umgebung herrühren. Das Verfahren kann eine oder beide dieser Messungen für wenigstens einen Teil eines Sichtfeldes während der Messung erzielen. Das Verfahren kann eine oder beide dieser Messungen unter Verwendung eines einzigen Sichtfeldes für das Instrument erzielen. Das Verfahren kann eine oder beide

dieser Messungen durch Abdecken eines nicht-konvergierenden, vorzugsweise eines divergierenden, Teiles des Sichtfeldes erzielen. Das Verfahren kann eine oder beide dieser Messungen durch Abdecken eines einzigen Teiles des Sichtfeldes des Instruments für jede bei teilweise abgedeckter Sicht erhaltene Zahl und/oder Zählrate erzielen.

[0010] Die Emissionen können Alpha- und/oder Beta- und/oder Gamma-Emissionen sein, jedoch handelt es sich vorzugsweise um Gamma-Emissionen.

[0011] Die radioaktiven Quellen können Kernbrennstoffe, bei der Herstellung derselben verwendeten Teile, verbrauchte Kernbrennstoffe, Teile davon, Fusionsprodukte, radioaktiver Abfall, Rückstände oder ähnliches sein.

[0012] Die Umgebung kann ein Raum, eine Kammer, eine Zelle, ein Behälter, ein Container, ein Rohr, ein Kanal, der Kern eines Kernreaktors oder ein Teil davon sein.

[0013] Die Detektoranordnung sorgt vorzugsweise für einen Halt des Detektors, eine Abschirmung des Detektors und ein bewegliches Abschirmelement. Vorzugsweise stellt die Detektoranordnung Mittel bereit für eine Veränderung der Lage des Detektors und/oder der Abschirmung für den Detektor und/oder des beweglichen Abschirmelements. Die Mittel zum Verändern der Lage können eine drehbare Befestigung für den Detektor und/oder für die Abschirmung für den Detektor und/oder für das bewegliche Abschirmelement umfassen. Die drehbare Befestigung oder Befestigungen können eine Drehung um zwei Achsen ermöglichen, die vorzugsweise mit 90° zueinander angeordnet sind. Die Mittel zum Verändern der Lage können ein oder mehrere Antriebsmittel, z. B. Motoren, aufweisen, um die Lage des Detektors und/oder der Abschirmung für den Detektor und/oder des beweglichen Abschirmelements zu verändern. Ein unabhängiges Antriebsmittel kann für jede Drehrichtung vorgesehen sein, und zwar weiter vorzugsweise für jede Drehrichtung sowohl für die Abschirmung für den Detektor als auch für das bewegliche Abschirmelement.

[0014] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Detektoranordnung, die insbesondere für die weiter unten erwähnte erste Detektor/Detektorabschirmung/bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, sind der Detektor und die Detektorabschirmung um eine erste Achse drehbar befestigt, und das bewegliche Abschirmelement ist um eine zweite Achse drehbar befestigt. Es ist bevorzugt, daß diese erste und zweite Achse senkrecht zueinander angeordnet sind. Es ist bevorzugt, daß ein Antriebsmittel, etwa ein Motor, für jede dieser Achsen vorgesehen ist. Es ist bevorzugt, daß die erste Achse im wesentlichen, z. B. $\pm 10^\circ$, vertikal verläuft. Es ist bevorzugt, daß die zweite Achse im wesentlichen, z. B. $\pm 10^\circ$, horizontal verläuft.

[0015] Bei einem weiter bevorzugten Ausführungsbeispiel der Detektoranordnung, die insbesondere für die weiter unten erwähnte zweite Detektor/Detektor-

rabschirmung, bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, sind der Detektor und die Detektorabschirmung um eine erste Achse und eine zweite Achse drehbar befestigt, und das bewegliche Abschirmelement ist um eine erste Achse und eine zweite Achse drehbar befestigt. Vorzugsweise sind die zwei ersten Achsen unabhängig voneinander und/oder die zwei zweiten Achsen sind unabhängig voneinander. Vorzugsweise sind die zwei ersten Achsen und/oder zwei zweiten Achsen parallel zueinander. Vorzugsweise verlaufen die zwei ersten Achsen senkrecht zu den zwei zweiten Achsen.

[0016] Der Detektor ist vorzugsweise ein Gamma-Detektor, z. B. vom Scintillator- oder Halbleiter-Typ. Vorzugsweise werden die von dem Detektor erzeugten Signale an einen Ort außerhalb der Umgebung zur Weiterverarbeitung übermittelt. Es ist bevorzugt, daß ein einziger Detektor innerhalb des Instruments vorgesehen ist. Auf diese Weise ist ein gut festgelegtes Sichtfeld für das Instrument sichergestellt.

[0017] Eine detektierte Emission kann eine Emission sein, die den Detektor von dem Sichtfeld und/oder durch die Abschirmung hindurch erreicht. Vorzugsweise beträgt der Beitrag der detektierten Emissionen aus dem Sichtfeld wenigstens das Fünffache und weiter vorzugsweise wenigstens das Zehnfache des Beitrags der detektierten Emissionen, die durch die Abschirmung für den Detektor gelangen.

[0018] Vorzugsweise wird der höhere Grad an Abschirmung gegen Emissionen in eine oder mehrere Richtungen durch einen Kollimator für den Detektor erzeugt. Die Abschirmung kann aus Blei oder Wolfram bestehen. Vorzugsweise ist der Detektor, abgesehen von der Richtung des Sichtfeldes, mit wenigstens 15 mm und weiter vorzugsweise wenigstens 20 mm Abschirmung zwischen sich und der Umgebung versehen. Vorzugsweise ist der Detektor, abgesehen von der Richtung des Sichtfeldes, mit weniger als 40 mm und insbesondere weniger als 32 mm Abschirmung zwischen sich und der Umgebung versehen. Der Detektor kann mit einer gleichmäßigen Abschirmungsdicke zwischen sich und der Umgebung in alle Richtungen, abgesehen von denen innerhalb des Sichtfeldes, versehen sein. Vorzugsweise ist keine Abschirmung mit Ausnahme des gegebenenfalls vorhandenen beweglichen Abschirmelements zwischen dem Detektor und der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes vorgesehen.

[0019] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das besonders für die weiter unten erwähnte erste Detektor/Detektorabschirmung/bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, kann die Abschirmung ein erstes im wesentlichen planares Element und ein zweites im wesentlichen planares Element mit einem dazwischenliegenden Zwischenraum aufweisen, der zumindest teilweise das Sichtfeld festlegt. Die Flächen der planaren Elemente, die einander gegenüberliegen, verlaufen vorzugsweise parallel zueinander. Die planaren Elemente können von-

einander divergieren, und zwar in die Richtung weg von dem Detektor. Die Außenflächen, die nicht einander gegenüberliegenden Flächen der Abschirmung können Licht-planar in eine oder mehrere Richtungen sein, z. B. eine größerer Dicke in der Nähe des Detektors als weg davon haben. Die Abschirmung kann mit einer Kuppel, einem Vorsprung oder einer anderen Art einer vergrößerten Dicke in der Nähe des Detektors versehen sein, z. B. einer vergrößerten Dicke entlang einer Drehachse des Detektors und/oder einer Drehachse, die durch den Detektor hindurch verläuft. Die Abschirmung kann im wesentlichen ausgebogene Form haben. Vorzugsweise ist der Zwischenraum zwischen dem ersten und dem zweiten Teil durch eine Abschirmung um einen Teil des Detektors herum verschlossen, um wenigstens teilweise das Sichtfeld festzulegen.

[0020] Bei einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel, das insbesondere für die weiter unten erwähnte zweite Detektor/Detektorabschirmung/bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, weist die Abschirmung einen ersten konischen Abschnitt auf. Der erste konische Abschnitt ist vorzugsweise stumpfförmig an dem dem Detektor abgelegenen Ende. Die Abflachung verläuft vorzugsweise senkrecht zu der Achse des konischen Abschnitts. Die Abschirmung kann einen zweiten konischen Abschnitt aufweisen, der an den ersten konischen Abschnitt vorzugsweise anstößt und idealerweise mit einem entsprechenden Durchmesser angrenzt. Vorzugsweise verjüngt sich der zweite konische Abschnitt, und zwar idealerweise weg von dem Detektor und/oder in die entgegengesetzte Richtung zu der Verjüngung des ersten konischen Abschnitts. Der zweite konische Abschnitt ist vorzugsweise an dem dem Detektor abgewandten Ende stumpfförmig. Die Abflachung verläuft vorzugsweise senkrecht zu der Achse des konischen Abschnitts. Der Detektor ist vorzugsweise auf der Achse des konischen Abschnitts oder der konischen Abschnitte vorgesehen. Der Detektor ist vorzugsweise in einer Ebene vorgesehen, die durch den Grenzbereich zwischen den ersten und den zweiten konischen Abschnitten festgelegt ist.

[0021] Der Detektor kann mit einem Sichtfeld versehen sein, das aus weniger als 30% der möglichen Sichtrichtungen besteht, die aus dem Zentrum des Detektors zu der Umgebung führen, und der Grad kann weiter vorzugsweise weniger als 25% oder sogar weniger als 15% betragen. Vorzugsweise beträgt der Grad mehr als 2% und weiter vorzugsweise mehr als 5% oder sogar mehr als 10% der möglichen Sichtrichtungen.

[0022] Das Sichtfeld kann mit einem symmetrischen Querschnitt versehen sein. Das Sichtfeld kann in alle Richtungen symmetrisch, z. B. ein Kegel, sein, oder es kann eine nur eingeschränkte Symmetrie haben, z. B. eine Scheibe.

[0023] Das Sichtfeld hat, insbesondere für ein konisches Sichtfeld, vorzugsweise einen Winkelbereich

von weniger als 90° , weiter vorzugsweise weniger als 60° und idealerweise weniger als 45° . Vorzugsweise hat das Sichtfeld einen Winkelbereich von wenigstens 5° , weiter vorzugsweise von wenigstens 15° , und idealerweise von wenigstens 25° . Ein Winkelbereich zwischen 30° und 40° ist besonders bevorzugt. Der Winkelbereich kann sich auf eine Richtung oder für alle konischen Sichtfelder beziehen.

[0024] Das Sichtfeld, insbesondere für ein scheibenartiges Sichtfeld, hat vorzugsweise einen Winkelbereich in der ersten Richtung zwischen 1° und 15° und weiter vorzugsweise zwischen 2° und 10° und idealerweise zwischen 3° und 8° . Das Sichtfeld in einer zweiten Richtung, wobei die zweite Richtung idealerweise senkrecht zu der ersten Richtung verläuft, kann zwischen 45° und 360° und weiter bevorzugt zwischen 160° und 200° betragen. Vorzugsweise ist der Winkelbereich in der ersten Richtung über den Winkelbereich in der zweiten Richtung hinweg konstant. Auf diese Weise kann eine Scheibe festgelegt werden.

[0025] Vorzugsweise ist das bewegliche Abschirmelement aus dem gleichen Abschirmmaterial hergestellt wie die andere Abschirmung. Vorzugsweise hat das bewegliche Abschirmelement zwischen dem Detektor und der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes eine im wesentlichen gleichförmige Ausdehnung. Vorzugsweise deckt das bewegliche Abschirmelement zwischen 0,5% und 15% des Sichtfeldes und weiter vorzugsweise zwischen 5% und 10% des Sichtfeldes ab.

[0026] Vorzugsweise sind die Mittel zum Erzeugen eines optischen Bildes der Umgebung und insbesondere des Sichtfeldes als ein Teil des beweglichen Abschirmelements ausgeführt. Vorzugsweise sind die Mittel zum Erzeugen des optischen Bildes der Umgebung auf dem beweglichen Abschirmelement befestigt, und zwar idealerweise bezüglich des Detektors auf der Außenseite. Vorzugsweise liegt das Zentrum des Sichtfeldes der Mittel zum Erzeugen eines optischen Bildes der Umgebung auf einer Linie, die von dem Detektor durch die Mitte des beweglichen Abschirmelements projiziert wird. Die Mittel zum Erzeugen des optischen Bildes können eine Videokamera und/oder eine Fotokamera sein. Vorzugsweise wird eine Einzelaufnahme bei der Ergebnisanzeige verwendet.

[0027] Vorzugsweise kann das bewegliche Abschirmelement an einem oder mehreren Orten außerhalb des Sichtfeldes angeordnet sein. Vorzugsweise kann das bewegliche Abschirmelement an mehreren Orten innerhalb des Sichtfeldes angeordnet sein, und weiter vorzugsweise sind Orte über das gesamte Sichtfeld hinweg begünstigt, und idealerweise sind ausreichend viele Orte begünstigt, um das gesamte Sichtfeld vollständig abzudecken.

[0028] Die Detektoranordnung kann in die Umgebung durch Einführen durch eine Öffnung hindurch eingebracht werden. Die Öffnung kann einen kreisförmigen Querschnitt haben. Die Öffnung kann sich

durch eine abgeschirmte Wand in die Umgebung hinein erstrecken. Die Öffnung kann einen maximalen Durchmesser und/oder eine maximale Breite von weniger als 200 mm, weniger als 150 mm oder sogar weniger als 100 mm haben. Die maximale Breite kann der Durchmesser der Öffnung sein. Die Detektoranordnung kann auf einem Ende eines Körpers befestigt sein, wobei ein Teil des Körpers in der während der Messung in die Umgebung führende Öffnung gehalten ist. Die abhängigen Elemente können mit einem rollenden Kontakt untereinander und der oder den Wandungen der Öffnung versehen sein.

[0029] Die Detektoranordnung kann auf einem Dreibein oder einer anderen Trägerform befestigt sein. Das Dreibein oder die andere Trägerform kann in der Umgebung plaziert sein. Das Dreibein oder die anderen Trägerform können in die Umgebung mit Hilfe eines Roboterarms oder einer anderen Art eines fernsteuerbaren Manipulators eingebracht werden.

[0030] Eine Signalzahl und/oder Zählrate für ein Sichtfeld bei beweglichem Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes kann unter Verwendung einer Zähldauer von weniger als 5 Minuten und weiter vorzugsweise weniger als 1 Minute und idealerweise weniger als 30 Sekunden bestimmt werden. Vorzugsweise ist der Teil der Umgebung in dem Sichtfeld während der Bestimmung einer Signalzahl und/oder Zählrate in Ruhe.

[0031] Vorzugsweise befindet sich das bewegliche Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes, indem es an einem Ort angeordnet ist, an dem eine Abschirmung zwischen dem beweglichen Abschirmelement und dem Detektor vorhanden ist. Vorzugsweise wird das bewegliche Abschirmelement in diese Position hinein geschwenkt. Vorzugsweise umfaßt der Teil der Detektoranordnung, der bewegt wird, um wenigstens einen anderen Teil der Umgebung in dem Sichtfeld zu plazieren, den Detektor und die Abschirmung für den Detektor. Das bewegliche Abschirmelement kann ebenso bewegt werden. Die Bewegung kann eine Rotation jenes Teils der Detektoranordnung um eine oder mehrere Achsen sein.

[0032] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das besonders für die unten erwähnte erste Detektor/Detektorabschirmung/bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, werden der Detektor, die Detektorabschirmung und das bewegliche Abschirmelement durch Drehung um eine einzige Achse bewegt. Vorzugsweise verläuft die Drehung um eine im wesentlichen vertikal ausgerichtete Achse, und zwar idealerweise ohne eine Drehung um eine andere Achse.

[0033] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung, das insbesondere für die unten angeführte zweite Detektor, Detektorabschirmung, bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, sind der Detektor, die Detektorabschirmung und das bewegliche Abschirmelement in eine Drehung um eine oder beide von zwei Achsen bewegbar. Vorzugsweise verläuft eine Drehung um eine erste Achse, wobei

die Lage um die zweite Achse fest ist, bis alle gewünschten Sichtfelder an dieser festgelegten Position für die Drehung um die zweite Achse betrachtet worden sind. Dies kann dann durch eine Veränderung der Position um die zweite Achse gefolgt werden, gefolgt durch eine Drehung um die erste Achse bis zu allen gewünschten Sichtfeldern.

[0034] Unterschiedliche Sichtfelder können sequentiell betrachtet werden, wobei von einem Sichtfeld zu einem benachbarten bewegt wird. Ein benachbartes Sichtfeld kann horizontal und/oder vertikal benachbart sein, und/oder Kippwinkel für den Detektor und/oder die Detektorabschirmung können verändert werden, um den Teil der Umgebung des Sichtfeldes zu verändern.

[0035] Signalzahlen und/oder Zählraten für mehrere unterschiedliche Teile der Umgebung können bestimmt werden, indem jene unterschiedlichen Teile innerhalb der unterschiedlichen Sichtfelder bereitgestellt werden. Vorzugsweise werden Signalzahlen und/oder Zählraten für alle Teile der Umgebung durchgeführt, für die eine Untersuchung erforderlich ist. Teile der Umgebung können unter Verwendung sich überschneidender und/oder aneinander angrenzender Sichtfelder untersucht werden. Die Umgebung kann in zehn, fünfzig oder sogar einhundert oder mehr unterschiedliche Sichtfelder unterteilt werden.

[0036] Das Inbezugsetzen von Zahlen und/oder Zählraten von zwei oder mehreren unterschiedlichen Sichtfeldern kann das Inbezugsetzen jener Sichtfelder beinhalten, die hohe Zahlen und/oder Zählraten erzeugen, und/oder jene Sichtfelder, die niedrige Zahlen und/oder Zählraten und/oder jene Sichtfelder, die Zahlen und/oder Zählraten oberhalb oder unterhalb eines Schwellenwertes haben. Vorzugsweise werden jene Sichtfelder ausgesucht, die sich auf höhere Zahlen und/oder Zählraten beziehen. Eine hohe Zahl und/oder Zählrate kann als Anzeichen dafür genommen werden, daß sich innerhalb des betreffenden Sichtfeldes eine oder mehrere Quellen befinden. Eine niedrigere Zählrate kann als Anzeichen für ein Fehlen einer Quelle innerhalb des betreffenden Sichtfeldes angesehen werden.

[0037] Der ausgewählte oder die ausgewählten Bereiche für eine weitere Untersuchung können in jedem Einzelfall entweder ein Bereich sein, der größer als irgendein gegebenes Sichtfeld ist, irgendein Bereich sein, der einem gegebenen Sichtfeld entspricht, oder ein Bereich sein, der einen Teil eines gegebenen Sichtfeldes bildet.

[0038] Die Auswahl kann außerdem die Auswahl eines oder mehrerer Sichtfelder umfassen, um jeden dieses einen oder mehreren Bereiche zu untersuchen. Die Auswahl kann die Auswahl eines oder mehrerer vorher vermessener Sichtfelder zur Verwendung in der weiteren Untersuchung und/oder eines oder mehrerer Sichtfelder umfassen, die nicht einem vorher ausgemessenen Sichtfeld entsprechen. Das Sichtfeld, das sich auf einen ausgewählten Be-

reich bezieht, kann ein Sichtfeld sein, für das eine Zahl und/oder eine Zählrate bestimmt wurde, bevor die Auswahl der Bereiche durchgeführt wurde, und/oder es kann ein neues Sichtfeld sein. Wenn das Sichtfeld ein vorher bereits existierendes ist, so kann die vorher erhaltene Zahl und/oder Zählrate verwendet werden, um die Bezugzahl und/oder Bezugszählrate für dieses ausgewählte Sichtfeld zu bilden. Wenn es sich bei dem Sichtfeld um ein neues handelt, wird eine Zahl und/oder eine Zählrate von dem Detektor für jenes Sichtfeld erhalten, wobei das bewegliche Abschirmelement außerhalb des Sichtfeldes ist, wobei diese Signalzahl und/oder Zählrate die Bezugzahl und/oder Bezugszählrate für jenes ausgewählte Sichtfeld bildet.

[0039] Vorzugsweise werden Signalzahlen und/oder Zählraten bei teilweiser Abdeckung für ein vorgegebenes Sichtfeld erhalten, indem mehrere unterschiedliche Teile des gegebenen Sichtfeldes abgedeckt sind. Vorzugsweise werden die Zahlen und/oder die Zählraten bei teilweise abgedeckter Sicht für diese mehreren unterschiedlichen abgedeckten Sichten in Bezug gesetzt zu der Bezugzahl und/oder Bezugszählrate für das gegebene Sichtfeld, um Informationen über die Emissionen zu erhalten, die von dem gegebenen Sichtfeld ausgehen.

[0040] Das Verfahren kann das Erhalten einer Signalzahl und/oder einer Zählrate umfassen, wobei jeder Teil des vorgegebenen Sichtfeldes abgedeckt ist oder lediglich ausgewählte Teile des gegebenen Sichtfeldes abgedeckt sind, z. B. dann, wenn die ausgewählte Fläche kleiner ist als das Sichtfeld.

[0041] Unterschiedliche Sichten bei teilweiser Abdeckung werden vorzugsweise erhalten, indem das bewegliche Abschirmelement innerhalb des Sichtfeldes des Detektors bewegt wird, wobei vorzugsweise das Sichtfeld des Detektors fixiert ist. Das bewegliche Abschirmelement kann zwischen jeder Bestimmung der Zahl und/oder der Zählrate um einen Betrag bewegt werden, der kleiner als seine Ausdehnung in der Bewegungsrichtung ist, einen Betrag, der gleich seiner Ausrichtung in der Bewegungsrichtung ist oder um einen Betrag, der in der Bewegungsrichtung größer als in seiner Ausdehnung ist. Vorzugsweise hat das bewegliche Abschirmelement während der Bestimmung einer Zahl und/oder Zählrate eine feste Position. Bevorzugt ist eine Bestimmung einer Zahl und/oder einer Zählrate von weniger als 2 Stunden, weiter vorzugsweise weniger als 10 Minuten und idealerweise weniger als 30 Sekunden.

[0042] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das besonders für die unten erwähnte erste Detektor/Detektorabschirmung/bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, ist es bevorzugt, daß das bewegliche Abschirmelement durch Drehung um eine einzige Achse, am meisten bevorzugt eine horizontal ausgerichtete Achse, und idealerweise ohne Drehung um irgendeine andere Achse bewegt wird. Es ist besonders bevorzugt, daß das bewegliche Abschirmelement so bewegt wird, daß es

die gesamte Ausdehnung des Sichtfeldes in eine Richtung abdeckt, z. B. die gesamte Breite eines scheibenartigen Sichtfeldes. Vorzugsweise wird das bewegliche Abschirmelement von einem Ende des Sichtfeldes zu dem anderen Ende bewegt, wodurch idealerweise im Verlauf der Zeit das gesamte Sichtfeld abgedeckt wird.

[0043] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung, die besonders für die unten erwähnte zweite Detektor/Detektorabschirmung/bewegliches Abschirmelement Ausgestaltung geeignet ist, wird das bewegliche Abschirmelement vorzugsweise durch Drehung um eine oder beide von zwei Achsen bewegt. Vorzugsweise verläuft die Drehung um eine erste Achse, wobei die Lage der zweiten Achse fixiert wird, bis alle gewünschten Sichten für jenen Sichtwinkel bei jener festen Position der zweiten Achse betrachtet worden sind.

[0044] Dies kann dann gefolgt sein von einer Veränderung der Position des beweglichen Abschirmelements durch Drehung um die zweite Achse, gefolgt durch eine Drehung um die fixierte Achse bis zu allen gewünschten teilweise abgedeckten Sichten für das Sichtfeld.

[0045] Unterschiedliche abgedeckte Sichten können sequentiell betrachtet werden, indem von einer abgedeckten Sicht zu einer benachbarten bewegt. Eine benachbarte abgedeckte Sicht kann horizontal und/oder vertikal benachbart sein.

[0046] Schwenk- und/oder Kippwinkel für das bewegliche Abschirmelement können verändert werden, um den Teil des Sichtfeldes zu verändern, der abgedeckt ist.

[0047] Die Betrachtung kann die Bestimmung beinhalten, an welchem Ort oder an welchen Orten innerhalb der ausgewählten Bereiche der Umgebung signifikante Beitragende zu den Zahlen und/oder Zählraten sind, und/oder indem bestimmt wird, an welchem Ort oder an welchen Orten innerhalb der ausgewählten Bereiche der Umgebung keine signifikanten Beitragenden zu der Zahl und/oder Zählrate sind. Die Betrachtung kann beinhalten, jene Teile des Sichtfeldes zu bestimmen, die, wenn sie abgedeckt sind, zu der am meisten signifikanten Abnahme in der Zahl und/oder Zählrate für das gegebene Sichtfeld führt.

[0048] Der Pegel der Emissionen kann auf der Grundlage der aufgetretenen Veränderung bezüglich Zahl und/oder Zählrate bestimmt werden, wobei ein Teil des Sichtfeldes abgedeckt sein kann oder nicht. Der Pegel kann als ein quantitativer Wert und/oder ein Bereich quantitativer Werte angegeben sein.

[0049] Vorzugsweise werden Zählraten in verschiedenen Stufen bestimmt.

[0050] Vorzugsweise wird der Ort der Quelle in drei Dimensionen bestimmt. Der Ort kann als bestimmte Kipp- und Schwenkwinkel der Detektoranordnung und/oder der Stellung innerhalb der Umgebung ausgedrückt werden, die durch das Sichtfeld, für das eine Zahl und/oder eine Zählrate resultiert, angege-

ben ist. Der Ort kann außerdem bestimmt werden in bezug auf den Abstand von dem Detektor zu dem Ort. Eine Bereichsfinder-Vorrichtung kann auf dem Instrument eingesetzt sein, um diese Bestimmung zu unterstützen. Ein Laser-Bereichsfinder kann verwendet werden.

[0051] Das Verfahren kann beinhalten, Videokamera- oder Kamerabilder der Umgebung aufzunehmen. Die visuellen Bilder können das Sichtfeld angeben, das sich unter Untersuchung durch das Instrument befindet. Aufnahmeeinrichtungen für die visuellen Bilder können vorgesehen sein. Die Information bezüglich der Positionen und/oder Pegel der Quellen können auf den visuellen Bildern angegeben sein.

[0052] Bei einem Ausführungsbeispiel kann der Kollimator in verschiedene Winkel geschwenkt und/oder gekippt werden, um unterschiedliche Sichtfelder der Umgebung zu liefern. Vorzugsweise umfaßt das Verfahren eine sequentielle Bewegung des Sichtwinkels durch Variation des Kipp- oder Schwenkwinkels und Konstanthalten der jeweils anderen Kipp- oder Schwenkwinkel. In einem solchen Fall kann dann; sobald der gesamte Bereich an Kipp- oder Schwenkwinkeln bei einem jeweiligen Schwenk- oder Kippwinkel untersucht worden ist, der Schwenk- oder Kippwinkel verändert und der Vorgang für den gesamten Bereich von Kipp- oder Schwenkwinkeln wiederholt werden. Vorzugsweise kann, insbesondere in solchen Fällen, das bewegliche Abschirmelement so ausgeführt sein, daß es an unterschiedlichen Kipp- und/oder Schwenkwinkeln vorgesehen sein kann. Auf diese Weise können alle unterschiedlichen potentiellen Teile des Sichtfeldes durch geeignetes Verändern von Kipp- und/oder Schwenkwinkeln abgedeckt werden.

[0053] Vorzugsweise wird einer der Kipp- und/oder Schwenkwinkel konstant gehalten, und der andere Winkel wird verändert, um sequentiell die unterschiedlichen Teile des Sichtfeldes bei einem gegebenen konstanten Kipp- und/oder Schwenkwinkel abzudecken. Vorzugsweise schließt sich daran eine Veränderung in jenem Kipp- oder Schwenkwinkel und dann eine Veränderung des anderen Kipp- oder Schwenkwinkels an, so daß das bewegliche Abschirmelement über das Sichtfeld hinweg gescannt wird.

[0054] Um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, wäre es möglich, ein Instrument zu verwenden, wobei das Instrument eine Detektoranordnung und Signalverarbeitungsmittel aufweist, wobei die Detektoranordnung einen Detektor umfaßt, welcher ein Signal in Abhängigkeit von einer detektierten Emission erzeugt, wobei der Detektor in einer oder mehreren Richtungen mit einem höheren Grad an Abschirmung gegen Emissionen versehen ist als in einer oder mehreren anderen Richtungen, um das Sichtfeld der Umgebung für den Detektor festzulegen, und wobei die Detektoranordnung ein bewegliches Abschirmelement aufweist, welches relativ zu dem Sichtfeld beweglich ist. Die Detektoranordnung ist mit einem einzigen Detektor ausgestattet.

[0055] Um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, wäre es möglich, ein Instrument zu verwenden, wobei das Instrument eine Detektoranordnung und Signalverarbeitungsmittel aufweist, wobei die Detektoranordnung einen Detektor umfaßt, welcher ein Signal in Abhängigkeit von einer detektierten Emission erzeugt, wobei der Detektor in einer oder mehreren Richtungen mit einem höheren Grad an Abschirmung gegen Emissionen versehen ist als in einer oder mehreren anderen Richtungen, um das Sichtfeld der Umgebung für den Detektor festzulegen, und wobei die Detektoranordnung ein bewegliches Abschirmelement umfaßt, welches relativ zu dem Sichtfeld beweglich ist, und wobei das Sichtfeld aus weniger als 30% der möglichen Sichtrichtungen besteht, die von der Mitte des Detektors zu der Umgebung führen.

[0056] Die Erfindung kann innerhalb ihres Verfahrens ferner aufweisen:

Erhalten einer Signanzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor, wobei wenigstens ein Teil der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und das Ergebnis die Bezugsszahl und/oder Bezugsszählrate für jenes Sichtfeld bildet;

Verändern der Orientierung der Detektoranordnung; Erhalten einer Signanzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor, wobei ein weiterer Teil der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und das Ergebnis eine Bezugsszahl und/oder eine Bezugsszählrate für jenes weitere Sichtfeld bildet;

wobei das weitere Sichtfeld lediglich einen Teil des Sichtfeldes darin enthält;

wobei die Bezugsszahl und/oder Bezugsszählrate für das Sichtfeld und das weitere Sichtfeld miteinander in Bezug gesetzt werden, um eine Information über die Emissionen, welche von dem Teil des weiteren Sichtfeldes, der einen Teil des Sichtfeldes darin enthalten haben, ??.

[0057] Vorzugsweise wird die Orientierung zwischen dem Erhalten der Signanzahl und/oder Zählrate für das Sichtfeld und das weitere Sichtfeld verändert, indem eine Drehachse für die Detektoranordnung bewegt wird. Vorzugsweise wird die Achse durch Drehung der Achse, im Idealfall durch Drehung der Achse um 90°, bewegt.

[0058] Vorzugsweise werden eine Signanzahl und/oder eine Zählrate für ein oder mehrere andere Sichtfelder erhalten, und zwar vorzugsweise bevor die Drehachse der Detektoranordnung bewegt wird.

[0059] Vorzugsweise werden die andere Sichtfelder in Sicht gebracht, indem die Orientierung der Detektoranordnung durch Drehung der Detektoranordnung um eine Achse verändert wird.

[0060] Vorzugsweise werden eine Signanzahl und/oder eine Zählrate für ein oder mehrere noch weitere Sichtfelder erhalten, und zwar vorzugsweise nachdem das weitere Sichtfeld betrachtet worden ist. Vorzugsweise werden die noch weiteren Sichtfelder in Sicht gebracht, indem die Orientierung der Detektoranordnung durch Drehung der Detektoranordnung

um eine Achse verändert wird.

[0061] Die Erfindung kann innerhalb des Verfahrens weiter umfassen:

Erhalten einer Signanzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor, wobei wenigstens ein Teil der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und wobei das Ergebnis die Bezugsszahl und/oder Bezugsszählrate für jenes Sichtfeld bildet;

Verändern der Orientierung der Detektoranordnung durch Drehen der Detektoranordnung um eine Achse, wobei sich die Achse in einer ersten Orientierung befindet, um einen Teil oder mehrere andere Teile der Umgebung zu sehen;

Erhalten einer Signanzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor für jedes der anderen Sichtfelder, wenn sich die anderen Teile der Umgebung innerhalb der Sicht befinden, wobei die Ergebnisse eine Bezugsszahl und/oder eine Bezugsszählrate für jedes der anderen Sichtfelder bilden;

Verändern der Orientierung der Achse, um die herum die Detektoranordnung gedreht wird;

Erhalten einer Signanzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor, wobei ein weiterer Teil der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt und wobei das Ergebnis eine Bezugsszahl und/oder eine Bezugsszählrate für jenes weitere Sichtfeld bildet;

Verändern der Orientierung der Detektoranordnung durch Drehen der Detektoranordnung um die Achse, wobei die Achse sich in der veränderten Orientierung befindet, so daß ein Teil oder noch weitere Teile der Umgebung gesehen werden;

Erhalten einer Signanzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor für jeden der noch weiteren Teile, wenn der noch weitere Teil der Umgebung innerhalb des Sichtfeldes liegt, und wobei Ergebnisse eine Bezugsszahl und/oder eine Bezugsszählrate für jedes der noch weiteren Sichtfelder bildet;

wobei eines oder mehrere der weiteren Sichtfelder und der noch weiteren Sichtfelder einen Teil des Sichtfeldes und/oder eines der anderen Sichtfelder enthält;

wobei die Bezugsszahl und/oder die Bezugsszählrate für das Sichtfeld, die anderen Sichtfelder, das weitere Sichtfeld und die noch weiteren Sichtfelder zueinander in Bezug gesetzt werden, um eine Information über die Emissionen zu erhalten, die von jenen Teilen des weiteren Sichtfeldes und/oder des noch weiteren Sichtfeldes herrühren, die wenigstens einen Teil des Sichtfeldes und/oder anderer Sichtfelder innerhalb dieser enthalten.

[0062] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Detektoranordnung um eine erste Achse drehbar befestigt, die eine erste Orientierung und eine zweite Orientierung hat, wobei die Achse zwischen der ersten und der zweiten Orientierung bewegbar ist. Die erste und die zweite Orientierung können senkrecht aufeinander stehen. Es ist bevorzugt, daß ein Antriebsmittel, z. B. ein Motor, vorgesehen ist, um die Detektoranordnung zwischen den zwei Orientierungen zu bewegen. Es ist bevorzugt, daß die erste

Orientierung eine im wesentlichen, z. B. $\pm 10^\circ$, vertikale Achse liefert. Es ist bevorzugt, daß die zweite Orientierung eine im wesentlichen, z. B. $\pm 10^\circ$, horizontale Achse liefert. Die erste Orientierung und/oder zweite Orientierung kann nicht-vertikale und/oder nicht-horizontale Achsen liefern. Die erste Orientierung kann eine Achse liefern, die im wesentlichen, z. B. plus oder minus 10° , senkrecht zu und/oder im wesentlichen, z. B. plusminus 10° , parallel zu einer Kante und/oder einer Achse der Umgebung und/oder einer Kante und/oder einer Achse eines Teils der Umgebung verläuft. Der Teil der Umgebung kann ein Kanal, ein Durchgang, eine Röhre, ein Handschuhkasten, ein Behälter, eine Arbeitsfläche, eine Kabelanordnung sein. Die zweite Orientierung kann eine Achse liefern, die im wesentlichen, z. B. plus oder minus 10° , senkrecht zu und/oder im wesentlichen, z. B. plus oder minus 10° parallel zu einer Kante und/oder Achse der Umgebung und/oder einer Kante und/oder einer Achse eines Teils der Umgebung verläuft. Die erste und/oder zweite Orientierung kann Achsen verwenden, die senkrecht zueinander verlaufen, aber nicht senkrechte Achsen können eingesetzt werden.

[0063] Das Verfahren beinhaltet die Auswahl einer ersten Orientierung und/oder einer zweiten Orientierung. Die Auswahl kann auf der Gestalt der Umgebung und/oder eines Teils davon beruhen, und insbesondere auf einer Grenzfläche, einer Kante oder einer Achsenausrichtung der Umgebung oder eines Teils davon beruhen. Dritte, vierte und weitere Orientierungen können für ein Scannen ausgewählt sein, das auf solchen Merkmalen der Umgebung und/oder eines Teils davon beruht.

[0064] Der Detektor und/oder die Detektoranordnung können relativ zu der Umgebung zwischen der ersten und der zweiten Orientierung bewegt werden. Insbesondere kann der Detektor und/oder die Detektoranordnung näher an einen Teil der Umgebung heran bewegt werden. Der Detektor und/oder die Detektoranordnung können bewegt werden, indem die Detektoranordnung in weiterem Maße in die Umgebung eingeführt wird.

[0065] Die Lage des Detektors und/oder der Detektoranordnung relativ zu der Umgebung in einer ersten Orientierung und/oder in der zweiten Orientierung, wobei die Lage zwischen den beiden unterschiedlich ist, kann dazu verwendet werden, unter Verwendung einer Triangulation weitere Informationen über die herrührenden Emissionen bereitzustellen.

[0066] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt die Abschirmung der Detektoranordnung ein erstes im wesentlichen planares Element sowie ein zweites im wesentlichen planares Element mit einem dazwischenliegenden Zwischenraum, wobei der Zwischenraum wenigstens teilweise das Sichtfeld festlegt. Die Flächen der planaren Elemente, die einander gegenüberliegen, sind vorzugsweise planare Flächen. Die Flächen der planaren Elemente, die einander gegenüberliegen, verlaufen vorzugsweise parallel zueinander. Die planaren Elemente können von-

einander weg divergieren, und zwar in eine Richtung weg von dem Detektor. Die Außenflächen, die nicht aneinander gegenüberliegenden Flächen der Abschirmung können nicht-planar sein, z. B. in eine oder mehrere Richtungen in der Nähe des Detektors eine größere Dicke haben als entfernt davon. Die Abschirmung kann mit einem Drum, einem Vorsprung oder einer anderen Form vergrößerten Dicke in der Nähe des Detektors versehen sein, z. B. einer vergrößerten-Dicke entlang einer Drehachse des Detektors und/oder einer Drehachse, die durch die Detektor hindurch verläuft. Die Abschirmung kann im wesentlichen eine bogenartige Form haben. Vorzugsweise ist der Zwischenraum zwischen dem ersten und dem zweiten Element durch eine Abschirmung um einen Teil des Detektors herum verschlossen, um wenigstens teilweise das Sichtfeld festzulegen.

[0067] Das Sichtfeld ist vorzugsweise konsistent zwischen dem Sichtfeld, dem anderen Sichtfeld, dem weiteren Sichtfeld und dem noch weiteren Sichtfeld, wobei lediglich der Teil der betrachteten Umgebung sich dazwischen verändert. Es ist bevorzugt, daß das Sichtfeld scheibenförmig ist, z. B. festgelegt durch zwei nicht-parallele Ebenen, die einander gegenüberliegen, und zwei weitere nicht-parallele Ebenen, die einander gegenüberliegen, wobei die Ebenen jeweils durch einen Bogen voneinander getrennt sind.

[0068] Vorzugsweise hat das Sichtfeld einen Winkelbereich in der ersten Richtung von 10° oder weniger, weiter vorzugsweise 6° oder weniger und idealerweise zwischen 4° und 6° . Das Sichtfeld in einer zweiten Richtung, wobei idealerweise die zweite Richtung senkrecht zu der ersten Richtung verläuft, kann zwischen 45° und 360° und weiter vorzugsweise zwischen 160° und 200° betragen. Vorzugsweise ist der Winkelbereich in der ersten Richtung über den Winkelbereich der zweiten Richtung hinweg konstant. Auf diese Weise kann eine Scheibe festgelegt werden.

[0069] Das Inbezugsetzen der Zahlen und/oder Zählraten von dem Sichtfeld und/oder anderen Sichtfeld und/oder weiteren Sichtfeld und/oder noch weiteren Sichtfeldern kann ein Inbezugsetzen jener Sichten beinhalten, die hohe Zahlen und/oder Zählraten hervorrufen, und/oder solcher Sichten, die niedrige Zahlen und/oder Zählraten hervorrufen, und/oder jene Sichten, die Zahlen und/oder Zählraten haben, die über oder unter einem Schwellenwert liegen. Insbesondere kann das Inbezugsetzen beinhalten, das Sichtfeld und/oder die anderen Sichtfelder mit dem weiteren Sichtfeld und/oder noch weiteren Sichtfeldern abzugleichen, die hohe Zahlen und/oder Zählraten hervorrufen, und/oder jenen Sichten, die niedrige Zahlen und/oder Zählraten hervorrufen, und/oder jenen Sichten, die Zahlen und/oder Zählraten haben, die oberhalb oder unterhalb eines Schwellenwertes liegen. Eine Übereinstimmung kann nahelegen, daß der Teil des weiteren Sichtfeldes und/oder der Teil des noch weiteren Sichtfeldes innerhalb des Sichtfeldes und/oder anderer Sichtfelder eine signifikante

Strahlungsquelle enthält, an der eine höhere Zahl oder Zählrate angetroffen wird, oder nahelegt, daß der Teil keine Strahlungsquelle enthält, wo eine niedrige Zahl und/oder Zählrate angetroffen wird. Eine höhere Zahl und/oder Zählrate kann als Anzeichen für eine oder mehrere Quellen angenommen werden, die innerhalb einer Sicht liegen. Eine niedrige Zählrate kann als Anzeichen für ein fehlen von Quellen innerhalb einer Sicht angenommen werden.

[0070] Der Teil des Sichtfeldes und/oder anderer Sichtfelder, die innerhalb des weiteren Sichtfeldes und/oder noch weiteren Sichtfeldern enthalten ist, kann eine konische Form haben, und zwar insbesondere ein Kegel mit quadratischer Basis, wobei der Detektor sich in dem Scheitelpunkt des Kegels befindet. Der Teil kann einen Scheitelwinkel haben, der dem Breitenwinkel des durch die Abschirmung festgelegten Sichtfeldes entspricht.

[0071] Vorzugsweise legt das Inbezugsetzen einen Ort für die Strahlung innerhalb des Teiles nahe. Der Ort der Quelle kann in drei Dimensionen bestimmt werden. Der Ort kann als bestimmte Schwenkwinkel der Detektoranordnung in der ersten und der zweiten Orientierung und/oder der Lage innerhalb der Umgebung ausgedrückt werden, die durch eine Überlappung zwischen dem Sichtfeld und/oder anderen Sichtfeldern und dem weiteren Sichtfeld und/oder noch weiteren Sichtfeldern angegeben ist. Der Ort kann ferner bezüglich des Abstandes zwischen dem Detektor und dem Ort bestimmt werden. Eine Bereichsfinder-Vorrichtung kann auf dem Instrument eingesetzt sein, um diese Bestimmung zu unterstützen. Ein Laser-Bereichsfinder kann verwendet werden.

[0072] Die Information kann einen Anhaltspunkt für eine oder mehrere potentielle Positionen oder Lagen von Quellen innerhalb der Umgebung liefern. Die Position und/oder Lage kann als ein Winkel in einer Richtung relativ zu einer Referenzlage und/oder durch einen Winkel relativ zu einer zweiten Referenzposition ausgedrückt werden. Insbesondere können ein horizontaler Winkel und ein vertikaler Winkel verwendet werden, um die Lage oder Position anzugeben, an denen eine einzelne Quelle vorhanden ist und vorzugsweise eine einzige Position und/oder ein einziger Ort angegeben ist. Falls mehrere Quellen vorhanden sind, können die Informationen einen Satz von Orten und/oder Positionen enthalten, von denen lediglich einige tatsächlich einer Quelle entsprechen. Die Positionen und/oder Orte in solch einem Fall können als ein Winkel in einer ersten Richtung und als ein Winkel in einer zweiten Richtung ausgedrückt werden, wobei einer oder mehrere der Winkel in der ersten Richtung und/oder in der zweiten Richtung einen Teil der Orts- oder Positionsdefinition zweier oder mehrerer Quellen darstellen.

[0073] Die Informationen können einer weiteren Verarbeitung unterworfen werden, insbesondere einer statistischen Analyse. Die statistische Analyse kann einen Vergleich der für ein oder mehrere Sicht-

felder gemessenen Zahl oder Zählrate mit einer vorgegebenen Zahl oder Zählrate für das Sichtfeld beinhalten, wobei eine Position und/oder ein Pegel und/oder mehrere Quellen einer Modellquelle vorgegeben ist. Der Vergleich beinhaltet vorzugsweise mehrere Sichtfelder und Idealerweise alle Sichtfelder von der ersten und/oder zweiten Orientierung. Eine Analyse der kleinsten Quadrate kann verwendet werden. Vorzugsweise werden Änderungen an dem Pegel und/oder der Position und/oder der Anzahl der Quellen der Modellquelle vorgenommen, um den Unterschied zwischen der gemessenen Zahl und/oder Zählraten und der vorausgesagten Zahl und/oder Zählraten zu minimieren.

[0074] Die gemessene Zahl und/oder Zählraten können gemäß einem oder mehrerer Faktoren korrigiert werden, bevor der Vergleich durchgeführt wird. Die Korrekturfaktoren können auf der Reaktion des Instrument, z. B. des Detektors, auf eine oder mehrere bekannte Pegel und/oder Positionen und/oder Anzahlen von Quellen beruhen. Die Korrekturfaktoren können auf der Reaktion des Kollimators auf eine oder mehrere bekannte Gerade und/oder Positionen und/oder Anzahlen von Quellen beruhen.

[0075] Vorzugsweise wird der empfohlene Ort für die eine oder mehrere Strahlungsquelle innerhalb der Umgebung basierend auf den Modellpositionen und -pegeln korrigiert, was zu Zahlen und/oder Zählraten führt, die am besten mit der gemessenen Zahl und/oder Zählraten korrespondiert.

[0076] Vorzugsweise werden zwei oder mehrere sich überlappende Sichtfelder in der ersten und/oder der zweiten Orientierung verwendet, wenn eine statistische Analyse angesetzt wird. Vorzugsweise wird die gesamte Umgebung, die in der ersten und/oder der zweiten Orientierung gescannt wurde, innerhalb wenigstens zweier Sichtfelder aufgenommen, die zu dem Scan für diese Orientierung beitragen.

[0077] Das Verfahren kann die Aufnahme von Videokamera- oder Kamerabildern der Umgebung beinhalten. Die visuellen Bilder können das Sichtfeld anzeigen, das durch das Instrument untersucht wird. Aufnahmeeinrichtungen für die visuellen Bilder können vorgesehen sein. Die Informationen zu den Positionen und/oder Pegeln der Quellen können auf den visuellen Bildern angezeigt werden.

[0078] Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun beispielhaft und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0079] **Fig. 1** einen Kollimator gemäß dem Stand der Technik zeigt;

[0080] **Fig. 2** schematisch eine Detektoranordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0081] **Fig. 3** einen Kollimator gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0082] **Fig. 4** eine Detektoranordnung zeigt, die einen Kollimator gemäß dem in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beinhal-

tet;

[0083] **Fig. 5** typische Ergebnisse zeigt, die mit unterschiedlichem Schwenkwinkel unter Verwendung eines Detektors gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung nach der **Fig. 3** erhalten sind;

[0084] **Fig. 6** typische Ergebnisse zeigt, die mit unterschiedlichem Kippwinkel bei einem bestimmten Schwenkwinkel unter Verwendung einer Detektoranordnung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung nach der **Fig. 3** erhalten sind;

[0085] **Fig. 7** ein Ausführungsbeispiel einer eingebauten Detektoranordnung zeigt;

[0086] **Fig. 8** ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kollimators zeigt;

[0087] **Fig. 9** eine weitere erfindungsgemäße Detektoranordnung zeigt;

[0088] **Fig. 10** die Position der Detektoranordnung der in **Fig. 3** gezeigten Art in zwei unterschiedlichen Scanorientierungen zeigt;

[0089] **Fig. 11** die untersuchte Umgebung und Teile davon sowie unterschiedliche Möglichkeiten zum Scannen dieser Umgebung zeigt;

[0090] **Fig. 12** zeigt, wie Sichtfelder überlappt werden können; und

[0091] **Fig. 13** den Nutzen einer statistischen Analyse der Ergebnisse zeigt.

[0092] Zahlreiche Situationen in der Kernindustrie, und zwar insbesondere bei Vorgängen im Zusammenhang mit der Stilllegung von Anlagen, benötigen Räume, Kammern oder andere Einfassungen, die untersucht werden müssen, um den Pegel und den Ort möglichen darin enthaltenen radioaktiven Materials zu bestimmen.

[0093] Ein zu diesem Zweck geeignetes Instrument zur Gammaüberwachung ist in **Fig. 1** gezeigt. Der Detektor **1** ist von einer großen Masse Wolfram **3** umschlossen. Das Wolfram **3** legt einen Durchgang **5** fest, der sich von dem Detektor **1** zu der Umgebung **7** um das Instrument herum erstreckt. Die Masse des Wolframs **3** bestimmt das Sichtfeld **9** des Detektors **1**, von dem Gammaquanten detektiert werden können, wobei Gammaquanten von anderen Teilen der Umgebung **7** von der Detektion so weit wie möglich ausgeschlossen sind, um ein richtungssensitives Instrument zu erhalten. Um den Detektor gegen möglichst viele Emissionen zu schützen, die von außerhalb des Sichtfeldes **9** herrühren, ist das Wolfram **3** dick, $X = 50$ mm oder mehr, und umgibt den Detektor in praktisch alle Richtungen. Die Fähigkeit, Emissionen außerhalb des Sichtfeldes von der Detektion auszuschließen, ist besonders wichtig, da je kleiner das Sichtfeld ist und infolgedessen je größer das Ortsauflösungsvermögen bezüglich der Emission ist, umso geringer wird die Zählrate sein, die von diesem Sichtfeld detektiert wird. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, muß deswegen die Zählrate von Emissionen, die die Abschirmung durchdringen, so gering wie möglich sein, oder diese Zahl wird den von dem Sichtfeld **9** herrührenden Teil der Zahl überdecken.

[0094] Es sollte außerdem berücksichtigt werden,

daß die Masse des Kollimators, die sich daraus ergibt, daß diese Materialdicke vorhanden sein muß, eine beträchtliche Abstützung erfordert. Der Kollimator muß daher selbst durch einen Rahmen abgestützt werden, der um wenigstens einen Teil desselben herum vorgesehen ist, wodurch seine Größe weiter erhöht wird. Wenn eine Scan- oder eine andere Bewegung des Kollimators erforderlich ist, so müssen Motoren sowie Schwenk- und Kippeinrichtungen vorgesehen sein, wodurch die gesamten Abmessungen des Detektiertails des Instruments vergrößert werden.

[0095] In vielen Fällen ist der bestehende Zugang, der bei einer Überwachung erfordernden Umgebungen zur Verfügung steht, sehr begrenzt, z. B. langgestreckte Eingangsröhren von 20 cm oder weniger Durchmesser. In solchen Situationen ist ein Zugang nicht für Instrumente der Art möglich, wie sie beispielhaft in der EP 0 542 561 oder WO98/52071 wiedergegeben sind, da die Masse und die physischen Dimensionen der Kollimierung, die notwendig sind, um derartige Instrumente funktionieren zu lassen, sie physikalisch zu groß zum Einbringen macht. Die Konstruktion neuer Zugangswege, die physikalisch groß genug sind, ist oft keine Option aus Kosten- und/oder Praktikabilitäts- und/oder Sicherheitsgründen.

[0096] Zur Lösung dieses Problems ist von der Anmelderin ein Instrument entwickelt worden, das einen anderen Ansatz zum Ermittlungsprozeß des Detektions-/Emissionspegels und des Ortes verwendet.

[0097] Wie in **Fig. 2** gezeigt, besteht die Detektoranordnung aus einem Emissionsdetektor **20**, der in viele Richtungen durch eine Wolframabschirmung **22** umgeben ist. Die Abschirmung **22** ist mit einer großen Öffnung **24** versehen, die ein Sichtfeld **26** des Detektors festlegt. Zusätzlich zu der Abschirmung **22** ist ein bewegliches Abschirmelement **28** vorgesehen, das an unterschiedlichen Orten, und zwar sowohl wie dargestellt innerhalb des Sichtfeldes **26** als auch darau entfernt, angeordnet werden kann, vgl. Position **Z**.

[0098] Bei der Verwendung wird ein Instrument mit einer solchen Detektoranordnung in die hier betrachtete Umgebung **30** angebracht, und zwar möglicherweise in einer Weise, die eingehender unten beschrieben wird. Die Umgebung **30** wird dann in einem ersten Teil des Vorgangs untersucht, indem die Zählraten überwacht werden, die mit dem durch die Abschirmung **22** festgelegten, auf ein Gebiet der Umgebung gerichteten Sichtfeld **26** erhalten worden sind. Bei diesem Teil des Vorgangs ist das bewegliche Abschirmelement **28** aus dem Sichtfeld **26** entfernt. Sobald eine Zählrate für dieses bestimmte Gebiet ermittelt worden ist, wird ein anderes Gebiet betrachtet, indem der Kollimator **22** und damit das Sichtfeld **26** bewegt werden. Eine Zählrate für dieses neue bestimmte Gebiet wird ermittelt usw. Um die betrachteten Gebiete zu verändern, kann das Sichtfeld durch Verändern der Kipp- und Schwenkwinkel für die Detektoranordnung verändert werden.

[0099] Da das Sichtfeld **26** relativ groß ist, ist die Zählrate, die von Emissionen innerhalb des Sichtfeldes herrührt, beträchtlich, und folglich kann ein 10 : 1-Verhältnis zwischen dem Sichtfeld-Signal und Signalen, die von Emissionen herrühren, die die Abschirmung durchdringen, ohne weiteres erzielt werden, und zwar sogar mit einer erheblich verringerten Dicke der Abschirmung **22** im Vergleich zu der Dicke der Abschirmung **3** des Kollimators nach dem Stand der Technik. Dieser erste Teil des Vorgangs liefert allerdings lediglich begrenzte Informationen zum Ort der Quelle. Somit kann zwar die Anwesenheit einer Quelle innerhalb des Sichtfeldes **26** bestimmt werden, das Instrument ist jedoch nicht in der Lage, am Ende des ersten Teils des Vorgangs zu unterscheiden, ob die Quelle sich am Ort A, am Ort B, an beiden Orten oder irgendwo anders innerhalb des Sichtfeldes befindet.

[0100] Die Zählraten, die von diesem Vorgang herrühren, geben einen Anhaltspunkt für die Orte der radioaktiven Quellen, da die Zählraten für bestimmte Sichtfelder größer sind als für andere, auch wenn die Natur der Kollimation durch Abschirmung und das sich ergebende große Sichtfeld bedeuten, daß das Auflösungsvermögen bezüglich der Informationen zu den Quellen relativ gering ist.

[0101] Um detailliertere Informationen zu erhalten, werden Teile der Umgebung, zu denen bei Verwendung des großen Sichtfeldes festgestellt wurde, daß sie Quellen enthalten, einer weiteren Untersuchung in einem zweiten Schritt unterworfen. Jene Bereiche, zu denen festgestellt wurde, daß signifikante Quellen fehlen, benötigen im allgemeinen keine weitere Betrachtung mehr, und damit ermöglicht der erste Teil des Vorgangs das Aussondern von Bereichen aus der Umgebung **30** im Hinblick auf das Erfordernis solcher detaillierter Betrachtungen und erspart beträchtliche Zeitdauern im Vergleich zu einer detaillierten Untersuchung der gesamten Umgebung.

[0102] In dem zweiten Teil des Vorgangs wird die Detektoranordnung derart ausgerichtet, daß ihr Sichtfeld den Bereich für eine weitere Untersuchung einschließt. Wenn dieses Sichtfeld identisch mit einem Sichtfeld **26** in dem ersten Teil des Vorgangs ist, kann ein in jenem ersten Schritt erhaltene Zählrate in den zweiten Teil als Bezugszählrate verwendet werden; wenn das Sichtfeld **26** unterschiedlich ist, so wird eine Zählrate ohne das bewegliche Abschirmelement innerhalb des Sichtfeldes **26** aufgenommen, um die Bezugszählrate zu erhalten.

[0103] Bei Fixierung der Lage der Detektoranordnung mit dem gegebenen Sichtfeld **26** wird das bewegliche Abschirmelement **28** so bewegt, daß es einen Teil des Sichtfeldes **26** abdeckt, und die abgedeckte Sicht sowie eine Zählrate bei teilweiser Abdeckung wird ermittelt. Die abgedeckte Sicht **32** beträgt typischerweise zwischen 1 und 10% des Sichtfeldes **26** der Anordnung.

[0104] Diese Zählrate bei teilweiser Abdeckung wird über eine signifikante Zeitspanne hinweg bestimmt, da die Unterschiede zwischen der Bezugszählrate

und der Zählrate bei teilweiser Abdeckung gering sind (oder möglicherweise überhaupt nicht bestehen, da keine Quellen abgedeckt sind), und so müssen die Zählraten präzise ermittelt werden, um Fehler zu vermeiden, die jeglichen Unterschied dominieren. Der Unterschied zwischen der Zählrate bei teilweiser Abdeckung und der Bezugszählrate repräsentiert den Beitrag der Quellen in der abgedeckten Sicht **32** zu der Bezugszählrate. Durch Wiederholen des Vorgangs, indem unterschiedliche Teile des Sichtfeldes **26** abgedeckt werden, kann der Beitrag jeder jener abgedeckten Sichten **32** erhalten werden. Die Weiterverarbeitung der gesamten Ergebnisse ermöglicht eine detaillierte Information bezüglich des zu bestimmenden Ortes der Quellen und ihrer jeweiligen Pegel.

[0105] Da die abgedeckte Sicht **32** einen relativ kleinen Bereich wiedergibt, sind die Wirkungen jedes der kleinen Bereiche innerhalb des Sichtfeldes **26** bestimmbar, und eine beträchtliche Richtungsauflösung wird bereitgestellt. Die unterschiedlichen abgedeckten Sichten **32** können miteinander überlappt werden, wobei für jede eine Bestimmung der Zählrate bei teilweiser Abdeckung durchgeführt wird, um auf diese Weise den effektiven Teil des gesamten Sichtfeldes **26** weiter zu verringern, der den Unterschied in der Zählrate zwischen jenen zwei oder mehreren Zählraten bei teilweiser Abdeckung hervorruft.

[0106] Die Verwendung der beiden Stufen bedeutet, daß es möglich ist, durch den ersten Teil schnell eine große Umgebung zu untersuchen, um zu bestimmen, wo Bedarf nach einer detaillierteren Untersuchung besteht. Dies liefert einen beträchtlichen Zeitvorsprung im Vergleich zu dem Vorgang, bei dem eine Umgebung vollständig untersucht wird. Eine Untersuchung der gesamten Umgebung unter Verwendung einer Technik, die ausschließlich auf einem beweglichen Abschirmelement beruht, würde zu viel Zeit, nämlich möglicherweise Jahre für einen Raum mäßiger Größe, benötigen, um praktisch durchführbar zu sein. Ferner ist es mit dem zweiten Teil möglich, die Umgebung eingehend dort zu untersuchen, wo es im Hinblick auf die Lage einer Quelle und/oder deren Pegel erforderlich ist. Eine Untersuchung der Umgebung oder Teile davon bei hoher Auflösung ist bei Verwendung der zu dem ersten Vorgangsteil beschriebenen Kollimation nicht möglich. Eine Untersuchung unter Verwendung der im Stand der Technik typisierten Instrumente ist nicht möglich, da die Instrumente nicht einmal in die Umgebung eingebracht werden können, deren Raum oder Zugang begrenzt ist. Die Kombination aus dem Kollimations-Grad und dem beweglichen Abschirmelement liefert außerdem beträchtliche Zeitvorteile. Die Kollimation begrenzt das Gebiet des Sichtfeldes, das zu untersuchen ist, auf handhabbare Maße, damit der Vorgang mit dem beweglichen Abschirmelement aus Zeitgründen praktikabel ist, und liefert dennoch eine ausreichende Auflösung.

[0107] Um den ersten Teil des Vorgangs durchzu-

führen und große Umgebungen so schnell wie möglich zu untersuchen, ist es besonders wünschenswert, die in **Fig. 3** dargestellte Art von Kollimator zu verwenden. Dieser Kollimator **40** ist aus zwei spiegelbildlichen scheibenförmigen Teilen **42** gebildet, die zwischen sich einen Schlitz **44** festlegen, der einen Winkel von 5° hat, der zwischen Projektionslinien festgelegt ist, die sich von der Mitte des Detektors **46** zu der Randlinie des Schlitzes **44** erstrecken. Der Schlitz **44** hat dieses relativ schmale Sichtfeld in eine Richtung, aber erstreckt sich über im wesentlichen 180° in die dazu senkrechte Richtung. Der Detektor **46** ist in der Mitte des Schlitzes **44** vorgesehen, und zwar mit einer Abschirmmasse **48** hinter ihm und um ihn herum relativ zu dem Schlitz **44**.

[0108] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ist ein solcher Kollimator **40** so befestigt, daß der Detektor **46** auf der Y-Achse liegt, um die herum der Kollimator **40** geschwenkt werden kann, und daß der Detektor **46** auf der X-Achse liegt. Ein Motor **50** ist vorhanden, um den Kollimator **40** zu verschwenken. Ein bewegliches Abschirmelement **52** ist auf an dem Motor **56** befestigten Armen **54** vorgesehen. Der Motor **56** ist dafür vorgesehen, das bewegliche Abschirmelement **52** um die Y-Achse bis zur gewünschten Position zu kippen.

[0109] Beim Betrieb wird ein solches Instrument in eine Umgebung plaziert, und dann werden – wobei das bewegliche Abschirmelement **52** aus dem Sichtfeld herausgenommen ist – Zählraten bestimmt, während der Kollimator **40** von einer Seite (Richtung von X1) zu der anderen Seiten (Richtung von X2) geschwenkt wird, um eine Abtastung über 180° zu erhalten, wobei ein Durchgang durch die in **Fig. 4** gezeigte Lage bei 90° erfolgt. Das Ergebnis ist, daß Bezugszählraten für eine große Reihe schmaler Scheiben von der Umgebung aufgenommen werden.

[0110] Falls die Umgebung ein Raum ist, wird eine Reihe von Scheiben bei bekannten Schwenkwinkeln aufgenommen, die jeweils einen Streifen der Decke, der Wand und des Bodens enthalten. Typische Ergebnisse für einen solchen Vorgang sind in der **Fig. 5** dargestellt. Dieser Plot legt nahe, daß irgendwo in den Scheiben bei etwa 40° , etwa 75° und etwa 120° signifikante Emissionsquellen sind. Infolge der für die Zählrate verantwortliche Form der Scheibe jedoch ist eine weitere Untersuchung erforderlich, um zu bestimmen, wo, d. h. an der Decke, an der Wand oder am Boden, die Emissionsquellen sind.

[0111] In der zweiten Stufe der Untersuchung wird deswegen der Kollimator **40** bis zu einem Winkel verschwenkt, für den eine weitere Untersuchung erforderlich ist, z. B. bis zu dem Schwenkwinkel von etwa 75° . Bei diesem Schwenkwinkel wird das bewegliche Abschirmelement **52** eingebracht, um einen Teil der Sichtfeld-Scheibe abzudecken, und eine Zählrate bei teilweiser Abdeckung wird bestimmt. Die bevorzugte Vorgehensweise besteht darin, eine Grenze der Scheibe abzudecken und den Kippwinkel für das bewegliche Abschirmelement **52** von Bestimmung zu

Bestimmung bis zu der anderen Grenze zu verändern, d. h. beim dargestellten Fall um 180° . Die Veränderung der Zählrate bei abgedeckter Sicht ist in **Fig. 6** für die unterschiedlichen Winkel gezeigt. Dies liefert detaillierte Informationen zu dem Ort oder den Orten von Quellen und ihren Pegeln. Bei dem Beispiel nach **Fig. 6** ist eine erste Quelle bestimmt, die bei einem Kippwinkel von 30° zentriert ist, und eine zweite Quelle ist bestimmt, die bei einem Kippwinkel von 100° zentriert ist. Die zweite Quelle hat einen höheren Pegel als die erste, die Zählrate fällt signifikanter ab, wenn dieser Ort durch das bewegliche Abschirmelement abgedeckt wird. Eine Weiterverarbeitung der tatsächlichen Zählraten führt zu einem tatsächlichen Pegel oder einem Pegelbereich für die Bestimmung der Quellen. Es ist wünschenswert, diese Information mit einer Videoaufnahme des Sichtfeldes zu kombinieren, so daß die Quellen zusammen mit jenen optischen Informationen berücksichtigt werden können.

[0112] Bei einer besonders vorteilhaften, nicht dargestellten Form ist die Kamera zum Aufnehmen des optischen Bildes der betrachteten Umgebung als Teil des beweglichen Abschirmelements vorgesehen. Dies hat auf die Wirkung des beweglichen Abschirmelements keinen nachteiligen Effekt, vielmehr wird sogar ein Zusatznutzen erzielt, da die Kamera zu dem Abschirmeffekt dieses Teiles beiträgt. Die Platzierung der Kamera an einem anderen Ort hat einen möglichen Nachteil, da die Kamera dann in unausgewogener Weise zu dem Abschirmeffekt und dem Abschwächungseffekt beiträgt. Es ergeben sich außerdem weitere beträchtliche Vorteile durch die Platzierung der Kamera an diesem Ort. Erstens stellt eine solche Lage sicher, daß die von der Kamera aufgenommenen Bilder und das Sichtfeld des Detektors stets perfekt zueinander ausgerichtet sind, und jegliche Parallaxenprobleme werden vermieden, wenn die beiden Arten von Bildern bei der Darstellung der Ergebnisse kombiniert werden. Dies wird ohne Bedarf nach einer teuren Kamera erzielt, da eine konventionelle Miniatur-Videokamera verwendet werden kann.

[0113] Wie bereits erwähnt ist die Erzeugung der gewünschten Informationen trotz der insgesamt kleinen Größe des Instruments möglich. Wie in **Fig. 7** gezeigt, können der Kollimator **40** und das bewegliche Abschirmelement **52** zusammen mit den Motoren und anderen Komponenten des Kopfes **70** der Detektoranordnung durch eine Öffnung **700** mit 150 mm Durchmesser in die abgeschirmte Wandung eingeführt werden, die von der Außenseite **702** zu der Innenseite **704** führt, wobei die Wandung teilweise die Kammer **706** festlegt. Das Instrument ist sicher innerhalb der Öffnung **700**, und damit relativ zu der zu untersuchenden Umgebung, durch das Zusammenwirken mit Beinen **708** positioniert, die mit Rollen versehen sind, die an der Wandung der Öffnung anliegen. Aufgebaut in dieser Art von Lage wird die Genauigkeit der Ergebnisse verbessert, da die Ab-

schirmwand selbst dazu beiträgt, die Zahlen zu verringern, die von einer Durchdringung des Kollimators **40** durch das Material des Kollimators **40** in Richtungen außerhalb des Sichtfeldes herrühren.

[0114] Das Instrument kann, anstatt in der Öffnung wie in **Fig. 7** gezeigt befestigt zu sein, ebenso während der Benutzung von einem Roboterarm getragen sein oder auf einem Dreifuß oder einem anderen Tragrahmen innerhalb der Umgebung befestigt sein.

[0115] Das beispielhaft dargestellte Instrument ist mit einem 6 mm × 6 mm × 6 mm Scintillator als eigentlicher Detektor ausgestattet. Der Scintillator kann vom NaI-Typ sein und einen Energiebereich zwischen 50 keV bis 1.500 keV sowie ein Zählraten-Vermögen von über 100.000 cps (counts per second, Zählereignisse pro Sekunde) bereitstellen.

[0116] Es ist wünschenswert, daß eine Videokamera zentral auf die Mitte des betrachteten Sichtfeldes gerichtet ist, um die beste Übereinstimmung der Emissionsinformationen und der visuellen Informationen zu ermöglichen. Die Messungen können dann für jeden gewünschten Punkt durchgeführt werden, z. B. unter Verwendung einer Schwenk- und Kippbewegung (insbesondere mit dem Kollimatortyp nach der **Fig. 3**), und die Ergebnisse können dann überlagert werden.

[0117] Das Vorsehen von Halogenleuchten auf der Detektoranordnung kann wünschenswert sein, wenn eine visuelle Abbildung dunkler Umgebungen erforderlich ist. Um die Darstellung der Ergebnisse zu unterstützen, kann es ferner wünschenswert sein, einen Bereichsfinder für die Mitte des Sichtfeldes als Teil der Detektoranordnung bereitzustellen.

[0118] Ein derart ausgestattetes Instrument kann durch Öffnungen mit einem Durchmesser von 150 mm oder weniger eingebracht werden, hat ein Kopfgewicht von weniger als 10 kg und kann dennoch detaillierte Informationen in einem praktisch handhabbaren Zeitmaßstab bereitstellen. Die Zeitmaßstäbe hängen von dem tatsächlichen Pegel der untersuchten Emissionen ab, wobei typische Werte 8+ Stunden für 150 cps, 50 min für 1.500 cps und 300 s für 15.000 cps betragen. Zusätzliche Zeit kann für das Erzeugen einer Bewegung zwischen den Meßorten benötigt werden. Während die Kollimator-Messungen mit einer Scan-Bewegung oder während einer schrittweisen Scan-Bewegung durchgeführt werden können, erfordert der Teil des Vorgangs mit dem beweglichen Abschirmelement in den meisten Fällen einen schrittweisen Prozeß, um genügend Zeit für die zu erhaltenen notwendigen Zählereignisse zur Verfügung zu haben.

[0119] Genauso wie mit den oben erörterten Arten des Systems ist es möglich, andere Kollimatorformen zu verwenden. In **Fig. 8** ist beispielsweise ein vollscheibenartiger Kollimator **800** mit einem Schlitz **802** mit geringer Breite versehen, der sich um den Kollimator **800** um 360° herum erstreckt. Das bewegliche Abschirmelement **804** ist in diesem Fall auf dem Kol-

limator **800** befestigt, und seine Lage in den Sichtfeldern wird verändert, indem der gesamte Kollimator **800** um eine Achse **806** gedreht wird. Der Detektor **808** ist zentral angeordnet.

[0120] Es ist ferner möglich, wie in **Fig. 9** einen Kollimator **900** vorzusehen, der einen im Querschnitt kreisförmigen Zugang zu dem darin enthaltenen Detektor aufweist und der infolgedessen ein konisches Sichtfeld **904** hat. Um mit einem solchen Kollimator die erste Stufe des Vorgangs durchzuführen, ist es notwendig, die Umgebung durch Bewegung des Kollimators an verschiedene Kipp- und Schwenkwinkel abzuscannen. Deswegen sind zwei Motoren **906**, **908** zum Bewegen des Kollimators **900** vorgesehen. Es ist ferner notwendig, das bewegliche Abschirmelement **910** in unterschiedliche Kipp- und Schwenkpositionen innerhalb des Sichtfeldes **904** zu bewegen, und so sind zwei Motoren **912** und **914** auch für dieses Element erforderlich. Der geringere Bedarf nach Motoren bei dem Instrument nach der **Fig. 7** ist ein Vorteil.

[0121] Die Verwendung des beweglichen Abschirmelements zur Erlangung richtungsabhängiger Informationen benötigt eine beträchtliche Zeit. Dies ist deswegen so, weil die Zählrate bei teilweise durch das bewegliche Abschirmelement abgedeckten Sichtfeld bis zu einem Punkt gemessen werden muß, an dem jeglicher Unterschied zwischen jener und einer Zahl bei vollem Sichtfeld als statistisch bedeutsam durch die Abdeckung und nicht lediglich durch zeitabhängige Zählschwankungen verursacht ist. Die hier eine Rolle spielenden Zeitdauern sind bedeutsamer, wenn es sich um niedrige Strahlungspegel handelt.

[0122] Um dieses Problem zu lösen, kann eine erste Stufe unter Verwendung des oben in **Fig. 3** gezeigten Kollimators durchgeführt werden. Der Kollimator hat ein großes Sichtfeld in der vertikalen Richtung, etwa 180°, jedoch ein schmales Sichtfeld in der horizontalen Richtung, etwa 5°. Ein Vorrücken des Kollimators um eine vertikale Achse führt dazu, daß unterschiedliche Streifen der Umgebung betrachtet werden. Diese Unterschiede in der Ausdehnung des Sichtfeldes bedeuten, daß ein signifikantes Zählergebnis, das von einem Sichtfeld herrührt, näher einer horizontalen Lage als einer vertikalen Lage zugeordnet werden kann. In der zweiten Stufe bei dieser alternativen Technik wird jedoch die Scanrichtung des Kollimators verändert, anstatt die Plazierung des beweglichen Abschirmelements zu verwenden.

[0123] In der zweiten Stufe wird der Kollimator um 90° gedreht, so daß das schmale Sichtfeld einer vertikalen Sicht und das weite Sichtfeld einer horizontalen-Sicht entsprechen. In dieser Orientierung wird der Kollimator um eine horizontale Achse über einen vollen 180°-Bereich gedreht. Erneut wird eine Folge von Streifen als Folge davon untersucht. Die beiden Stellungen A und B sind schematisch in der **Fig. 10** gezeigt.

[0124] Eine Kombination der beiden Sätze von Er-

gebnissen bedeutet, daß heiße Stellen auf bestimmte horizontale Winkel und vertikale Winkel reduziert werden können, und zwar sogar ohne Einsatz des Konzeptes "bewegliches Abschirmelement". Dies wird schnell erreicht, da beide Scanvorgänge als solche schnell sind, und ist für Umgebungen mit niedrigen Zahlen/niedriger Strahlung geeignet, da hohe Gesamtzahlen nicht notwendig sind, um statistisch signifikante Ergebnisse zu erzielen. Jegliche Mehrdeutigkeiten in den Ergebnissen können im allgemeinen durch den unten näher beschriebenen Verarbeitungsschritt aufgelöst werden.

[0125] Die Winkel müssen nicht notwendigerweise horizontal und vertikal sein. Bei der Verwendung von horizontalen und vertikalen Scans sind jedoch die Effekte von Wechselwirkungen zwischen Boden, Wand und Decke am leichtesten Rechnung zu tragen. Es sind unterschiedliche Winkel möglich, und weitere Winkel können verwendet werden, um die Untersuchungen zu ergänzen. So kann beispielsweise, wie dies in **Fig. 11** gezeigt ist, die untersuchte Umgebung **1000** eine Anordnung von Röhren **1002** aufweisen, die eine im wesentlichen horizontale Röhre **1004** mit einem sich nach unten erstreckenden abgewinkelten Abschnitt **1006**, eine geneigte Röhre **1008** und eine weitere geneigte Röhre **1010** umfaßt. Die Verwendung einer Drehung um eine vertikale Achse X, um einen horizontalen Scan zu erzielen, gefolgt von einer Drehung um eine horizontale Achse Y, um einen vertikalen Scan zu erzeugen, liefert Informationen über die Lage einer heißen Stelle H1 auf der Röhre **1004**. Mehr Informationen bezüglich der geneigten Röhren **1008**, **1010** und von heißen Stellen darauf können jedoch unter Verwendung anderer Drehachsen erzielt werden. So kann beispielsweise durch Verwendung einer Achse Q zur Erzielung eines geneigten Scans von links nach rechts die Lage einer heißen Stelle bezüglich besonderer Positionen entlang der Röhren **1008** und **1010**, d. h. potentielle heiße Orte H2 und H3, aufgelöst werden. Indem ein nachfolgender Scan um eine Achse senkrecht zu der Achse Q, nämlich der Achse P, durchgeführt wird, ist es möglich, zu bestimmen, welche der Röhren **1008**, **1010** tatsächlich eine heiße Stelle haben, oder alternativ hierzu, ob die heiße Stelle tatsächlich auf der Wand hinter der Röhre, z. B. an der Position H4, liegt. Auf diese Weise kann die Geometrie der Umgebung oder eines Teiles davon, in diesem Fall die Röhrenanordnung, dazu verwendet werden, einen Beitrag bei der Auswahl der besten Scanrichtungen zu leisten, um deutlich die heißen Stellen innerhalb der Umgebung **1000** zu identifizieren. Selbstverständlich müssen die Scanwinkel nicht senkrecht zueinander angeordnet sein; solche nicht-senkrechten Scans können dazu verwendet werden, um die Lage einer Kontamination entlang der Röhre **1004** zu untersuchen, und insbesondere um festzustellen, ob sie auf dem im wesentlichen horizontalen Teil dieser Röhre oder auf dem nach unten geneigten abgewinkelten Abschnitt **1006** liegt.

[0126] Um den Pegel der Ortsauflösung zu erhöhen, die bei Verwendung der erfindungsgemäßen Instrumente und Verfahren erzielt wird, wäre es möglich, den Schlitzwinkel von 5° zu verringern. Allerdings führt bereits eine Verringerung um 1° zu einer signifikanten Zunahme an Masse und physikalischer Größe der Abschirmung, die erforderlich ist, um die Fähigkeit aufrechtzuerhalten, um zwischen Sichtfeld-Zählereignissen und Durch-die-Abschirmung-Zählereignissen zu unterscheiden, und dies würde den Kollimator in zahlreichen wünschenswerten Anwendungen schwer platzierbar machen. Außerdem würden die Zählzeiten erheblich vergrößert.

[0127] Um dieses Auflösungsproblem auf andere Weise anzugehen, kann die vorliegende Erfindung die Ergebnisse einer Verarbeitungsstufe unterwerfen, und zwar insbesondere einer statistischen Analyse. Die unterschiedlichen Sichtfelder, die bei Verwendung des in **Fig. 10** gezeigten Kollimator-Typs erhalten werden, wenn der Kollimator um die erste Orientierungsachse gedreht wird, ergeben Folgen von Sichtfeldern, die eine relativ schlechte Ortsauflösung ergeben. Wenn sich jedoch, wie dies in der **Fig. 12** dargestellt ist, die Sichtfelder bis zu einem gewissen Maße überlappen, z. B. wenn der Kollimator in $2\frac{1}{2}^\circ$ -Schritten gedreht wird, so kann eine erheblich ergiebigere Ortsinformation erhalten werden. In **Fig. 12**, auf die nun Bezug genommen wird, ist ein erstes Sichtfeld durch die durchgezogene Umrandung **1100** dargestellt. Benachbarte Sichtfelder **1102** und **1104** überlappen sich mit dem Sichtfeld **1100**, so daß alle Teile der Umgebung in zwei der verschiedenen Sichtfelder fallen. Das Ergebnis aus dem horizontalen Scan führt bei einem Scanbogen von 180° zu 72 unterschiedlichen Sichtfeldern, wobei jedes ein Zähl- oder Zählraten-Ergebnis hat. Diese liefern, wenn sie über Winkel aufgetragen sind, Ergebnisse der in der **Fig. 13** durch eine Kurve **1120** dargestellten Art. Diese Kurve könnte eine breit verteilte Quelle nahelegen, die bei etwa 150° zentriert ist, sich jedoch beträchtlich zu beiden Seiten davon erstreckt.

[0128] Die statistische Verarbeitung vergleicht die bei jedem Winkel gemessene Antwort mit einer vorhergesagten Antwort für Modell-Orte einer Quelle oder Quellen. Die vorausgesagte Antwort basiert zunächst auf der bekannten Antwort des Detektors auf bekannte Quellen und der bekannten Antwort des Kollimators auf bekannte Quellen (Informationen, die im Wege eines Kalibrierungs-Vorgangs erhalten sind).

[0129] Durch Berechnung des Unterschiedes zwischen dem gemessenen Ergebnis und dem vorausgesagten Ergebnis für ein gegebenes Modell für jedes der Sichtfelder ist es möglich, sich an ein Modell anzunähern, das noch besser mit den erhaltenen Meßergebnissen übereinstimmt. So könnte beispielsweise wenigstens eine quadratbasierte Analyse unter Verwendung eines iterativen Modellierungs-Prozesses verwendet werden. Nach und nach nähert sich der iterative Prozeß an eine Minimierung der Dif-

ferenz zwischen den Meßwerten und dem Modell an, wodurch eine bessere Angabe der tatsächlichen Quellen erzeugt wird. Die Ergebnisse, wie sie in der Fig. 13 dargestellt sind, sind, daß der Prozeß letztendlich die Winkelauflösung des Kollimators verbessert und auf diese Weise klarer eine starke diskrete Quelle bei einem Winkel von 150° und eine weitere diskrete Quelle bei einem Winkel von 225° identifiziert, wobei dieser Satz von Ergebnissen durch eine Kurve 1130 illustriert ist. Quellen mit diesen Pegeln an diesen Orten liefern beste Anpassung an die Meßwerte.

[0130] Obwohl der Prozeß basierend auf vollständig überlappendem Streifen dargestellt ist, könnte eine größere Auflösung erzielt werden, indem Teile der Umgebung mehr als zwei Sichtfeldern (z. B. einem Schlitz von 5° und einem Schrittwinkel von 1°) ausgesetzt werden, jedoch mit dem Nachteil, daß die gesamte Zählung viel mehr Zeit für die Durchführung erfordert, oder indem lediglich Sichtfelder sich zu einem Ausmaß überlappen, bei dem nur Teile der Umgebung in mehr als einem Sichtfeld erscheinen (z. B. ein Schlitzwinkel von 5° und einem Vorrücken bei jedem Schritt um 4°). Es wäre ebenso möglich, nicht die gesamte Umgebung zu betrachten, jedoch würde sich im Ergebnis ein daraus folgender Auflösungsverlust ergeben (z. B. ein Schlitzwinkel von 5° und eine schrittweise Bewegung um 8°).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Untersuchung von Emissionen radioaktiver Quellen in einer Umgebung (30), wobei das Verfahren umfaßt:

Bereitstellung eines Instruments, wobei das Instrument eine Detektoranordnung aufweist und die Detektoranordnung einen Detektor (20; 46) umfaßt, welcher ein Signal in Abhängigkeit von einer detektierten Emission erzeugt, wobei der Detektor (20; 46) in einer oder mehreren Richtungen mit einem höheren Grad an Abschirmung (22; 42; 48; 900) gegen Emissionen versehen ist als in einer oder mehreren anderen Richtungen, um das Sichtfeld (26; 904) der Umgebung (30) für den Detektor (20; 46) festzulegen; Einbringen der Detektoranordnung des Instruments in die Umgebung (30);

dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren ferner umfaßt:

Bereitstellung des Instruments mit einem beweglichen Abschirmelement (28; 52; 910), welches relativ zu dem Sichtfeld (26; 904) beweglich ist;

Erhalten einer Signalzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor (20; 46), wobei wenigstens ein Teil der Umgebung (30) innerhalb des Sichtfeldes (26; 904) liegt und wobei das bewegliche Abschirmelement (28; 52; 910) außerhalb des Sichtfeldes (26; 904) liegt und das Ergebnis die Bezugzahl und/oder Bezugszählrate für das vorgegebene Sichtfeld (26; 904) bildet;

Erhalten einer Signalzahl und/oder einer Zählrate

von dem Detektor (20; 46) für das vorgegebene Sichtfeld (26; 904), wobei ein Teil (32) des vorgegebenen Sichtfeldes (26; 904) durch das bewegliche Abschirmelement (28; 52; 910) abgedeckt ist und das Ergebnis die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Zählrate bei jenem vorgegebenen Sichtfeld (26; 909) bildet, bei dem der vorgegebene Teil (32) bedeckt ist;

wobei bei einem vorgegebenen abgedeckten Teil (32) eines vorgegebenen Sichtfeldes (26; 904) die Bezugzahl und die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Bezugszählrate und die Zählrate bei teilweise abgedeckter Sicht zueinander in Bezug gesetzt werden, um eine Information über die Emission, welche von dem vorgegebenen Sichtfeld (26; 904) herrührt, bereitzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, welches umfaßt: Erhalten einer Signalzahl und/oder einer Zählrate von dem Detektor (20; 46), wobei wenigstens ein Bereich der Umgebung (30) innerhalb des Sichtfeldes (26; 904) liegt und wobei das bewegliche Abschirmelement (28; 52; 910) außerhalb des Sichtfeldes liegt; Bewegen von wenigstens einem Teil der Detektoranordnung, um wenigstens einen anderen Bereich der Umgebung (30) in das Sichtfeld (26; 904) zu bringen und eine Signalzahl und/oder Zählrate von dem Detektor für dieses Sichtfeld (26; 904) zu erhalten, wobei das bewegliche Abschirmelement- (28; 52; 910) außerhalb des Sichtfeldes liegt; Inbezugsetzen der Zahlen und/oder Zählraten, welche für die zwei oder mehr unterschiedlichen Sichtfelder (26; 904) erhalten wurden, sowie Auswählen eines oder mehrerer Bereiche der Umgebung (30) für eine weitere Untersuchung; und anschließendes Erhalten der Signalzahl und/oder Zählrate, deren Ergebnis die Bezugzahl und/oder Bezugszählrate für das vorgegebene Sichtfeld (26; 904) bildet, sowie Erhalten der Signalzahl und/oder Zählrate, deren Ergebnis die Zahl bei teilweise abgedeckter Sicht und/oder die Zählrate bei jenem vorgegebenen Sichtfeld (26; 904) bildet, bei dem der vorgegebene Teil (32) bedeckt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem Signzahlen. und/oder Zählraten von dem Detektor (20) für aufeinanderfolgende benachbarte Sichtfelder erhalten werden, wobei wenigstens ein Bereich der Umgebung (30) innerhalb des Sichtfeldes (26) liegt und das bewegliche Abschirmelement (28) außerhalb des Sichtfeldes liegt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, bei dem die Sichtfelder (26) aneinander angrenzen oder sich überlappen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem das Inbezugsetzen der Zahlen und/oder Zählraten, welche von zwei oder mehr unterschiedlichen Sichtfeldern (26) erhalten werden, das Inbe-

zugsetzen solcher Sichtfelder (26) umfaßt, welche Zahlen und/oder Zählraten über einem Schwellenwert aufweisen, wobei diese Sichtfelder (26) eine Zahl oder Zählrate über dem ausgewählten Schwellenwert aufweisen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem der eine oder die mehreren ausgewählten Bereiche der Umgebung (30) weiter untersucht werden, indem Signalzahlen und/oder Zählraten einer teilweise abgedeckten Sicht bei einem vorgegebenen Sichtfeld (26) erhalten werden, wobei mehrere unterschiedliche Teile (32) dieses vorgegebenen Sichtfeldes (26) abgedeckt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das Verfahren den Erhalt von Signalzahlen und/oder Zählraten umfaßt, wobei jeder Teil (32) des vorgegebenen Sichtfeldes (26) abgedeckt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem unterschiedliche Teile (32) des Sichtfeldes (26) durch Bewegen des beweglichen Abschirmelementes (28) innerhalb des Sichtfeldes (26) des Detektors (20) teilweise abgedeckt werden, wobei das Sichtfeld (26) des Detektors (20) unverändert bleibt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem Signalzahlen und/oder Zählraten von dem Detektor (20) für das vorgegebene Sichtfeld (26) erhalten werden, wobei mehrere unterschiedliche Teile (32) dieses vorgegebenen Sichtfeldes (26) durch das bewegliche Abschirmelement (28) abgedeckt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Verfahren den Erhalt von Signalzahlen und/oder Zählraten umfaßt, wobei jeder Teil des vorgegebenen Sichtfeldes abgedeckt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem verschiedene Teile des Sichtfeldes durch Bewegung des beweglichen Abschirmelementes innerhalb des Sichtfeldes des Detektors abgedeckt werden, wobei das Sichtfeld des Detektors unverändert bleibt.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Ort (A, B) der Quelle oder Quellen in drei Dimensionen ermittelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der Ort (A, B) durch Angabe eines ermittelten Neigungs- und Schwenkwinkels der Detektoranordnung sowie und einer Entfernung des Detektors (20) zu dem Ort (A, B) ausgedrückt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Videokamera- oder Kamerabil- der der Umgebung aufgenommen werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die Vi-

deokamera oder die Kamera an dem beweglichen Abschirmelement (28) befestigt ist.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Detektor (46) und die Detektorabschirmung (42) um eine erste Achse (Y-Y) verdrehbar befestigt sind und das bewegliche Abschirmelement (52) um eine zweite Achse (X2-X2) verdrehbar befestigt ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem die erste und die zweite Achse senkrecht zueinander stehen.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Abschirmung ein erstes im wesentlichen planares Element (42) sowie ein zweites im wesentlichen planares Element (42) mit einem dazwischen liegenden Zwischenraum (44), wobei der Zwischenraum (44) wenigstens teilweise das Sichtfeld festlegt.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Abschirmung zwei gegenüberliegende planare Flächen und zwei nicht gegenüberliegende nicht planare Flächen aufweist, wobei die gegenüberliegenden planaren Flächen wenigstens teilweise das Sichtfeld begrenzen und wobei der Zwischenraum (44) zwischen den gegenüberliegenden planaren Flächen nahe bei der Abschirmung (48) um einen Teil des Detektors (46) herum liegt, um wenigstens teilweise das Sichtfeld weiter zu begrenzen.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Abschirmung (42, 48) ein Sichtfeld begrenzt, welches einen Winkelbereich zwischen 4,5° und 6° in einer Richtung aufweist.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Abschirmung (42, 48) ein Sichtfeld begrenzt, welches einen Winkelbereich zwischen 160° und 200° in einer zweiten Richtung aufweist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Detektor und die Detektorabschirmung (900) um eine erste Achse und um eine zweite Achse verdrehbar befestigt sind, und bei dem das bewegliche Abschirmelement (910) um eine erste Achse und um eine zweite Achse verdrehbar befestigt ist.

23. Verfahren nach Anspruch 22, bei dem die beiden ersten Achsen voneinander getrennt sind und/oder die beiden zweiten Achsen voneinander getrennt sind.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 oder 22 und 23, bei dem die Abschirmung (900) einen ersten konischen Abschnitt und einen an den ersten konischen Abschnitt anstoßenden zweiten ko-

nischen Abschnitt aufweist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem sich der zweite konische Abschnitt unter Verjüngung von dem Detektor in einer entgegengesetzten Richtung zu der Verjüngung des ersten konischen Abschnittes erstreckt, wobei der Detektor auf einer Ebene angeordnet ist, welche durch den Grenzbereich zwischen dem ersten und dem zweiten konischen Abschnitt gebildet wird.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das bewegliche Abschirmelement (28; 52; 910) zwischen 5% und 10% des Sichtfeldes abdeckt.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Mittel zur Bereitstellung eines optischen Bildes der Umgebung an dem beweglichen Abschirmelement (28; 52; 910) angeordnet sind.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Detektoranordnung in die Umgebung eingebracht wird, indem sie durch eine Öffnung (704) eingeführt wird, wobei die Öffnung einen maximalen Durchmesser von weniger als 200 mm aufweist.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Signalzah und/oder Zählrate für ein Sichtfeld, bei dem das bewegliche Abschirmelement (28; 52; 910) außerhalb des Sichtfeldes liegt, unter Verwendung einer Zähldauer von weniger als 5 Minuten ermittelt wird.

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem unterschiedliche Sichtfelder (26) aufeinanderfolgend berücksichtigt werden, wobei von einem Sichtfeld zu einem benachbarten übergegangen wird.

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Inbezugsetzung beinhaltet, daß solche Sichtfelder (26; 904), welche hohe Zahlen und/oder Zählraten erzeugen, als Hinweis auf eine oder mehrere innerhalb dieser bestimmten Sichtfelder liegende Quellen angesehen werden.

32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein oder mehrere Bereiche für weitere Untersuchungen ausgewählt werden können.

33. Verfahren nach Anspruch 32, bei dem die Auswahl das Auswählen eines oder mehrerer der vorher vermessenen Sichtfelder (26; 904) zur Verwendung in der weiteren Untersuchung beinhaltet, wobei die vorher erhaltene Zahl und/oder Zählrate dazu verwendet wird, um die Bezugszahl und/oder

Bezugszählrate für das ausgewählte Sichtfeld (26; 904) zu bilden.

34. Verfahren nach Anspruch 32, bei dem die Auswahl das Auswählen eines oder mehrerer Sichtfelder (26; 904) umfaßt, welche nicht einem vorher vermessenen Sichtfeld (26; 904) entsprechen, wobei die Zahl und/oder Zählrate von dem Detektor für dieses Sichtfeld (26; 904) mit außerhalb des Sichtfeldes liegendem beweglichem Abschirmelement (28; 52; 910) erhalten werden, und wobei diese Signalzah und/oder Zählrate die Bezugszahl und/oder Bezugszählrate für dieses ausgewählte Sichtfeld (26; 904) bilden.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 34, bei dem Signzahlen und/oder Zählraten einer teilweise abgedeckten Sicht für ein vorgegebenes Sichtfeld (26; 904) erhalten werden, wobei eine Mehrzahl von unterschiedlichen Teilen (32) dieses vorgegebenen Sichtfeldes (26; 904) abgedeckt werden und die Zahl und/oder Zählrate der teilweise abgedeckten Sicht für die Mehrzahl von unterschiedlichen abgedeckten Sichten zusammen mit der Bezugszahl und/oder Bezugszählrate für das vorgegebene Sichtfeld (26; 904) in Bezug gesetzt werden, um eine Information über die Emissionen bereitzustellen, welche aus dem vorgegebenen Sichtfeld (26; 904) hervorgehen.

36. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem unterschiedliche teilweise abgedeckte Sichten durch Bewegung des beweglichen Abschirmelementes (28; 52; 910) innerhalb des Sichtfeldes (26; 904) des Detektors erhalten werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

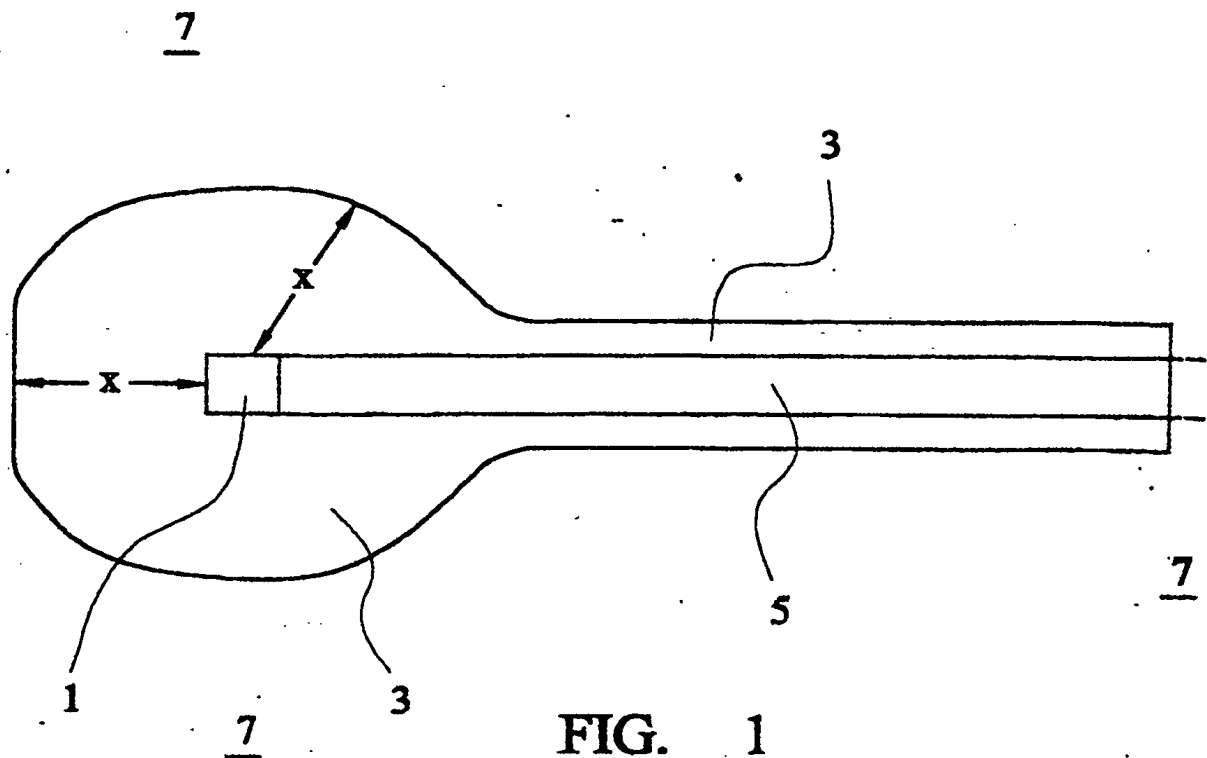
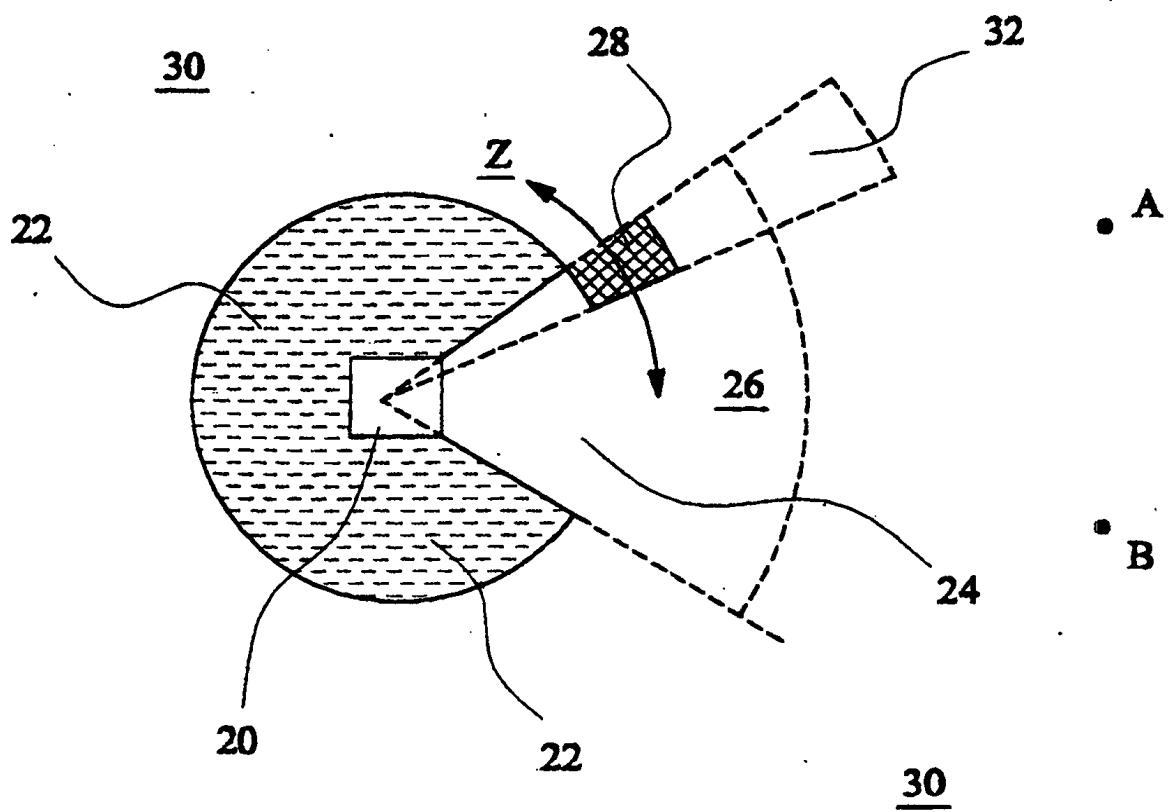
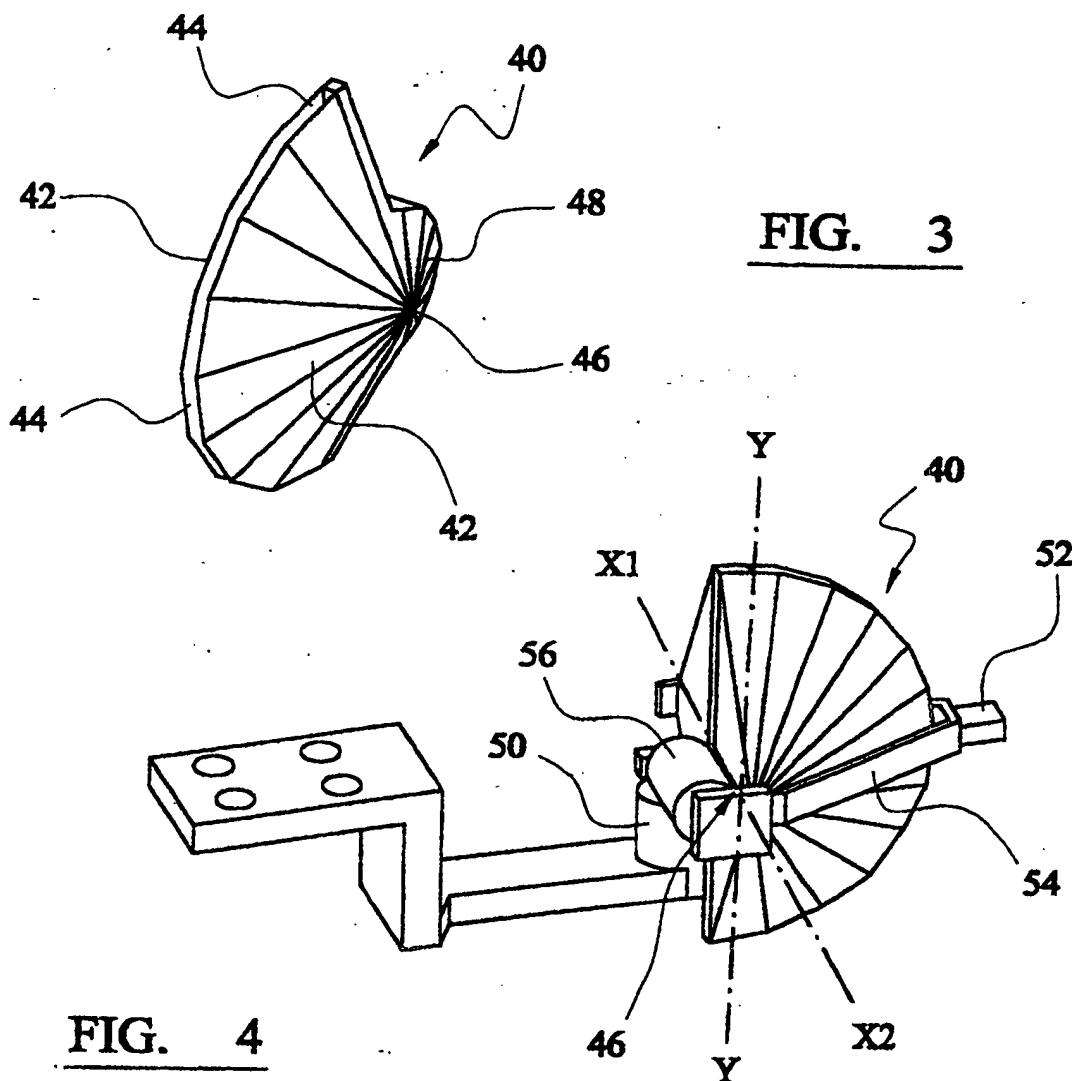


FIG. 1

Stand der Technik





Schwenk-Scan

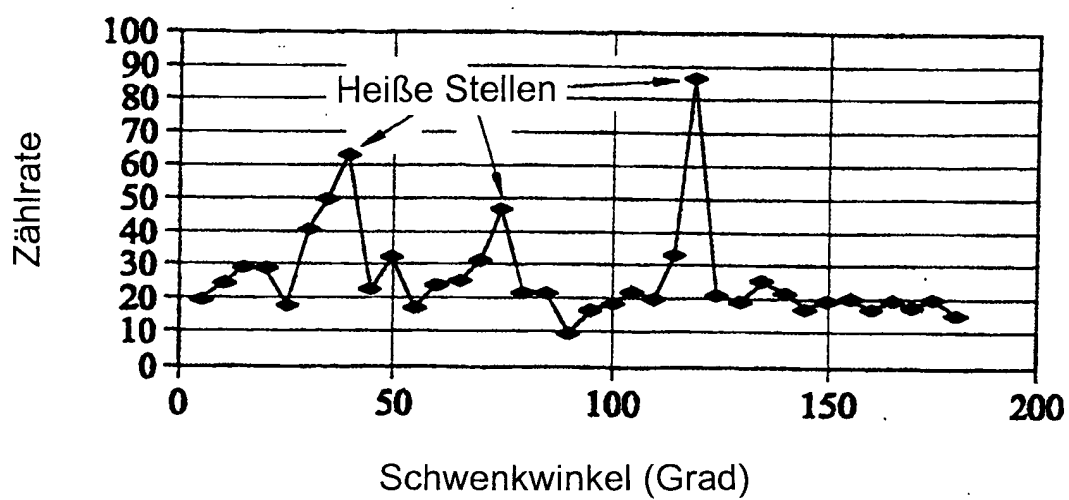


FIG. 5

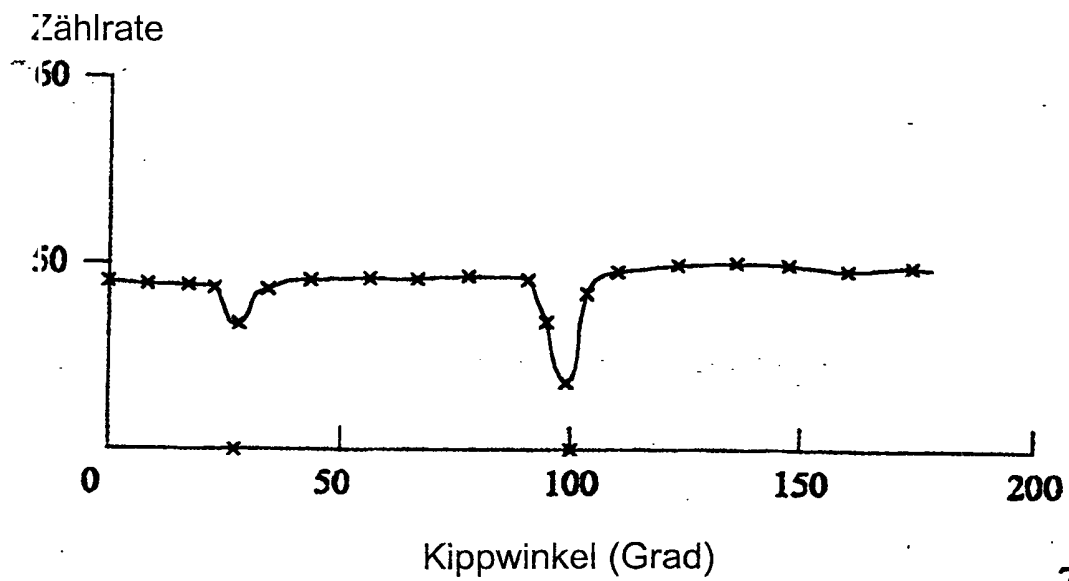


FIG. 6

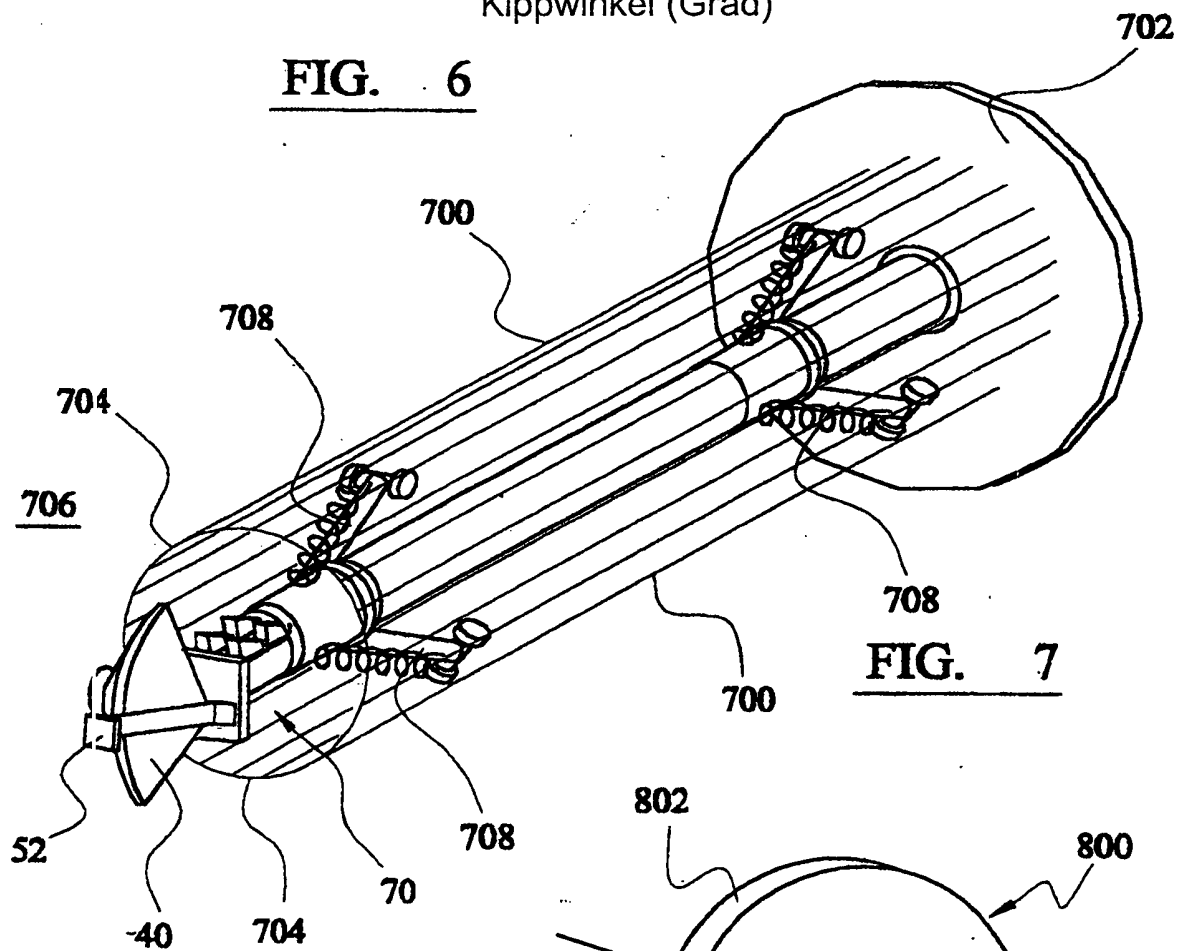


FIG. 7

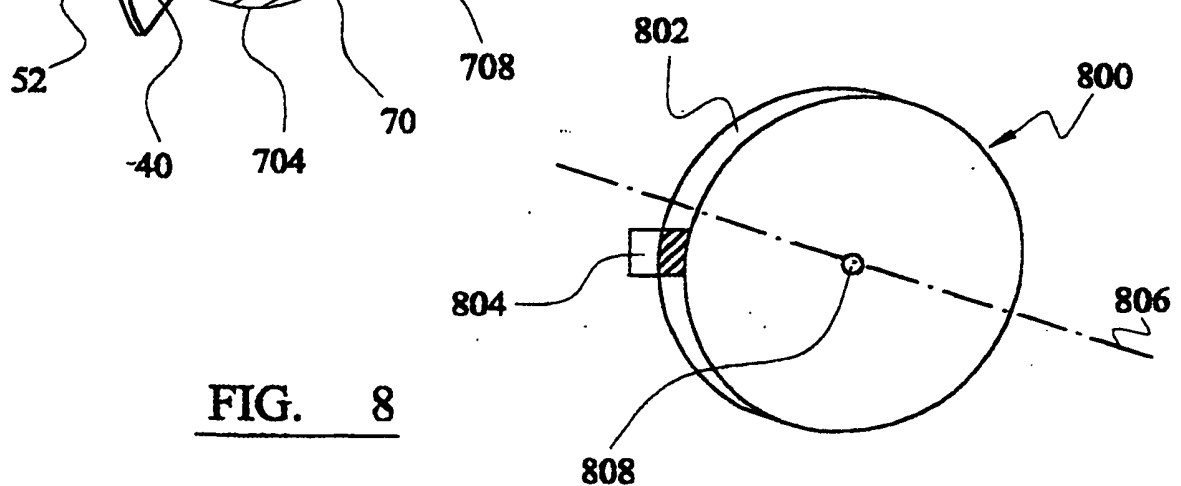
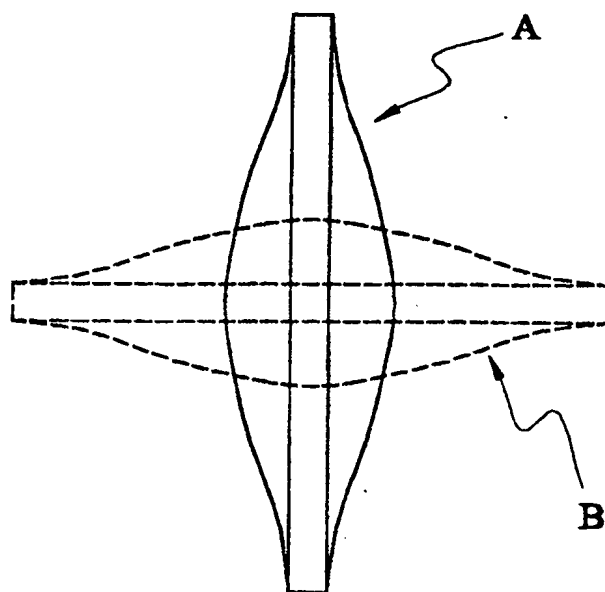
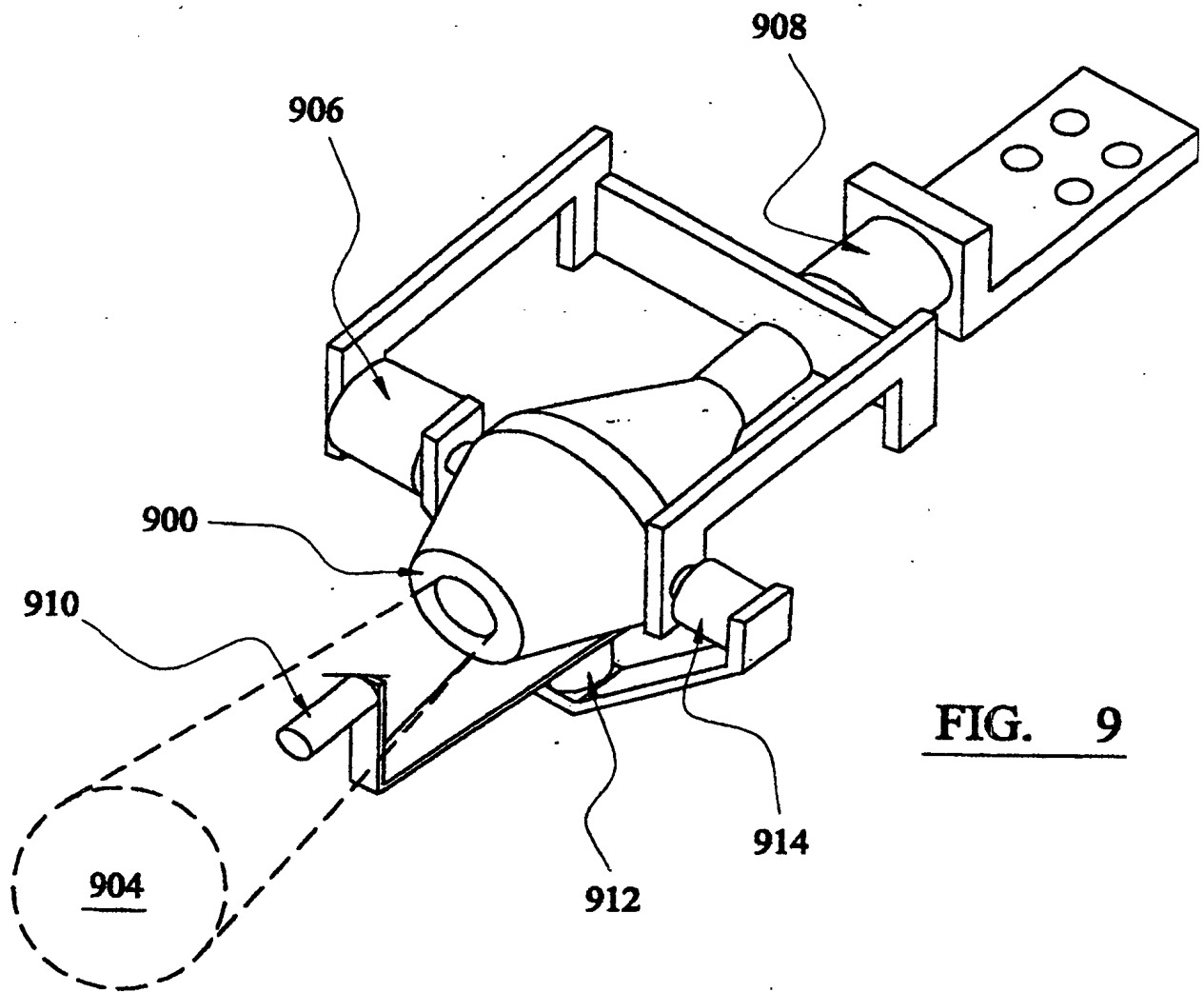


FIG. 8



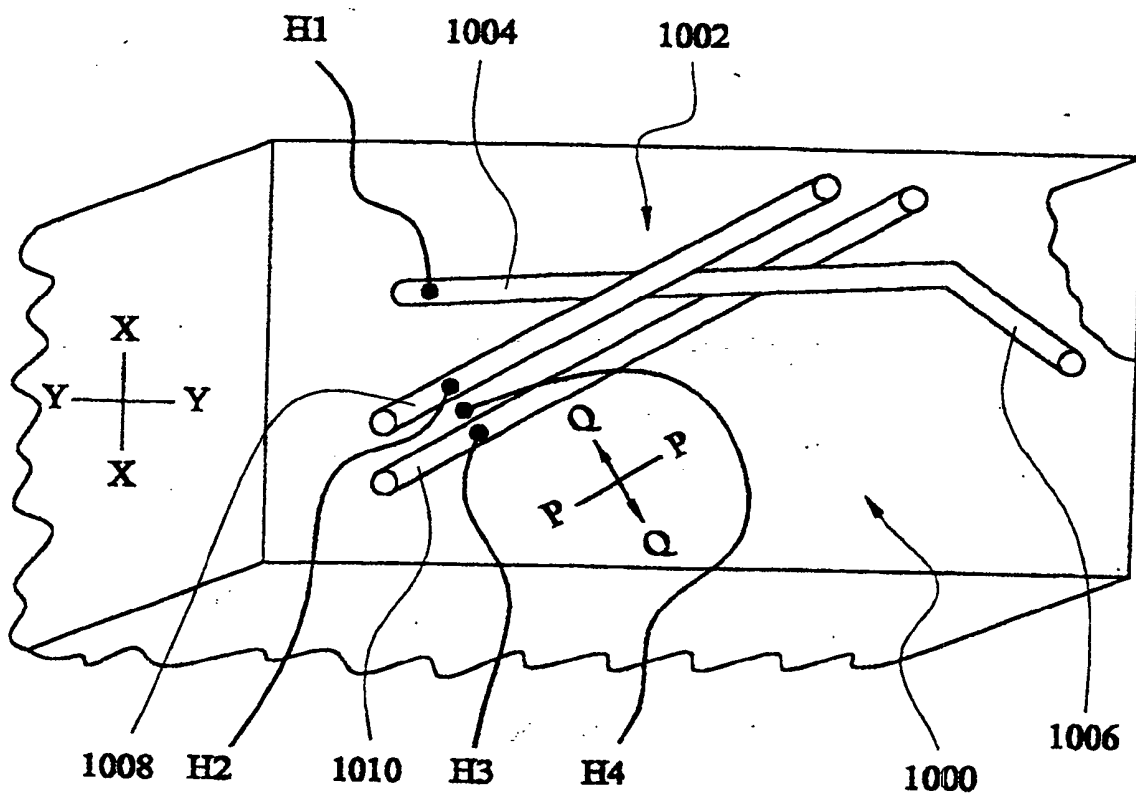


FIG. 11

FIG. 12

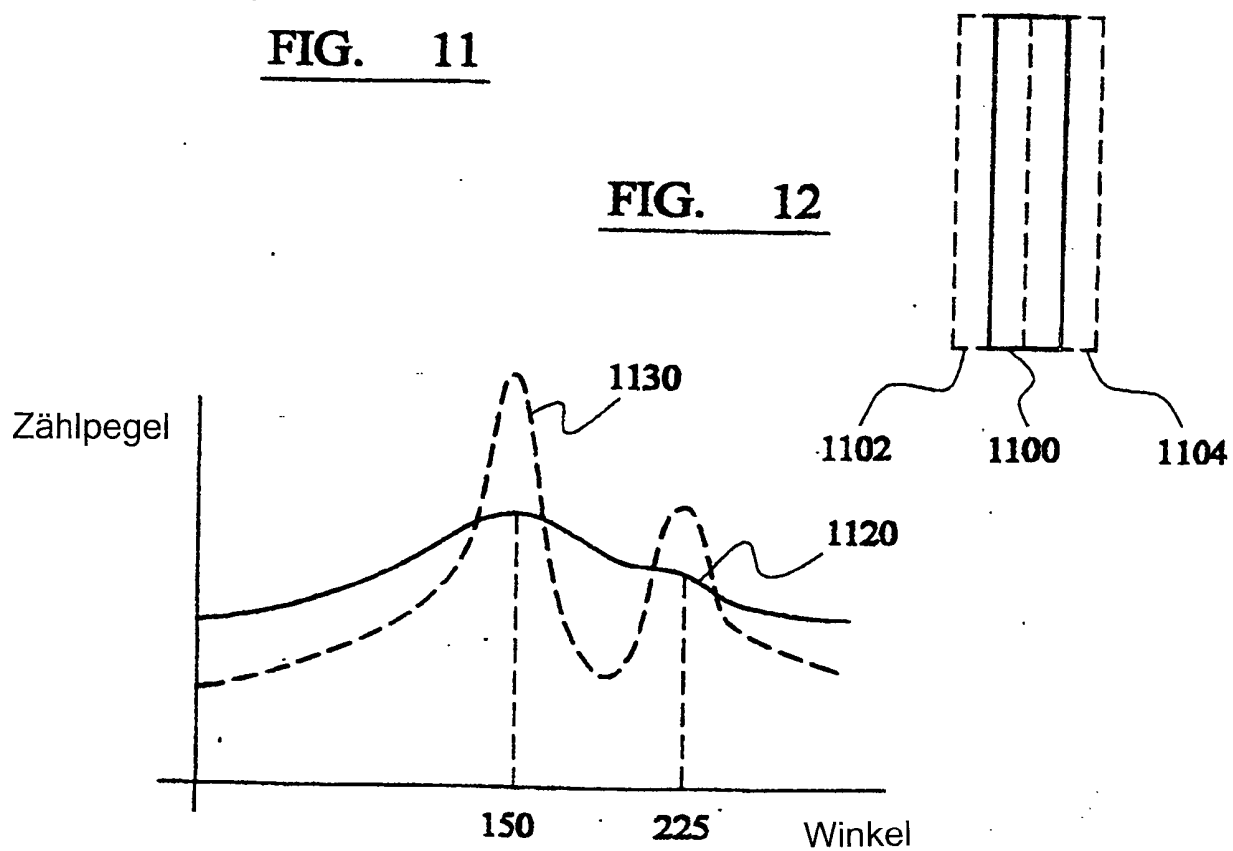


FIG. 13