



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.10.2001 Patentblatt 2001/43

(51) Int Cl.⁷: **H01H 33/66**

(21) Anmeldenummer: **01109279.8**

(22) Anmeldetag: 17.04.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Moeller GmbH**
53115 Bonn (DE)

(72) Erfinder: **Lipperts, Jerrie**
5926 TH Venlo (NL)

(30) Priorität: 18.04.2000 DE 10019070

(54) **Vorrichtung zum Entgasen und Verlöten von vormontierten Vakuumschaltröhren**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Entgasen und Verlöten von vormontierten Vakuumschaltrohren in einem einzigen Lötvorgang. Sie umfasst eine Grundplatte (21) mit mindestens einem Lötplatz (2) mit einer Durchbrechung (27) der Grundplatte (21) für den Anschluss einer Saugpumpe und einer die Durchbrechung (27) überdeckenden auf die Grundplatte (21) aufsetzbaren und abhebbaren Glocke (20). Die Glocke (20)

ist außenseitig von einer mit mittel- oder hochfrequenter Energie beaufschlagbaren Erregerspule (3) umgeben. Die Vorrichtung ist weiterhin mit einem Mittel- oder Hochfrequenzgenerator für die Erregerspule (3), und einem innerhalb der Glocke (20) angeordneten, als zylindrisches Rohrstück für die Aufnahme mindestens einer vormontierten Vakuumschaltröhre ausgebildeten Susceptor (4) ausgestattet.

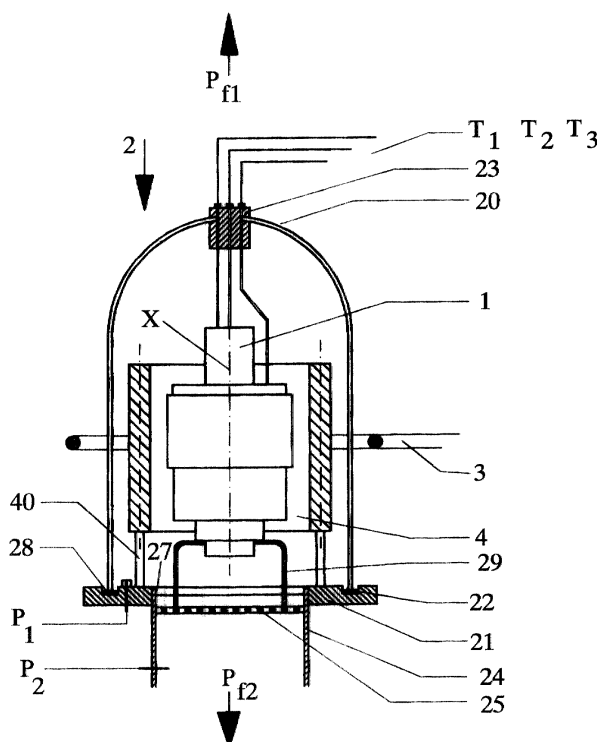


Fig. 1a

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Entgasen und Verlöten von vormontierten Vakuumschaltröhren in einem einzigen Lötvorgang. Vakuumschaltröhren für Vakuumleistungsschalter, Vakuumschütze, Vakuumlasttrenner im Mittelspannungsbereich und ebenso im Niederspannungsbereich, beispielsweise als Motorschutzschalter, werden vielfältig eingesetzt.

Stand der Technik

[0002] Der Aufbau einer Vakuumschaltröhre ist in der Zeichnung in der Figur 2 an einem Ausführungsbeispiel dargestellt. Die Vakuumschaltröhre 1 umfasst den beweglichen Leiter 12 und den feststehenden Leiter 13, die an den einander zugewandten stirnseitigen Enden mit einem Kontaktstück ausgestattet sind. Die eigentliche Vakuumröhre wird von den metallischen Deckelteilen 15 gebildet, mit einem dazwischen angeordneten Isolator 14. Der bewegliche Leiter 12 ist gegenüber dem Deckel mittels des Faltenbalges 16 abgedichtet. Die die Vakuumröhre bildenden außenseitigen Teile sind über Lötstellen L miteinander verbunden, ebenso die Kontaktstücke 18, 19 mit den Leitern 12, 13. Die Kontaktstücke sind seitlich von dem zylinderförmigen Schirm 17 umgeben, der ebenfalls über eine Lötstelle mit dem Deckel 15 fest verbunden ist.

[0003] Die älteste Methode zum Fertigen der Vakuumschaltröhre, nämlich Entgasen, Schweißen und Verlöten der Teile, ist das sogenannte "Pinch-Off-Verfahren". Hierbei werden die aus Edelstahl bestehenden Teile zuerst eine Stunde lang bei ca. 1000°C vorentgast, dann wird die Festkontaktgruppe und die bewegliche Kontaktgruppe jeweils einzeln vorgelötet, und aus diesen Teilen die komplette Vakuumschaltröhre montiert und mittels eines Kupferrohres mit einer Ultrahochvakuumpumpanlage gekoppelt, und nachfolgend während mindestens 24 Stunden auf eine Temperatur von 400° bis 500°C aufgeheizt, abgekühlt und über eine hydraulische Pressvorrichtung das Kupferrohr ultrahochvakuumdicht zusammengequetscht - pinched off. Die Vakuumschaltröhre wird dann von der Ultrahochvakuumpumpanlage abgetrennt.

[0004] Eine andere bekannte Methode zum Herstellen von Vakuumschaltröhren wird als Direktlotverschleißtechnik bezeichnet. Hierbei werden ebenfalls die Edelstahlbauteile bei ca. 1000°C vorentgast und die Festkontaktbaugruppe und die bewegliche Kontaktbaugruppe zwischen 700°C und 960°C vorgelötet. Danach werden die gelöteten Baugruppen mit den passenden Keramikkörpern und entsprechenden Lötfolien zu der Vakuumschaltröhre vormontiert und bei Temperaturen zwischen 700° bis 860°C leergepumpt, entgast, das Getter aktiviert und die Vakuumschaltröhre ultrahochva-

kuumdicht verschlossen innerhalb eines Hochvakuumlötofens. Bei den vorgenannten Fertigungsmethoden handelt es sich um mehrstufige Methoden.

[0005] Darüber hinaus ist die "one-shot-brazing"-Methode bekannt, bei der alle Löt- und Entgasungsvorgänge zum Herstellen der Vakuumschaltröhre in einem einzigen Lötzyklus integriert durchgeführt werden.

[0006] Zum Durchführen der Direktlotverschleißtechnik und des One-shot-brazing-Verfahrens werden spezielle Hochvakuumlötofen, die im kaltem Zustand einen Enddruck zwischen 5×10^{-7} und 5×10^{-8} mbar erreichen können benötigt. Diese Hochvakuumlötofen zeichnen sich dadurch aus, dass sie aus einem doppelwandigen Zylinder bestehen, der an beiden Enden mit einem doppelwandigen Klöpperboden abgeschlossen ist. Einer der Klöpperboden ist als Tür ausgeführt, damit der Ofen beladen und entladen werden kann. Der Ofen enthält Graphit-, Molybdän- oder Wolframheizungselemente. Bei Einsatz von Molybdän- und Wolframheizungselementen ist der Ofen mit einer metallischen Auskleidung aus Molybdän und/oder Edelstahl versehen. Abhängig von der Größe des Nutzraumes des Ofens und der Geometrie der herzustellenden Vakuumschaltröhren können 50 bis 500 Vakuumschaltröhren in einer Charge gelötet und entgast werden. Ein derartiger Lötzyklus ist aufgebaut aus:

1. Evakuieren von Ofen und Charge bis 5×10^{-4} bis 5×10^{-5} mbar in 45 bis 80 Minuten,
 2. Einschalten der Heizung und Durchführen eines vorgegebenen Temperaturprogramms für Ofen und Charge bis zum Erreichen der Löttemperatur:
- Ofen und Charge abkühlen lassen,
 - Schnellkühlung einschalten und warten bis ca. 40 bis 70° C erreicht ist.

[0007] Ein kompletter Lötzyklus dauert abhängig von der Charge ca. 10 bis 12 Stunden. Es handelt sich immer um einen diskontinuierlichen Prozess, der mit den drei Arbeitsstufen Ofen beladen, Charge löten, Ofen entladen, verbunden ist.

Darstellung der Erfindung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein schnelleres und preiswerteres Verfahren zum Entgasen und Löten basierend auf der One-shot-brazing-Methode von Vakuumschaltröhren zu schaffen, insbesondere den Energie und Zeitaufwand zu verringern.

[0009] Erfindungsgemäß wird zur Lösung dieser Aufgabe eine Vorrichtung vorgeschlagen, die eine Grundplatte mit mindestens einem Lötplatz mit einer Durchbrechung der Grundplatte für den Anschluss einer Saugpumpe und einer die Durchbrechung überdeckenden auf die Grundplatte aufsetzbaren und abhebbaren Glocke umfasst, und eine die Glocke außenseitig umgebende mit mittel- oder hochfrequenter Energie beauf-

schlagbare Erregerspule mit einem Mittel- oder Hochfrequenzregenerator für die Erregerspule, und einem innerhalb der Glocke angeordneten, als zylindrisches Rohrstück für die Aufnahme mindestens einer vormontierten Vakuumschaltröhre ausgebildeten Susceptor aufweist.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind den kennzeichnenden Merkmalen Unteransprüche entnehmbar.

[0011] Als Halterung für die Vakuumschaltröhren ist bevorzugt in der Durchbrechung der Grundplatte bzw. auf der Grundplatte oberhalb der Durchbrechung eine gitterartige Aufnahmeplatte zum Einsetzen der vormontierten Vakuumschaltröhren vorgesehen. Je nach Größe der Vakuumschaltröhre und des Gitters ist es möglich ggf. auch anstelle einer großen Vakuumschaltröhre mehrere kleinere Vakuumschaltröhren anzuordnen. Die gitterartige Struktur der Aufnahmeplatte bewirkt einen hohen Strömungsleitwert beim Abpumpen der Gase.

[0012] Zur Erzielung eines Hochvakuums wird des weiteren vorgeschlagen, auf der Oberseite der Grundplatte eine die Durchbrechung umgebende Ringnut auszubilden, in der ein geeigneter Dichtungsring hochvakuumdicht mit der Grundplatte verbunden angeordnet ist.

[0013] Für die exakte Aufheizung zum Erreichen der Löttemperatur und Abkühlen sind Thermoelemente vorgesehen, die im Kopfbereich der Glocke mittels einer hochvakuumdichten Durchführung angeordnet sind. Ebenso sind Druckmesselemente für den Innenraum und für die Saugleitung zur Saugpumpe, einer Ultra-Hochvakuumpumpanlage, vorgesehen, um die entsprechende Entgasung und das entsprechende Hochvakuum mit Sicherheit zu erreichen.

[0014] Auf der Unterseite der Grundplatte sind hierzu an der Ausnehmung bevorzugt fest angeschlossene oder vakuumdicht anschließbare Saugstutzen vorgesehen.

[0015] Erfindungswesentlich ist die schnelle Aufheizung mittels der Erregerspule und dem zugeordneten Susceptor, der aus einem Material besteht, das sehr leicht magnetische Feldlinien absorbiert und sehr schnell magnetische Energie absorbieren kann. Vorzugsweise ist der Susceptor aus weichmagnetischen Werkstoffen, wie Eisen und Eisenlegierungen, z.B. Fe, FeNi, FeNiCo usw. aufgebaut. Dieses trifft besonders im unteren Frequenzspektrum zu. Im höheren Bereich des verwendeten Frequenzspektrums können auch höher schmelzende Metalle und Legierungen wie z. B. Mo (Molybdän), W (Wolfram), Ta (Tantal), Edelstähle und Superlegierungen verwendet werden. Durch Verwendung der erfindungsgemäßen mittel- oder hochfrequenten Energie kann das zu löthende Objekt, die vormontierte Vakuumschaltröhre, sehr rasch auf die gewünschte Löttemperatur erhitzt werden.

[0016] Die Anordnung ist bevorzugt so getroffen, dass die Erregerspule ringförmig ausgebildet ist und die Glocke umgibt und zwar quer zur senkrechten Schal-

tachse der entsprechend innerhalb der Glocke angeordneten Vakuumschaltröhre, wobei die Erregerspule etwa mittig in bezug auf den die Vakuumschaltröhre umgebenden Susceptor angeordnet ist. Für eine optimale Erwärmung ist vorgesehen, den Susceptor auf Isolierstützen beabstandet von der Grundplatte anzuordnen, so dass er die zu lötenden Bereiche der Vakuumschaltröhre außenseitig umgibt.

[0017] Die Leistungen, die die Erregerspule abgeben kann, können zwischen 1,2 kW bis ca. 30 kW variieren, wobei die Frequenzen zwischen 3,5 kHz und ca. 1 MHz liegen.

[0018] Als Saugpumpe wird eine Ultra-Hochvakuumpumpe eingesetzt, so dass während des ganzen Lötvorganges der Druck innerhalb der Glocke auf einen Wert kleiner als 2×10^{-7} mbar gehalten werden kann.

[0019] Für das Be- und Entladen der Lötvorrichtung ist die Glocke bewegbar insbesondere hebbbar, beispielsweise mittels einer Hubvorrichtung.

[0020] Zur Steigerung der Produktivität wird bevorzugt die Grundplatte mit mehr als einem Lötplatz ausgerüstet, d. h. mit mehr als einer Durchbrechung, wobei jeder Durchbrechung eine Glocke zugeordnet ist auf der Oberseite und auf der Unterseite ein Saugstutzen. Alle Saugstutzen einer Grundplatte werden über Saugleitungen zu einer Hochvakuumanlage geführt, und jedem Saugstutzen ist zum Koppeln und/oder Trennen der Glocke mit der Hochvakuumpumpe ein entsprechendes Hochvakuumventil zugeordnet. Die Heizeinrichtung in Gestalt der Erregerspule mit Generator ist den Lötplätzen so zugeordnet, dass durch entsprechende Bewegung der Erregerspule und des Generators die einzelnen Lötplätze nacheinander mit der einen Erregerspule anfahrbar sind. Für den Fall, dass auf der Grundplatte zwei Reihen von Lötplätzen parallel zueinander vorgesehen sind, kann die Erregerspule mit dem Generator auf einer dazwischen angeordneten Schiene verfahrbar und drehbar und anhebbar angeordnet sein. Bei Anordnung der Lötplätze auf einer Scheibe kreisringförmig kann die Erregerspule mit dem Generator in der Mitte angeordnet sein und durch entsprechende Drehbewegung zu den einzelnen Lötplätzen bewegt werden. Des weiteren kann der Generator mit einer Hubeinrichtung zum Ausführen einer senkrechten Hubbewegung ausgerüstet sein.

[0021] Darüber hinaus ist es möglich, die Fertigungsanlage mit mehreren Lötplätzen und einem Generator und einer Erregerspule mit einer Steuerungseinrichtung zu versehen, so dass der Fertigungsprozess automatisch durchführbar ist, d. h. das Beschicken der Lötplätze, das Evakuieren der bestückten Lötplätze, das Aufheizen, Abkühlen und die Entnahme und das erneute Bestücken, was nacheinander wie auf einem Karussell abfolgen kann. Die Steuerung kann über PC und/oder mittels einer SPS-Steuerung erfolgen.

[0022] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht die wirtschaftliche Herstellung von Vakuumschaltröhren. Hierbei werden folgende Vorteile erreicht:

- sehr rasche Aufwärmung der Vakuumschaltröhren durch Einsatz kleiner Einheiten, d.h. kleiner Glocken als Vakuumkammern,
- gute Kontrollmöglichkeiten der vormontierten Vakuumschaltröhre während des ganzen Lötprozesses durch Einsatz von durchsichtigen Quarzglasglocken, jede Vakuumschaltröhre ist auch visuell beobachtbar.
- Das Fließen des Lotes während des Lötprozesses der Vakuumschaltröhre ist gut zu beobachten.

[0023] Durch Ausbildung jedes Lötplatzes für eine oder mehrere Vakuumschaltröhren mit geringstmöglichem Raumbedarf sind extrem kurze Evakuierungszeiten für den Lötplatz unterhalb der Glocke möglich.

[0024] Durch das geringe Volumen und die Masse der Lötvorrichtung und der nur geringen Anzahl von zu lötenden Vakuumschaltröhren an einem Lötplatz können sehr niedrige Drücke während des Lötprozesses erreicht werden.

[0025] Die gesamte Vorrichtung zum Entgasen und Löten von Vakuumschaltröhren erfordert aufgrund des einfachen Aufbaus insgesamt geringe Investitionskosten, wobei jedoch große Fertigungsmengen an Vakuumschaltröhren in einem automatisierten oder halbautomatisierten Prozess in der Anlage hergestellt werden können.

[0026] Sehr schnelle Aufheiz- und Abkühlzeiten des Lötplatzes in der Glocke sind möglich, da nur eine oder eine sehr geringe Anzahl von Vakuumschaltröhren an einem Lötplatz aufgeheizt und abgekühlt werden müssen.

[0027] Die Temperatur und auch der Druck in der Kammer kann sehr genau gemessen und der Fertigungsprozess entsprechend gesteuert werden.

[0028] Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich insbesondere zum Herstellen von Vakuumschaltröhren für Lasttrennschalter, Vakuumschütze für Mittelspannung und Niederspannung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellte Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1a, b, c: eine Lötvorrichtung mit einem Lötplatz in einer Schnittansicht in geschlossenem, geöffnetem leeren und geöffnetem mit einer Vakuumschaltröhre bestückten Zustand;
- Figur 2: eine vormontierte Vakuumschaltröhre im Längsschnitt;
- Figur 3 u. 4: eine vertikale Schnittansicht und eine Draufsicht einer Vorrichtung mit in zwei parallelen angeordneten Lötplätzen;
- Figur 5 u. 6: im vertikalen Schnitt und Drauf-

sicht eine Vorrichtung mit auf einem Kreisring angeordneten Lötplätzen;

Figur 7 u. 8:

einen vertikalen Schnitt durch einen Lötplatz für mehrere Vakuumschaltröhren, sowie die Draufsicht hierauf in schematisierter Form.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

[0030] Der Aufbau einer Vakuumschaltröhre für Mittelspannung und Niederspannung ist beispielhaft in der Figur 2, wie eingangs erläutert, dargestellt. Zum gleichzeitigen Löten und Entgasen der vormontierten Vakuumschaltröhre und Fertigstellung derselben, ist eine Vorrichtung mit dem prinzipiellen Aufbau nach Figuren 1a, 1b, 1c vorgesehen. Ein Lötplatz 2 für mindestens eine oder eine geringe Anzahl von vormontierten Vakuumschaltröhren 1 ist auf einer Grundplatte 21 aus Edelstahl eingerichtet. Dem Lötplatz 2 ist auf der Grundplatte 21 eine Durchbrechung 27, beispielsweise in Kreisform, zugeordnet. Auf der Oberseite der Grundplatte ist um die Durchbrechung 27 eine ringförmige Nut 28 ausgebildet, in der ein Dichtungsring 22, beispielsweise ein Viton-O-Ring, hochvakuumdicht mit der Grundplatte 21 verbunden angeordnet ist. Auf der Grundplatte 21 und dem Dichtungsring 22 ist die Glocke 20 aus Quarzglas aufgesetzt. Auf der Unterseite der Grundplatte 21 ist der Saugstutzen 24 hochvakuumdicht an der Ausnehmung 27 angeschlossen, der mit einer hier nicht näher dargestellten Ultrahochvakuumpumpanlage verbunden ist. Im Kopfbereich der Glocke 20 ist eine hochvakuumdichte Durchführung 23 für Thermoelemente T1, T2, T3 oder auch mehr zum Erfassen der Temperaturen innerhalb der Glasglocke während des Fertigungsprozesses an verschiedenen Bereichen vorgesehen. Für die Halterung der zu verlötenden und entgasenden, vormontierten Vakuumschaltröhre 1 ist auf der Grundplatte bevorzugt im Bereich der Durchbrechung 27 eine Aufnahmeplatte 25 bevorzugt eine gitterförmige Aufnahmeplatte 25 oder eine Lochplatte angebracht. An der Aufnahmeplatte 25 ist ein Auflagegeständer 29 für die Vakuumschaltröhre befestigt. Die vormontierte Vakuumschaltröhre kann in einer Lötlehre gehalten sein, mit der sie an dem Lötplatz in der Aufnahmeplatte bzw. dem Aufnahme- ständer durch Einstecken selbstzentrierend in der Schaltachse X der Vakuumschaltröhre gehalten ist. Die Aufnahmeplatte 25 ist gitterförmig ausgebildet, um zwischen der Glocke 20 und dem Saugstutzen 24 eine Verbindung mit einem hohen Strömungsleitwert zu ermöglichen. Die Druckmesselemente P 1 und P2 sind in die Glocke 20 bzw. Saugleitung 24 eingebaut, um den Druck während des Fertigungsprozesses zu erfassen und das nötige Hochvakuum über die Pumpanlage sicherzustellen.

[0031] Zum Erreichen einer sehr schnellen und ausreichenden Löttemperatur ist die Erregerspule 3 vorgesehen, die die Glocke 20 ringförmig quer zur in der

Schaltachse X senkrecht gelagerten Vakuumschaltröhre 1 außenseitig umgibt. Die Erregerspule 3 wird mit mittel- oder hochfrequenter Energie betrieben, hierzu ist ein Mittelfrequenzgenerator oder Hochfrequenzgenerator vorgesehen, der nicht näher dargestellt ist. Um ein homogenes Aufheizen und eine homogene Temperatur der zu verlötenden Vakuumschaltröhre 1, die sich innerhalb des Lötplatzes 2 befindet, zu erreichen, ist zwischen der Erregerspule 3 und der Vakuumschaltröhre 1 ein Susceptor 4 innerhalb der Glocke 20 platziert. Der Susceptor 4 hat die zylindrische Form eines Rohrstückes und ist auf Isolierstützen 40 beabstandet, auf der Oberseite der Grundplatte 21 angeordnet. Die Länge des Susceptors 4 ist so bemessen, dass er die zu verlötenden Bereiche der Vakuumschaltröhre 1 außenseitig überdeckt. Der Susceptor kann bestehen aus einem Material, das sehr leicht magnetische Feldlinien absorbiert und somit sehr schnell magnetische Energie absorbieren kann, beispielsweise aus weichmagnetischen Werkstoffen wie Eisen und Eisenlegierungen. Durch Einsatz der mittel- oder hochfrequenten Energie über die Erregerspule 3 kann die zu lötfende Vakuumschaltröhre sehr rasch auf die gewünschte Löttemperatur erhitzt werden.

Der Fertigungsprozess kann wie folgt ablaufen:

[0032] Die Glocke 20 ist in Pfeilrichtung Pf1 abgehoben, siehe Figur 1b, die vormontierte Vakuumschaltröhre 1, vormontiert in einer Lötlehre, wird von ihrem War-teplatz in die Aufnahmeplatte 25 des Lötplatzes eingesteckt, siehe Figur 1c, die Glocke 20 wird auf die Grundplatte wieder aufgesetzt, siehe Figur 1a, danach erfolgt das Evakuieren der Glocke 20 über die durch den Saugstutzen 24 angeschlossene Pumpanlage bis auf einen Wert kleiner als 2×10^{-7} mbar. Danach erfolgt das Aufheizen der Vakuumschaltröhre 1 durch Beaufschlagung der Erregerspule 3 mit mittelfrequenter Energie, wobei die Leistung der Spule je nach zu lötfendem Objekt zwischen 1,2 kW bis 30 kW liegen kann, die Frequenzen zwischen 3,5 kHz und 1 MHz bevorzugt. Mittels der Thermoelemente T1, T2, T3 ... bis Tn wird die Temperatur innerhalb der Glocke 20 und an der Vakuumschaltröhre 1 erfasst und die Aufheizzeit bis zur Löttemperatur, der Lötvorgang und das nachfolgende Abkühlen mittels einer nicht dargestellten Prozesssteuerung gesteuert. Die erforderlichen Temperaturen zum Löten der Vakuumschaltröhre liegen zwischen 700°C und 960°C. Nach dem Löten und schon während des Abkühlens wird die Glocke 20 mit sehr reinem und trockenem Stickstoff geflutet bis zum Atmosphärendruck und wieder in Pfeilrichtung Pf1 abgehoben und die entgaste und gelötfete Vakuumschaltröhre 1 entnommen und eine neue vormontierte Vakuumschaltröhre mit Lötlehre wieder eingesetzt.

[0033] Für den Fall, dass kleinere Vakuumschaltröhren 1 zu entgasen und zu löten sind, ist es auch möglich an einem Lötplatz 2, wie in der Figur 7 und 8 dargestellt,

beispielsweise 3 vormontierte Vakuumschaltröhren 1 in die Aufnahmeplatte 25 einzusetzen und wie bei Figur 1 beschrieben, den Entgasungs- und Verlötungsprozess durchzuführen.

[0034] Vorteilhaft kann jedoch die erfindungsgemäße Ausbildung eines Lötplatzes für eine Vakuumschaltröhre vervielfältigt werden, wobei beispielsweise eine Mehrzahl von Lötplätzen auf einer Grundplatte 21, wie beispielsweise in der Figur 3 und 4 schematisch dargestellt, ausgebildet werden. Beispielsweise können die Lötplätze 2 in zwei zueinander parallelen Reihen auf einer Grundplatte 21 angeordnet sein, wobei jeder Lötplatz eine Durchbrechung 27 aufweist, auf der Oberseite der Grundplatte 21 mit einem Susceptor 4 und einer Glocke 20 mit Thermoelementen ausgerüstet ist und auf der Unterseite der Grundplatte 21 der Saugstutzen 24 für die Verbindung zur Hochvakuumpumpanlage vorgesehen ist. Alle Saugstutzen 24 jedes Lötplatzes 2 sind mit einem Hochvakuumventil 26 zum Koppeln und/oder Trennen der Glocke 20 mit der Hochvakuumpumpe ausgerüstet, die Saugstutzen werden über eine weitere Verbindungsseite 24a mit der Hochvakuumpumpanlage verbunden. Für die Erwärmung des Lötplatzes bzw. der Vakuumschaltröhre ist der Generator 5 mit der Erregerspule 3 auf einer zwischen den beiden Reihen von Lötplätzen parallel angeordneten Schiene 6 verfahrbar in Pfeilrichtung Pf3 angeordnet. Des weiteren ist der Generator 5 mit der Erregerspule 3 auf der Schiene 6 um seine vertikale Achse in Pfeilrichtung Pf4 drehbar angeordnet, so dass der Generator 5 mit Erregerspule 3 wahllos und/oder nacheinander jeden Lötplatz jeder Reihe anfahren kann durch Bewegung in Pfeilrichtung Pf3 bzw. Pf4.

[0035] Der Fertigungsprozess erfolgt in der Weise, dass bei abgehobener Glocke 20 sowohl die Be- als auch Entladung des Lötplatzes 2 mit der Vakuumschaltröhre 1 vorgenommen wird als auch die Erregerspule 3 in die Position gefahren wird oder aus der Position entfernt wird, und nach dem Beladen und in Position bringen der Erregerspule die Glocke 20 wieder auf den Lötplatz 2 aufgesetzt wird. Für die Positionierung der Erregerspule 3 ist des weiteren eine Hubvorrichtung vorgesehen, um den Generator mit Erregerspule in Pfeilrichtung Pf5 zu bewegen. Mit der in der Figur 3 und 4 dargestellten Vorrichtung können nacheinander und/oder wahllos die einzelnen Lötplätze 2 aktiviert werden, wobei eine große Flexibilität beim Chargieren, Löten, Dechargieren und Abkühlen der zu lötfenden Vakuumschaltröhren ermöglicht ist. Durch Ausbildung der fahrbaren und bewegbaren Erregerspule 3 wird der Vorteil erreicht, dass die Gesamtinvestitionen in bezug auf die Vakuumanlagen und den mittelfrequenten oder hochfrequenten Generator klein gehalten werden kann. Darüber hinaus benötigt die Anlage mit mehreren Lötplätzen nur einen einzigen Ultrahochvakuumpumpanlage, um die einzelnen Glocken 20 jeweils nacheinander und/oder wahllos zu evakuieren. Hierfür ist nur ein Hochvakuumventil 26 zwischen jeder Glocke und der Pumpan-

lage erforderlich, so dass jede Glocke mit Inhalt autark benutzbar wird.

Eine andere Möglichkeit zur Erhöhung der Fertigungskapazität zeigt die in den Figuren 5 und 6 schematisch dargestellte Anlage, bei der die Lötplätze 2 mit Glasglocken 20 auf einer scheibenförmigen Grundplatte 21 im Kreisring angeordnet und ausgebildet sind. Die Anlage ist analog zu der in den Figuren 3 und 4 erläuterten Anlage aufgebaut, wobei hier der Generator 5 in der Mitte der Grundplatte angeordnet ist und sowohl in Pfeilrichtung Pf4 drehbar jeweils um vorprogrammierbare Winkelstellung der Spule bewegbar ist und darüber hinaus auch eine Hubbewegung in Pfeilrichtung Pf5 ausführen kann.

[0036] Bei Ausbildung der Anlage mit mehreren Lötplätzen können die Aufheiz-, Abkühl- und Chargierzeiten der Lötplätze so gewählt werden, dass ein automatischer Fertigungsprozess der Lötplätze nacheinander ablaufen kann, wodurch ein kontinuierlicher und flexibler Fertigungsprozess ermöglicht wird. Zumindest die Prozessschritte des Evakuierens und Aufheizens können über die Druck- und Temperaturerfassung der Lötplätze über PC und/oder SPS-Steuerung gesteuert und automatisiert werden. Darüber hinaus ist auch das Chargieren, d.h. das Be- und Entladen mit den vormontierten Vakuumschaltröhren einschließlich des Öffnens und Schließens der Lötplätze durch An- und Abheben der Glocken beispielsweise mittels Robotern automatisierbar. Die Qualität der verlöteten und entgasten Vakuumschaltröhren kann gesteigert werden und die Fertigungskosten gesenkt werden.

[0037] Die erfindungsgemäße Ausbildung eines Lötplatzes und einer Vorrichtung mit Lötplätzen zum Entgasen und Verlöten von Vakuumschaltröhren in einem Durchgang kann in vielfältiger Weise variiert werden. Beispielsweise kann ein zentrales, ölfreies Vorvakuum-system in Verbindung mit einem zentralen Hochoder Ultrahochvakuum-system als Pumpanlage vorgesehen werden. In diesem Fall wird jede Glocke eines Lötplatzes über Ventile mit der Pumpanlage verbunden. Natürlich sind auch dezentrale Ultrahochvakuum-pumpanlagen möglich. Das erfindungsgemäß vorgesehene Baukastensystem ermöglicht in einfacher Weise die Fertigungskapazität zu erhöhen, indem entsprechend viele Lötplätze auf einer Grundplatte oder mehrere Grundplatten mit mehreren Lötplätzen vorgesehen sind, wobei eine gemeinsame Ultrahoch-Vakuumpumpenlage vorsehbar ist und gegebenenfalls eine Mehrzahl von Generatoren mit Erregerspule für die einzelnen Grundplatten mit mehreren Lötplätzen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Entgasen und Verlöten von vormontierten Vakuumschaltröhren in einem einzigen Lötvorgang, umfassend eine Grundplatte (21) mit mindestens einem Lötplatz (2) mit einer Durchbre-

chung (27) der Grundplatte für den Anschluss einer Saugpumpe und einer die Durchbrechung (27) überdeckenden auf die Grundplatte aufsetzbaren und abhebbaren Glocke (20), mit einer die Glocke (20) außenseitig umgebenden mit mittel- oder hochfrequenter Energie beaufschlagbaren Erregerspule (3), mit einem Mittel- oder Hochfrequenz-generator für die Erregerspule, und einem innerhalb der Glocke (20) angeordneten, als zylindrisches Rohrstück für die Aufnahme mindestens einer vormontierten Vakuumschaltröhre ausgebildeten Susceptor (4).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Grundplatte (21) oberhalb der Durchbrechung (27) bzw. in der Durchbrechung (27) eine gitterartige Aufnahmeplatte (25) oder Lochplatte zum Einsetzen der mindestens einen zu verlötenden vormontierten Vakuumschaltröhre (1) vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Oberseite der Grundplatte (21) eine die Durchbrechung (27) umgebende Ringnut (28) ausgebildet ist, in der ein Dichtungsring (22) hochvakuumdicht mit der Grundplatte (21) verbunden angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kopfbereich der Glocke (20) Thermoelemente (T1, T2, ... Tn) mittels einer hochvakuumdichten Durchführung (23) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Unterseite der Grundplatte (21) an die Durchbrechung (27) ein Saugstutzen (24) hochvakuumdicht angeschlossen ist, der mit der Saugpumpe verbindbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Druckmesselemente (P1, P2) für den Innenraum der Glocke (20) und für die Verbindungsleitung zu der Saugpumpe vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Susceptor (4) im unteren Bereich des verwendeten Frequenzspektrums aus einem weichmagnetischen Werkstoff, wie Eisen und Eisenlegierungen und/oder im höheren Bereich des verwendeten Frequenzspektrums aus hochschmelzenden Metallen und Legierungen wie Mo, W, Ta, Edelstähle und Superlegierungen aufgebaut ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Susceptor (4)

auf an der Grundplatte 21 befestigter Isolierstütze (40) beabstandet von der Grundplatte (21) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erregerspule (3) die Glocke (29) ringförmig umgibt und etwa mittig in bezug auf den Susceptor (4) angeordnet ist. 5
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erregerspule eine Leistung von 1,2 bis 30 kW bei einer Frequenz zwischen 3,5 kHz und 1 MHz aufweist. 10
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glocke (20) aus Quarzglas gefertigt ist. 15
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glocke (20) mittels einer Hubvorrichtung bewegbar ist. 20
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erregerspule bewegbar angeordnet ist. 25
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Ausbildung der Grundplatte (21) mit mehr als einem Lötplatz (2) eine einzige Erregerspule (3) vorgesehen ist, die nacheinander und/oder wahllos zu den einzelnen Lötplätzen bewegbar ist. 30
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Ausbildung der Grundplatte (21) mit mehr als einem Lötplatz (2) eine Saugpumpe vorgesehen ist, die über eine Saugleitung und Saugstutzen an alle Lötplätze (2) anschließbar ist, wobei jeder zu einem Lötplatz (2) führende Saugstutzen (24) mit einem Hochvakuumventil (26) ausgerüstet ist. 35 40
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Grundplatte (21) mit in zwei zueinander parallelen Reihen angeordneten Lötplätzen (2) mit Durchbrechung, Glocke und Susceptor vorgesehen ist, und eine Erregerspule (3) mit Generator zwischen den Reihen auf einer Schiene parallel zu den Reihen verlaufend hin und her fahrbar angeordnet ist und eine senkrechte Hubbewegung ausführen kann. 45 50
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Grundplatte (21) in Form einer Scheibe mit auf einem Kreisring angeordneten Lötplätzen (2) mit Durchbrechungen (27) der Grundplatte, Glocke (20) und Susceptor (4) vorgesehen sind und die Erregerspule mit Genera- 55

tor in der Mitte der Scheibe drehbar angeordnet ist und eine senkrechte Hubbewegung ausführen kann.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Lötlehre für die Aufnahme und Halterung der vormontierten Vakuumschalttröhre vorgesehen ist, die in die Aufnahmeplatte (25) des Lötplatzes (2) einsetzbar ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerungseinrichtung für die automatische Durchführung der Prozessschritte des Bestückens der Lötplätze, evakuieren, aufheizen, und steuern der Vakuumkammern in Abhängigkeit von Temperatur und Druck bis zur Entnahme über PC und/oder SPS-Steuerung vorgesehen ist.

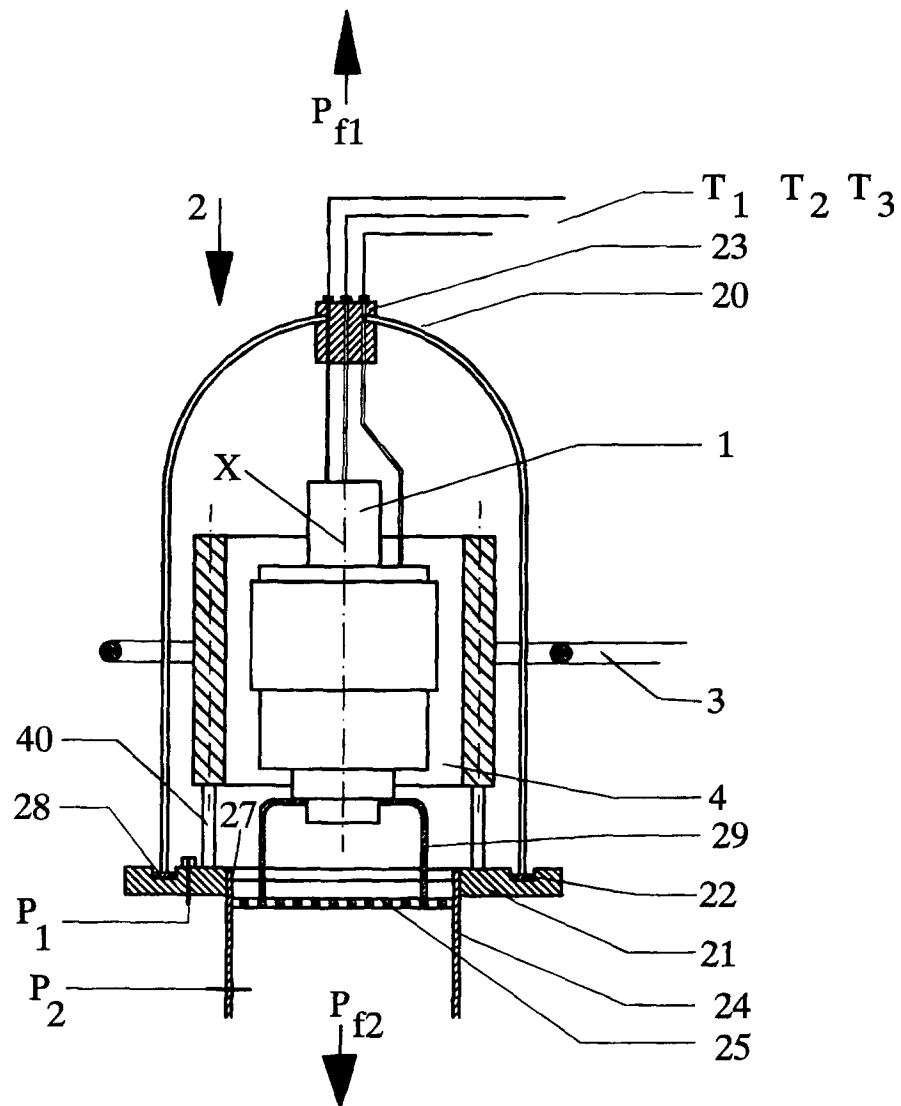


Fig. 1a

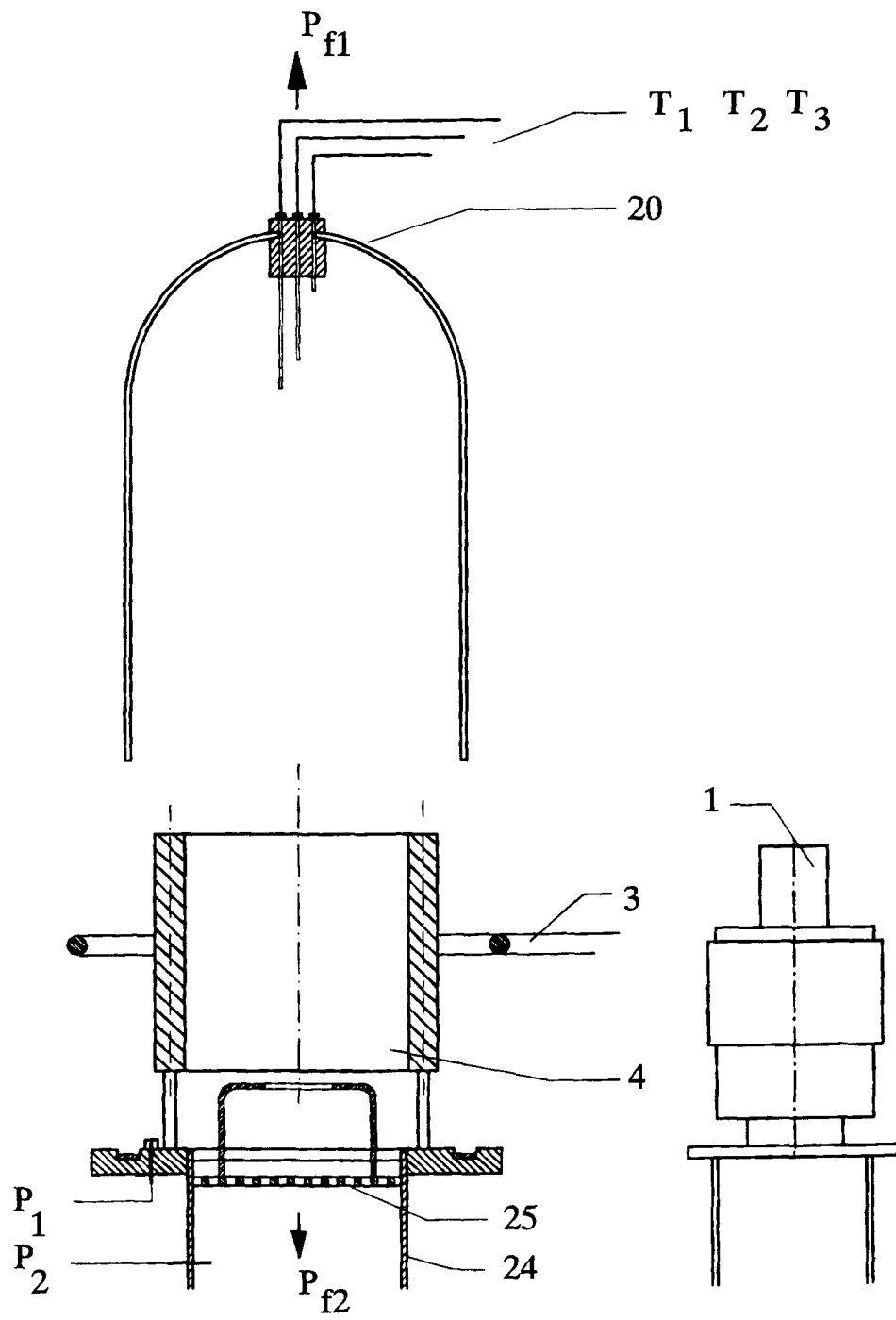


Fig. 1b

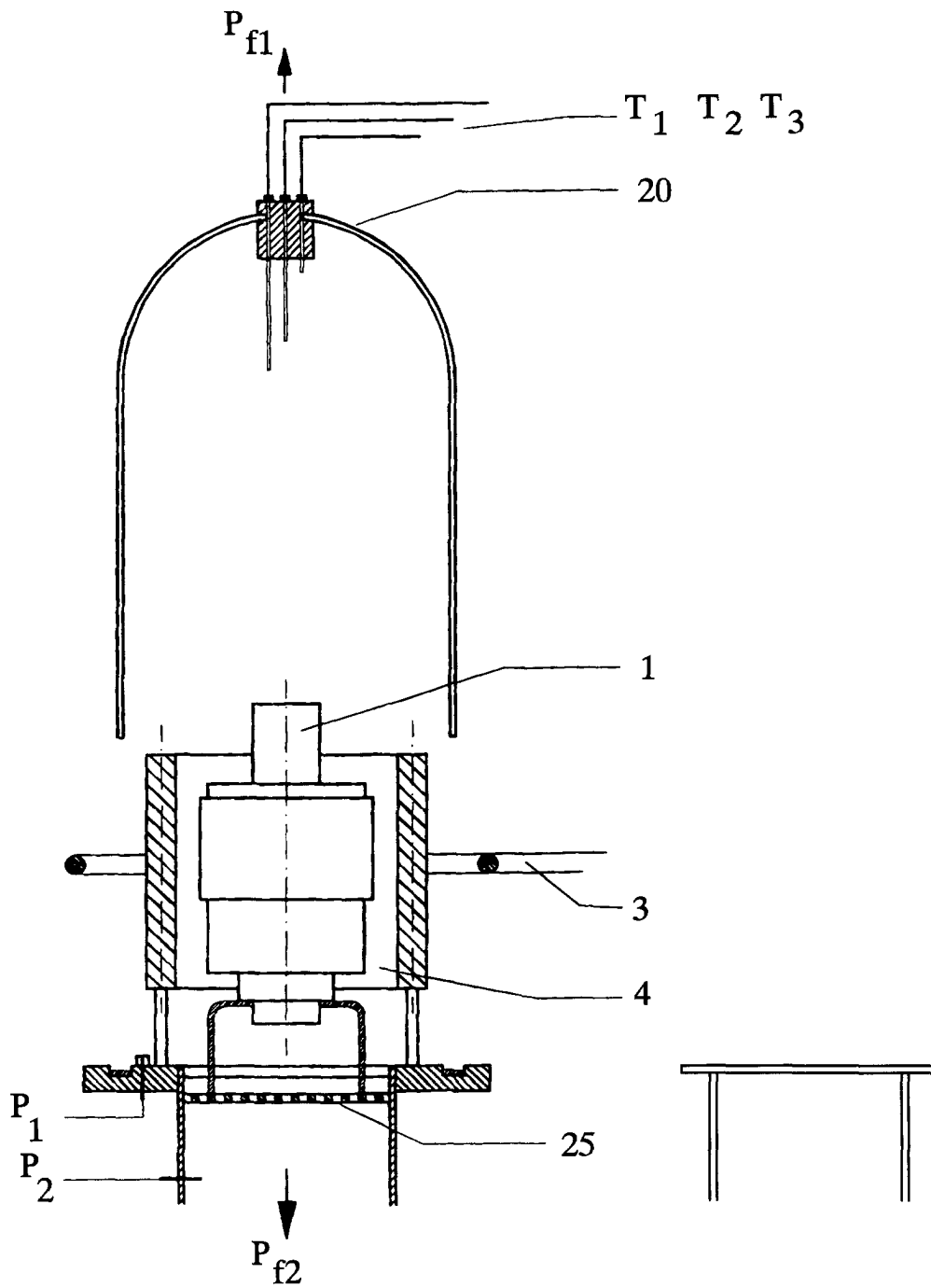


Fig. 1c

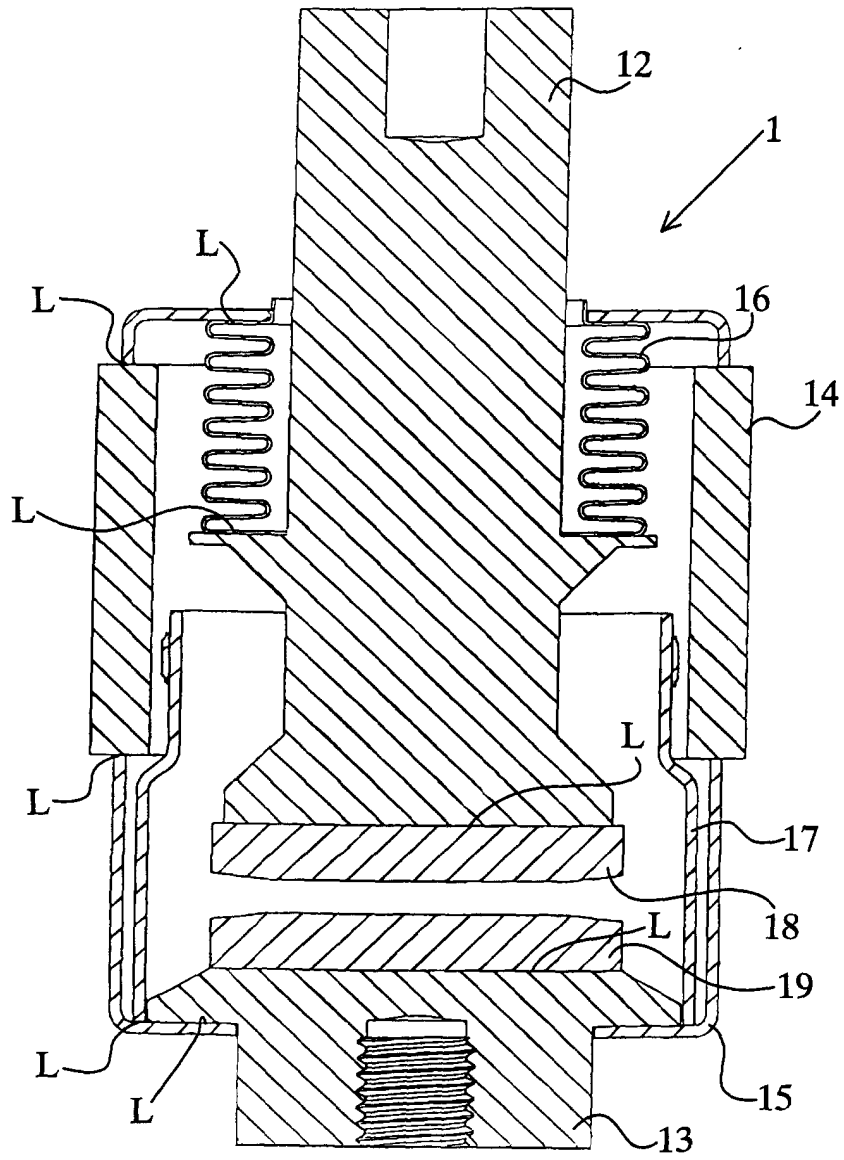


Fig. 2

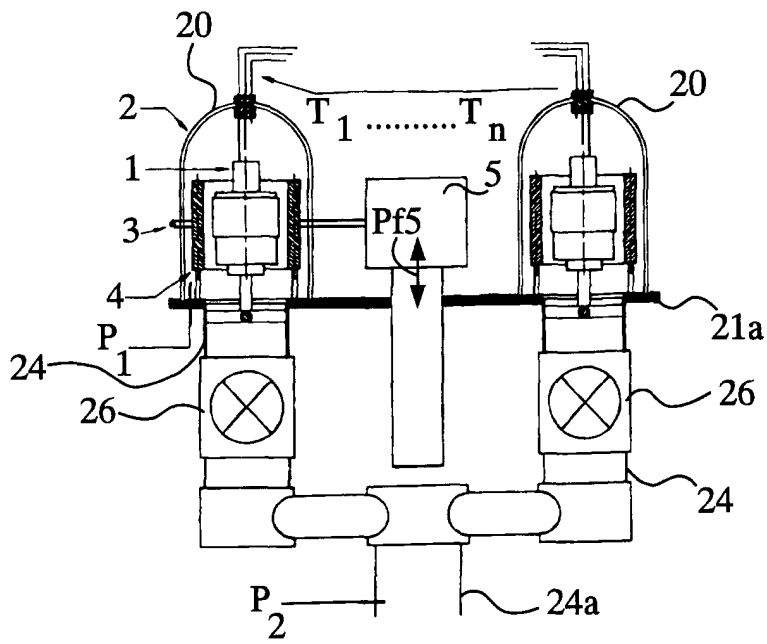


Fig. 3

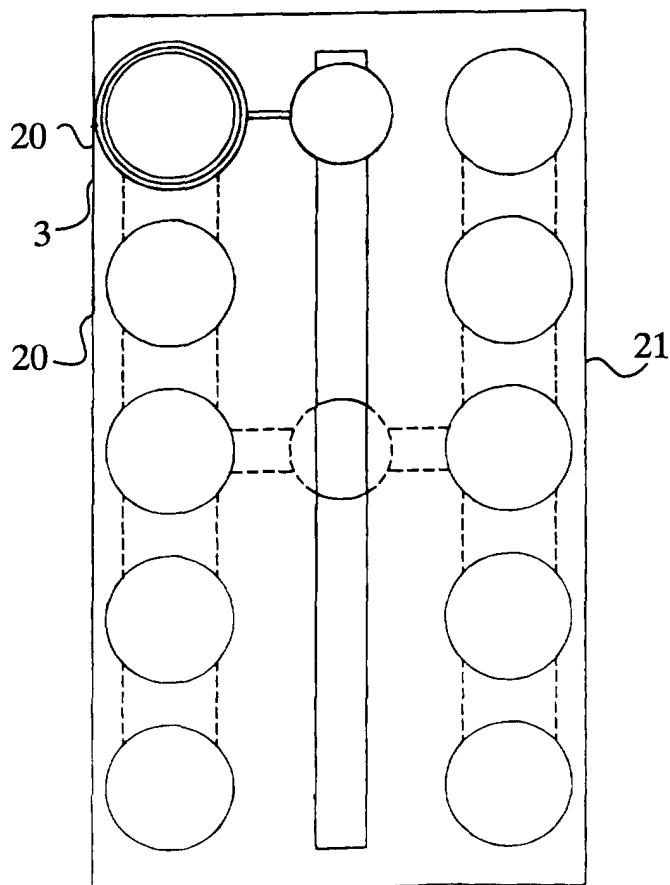


Fig. 4

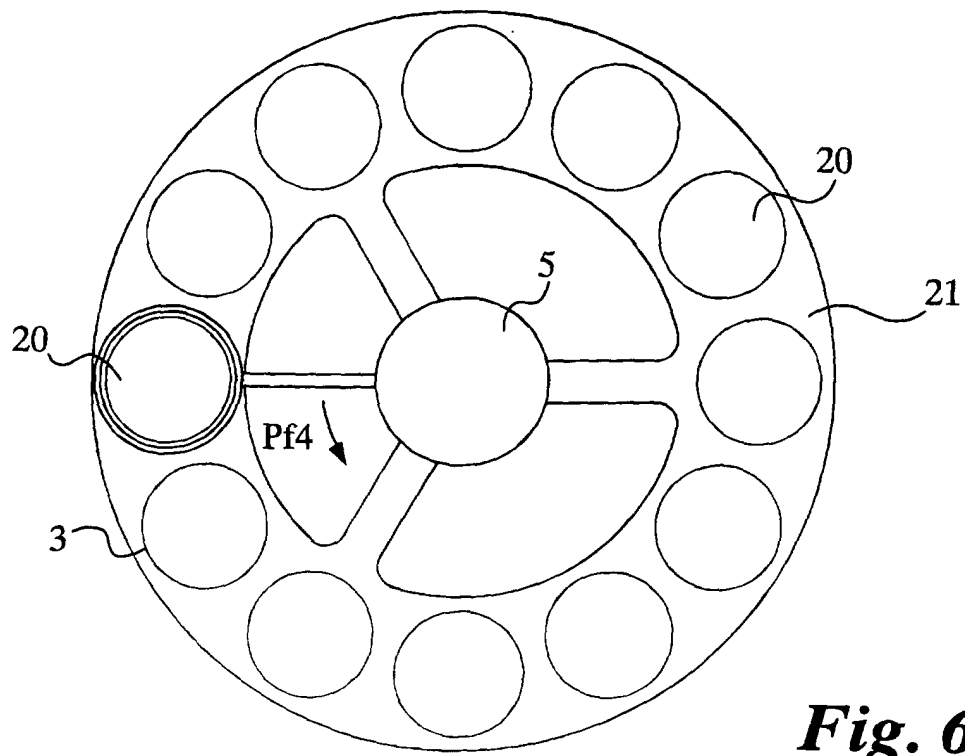
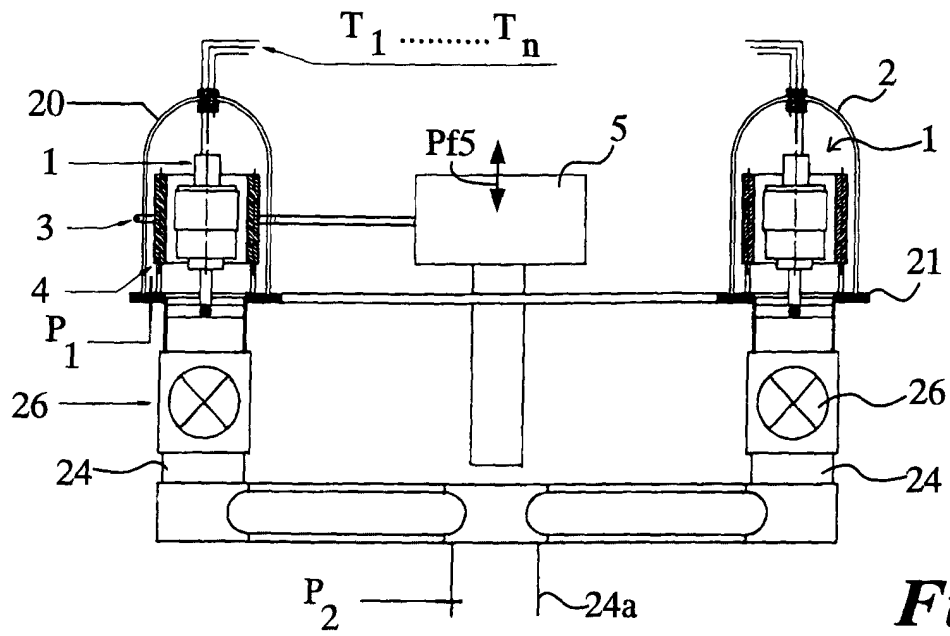


Fig. 8

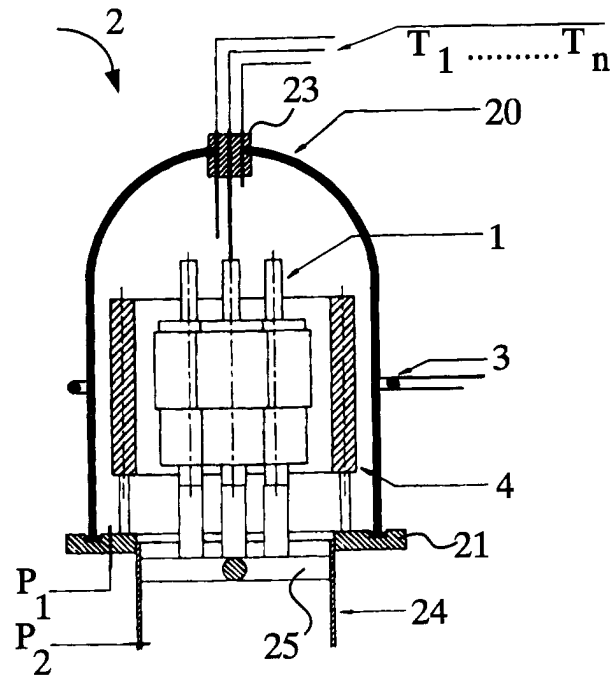
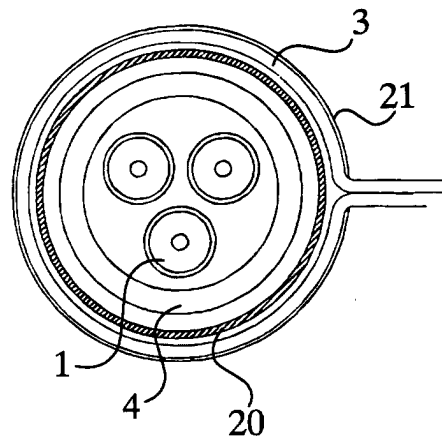


Fig. 7