



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 648 019 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3 EPÜ

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2006 Patentblatt 2006/16

(51) Int Cl.:
H01J 47/02 (1980.01)

(21) Anmeldenummer: **04748960.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/RU2004/000266

(22) Anmeldetag: **06.07.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/004190 (13.01.2005 Gazette 2005/02)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **08.07.2003 RU 2003120994**

(71) Anmelder: **THE BUDKER INSTITUTE OF
NUCLEAR PHYSICS RUSSIAN
ACADEMY OF SCIENCES SIBERIAN BRANCH
Novosibirsk, 630090 (RU)**

(72) Erfinder:
• **BARU, Semen Efimovich
Novosibirsk, 630090 (RU)**

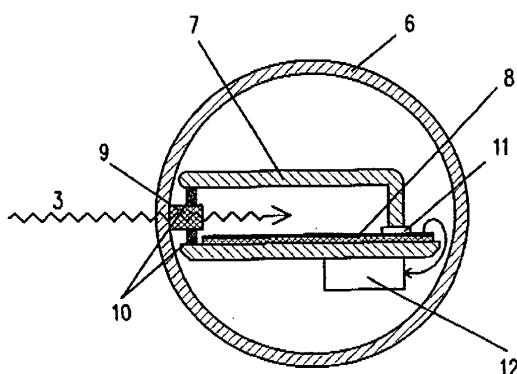
- **GROSHEV, Vladimir Romanovich
Novosibirsk, 630090 (RU)**
- **LEONOV, Victor Vasilyevich
Novosibirsk, 630090 (RU)**
- **POROSEV, Vyacheslav Victorovich
Novosibirsk, 630058 (RU)**
- **SAVINOV, Gennadiy Alekseevich
Novosibirsk, 630090 (RU)**

(74) Vertreter: **Jeck, Anton
Patentanwalt,
Klingengasse 2/1
71665 Vaihingen/Enz (DE)**

(54) SCANNING-RADIOGRAPHIEEINRICHTUNG (VARIANTEN)

(57) Die Erfindung betrifft eine abtastende, röntgenografische Anlage, die eine Ionisierungsstrahlungsquelle, einen Kollimator in Form eines länglichen Spalts zur Erzeugung eines flachen Strahlungsgangs und ein Registrierungsgerät des Strahlungsbündels, das durch das zu untersuchende Objekt hindurchgeht, mit einer Ablese-, Datenverarbeitungs- und Ausgabeelektronik und mindestens einen Detektor der ionisierenden Teilchen umfasst. Im Detektorgehäuse, in das die durch das zu untersuchende Objekt hindurchgehende Strahlung gelangt, ist ein ebener Kondensator mit einer Vollandode und einer in Streifen unterteilten Kathode angeordnet.

Die Streifenlänge ist so ausgelegt, dass eine vollständige Absorption der Ionisierungsstrahlung im Gas gewährleistet ist. An jedem Streifen ist ein Speicherkondensator angeschlossen, dessen Ladung von der Elektronik abgelesen wird. Im Detektor sind ein dielektrisches Mittel und ein zusätzlicher Körper am Eingang der Strahlung bzw. am Ende des Strahlungspfads vorgesehen, wodurch die Verluste der Ionisierungsstrahlung vermindert werden, die erforderliche Auflösung in Abtastrichtung gewährleistet wird und Anforderungen an das zulässige Vibrationsniveau und der Justierung einzelner Teile der abtastenden Anlage vermindert werden.



Figur 2

EP 1 648 019 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung gehört zum Bereich der Registrierung von Röntgenstrahlung und kann sowohl in der medizinischen Röntgenografie als auch zur körperlichen Durchsuchung aus Sicherheitsgründen zwecks Erkennung von gefährlichen und im bzw. auf dem Körper bzw. in der Kleidung versteckten Gegenständen oder Stoffen eingesetzt werden.

[0002] Zur Zeit finden in der Röntgendiagnostik digitale, röntgenografische Systeme eine breite Anwendung, in denen das zu untersuchende Objekt abgetastet wird und die eine Aufnahme unter niedriger Strahlungsdosis für den Patienten liefern. Zur Registrierung der Strahlung werden in diesen Anlagen proportionale Vieldrahtkammern (MWPC) und später entwickelte Szintillationsdetektoren eingesetzt. (S. E. Baru et al., SU-Urheberzeugniss Nr. 1505214, IPC G 01 T 5/12, 1987; S. E. Baru et al., SU-Urheberzeugniss Nr. 1615651, IPC G 01 T 5/12, 1987; E. A. Babichev et al., "Nucl. Instr. and Meth.", A 323, 1992, 49; S. E. Baru et al., "Nucl. Instr. and Meth.", in Phys.

[0003] Res., A 392, 1997, 12; und später entwickelte Szintillationsdetektoren von S. N. Selesnev et al., "Automessung", 1996, Nr. 6, S. 80).

[0004] Die mit dem Aufbau und dem Funktionsprinzip der Kammern verbundenen Besonderheiten aber beschränken die Möglichkeiten dieses Detektors wegen nicht zufriedenstellender Auflösung.

[0005] Die Auflösung der Szintillationsdetektoren überschreitet auch 1-2 Linienpaare pro mm nicht. In den Detektoren mit lichtisolierten Kanälen ist die maximale Kanalbreite 1 mm (Szintillationselektronische Strahlungsdetektoren sind Hartkörperdetektoren neuer Generation, Zustand, EntwOcklungsaussichten, industrielle Anwendung, s.V. D. Ryzhikov et al., Preprint. Chartcov, Wissenschaftlich technischer Konzern "Institut Monokristallov"/ Institut für Monokristalle, 1996], und in den Detektoren mit nicht lichtisolierten Kanälen, und zwar solchen Detektoren, die in der Schrift Automessung von S. N. Selesnev et al., 1996, Nr. 6, S. 80, eingesetzt wurden, ist die räumliche Auflösung durch die Lichtbindung von benachbarten Kanälen beschränkt und beträgt 1,3 Linienpaare pro mm. Eine Verringerung der Szintillatorbreite zur Verbesserung der Auflösung führt zu einer Verschlechterung der Qualität des Detektors wegen der Wirksamkeitsverminderung der Photonenregistrierung.

[0006] Durch das Patent EP 0 597 725, IPC G01V, 5/00, 12.11.93, ist eine abtastende Anlage bekannt, in der ein Szintillationsdetektor eingesetzt wird. Die gelieferte, optische Abbildung wird verstärkt und danach in eine digitale Form umgewandelt. Eine weitere Verarbeitung der digitalen Abbildung erlaubt, eine Abbildung des ganzen Körpers zu erhalten. Die Auflösung dieser Anlage ist niedrig.

[0007] Hinsichtlich der technischen Merkmale steht die im Patent US 5 959 302, IPC G01T, 1/185, 27.05.97, beschriebene, radiografische Vorrichtung hoher Auflö-

sung der Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung am nächsten.

[0008] Diese Anlage umfasst eine Ionisierungsstrahlungsquelle, deren Strahlung auseinanderläuft, einen Kollimator in Form eines länglichen Spalts, wobei der Kollimator ein flaches Strahlungsbündel liefert, ein Registrierungsgerät des flachen Strahlungsbündels, wobei die Strahlung durch das zu untersuchende Objekt hindurchgeht, und eine Ableseelektronik. Das Registrierungsgerät enthält mindestens einen Detektor der Ionisierungsteilchen, der eine Gaskammer mit einem Fenster zum seitlichen und vorderen Strahlungseingang und drei flache Elektroden aufweist, die parallel zueinander angeordnet sind. Im Raum zwischen der ersten Elektrode und zweiten Elektrode wird die Strahlung in Elektronen umgewandelt, und im Raum zwischen der zweiten und dritten Elektrode erfolgt eine Verstärkung durch Multiplikation dieser Elektronen.

[0009] Der Nachteil dieser Vorrichtung ist das Drei-Elektroden-System, in dem die zweite Elektrode durchsichtig sein soll, damit die im Umwandlungsraum entstandenen Elektronen in den Multiplikationsraum gelangen. Eine solche Elektrode wird meistens aus Drähten hergestellt, die beim Abtasten vibrieren, wodurch die Arbeit des Detektors wesentlich verschlechtert wird.

[0010] Die Gasverstärkung beschränkt außerdem die Schnellwirkung des Detektors wegen des Einflusses der Raumladung und lässt die Füllung des Detektors mit Gas unter einem Druck von über 10^6 Pa (10at) nicht zu, wodurch die räumliche Auflösung beschränkt wird. Ein weiterer Nachteil, der mit dem Einsatz der Gasverstärkung verbunden ist, ist die Anforderung an die Reinheit des Gasgemisches, das öfter ausgewechselt werden muss.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Entwicklung einer röntgenografischen Anlage mit Hochauflösung, wirksamerer Registrierung von Ionisationsquanten, die ein größeres Ladungsvermögen sicherstellt, und mit einfacherem und damit sichererem Aufbau.

[0012] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass in der bekannten, abtastenden, röntgenografischen Anlage eine Ionisierungsstrahlungsquelle, ein Kollimator in Form eines länglichen Spalts, der zur Erzeugung eines flachen Strahlungsbündels bestimmt ist, und ein Registrierungsgerät des Strahlungsbündels, wobei die Strahlung durch das zu untersuchende Objekt hindurchgeht, einschließlich einer Ablese-, Datenverarbeitungs- und Ausgabeelektronik und mindestens eines Detektors der ionisierenden Teilchen vorgesehen sind, der ein dichtes, mit Gas gefülltes Gehäuse aufweist, das aus strahlungsdurchlässigem Material mindestens an der Ein- und Ausgangsstelle der Ionisierungsstrahlung besteht und in dem ein ebener Kondensator parallel zur Fläche des Strahlungsgangs mit einer auf beiden Kondensatorseiten liegenden Vollandode und Kathode angeordnet ist; die Kathode ist in Streifen unterteilt, die fächerartig angeordnet sind und auf einen Punkt ausgerichtet sind, der der Brennpunkt der Röntgenstrahlungsquelle ist; die Streifenlänge der Kathode ist so ausgelegt, dass eine voll-

ständige Wechselwirkung der Ionisierungsstrahlung gewährleistet ist, wobei jeder Streifen mit einem einzelnen Speicherkondensator verbunden ist, dessen Ladung durch die Elektronik abgelesen wird.

[0013] Zur Erhöhung der Wirksamkeit der Registrierung kann der Raum zwischen der Gehäusewand an der Eingangsstelle der Strahlung und dem ebenen Kondensator mit einem dielektrischen Mittel gefüllt werden, das eine niedrigere ionisierungsstrahlungsabsorption im Vergleich zum Gas aufweist.

[0014] Das dielektrische Mittel kann teilweise zwischen der Anode und der Kathode des flachen Kondensators angeordnet werden.

[0015] Zur Sicherstellung der vorgegebenen Auflösung in Abtastrichtung sind die Vollandode und die Kathode des ebenen Kondensators an den vorderen Kanten in der Richtung des Strahlungsbündels mit Platten aus die Ionisierungsstrahlung absorbierendem Material ausgestattet, die zusammen mit dem dazwischenliegenden, dielektrischen Mittel eine Membran bilden.

[0016] Zwischen der Anode und der Kathode am Ende des Strahlungspaths kann ein zusätzlicher Körper angeordnet werden, der zur Fixierung des Raums dazwischen bestimmt ist.

[0017] Die Einführung der mit Kathodenstreifen verbundenen Kondensatoren bedingt eine Arbeitsweise mit Kumulation der Ladung (Integralbetrieb) im Unterschied zu der Zählung einzelner Ionisierungsstrahlungsquanten, die in der Vorrichtung nach dem Patent US 595302, IPC G01T, 1/185, 27.05.97, realisiert wird.

[0018] Die Einführung eines dielektrischen Mittels im Raum zwischen der Gehäusewand an der Eingangsstelle der Strahlung und dem flachen Kondensator verringert die Verluste der Ionisierungsstrahlung und steigert somit die Wirksamkeit der Registrierung.

[0019] Die Membran, die mittels Platten aus die Ionisierungsstrahlung absorbierendem Material gebildet wird, und das dielektrische Mittel geben die benötigte Auflösung in Abtastrichtung vor und vermindern die Anforderungen an das zulässige Vibrationsniveau und an die Justierung einzelner Teile der abtastenden Anlage.

[0020] Die Beschreibung der Erfindung wird anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine allgemeine Ansicht einer Anlage gemäß der Erfindung und

Fig. 2 einen Querschnitt durch einen Detektor der Ionisierungsstrahlung, die durch das zu untersuchende Objekt hindurchgegangen ist.

[0021] Die Anlage umfasst eine Ionisierungsstrahlungsquelle 1, die vorzugsweise eine Röntgenquelle ist, einen Kollimator 2, ausgeführt in Form einer Blende mit einem länglichen Spalt zur Erzeugung eines flachen Strahlungsbündels 3, einen durch ein zu untersuchendes Objekt 5 hindurchgehenden Strahlungsdetektor 4, der

ein dichtes Gehäuse 6 aufweist und mit Gas unter einem Druck von 20-49 at gefüllt sowie aus für die Ionisierungsstrahlung durchlässigem Material mindestens an der Eingangsstelle der Strahlung besteht, wobei sich im Strahlungsdetektor 4 ein flacher Kondensator mit einer Vollandode 7 und einer in Streifen unterteilten Kathode 8 befindet. Die Vollandode 7 und die Kathode 8 werden auf gegenüberliegenden Seiten des flachen Strahlungsbündels angeordnet, der parallel zu dem zu untersuchenden Objekt läuft.

[0022] Um eine Parallaxe zu beseitigen, sind die Streifen fächerförmig angeordnet und auf einen Punkt ausgerichtet, der der Brennpunkt der Ionisierungsstrahlung ist. Die Länge der Streifen ist so ausgelegt, dass die Ionisierungsstrahlung mit dem Gas im Raum zwischen der Vollandode 7 und der Kathode 8 zu fast 100 % zusammenwirken kann. Ein dielektrisches Mittel 9 ist zwischen der Gehäusewand 6 an der Eingangsstelle der Strahlung und dem ebenen Kondensator angeordnet und ragt teilweise in den Raum zwischen der Vollandode 7 und der Kathode 8 des Kondensators hinein. Platten 10 aus strahlungsundurchlässigem Material, die an den Kanten der Vollandode 7 und der Kathode 8 befestigt sind, bilden zusammen mit dem dielektrischen Mittel 9 eine Membran, die die erforderliche Auslösung in Abtastrichtung gewährleistet. Ein zusätzlicher Körper 11, der zwischen der Vollandode 7 und der Kathode 8 am Ende des Strahlungspaths liegt, fixiert den Raum dazwischen. Eine Ableser-, Datenbearbeitungs- und Ausgabeelektronik 12 ist teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Detektorgehäuses 6 angeordnet.

[0023] Die Anlage arbeitet in folgender Weise. Die Ionisierungsstrahlung der Quelle 1 geht durch den Kollimator 2 hindurch, wobei sie die Form eines flachen Strahlungsbündels 3 annimmt, und gelangt nach dem Durchgang durch das zu untersuchende Objekt 5 zum Detektor 4 in den Kondensatorraum zwischen den Elektroden 7, 8 des ebenen Kondensators, der unter Hochspannung steht und der das Gehäuse 6 füllende Gas unter Bildung von Elektronen und Ionen ionisiert. Unter Wirkung des elektrischen Felds wandern die Ladungen zur Vollandode 7 und Kathode 8, wobei sie die an die Streifen der Kathode 8 angeschlossenen Kondensatoren laden. Die an jedem Streifen kumulierte Ladung wird von der Ableser-, Datenverarbeitungs- und Ausgabeelektronik 12 gemessen. Die Röntgenabbildung wird dann durch Abtasten des Detektors zusammen mit der Strahlungsquelle 1 entlang des zu untersuchenden Objekts 5 erzeugt.

[0024] Die Erfindung kann in vielen Wissenschafts- und Wirtschaftsbereichen, in der Wirtschaft und Medizin eingesetzt werden.

[0025] Eine große dynamische Bandbreite des Gasdetektors erlaubt, die Anlage zur Erkennung der inneren Struktur von unterschiedlichen Stoffen, Erzeugnissen und Vorrichtungen in der Industrie anzuwenden.

[0026] Wegen der kleineren Strahlungsdosis kann die Anlage bei wiederholten, vorbeugenden Röntgenstrahlungsuntersuchungen sowohl am Patienten als auch am gesunden Menschen eingesetzt werden. Es besteht kein

Hindernis in der Anwendung der Anlage bei einer persönlichen Durchsuchung, beispielsweise von Fluggästen, aus Sicherheitsgründen zwecks Erkennung von gefährlichen und im bzw. auf dem Körper bzw. in der Kleidung versteckten Gegenständen oder Stoffen.

Bezugszeichenliste

[0027]

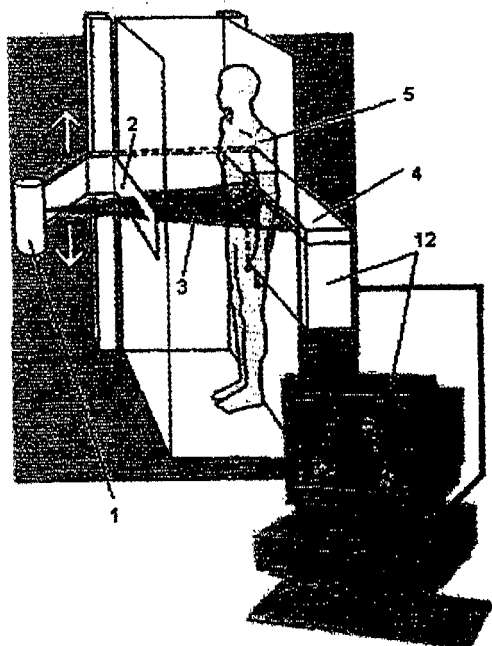
- | | | |
|----|--|----|
| 1 | Ionisierungsstrahlungsquelle | |
| 2 | Kollimator | |
| 3 | flaches Strahlungsbündel der Ionisierungsstrahlung | |
| 4 | Detektor der Ionisierungsstrahlung | 15 |
| 5 | zu untersuchendes Objekt | |
| 6 | Detektorgehäuse | |
| 7 | Vollanode | |
| 8 | Kathode aus Streifen | |
| 9 | dielektrisches Mittel | 20 |
| 10 | Platten zwischen den Elektroden | |
| 11 | zusätzlicher Körper | |
| 12 | Ablese-, Datenverarbeitungs- und Ausgabeelektronik | 25 |

Patentansprüche

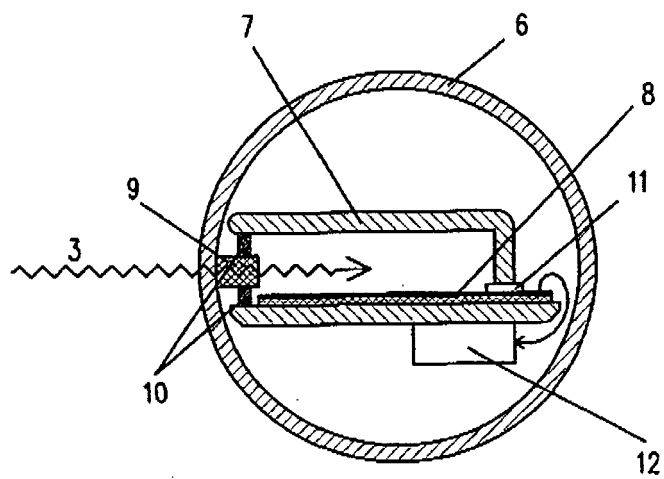
1. Abtastende, röntgeriografische Anlage, die eine Ionisierungsstrahlungsquelle (1), einen Kollimator (2) in Form eines länglichen Spalts, der zur Erzeugung eines flachen Strahlungsbündels (3) bestimmt ist, ein Registrierungsgerät (4) des Strahlungsbündels (3), das durch ein zu untersuchendes Objekt (5) hindurchgeht, eine Ablese-, Datenverarbeitungs- und Ausgabeelektronik (12) und mindestens einen Detektor (4) für die ionisierenden Teilchen umfasst, der ein dichtes, mit Gas gefülltes Gehäuse (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Detektorgehäuse (6) aus für die Ionisierungsstrahlung durchlässigem Material mindestens an der Eingangsstelle der Ionisierungsstrahlung besteht und dass ein ebener Kondensator mit auf dessen beiden Seiten und parallel zum Strahlungsgang liegender Vollanode (7) und einer in Streifen unterteilter Kathode (8) angeordnet ist, diese Streifen fächerartig angeordnet und auf einen Punkt ausgerichtet sind, der der Brennpunkt der Ionisierungsstrahlungsquelle (1) ist, die Streifenlänge der Kathode (8) so ausgelegt ist, dass eine vollständige Absorption der Ionisierungsstrahlung im Gas gewährleistet ist, und jeder Streifen mit einem einzelnen Speicherkondensator verbunden ist, dessen Ladung durch die Elektronik (12) abgelesen wird.
2. Abtastende, röntgenografische Anlage, die eine Ionisierungsstrahlungsquelle (1), einen Kollimator (2) in Form eines länglichen Spalts, der zur Erzeugung

eines flachen Strahlungsgangs bestimmt ist, ein Registrierungsgerät (12) des Strahlungsbündels, das durch ein zu untersuchendes Objekt (5) hindurchgeht, eine Ablese-, Datenverarbeitungs- und Ausgabeelektronik (12) und mindestens einen Detektor (4) für die ionisierenden Teilchen umfasst, der ein dichtes, mit Gas gefülltes Gehäuse (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (6) aus für die Ionisierungsstrahlung durchlässigem Material mindestens an der Eingangsstelle der Ionisierungsstrahlung besteht und dass ein ebener Kondensator mit auf dessen beiden Seiten und parallel zum Strahlungsgang liegender Vollanode (7) und in Streifen unterteilter Kathode (8) angeordnet ist, diese Streifen fächerartig angeordnet und auf einen Punkt ausgerichtet sind, der der Brennpunkt der Ionenstrahlungsquelle (1) ist, die Streifenlänge der Kathode (8) so ausgelegt ist, dass eine vollständige Absorption der Ionisierungsstrahlung im Gas gewährleistet ist, jeder Streifen mit einem einzelnen Speicherkondensator verbunden ist, dessen Ladung durch die Elektronik (12) abgelesen wird, und der Raum zwischen der Gehäusewand (6) an der Eingangsstelle der Strahlung und dem ebenen Kondensator mit einem dielektrischen Mittel (9) aus einem Material gefüllt ist, das ein niedrigeres Absorptionsvermögen als das des Gases aufweist.

3. Anlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dielektrische Mittel (9) teilweise im Spalt zwischen der Vollanode (7) und der Kathode (8) des flachen Kondensators angeordnet ist.
4. Anlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vollanode (7) und die Kathode (8) des ebenen Kondensators an den vorderen Kanten bezüglich der Strahlungsrichtung mit Platten (10) aus die Ionisierungsstrahlung absorbierendem Material bestehen, die zusammen mit dem dazwischen liegenden, dielektrischen Mittel (9) eine Eingangsmembran bilden, die die vorgegebene Kanalgröße in Abtastrichtung gewährleistet.
5. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zusätzlicher Körper (11) zwischen der Vollanode (7) und der Kathode (8) des ebenen Kondensators am Ende des Strahlungspfads angeordnet ist, wobei dieser Körper teilweise den Raum dazwischen fixiert.



Figur 1



Figur 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2004/000266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01J 47/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H01J 47/00-47/04, H05G 1/00, 1/08, 1/26, G01T 1/00, 1/16, 1/18, 1/185, G03B 42/02, A61B 6/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6414317 B1 (XCOUNTER AG) 02. 07. 2002	1-5
A	US 6518578 B1 (XCOUNTER AG) 11. 02. 2003	1-5
A	SU 811367 A1 (VLADIMIROV L. V. et al.) 09.04.1981	1-5
A	RU 2098929 C1 (GOSUDARSTVENNIY NAUCHNO- ISSLEDOVATELSKY INSTITUT "PULSAR") 10.12.1997	1-5
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
30 September 2004 (30.09.2004)		04 November 2004 (04.11.2004)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.