



(11) **EP 4 425 528 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

- (43) Veröffentlichungstag:
04.09.2024 Patentblatt 2024/36

(21) Anmeldenummer: **23159049.8**

(22) Anmeldetag: **28.02.2023**
- (51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01J 35/06 ^(2006.01) **H01J 1/304** ^(2006.01)
H01J 35/14 ^(2006.01) **H05G 1/30** ^(2006.01)
H05G 1/58 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01J 35/147; H01J 35/065; H05G 1/30; H05G 1/58

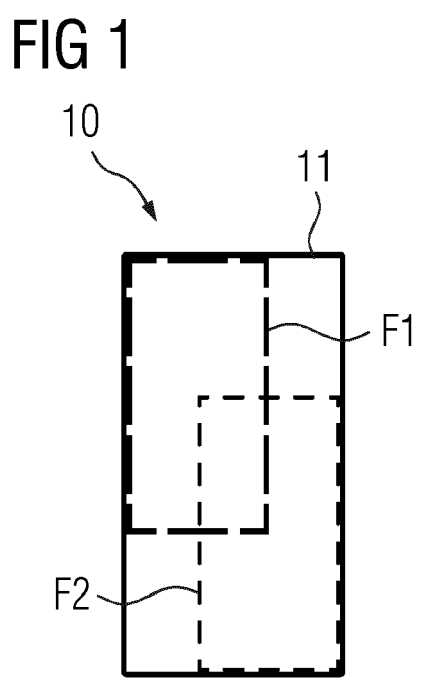
(84) Benannte Vertragsstaaten: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA Benannte Validierungsstaaten: KH MA MD TN (71) Anmelder: Siemens Healthineers AG 91301 Forchheim (DE) (72) Erfinder: • FREUDENBERGER, Jörg 90562 Kalchreuth (DE)	• FRITZLER, Anja 91052 Erlangen (DE) • GEITHNER, Peter 91058 Erlangen (DE) • JUD, Christoph 90419 Nürnberg (DE) • WIMMER, Michael 91085 Weisendorf (DE) (74) Vertreter: Siemens Healthineers Patent Attorneys Postfach 22 16 34 80506 München (DE)
---	---

(54) **FELDEFFEKT-ELEKTRONENEMITTER MIT GRUPPIERTEN TEILEMISSIONSFLÄCHEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Feldeffekt-Elektronenemitter und eine Röntgenröhre.

Der erfindungsgemäße Feldeffekt-Elektronenemitter weist

- eine segmentierte Emissionsfläche, wobei die Emissionsfläche eine Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln und mehrere Segmente mit je einer aktivierbaren Teilemissionsfläche aufweist, wobei sich die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln auf die Teilemissionsflächen verteilt, und
- eine Steuereinheit auf, welche dazu eingerichtet ist, verschiedene Gruppen mit mindestens einem der mehreren Segmente derart für eine simultane Elektronenemission aus den jeweiligen Teilemissionsflächen zu aktivieren, dass sich die nacheinander aktivierbaren, zusammenhängenden und gruppierten Teilemissionsflächen paarweise zu mindestens 25% überlappen.



EP 4 425 528 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Feldeffekt-Elektronenemitter und eine Röntgenröhre.

[0002] Eine herkömmliche Röntgenröhre insbesondere für eine medizinische Anwendung kann typischerweise mehrere Brennflecke mit unterschiedlicher Abmessung und/oder unterschiedlicher Position erzeugen. Der Brennfleck entsteht insbesondere durch eine Wechselwirkung von auf der Anode eintreffenden beschleunigten Elektronen, wobei ca. 99% der kinetischen Energie der Elektronen in Verlustwärme umgewandelt wird. Der übrige Anteil erzeugt typischerweise die Röntgenstrahlen. Wenn die Anode drehbar gelagert ist, ist der Brennfleck typischerweise Teil einer ringförmigen Brennbahn.

[0003] Die Abmessung des Brennflecks auf einer Anode korreliert insbesondere mit der Auflösung der Röntgenstrahlung. Je höher die Auflösung ist, desto mehr Details können mit der Röntgenstrahlung vorteilhafterweise unterschieden werden. Da die innerhalb der Abmessung des Brennflecks deponierbare Energie begrenzt ist, kann der Brennfleck nicht punktförmig ausgestaltet werden, weil dabei entweder die generierte Röntgenstrahlendosis zu gering oder bei ausreichender Röntgenstrahlendosis die thermische Belastung im Brennfleck zu hoch ist. Entsprechend wird je nach Anwendung der Röntgenstrahlung die Abmessung des Brennflecks regelmäßig variiert.

[0004] Die Brennfleckabmessungen werden typischerweise in einer sogenannten Brennfleckklasse nach der IEC-Norm 60336 angegeben. Typischerweise weist die herkömmliche Röntgenröhre zwei bis drei unterschiedliche Brennflecke in gestaffelten Abmessungen auf, z.B. IEC 0.6 und 1.2 oder IEC 0.4, 0.6, 1.0. Dabei korreliert die Brennfleckklasse insbesondere zu der Brennfleckabmessung. Typischerweise darf die auf der Anode erzielte Brennfleckabmessung einer bestimmten Brennfleckklasse innerhalb eines Toleranzbereiches liegen.

[0005] Die Position des Brennflecks kann bei bestimmten Anwendungen der Röntgenstrahlung verändert werden. In so einem Fall umfasst die Anwendung einen sogenannten Springfokus, wenn der Brennfleck zwischen mehreren Positionen hin und her springt, beispielsweise zwischen 2 mal 2 Positionen in einer Ebene. Die Positionen liegen typischerweise um 50% einer Länge und/oder Breite der Brennfleckabmessung voneinander entfernt. Eine Springfokusanwendung wird typischerweise nur bei den kleineren Brennflecken der herkömmlichen Röntgenröhre genutzt, da durch den Springfokus insbesondere die Auflösung der Röntgenstrahlung erhöht werden kann.

[0006] Typische Vorteile bei der Verwendung von Feldeffekt-Elektronenemitter sind insbesondere eine kalte Emission im Gegensatz zu einem thermionischen Emitter oder zu einer Dispenserkathode. Typischerweise ist die Elektronenemission bei einem Feldeffekt-Elektronenemitter schnell schaltbar, was insbesondere ein Gitter-

tersperren bzw. ein Gitterpulsen ermöglicht. Ein weiterer Vorteil betrifft eine trägheitslose Steuerung des emittierten Elektronenstroms, welcher auch Röhrenstrom genannt wird. Ein Feldeffekt-Elektronenemitter kann regelmäßig mittels einer Pulsweitenmodulation zur Modulation der Röntgenstrahlendosis verwendet werden.

[0007] Es ist weiterhin bekannt, mittels besonders leistungsfähiger Feldeffekt-Elektronenemitter emittierte Elektronen direkt, sprich ohne Ablenkung oder Fokussierung durch eine elektrostatische oder elektromagnetische Ablenkeinheit, auf eine Anode abzubilden. In diesem Fall herrscht zwischen der Anode und dem Feldeffekt-Elektronenemitter vorzugsweise ausschließlich ein zur Beschleunigung der emittierten Elektronen angelegtes Feld vor, beispielsweise die Beschleunigungsspannung oder eine Hochfrequenzwelle. Solche besonders leistungsfähigen Feldeffekt-Elektronenemitter weisen vorteilhafterweise eine pixelierte Emissionsfläche auf, wodurch vorzugsweise eine Emissionsflächenabmessung, eine Emissionsflächenform und/oder ein Emissionsflächeninhalt und somit die Brennfleckabmessung, eine Brennfleckform und/oder die Brennfleckposition frei wählbar wird. Die pixelierte Emissionsfläche ist beispielsweise aus der EP 3 748 667 A1 oder der WO 2013/136 299 A1 und eine asymmetrische Brennfleckform zur Senkung der Anodenbelastung ist aus der WO 2008/044 196 A2 bekannt.

[0008] EP 3 748 667 A1 betrifft eine Röntgenröhre, aufweisend eine Anode, eine erste Schaltvorrichtung, eine zweite Schaltvorrichtung, eine Steuereinheit und einen Emitter mit mehreren Feldeffekt-Emitternadeln, wobei zumindest eine Feldeffekt-Emitternadel der mehreren Feldeffekt-Emitternadeln einen Durchmesser von weniger als 1 μm und Silizium aufweist, wobei eine erste Gruppe der mehreren Feldeffekt-Emitternadeln mittels der ersten Schaltvorrichtung anschaltbar oder ausschaltbar ist, wobei eine zweite Gruppe der mehreren Feldeffekt-Emitternadeln mittels der zweiten Schaltvorrichtung anschaltbar oder ausschaltbar ist, wobei sich die erste Gruppe von der zweiten Gruppe unterscheidet und wobei die Steuereinheit zum Ansteuern der ersten Schaltvorrichtung und der zweiten Schaltvorrichtung ausgebildet ist.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Feldeffekt-Elektronenemitter und eine Röntgenröhre anzugeben, bei welchen möglichst einfach die Brennfleckabmessung, die Brennfleckform und/oder die Brennfleckposition auf der Anode festgelegt werden kann.

[0010] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0011] Unabhängig vom grammatikalischen Geschlecht eines bestimmten Begriffes sind Personen mit männlicher, weiblicher oder anderer Geschlechteridentität mit umfasst.

[0012] Der erfindungsgemäße Feldeffekt-Elektronenemitter weist

- eine segmentierte Emissionsfläche, wobei die Emissionsfläche eine Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln und mehrere Segmente mit je einer aktivierbaren Teilemissionsfläche aufweist, wobei sich die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln auf die Teilemissionsflächen verteilt, und
- eine Steuereinheit auf, welche dazu eingerichtet ist, verschiedene Gruppen mit mindestens einem der mehreren Segmente derart für eine simultane Elektronenemission aus den jeweiligen Teilemissionsflächen zu aktivieren, dass sich die nacheinander aktivierbaren, zusammenhängenden und gruppierten Teilemissionsflächen paarweise zu mindestens 25% überlappen.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform beträgt die Anzahl der Segmente neun.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, fünf verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass vier gruppierte Teilemissionsflächen eine identische Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung und eine gruppierte Teilemissionsfläche die maximale Emissionsflächenabmessung aufweisen.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform beträgt die Anzahl der Segmente zehn oder elf.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, sechs verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass vier gruppierte Teilemissionsflächen eine identische Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung, eine gruppierte Teilemissionsfläche die maximale Emissionsflächenabmessung und eine weitere gruppierte Teilemissionsfläche eine Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung und größer als die Emissionsflächenabmessung der vier gruppierten Teilemissionsflächen aufweisen.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, einen emittierten Elektronenstrom pro Segment je gruppiert Teilemissionsfläche für eine simultane asymmetrische Elektronenemission zu variieren.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform überlappen sich die gruppierten Teilemissionsflächen zu mindestens 50%.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform weist ein Segment der mehreren Segmente eine L-Form auf, wobei das L-Segment mit seinen Schenkeln an zwei Seiten eines anderen Segments der mehreren Segmente angrenzt.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform ist das L-Segment derart ausgestaltet, dass das L-Segment mit seinen Schenkeln an Seiten von mindestens drei verschiedenen Segmenten der mehreren Segmente angrenzt.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform ist die Emissionsfläche in zwei Raumrichtungen pixeliert.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform ist jedem Segment exakt eine Schaltvorrichtung zugeordnet.

[0023] Die erfindungsgemäße Röntgenröhre weist

- einen Feldeffekt-Elektronenemitter,
- eine Anode zur Generierung von Röntgenstrahlen in Abhängigkeit von eintreffenden Elektronen und
- ein evakuiertes Gehäuse auf, wobei der Feldeffekt-Elektronenemitter und die Anode innerhalb des evakuierten Gehäuses angeordnet sind.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform herrscht zwischen der Anode und dem Feldeffekt-Elektronenemitter ausschließlich ein zur Beschleunigung der emittierten Elektronen angelegtes Feld vor.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronenemitters dazu eingerichtet, durch das abwechselnde Aktivieren zumindest zweier gruppiert Teilemissionsflächen mit identischer Emissionsflächenabmessung einen Brennfleck auf der Anode springen zu lassen.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronenemitters dazu eingerichtet, durch das abwechselnde Aktivieren zumindest zweier gruppiert Teilemissionsflächen mit verschiedener Emissionsflächenabmessung einen Brennfleck auf der Anode in seiner Größe zu verändern.

[0027] Vorteile des erfindungsgemäßen Feldeffekt-Elektronenemitters und der Röntgenröhre sind insbesondere, dass vergleichsweise wenige zusammenhängende und gruppierte Teilemissionsflächen ausreichen, um den Brennfleck auf der Anode springen zu lassen und/oder den Brennfleck auf der Anode in seiner Größe zu verändern. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass sich die nacheinander aktivierbaren, zusammenhängenden und gruppierten Teilemissionsflächen paarweise zu mindestens 25% überlappen. Springt der Brennfleck beispielsweise entlang einer Raumrichtung um 50% der Brennfleckabmessung, so können zwei IEC-Brennfleckklassen mit einem Unterschied von näherungsweise 1,5 erzielt werden. Vorteilhafterweise ermöglicht das 25%-Überlappen also den Springfokus und/oder verschiedene Brennfleckabmessungen, wofür wesentlich weniger schaltbare Flächen und somit weniger Schaltvorrichtungen benötigt werden. Das vereinfacht insbesondere einen Aufbau der Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronenemitters. Ein weiterer Vorteil könnte eine kompaktere Bauweise des Feldeffekt-Elektronenemitters sein, da die Steuereinheit einen einfacheren Aufbau aufweisen kann.

[0028] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert. Grundsätzlich werden in der folgenden Figurenbeschreibung im Wesentlichen gleich bleibende Strukturen und Einheiten mit demselben Bezugszeichen wie beim erstmaligen Auftreten der jeweiligen Struktur oder Einheit benannt.

[0029] Es zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Feldeffekt-Elektronenemitter,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters,

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters,

Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters und

Fig. 6 eine erfindungsgemäße Röntgenröhre.

[0030] Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Feldeffekt-Elektronenemitter 10.

[0031] Der Feldeffekt-Elektronenemitter 10 weist eine segmentierte Emissionsfläche 11 und eine nicht in Fig. 1 gezeigte Steuereinheit auf. Die Emissionsfläche 11 weist eine Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln und mehrere Segmente mit je einer aktivierbaren Teilemissionsfläche auf. Die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln verteilt sich auf die Teilemissionsflächen.

[0032] Die mehreren Segmente und somit die Teilemissionsflächen sind in diesem Ausführungsbeispiel rechteckig. Es ist denkbar, dass die Segmente eine runde Form oder eine Form mit mehr oder weniger Ecken als in Fig. 1 gezeigt aufweisen.

[0033] Die segmentierte Emissionsfläche 11 ist in die mehrere Segmente unterteilt. Typischerweise können alle Feldeffekt-Emitternadeln innerhalb eines Segments gemeinsam aktiviert oder deaktiviert sein. In anderen Worten sind die Feldeffekt-Emitternadeln jedes Segments insbesondere zusammengeschaltet.

[0034] Die aktivierbare Teilemissionsfläche eines Segments weist üblicherweise alle Feldeffekt-Emitternadeln dieses Segments auf. Eine aktivierbare Teilemissionsfläche kann aus denjenigen Feldeffekt-Emitternadeln eines Segments bestehen. Alle Feldeffekt-Emitternadeln eines Segments können die aktivierbare Teilemissionsfläche bilden.

[0035] Die Feldeffekt-Emitternadeln eines jeden Segments hängen insbesondere zusammen. Eine Einhüllende der Feldeffekt-Emitternadeln eines jeden Segments, wobei die Einhüllende entlang der Segmentseite verläuft, umfasst insbesondere keine einzige Feldeffekt-Emitternadeln eines anderen Segments.

[0036] Die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln verteilt sich auf die Teilemissionsflächen vorzugsweise gleichmäßig. Bei einer gleichmäßigen Verteilung weisen die Teilemissionsflächen typischerweise eine im Wesentlichen gleiche Anzahl an Feldeffekt-Emitternadeln pro Flächeneinheit auf. In anderen Worten variiert typischerweise eine Feldeffekt-Emitternadeln-Dichte nicht über die Teilemissionsfläche und/oder die segmentierte

Emissionsfläche 11 hinweg, sondern ist konstant. Das kann insbesondere bedeuten, dass die segmentierte Emissionsfläche 11 gleichmäßig verteilte Feldeffekt-Emitternadeln umfasst.

[0037] Dass sich die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln auf die Teilemissionsflächen verteilt, bedeutet insbesondere, dass die Feldeffekt-Emitternadeln aller Segmente gleich der Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln sein kann. In anderen Worten weist jedes Segment eine Teilmenge größer null und kleiner 100% der Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln üblicherweise auf.

[0038] Die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln ist üblicherweise auf einem Substrat angeordnet. Das Substrat und/oder die Feldeffekt-Emitternadeln können insbesondere Silizium, Kohlenstoff oder Molybdän aufweisen. Die Feldeffekt-Emitternadeln haben üblicherweise einen Durchmesser im Mikro- oder Nanometerbereich. Die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln umfasst insbesondere mehr als 100, vorzugsweise mehr als 10000, besonders vorteilhafterweise mehr als 1000000 Feldeffekt-Emitternadeln. Den Feldeffekt-Emitternadeln kann insbesondere eine Halbleiterstruktur und/oder ein Transistor vorgeschaltet sein, um den über eine Feldeffekt-Emitternadel abfließenden Strom zu begrenzen.

[0039] Der Feldeffekt-Elektronenemitter 10 kann insbesondere für eine direkte Abbildung der emittierten Elektronen auf den Brennfleck eingerichtet sein. In diesem Fall entspricht eine Emissionsflächenabmessung einer gruppierten Teilemissionsfläche insbesondere 1 zu 1 einer Brennfleckabmessung auf einer Anode.

[0040] Die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, verschiedene Gruppen mit mindestens einem der mehreren Segmente derart für eine simultane Elektronenemission aus den jeweiligen Teilemissionsflächen zu aktivieren, dass sich die nacheinander aktivierbaren, zusammenhängenden und gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2 paarweise zu mindestens 25% überlappen.

[0041] Die aktivierbare Teilemissionsfläche eines Segments kann typischerweise mittels der Steuereinheit aktiviert oder deaktiviert sein. Die Aktivierung der jeweiligen Teilemissionsfläche erfolgt typischerweise nicht dauerhaft, sondern über einen begrenzten Zeitraum. Die Teilemissionsfläche kann insbesondere mehrfach hintereinander aktiviert und/oder deaktiviert sein. Insbesondere ist es denkbar, dass ein Zeitraum, in welchem die Teilemissionsfläche aktiviert bzw. deaktiviert ist, derart kurz ist, dass die Teilemissionsfläche in einem Pulsbetrieb die Elektronen emittieren kann.

[0042] Ein Aktivieren der Teilemissionsfläche umfasst im Allgemeinen ein Erhöhen des mittels der in dieser aktivierten Teilemissionsfläche angeordneten Feldeffekt-Emitternadeln generierten Elektronenstroms. Der Elektronenstrom umfasst insbesondere diejenigen freien Elektronen, welche an den Feldeffekt-Emitternadel-Spitzen mittels des Feldeffekts generiert sind. Das Erhöhen des Elektronenstroms kann relativ zu einem Elektronenstrom von null oder von größer null erfolgen. In anderen Worten kann das Aktivieren der Teilemissionsfläche das

Anschalten des Elektronenstroms oder das Erhöhen des Elektronenstroms umfassen.

[0043] Ein Deaktivieren der Teilemissionsfläche umfasst im Allgemeinen ein Verringern des mittels der in dieser deaktivierten Teilemissionsfläche angeordneten Feldeffekt-Emitternadeln generierten Elektronenstroms. Das Verringern des Elektronenstroms erfolgt insbesondere auf einen Elektronenstrom von null oder größer null. In anderen Worten kann das Deaktivieren der Teilemissionsfläche das Ausschalten des Elektronenstroms oder das Verringern des Elektronenstroms umfassen.

[0044] Eine aktivierte Teilemissionsfläche emittiert typischerweise in jedem Fall Elektronen und/oder verursacht eine Elektronenemission. Eine deaktivierte Teilemissionsfläche kann grundsätzlich auch Elektronen emittieren und somit eine Elektronenemission verursachen, in diesem Fall allerdings mindestens mit einem geringeren Elektronenstrom als vorher.

[0045] Das Aktivieren bzw. das Deaktivieren der Teilemissionsfläche entspricht insbesondere einer Regelung eines in der jeweiligen Teilemissionsfläche generierten Elektronenstroms und/oder erfolgt insbesondere durch eine Regelung der Gatespannung, welche den Feldeffekt an den Feldeffekt-Emitternadel-Spitzen zur Generierung von freien Elektronen auslösen kann. Die Gatespannung kann beispielsweise für alle Feldeffekt-Emitternadeln je Segment separat, gruppenweise oder nur gemeinsam angelegt werden. Im letzteren Fall kann jedem Segment exakte eine Schaltungsvorrichtung zugeordnet sein, welche die Gatespannung für alle Feldeffekt-Emitternadeln dieses Segments gemeinsam regelt. Die Zuordnung umfasst insbesondere die Einrichtung der Schaltungsvorrichtung als Schalter für das jeweilige Segment.

[0046] Die Elektronenemission aus den Teilemissionsflächen kann simultan, insbesondere gleichzeitig, erfolgen. In anderen Worten kann mehr als eine Teilemissionsfläche und/oder die gesamte Emissionsfläche gleichzeitig aktiviert sein. Diejenigen aktivierten Teilemissionsflächen sind die gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4, F5, F6. In anderen Worten bilden diejenigen Teilemissionsflächen, welche aktiviert sind, die gruppierten Teilemissionsflächen. Gruppiert bedeutet in diesem Zusammenhang insbesondere zusammengeschaltet und gleichzeitig aktiviert. Die gruppierten Teilemissionsflächen können insbesondere als Brennfleck-generierende Teilemissionsflächen bezeichnet sein.

[0047] Die Steuereinheit kann einen Logikbaustein umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuereinheit eine Schaltungsanordnung umfassend eine niederohmige Zuleitung und/oder einen Widerstand und/oder eine Diode und/oder einen Kondensator und/oder einen Transistor aufweisen. In der Schaltungsanordnung sind beispielsweise die verschiedenen Gruppen und somit die jeweiligen Segmente der Gruppen fest miteinander verschaltet. Typischerweise umfasst die Steuereinheit mindestens eine Schaltungsvorrichtung für jedes Segment. Durch das Schalten der Schaltungsvorrichtung kann beispielsweise die Gatespannung an der jeweiligen Teile-

missionsfläche reguliert werden. In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Steuereinheit exakt eine Schaltungsvorrichtung je Segment und somit maximal eine Schaltungsvorrichtung je Segment. Dadurch kann der Aufbau der Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronenemitters vereinfacht sein.

[0048] Das Aktivieren einer Gruppe umfasst insbesondere das Aktivieren der Teilemissionsflächen dieser Gruppe für die Elektronenemission. Die Gruppen können ein einzelnes Segment der mehreren Segmente, mehr als ein Segment der mehreren Segmente oder alle Segmente umfassen. Üblicherweise unterscheidet sich die Gruppen in einer Anzahl der Segmente und/oder in den jeweils umfassten Segmenten. Es ist denkbar, dass die Gruppen in der Steuereinheit beispielsweise durch eine Anpassung von Programmcodemitteln hinsichtlich der Anzahl der Segmente und/oder der jeweils umfassten Segmente zumindest teilweise verändert werden können.

[0049] Eine aktivierte Gruppe verursacht in den jeweils umfassten Teilemissionsflächen eine Elektronenemission. Wenn die aktivierte Gruppe mehr als eine Teilemissionsfläche umfasst, dann verursacht die aktivierte Gruppe in den jeweils umfassten Teilemissionsflächen simultan, insbesondere gleichzeitig, die Elektronenemission.

[0050] Die Steuereinheit ist insbesondere dazu eingerichtet, über die Zeit verschiedene Gruppen zu aktivieren. Jede Gruppe umfasst insbesondere zumindest eine Teilemissionsfläche, welche nacheinander aktivierbar ist. Die Steuereinheit kann insbesondere gemäß einer festgelegten Abfolge die verschiedenen Gruppen aktivieren. Die Abfolge kann vorsehen, dass zu einem ersten Zeitpunkt eine erste Gruppe und zu einem zweiten Zeitpunkt nach dem ersten Zeitpunkt eine zweite Gruppe aktiviert ist. Die Abfolge kann in einem Protokoll, insbesondere in einem Emissionsprotokoll und/oder einem Bildgebungsprotokoll festgelegt sein.

[0051] Die Steuereinheit kann insbesondere die jeweilige Gruppe derart aktivieren, dass die aktivierten Teilemissionsflächen dieser jeweiligen Gruppe zusammenhängen. Dass die aktivierten Teilemissionsflächen zusammenhängen, bedeutet insbesondere, dass bei mehreren Segmenten in einer Gruppe diese Segmente insbesondere an einer Segmentseite flächig aneinander angrenzen und/oder dass eine Einhüllende entlang der Segmentseiten der Segmente dieser Gruppe kein Segment einer anderen Gruppe umfasst. In anderen Worten sind zusammenhängende Teilemissionsflächen einer Gruppe nicht unterbrochen von einem Segment, welches nicht Teil dieser Gruppe ist. Eine äußere Form der zusammenhängenden Teilemissionsflächen und/oder der Einhüllenden der zusammenhängenden Teilemissionsflächen kann insbesondere rund oder eckig sein. Die zusammenhängenden und gruppierten Teilemissionsflächen korrespondieren insbesondere zu einer Brennfleckabmessung.

[0052] Die Steuereinheit ist insbesondere dazu eingerichtet, die verschiedenen Gruppen so zu aktivieren,

dass die nacheinander aktivierbaren und/oder aktivierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4, F5, F6 sich paarweise zu mindestens 25% überlappen. In diesem Fall ist eine Schnittmenge aus einer gruppierten Teilemissionsfläche mit einer anderen gruppierten Teilemissionsfläche ungleich null. Die Schnittmenge bildet insbesondere ein Segment mit einer Teilemissionsfläche, welche Teil der einen gruppierten Teilemissionsfläche und Teil der anderen gruppierten Teilemissionsfläche ist. Die Teilemissionsfläche der Schnittmenge umfasst insbesondere 25% der Teilemissionsfläche der einen gruppierten Teilemissionsfläche und der anderen gruppierten Teilemissionsfläche.

[0053] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters 10.

[0054] Die Anzahl der Segmente beträgt neun. Die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, fünf verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass vier gruppierte Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 eine identische Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung und eine gruppierte Teilemissionsfläche F5 die maximale Emissionsflächenabmessung aufweisen. Die vier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 und die gruppierte Teilemissionsfläche F5 unterscheiden sich insbesondere in einer Brennfleckabmessung aufgrund der verschiedenen Emissionsflächenabmessungen. Die vier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 weisen die gleiche Emissionsflächenabmessung auf und erzeugen somit im Wesentlichen die gleiche Brennfleckabmessung. Die vier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 weisen zueinander einen Versatz von 50% in mindestens einer Raumrichtung auf und sind insbesondere dafür geeignet, den Brennfleck auf der Anode springen zu lassen.

[0055] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters 10.

[0056] Die Anzahl der Segmente beträgt zehn. Die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, sechs verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass vier gruppierte Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 eine identische Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung, eine gruppierte Teilemissionsfläche F6 die maximale Emissionsflächenabmessung und eine weitere gruppierte Teilemissionsfläche F5 eine Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung und größer als die Emissionsflächenabmessung der vier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 aufweisen. Die vier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4, die gruppierte Teilemissionsfläche F6 und die weitere gruppierte Teilemissionsfläche F5 unterscheiden sich insbesondere in einer Brennfleckabmessung aufgrund der verschiedenen Emissionsflächenabmessungen. Die vier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 weisen die gleiche Emissionsflächenabmessung auf und erzeugen somit im Wesentlichen die gleiche Brennfleckabmessung. Die vier gruppierten Teile-

missionsflächen F1, F2, F3, F4 weisen zueinander einen Versatz von 50% in mindestens einer Raumrichtung auf und sind insbesondere dafür geeignet, den Brennfleck auf der Anode springen zu lassen.

[0057] In dieser Ausführungsform weist vorteilhafterweise ein Segment L der mehreren Segmente eine L-Form auf. Das L-Segment L grenzt mit seinen Schenkeln an zwei Seiten eines anderen Segments der mehreren Segmente an. Das L-Segment L ist derart ausgestaltet, dass das L-Segment L mit seinen Schenkeln an Seiten von mindestens drei verschiedenen Segmenten der mehreren Segmente angrenzt. In einer vorteilhaften Weiterbildung ist dem L-Segment exakt eine Schaltvorrichtung zugeordnet. In diesem Fall kann die Teilemissionsfläche des L-Segments L vorzugsweise nur gemeinsam aktiviert sein und benötigt dafür nur die exakt eine Schaltvorrichtung. Dadurch ist vorteilhafterweise der Aufbau der Steuereinheit vereinfacht.

[0058] Nicht gezeigt in Fig. 3 ist die Variante, bei welcher die Anzahl der Segmente elf beträgt. In diesem Fall könnte insbesondere das L-Segment L in zwei Segmente unterteilt werden, wobei eines insbesondere weiterhin L-förmig ist und ein anderes ein äußerster Teil eines Schenkels des L-Segments L ist. Diesbezüglich ist auch denkbar, dass das L-Segment L in mehr als die zwei Segmente unterteilt werden kann, wobei sich die Anzahl der Segmente entsprechend erhöhen kann.

[0059] Wenn die Anzahl der Segmente elf beträgt, weil insbesondere der äußerste Teil des Schenkels des L-Segments L separiert ist, kann die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet sein, verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass die gruppierten Teilemissionsflächen den im Wesentlichen gleichen Emissionsflächeninhalt aufweisen und sich in der Emissionsflächenform unterscheiden. Mit Verweis auf die in Fig. 3 gezeigte Variante sei diese nicht gezeigte Ausführungsform im Folgenden kurz erläutert. Hier weisen die gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 ebenfalls den gleichen Emissionsflächeninhalt auf. Bei entsprechender Ausgestaltung des elften Segments könnte der gleiche Emissionsflächeninhalt aktiviert sein, wenn das elfte Segment in Reihe zu den anderen Segmenten separiert ist. In anderen Worten kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, eine Zeile und/oder eine Spalte der segmentierten Emissionsfläche zu aktivieren. Die Reihe der Segmente bildet in diesem Fall eine gruppierte Emissionsfläche, welche den im Wesentlichen gleichen Emissionsflächeninhalt aufweist und sich in der Emissionsflächenform gegenüber der Emissionsflächenform der gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 unterscheidet. Im Wesentlichen gleich kann implizieren, dass die jeweiligen Segmente eine vergleichbare, aber beispielsweise nicht identische Anzahl an Feldeffekt-Emitternadeln und/oder eine vergleichbare, aber beispielsweise nicht identische Emissionsflächenform aufweisen.

[0060] Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf ein drittes Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters 10,

ausgehend von dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1. Die gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2 überlappen sich in diesem Ausführungsbeispiel zu mindestens 50%.

[0061] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf ein viertes Ausführungsbeispiel des Feldeffekt-Elektronenemitters 10, ausgehend von dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1. Die Emissionsfläche 11 ist in zwei Raumrichtungen pixeliert. Die Anzahl der Pixel beträgt 2 mal 2 und kann der Anzahl der Segmente entsprechen. Die Anzahl der Pixel kann größer als vier sein.

[0062] Die pixelierte Emissionsfläche 11 entspricht im Wesentlichen einer Aufteilung der Emissionsfläche 11 in einer kartesischen Art. In diesem Fall ist zumindest ein Segment der mehreren Segmente rechteckig, kann insbesondere quadratisch sein. Eine Alternative ist denkbar, wobei ein Segment der mehreren Segmente mehr als vier Ecken, beispielsweise fünf oder sechs, aufweist. Die Form des Segments kann insbesondere Waben-, L-, U-, C-förmig sein. Auch eine Kreissegmentform oder runde Form ist denkbar.

[0063] Unabhängig von der in Fig. 5 gezeigten Anzahl an Segmenten ist die folgende Weiterbildung auch für eine andere Anzahl möglich. Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, einen emittierten Elektronenstrom pro Segment je gruppierten Teilemissionsfläche F1, F2, F3, F4, F5, F6 für eine simultane asymmetrische Elektronenemission zu variieren. Die Asymmetrie bezieht sich in diesem Fall nicht auf die Emissionsflächenform. Die Asymmetrie resultiert von einer Variation der Elektronenemission pro Flächeneinheit. Die Variation der Elektronenemission erfolgt insbesondere dadurch, dass der von einer Feldeffekt-Emitternadel generierte Elektronenstrom im Vergleich zum simultan emittierten Elektronenstrom einer anderen Feldeffekt-Emitternadel variiert ist. Wie zuvor ausgeführt sind die Feldeffekt-Emitternadeln typischerweise gleichmäßig, insbesondere innerhalb jedes Segments, verteilt. In dieser vorteilhaften Ausführungsform variiert die Elektronenemission pro Flächeneinheit beispielsweise also dadurch, dass alle Feldeffekt-Emitternadeln eines Segments einen höheren Elektronenstrom generieren als alle Feldeffekt-Emitternadeln eines anderen Segments. Somit entsteht die asymmetrische Elektronenemission. Es ist denkbar, dass mehrere Segmente einen erhöhten Elektronenstrom aufweisen. Die Amplitude des Elektronenstroms kann insbesondere durch die Amplitude der Gatespannung eingestellt sein.

[0064] Fig. 6 zeigt eine erfindungsgemäße Röntgenröhre 20 in einem Querschnitt.

[0065] Die Röntgenröhre 20 weist einen Feldeffekt-Elektronenemitter 10, eine Anode 21 zur Generierung von Röntgenstrahlen in Abhängigkeit von eintreffenden Elektronen und ein evakuiertes Gehäuse 22 auf. Der Feldeffekt-Elektronenemitter 10 und die Anode 21 sind innerhalb des evakuierten Gehäuses 22 angeordnet. Der Feldeffekt-Elektronenemitter 10 generiert bei der simultanen Elektronenemission aus den jeweiligen aktivierten Teilemissionsflächen insbesondere jene Elektronen,

welche auf der Anode 21 eintreffen. Die Anode 21 kann insbesondere eine Drehanode oder Stehanode sein. Grundsätzlich ist es denkbar, dass die Röntgenröhre als Drehkolbenröntgenröhre ausgebildet ist, wobei sich die Anode gemeinsam mit dem Gehäuse der Röntgenröhre dreht.

[0066] Vorteilhafterweise herrscht zwischen der Anode 21 und dem Feldeffekt-Elektronenemitter 10 ausschließlich ein zur Beschleunigung der emittierten Elektronen angelegtes Feld. In anderen Worten weist die Röntgenröhre 20 keine Ablenkungseinheit zum Ablenken oder Fokussieren der emittierten Elektronen auf. In diesem Fall wird typischerweise eine Emissionsflächenabmessung des Feldeffekt-Elektronenemitters 10 direkt, sprich 1 zu 1 auf der Anode 21 abgebildet. Herkömmliche Ablenkungseinheiten erzeugen elektrostatische und/oder elektromagnetische Felder zur Ablenkung und/oder Fokussierung der Elektronen, wobei solche herkömmlichen Felder bei der erfindungsgemäßen Röntgenröhre vorteilhafterweise das zur Beschleunigung der emittierten Elektronen angelegte Feld nicht überlagern (können). Das zur Beschleunigung angelegte Feld kann von der Beschleunigungsspannung zwischen der Anode 21 und dem Feldeffekt-Elektronenemitter 10 ausgehen oder von mittels einer Hochfrequenzquelle erzeugten Hochfrequenzwellen.

[0067] Die mittels der Anode 21 generierten Röntgenstrahlen können insbesondere für eine medizinische oder industrielle Anwendung vorgesehen sein. Die medizinische Anwendung umfasst insbesondere eine diagnostische Bildgebung, insbesondere eine Computertomographie, eine Angiographie und/oder eine Mammographie. Die medizinische Anwendung kann alternativ oder zusätzlich eine Therapie umfassen. Die industrielle Anwendung umfasst insbesondere eine Werkstoffprüfung.

[0068] Vorteilhafterweise ist die die Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronenemitters 10 dazu eingerichtet ist, durch das abwechselnde Aktivieren zumindest zweier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F2, F3, F4 mit identischer Emissionsflächenabmessung einen Brennfleck auf der Anode 21 springen zu lassen und/oder durch das abwechselnde Aktivieren zumindest zweier gruppierten Teilemissionsflächen F1, F5, F6 mit verschiedener Emissionsflächenabmessung einen Brennfleck auf der Anode 21 in seiner Größe zu verändern.

[0069] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung dennoch nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Feldeffekt-Elektronenemitter (10), aufweisend

- eine segmentierte Emissionsfläche (11), wobei die Emissionsfläche (11) eine Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln und mehrere Segmente mit je einer aktivierbaren Teilemissionsfläche aufweist, wobei sich die Vielzahl an Feldeffekt-Emitternadeln auf die Teilemissionsflächen verteilt, und
- eine Steuereinheit, welche dazu eingerichtet ist, verschiedene Gruppen mit mindestens einem der mehreren Segmente derart für eine simultane Elektronenemission aus den jeweiligen Teilemissionsflächen zu aktivieren, dass sich die nacheinander aktivierbaren, zusammenhängenden und gruppierten Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4, F5, F6) paarweise zu mindestens 25% überlappen.
2. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach Anspruch 1, wobei die Anzahl der Segmente neun beträgt.
3. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach Anspruch 2, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, fünf verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass vier gruppierte Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4) eine identische Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung und eine gruppierte Teilemissionsfläche (F5) die maximale Emissionsflächenabmessung aufweisen.
4. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach Anspruch 1, wobei die Anzahl der Segmente zehn oder elf beträgt.
5. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach Anspruch 4, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, sechs verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass vier gruppierte Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4) eine identische Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung, eine gruppierte Teilemissionsfläche (F6) die maximale Emissionsflächenabmessung und eine weitere gruppierte Teilemissionsfläche (F5) eine Emissionsflächenabmessung kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung und größer als die Emissionsflächenabmessung der vier gruppierten Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4) aufweisen.
6. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, verschiedene gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass die gruppierten Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4, F5, F6) den im Wesentlichen gleichen Emissionsflächeninhalt aufweisen und sich in der Emissionsflächenform unterscheiden.
7. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, einen emittierten Elektronenstrom pro Segment je gruppierter Teilemissionsfläche (F1, F2, F3, F4, F5, F6) für eine simultane asymmetrische Elektronenemission zu variieren.
8. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die gruppierten Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4, F5) sich zu mindestens 50% überlappen.
9. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Segment (L) der mehreren Segmente eine L-Form aufweist und wobei das L-Segment (L) mit seinen Schenkeln an zwei Seiten eines anderen Segments der mehreren Segmente angrenzt.
10. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach Anspruch 9, wobei das L-Segment (L) derart ausgestaltet ist, dass das L-Segment (L) mit seinen Schenkeln an Seiten von mindestens drei verschiedenen Segmenten der mehreren Segmente angrenzt.
11. Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jedem Segment exakt eine Schaltvorrichtung zugeordnet ist.
12. Röntgenröhre (20), aufweisend
- einen Feldeffekt-Elektronenemitter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - eine Anode (21) zur Generierung von Röntgenstrahlen in Abhängigkeit von eintreffenden Elektronen und
 - ein evakuiertes Gehäuse (22),
- wobei der Feldeffekt-Elektronenemitter (10) und die Anode (21) innerhalb des evakuierten Gehäuses (22) angeordnet sind.
13. Röntgenröhre (20) nach Anspruch 12, wobei zwischen der Anode (21) und dem Feldeffekt-Elektronenemitter (10) ausschließlich ein zur Beschleunigung der emittierten Elektronen angelegtes Feld vorherrscht.
14. Röntgenröhre (20) nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronenemitters (10) dazu eingerichtet ist, durch das abwechselnde Aktivieren zumindest zweier gruppierter Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4) mit identischer Emissionsflächenabmessung einen Brennfleck auf der Anode (21) springen zu lassen.

15. Röntgenröhre (20) nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
wobei die Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronene-
mitters (10) dazu eingerichtet ist, durch das abwech-
selnde Aktivieren zumindest zweier gruppierter Teil-
emissionsflächen (F1, F2, F3, F4, F5, F6) mit ver-
schiedener Emissionsflächenabmessung einen
Brennfleck auf der Anode (21) in seiner Größe zu
verändern.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

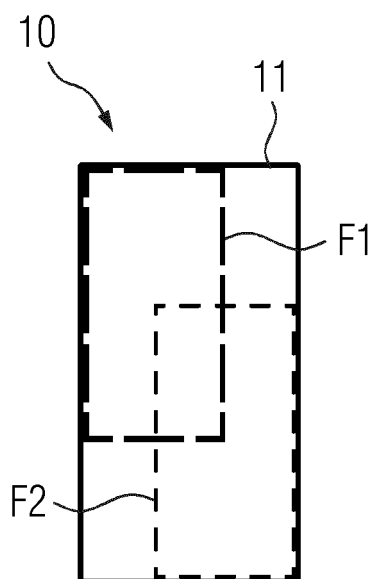


FIG 2

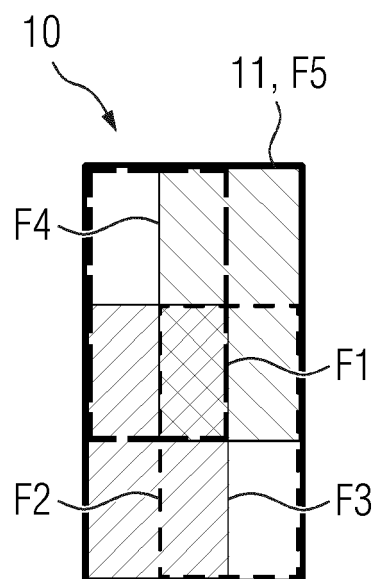


FIG 3

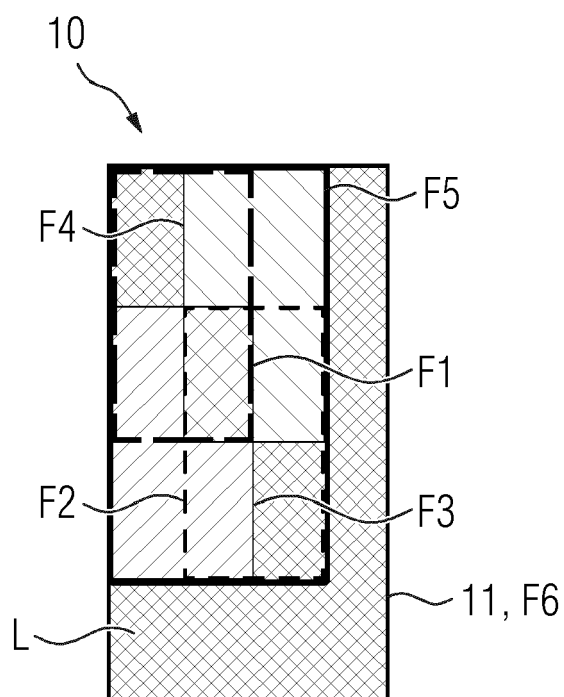


FIG 4

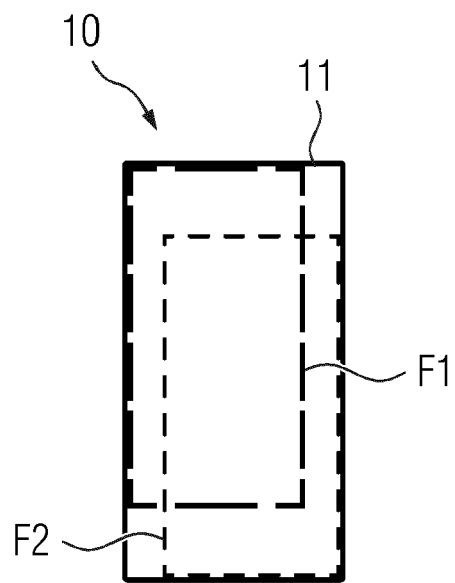


FIG 5

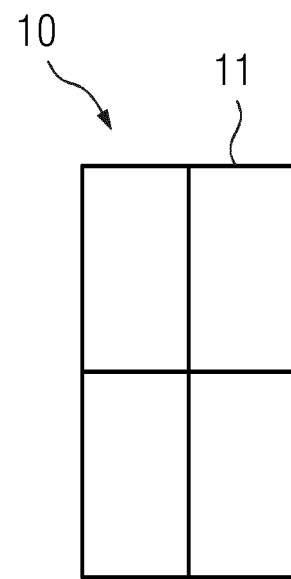
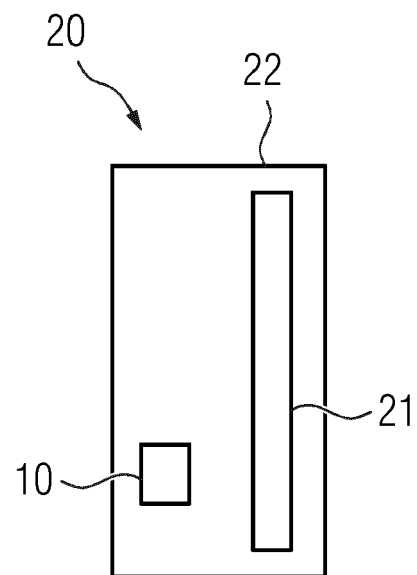


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 9049

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/294580 A1 (TSUJII OSAMU [JP] ET AL) 7. November 2013 (2013-11-07) * siehe Abb. 3, 4 und deren Beschreibung; [0033 - 0035] * -----	1-4, 6, 8, 12, 13, 15	INV. H01J35/06 H01J1/304 H01J35/14 H05G1/30 H05G1/58
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01J H05G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Juli 2023	Prüfer Angloher, Godehard
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- ☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

- ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

- ☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

- ☒ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

1-4, 6, 8, 12, 13, 15

- ☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 9049

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-4, 6, 8, 12, 13, 15

Feldeffekt-Elektronenemitter gemäß Anspruch 1:
gemeinsame/s zusätzliche/s technische/s Merkmal/e der
Ansprüche 2 und 3:
die Anzahl der Segmente beträgt neun;

1.1. Ansprüche: 4, 6, 8, 12, 13, 15

siehe die zusätzlichen Merkmale der entsprechenden
Ansprüche;

2. Ansprüche: 5, 14

Feldeffekt-Elektronenemitter gemäß Anspruch 4 / Röntgenröhre
gemäß beispielsweise Anspruch 12:
besonderes technische/s Merkmal/e des Anspruchs 5:
die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, sechs verschiedene
gruppierte Teilemissionsflächen derart zu aktivieren, dass
vier gruppierte Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4) eine
identische Emissionsflächenabmessung kleiner als die
maximale Emissionsflächenabmessung, eine gruppierte
Teilemissionsfläche (F6) die maximale
Emissionsflächenabmessung und eine weitere gruppierte
Teilemissionsfläche (F5) eine Emissionsflächenabmessung
kleiner als die maximale Emissionsflächenabmessung und
größer als die Emissionsflächenabmessung der vier
gruppierten Teilemissionsflächen (F1, F2, F3, F4) aufweisen;
besondere/s technische/s Merkmal/e des Anspruchs 14:
die Steuereinheit des Feldeffekt-Elektronenemitters (10) ist
dazu eingerichtet, durch das abwechselnde Aktivieren
zumindest zweier gruppierten Teilemissionsflächen (F1, F2,
F3, F4) mit identischer Emissionsflächenabmessung einen
Brennfleck auf der Anode (21) springen zu lassen;

3. Anspruch: 7

Feldeffekt-Elektronenemitter gemäß beispielsweise Anspruch
1:
besondere/s technische/s Merkmal/e des Anspruchs 7:
die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, einen emittierten
Elektronenstrom pro Segment je gruppierten
Teilemissionsfläche (F1, F2, F3, F4, F5, F6) für eine
simultane asymmetrische Elektronenemission zu variieren;

4. Ansprüche: 9-11

Feldeffekt-Elektronenemitter gemäß beispielsweise Anspruch



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 9049

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1:
gemeinsame/s besondere/s technische/s Merkmal/e der
Ansprüche 9 und 10:
ein Segment (L) der mehreren Segmente weist eine L-Form auf
und das L-Segment (L) grenzt mit seinen Schenkeln an zwei
Seiten eines anderen Segments der mehreren Segmente an;
besondere/s technische/s Merkmal/e des Anspruchs 11:
jedem Segment ist exakt eine Schaltvorrichtung zugeordnet;

Bitte zu beachten dass für alle unter Punkt 1 aufgeführten Erfindungen,
obwohl diese nicht unbedingt durch ein gemeinsames erfinderisches
Konzept verbunden sind, ohne Mehraufwand der eine zusätzliche
Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, eine vollständige Recherche
durchgeführt werden konnte.

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 15 9049

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-07-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2013294580 A1	07-11-2013	CN	101940066 A	05-01-2011	
			EP	2197251 A1	16-06-2010	
15			JP	4886713 B2	29-02-2012	
			JP	2009189507 A	27-08-2009	
			KR	20100077048 A	06-07-2010	
			US	2010310051 A1	09-12-2010	
			US	2013294580 A1	07-11-2013	
20			WO	2009101882 A1	20-08-2009	

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3748667 A1 [0007] [0008]
- WO 2013136299 A1 [0007]
- WO 2008044196 A2 [0007]