

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.04.2014 Patentblatt 2014/15

(51) Int Cl.: **C22F 1/04** ^(2006.01) **C21D 9/00** ^(2006.01)
F27B 17/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13187218.6**

(22) Anmeldetag: **03.10.2013**

(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

(72) Erfinder: **Ramminger, Dietmar**
72589 Westerheim (DE)

(74) Vertreter: **Keilitz, Wolfgang et al**
Patentanwälte
Keilitz & Söllner, Partnerschaft
Nigerstrasse 4
81675 München (DE)

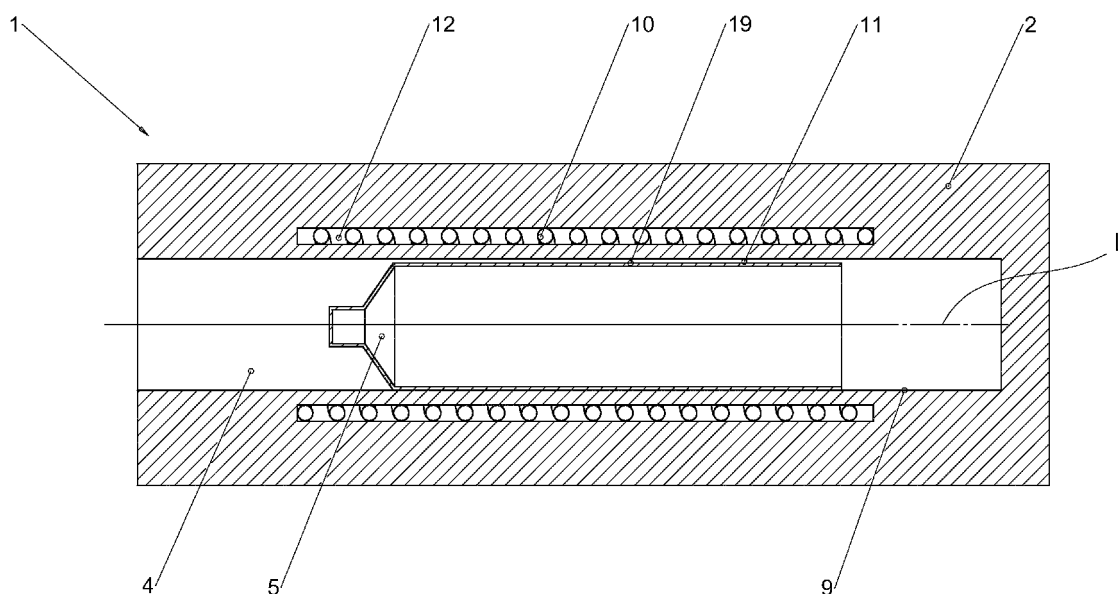
(30) Priorität: 04.10.2012 DE 102012109436

(71) Anmelder: **Sprimag Spritzmaschinenbau GmbH & Co KG**
73230 Kirchheim (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Weichglühen von Aluminiumtuben**

(57) Die Erfindung betrifft einen Tubenglühofen (1) zum Weichglühen von Tubenrohlingen (5), insbesondere aus Aluminium, umfassend einen Ofenkörper (2;2,3) mit einer oder mehreren zylinderförmigen Kammern (4;8)

zur Aufnahme von Tubenrohlingen (5), und eine im Ofenkörper (2;2,3) integrierte Heizvorrichtung (12a,12b) zum Aufheizen der Tubenrohlinge (5) durch Wärmeleitung.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Tubenglühofen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Weichglühen von Tuben, insbesondere Aluminiumtuben gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

[0002] Aluminiumtuben werden üblicherweise durch Kaltfließpressen nahtlos hergestellt. Die so hergestellten Aluminiumtuben haben eine relativ hohe Härte (z.B. 40 HV 0,01), die für die weitere Bearbeitung und die spätere Benutzung in der Regel zu hoch ist. Die kalt umgeformten Aluminiumtuben werden daher in einem sogenannten Tubenglühofen bei einer Temperatur von mehreren hundert Grad Celsius weichgeglüht. Durch das Weichglühen kommt es im Aluminiummaterial der Tuben zu einer Rekristallisation der Al-Atome und somit zu einer Verringerung der Härte des Materials. Wichtige Einflussgrößen für den Rekristallisationsprozess sind dabei die Temperatur und die Zeit.

[0003] Aus dem Stand der Technik bekannte Tubenglühöfen umfassen in der Regel einen großen, von einem Brenner beheizten Raum, durch den die Tuben mittels Förderketten transportiert werden. Die Tuben liegen dabei auf Transportschalen, die auf den Ketten befestigt sind. Ein Nachteil solcher Öfen besteht zum einen darin, dass die Ketten etwa wöchentlich mit graphithaltigen Schmierstoffen nachgeschmiert werden müssen, wodurch es zu Produktionsunterbrechungen von mehreren Stunden kommen kann. Desweiteren muss der gesamte Innenraum des Tubenglühofens auf die Betriebstemperatur von mehreren hundert Grad Celsius aufgeheizt werden, was relativ energieaufwendig ist. Bekannte Tubenglühöfen der vorstehend genannten Bauart haben daher einen relativ schlechten energetischen Wirkungsgrad.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Tubenglühofen und ein Verfahren zum Weichglühen von Tuben, insbesondere Aluminiumtuben, zu schaffen, der bzw. das wesentlich energieeffizienter arbeitet.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 sowie in Patentanspruch 12 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0006] Gemäß der Erfindung wird ein Tubenglühofen zum Weichglühen von Tuben und insbesondere Aluminiumtuben vorgeschlagen, der einen Ofenkörper mit einer oder mehreren Kammern zur Aufnahme von Tuben sowie eine im Ofenkörper integrierte Heizvorrichtung zum Aufheizen der Tuben umfasst. Der Querschnitt der Kammern ist dabei im Wesentlichen an den Umfang der Tube angepasst, so dass die Tube mit geringem radialem Spiel in der Kammer aufgenommen wird. Während des Heizvorgangs verbleiben die Tuben jeweils an einer fes-

ten Position innerhalb ihrer Kammer (d.h. sie werden nicht innerhalb der Kammer transportiert) - die Tuben können aber gegebenenfalls um ihre Längsachse rotiert werden. Ein solcher Tubenglühofen mit wenigstens einer an den Durchmesser der Tuben angepassten Kammer hat den wesentlichen Vorteil, dass er viel energieeffizienter arbeitet als bislang bekannte Tubenglühöfen. Darüber hinaus ergeben sich durch diese Bauart sehr kurze Aufheizzeiten oder Durchlaufzeiten der Aluminiumtuben von in der Regel weniger als 60 Sekunden.

[0007] Die im Tubenglühofen vorgesehene Kammer ist vorzugsweise in Relation zu einer in die Kammer einzusetzenden Tube so dimensioniert, dass das radiale Spiel zwischen dem Tubenmantel und einer Innenwand der Kammer im eingesetzten Zustand der Tube kleiner ist als 20 %, insbesondere kleiner als 10%, 5 % oder 2 % des Tubenmanteldurchmessers. Das radiale Spiel beträgt z.B. etwa 1 mm bis 2 mm oder weniger bei einem Tubendurchmesser von 40 mm.

[0008] Der Querschnitt einer Kammer ist bei gängigen Tubenrohlingen mit einem Durchmesser von 40 mm, 50 mm oder 60 mm vorzugsweise kleiner als 100 mm.

[0009] Die Tuben werden vorzugsweise in einem Zustand aufgeheizt, in dem sie an wenigstens einem Abschnitt ihres Tubenmantels (z.B. am Innen- oder Außenumfang) eine Innenwand der Kammer berühren. Vorzugsweise liegen die Tuben in der Kammer und berühren im Wesentlichen über die gesamte Länge ihres Tubenmantels den Kammerboden oder einen Stab, der in die Tube eingeführt ist. Dies hat den wesentlichen Vorteil, dass die von der Heizvorrichtung abgegebene Wärme direkt durch Wärmeleitung, ohne eine dazwischen liegende Isolationsschicht, in die Tube übertragen werden kann.

[0010] Die wenigstens eine Kammer ist vorzugsweise zylinderförmig. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Kammer an beiden Stirnseiten offen. In diesem Fall kann die Kammer z.B. von beiden Stirnseiten mit Tubenrohlingen beschickt werden, oder die Rohlinge können von einer Seite zugeführt und von der anderen Seite entnommen bzw. in diese Richtung ausgestoßen oder ausgeblasen werden. Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist die Kammer an einer Stirnseite geschlossen. In diesem Fall werden die Tuben von derselben Seite beschickt und entladen.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Heizvorrichtung des Tubenglühofens eine elektrische Heizvorrichtung. Sie kann z. B. eine oder mehrere elektrisch betriebene Heizpatronen umfassen. Alternativ können auch Heizwendel sowie andere aus dem Stand der Technik bekannte Heizelemente eingesetzt werden.

[0012] Im Falle von Heizpatronen umfasst der Ofenkörper vorzugsweise eine oder mehrere Aufnahmen für Heizpatronen, die von außen zugänglich sind, so dass eine Heizpatrone von außen durch eine Öffnung in die Aufnahme hinein geschoben oder entnommen werden kann.

[0013] Die Heizvorrichtung erstreckt sich vorzugsweise entlang der Längsachse der Tuben. Sie ist vorzugsweise etwa so lang wie die Länge eines Tubenmantels, kann aber auch kürzer oder länger sein. Wenn die Tuben im Tubenglühofen liegen, berühren sie vorzugsweise zumindest an einem Abschnitt, an dem sich radial außerhalb oder innerhalb eine Heizvorrichtung befindet, eine Wand der Kammer. Dies hat den Vorteil, dass die von der Heizvorrichtung abgegebene Wärme direkt durch Wärmeleitung in die Tube übertragen werden kann.

[0014] Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung ist der Ofenkörper mehrteilig gebildet und umfasst mehrere in Längsrichtung einer Kammer hintereinander angeordnete Teile, die lösbar miteinander verbunden werden können. Eine einzelne Kammer erstreckt sich dabei durch mehrere Ofenkörperteile. Der Tubenglühofen kann somit sehr einfach an die jeweilige Länge der aufzuheizenden Tuben angepasst werden.

[0015] Jedes Ofenkörperteil kann ein eigenes Heizelement aufweisen. Vorzugsweise haben die Ofenkörperteile aber eine oder mehrere miteinander fluchtende Aufnahmen für Heizpatronen, die sich durch die Teile hindurch erstrecken.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der erfindungsgemäße Tubenglühofen wenigstens einen Einsatz, der als Adapter für kleinere Tubendurchmesser dient. Der Einsatz bzw. Adapter hat selbst eine Kammer zur Aufnahme eines Tubenrohlings und ist vorzugsweise formschlüssig in eine Ofenkammer einsetzbar. Dadurch können auch Tubenrohlinge mit kleinerem Durchmesser sehr energieeffizient wärmebehandelt werden.

[0017] Der erfindungsgemäße Einsatz ist vorzugsweise lösbar im Ofenkörper befestigbar. Hierzu sind entsprechende Befestigungsmittel, wie z.B. eine Schraub- oder Rastverbindung, vorgesehen.

[0018] Die im Innenraum des Einsatzes befindliche Kammer ist vorzugsweise zylinderförmig. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Kammer an beiden Stirnseiten offen. Sie kann aber auch an einer Stirnseite geschlossen sein.

[0019] Die Längsachse der Kammer verläuft vorzugsweise horizontal. Die wenigstens eine Kammer könnte aber auch in einem anderen Winkel angeordnet sein und z.B. in vertikaler Richtung verlaufen.

[0020] Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung kann in der Kammer des Ofenkörpers oder des Einsatzes ein Dorn oder Stab vorgesehen sein, der in den Innenraum des Tubenrohlings eintaucht, wenn der Tubenrohling in die Kammer eingesetzt wird. Der Dorn bzw. Stab kann entweder am Ofenkörper oder am Einsatz befestigt sein und hat einen frei tragenden Abschnitt.

[0021] Der Dorn wird vorzugsweise nur passiv erhitzt, kann alternativ aber auch selbst ein Heizelement aufweisen. Mit Hilfe des Dorns bzw. Stabes wird das Volumen der Kammer weiter verkleinert, so dass weniger Luft aufgeheizt werden muss. Darüber hinaus wird der Tubenrohling auch von der Innenseite her beheizt, wodurch

sich die Prozessdauer weiter reduzieren lässt.

[0022] Der Durchmesser des Stabes ist vorzugsweise etwas kleiner als der Manteldurchmesser der zu behandelnden Tuben, so dass die Tuben mit geringem Spiel auf den Stab aufgesetzt werden können. Er kann aber auch an den Manteldurchmesser angepasst sein, so dass die Tuben im Wesentlichen formschlüssig auf dem Stab sitzen.

[0023] Der Ofenkörper kann stationär oder beweglich angeordnet sein. Eine bewegliche Ausführung umfasst beispielsweise einen radförmigen Ofenkörper mit mehreren Kammern, der drehbar gelagert ist.

[0024] Der erfindungsgemäße Tubenglühofen wird vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 500°C und 600°C, insbesondere bei etwa 550°C betrieben. Der Ofenkörper ist vorzugsweise gegenüber der äußeren Umgebung thermisch isoliert.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Weichglühen von Tubenrohlingen, insbesondere Aluminiumtuben umfasst im Wesentlichen folgende Schritte, nämlich das Einbringen einer Tube in eine in einem Tubenglühofen vorgesehene Kammer, so dass der Tubenmantel eine Innenwand der Kammer zumindest an einen Abschnitt umfangsseitig berührt, das Wärmebehandeln des Tubenrohlings und das Entnehmen des Tubenrohlings nach einer vorgegebenen Zeit. Der Tubenrohling wird während der Wärmebehandlung vorzugsweise nicht transportiert.

[0026] Die Dauer der Wärmebehandlung beträgt vorzugsweise weniger als 2 Minuten, insbesondere weniger als 60 Sekunden und liegt bei vorzugsweise etwa 30 Sekunden oder sogar darunter. Nach dieser Zeit wird der Tubenrohling wieder entnommen.

[0027] Der Tubenrohling liegt während der Wärmebehandlung vorzugsweise in der Kammer, ohne dabei von einem Greifer, Dorn oder einem anderen Halter gehalten zu werden.

[0028] Das Beschicken der Kammern mit den Tubenrohlingen kann beispielsweise mittels einer Beladetrommel oder einer anderen aus dem Stand der Technik bekannten Beladevorrichtung durchgeführt werden. Das Entnehmen der Tubenrohlinge aus den Kammern kann mittels eines Greifers, durch Ausstoßen oder Ausblasen - neben weiteren bekannten Techniken - erfolgen. Entsprechende Vorrichtungen sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0029] Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine seitliche Schnittansicht eines Tubenglühofens mit einem darin eingesetzten Tubenrohling;

Fig. 2 eine seitliche Schnittansicht eines Tubenglü-

- ofens mit einem Adapter zur Anpassung an kleinere Tubendurchmesser;
- Fig. 3 eine perspektivische Schnittansicht eines Tubenglühofens mit einer einzigen Kammer zur Aufnahme von Tuben, wobei die einzelnen Elemente des Tubenglühofens in Explosionsansicht gezeigt sind;
- Fig. 4 eine perspektivische Schnittansicht des Tubenglühofens von Fig. 3;
- Fig. 5 eine Frontansicht eines Tubenglühofens mit drei Kammern zur Wärmebehandlung von Tubenrohlingen;
- Fig. 6 eine seitliche Schnittansicht eines Tubenglühofens gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 7 eine spezielle Ausführungsform eines Tubenglühofens mit einem ringförmig ausgebildeten, drehbar gelagerten Ofenkörper; und
- Fig. 8 eine schematische Darstellung der wesentlichen Verfahrensschritte eines Verfahrens zum Weichglühen von Tubenrohlingen.

Ausführungsformen der Erfindung

[0030] Fig. 1 zeigt eine seitliche Schnittansicht eines Tubenglühofens 1 zum Weichglühen von Aluminiumtuben 5. Der Tubenglühofen 1 umfasst im Wesentlichen einen Ofenkörper 2, in dem eine zylinderförmige Kammer 4 zur Aufnahme von Tubenrohlingen 5 vorgesehen ist. Der Innenraum der Kammer 4 wird mittels einer Heizvorrichtung 12 auf eine Temperatur von mehreren hundert Grad Celsius aufgeheizt. Durch das Wärmebehandeln der Tubenrohlinge 5 wird ein Rekristallisationsprozess im Aluminiummaterial der Tubenrohlinge 5 ausgelöst, wodurch die Tubenrohlinge 5 weicher und biegsamer werden. Der Tubenglühofen 1 wird vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 450°C und 600°C und insbesondere bei mehr als 500 °C, wie z. B. bei 550°C betrieben.

[0031] Wie in Figur 1 zu erkennen ist, ist die Kammer 4 an einer ihrer Stirnseiten offen (im Bild links) und auf der gegenüberliegenden Stirnseite geschlossen (im Bild rechts). Die Tubenrohlinge werden in diesem Fall von derselben Seite zugeführt wie sie entnommen werden. Alternativ könnte die Kammer auch auf beiden Stirnseiten offen sein.

[0032] Der Querschnitt der Kammer 4 ist nur geringfügig größer als der Durchmesser der Tube 5, so dass die Tube 5 mit einem geringen radialen Spiel 11 in der Kammer 4 aufgenommen wird. Das radiale Spiel zwischen dem Tubenmantel 19 und der Innenwand 9 der Kammer 4 beträgt vorzugsweise weniger als 10 % des Tuben-

manteldurchmessers und liegt insbesondere bei etwa 5 % oder darunter. Bei einem Manteldurchmesser von 40 mm beträgt das radiale Spiel z. B. 1 mm bis 2 mm.

[0033] Während des Heizvorgangs liegen die Tuben 5 in einer vorgegebenen Position innerhalb der Kammer 4, wobei die Unterseite des Tubenmantels 19 die Innenwand 9 der Kammer 4 berührt. Dadurch kann die Wärme direkt mittels Wärmeleitung in die Tube 5 übertragen werden, wodurch sich wiederum sehr kurze Behandlungszeiten von typischerweise weniger als 60 Sekunden ergeben.

[0034] Die Heizvorrichtung 12 zum Aufheizen der Kammer 4 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel eine Heizwendel 10, die sich im Wesentlichen über die gesamte Länge der Kammer 4 erstreckt. Die Heizleistung bzw. Temperatur ist vorzugsweise einstellbar und wird vorzugsweise geregelt.

[0035] Fig. 2 zeigt eine seitliche Schnittansicht eines Tubenglühofens 1, der für das Weichglühen von Tubenrohlingen 5 eines kleineren Durchmessers eingerichtet ist. Zur Anpassung an kleinere Tubendurchmesser ist hier ein Einsatz 3 vorgesehen, der formschlüssig in der Kammer 4 des Ofenkörpers 1 eingesetzt ist. Im Innenraum des Einsatzes 3 befindet sich wiederum eine Kammer 8 zur Aufnahme von Tubenrohlingen 5, die jedoch einen kleineren Durchmesser aufweist als die Kammer 4. Der Querschnitt der Kammer 8 ist wiederum an den Außenumfang der zu behandelnden Tubenrohlinge 5 angepasst, so dass diese mit einem geringen seitlichen Spiel 11 in der Kammer 8 aufgenommen werden. Für verschiedene Tubendurchmesser ist vorzugsweise jeweils ein passender Einsatz 3 vorgesehen.

[0036] Der in Fig. 2 dargestellte Einsatz 3 ist auf beiden Stirnseiten offen. Er könnte aber auch auf einer Stirnseite geschlossen sein.

[0037] Zur Vereinfachung des Einführens der Tubenrohlinge 5 umfasst der Einsatz 3 an seiner Lade- bzw. Entladeöffnung eine Einführschräge 7. Eine solche Einführschräge 7 kann alternativ oder zusätzlich auch am Ofenkörper 2 vorgesehen sein (nicht gezeigt).

[0038] Im Unterschied zur Ausführungsform von Fig. 1 ist der hier dargestellte Ofenkörper 2,3 mehrteilig gebildet und umfasst mehrere - im dargestellten Beispiel zwei - in Längsrichtung L der Kammer 4,8 hintereinander angeordnete Ofenkörperteile 2a,2b, die lösbar miteinander verbunden sind. Die Kammer 4,8 erstreckt sich dabei durch beide Ofenkörperteile 2a,2b. Jedes Ofenkörperteil 2a,2b hat eine eigene Heizwendel 10. Die mehrteilige Bauform ermöglicht es, den Tubenglühofen 1 an unterschiedliche Tubenlängen anzupassen. Der zu beheizende Raum und die erforderliche Heizleistung können somit minimiert werden.

[0039] Fig. 3 zeigt eine perspektivische Schnittansicht eines Tubenglühofens 1 mit einer einzigen Kammer 8, wobei die einzelnen Elemente des Tubenglühofens in Explosionsansicht gezeigt sind. Der Tubenglühofen 1 umfasst wiederum einen Ofenkörper 2 mit einem Einsatz 3 für kleinere Tubendurchmesser. Der Einsatz 3 wird mit-

tels Schrauben 14 im Ofenkörper 2 befestigt.

[0040] Im Unterschied zur Ausführungsform der Fig. 1 und 2 wird der Tubenglühofen 1 nicht mittels einer Heizwendel, sondern mittels mehrerer elektrisch betriebener Heizpatronen (nicht gezeigt) beheizt, die in dafür vorgesehene Öffnungen 20 im Ofenkörper 2 eingesetzt werden können. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind vier Öffnungen 20 für Heizpatronen vorgesehen, die gleichmäßig über den Umfang der Kammer 4 bzw. 8 verteilt sind. Es können aber auch mehr oder weniger Öffnungen 20 sein.

[0041] Der Grundkörper 2 und der Einsatz 3 sind auf beiden Stirnseiten offen, d.h. die Kammer 4 bzw. 8 verläuft vollständig durch die jeweiligen Teile hindurch. Die Tubenrohlinge können daher von einer Stirnseite zugeführt und nach dem Weichglühen von der anderen Stirnseite her entnommen bzw. in diese Richtung ausgestoßen oder ausgeblasen werden. Wahlweise könnte die Kammer 4 bzw. 8 auch von beiden Stirnseiten mit Tubenrohlingen beschickt werden, so dass gleichzeitig zwei Tuben 5 in Längsrichtung L hintereinander in einer Kammer 4,8 liegen.

[0042] Fig. 4 zeigt eine perspektivische Schnittansicht des Tubenglühofens 1 von Fig. 3 im zusammengesetzten Zustand, mit einer in der Kammer 8 liegenden Tube 5. Der Tubenglühofen 1 der Fig. 3 und 4 könnte natürlich auch mehrteilig ausgebildet sind, ähnlich wie der Ofen von Fig. 2.

[0043] Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform eines Tubenglühofens 1 mit insgesamt drei Heizkammern 4 bzw. 8. Die einzelnen Kammern 4 bzw. 8 sind in einer Reihe nebeneinander angeordnet. Es können auch deutlich mehr als drei Kammern sein.

[0044] In jeder Kammer 4 ist ein Einsatz 3 angeordnet, in dessen Kammer 8 jeweils ein Tubenrohling 5 liegt. Die Tubenrohlinge 5 können z.B. synchron oder nacheinander beladen bzw. entladen werden. Die Beheizung der Kammern 8 kann mittels Heizwendeln 10 oder jeder anderen bekannten Heizvorrichtung erfolgen.

[0045] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Tubenglühofens 1, die ähnlich aufgebaut ist wie die Tubenglühöfen 1 der Figuren 1 bis 4, jedoch im Unterschied zu den vorstehend beschriebenen Tubenglühöfen einen im Innenraum der Kammer 4 angeordneten Stab bzw. Dorn 13 umfasst. Der Stab 13 dient als Heizstab, der in den Innenraum einer Tube 5 eintaucht, wenn sie in die Kammer 4,8 eingeführt wird. Der Stab 13 wird vorzugsweise nur passiv beheizt, kann aber auch selbst wenigstens ein Heizelement umfassen. Letztere Variante ist jedoch technisch aufwendiger. Ein Tubenglühofen 1 mit einem in der Kammer 4,8 angeordneten Stab 13 hat den Vorteil, dass die Tubenrohlinge auch von innen beheizt werden und somit der Rekristallisationsprozess noch schneller abläuft.

[0046] Der Heizstab 13 ist hier an einem Ende am Ofenkörper 2 befestigt und ragt in Form eines Kragarms frei tragend in Richtung des Kammereingangs. Die Längsrichtung des Stabes 13 verläuft dabei im Wesent-

lichen in Längsrichtung der Kammer 4. Alternativ könnte der Stab 13 auch am Einsatz 3 befestigt sein.

[0047] Der Durchmesser des Stabs 13 ist vorzugsweise geringfügig kleiner als der Querschnitt der zu behandelnden Tubenrohlinge 5, so dass die Tubenrohlinge 5 mit geringem Spiel auf den Stab 13 aufgesetzt werden können. Das radiale Spiel zwischen dem Tubenmantel 19 und der Außenwand des Stabes 13 beträgt vorzugsweise weniger als 20 % des Tubenmanteldurchmessers und liegt insbesondere bei etwa 5 % oder darunter. Der Durchmesser des Stabes 13 kann auch so ausgelegt sein, dass der Tubenmantel 19 den Stab 13 zumindest im kalten Zustand der Tuben 5 im Wesentlichen form-schlüssig umgibt. Der Tubenmantel dehnt sich durch das Aufheizen dann geringfügig aus.

[0048] An seinem freien Ende kann der Stab 13 verjüngt sein und z. B. spitz zulaufen, um das Aufschieben der Tubenrohlinge 5 zu erleichtern.

[0049] Fig. 7 zeigt eine spezielle Ausführungsform eines Tubenglühofens 1, bei dem der Ofenkörper 2 ringförmig oder scheibenförmig gebildet und mittels eines Lagers 16 auf einem Lagerbock 17 drehbar gelagert ist. Der Ofenkörper 2 umfasst mehrere entlang eines Kreisumfangs angeordnete Kammern 4 zur Aufnahme von Tubenrohlingen, die jeweils an den Querschnitt der Tubenrohlinge angepasst sind.

[0050] Zum Zuführen der Tubenrohlinge in die Kammer 4 ist eine Beschickungstrommel 15 vorgesehen. Wahlweise könnte auch eine separate Einlauf- und Auslaufstrommel vorgesehen sein. Alternativ könnten die Tubenrohlinge 5 auch mittels anderer Einrichtungen, wie z. B. mittels Transportbändern oder Greifern zu- oder abgeführt werden.

[0051] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Großteil des Ofenkörpers 2 zusätzlich zur Isolierung des Ofenkörpers mittels einer Verkleidung 18 verkleidet, um eine noch bessere Wärmedämmung zu realisieren.

[0052] Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung mehrerer Verfahrensschritte eines Verfahrens zum Weichglühen von Tubenrohlingen aus Aluminium in einem Tubenglühofen 1 der erfindungsgemäßen Bauart. Dabei werden in Schritt 1 zunächst mehrere Tuben (synchron oder nacheinander) in jeweils eine Kammer 4 bzw. 8 eines Tubenglühofens 1 eingebracht und in Schritt S2 auf eine vorgegebene Temperatur von z.B. 550°C aufgeheizt. Während der Wärmebehandlung liegen die Tubenrohlinge 5 dabei in der jeweiligen Kammer 4; 8 so dass sie zumindest an einem umfangsseitigen Abschnitt des Tubenmantels eine Innenwand 9 der Kammer 4; 8 berühren. Somit kann eine Wärmeübertragung durch direkte Wärmeleitung über die Kontaktfläche stattfinden (im Gegensatz zu reiner Wärmestrahlung oder Konvektion).

[0053] In Schritt S3 werden die Tubenrohlinge dann nach einer vorgegebenen Verweildauer wieder aus den Kammern 4; 8 entnommen und der weiteren Verarbeitung zugeführt.

Patentansprüche

1. Tubenglühofen (1) zum Weichglühen von Tuben (5), insbesondere Aluminiumtuben, umfassend einen Ofenkörper (2;2,3) mit einer oder mehreren Kam-
mern (4;8) zur Aufnahme von Tuben (5), deren Quer-
schnitt geringfügig größer ist als der Durchmesser
der zu behandelnden Tuben, so dass die Tuben (5)
jeweils mit einem geringen radialen Spiel in einer
Kammer (4;8) aufgenommen werden, und eine Heiz-
vorrichtung (12) zum Aufheizen der Tuben (5). 5
2. Tubenglühofen (1) nach Anspruch 1, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** das radiale Spiel zwischen
dem Tubenmantel (19) einer Tube (5) und einer In-
nenwand (9) der Kammer (4;8) im eingesetzten Zu-
stand einer Tube (5) kleiner ist als 20 %, insbeson-
dere kleiner als 10%, 5 % oder 2 % des Tubenman-
teldurchmessers. 10
3. Tubenglühofen (1) nach Anspruch 1 oder 2, **da-
durch gekennzeichnet, dass** eine Tube (5) im ein-
gesetzten Zustand wenigstens an einem Abschnitt
ihres Tubenmantels (19) eine Wand (9) der Kammer
(4;8) berührt. 20
4. Tubenglühofen (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Heizvorrichtung (12) wenigstens eine Heizwendel
(10) und/oder wenigstens eine Heizpatrone umfasst. 25
5. Tubenglühofen (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ofen-
körper (2;2,3) mehrteilig gebildet ist und mehrere in
Längsrichtung der Kammer (4;8) hintereinander an-
geordnete Ofenkörperteile (2a,2b) umfasst, die lös-
bar miteinander verbunden sind, wobei sich die
Kammer (4;8) durch mehrere Ofenkörperteile
(2a,2b) erstreckt. 30
6. Tubenglühofen (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Einsatz
(3), der in einer im Ofenkörper (2) vorgesehenen
Kammer (4) lösbar befestigt ist und der selbst eine
Kammer (8) zur Aufnahme von Tuben (5) aufweist. 35
7. Tubenglühofen (1) nach Anspruch 6, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** der Einsatz (3) eine zylinder-
förmige Kammer (8) aufweist. 40
8. Tubenglühofen (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich
die Heizvorrichtung (12) entlang der Längsachse der
Tuben (5) erstreckt und dass die Tuben (5), wenn
sie im Tubenglühofen (1) liegen, zumindest an einem
mittleren Abschnitt, an dem sich radial außerhalb
oder innerhalb eine Heizvorrichtung (12) befindet,
eine Wand der Kammer (4;8) berühren. 45
9. Tubenglühofen (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der
wenigstens einen Kammer (4;8) ein Stab (6) vorge-
sehen ist, der in den Innenraum einer Tube (5) ein-
taucht, wenn sie in die Kammer (4;8) eingesetzt wird. 50
10. Tubenglühofen (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
wenigstens eine im Ofenkörper (2) vorgesehene
Kammer (4) als durchgehende Öffnung ausgebildet
ist. 55
11. Tubenglühofen (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der
Ofenkörper (2) beweglich angeordnet ist.
12. Verfahren zum Weichglühen von Tuben (5) insbe-
sondere Aluminiumtuben, **gekennzeichnet durch**
folgende Schritte:
- Einbringen einer Tube (5) in eine Kammer (4;8)
eines Tubenglühofens (1), so dass die Tube (5)
zumindest an einem Abschnitt des Tubenman-
tels (19) mit einer Innenwand (9) der Kammer
(4;8) in Kontakt steht;
- Aufheizen der Tube (5) und
- Entnehmen der Tube (5) aus dem Tubenglüh-
ofen (1).
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die Tube (5) derart in die Kammer
(4;8) des Tubenglühofens (1) eingebracht wird, dass
das radiale Spiel zwischen dem Tubenmantel (19)
der Tube (5) und einer Innenwand (9) der Kammer
(4;8) an einem zylinderförmigen Abschnitt der Tube
(5) kleiner ist als 20 %, insbesondere kleiner als 10%,
5 % oder 2 % des Tubenmanteldurchmessers.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** die Tube nach weniger als 2
Minuten, insbesondere weniger als 60 Sekunden
und vorzugsweise nach weniger als 30 Sekunden
wieder aus dem Tubenglühofen (1) entnommen
wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **da-
durch gekennzeichnet, dass** der Tubenglühofen
(1) bei einer Temperatur von mehr als 500°C und
vorzugsweise bei etwa 550°C oder 600 °C betrieben
wird.

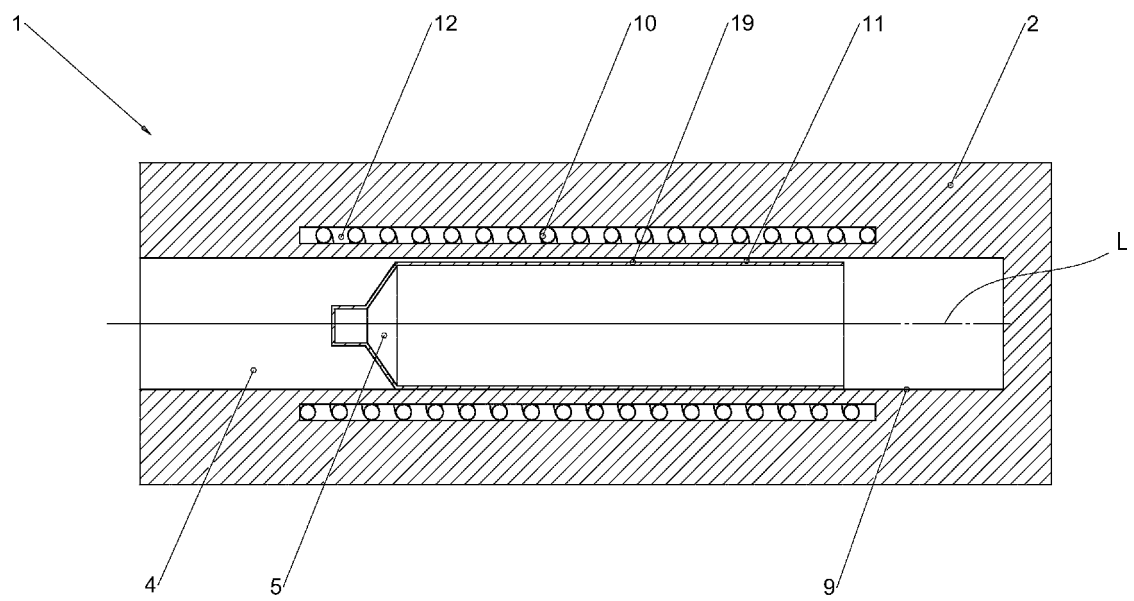


Fig. 1

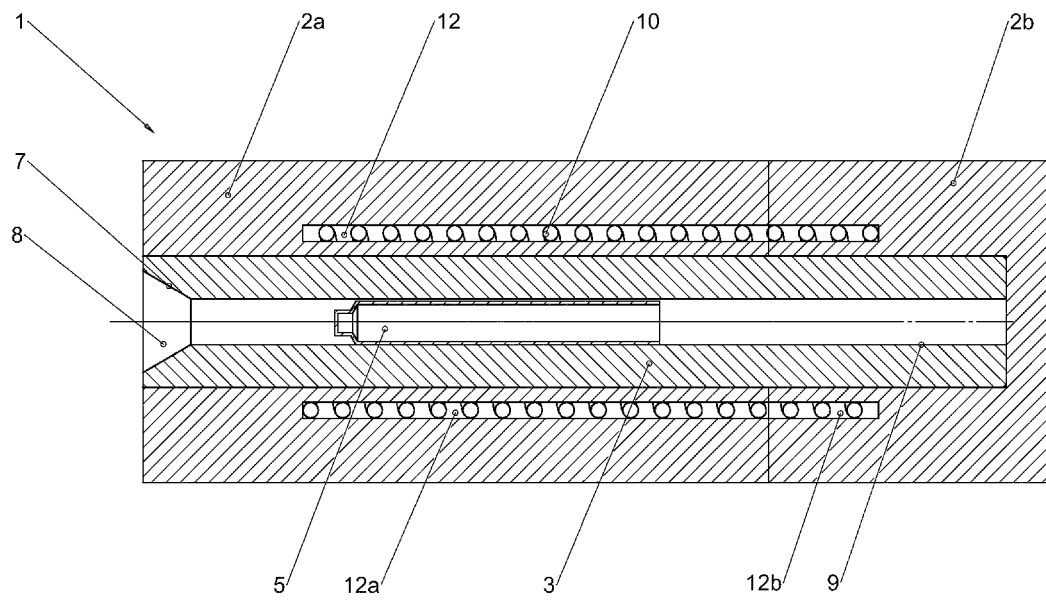


Fig. 2

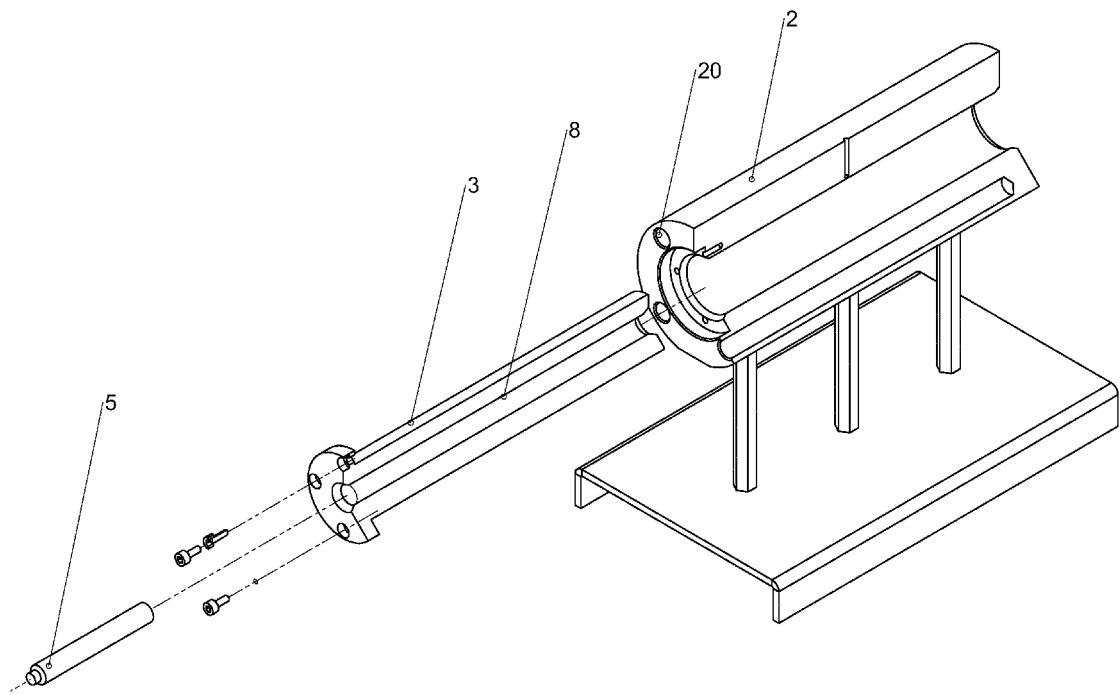


Fig. 3

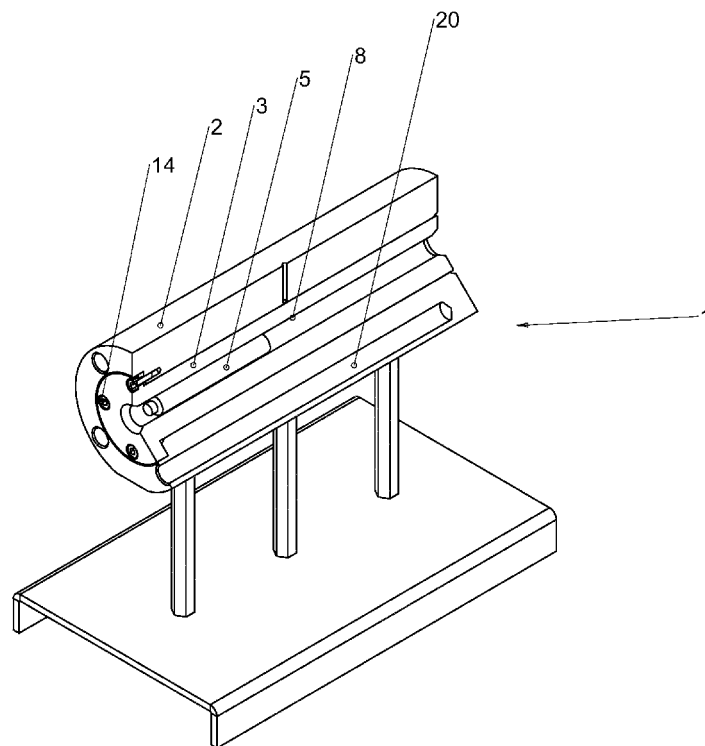


Fig. 4

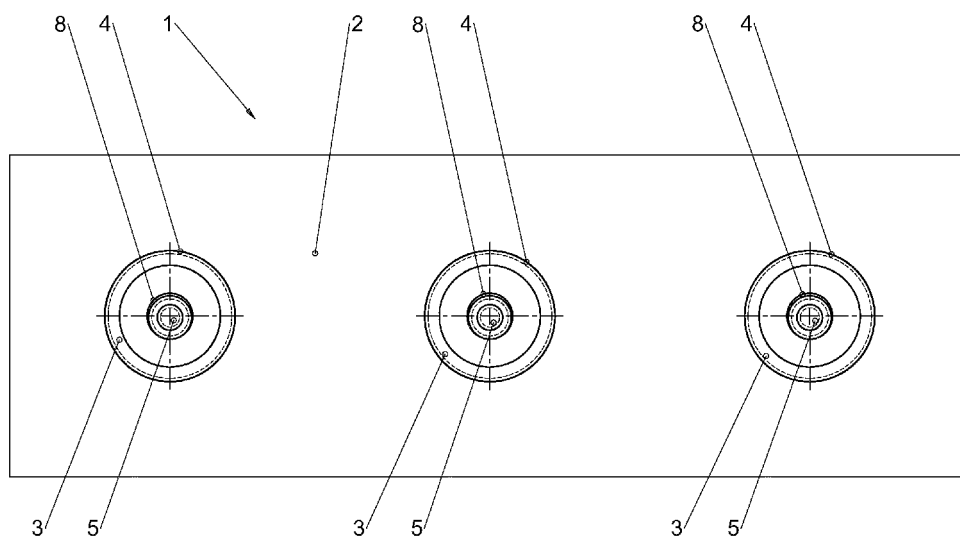


Fig.5

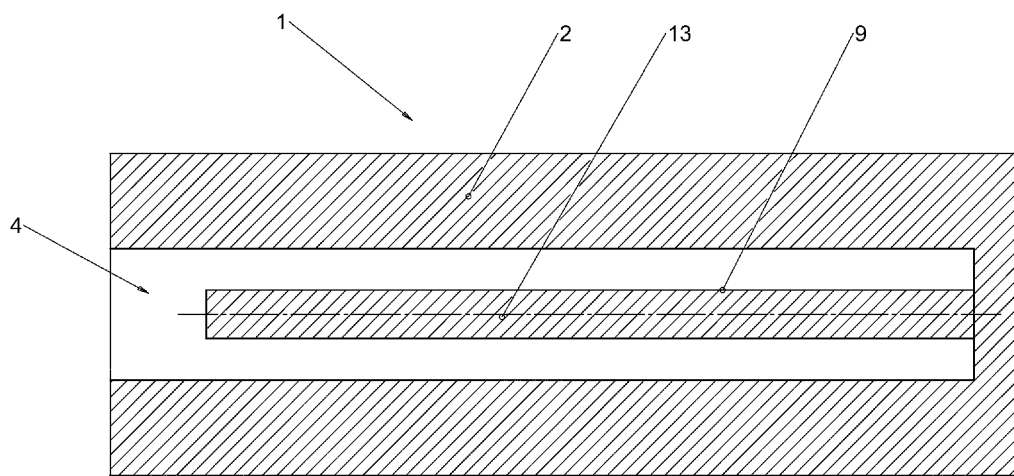


Fig. 6

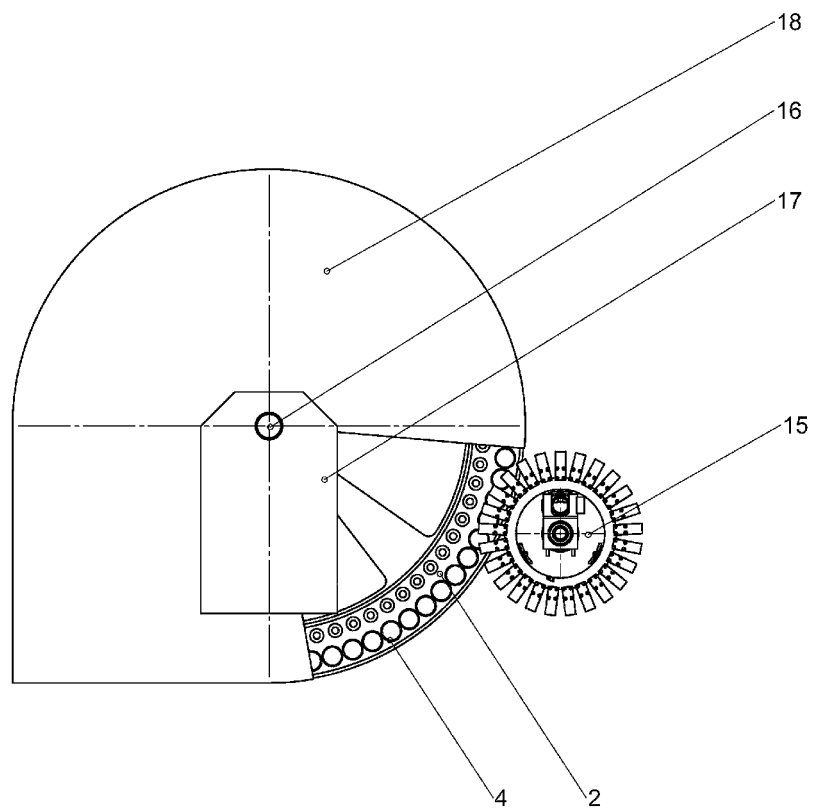


Fig. 7

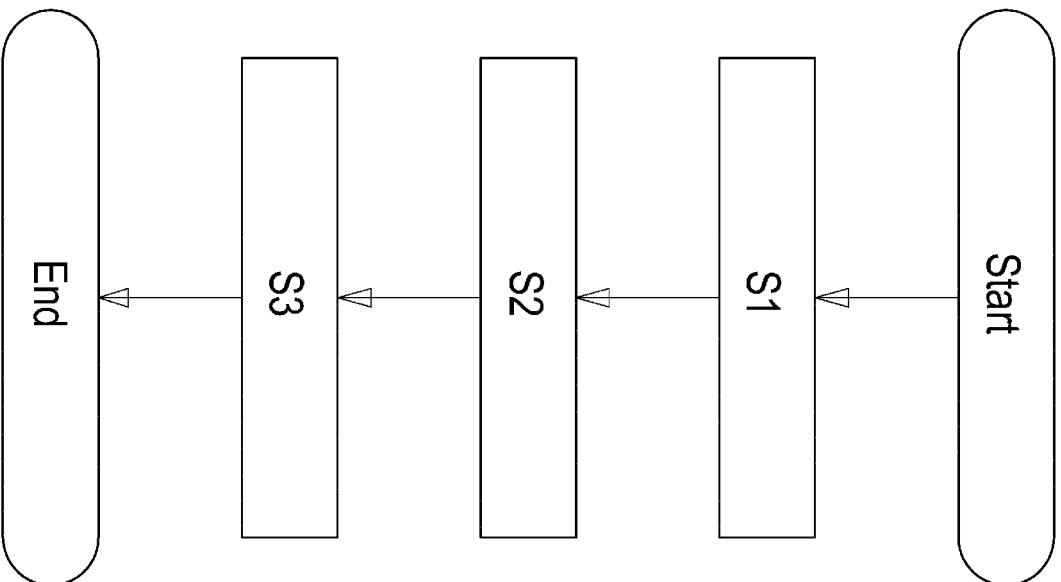


Fig. 8