

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6775868号
(P6775868)

(45) 発行日 令和2年10月28日(2020.10.28)

(24) 登録日 令和2年10月9日(2020.10.9)

(51) Int.Cl.	F 1
H 05 B 3/03	(2006.01) H 05 B 3/03
H 05 B 3/00	(2006.01) H 05 B 3/00 350
F 27 B 14/14	(2006.01) F 27 B 14/14
F 27 B 14/10	(2006.01) F 27 B 14/10
F 27 D 11/02	(2006.01) F 27 D 11/02 Z

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-91337(P2016-91337)
 (22) 出願日 平成28年4月28日(2016.4.28)
 (65) 公開番号 特開2017-199625(P2017-199625A)
 (43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)
 審査請求日 平成31年3月27日(2019.3.27)

(73) 特許権者 591099337
 美濃工業株式会社
 岐阜県中津川市中津川964番地の103
 (73) 特許権者 000213297
 中部電力株式会社
 愛知県名古屋市東区東新町1番地
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (72) 発明者 野中 直樹
 岐阜県中津川市中津川964-103 美
 濃工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】通電加熱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性を有する加熱容器の頂部には頂部電極を配置するとともに、加熱容器の底部には底部電極を配置し、頂部電極と底部電極との間に直流電流を通電することにより加熱容器を発熱させて加熱容器内に収容された被加熱物を加熱するように構成された通電加熱装置であって、

前記加熱容器の中心軸線に直交する断面について、前記加熱容器の頂部側において加熱容器の周壁の断面積が頂部側ほど大きくなるように前記周壁がテーパ状をなす頂部側容器部分と前記加熱容器の底部側において加熱容器の周壁の断面積が底部側に向かって変化しない底部側容器部分とを有しこれにより加熱容器の底部側容器部分における周壁の断面積を頂部側容器部分における周壁の断面積よりも小さく形成するとともに、加熱容器の頂部に頂部電極を載置して頂部電極を加熱容器に接続し、かつ頂部電極及び加熱容器の熱膨張率を500において $1 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ /Kに設定した通電加熱装置。

【請求項2】

導電性を有する加熱容器の頂部には頂部電極を配置するとともに、加熱容器の底部には底部電極を配置し、頂部電極と底部電極との間に直流電流を通電することにより加熱容器を発熱させて加熱容器内に収容された被加熱物を加熱するように構成された通電加熱装置であって、

前記加熱容器の中心軸線に直交する断面について、前記加熱容器の頂部側において加熱容器の周壁の断面積が頂部側に向かって変化しない頂部側容器部分と前記加熱容器の底部

10

20

側において加熱容器の周壁の断面積が底部側に向かって変化しない底部側容器部分とを有し加熱容器の底部側容器部分における周壁の断面積を頂部側容器部分における周壁の断面積よりも小さく形成するとともに、加熱容器の頂部に頂部電極を載置して頂部電極を加熱容器に接続し、かつ頂部電極及び加熱容器の熱膨張率を 500×10^{-6} ～ 10×10^{-6} /Kに設定した通電加熱装置。

【請求項3】

前記頂部電極は黒鉛により形成され、加熱容器は導電性セラミックスにより形成されている請求項1又は請求項2に記載の通電加熱装置。

【請求項4】

前記加熱容器の周壁は均一の厚さに形成されている請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の通電加熱装置。

【請求項5】

前記加熱容器の電気抵抗率は、 50×10^{-3} ～ 250×10^{-3} ·cmである請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の通電加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性を有する材料により形成された加熱容器に通電して自己発熱させ、加熱容器内に収容されたアルミニウム等の被加熱物を加熱するに際し、通電加熱を効率良く、安定した状態で継続できる通電加熱装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に通電加熱装置においては、導電性を有する容器の上部及び下部に一对の電極を備え、両電極間に通電することにより容器を加熱し、容器内に収容された金属、セラミックス等の被加熱物を加熱するように構成されている。この場合、容器内に収容される被加熱物は容器内の下部側に存在し、上部側には存在しないことから容器の下部側を加熱して温度上昇させ、上部側の加熱を抑制することが望ましい。

【0003】

この種の通電加熱装置が例えば特許文献1に開示されている。この通電加熱装置は、導電性を有する容器、その容器の上部に接続される上部電極及び容器の下部に接続される下部電極を備え、上部電極と下部電極との間に通電して容器を発熱させて容器内の材料を加熱するように構成されている。

【0004】

前記容器の上部開口端には上方に向けて開口する凹部が設けられ、上部電極は前記凹部に挿入される凸部を備えるとともに、前記凹部には容器の熱により溶解可能な導電性の金属部材が収容されている。この通電加熱装置によれば、上部電極と容器との間で発生する局部発熱を防止して、通電加熱装置の耐久性を向上させるようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-38376号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述した特許文献1に記載されている従来構成の通電加熱装置においては、容器の上部開口端に凹部を設けるとともに、上部電極には前記凹部に挿入される凸部を設け、さらに前記凹部には導電性の金属部材を収容しなければならない。このため、上部電極と容器との接続構成が複雑であるとともに、通電加熱装置の製作が面倒であった。従って、簡易な構成で、発熱効率の良好な通電加熱を安定して継続できる通電加熱装置が求められる。

【0007】

10

20

30

40

50

そこで、本発明の目的とするところは、簡易な構成で、通電加熱を効率良く、安定した状態で継続することができる通電加熱装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するために、本発明の通電加熱装置は、導電性を有する加熱容器の頂部には頂部電極を配置するとともに、加熱容器の底部には底部電極を配置し、頂部電極と底部電極との間に直流電流を通電することにより加熱容器を発熱させて加熱容器内に収容された被加熱物を加熱するように構成された通電加熱装置であって、前記加熱容器の中心軸線に直交する断面について、加熱容器の底部側における周壁の断面積を頂部側における周壁の断面積よりも小さく形成するとともに、加熱容器の頂部に頂部電極を載置して頂部電極を加熱容器に接続し、かつ頂部電極及び加熱容器の熱膨張率を 500×10^{-6} において $1 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ /Kに設定したものである。10

【0009】

前記加熱容器の周壁は、その断面積が底部に到るほど次第に小さくなるようにテーパ状に形成されていることが好ましい。

前記テーパ状に形成された周壁の傾斜角度は、加熱容器の中心軸線に対して $5 \sim 20^\circ$ に設定されていることが好ましい。

【0010】

前記加熱容器の頂部における周壁の断面積を1.0としたとき、底部における周壁の断面積は $0.3 \sim 0.7$ であることが好ましい。20

前記頂部電極は黒鉛により形成され、加熱容器は導電性セラミックスにより形成されていることが好ましい。

【0011】

前記加熱容器の周壁は均一の厚さに形成されていることが好ましい。

前記加熱容器の電気抵抗率は、 $50 \times 10^{-3} \sim 250 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ であること好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明の通電加熱装置によれば、簡易な構成で、通電加熱を効率良く、安定した状態で継続することができるという効果を奏する。30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施形態における通電加熱装置の全体構成を示す断面図。

【図2】加熱容器としてのルツボを示す平面図。

【図3】図1の3-3線における断面図。

【図4】図1の4-4線における断面図。

【図5】頂部電極を示す平面図。

【図6】底部電極を示す平面図。

【図7】頂部電極及びルツボの材質について、温度と熱膨張率との関係を示すグラフ。

【図8】頂部電極とルツボの周壁の頂面との接触状態を示す部分拡大断面図。40

【図9】本発明の別例のルツボを示す断面図。

【図10】本発明のさらなる別例のルツボを示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態を図1～図8に基づいて詳細に説明する。

図1及び図2に示すように、通電加熱装置10を構成する加熱容器としてのルツボ(坩堝)11は、断面逆円錐台状をなし、内部にアルミニウム、亜鉛等の溶融金属よりなる被加熱物12が収容されるとともに、上端部には加熱溶融後の被加熱物12を取り出す注ぎ口13が突出形成されている。このルツボ11は、導電性を有する単一材料により形成されている。ルツボ11の周壁14は全体が一定の厚さに形成されるとともに、ルツボ1150

の底壁 15 は周壁 14 よりも厚く形成されている。

【 0 0 1 5 】

図 1 及び図 5 に示すように、前記ルツボ 11 の周壁 14 の頂面 14a 上には、周壁 14 の頂面 14a と略同一の平面形状を有する平面円環状の頂部電極 16 が載置されて周壁 14 の頂面 14a に接触し、頂部電極 16 と周壁 14 との間で電気的導通が図られている。この頂部電極 16 の一部には、導線 17 の一端を接続するための接続部 18 が突出形成されている。

【 0 0 1 6 】

図 1 及び図 6 に示すように、ルツボ 11 の底壁 15 の下面 15a には、底壁 15 と略同一の平面形状を有する円板状の底部電極 19 が配置され、その上面 19a が底壁 15 の下面 15a に接触し、底部電極 19 と底壁 15 との間で電気的導通が図られている。この底部電極 19 には導線 17 の一端が接続される。

10

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、前記頂部電極 16 に一端が接続された導線 17 の他端は直流電源 20 に接続されるとともに、底部電極 19 に一端が接続された導線 17 の他端も直流電源 20 に接続されている。そして、頂部電極 16 と底部電極 19 との間に直流電源 20 から導線 17 を介して直流電流を通電することにより、ルツボ 11 の周壁 14 及び底壁 15 を自己発熱させてルツボ 11 内の被加熱物 12 を加熱溶融又は高温に保持するようになっている。

【 0 0 1 8 】

20

図 1 の二点鎖線に示すように、前記周壁 14 の内周面及び外周面、並びに底壁 15 の内面には、周壁 14 及び底壁 15 の表面を保護するための酸化膜 21 が形成されている。この酸化膜 21 は、頂部電極 16 が接触する周壁 14 の頂面 14a 及び底部電極 19 が接触する底壁 15 の下面 15a には形成されておらず、頂部電極 16 と周壁 14 の頂面 14a との間及び底部電極 19 と底壁 15 の下面 15a との間の導通性に支障を来さないようになっている。

【 0 0 1 9 】

前記ルツボ 11 の周壁 14 は、その断面積が底部に到るほど次第に小さくなるようにテバ状に形成されている。ここで、周壁 14 の断面積は、ルツボ 11 の中心軸線（鉛直線）22 に直交する方向すなわち水平方向の断面における面積を表す。周壁 14 の断面積が小さくなるほど電気抵抗値が大きくなり、周壁 14 に通電されたときの発熱量が増大することから、周壁 14 の頂部側の温度より底部側の温度が次第に上昇する一定の温度勾配が形成される。

30

【 0 0 2 0 】

図 3 に示すように、具体的にはルツボ 11 の周壁 14 の頂部における断面は一定幅の大きな直径を有する略円環状をなしている。なお、図 3 の二点鎖線に示すように、この断面においては、注ぎ口 13 の分だけ切欠かれている。一方、図 4 に示すように、ルツボ 11 の周壁 14 の底部における断面は頂部と同じ一定幅の小さな直径を有する円環状をなしている。このため、ルツボ 11 の底部側における周壁 14 の断面積は、頂部側における周壁 14 の断面積の例えば 1 / 2 程度に小さくなり、底部側における周壁 14 の発熱量が頂部側における周壁 14 の発熱量に比べて 2 倍程度増大する。

40

【 0 0 2 1 】

前記ルツボ 11 の頂部と底部における周壁 14 の断面積の比率は、ルツボ 11 の頂部における周壁 14 の断面積を 1 . 0 としたとき、底部における周壁 14 の断面積を 0 . 3 ~ 0 . 7 に設定することが好ましい。底部における周壁 14 の断面積が 0 . 3 を下回る場合には、ルツボ 11 の底部側における内容積が極端に少なくなるとともに、ルツボ 11 の底部側における周壁 14 の温度が急激に上昇し、被加熱物 12 を安定した状態で加熱溶融することが難しくなる。一方、底部における周壁 14 の断面積が 0 . 7 を上回る場合には、底部側における周壁 14 の発熱が少なく、被加熱物 12 の加熱効率を高めることができず好ましくない。

50

【0022】

前記ルツボ11に収容される被加熱物12の加熱効率、被加熱物12の収容量等を考慮し、テーパ状に形成された周壁14の傾斜角度、すなわち周壁14とルツボ11の中心軸線22とのなす角度は好ましくは5~20°、さらに好ましくは7~15°である。この周壁14の傾斜角度が5°より小さい場合には、周壁14をテーパ状に賦形する意義が薄れ、被加熱物12の加熱効率が低下する。その一方、周壁14の傾斜角度が20°よりも大きい場合には、周壁14の底部側の温度上昇は大きくなるが、底部側と頂部側の温度勾配が大きくなり過ぎ、被加熱物12の加熱速度の制御が難しくなるため好ましくない。

【0023】

10

図8に示すように頂部電極16の下面16aはルツボ11の周壁14の頂面14aに面接觸しているが、図8の二点鎖線に示すように、前記頂部電極16は円環状に形成され、熱膨張により変形(反り)が生じやすい。このため、前記頂部電極16の下面16aとルツボ11の周壁14の頂面14aとの間の面接觸を良好に維持すべく、頂部電極16及びルツボ11の熱膨張率(線膨張率)は500において 1×10^{-6} ~ 10×10^{-6} /Kの範囲に設定される。この熱膨張率の範囲内において、頂部電極16の熱膨張率とルツボ11の熱膨張率はできるだけ近い値に設定することが望ましい。

【0024】

前記熱膨張率が 1×10^{-6} /Kより小さい場合、頂部電極16又はルツボ11の材質として、良好な導電性と低い熱膨張率とを兼ね備えた材料の選定が難しくなって好ましくない。その一方、熱膨張率が 10×10^{-6} /Kより大きい場合、頂部電極16及びルツボ11の熱膨張が大きくなり、頂部電極16の下面16aとルツボ11の周壁14の頂面14aとの接觸不良が生じやすくなって接觸部での局部発熱や導通不良が起きて好ましくない。

20

【0025】

前記頂部電極16は、熱膨張率の小さい黒鉛(グラファイト)等により形成されることが好ましい。下記表1及び図7に示すように、前記黒鉛の熱膨張率(熱膨張係数)は、500において 3.3×10^{-6} /Kである。この黒鉛の熱膨張率は、30~530の温度範囲において略同じ値を示す。電極材料としての銅の熱膨張率は、500において約 20×10^{-6} /Kであり、黒鉛に比べて大きな値を示す。

30

【0026】

なお、底部電極19とルツボ11の底壁15との間の導通については、底部電極19の形状が円板状であり、熱膨張による変形が少ないとから、底部電極19とルツボ11の底壁15との接觸は高温時にも維持され、底部電極19の上面19aとルツボ11の底壁15の下面15aとの間の導通は経時的に良好に保持される。このため、底部電極19は、通常銅等により形成される。

【0027】

一方、前記ルツボ11を形成する導電性を有する材料としては、例えばカーボン(C)、炭化ケイ素(SiC)及びムライト(Al_2O_3 、 SiO_2)の混合物より形成される導電性セラミックスが好適に用いられる。

40

【0028】

前記導電性セラミックスとして、例えば次の表1に示すような組成、500における熱膨張率及び電気抵抗率を有する導電性セラミックス1から導電性セラミックス4が用いられる。なお、ムライトは、アルミナとシリカの化合物よりなるアルミニケイ酸塩である。

【0029】

【表1】

材質	成分(質量比)			熱膨張率 ($\times 10^{-6} \text{K}$)	電気抵抗率 ($\times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$)
	カーボン	炭化ケイ素	ムライト		
導電性セラミックス1	31	27	20	3.56	70
導電性セラミックス2	25	15	41	3.49	116
導電性セラミックス3	20	15	46	3.54	145
導電性セラミックス4	15	15	51	3.60	240

表1に示したように、導電性セラミックス1から導電性セラミックス4の500における熱膨張率は $3.49 \times 10^{-6} \sim 3.60 \times 10^{-6} / \text{K}$ であり、いずれも黒鉛の熱膨張率に近似する値を示す。このため、頂部電極16とルツボ11の周壁14の熱膨張は同等であり、頂部電極16の下面16aとルツボ11の周壁14の頂面14aとの接触状態が保持される。

【0030】

一方、図8の二点鎖線に示すように、頂部電極16を銅で形成した場合には、頂部電極16の熱膨張が大きいために頂部電極16の反りが生じ、頂部電極16の下面16aとルツボ11の周壁14の頂面14aとの間が点接触又は線接触となり、頂部電極16の下面16aとルツボ11の周壁14の頂面14aとの間で局部加熱が生ずる。

【0031】

前記ルツボ11の電気抵抗率(電気比抵抗)は、ルツボ11の導電性と発熱性を考慮して、 $50 \times 10^{-3} \sim 250 \times 10^{-3} \cdot \text{cm}$ であることが好ましい。ルツボ11の電気抵抗率が $50 \times 10^{-3} \cdot \text{cm}$ より小さい場合、ルツボ11の導電性を高めることはできるが、ルツボ11の発熱性が低くなり、ルツボ11の周壁14下部における温度上昇が不足する傾向を示して好ましくない。その一方、ルツボ11の電気抵抗率が $250 \times 10^{-3} \cdot \text{cm}$ より大きい場合、ルツボ11の発熱性を高めることはできるが、発熱量が過剰になったり、ルツボ11の導電性が低くなつてルツボ11に十分通電することが難しくなつたりして好ましくない。

【0032】

次に、前記のように構成された実施形態の通電加熱装置10について作用を説明する。

さて、図1に示すように、通電加熱装置10によりルツボ11内に収容される被加熱物12としてのアルミニウムを加熱溶融する場合には、底部電極19をルツボ11の底壁15の下に配置して接触させるとともに、頂部電極16をルツボ11の周壁14の頂面14a上に載せて接触させる。底部電極19と頂部電極16は、それぞれ導線17を介して直流電源20に接続する。続いて、ルツボ11内の下部にアルミニウムを収容する。

【0033】

その状態で、頂部電極16と底部電極19との間に直流電流を通電すると、直流電流は頂部電極16からルツボ11の周壁14及び底壁15を通って底部電極19へと流れ、ルツボ11の周壁14及び底壁15が自己発熱する。このとき、ルツボ11は下部ほど縮径するテーパ状に形成され、ルツボ11の周壁14の断面積は頂部側から底部側へ向かうに従つて次第に減少するようになっている。ルツボ11の周壁14を流れる直流電流についての電気抵抗は周壁14の断面積に反比例することから、ルツボ11の周壁14の頂部側から底部側に向かうほどジュール熱による発熱量が漸増する。

【0034】

すなわち、ルツボ11の底部側で温度上昇が大きく、頂部側で温度上昇が抑えられる。言い換えれば、ルツボ11内の下部に収容されたアルミニウムは速やかに加熱される一方

10

20

30

40

50

、アルミニウムが収容されていないルツボ 1 1 内の上部における加熱が抑えられる。

【0035】

前記通電加熱を継続すると、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 の頂面 1 4 a に接触する頂部電極 1 6 の温度も上昇し、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 と頂部電極 1 6 とが高温に達する。このため、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 と頂部電極 1 6 とがともに熱膨張する。

【0036】

このとき、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 と頂部電極 1 6 の熱膨張率は共に $1 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ / K の範囲内に設定されている。例えば、前記導電性セラミックスで形成される周壁 1 4 の熱膨張率は約 3.5×10^{-6} / K であり、黒鉛で形成される頂部電極 1 6 の熱膨張率は約 5.0×10^{-6} / K であって、略同等に設定されている。このため、周壁 1 4 の熱膨張と頂部電極 1 6 の熱膨張との熱膨張差は許容範囲内に収められ、頂部電極 1 6 の下面 1 6 a と周壁 1 4 の頂面 1 4 a との面接触が良好に維持され、点接触や線接触による局部発熱（異常発熱）を抑えて両者間の電気的な導通が経時的に良好に保持される。その結果、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 の加熱を安定した状態で継続することができる。10

【0037】

以上の実施形態により発揮される効果を以下にまとめて記載する。

(1) この実施形態の通電加熱装置 1 0 においては、ルツボ 1 1 の底部側における周壁 1 4 の断面積を頂部側における周壁 1 4 の断面積よりも小さくなるようにルツボ 1 1 を形成した。このため、ルツボ 1 1 の底部側を縮径する形状により、底部側における周壁 1 4 の断面積を簡単に小さくすることができ、被加熱物 1 2 を加熱するために必要な底部側の周壁 1 4 の温度を容易に高めることができる。20

【0038】

さらに、頂部電極 1 6 及びルツボ 1 1 の熱膨張率を $1 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ / K の範囲に設定した。そのため、頂部電極 1 6 及びルツボ 1 1 の頂部の熱膨張を同等にすることができ、頂部電極 1 6 の下面 1 6 a とルツボ 1 1 の周壁 1 4 の頂面 1 4 a との間の導通性を長期に亘って良好に保持することができる。

【0039】

従って、この実施形態の通電加熱装置 1 0 によれば、簡易な構成で、通電加熱を効率良く、安定した状態で継続することができる。

(2) 前記ルツボ 1 1 の周壁 1 4 は、その断面積が底部に到るほど次第に小さくなるようにテーパ状に形成されている。このため、ルツボ 1 1 の製作を容易に行うことができるとともに、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 の底部側ほど次第に温度上昇するように構成でき、温度制御を明瞭に行うことができる。30

【0040】

(3) 前記テーパ状に形成された周壁 1 4 の傾斜角度 は $5 \sim 20^\circ$ に設定される。そのため、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 の底部側から頂部側への温度勾配を適切なものにでき、被加熱物 1 2 の加熱を円滑に行うことができる。

【0041】

(4) 前記ルツボ 1 1 の頂部における周壁 1 4 の断面積を 1.0 としたとき、底部における周壁 1 4 の断面積は $0.3 \sim 0.7$ である。この場合には、ルツボ 1 1 の底部における周壁 1 4 の温度上昇を適切に設定でき、被加熱物 1 2 の加熱を速やかに行うことができる。40

【0042】

(5) 前記頂部電極 1 6 は黒鉛により形成され、ルツボ 1 1 は前記導電性セラミックスにより形成されている。このとき、頂部電極 1 6 とルツボ 1 1 の周壁 1 4 との熱膨張差を極力抑えることができ、頂部電極 1 6 の下面 1 6 a とルツボ 1 1 の周壁 1 4 の頂面 1 4 a との接触を良好に維持でき、両者間の導通を長期間保持することができる。

【0043】

(6) 前記ルツボ 1 1 の周壁 1 4 は均一の厚さに形成されている。この場合には、ルツボ 1 1 の周壁 1 4 の厚さによらず、ルツボ 1 1 のテーパ形状によりルツボ 1 1 の発熱量を50

制御することができる。

【0044】

(7) 前記ルツボ11の電気抵抗率は、 $50 \times 10^{-3} \sim 250 \times 10^{-3}$ cmである。このため、ルツボ11の周壁14及び底壁15における良好な導通を図ることができると同時に、周壁14の適切な発熱を図ることができる。

【0045】

なお、前記実施形態を次のように変更して具体化することも可能である。

・図9に示すように、ルツボ11の下部を有底円筒部23で構成し、上部を頂部側ほど拡径するテーパ部24で構成してもよい。この場合、被加熱物12はルツボ11の下部側の有底円筒部23内に収容される。そして、ルツボ11の下部側の周壁14の断面積は上部側の周壁14の断面積より小さく設定されているので、被加熱物12を効率良く加熱することができる。10

【0046】

・図10に示すように、ルツボ11の下部を有底円筒部23で構成するとともに、上部を下部側の有底円筒部23より直径の大きい大径円筒部25で構成してもよい。この場合にも、被加熱物12はルツボ11の下部側の有底円筒部23内に収容される。そして、ルツボ11の下部側の周壁14の断面積は上部側の周壁14の断面積より小さく設定されているので、被加熱物12の加熱効率を向上させることができる。

【0047】

・前記加熱容器を、四角筒状等の角筒状に形成し、底部側における周壁14の断面積が頂部側における周壁14の断面積より小さくなるように構成してもよい。20

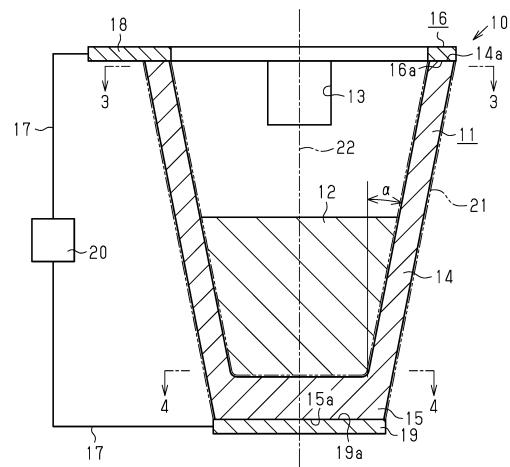
・前記底部電極19と直流電源20との間や頂部電極16と直流電源20との間に遮熱板を配置してもよい。

【符号の説明】

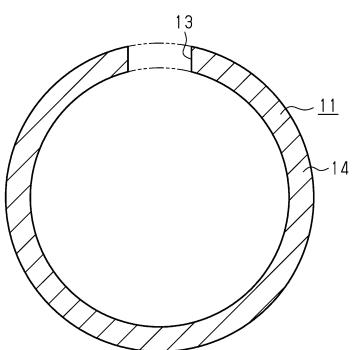
【0048】

10...通電加熱装置、11...加熱容器としてのルツボ、12...被加熱物、14...周壁、
16...頂部電極、19...底部電極、22...中心軸線、...傾斜角度。

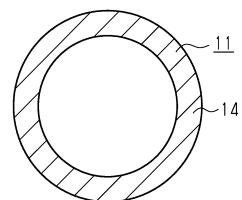
【図1】



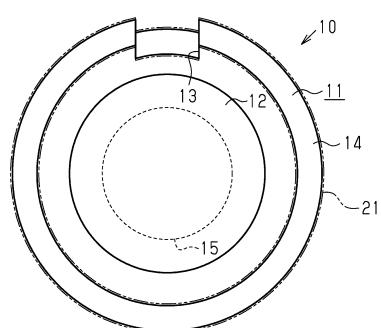
【図3】



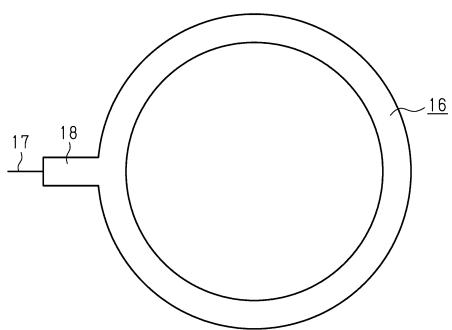
【図4】



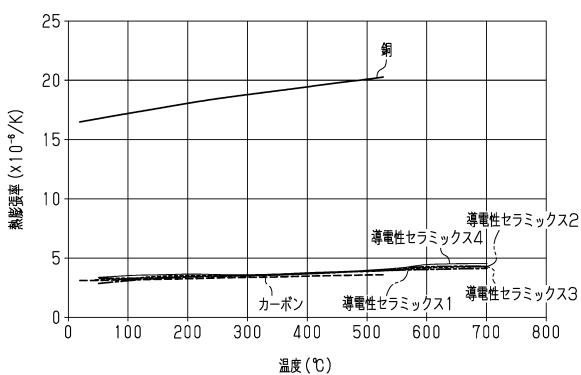
【図2】



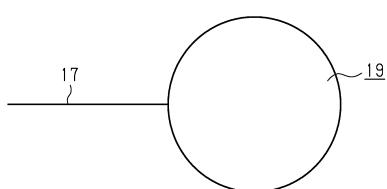
【図5】



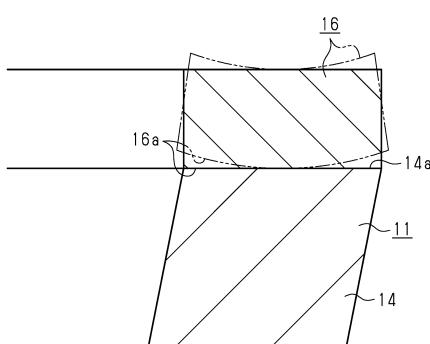
【図7】



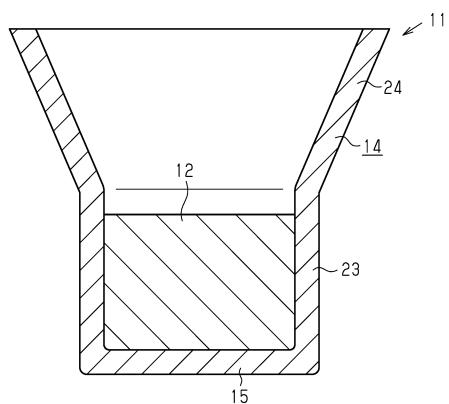
【図6】



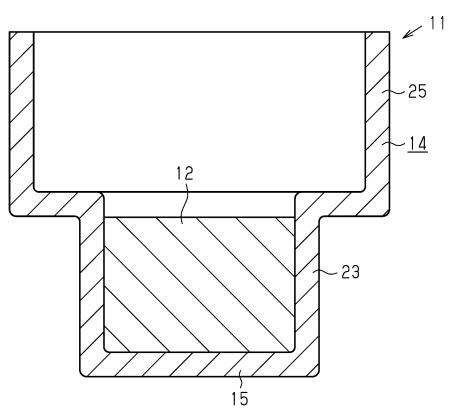
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 小池 貴之
岐阜県中津川市中津川964-103 美濃工業株式会社内

(72)発明者 竹内 章浩
愛知県名古屋市東区東新町1番地 中部電力株式会社内

(72)発明者 三摩 達雄
愛知県名古屋市東区東新町1番地 中部電力株式会社内

審査官 西村 賢

(56)参考文献 特開2010-038376(JP,A)
特開2014-198305(JP,A)
特開2006-024453(JP,A)
特開昭62-283867(JP,A)
特開昭63-025273(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0151943(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 1/00 - 3/82
F27B 14/10
F27B 14/14
F27D 11/02