

(19)



(11)

EP 3 518 266 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.2019 Patentblatt 2019/31

(51) Int Cl.:
H01J 35/06 ^(2006.01) **H01J 1/20** ^(2006.01)
H01J 1/22 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18154147.5**

(22) Anmeldetag: **30.01.2018**

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Healthcare GmbH**
91052 Erlangen (DE)

(72) Erfinder: **Freudenberger, Jörg**
90562 Kalchreuth (DE)

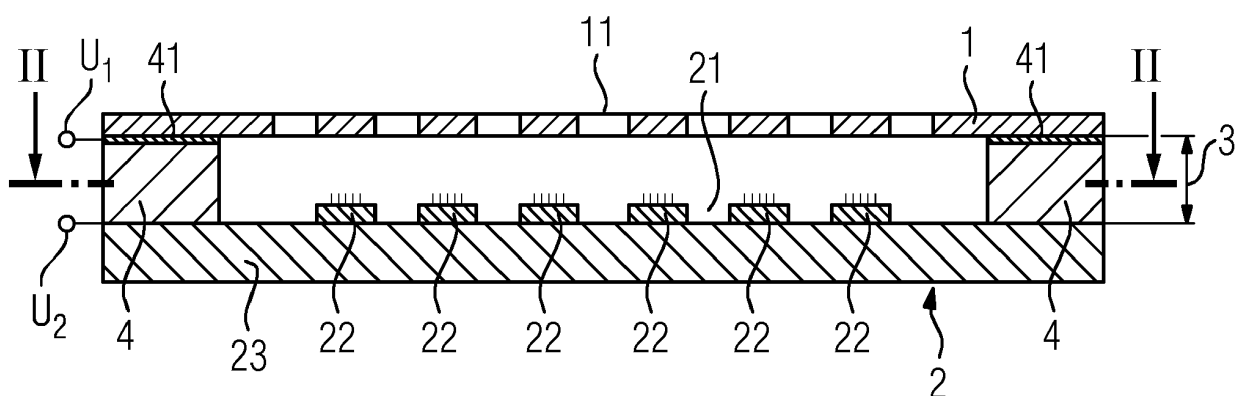
(54) THERMIONISCHE EMISSIONSVORRICHTUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine thermionische Emissionsvorrichtung, umfassend
- einen Flachemitter (1) mit einer Hauptemissionsfläche (11), der an ein Hauptpotential (U_1) schaltbar ist, und
- einen zuschaltbaren Feldeffekt-Elektronenemitter (2) mit einer Heizemissionsfläche (21), die an ein Heizpo-

tential (U_2) schaltbar ist, das unterschiedlich zum Hauptpotential (U_1) ist.

Eine derartige thermionische Emissionsvorrichtung besitzt eine längere Lebensdauer bei gleichbleibender Bildqualität.

FIG 1



EP 3 518 266 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine thermionische Emissionsvorrichtung.

[0002] Eine derartige thermionische Emissionsvorrichtung ist z.B. aus der DE 10 2009 005 454 B4 bekannt und in einer Röntgenröhre als Kathode wirksam. Die bekannte thermionische Emissionsvorrichtung umfasst einen indirekt beheizten Hauptemitter, der als Flachemitter mit einer unstrukturierten Hauptemissionsfläche ausgebildet ist, und mit einem Heizemitter, der als Flachemitter mit einer strukturierten Heizemissionsfläche ausgebildet ist.

[0003] Unter einer unstrukturierten Emissionsfläche wird eine flache, im Wesentlichen homogene Emissionsfläche ohne Schlitze oder ähnliche Unterbrechungen verstanden. Eine Emissionsfläche, die beispielsweise durch Schlitze unterbrochen ist oder eine mäanderförmige Leiterbahn aufweist, wird als strukturiert bezeichnet.

[0004] Bei der aus der DE 10 2009 005 454 B4 bekannten thermionischen Emissionsvorrichtung weisen der Hauptemitter und der Heizemitter jeweils mindestens zwei Anschlussfahnen auf, wobei der Heizemitter gewissermaßen in den Hauptemitter geschachtelt ist. Die Hauptemissionsfläche und die Heizemissionsfläche sind im Wesentlichen parallel und zentrisch zueinander ausgerichtet. Die Anschlussfahnen des Hauptemitters sind im Wesentlichen senkrecht zur Hauptemissionsfläche ausgerichtet und stehen in lateraler Richtung nicht über die Hauptemissionsfläche heraus. Bei der bekannten thermionischen Emissionsvorrichtung wird mit konstruktiv einfach gehaltenen Mitteln eine möglichst hohe Qualität des Brennflecks erreicht und auch bei hohen thermischen Belastungen eine unerwünschte Aufweitung oder Defokussierung des Elektronenstrahls vermieden.

[0005] Der in der thermionischen Emissionsvorrichtung erzeugte Elektronenstrahl trifft in einem Brennfleck auf eine Drehanode auf. Aufgrund des Brennfleckprofils des Elektronenstrahls entsteht auf der Brennbahn eine Oberflächentemperatur von bis zu 2.400 °C. Diese Oberflächentemperatur der Brennbahn kann ohne unerwünschte Verkürzung der Lebensdauer der Drehanode nicht erhöht werden, so dass allenfalls nur eine sehr geringe Leistungserhöhung über einen sehr kurzen Zeitraum und einer anschließenden Abkühlphase realisierbar ist.

[0006] Weitere indirekte Heizungen für thermionische Emittoren sind in der EP 0 349 387 B1 und der US 8,000,449 B2 offenbart.

[0007] In der US 7,903,788 B2 und der DE 10 2006 018 633 B4 sind jeweils strukturierte Flachemitter beschrieben.

[0008] Aus der US 7,795,792 B2 ist es bekannt, Emittormaterialien durch ein Karburieren (Aufkohlen) in den Emissionseigenschaften zu verändern.

[0009] Die WO 2013/080074 A1 beschreibt den Einsatz von Carbon Nanotubes (Kohlenstoffnanoröhrchen) als Emittoren in Röntgenröhren.

[0010] Weiterhin ist aus der US 6,556,656 B2 bekannt,

Elektroden unter dem eigentlichen Elektronenemitter anzuordnen, um eine Homogenisierung des elektrischen Feldes am Ort des Elektronenemitters zu erhalten.

[0011] Eine asymmetrische Emission von Elektronen ist z.B. aus der US 7,835,501 B2 bekannt. Hierbei wird ein aus der Kathode austretender Elektronenstrahl durch eine Brennfleck-Modulationseinheit derart moduliert, dass eine asymmetrische Intensitätsverteilung des Elektronenstrahls einstellbar ist.

[0012] In der DE 195 13 290 C1 sowie der korrespondierenden US 5,703,924 A ist eine als Flachemitter ausgebildete Glühkathode beschrieben, die aus einem Grundkörper aus Wolfram besteht und eine Beschichtung aus einem Dispenser-Kathodenmaterial, z.B. Lanthanhexaborid (LaB_6), besteht.

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine thermionische Emissionsvorrichtung für eine Röntgenröhre zu schaffen, die bei gleichbleibender Bildqualität eine längere Lebensdauer der Röntgenröhre gewährleistet.

[0014] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine thermionische Emissionsvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

[0015] Die thermionische Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1 umfasst einen Flachemitter mit einer Hauptemissionsfläche, der an ein Hauptpotential schaltbar ist, sowie einen zuschaltbaren Feldeffekt-Elektronenemitter mit einer Heizemissionsfläche, die an ein Heizpotential schaltbar ist, das unterschiedlich zum Hauptpotential ist.

[0016] Bei der erfindungsgemäßen Emissionsvorrichtung wird die Hauptemissionsfläche des Flachemitters durch Elektronen aufgeheizt, die von der Heizemissionsfläche des Feldeffekt-Elektronenemitters emittiert werden. Der Feldeffekt-Elektronenemitter bildet somit eine indirekte Heizung für den Flachemitter.

[0017] Dadurch, dass bei dem Feldeffekt-Elektronenemitter eine kalte Emission der Elektronen erfolgt, ist das Heizpotential das die Emission der Elektronen aus der Heizemissionsfläche bewirkt, unterschiedlich zum Hauptpotential, das zu der thermischen Emission der Elektronen aus der Hauptemissionsfläche des Flachemitters führt.

[0018] Aufgrund der kalten Elektronenemission ist im Stand-by-Betrieb deshalb auch keine thermische Heizung des Elektronenemitters erforderlich, wodurch sich eine längere Lebensdauer für die thermionische Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1 ergibt.

[0019] Im Rahmen der Erfindung können die Feldeffekt-Elektronenemitter beispielsweise als CNT-basierte Feldemittern (CNT, Carbon Nano Tubes, Kohlenstoff-Nanoröhren) oder als Si-basierte Feldemitter (Si, Silizium) ausgeführt sein. Auch nanokristalliner Diamant ist gemäß der DE 197 27 606 A1 für die Herstellung von Kaltkathoden geeignet.

[0020] Vorzugsweise sind die Hauptemissionsfläche und die Heizemissionsfläche strukturiert (Anspruch 2). Diese Strukturierung ist bei einem Flachemitter mit recht-

eckiger Oberfläche beispielsweise durch Schlitze auf der Hauptemissionsfläche realisierbar. Auf der Heizemissionsfläche ist diese Strukturierung z.B. durch eine entsprechende Segmentierung des Feldeffektemittermaterials realisierbar. Durch eine derartige Strukturierung erhält man auf einfache Weise einen definierten Brennfleck.

[0021] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der thermionischen Emissionsvorrichtung weist die Heizemissionsfläche zu der Hauptemissionsfläche einen vorgebbaren Abstand auf (Anspruch 3). Bei CNT-basierten Feldemittern (CNT, Carbon Nano Tubes, Kohlenstoff-Nanoröhren) liegt der vorgebbare Abstand zwischen Heizemissionsfläche und Hauptemissionsfläche beispielsweise zwischen ca. 0,5 mm und 5 mm. Anstelle von CNT-basierten Feldemittern sind auch Si-basierte Feldemitter (Si, Silizium) einsetzbar. Auch die Verwendung von wenigstens zwei verschiedenen Feldemissions-Materialien ist Rahmen der Erfindung möglich.

[0022] Die Hauptemissionsfläche der thermionischen Emissionsvorrichtung ist in vorteilhafter Weise durch die Heizemissionsfläche in einem vorgebbaren Bereich aufheizbar (Anspruch 4). Die Heizemissionsfläche der thermionischen Emissionsvorrichtung umfasst hierzu eine vorgebbare Anzahl von einzeln ansteuerbaren Feldeffekt-Emittersegmenten (Anspruch 5).

[0023] Die thermionische Emissionsvorrichtung gemäß der Erfindung bzw. deren vorteilhafte Ausgestaltungen (Ansprüche 2 bis 5) sind für den Einbau in einen Fokuskopf geeignet (Anspruch 6).

[0024] Mit der thermionischen Emissionsvorrichtung (Ansprüche 1 bis 5) bzw. mit einem damit ausgestatteten Fokuskopf (Anspruch 6) ist auf einfache Weise eine Röntgenröhre mit einer deutlich verbesserten Dosismodulation herstellbar (Ansprüche 7 bis 9).

[0025] Durch die kurzen Abkühlzeiten beim Abschalten des Heizemitters sowie die deutlich kürzeren Abkühlzeiten des Hauptemitters bei abgeschaltetem Heizemitter, werden die Strahlenbelastungen entsprechend reduziert und die Aufnahmezeiten bei der Bildgebung verkürzt.

[0026] Die vorstehend beschriebenen Röntgenröhren (Ansprüche 7 und 8) können ohne Modifikationen in das Strahlergehäuse eines Röntgenstrahlers eingebaut werden (Anspruch 9).

[0027] Nachfolgend wird ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein. Es zeigen:

FIG 1 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer thermionischen Emissionsvorrichtung,

FIG 2 eine perspektivische Ansicht der thermionischen Emissionsvorrichtung entlang der Linie II-II in FIG 1,

FIG 3 ein erstes Ausführungsbeispiel für eine strukturierte Hauptemissionsfläche eines Flachemitters in Draufsicht und

5 FIG 4 ein zweites Ausführungsbeispiel für eine strukturierte Hauptemissionsfläche eines Flachemitters in perspektivischer Ansicht.

[0028] Die in FIG 1 dargestellte thermionische Emissionsvorrichtung umfasst einen Flachemitter 1 mit einer Hauptemissionsfläche 11 und Feldeffekt-Elektronenemitter 2 mit einer Heizemissionsfläche 21.

[0029] Der Flachemitter 1 ist an ein Hauptpotential U_1 schaltbar und der Feldeffekt-Elektronenemitter 2 ist an ein Heizpotential U_2 schaltbar, das unterschiedlich zum Hauptpotential U_1 ist.

[0030] Der Heizemissionsfläche 21 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 umfasst eine vorgebbare Anzahl von Segmenten 22, die beispielsweise durch eine Metallisierung auf einem Substrat 23 aufgebracht sind. Die Strukturierung der Heizemissionsfläche 21 wird im gezeigten Ausführungsbeispiel durch die einzeln ansteuerbaren Feldeffekt-Emittersegmente 22 erreicht.

[0031] Bei dem in FIG 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Hauptemissionsfläche 11 und die Heizemissionsfläche 21 strukturiert.

[0032] Die Heizemissionsfläche 21 weist zu der Hauptemissionsfläche 11 einen vorgebbaren Abstand 3 auf. Hierzu ist im Randbereich des Substrats 23 wenigstens ein Abstandshalter 4 angeordnet, durch den der Abstand 3 zwischen Heizemissionsfläche 21 und Hauptemissionsfläche 11 sichergestellt ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist gemäß FIG 2 ein U-förmiger Abstandshalter 4 vorgesehen, der auf drei Seiten angeordnet ist und eine Kontaktierung 41 für den Flachemitter 1 aufweist. Eine Längsseite des Substrats 23 ist nicht durch den Abstandshalter 4 belegt, um die auf dem Substrat 23 angeordneten Feldeffekt-Emittersegmente 22 elektrisch kontaktieren zu können.

[0033] Aufgrund der Strukturierung der Heizemissionsfläche 21 ist die Hauptemissionsfläche 11 in einem vorgebbaren Flächenbereich definiert aufheizbar.

[0034] Bei dem in FIG 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist nicht nur die Heizemissionsfläche 21 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 strukturiert, sondern auch die Hauptemissionsfläche 11 des Flachemitters 1. Für die Strukturierung der Hauptemissionsfläche 11 ist in den FIG 3 und 4 jeweils ein Ausführungsbeispiel gezeigt.

[0035] Die Hauptemissionsfläche 11 gemäß FIG 3 weist eine plane Struktur 12 mit einem einteilig ausgebildeten Rahmen 13 auf. Innerhalb des Rahmens 13 ist eine Struktur 12 angeordnet, durch die die Hauptemissionsfläche 11 in Segmente 14a bis 14f unterteilt ist. Damit kann eine frei wählbare Anzahl von Segmenten 14a bis 14f durch die Heizemissionsfläche 21 (gestrichelt dargestellt) des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 definiert aufgeheizt werden, wodurch die Emission von thermischen Elektronen aus der Hauptemissionsfläche 11 gezielt ver-

bessert wird.

[0036] Die Hauptemissionsfläche 11 gemäß FIG 4 besitzt ebenfalls eine plane Struktur 15, die aus elastischen Elementen 16 besteht. Die elastischen Elemente 16 sind in einem zweigeteilten Rahmen 17 angeordnet, wobei der größere Anteil der elastischen Elemente 16 über der Heizemissionsfläche 21 (gestrichelt dargestellt) des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 angeordnet ist und der kleinere Anteil der elastischen Elemente 16 zum mechanischen Temperatenausgleich dient.

[0037] Durch das Anlegen von Spannungen an die Feldeffekt-Emittersegmente 22 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 baut sich ein elektrisches Feld zwischen dem (auf einem einheitlichen Potential liegenden) Flachemitter 1 und den Feldeffekt-Emittersegmenten 22 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 auf. Dadurch kann die in die in den Feldeffekt-Elektronenemitter 2 eingetragene Leistung für jedes Feldeffekt-Emittersegment 22 einzeln geregelt werden. Dies führt dazu, dass die Emissionsverteilung des Flachemitters 1 auf einfache Weise steuerbar ist. Dies erlaubt z.B. eine asymmetrische Brennfleckverteilung oder eine Optimierung der Emissionsverteilung, wodurch die Modulationstransferfunktionen (MTF) und damit die Bildqualität verbessert werden.

Patentansprüche

1. Thermionische Emissionsvorrichtung, umfassend

- einen Flachemitter (1) mit einer Hauptemissionsfläche (11), der an ein Hauptpotential (U_1) schaltbar ist, und
- einen zuschaltbaren Feldeffekt-Elektronenemitter (2) mit einer Heizemissionsfläche (21), die an ein Heizpotential (U_2) schaltbar ist, das unterschiedlich zum Hauptpotential (U_1) ist.

2. Thermionische Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Hauptemissionsfläche (11) und die Heizemissionsfläche (21) strukturiert sind.

3. Thermionische Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Heizemissionsfläche (21) zu der Hauptemissionsfläche (11) einen vorgebbaren Abstand (3) aufweist,

4. Thermionische Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Hauptemissionsfläche (11) durch die Heizemissionsfläche (21) in einem vorgebbaren Bereich aufheizbar ist.

5. Thermionische Emissionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Heizemissionsfläche (21) eine vorgebbare Anzahl von einzeln ansteuerbaren Feldeffekt-Emittersegmenten (22) umfasst.

6. Fokuskopf mit einer thermionischen Emissionsvor-

richtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Röntgenröhre, die eine Anode und eine thermionische Emissionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 umfasst.

8. Röntgenröhre, die eine Anode und einen Fokuskopf nach Anspruch 6 umfasst.

9. Röntgenstrahler mit einem Strahlergehäuse, in dem eine Röntgenröhre nach Anspruch 7 oder 8 angeordnet ist.

FIG 1

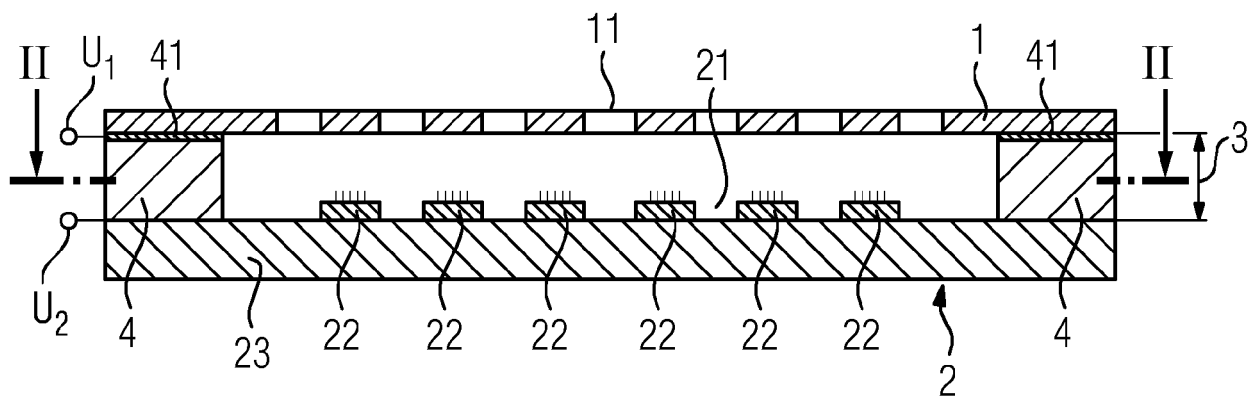


FIG 2

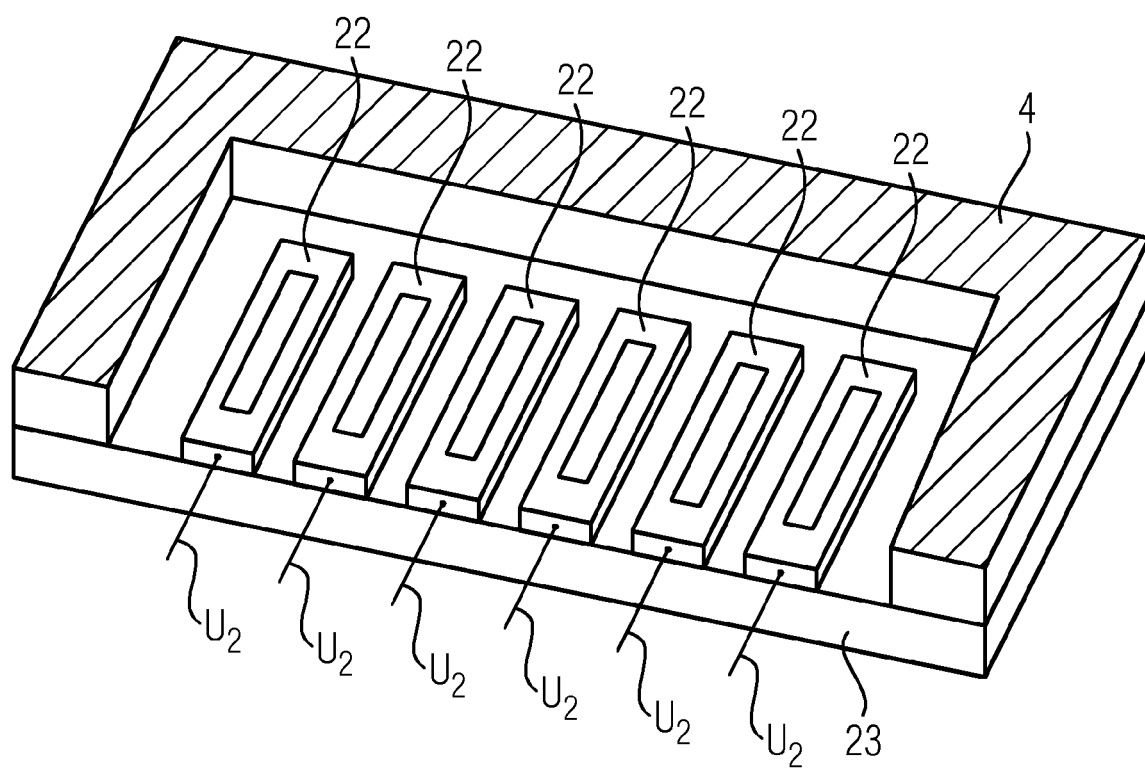


FIG 3

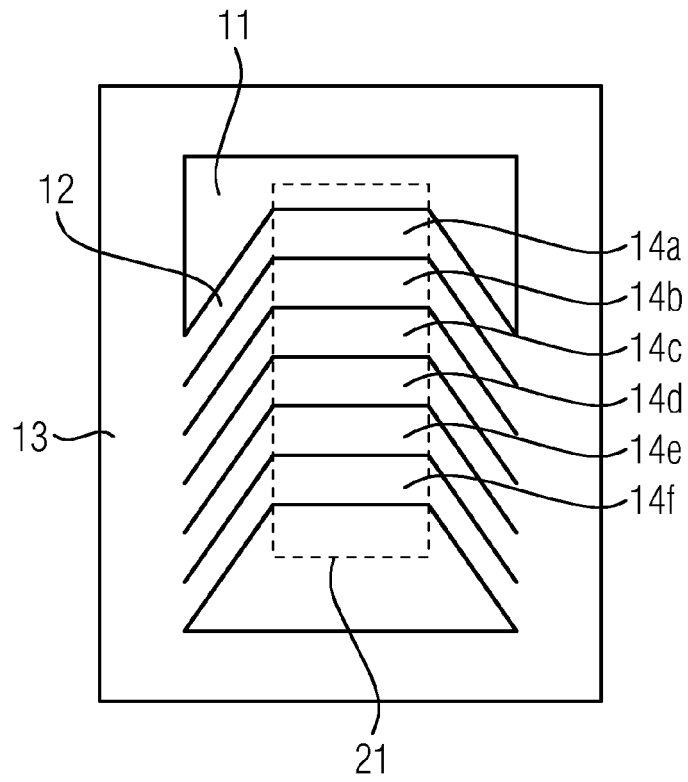
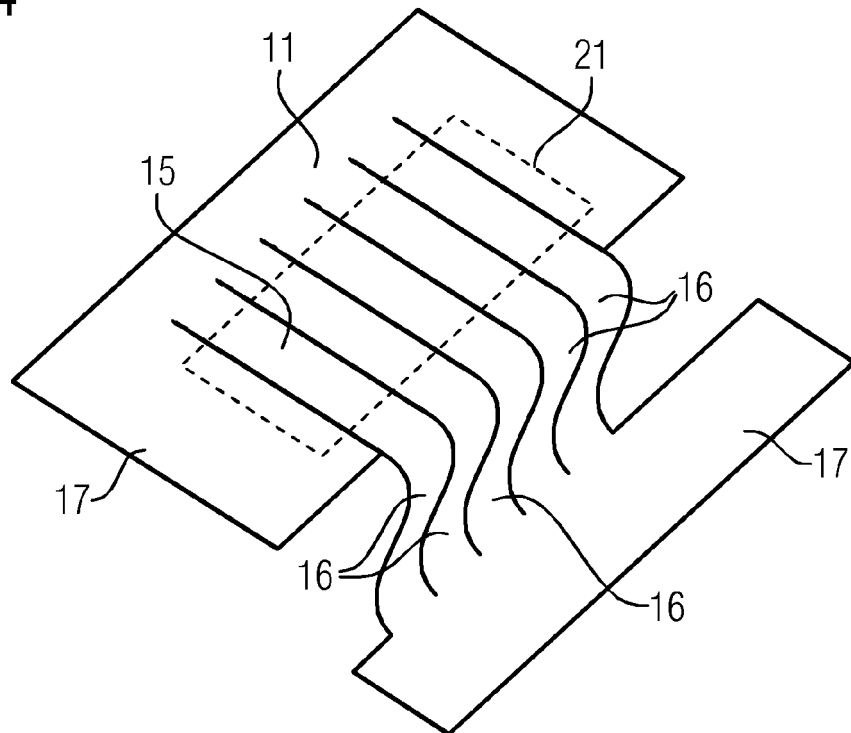


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 4147

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 2001/019601 A1 (TKAHASHI SADAYUKI [JP] ET AL) 6. September 2001 (2001-09-06) * Absätze [0008], [0033] - [0041]; Abbildungen 5-7 *	1-9	INV. H01J35/06 H01J1/20 H01J1/22
X	US 4 115 720 A (LEVINE JULES DAVID) 19. September 1978 (1978-09-19) * Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 2, Zeile 18; Abbildung *	1,2,4,6	
X	US 2011/116593 A1 (ZOU YUN [US] ET AL) 19. Mai 2011 (2011-05-19) * Absätze [0022], [0026] - [0039]; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-4 *	1-9	
X	JP H07 161303 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 23. Juni 1995 (1995-06-23) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1-5	
A	US 2015/078511 A1 (TANG CHUANXIANG [CN] ET AL) 19. März 2015 (2015-03-19) * Absätze [0038] - [0046], [0060] - [0062]; Abbildung 1 *	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Juli 2018	Prüfer Krauss, Jan
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	

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

EP 18 15 4147

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

25-07-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2001019601 A1	06-09-2001	KEINE	
	US 4115720 A	19-09-1978	KEINE	
15	US 2011116593 A1	19-05-2011	DE 102010060484 A1 US 2011116593 A1	19-05-2011 19-05-2011
	JP H07161303 A	23-06-1995	KEINE	
20	US 2015078511 A1	19-03-2015	CN 104470178 A EP 2851927 A1 JP 2016539483 A KR 20160082970 A RU 2016113744 A US 2015078511 A1 WO 2015039602 A1	25-03-2015 25-03-2015 15-12-2016 11-07-2016 23-10-2017 19-03-2015 26-03-2015
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- DE 102009005454 B4 [0002] [0004]
- EP 0349387 B1 [0006]
- US 8000449 B2 [0006]
- US 7903788 B2 [0007]
- DE 102006018633 B4 [0007]
- US 7795792 B2 [0008]
- WO 2013080074 A1 [0009]
- US 6556656 B2 [0010]
- US 7835501 B2 [0011]
- DE 19513290 C1 [0012]
- US 5703924 A [0012]
- DE 19727606 A1 [0019]