



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

697 717 A2

(51) Int. Cl.: H01J 35/00 (2006.01)
H05G 1/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01180/08

(22) Anmeldedatum: 28.07.2008

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.01.2009

(30) Priorität: 28.07.2007 JP 2007-196819

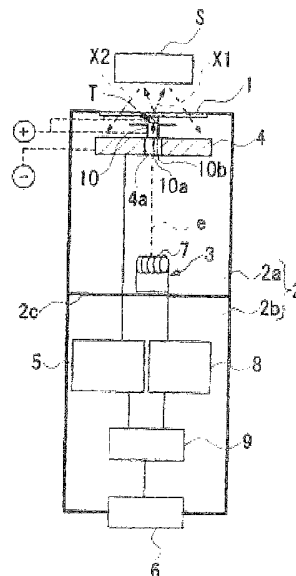
(71) Anmelder:
SII NanoTechnology Inc., 8, Nakase 1-chome, Mihama-ku
Chiba-shi, Chiba (JP)

(72) Erfinder:
Yoshiki Matoba, Chiba-shi, Chiba (JP)
Yutaka Ikku, Chiba-shi, Chiba (JP)

(74) Vertreter:
Bovard AG Patentanwälte, Optingenstrasse 16
3000 Bern 25 (CH)

(54) **Röntgenröhre und Röntgenanalysegerät.**

(57) Geboten werden eine Röntgenröhre und ein Röntgenanalysegerät, welches sich weiter sowohl in Grösse als auch an Gewicht reduzieren lässt und das wirksamer einen fluoreszierenden Röntgenstrahl und dergleichen erfassen kann, um die Empfindlichkeit zu erhöhen. Die Röntgenröhre umfasst: ein Vakuumgehäuse (2) das über ein Inneres im Vakuumzustand verfügt und einen Fensterbereich (1), der aus einem Röntgendurchlassfilm gebildet wird, der für einen Röntgenstrahl durchlässig ist; eine Elektronenstrahlquelle (3), die im Vakuumgehäuse (2) angebracht ist, um einen Elektronenstrahl (e) zu emittieren; ein Target (T), das im Vakuumgehäuse (2) angebracht ist, um mit dem Elektronenstrahl (e) bestrahlt zu werden, um einen primären Röntgenstrahl zu erzeugen und in der Lage zu sein den erzeugten primären Röntgenstrahl durch den Fensterbereich (1) auf eine externe Probe (S) zu emittieren; ein Röntgendetektionselement (4), das im Vakuumgehäuse (2) angebracht ist, um in der Lage zu sein einen fluoreszierenden Röntgenstrahl und einen gestreuten Röntgenstrahl zu erfassen, welche von der Probe (S) emittiert werden, um durch den Fensterbereich (1) einzufallen, um ein Signal auszugeben, das Energieinformationen über den fluoreszierenden Röntgenstrahl und den gestreuten Röntgenstrahl enthält; und ein Metallschutzbestandteil (10), das zwischen dem Röntgendetektionselement (4) und dem mit dem Elektronenstrahl (e) bestrahlten Bereich des Targets (T) angebracht ist.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Bereich der Erfindung

[0001] Vorliegende Erfindung betrifft eine Röntgenröhre und ein Röntgenanalysegerät zur Verwendung zum Beispiel für ein Energiestreu-Röntgenfluoreszenzanalysegerät, die für kleine und leichtgewichtige Handröntgenanalyse- und tragbare Röntgenanalysegeräte geeignet sind.

2. Beschreibung des zugehörigen Fachgebiets

[0002] Die Röntgenfluoreszenzanalyse wird in folgender Weise für qualitative oder quantitative Analysen einer Probe verwendet. Ein primärer von einer Röntgenquelle emittierter Röntgenstrahl wird auf die Probe gestrahlt. Dann wird ein fluoreszierender, von der Probe emittierter Röntgenstrahl durch einen Röntgendetektor erfasst, um ein Spektrum der Energie des fluoreszierenden Röntgenstrahls zu erhalten. Das erhaltene Spektrum wird dann der qualitativen oder quantitativen Analyse unterzogen. Da die Röntgenfluoreszenzanalyse die rasche und nicht zerstörerische Analyse der Probe gestattet, wird die Röntgenfluoreszenzanalyse verbreitet in der Prozess- und Qualitätskontrolle oder ähnlichem eingesetzt.

[0003] Als Analyseverfahren für die Röntgenfluoreszenzanalyse existiert eine Wellenlänge-Streu-Methode zum Splitten eines fluoreszierenden Röntgenstrahls durch einen Analysekristall zur Messung der Wellenlänge und Intensität des Röntgenstrahls, eine Energie-Streu-Methode zum Erfassen eines fluoreszierenden Röntgenstrahls mit einem Halbleiterdetektor ohne Splitten des fluoreszierenden Röntgenstrahls zur Messung von Energie und Intensität des Röntgenstrahls mit einem Impulsstärkenanalyser und dergleichen.

[0004] Konventionell z.B. im japanischen Patentantrag unter der Offenlegungsnummer 8-115 694 (nachstehend Patentdokument 1 genannt) wird zur Erhöhung der Empfindlichkeit für die fluoreszierenden Röntgenstrahlen folgender Ansatz gewählt. Eine Röntgenröhre wird mit einem Auslassfenster versehen, das es erlaubt aussen einen fluoreszierenden Röntgenstrahl zu erhalten, der die Röntgenröhre durchlief. So werden die Röntgenröhre und der Röntgendetektor näher an die Probe gebracht.

[0005] Zusätzlich wird gemäss Beschreibung im japanischen Patent Nr. 3062685 (nachstehend Patentdokument 2 genannt) mit der Größenreduktion der Röntgenröhre und des Röntgenanalysers ein tragbares Energiestreu-Röntgenfluoreszenzanalysegerät verbreitet.

[0006] Die oben erwähnten konventionellen Techniken haben noch immer folgende Probleme.

[0007] Zum Beispiel hat das in Patentdokument 1 beschriebene Röntgenanalysegerät eine grosse Wirkung durch die Erhöhung der Detektionsempfindlichkeit, indem die Röntgenröhre und der Röntgendetektor näher zur Probe kommen. Da indessen die Röntgenröhre und der Röntgendetektor eine Grösse haben, die begrenzt, jedoch gleich oder grösser als eine bestimmte Grösse ist, ist ein Annäherungsgrad der Röntgenröhre und des Röntgendetektors an die Probe ebenfalls begrenzt.

[0008] Andererseits ist es erforderlich, dass das konventionelle tragbare Energiestreu-Röntgenfluoreszenzanalysegerät in Grösse und Gewicht weiter reduziert wird. Da indessen die Röntgenröhre und der Röntgendetektor hinsichtlich Volumen und Masse als Gerätekonfiguration den grössten Teil des Röntgenanalysegeräts ausmachen, unterliegt das konventionelle Gerät einer Grenze bei der Reduktion von Grösse und Gewicht. Ausserdem ist, da es sich beim tragbaren Energiestreu-Röntgenfluoreszenzanalysegerät um einen offenen Gerätetyp handelt, der direkt primäre Röntgenstrahlen auf eine Probe in der Atmosphäre strahlt, statt einem Gehäuse und der Analyse der Probe in einer hermetisch verschlossenen Kammer, die Menge der von der Röntgenröhre erzeugten Röntgenstrahlen aus Sicherheitsgründen begrenzt. Daher ist höhere Wirksamkeit bei der Detektion der fluoreszierenden Röntgenstrahlen der Probe erforderlich.

Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf die oben genannten Probleme konzipiert und hat zum Zweck eine Röntgenröhre und ein Röntgenanalysegerät bereitzustellen, das sowohl in Grösse als auch in Gewicht weiter reduziert werden kann und wirksamer fluoreszierende Röntgenstrahlen und dergleichen erfassen kann, um die Empfindlichkeit zu erhöhen.

[0010] Vorliegende Erfindung wählt folgende Konfiguration, um das vorgenannte Problem zu lösen. Spezifisch beinhaltet die Röntgenröhre gemäss vorliegender Erfindung: Ein Vakuumgehäuse mit einem Inneren im Vakuumzustand und einem Fensterbereich, gebildet durch einen Röntgendurchlassfilm, der für Röntgenstrahlung durchlässig ist; eine Elektronenstrahlquelle innerhalb des Vakuumgehäuses, zur Emittierung eines Elektronenstrahls; ein Target im Vakuumgehäuse, das mit dem Elektronenstrahl bestrahlt werden kann, um einen primären Röntgenstrahl zu erzeugen und in der Lage zu sein, den generierten primären Röntgenstrahl durch den Fensterbereich auf eine externe Probe zu emittieren; ein Röntgendetektionselement im Vakuumgehäuse, das in der Lage ist, einen fluoreszierenden Röntgenstrahlen und einen gestreuten Röntgenstrahl, die von der Probe emittiert werden, durch den Fensterbereich erfassen, um ein Signal auszugeben, das

Energieinformationen des fluoreszierenden und des gestreuten Röntgenstrahls enthält; und ein Schutzteil zwischen dem Röntgendetektionselement und dem bestrahlten Bereich des Targets mit dem Elektronenstrahl.

[0011] Das Röntgendetektionselement, das einem konstituierenden Element des Röntgendetektors entspricht, befindet sich nun im Vakuumgehäuse, um in der Lage zu sein, den fluoreszierenden Röntgenstrahl und den gestreuten Röntgenstrahl, welche durch den Fensterbereich eintreten, zu erfassen. Daher sind das Röntgendetektionselement sowie die Elektronenstrahlquelle und das Target, die konstituierenden Elementen der Röntgenröhre entsprechen, komplett im Vakuumgehäuse untergebracht. Als Ergebnis davon kann das gesamte Gerät weiter in Grösse und Gewicht reduziert werden. Ausserdem können, da das Röntgendetektionselement im Vakuumgehäuse angebracht ist, um zusammen mit dem Target zur Generierung des primären Röntgenstrahls zur Detektion näher an die Probe gebracht zu werden, die Erregung und Detektion äusserst wirksam erfolgen. Insbesondere da die Anwendung vorliegender Erfindung auf ein tragbares Röntgenanalysegerät offenen Typs eine effiziente Detektion ermöglicht, kann das Röntgenanalysegerät die Probe mit höher Empfindlichkeit untersuchen, sogar wenn die Menge der generierten Röntgenstrahlung weiter unterdrückt wird. Als Ergebnis, kann eine hohe Sicherheit erreicht werden.

[0012] Ausserdem lassen sich, da sich das Schutzteil zwischen dem Röntgendetektionselement und dem bestrahlten Bereich des Targets mit dem Elektronenstrahl befindet, der primäre Röntgenstrahl, sekundäre Elektronen, reflektierte Elektronen oder strahlende Wärme, die vom Target generiert und emittiert werden, blockieren und daran hindern auf das Röntgendetektionselement einzufallen und ein Rauschen zu erzeugen.

[0013] Ausserdem besteht das Schutzteil in der Röntgenröhre gemäss vorliegender Erfindung aus Metall und ist entweder auf ein Erdpotential oder ein positives Potential gesetzt. Insbesondere, da das Schutzteil aus Metall besteht und auf das Erdpotential oder das positive Potential der Röntgenröhre gesetzt ist, können die sekundären Elektronen des Targets durch das elektrische Feld vom Schutzteil angezogen werden, um eine höhere Blockierwirkung zu erhalten.

[0014] Ausserdem ist in der Röntgenröhre gemäss vorliegender Erfindung das Schutzteil ein Schutzbestandteil eines Metalls zwischen dem Röntgendetektionselement und dem Target. Insbesondere, da das Schutzteil ein Schutzbestandteil zwischen dem Röntgendetektionselement und dem Target in der Röntgenröhre ist, kann strahlende Wärme vom Wärme generierenden Target blockiert werden, um eine Wirkung auf die Kühlung des Röntgendetektionselements zu unterdrücken. Zudem kann, da bei dieser Anordnung, Gestalt und dergleichen bei der Verwendung des Metallmaterials für das Schutzteil ein grosser Grad an Freiheit erreicht wird, eine effizientere Abschirmung erreicht werden. Zum Beispiel können durch die Bildung des Schutzteils durch ein anderes Material als das Target zum Beispiel ein Schwermetall wie Cu, das sich zur Abschirmung des Röntgendetektionselements gegen die reflektierten Elektronen eignet, die reflektierten Elektronen besser blockiert werden.

[0015] Weiter beinhaltet das Target in der Röntgenröhre gemäss dieser Erfindung einen Targethauptkörper, der dem bestrahlten Bereich entspricht, und eine vorstehende Wand, die vom Targethauptkörper und dem Röntgendetektionselement absteht, um als Schutzteil zu dienen. Insbesondere, da die vorstehende Wand, die als Schutzteil dient, am Target selbst in der Röntgenröhre angebracht ist, ist es nicht nötig das Schutzteil als unabhängiger Bestandteil anzubringen. Als Folge können die Bestandteilkosten reduziert werden.

[0016] Das Röntgenanalysegerät gemäss dieser Erfindung umfasst: Die Röntgenröhre gemäss dieser Erfindung; einen Analyser zur Analyse des Signals; und ein Anzeigeelement zur Anzeige des Analyseergebnisses des Analysers. Besonders, da das Röntgenanalysegerät mit der Röntgenröhre gemäss dieser Erfindung versehen ist, kann das gesamte Gerät in der Grösse reduziert werden.

[0017] Ausserdem sind im Röntgenanalysegerät gemäss dieser Erfindung der Analyser und das Anzeigeelement am Vakuumgehäuse angebracht, damit das Röntgenanalysegerät tragbar wird. Insbesondere kann, da das Röntgenanalysegerät tragbar gemacht wird, indem der Analyser und das Anzeigeelement in integrierter Weise am Vakuumgehäuse angebracht sind, ein kleines und leichtgewichtiges Röntgenanalysegerät erhalten werden, das es gestattet, dass das Analyseergebnis sofort durch Analyser und Anzeigeelement bestätigt wird.

Vorliegende Erfindung hat folgende Wirkungen.

[0018] Insbesondere ist gemäss der Röntgenröhre und dem Röntgenanalysegerät gemäss vorliegender Erfindung das Röntgendetektionselement im Vakuumgehäuse angebracht, um in der Lage zu sein, den fluoreszierenden Röntgenstrahl und den gestreuten Röntgenstrahl, die durch den Fensterbereich einfallen, zu erfassen. Daher kann das gesamte Gerät weiter sowohl in Grösse als auch an Gewicht reduziert werden. Gleichzeitig können Erregung und Detektion wirkungsvoller ausgeführt werden. Ausserdem können, da das Schutzteil zwischen dem Röntgendetektionselement und dem mit dem Elektronenstrahl bestrahlten Bereich des Targets angebracht ist, die primären Röntgenstrahlen, die sekundären Elektronen, die reflektierten Elektronen, die strahlende Wärme und dergleichen des Targets blockiert werden, um negative Wirkungen auf das Röntgendetektionselement zu unterdrücken. Als Ergebnis kann eine sehr genaue Messung erhalten werden. Insbesondere wenn vorliegende Erfindung auf ein tragbares Röntgenanalysegerät offenen Typs angewandt wird, kann der Röntgenstrahl mit hoher Empfindlichkeit erfasst werden, sogar wenn die Menge der generierten Röntgenstrahlen eingedämmt wird. So lässt sich eine hohe Sicherheit erreichen.

Kurzbeschreibung der Skizzen

In den beiliegenden Skizzen:

[0019]

- Abbildung 1 ist ein schematisches Gesamtdiagramm eines Röntgenanalysegeräts gemäss einer ersten Anwendungsform der vorliegenden Erfindung;
- Abbildung 2 ist ein Anordnungsplan, der die Positionsbeziehung zwischen einem Röntgendetektionselement, einem Metallschutzbestandteil, einem Target und einem Fensterbereich illustriert, gesehen direkt oberhalb des Röntgendetektionselements gemäss der ersten Anwendung; und
- Abbildung 3 ist eine schematische Schnittansicht eines Hauptteils des Röntgenanalysegeräts gemäss einer zweiten Anwendungsform vorliegender Erfindung.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Anwendungsformen

[0020] Nachstehend wird eine erste Anwendungsform einer Röntgenröhre und eines Röntgenanalysegeräts gemäss vorliegender Erfindung beschrieben unter Bezugnahme auf die Abbildungen 1 und 2. In jeder der genannten Skizzen, wird die Massstabsgrösse in geeigneter Weise geändert, um jedes Teil in einer identifizierbaren oder leicht identifizierten Weise zu zeigen.

[0021] Das Röntgenanalysegerät gemäss seiner ersten Anwendungsform ist ein tragbares (Hand-)Energistreu-Röntgenfluoreszenzanalysegerät Wie in Abbildung 1 dargestellt, beinhaltet das Röntgenanalysegerät ein Vakuumgehäuse 2, eine Elektronenstrahlquelle 3, ein Target T, ein Röntgendetektionselement 4, ein Metallschutzbestandteil (Schutzteil) 10, einen Analyser 5 und ein Anzeigeelement 6. Ein Teil des Inneren des Vakuumgehäuses 2 ist im Vakuumzustand. Das Vakuumgehäuse 2 hat einen Fensterbereich 1, der durch einen Röntgendurchlassfilm, der für Röntgenstrahlen durchlässig ist, gebildet wird. Die Elektronenstrahlquelle 3 ist im Vakuumgehäuse 2 angebracht, um einen Elektronenstrahl e zu emittieren. Gleichzeitig emittiert das Target T den generierten primären Röntgenstrahl X1, wenn es mit dem Elektronenstrahl e bestrahlt wird. Gleichzeitig emittiert das Target T den generierten primären Röntgenstrahl 1 durch den Fensterbereich 1 auf eine externe Probe S. Das Röntgendetektionselement 4 ist im Vakuumgehäuse 2 angebracht, um in der Lage zu sein einen fluoreszierenden Röntgenstrahl und einen gestreuten Röntgenstrahl X2 zu erfassen, die von der Probe S emittiert werden und durch den Fensterbereich 1 auf das Röntgendetektionselement einfallen. Das Röntgendetektionselement 4 gibt ein Signal aus, das Energieinformationen des fluoreszierenden Röntgenstrahls und des gestreuten Röntgenstrahls X2 enthält. Das Metallschutzbestandteil 10 ist zwischen dem Röntgendetektionselement 4 und dem mit dem Elektronenstrahl bestrahlten Bereich des Targets angebracht. Der Analyser 5 analysiert das Signal. Das Anzeigeelement 6 zeigt das Ergebnis des Analysers 5 an. Die Röntgenröhre umfasst als Hauptkomponenten das Vakuumgehäuse 2, die Elektronenstrahlquelle 3, das Target T, das Röntgendetektionselement 4 und das Metallschutzbestandteil 10.

[0022] Das Vakuumgehäuse 2 umfasst einen Gehäusefrontbereich 2a, dessen Inneres in einem Vakuumzustand ist und einen Gehäuserückseitenbereich 2b, dessen Inneres in einem atmosphärischen Zustand ist, welcher vom Gehäusefrontbereich 2a durch eine Trennwand 2c getrennt ist.

[0023] Der Fensterbereich 1 wird durch eine zum Beispiel aus Be (Beryllium) bestehende Folie als Röntgendurchlassfilm gebildet. Ein primärer Film, der einem dünnen Metallfilm oder einer dünnen Metallplatte aus Cu (Kupfer), Zr (Zirkonium), Mo (Molybdän) oder dergleichen entspricht, kann an einer Vorderseite des Fensterbereichs 1 angebracht werden. Der Fensterbereich 1 und das Target T sind auf ein Erdpotential oder ein positives Potential gesetzt, um die sekundären Elektronen, die durch eine Interaktion zwischen dem Elektronenstrahl e, der auf das Target T einfällt, und dem Target T erzeugt werden, zurückzuwerfen! Da die sekundären Elektronen normalerweise bloss eine Energie von einigen eV haben, ist das Erdpotential oder das positive Potential auf ein elektronisches Feld gesetzt, das gleich oder höher ist als die Energie der sekundären Elektronen.

[0024] Die Elektronenstrahlquelle 3 umfasst einen Faden 7, der als Kathode dient, und einen Strom-/Spannungsregulierungsbereich 8 zur Regelung einer Spannung (Röhrenspannung) zwischen dem Faden 7 und dem Target T, das als Anode dient, und eines Stroms (Röhrenstrom) des Elektronenstrahls e. Die Elektronenstrahlquelle 3 erzeugt einen Röntgenstrahl, der in folgender Weise als primärer Röntgenstrahl generiert wird. Vom als Kathode dienenden Faden 7 erzeugte Thermionen (Elektronenstrahl) werden durch die Spannung (zum Beispiel bei 50 keV) zwischen dem Faden 7 und dem Target T, das als Anode dient, beschleunigt, um mit dem Target T zu kollidieren. Als Ergebnis wird ein Röntgenstrahl als primärer Röntgenstrahl generiert.

[0025] Eine Kohle-Nanoröhre kann statt des Fadens 7 als Kathode verwendet werden.

[0026] Als Target T wird zum Beispiel W (Wolfram), Mo (Molybdän), Cr (Chrom), Rh (Rhodium) oder dergleichen verwendet. Das Target T wird in der Nähe oder mit Kontakt zum Fensterbereich 1 platziert.

[0027] Das Röntgendetektionselement 4 ist ein Halbleiterdetektionselement wie Si (Silikon), das zum Beispiel eine PIN-Diode ist. Wenn ein einzelnes Röntgenphoton auf das Röntgendetektionselement 4 einfällt, generiert das Röntgendetek-

tionselement 4 einen Stromimpuls, der dem einzelnen Röntgenphoton entspricht. Ein momentaner Stromwert des Stromimpulses verhält sich proportional zur Energie des einfallenden fluoreszierenden Röntgenstrahls.

[0028] Das Röntgendetektionselement 4 ist in einem Bereich zwischen dem Faden 7 der Elektronenstrahlquelle 3 und dem Target T angebracht, wie in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Das Röntgendetektionselement 4 hat ein Durchlassloch 4a, durch welches der Elektronenstrahl durchgelassen werden kann. Das Target T ist direkt unter dem Durchlassloch 4a in dessen Nähe angebracht. Eine lichtempfindliche Oberfläche des Röntgendetektionselements 4 ist rund um das Target T angebracht.

[0029] Das Röntgendetektionselement 4 ist angebracht, um durch einen Kühlmechanismus (nicht eingezeichnet; zum Beispiel ein Kühlmechanismus, der verflüssigten Stickstoff als Kühlmittel verwendet, oder ein Kühlmechanismus, der ein Peltierelement verwendet) auf einer konstanten Temperatur gehalten zu werden. Das Röntgendetektionselement kann seine korrekte Leistung gewährleisten, indem es auf eine Temperatur von ca. zwischen -30 und -100 Grad gekühlt wird.

[0030] Das Metallschutzbestandteil 10 ist zwischen dem mit dem Elektronenstrahl e bestrahlten Bereich des Targets T und dem Röntgendetektionselement 4 angebracht, um zu verhindern, dass der primäre Röntgenstrahl X1, die sekundären Elektronen, die reflektierten Elektronen und die strahlende Wärme des Targets T ins Röntgendetektionselement 4 eindringen. Das Metallschutzbestandteil 10 ist durch einen Träger (nicht eingezeichnet) am Vakuumgehäuse 2 befestigt. Das Metallschutzbestandteil 10 ist ein ringförmiges Bestandteil, das im Zentrum über ein Durchlassloch 10a für den Elektronenstrahl e verfügt, damit es für den Elektronenstrahl e durchlässig ist. Der Träger dient nicht nur als Träger des Metallschutzbestandteils 10, sondern auch zur Freisetzung der sekundären Elektronen und der Strahlungswärme.

[0031] Das Metallschutzbestandteil 10 verfügt in dieser ersten Anwendungsform über ein zylindrisches Teil 10b, dessen Inneres als Durchlassloch 10a im Zentrum dient. Das zylindrische Teil 10b kann ebenfalls in das Durchlassloch 4a des Röntgendetektionselements 4 eingesetzt werden. Die Grösse und Form des Metallschutzbestandteils 10 werden gemäss der positionellen Beziehung zwischen dem Target T und dem Röntgendetektionselement 4 und dergleichen bestimmt, um zu verhindern dass die reflektierten Elektronen, die vom Target T linear emittiert werden, ins Röntgendetektionselement 4 einfallen. Auf diese Weise wird das Metallschutzbestandteil 10 auf einem Pfad der reflektierten Elektronen angebracht, um zu ermöglichen, dass die reflektierten Elektronen blockiert werden. Das Metallschutzbestandteil 10 wird aus einem Schwermetall wie Cu gebildet. Wie im Fall des Fensterbereichs 1 und des Targets T, ist das Metallschutzbestandteil 10 auf das Erdpotential oder das positive Potential gesetzt.

[0032] Indem das Röntgendetektionselement 4 auf ein negatives Potential gesetzt wird, können Thermionen (Elektronenstrahl e) daran gehindert werden, ins Röntgendetektionselement 4 einzufallen.

[0033] Der Faden 7, das Target T, das Röntgendetektionselement 4 und das Metallschutzbestandteil 10 werden im Gehäusefrontbereich 2a des Vakuumgehäuses 2 angebracht.

[0034] Der oben beschriebene Analyser 5 entspricht einem Röntgensignalverarbeitungsbereich. Der Analyser 5 ist ein Mehrkanal-Impulsstärkenanalyser zur Umwandlung des vom Röntgendetektionselement 4 erzeugten Stromimpulses in einen Spannungsimpuls, wobei der Spannungsimpuls verstärkt wird, um ein Signal zu erhalten und unter Erhalt der Impulsstärke des Spannungsimpulses des Signals ein Energiespektrum zu erzeugen.

[0035] Der Strom-/Spannungsregelungsbereich 8 und der Analyser 5 sind an eine CPU 9 angeschlossen. Verschiedene Messungen werden am Strom-/Spannungsregelungsbereich 8 und dem Analyser 5 durch Einstellung vorgenommen.

[0036] Das Anzeigeelement 6 ist zum Beispiel eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung. Das Anzeigeelement 6 ist an die CPU 9 angeschlossen, um nicht nur die Anzeige des Analyseergebnisses zu ermöglichen, sondern auch verschiedene Displayanzeigen je nach Einstellung.

[0037] Der Analyser 5, der Strom-/Spannungsregelungsbereich 8 und die CPU 9 sind im Gehäuserückseitenbereich 2b des Vakuumgehäuses 2 untergebracht, wobei das Anzeigeelement 6 so angebracht ist, dass sich seine Anzeigeseite auf der äusseren Seite des Gehäuserückseitenbereichs 2b befindet. Insbesondere sind der Analyser 5 und das Anzeigeelement 6 in integrierter Weise am Vakuumgehäuse 2 angebracht.

[0038] Jedes der oben beschriebenen Elemente, das eine Stromversorgung und eine Potentialeinstellung benötigt, ist an eine Stromquelle angeschlossen (nicht eingezeichnet).

[0039] Wie oben beschrieben ist in dieser ersten Anwendungsform das Röntgendetektionselement 4 im Vakuumgehäuse 2 angebracht, um die Detektion des fluoreszierenden Röntgenstrahls und des gestreuten Röntgenstrahls, die durch den Fensterbereich 1 einfallen, zu ermöglichen. Daher sind das Röntgendetektionselement 4 sowie die Elektronenstrahlquelle 3 vollständig im Vakuumgehäuse 2 untergebracht. Als Ergebnis davon kann das gesamte Gerät weiter in Grösse und an Gewicht reduziert werden. Ausserdem können, da das Röntgendetektionselement 4 im Vakuumgehäuse 2 angebracht ist, um zusammen mit dem Target T zur Erzeugung des primären Röntgenstrahls X1 näher an die Probe S herangebracht zu werden, eine äusserst effiziente Erregung und Detektion ermöglicht werden. Insbesondere kann das Röntgenanalysegerät, da die Anwendung der vorliegenden Erfindung auf das tragbare Röntgenanalysegerät offenen Typs eine effiziente Detektion ermöglicht, die Probe mit hoher Empfindlichkeit untersuchen, sogar wenn die Menge der erzeugten Röntgenstrahlen weiter unterdrückt wird. Im Ergebnis lässt sich eine hohe Sicherheit erreichen.

[0040] Ausserdem kann, da die lichtaufnehmende Seite des Röntgendetektionselements 4 rund um das Target T angebracht ist, der primäre Röntgenstrahl X1 vom Target T wirksam auf die Probe S einfallen, wenn die Probe S in der Nähe des Fensterbereichs 1 analysiert wird. Ausserdem kann der von der Probe S erzeugte fluoreszierende Röntgenstrahl oder dergleichen wirksam vom Röntgendetektionselement 4, das ums Target T (insbesondere in der Nähe von Fenster 1) angebracht ist, erfasst werden.

[0041] Ausserdem kann der Elektronenstrahl e, da der Elektronenstrahl e durch das Durchlassloch 4a des Röntgendetektionselements 4, das zwischen der Elektronenstrahlquelle 3 und dem Target T angebracht wird, auf das Target gestrahlt wird, auf das Target T gestrahlt werden, nachdem er durch das Durchlassloch 4a fokussiert wurde.

[0042] Da das Metallschutzbestandteil 10 zwischen dem Röntgendetektionselement 4 und dem mit dem Elektronenstrahl e bestrahlten Bereich des Targets T angebracht ist, können die sekundären Elektronen und die reflektierten Elektronen, die vom Target T, das zum Röntgenstrahl generierenden Bereich gehört, erzeugt und emittiert werden, blockiert und daran gehindert werden, ins Röntgendetektionselement 4 einzufallen und ein Rauschen zu verursachen. Gleichzeitig kann die Strahlungswärme des Wärme erzeugenden Targets T blockiert werden, um eine Wirkung auf die Kühlung durch das Röntgendetektionselement 4 zu unterdrücken.

[0043] Ausserdem können, da das Metallschutzbestandteil 10 auf das Erdpotential oder das positive Potential gesetzt ist, die sekundären Elektronen vom Target T vom Metallschutzbestandteil 10 durch das elektrische Feld angezogen werden. Als Ergebnis kann eine höhere Blockierwirkung erreicht werden.

[0044] Ausserdem werden, da das Target T und der Fensterbereich 1 auf das Erdpotential oder das positive Potential gesetzt sind, die sekundären Elektronen vom Target T und dem Fensterbereich 1 durch das elektrische Feld zurückgeworfen. Als Ergebnis können die sekundären Elektronen daran gehindert werden, ins Röntgendetektionselement 4 einzufallen.

[0045] Darüber hinaus kann, da das Röntgenanalysegerät als tragbares Röntgenanalysegerät ausgebildet ist, bei dem der Analyser 5 und das Anzeigelement 6 am Vakuumgehäuse in integrierter Weise angebracht sind, das Röntgenanalysegerät als kleines und leichtgewichtiges Handröntgenanalysegerät konzipiert werden, das gestattet, dass das Analyseergebnis mit dem Analyser 5 und dem Anzeigelement 6 sofort erkannt werden können.

[0046] Als nächstes werden die Röntgenröhre und das Röntgenanalysegerät gemäss einer zweiten Anwendungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Abbildung 3 beschrieben. In der folgenden Beschreibung der zweiten Anwendungsform, werden dieselben Komponenten, wie jene, die in der ersten Anwendungsform beschrieben wurden, mit denselben Referenznummern bezeichnet und auf die Beschreibung derselben wird hier verzichtet.

[0047] Die zweite Anwendungsform unterscheidet sich von der ersten Anwendungsform im folgenden Punkt. Obwohl das Metallschutzbestandteil 10 in der ersten Anwendungsform zwischen dem Target T und dem Röntgendetektionselement 4 angebracht wurde, ist ein vorstehender Wandteil (Schutzteil) T1 am Target T selbst angebracht, um als Schutzteil in der Röntgenröhre und im Röntgenanalysegerät in der zweiten Anwendungsform, wie in Abbildung 3 dargestellt, zu dienen. Insbesondere beinhaltet das Target T in der zweiten Anwendungsform einen Targethauptkörper T0, welcher dem mit dem Elektronenstrahl e bestrahlten Bereich entspricht, und das vorstehende Wandteil T1, das von einem äusseren Kantenteil des Targethauptkörpers T0 zwischen dem Targethauptkörper und dem Röntgendetektionselement 4 vorsteht und das als Schutzteil dient.

[0048] Der Targethauptkörper T0 wird in einer scheibenähnliche Form gebildet, während das vorstehende Wandteil T1 ein konvexer Körper ist, der von der äusseren Kante des Targethauptkörpers T0 zwischen dem Targethauptkörper T0 und dem Röntgendetektionselement 4 vorsteht. Das vorstehende Wandteil T1 kann auch in das Durchlassloch 4a des Röntgendetektionselements 4 eingeführt werden.

[0049] Wie oben beschrieben ist bei der Röntgenröhre und dem Röntgenanalysegerät in seiner zweiten Anwendungsform das Target T selbst mit dem vorstehenden Wandteil T1 versehen, welches als Schutzteil dient, das die sekundären Elektronen und die reflektierten Elektronen blockieren kann. Somit können, da das Schutzteil nicht als eigenes, unabhängiges Bestandteil angebracht werden muss, die Bestandteilkosten reduziert werden.

[0050] Der technische Zweck der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die vorgenannten Anwendungsformen beschränkt. Verschiedene Veränderungen sind möglich, ohne vom Zweck der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0051] Zum Beispiel kann die vorliegende Erfindung, obwohl das Energiestreu-Röntgenfluoreszenzanalysegerät in jeder der vorstehenden Anwendungsformen benutzt wird, auch für ein Röntgenfluoreszenzanalysegerät verwendet werden, das andere Analysemethoden benutzt, zum Beispiel für ein Wellenlängen- Röntgenfluoreszenzanalysegerät.

[0052] Zudem kann die vorliegende Erfindung, obwohl vorliegende Erfindung in den oben beschriebenen Anwendungsformen für ein Handröntgenanalysegerät geeignet ist, für ein stationäres Röntgenanalysegerät verwendet werden. Zum Beispiel kann das Röntgenanalysegerät als stationäres Röntgenanalysegerät konzipiert werden, das die Röntgenröhre mit umfasst, welches das Vakuumgehäuse 2, die Elektronenstrahlquelle 3, das Target T und das Röntgendetektionselement 4 und den Analyser 5, ein Kontrollsystem, das Anzeigelement 6 und dergleichen als von der Röntgenröhre getrennte Bestandteile beinhaltet.

Patentansprüche

1. Eine Röntgenröhre mit:
einem Vakuumgehäuse einschliesslich Innenbereich in Vakuumzustand und einem Fensterbereich, der durch einen Röntgendurchlassfilm gebildet wird, der für einen Röntgenstrahl durchlässig ist;
eine im Vakuumgehäuse vorhandene Elektronenstrahlquelle zur Emittierung eines Elektronenstrahls;
ein Target, das vom Elektronenstrahl bestrahlt wird, um einen primären Röntgenstrahl zu erzeugen und den erzeugten primären Röntgenstrahl durch den Fensterbereich auf eine externe Probe zu emittieren, wobei das Target am Fensterbereich angebracht wird und einen äusseren Durchmesser hat, der kleiner als der Fensterbereich ist;
ein Röntgendetektionselement, das im Vakuumgehäuse angebracht ist, um einen fluoreszierenden Röntgenstrahl und einen gestreuten Röntgenstrahl zu erfassen, wobei der fluoreszierende Röntgenstrahl und der gestreute Röntgenstrahl von der Probe emittiert werden, um durch den Fensterbereich einzufallen, um ein Signal auszugeben, das Energieinformationen des fluoreszierenden Röntgenstrahls und des gestreuten Röntgenstrahls enthält; und
ein Schutzteil, das zwischen dem Röntgendetektionselement und einem mit dem Elektronenstrahl bestrahlten Bereich des Targets angebracht ist.
2. Eine Röntgenröhre gemäss Anspruch 1, wobei das Schutzteil aus Metall hergestellt wurde und entweder auf da Erdpotential oder ein positives Potential gesetzt ist.
3. Eine Röntgenröhre gemäss Anspruch 1 oder 2, wobei das Schutzteil ein Schutzbestandteil aus Metall ist, das zwischen dem Röntgendetektionselement und dem Target angebracht ist.
4. Eine Röntgenröhre gemäss Anspruch 1 oder 2, wobei das Target einen Targethauptkörper umfasst, der dem bestrahlten Bereich und einem vorstehenden Wandteil entspricht, welches vom Targethauptkörper zwischen dem Targethauptkörper und dem Röntgendetektionselement vorsteht, um als Schutzteil zu dienen.
5. Ein Röntgenanalysegerät umfassend:
die Röntgenröhre gemäss Anspruch 1;
einen Analyser zur Analyse des Signals; und
ein Anzeigeelement zur Anzeige des Analyseergebnisses des Analysers.
6. Ein Röntgenanalysegerät gemäss Anspruch 5, worin der Analyser und das Anzeigeelement am Vakuumgehäuse angebracht sind, um das Röntgenanalysegerät tragbar zu machen.

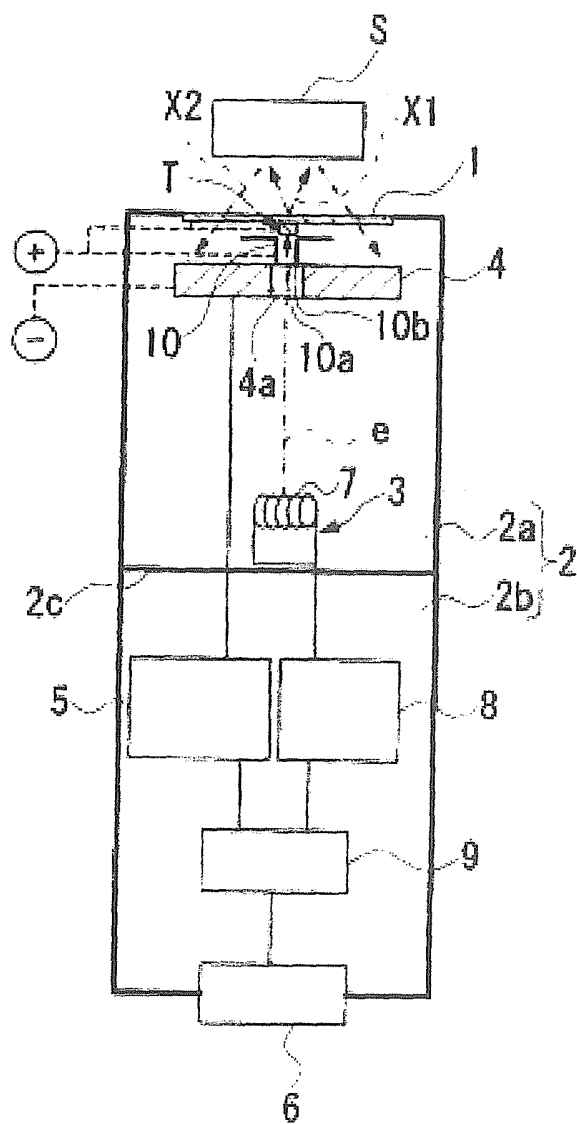


FIG. 1

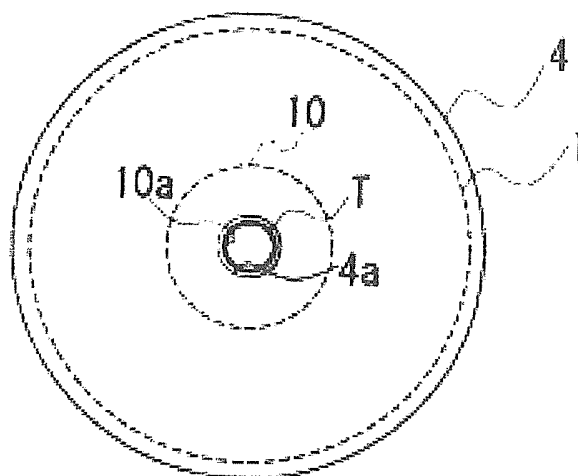


FIG. 2

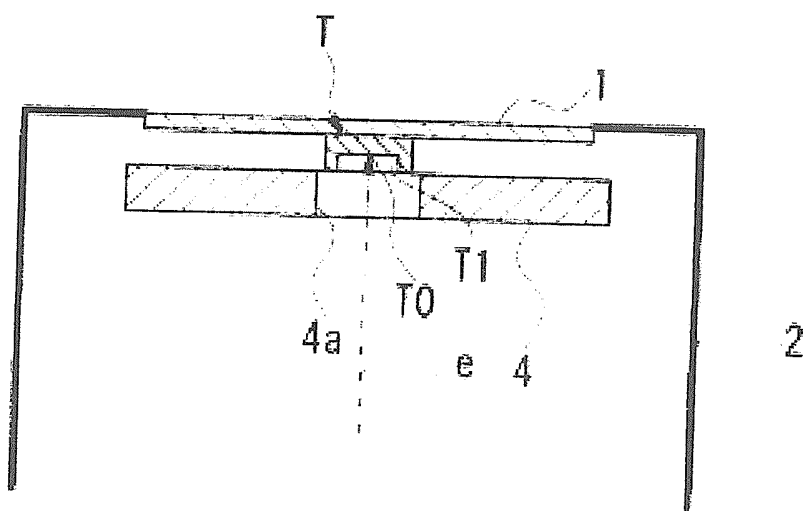


FIG. 3