



(10) **DE 20 2023 103 670 U1** 2023.11.30

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2023 103 670.8**

(22) Anmeldetag: **03.07.2023**

(47) Eintragungstag: **23.10.2023**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **30.11.2023**

(51) Int Cl.: **H01J 35/02 (2006.01)**  
**H05G 1/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**63/388,306 12.07.2022 US**

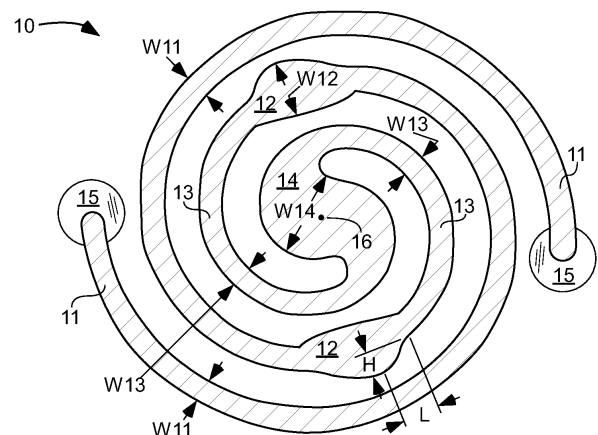
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**MOXTEK, Inc., Orem, UT, US**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**COHAUSZ & FLORACK Patent- und  
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB,  
40211 Düsseldorf, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Planarglühfaden mit fokussierter, zentraler Elektronenemission**

(57) Hauptanspruch: Eine Röntgenröhre umfassend:  
eine Kathode und eine Anode, die elektrisch voneinander  
isoliert sind, wobei die Kathode einen Glühfaden umfasst,  
der zur Emission von Elektronen in Richtung der Kathode  
konfiguriert ist und wobei die Anode dazu konfiguriert ist, in  
Reaktion auf die auftreffenden Elektronen des Glühfadens  
Röntgenstrahlen aus der Röntgenröhre zu emittieren;  
wobei der Glühfaden einen länglichen Draht umfasst, der  
sich in einer Ebene nicht-linear zwischen einem Elektroden-  
paar erstreckt, wobei der Glühfaden durch eine Differenz-  
spannung in den beiden Elektroden über den länglichen  
Draht aufheizbar ist;  
wobei der Glühfaden einen gewundenen Abschnitt mit dem  
länglichen Draht umfasst, welcher in einer Mitte des Glühfa-  
dens mindestens eine vollständige Wicklung um eine Achse  
beschreibt, wobei der Glühfaden eine Doppelspirale formt,  
die parallel zu der Ebene ausgerichtet ist;  
wobei der Glühfaden ein Paar von unteren Bereichen, ein  
Paar von äußeren oberen Bereichen und einen zentralen  
oberen Bereich umfasst;  
wobei jeder untere Bereich elektrisch an einem Ende mit  
einem der äußeren oberen Bereiche und am entgegenge-  
setzten Ende mit dem zentralen oberen Bereich gekoppelt  
ist;  
wobei die unteren Bereiche und der zentrale obere Bereich  
elektrisch zwischen den beiden äußeren oberen Bereichen  
gekoppelt sind; und  
wobei jeder untere Bereich durch einen größeren Quer-  
schnitt des Drahts in dem unteren Bereich so konfiguriert,  
dass die Stromdichte geringer als die Stromdichte der äuße-  
ren oberen Bereiche und der Stromdichte des zentralen  
oberen Bereichs benachbart zu dem unteren Bereich.



**Beschreibung**

## Bereich der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung bezieht sich auf Röntgenstrahlungsquellen.

## Hintergrund

**[0002]** Röntgenstrahlen haben viele Anwendungen, einschließlich Bildgebung, Röntgenfluoreszenzanalyse, Röntgenbeugungsanalyse und elektrostatische Ableitfähigkeit. Durch Hochspannung zwischen Kathode und Anode der Röntgenröhre und manchmal einem erhitzten Glühfaden können Elektronen von der Kathode zur Anode emittiert werden. Die Anode kann ein Targetmaterial enthalten. Das Targetmaterial kann als Reaktion auf die von der Kathode auftreffenden Elektronen Röntgenstrahlen erzeugen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen (die Zeichnungen sind unter Umständen nicht maßstabsgetreu)

**Abb. 1** stellt eine Draufsicht eines Glühfadens 10 mit einem Draht dar, einschließlich zwei äußeren oberen Bereichen 11, zwei unteren Bereichen 12, zwei zentralen oberen Bereichen 13 und einem zentralen Bereich 14. Diese Bereiche können im Verhältnis zueinander unterschiedliche Breiten aufweisen ( $W_{12} > W_{11}$ ,  $W_{12} > W_{13}$ ,  $W_{14} > W_{13}$ ).

**Abb. 2** stellt eine Draufsicht eines Glühfadens 20 mit einem Draht dar, einschließlich zwei äußeren oberen Bereichen 11, zwei unteren Bereichen 12 und einem zentralen oberen Bereich 13. Diese Bereiche können im Verhältnis zueinander unterschiedliche Dicken und/oder Breiten aufweisen.

**Abb. 3** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt eines Glühfadens 30 dar, mit zwei äußeren oberen Bereichen 11 und einem unteren Bereich 12. Diese Bereiche können im Verhältnis zueinander unterschiedliche Breiten aufweisen.

**Abb. 4** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt eines Glühfadens 40 dar, mit zwei äußeren oberen Bereichen 11 und einem unteren Bereich 12. Diese Bereiche können im Verhältnis zueinander unterschiedliche Breiten aufweisen.

**Abb. 5** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt eines Glühfadens 50 dar, einschließlich zwei äußeren oberen Bereichen 11, zwei unteren Bereichen 12 und einem zentralen oberen Bereich 13. Diese Bereiche können im Verhältnis zueinander unterschiedliche Dicken und/oder Breiten aufweisen.

**Abb. 6** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt eines Glühfadens 60 mit einem Draht dar, einschließlich zwei äußeren oberen Bereichen 11, zwei unteren Bereichen 12, zwei zentralen oberen Bereichen 13 und einem zentralen Bereich 14. Diese Bereiche können im Verhältnis zueinander unterschiedliche Dicken und/oder Breiten aufweisen.

**Abb. 7** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt eines Glühfadens 70 dar, mit einem dünnen Bereich 71, der elektrisch mit zwei dicken Bereichen 72 gekoppelt ist. Der dünne Bereich 72 kann dünner als die beiden dicken Bereiche 71 sein.

**Abb. 8** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt eines Glühfadens 80 dar, mit einem dünnen Bereich 71, der elektrisch mit zwei dicken Bereichen 72 gekoppelt ist. Eine Breite  $W_{72}$  des dünnen Bereichs 72 kann größer sein als eine Breite  $W_{71}$  der beiden dicken Bereiche 71. Der dünne Bereich 72 kann dünner als die beiden dicken Bereiche 71 sein.

**Abb. 9** stellt eine Seitenansicht eines Glühfadens 90 dar. Sie zeigt den gleichmäßigen Übergang zwischen den Dicken aneinander angrenzender Bereiche.

**Abb. 10** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt einer Transmissionstarget-Röntgenröhre 100 mit einem Glühfaden 101F dar, wie hierin beschrieben.

**Abb. 11** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt einer Transmissionstarget-Röntgenröhre 110 mit einem Glühfaden 101F dar, wie hierin beschrieben.

**Abb. 12** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt einer Röntgenröhre mit reflektierendem Target und Seitenfenster 120 mit einem Glühfaden 101F dar, wie hierin beschrieben.

**Abb. 13** stellt eine Seitenansicht im Querschnitt dar, welche einen Schritt in einem Herstellungsverfahren einer Glühwendel zeigt, einschließlich der Bereitstellung eines Metallblechs 131 mit mehreren verschiedenen Dicken Th.

**Abb. 14** stellt eine Draufsicht dar, welche einen Schritt in einem Herstellungsverfahren einer Glühwendel mit verschiedenen Dicken zeigt, einschließlich der Anwendung einer Maske 142 auf einen gewünschten dickeren Bereich eines Metallblechs 141 und des anschließenden Ätzens außerhalb der Maske 142 zur Erzeugung der mehreren verschiedenen Dicken.

**Abb. 15** stellt eine Draufsicht dar, welche einen Schritt in einem Herstellungsverfahren einer Glühwendel zeigt, einschließlich der Anwendung einer Maske 142 auf eine vorgegebene Position der gestreckten Form 151 der Glüh-

wendel auf ein Metallblech 141 mit mehreren verschiedenen Dicken Th und des anschließenden Ätzens außerhalb der Maske 142 zur Erzeugung der gestreckten Form 151.	132	eine Ebene der Oberfläche des Metallblechs 131 mit mehreren verschiedenen Dicken Th
<b>Abb. 16</b> stellt eine Seitenansicht dar, welche einen Schritt in einem Herstellungsverfahren einer Glühwendel zeigt, einschließlich der Verwendung eines Lasers 161 zum Schneiden einer gestreckten Form 151 in die Glühwendel.	141	Metallblech
	142	Maske
	151	gestreckte Form
<b>Abb. 17</b> stellt eine Draufsicht dar, welche einen Schritt in einem Herstellungsverfahren einer Glühwendel zeigt, einschließlich der Anwendung einer Maske 142 auf einen geplanten dickeren Bereich einer gestreckten Form 151 und des anschließenden Ätzens außerhalb der Maske 142 zur Erzeugung der mehreren verschiedenen Dicken der gestreckten Form 151.	161	Laser
	H	Übergangshöhe
	L	Übergangslänge
	11	Dicke T11 des Drahts im äußeren oberen Bereich
	12	Dicke T12 des Drahts im unteren Bereich
Referenznummern in den Zeichnungen	13	Dicke T13 des Drahts im zentralen oberen Bereich
10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90	Glühfaden	
11	äußerer oberer Bereich	Dicke T14 des Drahts im zentralen Bereich
12	unterer Bereich	Dicke T71 des Drahts im dicken Bereich
13	zentraler oberer Bereich	Dicke T72 des Drahts im dünnen Bereich
14	zentraler Bereich	Breite W11 des Drahts im äußeren oberen Bereich
15	Elektrode	Breite W12 des Drahts im unteren Bereich
16	Achse	Breite W13 des Drahts im zentralen oberen Bereich
31	Ebene	Breite W14 des Drahts im zentralen Bereich
71	dicker Bereich	Breite W71 des Drahts im dicken Bereich
72	dünnere Bereich	Breite W72 des Drahts im unteren Bereich
100, 110	Transmissionstarget-Röntgenröhre	
101	Kathode	
101F	Glühfaden	
102	Anode	
103	Röhrenfenster	
104	Target	
105	elektrisch isolierendes Gehäuse	
120	Röntgenröhre mit reflektierendem Target und Seitenfenster	
131	Metallblech mit mehreren verschiedenen Dicken Th	

**[0003]** Definitionen. Die folgenden Definitionen, einschließlich ihrer Mehrzahl, gelten für die gesamte Anmeldung.

**[0004]** Die hier verwendeten Begriffe „auf“, „am“, „an“ und „über“ bedeuten „direkt auf“ oder „über“, wobei ein anderes festes Material dazwischen liegt.

Die Begriffe „direkt an“, „angrenzend“, „benachbart“ und „anliegend“ bedeuten direkten und unmittelbaren Kontakt.

**[0005]** Der Begriff „gleicher Querschnitt“ bedeutet den exakt gleichen Drahtquerschnitt, den gleichen Drahtquerschnitt innerhalb der normalen Fertigungstoleranzen oder fast den exakt gleichen Drahtquerschnitt, sodass jede Abweichung vom exakt gleichen Drahtquerschnitt für den normalen Gebrauch der Vorrichtung vernachlässigbare Auswirkungen hätte.

**[0006]** Der Begriff „gleiche Dicke“ bedeutet die exakt gleiche Dicke, die gleiche Dicke innerhalb der normalen Fertigungstoleranzen oder fast exakt die gleiche Dicke, sodass jede Abweichung von der exakt gleichen Dicke für den normalen Gebrauch der Vorrichtung vernachlässigbare Auswirkungen hätte.

**[0007]** Der Begriff „gleiche Breite“ bedeutet die exakt gleiche Breite, die gleiche Breite innerhalb der normalen Fertigungstoleranzen oder fast die exakt gleiche Breite, sodass jede Abweichung von der exakt gleichen Breite für den normalen Gebrauch der Vorrichtung vernachlässigbare Auswirkungen hätte.

**[0008]** Der hier verwendete Begriff „Röntgenröhre“ ist nicht auf röhren- bzw. zylinderförmige Geräte beschränkt. Der Begriff „Röhre“ wird verwendet, weil dies der Standardbegriff für Röntgenstrahlungsgeräte ist.

**[0009]** Wenn der Bereich im Vergleich mehrere Dicken aufweist, wird für den Vergleich die größte Dicke im jeweiligen Bereich verwendet. Wenn der Bereich im Vergleich mehrere Breiten aufweist, wird für den Vergleich die größte Breite im jeweiligen Bereich verwendet.

#### Detaillierte Beschreibung

**[0010]** Bei einem Glühfaden hat es Vorteile, wenn dieser in verschiedenen Bereichen über verschiedene Querschnitte verfügt, einschließlich (a) der fokussierten und erhöhten Emission von Elektroden aus der Mitte des Glühfadens, (b) einer höheren Anstiegsrate der Glühfadentemperatur und (c) der Stabilisierung der anfälligen Stellen des Glühfadens.

**[0011]** Bereiche mit einem geringeren Querschnitt können über eine höhere Stromdichte verfügen, wodurch sich der Draht stärker aufheizt. Bereiche mit einem größeren Querschnitt können über eine geringere Stromdichte verfügen, wodurch sich der Draht weniger stark aufheizt. Die stärkere bzw. weniger starke Aufheizung beeinflusst die Gesamttemperatur des Drahts. Durch die Anpassung des Drahtquerschnitts an verschiedenen Stellen kann die Elektronenemission im Wesentlichen auf den bevor-

zugten Bereich bzw. die bevorzugten Bereiche eingegrenzt werden, beispielsweise auf die Mitte des Glühfadens. Beispielsweise können  $\geq 50\%$  oder  $\geq 90\%$  der Elektronen aus den zentralen  $25\%$  des Glühfadens emittiert werden.

**[0012]** Ein zentraler Bereich 14 des Glühfadens kann breiter sein, um die Oberfläche zur Elektronenemission zu vergrößern. Der zentrale Bereich 14 kann auch dünner sein, um die Stromdichte und das Aufheizen in diesem zentralen Bereich zu erhöhen. Ein sowohl breiterer als auch dünnerer zentraler Bereich 14 des Glühfadens kann daher die Elektronenemission in diesem zentralen Bereich 14 erhöhen. Dieser breitere und dünnere zentrale Bereich 14 kann auch die Anstiegsrate der Temperatur im Glühfaden erhöhen und auf diese Weise schnellere Impulse bei der Elektronenemission ermöglichen. Der zentrale Bereich 14 des Glühfadens kann im Vergleich zu allen anderen Bereichen des Glühfadens breiter, dünner oder beides zugleich sein.

**[0013]** Üblicherweise ist die Temperatur des Glühfadens im zentralen Bereich 14 höher. Durch diese höhere Temperatur kann das Korngefüge im zentralen Bereich sich von dem an den äußeren Enden unterscheiden. Der Glühfaden kann an einem Übergang zwischen diesen Stellen unterschiedlicher Korngefüge vorzeitig durchbrennen. Es kann von Vorteil sein, diese Stellen mithilfe eines vergrößerten Querschnitts an genau diesen Stellen zu verstärken. Die Kornzahl des Glühfadens und die Anzahl der Korngrenzen können in einem Bereich mit vergrößertem Querschnitt größer und der Glühfaden somit stärker sein.

**[0014]** Die hierin verwendeten Glühfäden können planar oder gewunden sein. Diese Glühfäden können einen gestreckten Draht umfassen, der sich in einer Ebene 31 nicht linear erstreckt (siehe **Abb. 3-9**). Bitte beachten Sie, dass die Ebene der Glühfäden 10 und 20 in den **Abb. 1** und **Abb. 2** parallel zum Blatt liegt. Die Ebene 31 kann senkrecht zu einer Achse 16 stehen und sich zwischen einer Kathode 101 und einem Target 104 einer Röntgenröhre 100, 110 und 120 erstrecken, wie in den **Abb. 10-12** dargestellt.

**[0015]** Ein Vorteil einer Spiralförmigkeit kann in der Vermeidung der Ecken einer Zick-Zack-Form liegen. Ein weiterer Vorteil kann in einem zentralen, kreisförmigen Bereich der Elektronenemission liegen, welcher zu einem zentralen, kreisförmigen Bereich der Emission von Röntgenstrahlen am Target 104 führt (**Abb. 10-12**). So können die Röntgenstrahlen auf einen kleineren Fokuspunkt konzentriert werden.

**[0016]** Der Glühfaden kann einen gewundenen Abschnitt umfassen, wobei der gestreckte Draht auf beiden Seiten der Achse 16 mindestens eine vollständige Wicklung in einem zentralen Bereich 14

um eine Achse 16 beschreibt. Somit kann der Glühdraht eine Doppelspirale beschreiben, welche parallel zur Ebene 31 ausgerichtet ist.

**[0017]** Wie in den **Abb. 1** und **Abb. 6** dargestellt, können die Glühfäden 10 und/oder 60 zwei äußere obere Bereiche 11, zwei untere Bereiche 12, zwei zentrale obere Bereiche 13 und einen zentralen Bereich 14 umfassen. Jeder untere Bereich 12 kann elektrisch an einem Ende mit einem der äußeren oberen Bereiche 11 und am anderen mit einem der zentralen oberen Bereiche 13 gekoppelt werden. Der zentrale Bereich 14 kann zwischen den beiden zentralen oberen Bereichen 13 elektrisch gekoppelt werden. Daher können die Bereiche entlang des Glühfadens und/oder des Drahts in der folgenden Reihenfolge angeordnet werden: ein äußerer oberer Bereich 11, ein unterer Bereich 12, ein zentraler oberer Bereich 13, der zentrale Bereich 14, ein zentraler oberer Bereich 13, ein unterer Bereich 12 und schließlich ein äußerer oberer Bereich 11.

**[0018]** Wie in den **Abb. 2** und **Abb. 5** dargestellt, können die Glühfäden 20 und/oder 50 zwei äußere obere Bereiche 11, zwei untere Bereiche 12 und einen zentralen oberen Bereich 13 umfassen. Jeder untere Bereich 12 kann elektrisch an einem Ende mit einem der äußeren oberen Bereiche 11 und am anderen mit dem zentralen oberen Bereich 13 gekoppelt werden. Daher können die Bereiche entlang des Glühfadens und/oder des Drahts in der folgenden Reihenfolge angeordnet werden: ein äußerer oberer Bereich 11, ein unterer Bereich 12, ein zentraler oberer Bereich 13, ein unterer Bereich 12 und schließlich ein äußerer oberer Bereich 11.

**[0019]** Wie in den **Abb. 3** und **Abb. 4** dargestellt, kann der Glühfaden zwei äußere obere Bereiche 11 und einen unteren Bereich 12 umfassen. Der untere Bereich 12 kann zwischen den beiden äußeren oberen Bereichen 11 elektrisch gekoppelt werden. Daher können die Bereiche in der folgenden Reihenfolge angeordnet werden: ein äußerer oberer Bereich 11, ein unterer Bereich 12 und ein äußerer oberer Bereich 11.

**[0020]** Bei den hierin beschriebenen Glühfäden können die Glühfäden im Verhältnis zueinander unterschiedliche Querschnitte ( $A_{12}$ ,  $A_{11}$ ,  $A_{13}$ ) und somit im Verhältnis zueinander eine unterschiedliche Stromdichte aufweisen, um den Elektronenstrahl zu formen und/oder die verschiedenen Bereiche des Glühfadens zu verstärken. Der Querschnitt ( $A_{12}$ ,  $A_{11}$ ,  $A_{13}$ ) kann bei einem quadratischen oder rechteckigen Draht aus dem Produkt aus Drahtbreite und der Drahtdicke berechnet werden.

**[0021]** Der untere Bereich 12 kann beispielsweise einen größeren Drahtquerschnitt  $A_{12}$  aufweisen als der Drahtquerschnitt  $A_{11}$  eines angrenzenden äußeren

oberen Bereichs 11. Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen dem Querschnitt  $A_{12}$  des Drahts im unteren Bereich 12 im Vergleich zum Querschnitt  $A_{11}$  des Drahts im äußeren oberen Bereich 11:  $A_{12} > A_{11}$ ,  $A_{12}/A_{11} \geq 1,05$ ,  $A_{12}/A_{11} \geq 1,1$ ,  $A_{12}/A_{11} \geq 1,2$ ,  $A_{12}/A_{11} \geq 1,5$ ,  $A_{12}/A_{11} \geq 2$ ,  $A_{12}/A_{11} \geq 3$  oder  $A_{12}/A_{11} \geq 4$ .

**[0022]** Durch diesen Unterschied der Drahtquerschnitte  $A_{12}$  und  $A_{11}$  kann die Stromdichte im unteren Bereich 12 geringer sein als im angrenzenden äußeren oberen Bereich 11. Die Stromdichte in jedem der unteren Bereiche 12 kann im Betrieb beispielsweise um mindestens 10 %, mindestens 15 %, mindestens 25 % oder mindestens 50 % geringer sein als im angrenzenden äußeren oberen Bereich 11.

**[0023]** Der untere Bereich 12 kann einen größeren Drahtquerschnitt  $A_{12}$  aufweisen als der Drahtquerschnitt  $A_{13}$  eines angrenzenden zentralen oberen Bereichs 13. Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen dem Querschnitt  $A_{12}$  des Drahts im unteren Bereich 12 im Vergleich zum Querschnitt  $A_{13}$  des Drahts im zentralen oberen Bereich 13:  $A_{12} > A_{13}$ ,  $A_{12}/A_{13} \geq 1,05$ ,  $A_{12}/A_{13} \geq 1,1$ ,  $A_{12}/A_{13} \geq 1,2$ ,  $A_{12}/A_{13} \geq 1,5$ ,  $A_{12}/A_{13} \geq 2$ ,  $A_{12}/A_{13} \geq 3$  oder  $A_{12}/A_{13} \geq 4$ .

**[0024]** Durch diesen Unterschied der Drahtquerschnitte  $A_{12}$  und  $A_{13}$  kann die Stromdichte im unteren Bereich 12 geringer sein als im angrenzenden zentralen oberen Bereich 13. Die Stromdichte in jedem der unteren Bereiche 12 kann im Betrieb beispielsweise um mindestens 10 %, mindestens 15 %, mindestens 25 % oder mindestens 50 % geringer sein als im angrenzenden zentralen oberen Bereich 13.

**[0025]** Der zentrale Bereich 14 kann einen größeren Drahtquerschnitt  $A_{14}$  aufweisen als der Drahtquerschnitt  $A_{13}$  der angrenzenden zentralen oberen Bereiche 13. Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen dem Querschnitt  $A_{14}$  des Drahts im zentralen Bereich 14 im Vergleich zum Querschnitt  $A_{13}$  des Drahts im zentralen oberen Bereich 13:  $A_{14} > A_{13}$ ,  $A_{14}/A_{13} \geq 1,05$ ,  $A_{14}/A_{13} \geq 1,1$ ,  $A_{14}/A_{13} \geq 1,2$ ,  $A_{14}/A_{13} \geq 1,5$ ,  $A_{14}/A_{13} \geq 2$ ,  $A_{14}/A_{13} \geq 3$  oder  $A_{14}/A_{13} \geq 4$ .

**[0026]** Durch diesen Unterschied der Drahtquerschnitte  $A_{14}$  und  $A_{13}$  kann die Stromdichte im zentralen Bereich 14 geringer sein als in den angrenzenden zentralen oberen Bereichen 13. Die Stromdichte im zentralen Bereich 14 kann im Betrieb beispielsweise um mindestens 10 %, mindestens 15 %, mindestens 25 % oder mindestens 50 % geringer sein als im angrenzenden zentralen oberen Bereich bzw. in den angrenzenden zentralen oberen Bereichen 13.

**[0027]** Die Stromdichte in jedem der zentralen oberen Bereiche 13 kann im Betrieb  $\geq 1,05$ -mal,  $\geq 1,1$ -mal,  $\geq 1,2$ -mal,  $\geq 1,5$ -mal,  $\geq 2$ -mal oder  $\geq 4$ -mal höher sein als im angrenzenden unteren Bereich 12 und/oder im zentralen Bereich 14, der an den jeweiligen zentralen oberen Bereich 13 angrenzt.

**[0028]** Die oben dargestellten Verhältnisse unterschiedlicher Flächenwerte in den verschiedenen Bereichen können mit Unterschieden in der Breite, der Dicke oder beidem zusammenhängen. In den **Abb. 1**, **Abb. 2** und **Abb. 4** sind verschiedene Breiten dargestellt. In den **Abb. 3-6** sind verschiedene Dicken dargestellt. In **Abb. 4** sind verschiedene Breiten und Dicken dargestellt. Jede der hierin beschriebenen Ausführungsformen kann eine Kombination aus verschiedenen Breiten und Dicken umfassen, wie anhand von Glühfaden 40 dargestellt.

**[0029]** Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen der Breite  $W_{12}$  des Drahts im unteren Bereich 12 im Vergleich zur Breite  $W_{11}$  des Drahts im äußeren oberen Bereich 11:  $W_{12} > W_{11}$ ,  $W_{12}/W_{11} \geq 1,05$ ,  $W_{12}/W_{11} \geq 1,1$ ,  $W_{12}/W_{11} \geq 1,2$ ,  $W_{12}/W_{11} \geq 1,5$ ,  $W_{12}/W_{11} \geq 2$ ,  $W_{12}/W_{11} \geq 3$  oder  $W_{12}/W_{11} \geq 4$ . Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen der Breite  $W_{12}$  des Drahts im unteren Bereich 12 im Vergleich zur Breite  $W_{13}$  des Drahts im zentralen oberen Bereich 13:  $W_{12} > W_{13}$ ,  $W_{12}/W_{13} \geq 1,05$ ,  $W_{12}/W_{13} \geq 1,1$ ,  $W_{12}/W_{13} \geq 1,2$ ,  $W_{12}/W_{13} \geq 1,5$ ,  $W_{12}/W_{13} \geq 2$ ,  $W_{12}/W_{13} \geq 3$  oder  $W_{12}/W_{13} \geq 4$ . Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen der Breite  $W_{14}$  des Drahts im zentralen Bereich 14 im Vergleich zur Breite  $W_{13}$  des Drahts im zentralen oberen Bereich 13:  $W_{14} > W_{13}$ ,  $W_{14}/W_{13} \geq 1,05$ ,  $W_{14}/W_{13} \geq 1,1$ ,  $W_{14}/W_{13} \geq 1,2$ ,  $W_{14}/W_{13} \geq 1,5$ ,  $W_{14}/W_{13} \geq 2$ ,  $W_{14}/W_{13} \geq 3$  oder  $W_{14}/W_{13} \geq 4$ .

**[0030]** Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen der Dicke  $T_{12}$  des Drahts im unteren Bereich 12 im Vergleich zur Dicke  $T_{11}$  des Drahts im äußeren oberen Bereich 11:  $T_{12} > T_{11}$ ,  $T_{12}/T_{11} \geq 1,05$ ,  $T_{12}/T_{11} \geq 1,1$ ,  $T_{12}/T_{11} \geq 1,2$ ,  $T_{12}/T_{11} \geq 1,5$ ,  $T_{12}/T_{11} \geq 2$ ,  $T_{12}/T_{11} \geq 3$  oder  $T_{12}/T_{11} \geq 4$ . Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen der Dicke  $T_{12}$  des Drahts im unteren Bereich 12 im Vergleich zur Dicke  $T_{13}$  des Drahts im zentralen oberen Bereich 13:  $T_{12} > T_{13}$ ,  $T_{12}/T_{13} \geq 1,05$ ,  $T_{12}/T_{13} \geq 1,1$ ,  $T_{12}/T_{13} \geq 1,2$ ,  $T_{12}/T_{13} \geq 1,5$ ,  $T_{12}/T_{13} \geq 2$ ,  $T_{12}/T_{13} \geq 3$  oder  $T_{12}/T_{13} \geq 4$ . Im Folgenden finden Sie einige Beispielverhältnisse zwischen der Dicke  $T_{14}$  des Drahts im zentralen Bereich 14 im Vergleich zur Dicke  $T_{13}$  des Drahts im zentralen oberen Bereich 13:  $T_{14} > T_{13}$ ,  $T_{14}/T_{13} \geq 1,05$ ,  $T_{14}/T_{13} \geq 1,1$ ,  $T_{14}/T_{13} \geq 1,2$ ,  $T_{14}/T_{13} \geq 1,5$ ,  $T_{14}/T_{13} \geq 2$ ,  $T_{14}/T_{13} \geq 3$  oder  $T_{14}/T_{13} \geq 4$ .

**[0031]** Wie in den **Abb. 7** und **Abb. 8** dargestellt, können die Glühfäden 70 und/oder 80 einen dünnen Bereich 72 und zwei dicke Bereiche 71 umfassen. Der dünne Bereich 72 kann zwischen den beiden dicken Bereichen 71 elektrisch gekoppelt werden.

**[0032]** Der dünne Bereich 72 kann dünner als die beiden dicken Bereiche 71 sein. Dies kann die Stromdichte im dünnen Bereich 72 erhöhen, der sich in der Mitte des Drahts befindet. Die erhöhte Stromdichte kann die Drahttemperatur in diesem Bereich gewünschter Elektronenemission erhöhen. Beispielsweise  $T_{71}/T_{72} \geq 1,05$ ,  $T_{71}/T_{72} \geq 1,1$ ,  $T_{71}/T_{72} \geq 1,2$ ,  $T_{71}/T_{72} \geq 1,5$ ,  $T_{71}/T_{72} \geq 2$ ,  $T_{71}/T_{72} \geq 3$  oder  $T_{71}/T_{72} \geq 4$ .  $T_{71}$  ist die Dicke des Drahts in den beiden dicken Bereichen 71.  $W_{72}$  ist die Dicke des Drahts im dünnen Bereich 72.

**[0033]** Der dünne Bereich 72 kann breiter als die beiden dicken Bereiche 71 sein. Dies kann die Fläche für die Elektronenemission erhöhen. Beispielsweise  $W_{72}/W_{71} \geq 1,05$ ,  $W_{72}/W_{71} \geq 1,1$ ,  $W_{72}/W_{71} \geq 1,2$ ,  $W_{72}/W_{71} \geq 1,5$ ,  $W_{72}/W_{71} \geq 2$ ,  $W_{72}/W_{71} \geq 3$  oder  $W_{72}/W_{71} \geq 4$ .  $W_{72}$  ist die Breite des Drahts im dünnen Bereich 72.  $W_{71}$  ist die Breite des Drahts in den beiden dicken Bereichen 71.

**[0034]** Die Verbindungsstellen zwischen den einzelnen dicken Bereichen 71 und dem dünnen Bereich 72 befinden sich in den zentralen 25 % der Drahtlänge. Der gesamte dünne Bereich 72 befindet sich in den zentralen 25 % der Drahtlänge.

**[0035]** Die Verringerung der Drahtdicke (zur Erhöhung der Stromdichte) und die Verbreiterung des Drahts (zur Erhöhung der Fläche zur Elektronenemission) kann daher die Elektronenemission in der Mitte des Glühfadens stark erhöhen. Dies kann zu einem kleinen und fokussierten Elektronenpunkt auf dem Target führen.

**[0036]** Um scharfe Gradienten im elektrischen Feld zu vermeiden, können in jedem der hierin beschriebenen Glühfäden die Querschnitte der verschiedenen Bereiche des Drahts gleichmäßig ineinander übergehen.

**[0037]** Wie in den **Abb. 1** und **Abb. 2** dargestellt, können die Breiten zwischen den äußeren oberen Bereichen 11 und dem unteren Bereich 12, zwischen dem unteren Bereich 12 und dem zentralen oberen Bereich 13 und zwischen dem zentralen oberen Bereich 13 und dem zentralen Bereich 14 gleichmäßig ineinander übergehen. Dieser gleichmäßige Übergang der Breiten kann auf jeden der hierin beschriebenen Glühfäden angewendet werden, bei dem sich die Breiten zwischen angrenzenden Bereichen unterscheiden. Eine Maske kann angepasst werden, um diesen gleichmäßigen Übergang zu

schaffen, wenn die Drahtstruktur durch Ätzen erzeugt wird.

**[0038]** Wie in **Abb. 9** dargestellt wird, können die Dicken angrenzender Bereiche gleichmäßig ineinander übergehen (gleichmäßiger Übergang zwischen der Dicke T92 und der Dicke T91). Wenn der Glühfaden mithilfe eines Lasers geschnitten wird, kann der Laser entsprechend eingestellt werden, um den gleichmäßigen Übergang zwischen den verschiedenen Dicken zu erzeugen. Diese Lasereinstellungen können eine oder mehrere Laserlaufzeiten, Leistungspegel und Strahlbreiten umfassen. Dieser gleichmäßige Übergang der Dicken kann auf jeden der hierin beschriebenen Glühfäden angewendet werden, bei dem sich die Dicken zwischen angrenzenden Bereichen unterscheiden. Die Lasereinstellungen können für die gewünschte Dicke und den gleichmäßigen Übergang zwischen den Dicken der verschiedenen Bereiche angepasst werden.

**[0039]** Diese gleichmäßigen Übergänge zwischen den Breiten, den Dicken oder beidem können als jegliche Art nicht-abrunder Übergänge ausgeführt werden. Der Übergang kann beispielsweise linear, als Fase oder als Kurve ausgeführt werden. Eine Übergangslänge L kann mindestens 30 % einer Übergangshöhe H betragen ( $L \geq 0,3 \times H$ ). Siehe **Abb. 1** und **Abb. 9**.

**[0040]** Eine Verbindungsstelle zwischen den einzelnen unteren Bereichen 12 und dem angrenzenden zentralen oberen Bereich 13 befindet sich in den zentralen 25 % der Drahtlänge. Die beiden unteren Bereiche 12 befinden sich in den zentralen 25 % der Drahtlänge.

**[0041]** Der Draht kann über die gesamten äußeren oberen Bereiche 11 den gleichen Querschnitt aufweisen. Der Draht kann über den gesamten zentralen oberen Bereich 13 den gleichen Querschnitt aufweisen. Daher können sich diese Bereiche im Wesentlichen gleichmäßig aufheizen.

**[0042]** Die Röntgenröhren 100, 110 und 120 werden in den **Abb. 10-12** dargestellt. Jede der Röhren verfügt über den hierin beschriebenen Glühfaden 101F. Jede der Röntgenröhren kann über einen Glühfaden 101F mit einem gestreckten Draht verfügen, der sich nicht-linear zwischen einem Elektrodenpaar 15 in einer Ebene 31 erstreckt. Der Glühfaden 101F kann mithilfe eines elektrischen Stroms durch eine Differenzspannung in den beiden Elektroden 15 über den gestreckten Draht aufgeheizt werden.

**[0043]** Jede Röntgenröhre kann eine Kathode 101 und eine Anode 102 umfassen, die jeweils voneinander elektrisch isoliert sind. Ein elektrisch isolierendes Gehäuse 105 kann die Kathode 101 von der Anode 102 isolieren. Die Kathode 101 kann den Glühfaden

101F umfassen. Der Glühfaden 101F kann konfiguriert werden, um Elektronen in Richtung der Anode 102 zu emittieren. Die Anode 102 kann ein Target 104 umfassen, welches zur Erzeugung von Röntgenstrahlen konfiguriert ist. Die Röntgenstrahlen können als Reaktion auf die auftreffenden Elektronen, die vom Glühfaden 101F emittiert wurden, durch ein Röhrenfenster 103 aus der Röntgenröhre austreten.

#### Verfahren

**[0044]** Im Folgenden sind die Verfahren zur Herstellung einer Glühwendel mit mehreren verschiedenen Dicken beschrieben. Die Verfahrensschritte können in der beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden. Die Glühwendel kann die oben beschriebenen Eigenschaften aufweisen.

**[0045]** Eine Methode zur Herstellung einer Glühwendel mit mehreren verschiedenen Dicken kann die folgenden Schritte umfassen. Diese können in der folgenden Reihenfolge ausgeführt werden:

(a) Bereitstellung eines Metallblechs 131 (**Abb. 13**) mit den mehreren verschiedenen Dicken Th, wobei die mehreren verschiedenen Dicken Th rechtwinklig zur Ebene 132 der Oberfläche des Metallblechs 131 gemessen werden; und

(b) Schneiden einer gestreckten Form 151 der Glühwendel in das Metallblech 131 mit einem Laser 161 (**Abb. 16**), durch Ätzen (**Abb. 15**) oder durch eine Kombination dieser beiden Verfahren, sodass verschiedene Abschnitte der gestreckten Form 151 die mehreren verschiedenen Dicken Th aufweisen.

**[0046]** In dem oben beschriebenen Verfahren kann die Bereitstellung des Metallblechs 131 mit den mehreren verschiedenen Dicken Th die Verwendung einer Maske 142 auf einen geplanten dickeren Bereich des Metallblechs 131 und das anschließende Ätzen außerhalb der Maske 142 umfassen, um die mehreren verschiedenen Dicken Th zu erzeugen (siehe **Abb. 14**). Die Maske 142 kann anschließend chemisch entfernt werden. Dieser Schritt kann für mehr als zwei verschiedene Dicken Th mit der Maske 142 an verschiedenen Stellen wiederholt werden.

**[0047]** In dem oben beschriebenen Verfahren kann das Schneiden der gestreckten Form 151 der Glühwendel die Anwendung einer Maske 142 auf eine vorgegebene Stelle der gestreckten Form 151 auf dem Metallblech 131 und das anschließende Ätzen außerhalb der Maske 142 umfassen, um die gestreckte Form 151 zu erzeugen. Siehe **Abb. 15**. Die Maske 142 kann anschließend vor der Verwendung der Glühwendel chemisch entfernt werden.

**[0048]** In dem oben beschriebenen Verfahren kann das Schneiden der gestreckten Form die Verwendung eines Lasers 161 umfassen. Es kann weiterhin die allmähliche Verringerung der Lasereinstellungen zwischen den unterschiedlichen Dicken umfassen, um gleichmäßige Übergänge zwischen den verschiedenen Dicken zu erzeugen. Siehe **Abb. 16**.

**[0049]** Ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer Glühwendel mit mehreren verschiedenen Dicken kann die folgenden Schritte umfassen. Diese können in der folgenden Reihenfolge ausgeführt werden:

(a) Schneiden einer gestreckten Form 151 der Glühwendel in ein Metallblech mit einem Laser 161 (**Abb. 16**), durch Ätzen (**Abb. 15**) oder durch eine Kombination dieser beiden Methoden; oder

(b) die Anwendung einer Maske 142 auf einen geplanten dickeren Bereich einer gestreckten Form 151 (**Abb. 17**) und anschließendes Ätzen außerhalb der Maske 142 zur Erzeugung der mehreren verschiedenen Dicken der gestreckten Form 151.

**[0050]** Die Maske 142 kann nach Schritt (b) chemisch entfernt werden. Dieser Schritt (b) kann für mehr als zwei verschiedene Dicken Th mit der Maske 142 an verschiedenen Stellen wiederholt werden.

**[0051]** Ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer Glühwendel mit mehreren verschiedenen Dicken kann das Schneiden einer gestreckten Form 151 der Glühwendel in ein Metallblech mit einem Laser 161 umfassen. Hierbei kommen beim Laserschneiden in den verschiedenen Bereichen jeweils unterschiedliche Intensitäten zum Einsatz, um die verschiedenen unterschiedlichen Dicken zu erzeugen. Dieses Verfahren kann weiterhin die allmähliche Verringerung der Lasereinstellungen zwischen den unterschiedlichen Bereichen umfassen, um gleichmäßige Übergänge zwischen den verschiedenen Bereichen zu erzeugen.

### Schutzansprüche

1. Eine Röntgenröhre umfassend:  
eine Kathode und eine Anode, die elektrisch voneinander isoliert sind, wobei die Kathode einen Glühfaden umfasst, der zur Emission von Elektronen in Richtung der Kathode konfiguriert ist und wobei die Anode dazu konfiguriert ist, in Reaktion auf die auftreffenden Elektronen des Glühfadens Röntgenstrahlen aus der Röntgenröhre zu emittieren;  
wobei der Glühfaden einen länglichen Draht umfasst, der sich in einer Ebene nicht-linear zwischen einem Elektrodenpaar erstreckt, wobei der Glühfaden durch eine Differenzspannung in den beiden Elektroden über den länglichen Draht aufheiz-

bar ist;

wobei der Glühfaden einen gewundenen Abschnitt mit dem länglichen Draht umfasst, welcher in einer Mitte des Glühfadens mindestens eine vollständige Wicklung um eine Achse beschreibt, wobei der Glühfaden eine Doppelspirale formt, die parallel zu der Ebene ausgerichtet ist;  
wobei der Glühfaden ein Paar von unteren Bereichen, ein Paar von äußeren oberen Bereichen und einen zentralen oberen Bereich umfasst;  
wobei jeder untere Bereich elektrisch an einem Ende mit einem der äußeren oberen Bereiche und am entgegengesetzten Ende mit dem zentralen oberen Bereich gekoppelt ist;  
wobei die unteren Bereiche und der zentrale obere Bereich elektrisch zwischen den beiden äußeren oberen Bereichen gekoppelt sind; und  
wobei jeder untere Bereich durch einen größeren Querschnitt des Drahts in dem unteren Bereich so konfiguriert, dass die Stromdichte geringer als die Stromdichte der äußeren oberen Bereiche und der Stromdichte des zentralen oberen Bereichs benachbart zu dem unteren Bereich.

2. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei  $A12/A11 \geq 1,1$  und  $A12/A13 \geq 1,1$ , wobei A12 der Querschnitt des Drahts in dem jeweiligen unteren Bereich, A11 der Querschnitt des Drahts im äußeren oberen Bereich angrenzend zu dem unteren Bereich und A13 der Querschnitt des Drahts im zentralen oberen Bereich ist.

3. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei jeder untere Bereich mindestens 15 % weniger Stromdichte im Betrieb aufweist als im zentralen oberen Bereich und im äußeren oberen Bereich benachbart zu dem unteren Bereich.

4. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei eine Breite des Drahts in jedem der unteren Bereiche größer ist als eine Breite des Drahts im äußeren oberen Bereich benachbart zu dem unteren Bereich und größer ist als eine Breite des Drahts im zentralen oberen Bereich.

5. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei  $W12/W11 \geq 1,1$  und  $W12/W13 \geq 1,1$ , wobei W12 die Breite des Drahts in dem jeweiligen unteren Bereich ist, W11 die Breite des Drahts im äußeren oberen Bereich benachbart zu dem unteren Bereich und W13 die Breite des Drahts im zentralen oberen Bereich ist.

6. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei eine Dicke des Drahts in jedem unteren Bereich größer ist als eine Dicke des Drahts im äußeren oberen Bereich benachbart zu dem unteren Bereich und eine Dicke des Drahts im zentralen oberen Bereich.



7. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei  $T_{12}/T_{11} \geq 1,1$  und  $T_{12}/T_{13} \geq 1,1$  wobei  $T_{12}$  die Dicke des Drahts in dem jeweiligen unteren Bereich,  $T_{11}$  die Dicke des Drahts im äußeren oberen Bereich benachbart zu dem unteren Bereich und  $T_{13}$  die Dicke des Drahts im zentralen oberen Bereich ist.

8. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei die Mitte des Glühfadens breiter und dünner ist als jeder andere Bereich des Glühfadens.

9. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei sich eine Verbindungsstelle zwischen jedem unteren Bereich und dem zentralen oberen Bereich, zu welchem dieser benachbart ist, sich in den zentralen 25 % der Drahtlänge befindet.

10. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei sich das Paar der unteren Bereiche in den zentralen 25 % der Drahtlänge befinden.

11. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, ferner umfassend gleichmäßige Übergänge der Drahtquerschnitte zwischen jedem unteren Bereich und dem äußeren oberen Bereich benachbart dazu sowie zwischen den einzelnen unteren Bereichen und dem zentralen oberen Bereich.

12. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei 90 % der Elektronen aus den zentralen 25 % des Glühfadens emittiert werden.

13. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei der Draht über die gesamten äußeren oberen Bereiche den gleichen Querschnitt und über den gesamten zentralen oberen Bereich jeweils den gleichen Querschnitt aufweist.

14. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei: der zentrale obere Bereich ein Paar von zentralen oberen Bereichen umfasst; der Draht ferner einen zentralen Bereich umfasst, wobei der zentrale Bereich elektrisch mit den Paar von zentralen oberen Bereichen gekoppelt ist; und der zentrale Bereich so konfiguriert ist, dass er im Betrieb durch einen größeren Drahtquerschnitt des zentralen Bereichs eine geringere Stromdichte aufweist als das Paar von zentralen oberen Bereichen.

15. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei eine Breite des Drahts in jedem der unteren Bereiche größer ist als eine Breite des Drahts im angrenzenden zentralen oberen Bereich und eine Breite des Drahts im zentralen Bereich größer ist als die Breite des Drahts in dem Paar von zentralen oberen Bereichen.

16. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei mindestens 50 % der Elektronen aus den zentralen 25 % des Glühfadens emittiert werden.

17. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei 90 % der Elektronen aus den zentralen 25 % des Glühfadens emittiert werden.

18. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei der Draht über die gesamten äußeren oberen Bereiche den gleichen Querschnitt aufweist.

19. Die Röntgenröhre nach Anspruch 1, wobei: der zentrale obere Bereich ein Paar von zentralen oberen Bereichen umfasst; der Glühfaden ferner einen zentralen Bereich umfasst; der zentrale Bereich zwischen dem Paar von zentralen oberen Bereichen elektrisch gekoppelt ist; das Paar von zentralen oberen Bereichen und der zentrale Bereich zwischen dem Paar von unteren Bereichen elektrisch gekoppelt sind; der zentrale Bereich so konfiguriert ist, dass er im Betrieb aufgrund seiner größeren Dicke eine geringere Stromdichte aufweist als das Paar von zentralen oberen Bereichen; und der zentrale Bereich so konfiguriert ist, dass er im Betrieb aufgrund seiner größeren Dicke eine geringere Stromdichte aufweist als das Paar von äußeren oberen Bereichen.

20. Die Röntgenröhre nach Anspruch 19, wobei  $T_{12}/T_{11} \geq 1,1$ ,  $T_{12}/T_{Hc} \geq 1,1$ ,  $T_c/T_{11} \geq 1,1$  und  $T_c/T_{Hc} \geq 1,1$ , wobei  $T_{12}$  die maximale Dicke des Drahts in dem jeweiligen unteren Bereich,  $T_{11}$  die minimale Dicke des Drahts im äußeren oberen Bereich verbunden mit dem unteren Bereich,  $T_{Hc}$  die minimale Dicke des Drahts der zentralen oberen Bereiche verbunden mit dem unteren Bereich und  $T_c$  die maximale Dicke des Drahts im zentralen Bereich ist.

21. Die Röntgenröhre nach Anspruch 19, wobei  $W_{12}/W_{11} \geq 1,1$ ,  $W_{12}/W_{13} \geq 1,1$ ,  $W_{14}/W_{11} > 1,1$  und  $W_{14}/W_{13} \geq 1,1$ , wobei  $W_{12}$  die maximale Dicke des Drahts in dem jeweiligen unteren Bereich,  $W_{11}$  die minimale Dicke des Drahts im äußeren oberen Bereich verbunden mit dem unteren Bereich,  $W_{13}$  die minimale Dicke des Drahts im zentralen oberen Bereich verbunden mit dem unteren Bereich und  $W_{14}$  die maximale Dicke des Drahts im zentralen Bereich ist.

22. Die Röntgenröhre nach Anspruch 19, wobei der Draht über die gesamten äußeren oberen Bereiche die gleiche Dicke und über den gesamten zentralen oberen Bereich die gleiche Dicke aufweist.

23. Eine Röntgenröhre umfassend: eine Kathode und eine Anode, die elektrisch vonei-

inander isoliert sind, wobei die Kathode einen Glühfaden umfasst, der zur Emission von Elektronen in Richtung der Kathode konfiguriert ist und wobei die Anode dazu konfiguriert ist, in Reaktion auf die auftretenden Elektronen des Glühfadens Röntgenstrahlen aus der Röntgenröhre zu emittieren;  
wobei der Glühfaden einen länglichen Draht umfasst, der sich in einer Ebene nicht-linear zwischen einem Elektrodenpaar erstreckt, wobei der Glühfaden durch eine Differenzspannung in den beiden Elektroden über den länglichen Draht aufheizbar ist;  
wobei der Glühfaden einen gewundenen Abschnitt mit dem länglichen Draht umfasst, welcher in einer Mitte des Glühfadens mindestens eine vollständige Wicklung um eine Achse beschreibt, wobei der Glühfaden eine Doppelspirale formt, welche parallel zu der Ebene ausgerichtet ist; und  
wobei der Glühfaden einen dünnen Bereich und ein Paar von dicken Bereichen umfasst wobei der dünne Bereich dünner als das Paar von dicken Bereichen ist und der dünne Bereich zwischen dem Paar von dicken Bereichen elektrisch gekoppelt ist.

24. Die Röntgenröhre nach Anspruch 23, ferner umfassend einen gleichmäßigen Übergang der Drahtdicken zwischen dem Paar von dicken Bereichen und dem dünnen Bereich umfasst.

25. Die Röntgenröhre nach Anspruch 23, wobei  $T71/T72 \geq 1,1$ , wobei T71 die minimale Dicke des Drahts in dem Paar von dicken Bereichen und T72 die maximale Dicke des Drahts im dünnen Bereich ist.

26. Die Röntgenröhre nach Anspruch 23, wobei  $W71/W72 \geq 1,1$ , wobei T71 die minimale Breite des Drahts im dünnen Bereich und T72 die maximale Breite des Drahts in dem Paar von dicken Bereichen ist.

27. Die Röntgenröhre nach Anspruch 23, ferner umfassend einen gleichmäßigen Übergang der Drahtbreiten zwischen dem von dicken Bereichen und dem dünnen Bereich.

28. Eine Röntgenröhre umfassend:  
eine Kathode und eine Anode, die elektrisch voneinander isoliert sind, wobei die Kathode einen Glühfaden umfasst, der zur Emission von Elektronen in Richtung der Kathode konfiguriert ist und wobei die Anode dazu konfiguriert ist, in Reaktion auf die auftretenden Elektronen des Glühfadens Röntgenstrahlen aus der Röntgenröhre zu emittieren;  
wobei der Glühfaden einen länglichen Draht umfasst, der sich in einer Ebene nicht-linear zwischen einem Elektrodenpaar erstreckt, wobei der Glühfaden durch eine Differenzspannung in den beiden Elektroden über den länglichen Draht aufheiz-

bar ist;  
wobei der Glühfaden einen gewundenen Abschnitt mit dem länglichen Draht umfasst, welcher in einer Mitte des Glühfadens mindestens eine vollständige Wicklung um eine Achse beschreibt, wobei der Glühfaden eine Doppelspirale formt, welche parallel zu der Ebene ausgerichtet ist;  
wobei der Glühfaden ein Paar von unteren Bereichen, ein Paar von zentralen oberen Bereichen und einen zentralen Bereich umfasst;  
wobei der zentrale Bereich sich zwischen dem Paar von zentralen oberen Bereichen befindet und mit diesen elektrisch gekoppelt ist;  
wobei jeder zentrale obere Bereich elektrisch an einem Ende mit einem der unteren Bereiche und am entgegengesetzten Ende mit dem zentralen Bereich gekoppelt ist;  
wobei jeder der zentralen oberen Bereiche ist so konfiguriert, dass er im Betrieb durch einen kleineren Drahtquerschnitt eine höhere Stromdichte aufweist als der jeweils benachbarte untere und zentrale Bereich.

29. Die Röntgenröhre nach Anspruch 28, wobei  $AL/AHc \geq 1,1$  und  $Ac/AHc \geq 1,1$ , wobei AL der Querschnitt des Drahts in den jeweiligen unteren Bereichen, AHc der Querschnitt des Drahts im angrenzenden zentralen oberen Bereich und Ac der Querschnitt des Drahts im zentralen Bereich ist.

30. Die Röntgenröhre nach Anspruch 28, wobei die Stromdichte im Betrieb in den jeweiligen zentralen oberen Bereichen mindestens das 1,1-fache der Stromdichte des unteren Bereichs und des dem zentralen oberen Bereich angrenzenden zentralen Bereichs beträgt.

31. Die Röntgenröhre nach Anspruch 28, wobei eine Dicke des Drahts in jedem der zentralen oberen Bereiche kleiner ist als eine Dicke des Drahts im angrenzenden unteren Bereich und eine Dicke des Drahts im zentralen Bereich.

32. Die Röntgenröhre nach Anspruch 28, wobei  $T12/T13 \geq 1,1$  und  $T14/T13 \geq 1,1$ , wobei T12 die Dicke des Drahts in den jeweiligen unteren Bereichen, T13 die Dicke des Drahts im angrenzenden zentralen oberen Bereich und T14 die Dicke des Drahts im zentralen Bereich ist.

33. Die Röntgenröhre nach Anspruch 28, wobei sich eine Verbindungsstelle zwischen dem einzelnen unteren Bereich und dem zentralen oberen Bereich angrenzend an den unteren Bereich in den zentralen 25 % der Drahtlänge befindet.

34. Die Röntgenröhre nach Anspruch 28, wobei sich das Paar von unteren Bereichen in den zentralen 25 % der Drahtlänge befinden.

35. Die Röntgenröhre nach Anspruch 28, wobei sich der zentrale Bereich in der Mitte des Glühfadens befindet.

im Betrieb durch eine größere Dicke in den unteren Bereichen im Vergleich zu der Dicke in dem zentralen oberen Bereich eine geringere Stromdichte aufweisen.

36. Eine Röntgenröhre umfassend:  
eine Kathode und eine Anode, die elektrisch voneinander isoliert sind, wobei die Kathode einen Glühfaden umfasst, der zur Emission von Elektronen in Richtung der Kathode konfiguriert ist und wobei die Anode dazu konfiguriert ist, in Reaktion auf die auftreffenden Elektronen des Glühfadens Röntgenstrahlen aus der Röntgenröhre zu emittieren;  
wobei der Glühfaden einen länglichen Draht in einer Ebene umfasst, der sich nicht-linear zwischen einem Elektrodenpaar erstreckt und wobei der Glühfaden durch eine Differenzspannung in den beiden Elektroden über den länglichen Draht aufheizbar ist;  
wobei der Glühfaden einen unteren Bereich und ein Paar von äußeren oberen Bereichen umfasst;  
wobei der untere Bereich zwischen dem Paar von äußeren oberen Bereichen elektrisch gekoppelt ist;  
und  
der untere Bereich dazu konfiguriert ist, eine geringere Stromdichte während des Betriebs als das Paar von äußeren oberen Bereichen aufgrund der größeren Dicke des unteren Bereichs im Vergleich zu der Dicke des Paares von äußeren oberen Bereichen aufzuweisen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

37. Die Röntgenröhre nach Anspruch 36, wobei die Stromdichte im Betrieb in den jeweiligen äußeren oberen Bereichen mindestens das 1,1-fache der Stromdichte des unteren Bereichs beträgt.

38. Die Röntgenröhre nach Anspruch 36, wobei die Breite des Drahts im unteren Bereich größer ist als die Breite des Drahts in den äußeren oberen Bereichen.

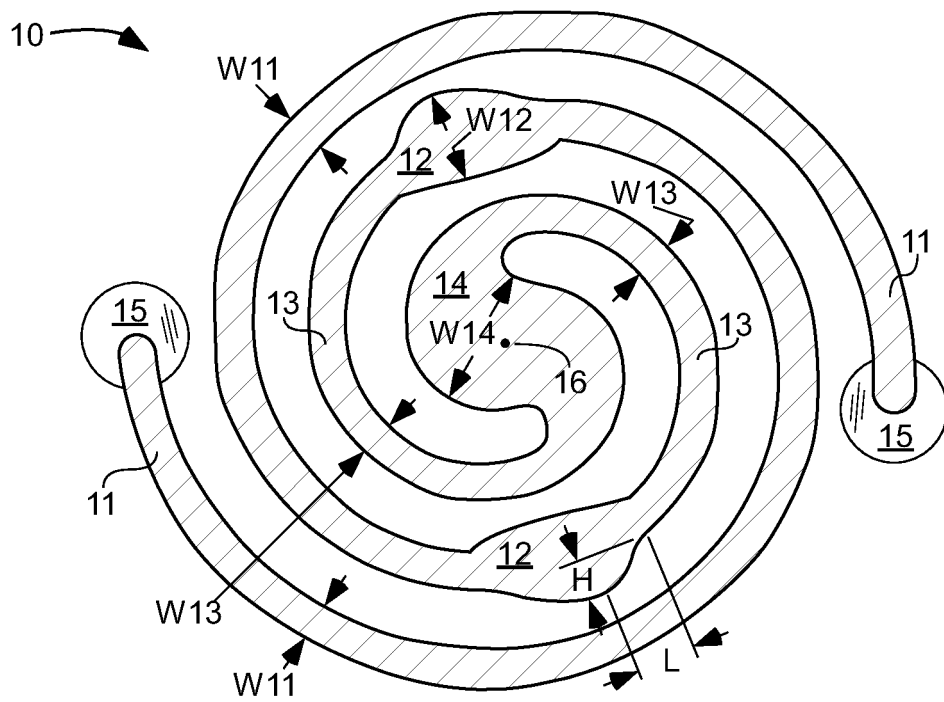
39. Die Röntgenröhre nach Anspruch 36, wobei  $W12/W11 \geq 1,1$ , wobei W12 eine Breite des Drahts im unteren Bereich und W11 eine Breite des Drahts in den äußeren oberen Bereichen ist.

40. Die Röntgenröhre nach Anspruch 36, wobei sich der untere Bereich in den zentralen 25 % der Drahtlänge befindet.

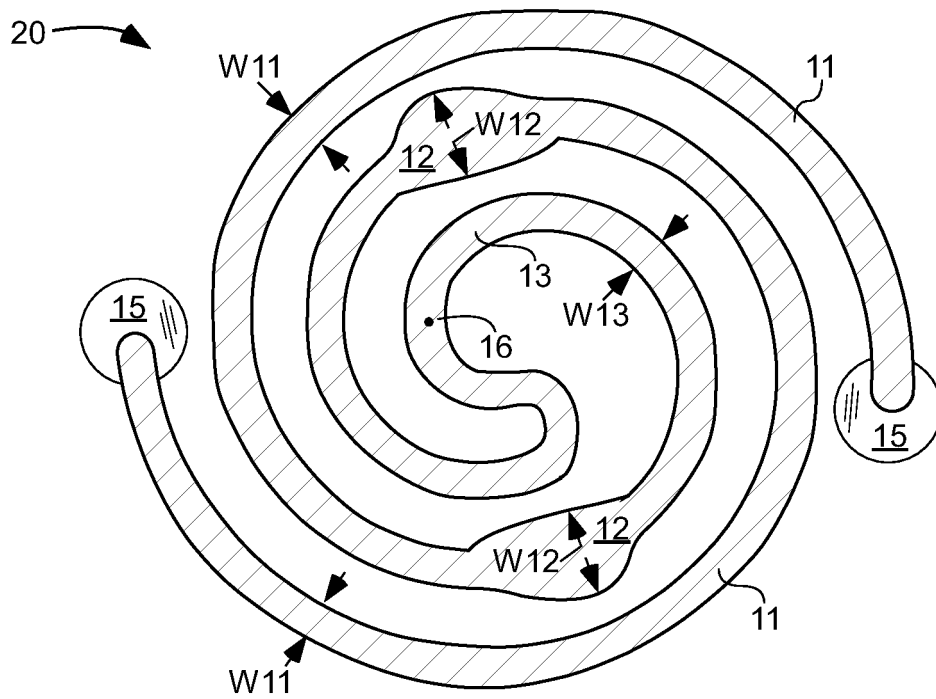
41. Die Röntgenröhre nach Anspruch 36, ferner umfassend einen gleichmäßigen Übergang der Drahtdicken zwischen den äußeren oberen Bereichen und dem unteren Bereich.

42. Die Röntgenröhre nach Anspruch 36, wobei:  
der untere Bereich ein Paar von unteren Bereichen umfasst;  
der Glühfaden ferner umfassend einen zentralen oberen Bereich, der zwischen dem Paar von unteren Bereichen elektrisch gekoppelt ist;  
die unteren Bereiche so konfiguriert sind, dass sie

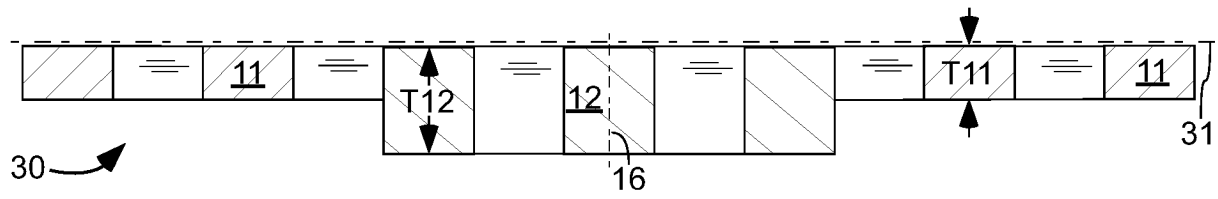
Anhängende Zeichnungen



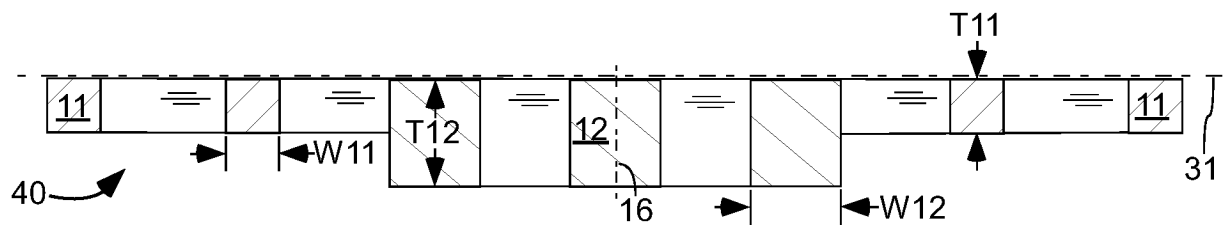
**Figur 1**



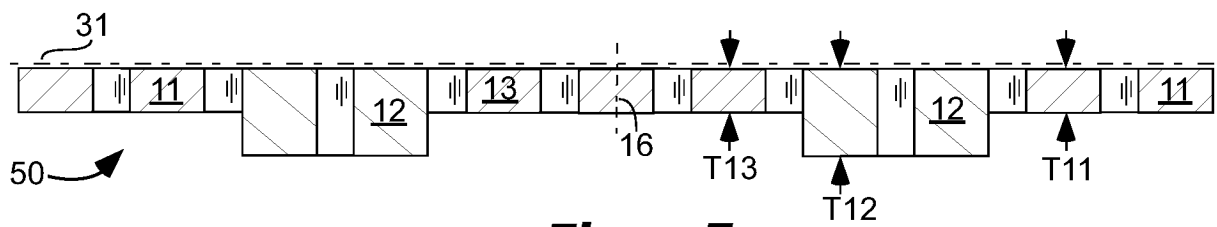
**Figur 2**



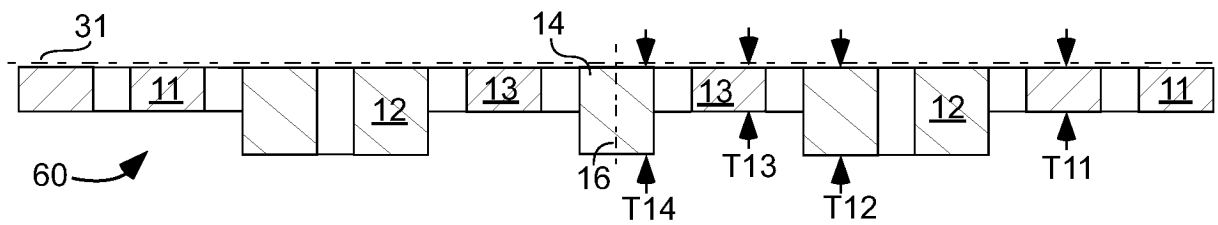
**Figur 3**



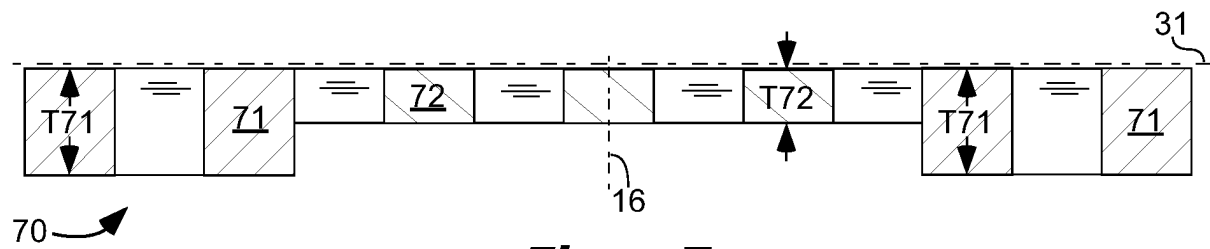
**Figur 4**



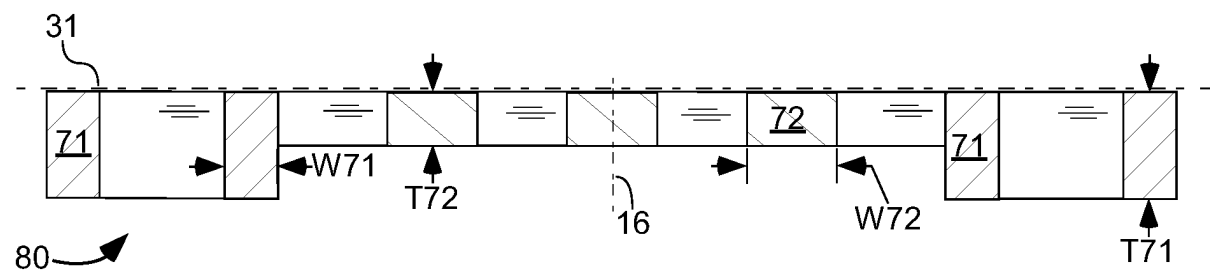
**Figur 5**



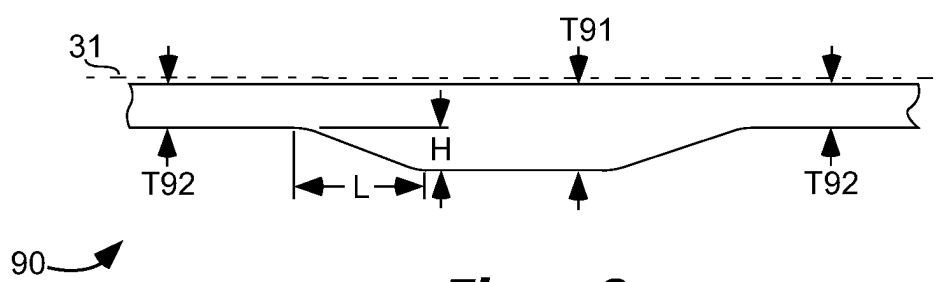
**Figur 6**



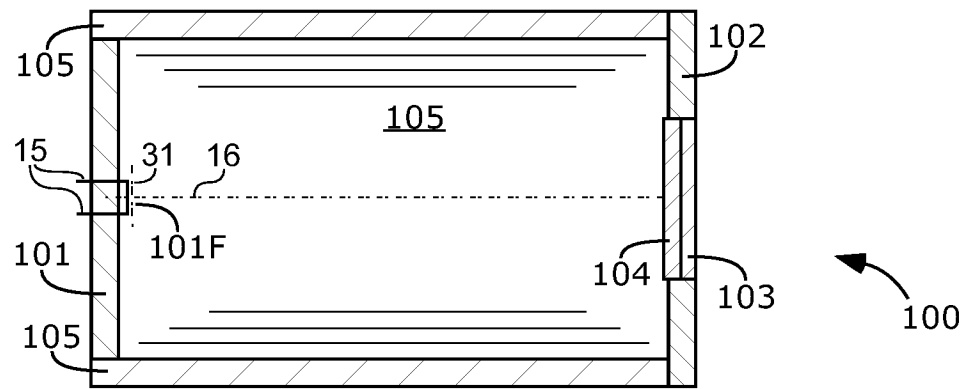
**Figur 7**



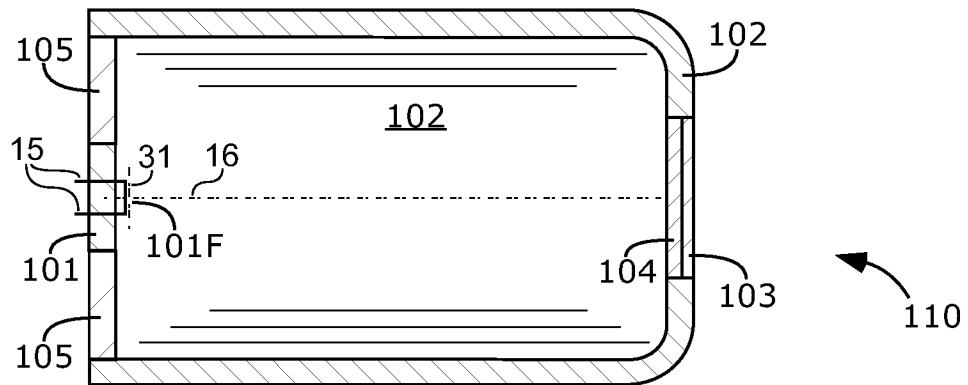
**Figur 8**



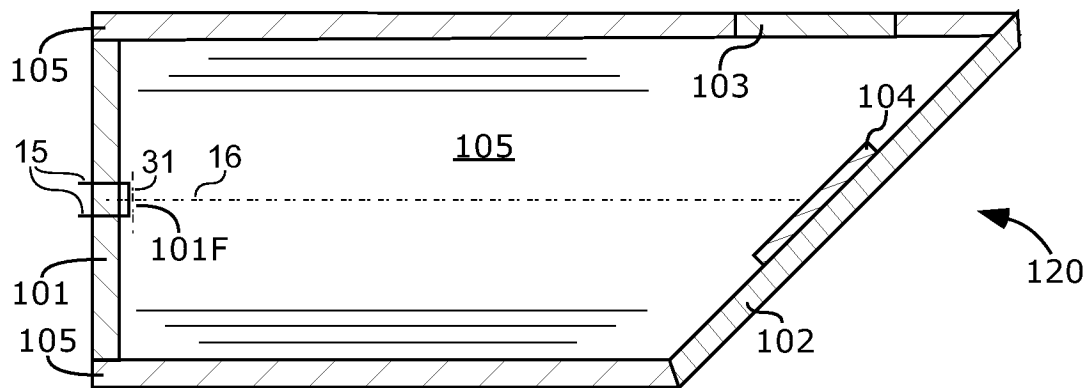
**Figur 9**



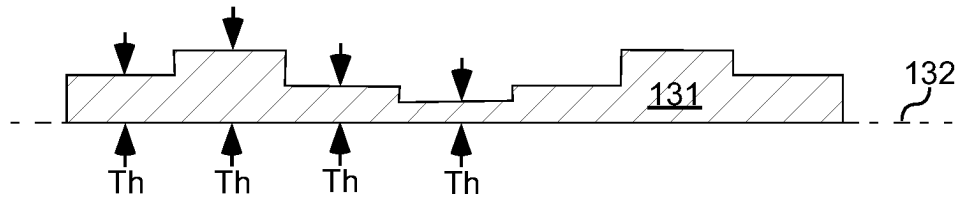
**Figur 10**



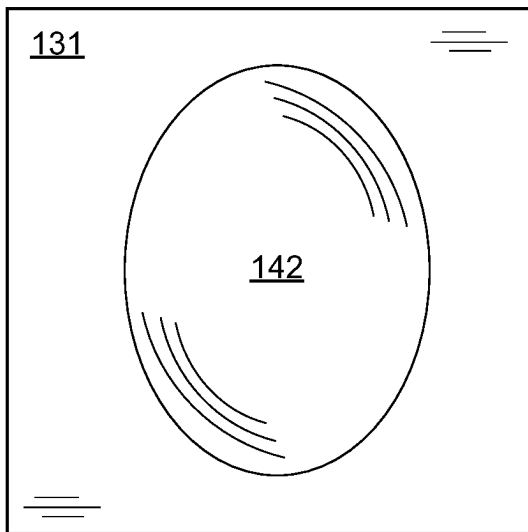
**Figur 11**



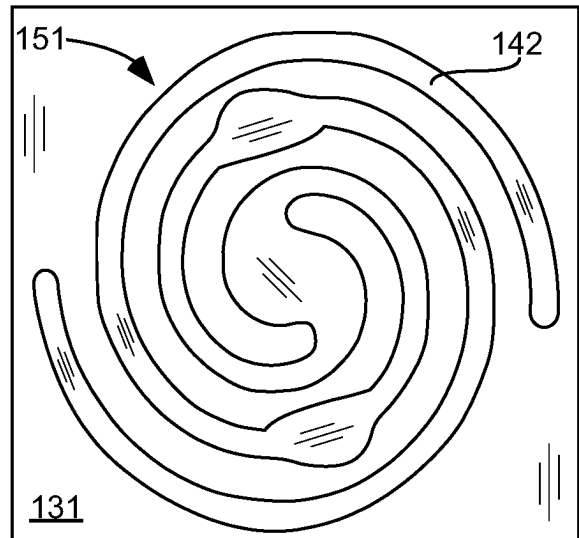
**Figur 12**



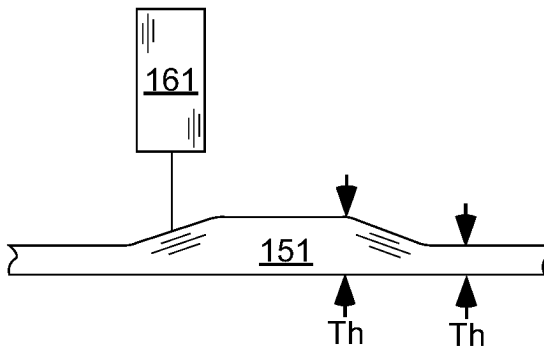
**Figur 13**



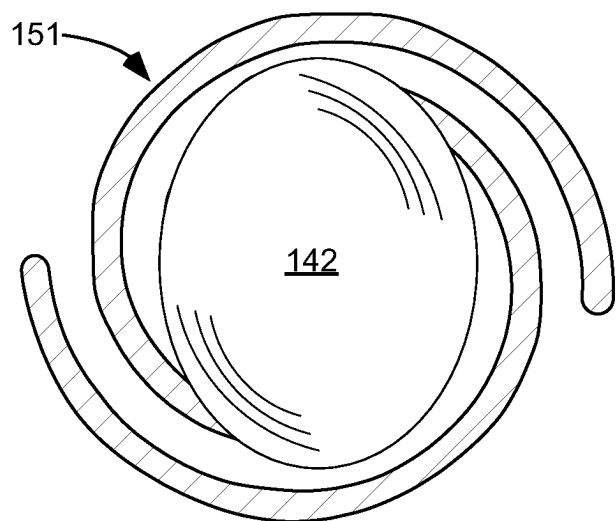
**Figur 14**



**Figur 15**



**Figur 16**



**Figur 17**