

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6142409号
(P6142409)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int. Cl.			F I		
C 2 1 D	1/40	(2006.01)	C 2 1 D	1/40	G
B 2 1 D	24/00	(2006.01)	B 2 1 D	24/00	M
C 2 1 D	9/50	(2006.01)	C 2 1 D	9/50	I O I Z
C 2 1 D	9/00	(2006.01)	C 2 1 D	9/00	A

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-174464 (P2012-174464)	(73) 特許権者	390029089 高周波熱錬株式会社
(22) 出願日	平成24年8月6日(2012.8.6)		東京都品川区東五反田二丁目17番1号
(65) 公開番号	特開2014-31566 (P2014-31566A)	(74) 代理人	100082876 弁理士 平山 一幸
(43) 公開日	平成26年2月20日(2014.2.20)	(72) 発明者	大山 弘義 東京都品川区東五反田二丁目17番1号 高周波熱錬株式会社内
審査請求日	平成27年7月31日(2015.7.31)	(72) 発明者	小林 国博 東京都品川区東五反田二丁目17番1号 高周波熱錬株式会社内
		審査官	佐藤 陽一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通電加熱方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ブランク材を通電加熱する方法であって、前記ブランク材は、材質、板厚の何れか一方又は双方が異なる鋼板を溶接部で連結してなり、加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極とを同一の前記鋼板上に間隔をおいて配置し、前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記溶接部を乗り越えないように前記溶接部から遠い前記一方の電極を移動し、前記加熱すべき領域を仮想的に区分して電極の移動方向に沿って並べた領域毎の通電時間を調整する、通電加熱方法。

【請求項2】

前記ブランク材は、板厚の差がなく材質が異なる前記鋼板を前記溶接部で連結してなり、前記溶接部にはスパークが生じるような凹凸が生じておらず、前記一方の電極が一方の前記鋼板の一端に到達する前に、前記他方の電極が前記溶接部を乗り越えて他方の前記鋼板の一端に達するように他方の前記電極を移動する、請求項1に記載の通電加熱方法。

【請求項3】

ブランク材を通電加熱する方法であって、前記ブランク材は、板厚の差がなく材質が異なる鋼板を前記溶接部で連結してなり、前

10

20

記溶接部にはスパークが生じるような凹凸が生じておらず、

加熱すべき領域を横断するように一方の電極と他方の電極をそれぞれ別々の前記鋼板上に前記溶接部と対峙して配置し、前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記一方の電極が前記溶接部及び前記他方の電極から遠ざかるように該一方の電極を移動し、

前記加熱すべき領域を仮想的に区分して電極の移動方向に沿って並べた領域毎の通電時間を調整する、通電加熱方法。

【請求項 4】

前記一方の電極が一方の前記鋼板の一端に達する前に、前記他方の電極を前記溶接部及び前記一方の電極から遠ざかるように移動する、請求項 3 に記載の通電加熱方法。

10

【請求項 5】

鋼板を溶接部で連結してなるブランク材を通電加熱する方法であって、前記ブランク材は、板厚の差がある前記鋼板を前記溶接部で連結してなり、加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極とを同一の前記鋼板上に間隔をおいて配置して、前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記溶接部を乗り越えないように前記溶接部から遠い前記一方の電極を移動し、

前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流すのを停止し、前記一方の電極と前記他方の電極とを別の前記鋼板上に間隔をおいて加熱すべき領域を横断するよう配置して、前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記溶接部を乗り越えないように前記溶接部から遠い前記他方の電極を移動し、

20

加熱すべき領域を高温領域と低温領域とに区分けして加熱する、通電加熱方法。

【請求項 6】

一枚の鋼板でなるワークの加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極とを間隔をおいて配置し、

前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記一方の電極、前記他方の電極の何れか一方又は双方を移動し、

前記加熱すべき領域を仮想的に区分して電極の移動方向に沿って並べた領域毎の通電時間を調整する、通電加熱方法であって、

前記一方の電極又は前記他方の電極を前記ワークの単位長さ当たりの抵抗が増加する方向に移動し、前記抵抗の増加に応じて移動する電極の速度を調整し、前記ワークの加熱すべき領域が所定の分布を有するか又は均一となるように昇温する、通電加熱方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼材などのワークを通電する通電加熱方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車の構造物、例えば各種ピラー、リインフォースメントなどの強度を必要とする部材には、熱処理が施されている。熱処理の種類としては間接加熱と直接加熱とがある。間接加熱には、ワークを炉に収容して炉の温度を制御することで加熱する、いわゆる炉加熱などがある。直接加熱には、ワークに渦電流を流すことで加熱する、いわゆる誘電加熱と、ワークに直接電流を流すことによって加熱する、いわゆる通電加熱がある。

40

【0003】

また、自動車用部品の中には、いわゆるテーラードブランク材をプレス成形したのものがある。これは、材質や厚みが異なる素材の各端部を突き合わせて溶接を行ったあと、プレス加工を施して製造されるものである（例えば特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 58082 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、テーラードブランク材をプレス加工する際に、ブランク材の一部分だけを焼入れ温度まで昇温し、焼入れをしない領域は焼入れ温度まで昇温させないためには、ブランク材のうち焼入れが必要な領域に電極対を配置すると共に、焼入れをしない領域に別の電極対を配置してそれぞれ電流量を制御するなどして、加熱温度を調整しなければならない。

【0006】

つまり、テーラードブランク材などのワークに対して、所定の温度分布を有するように加熱する場合、一つのワークに複数の電極対を配置する必要があり、電極対毎に通電量を制御しなければならず、設備コスト上好ましくない。

【0007】

そこで、本発明においては、ワークを加熱する際、複数の電極対を設ける必要性が少なく、通電加熱方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記目的を達成するために、本発明の一つは、
ブランク材を通電加熱する方法であって、
前記ブランク材は、材質、板厚の何れか一方又は双方が異なる鋼板を溶接部で連結して 20
なり、

加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極とを同一の前記鋼板上に間隔を
おいて配置し、

前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記溶接部を乗り越えない
ように前記溶接部から遠い前記一方の電極を移動し、

前記加熱すべき領域を仮想的に区分して電極の移動方向に沿って並べた領域毎の通電時
間を調整する、通電加熱方法である。

この方法において、好ましくは、前記ブランク材は、板厚の差がなく材質が異なる前記
鋼板を前記溶接部で連結してなり、前記溶接部にはスパークが生じるような凹凸が生じて 30
おらず、

前記一方の電極が一方の前記鋼板の一端に到達する前に、前記他方の電極が前記溶接部
を乗り越えて他方の前記鋼板の一端に達するように他方の前記電極を移動する。

【0009】

前記目的を達成するために、本発明の一つは、
ブランク材を通電加熱する方法であって、
前記ブランク材は、板厚の差がなく材質が異なる鋼板を前記溶接部で連結してなり、前
記溶接部にはスパークが生じるような凹凸が生じておらず、

加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極をそれぞれ別々の前記鋼板上
に前記溶接部と対峙して配置し、前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しな
がら、前記一方の電極が前記溶接部及び前記他方の電極から遠ざかるように該一方の電極 40
を移動し、

前記加熱すべき領域を仮想的に区分して電極の移動方向に沿って並べた領域毎の通電時
間を調整する、通電加熱方法である。

この方法において、好ましくは、前記一方の電極が一方の前記鋼板の一端に達する前に
、前記他方の電極を前記溶接部及び前記一方の電極から遠ざかるように移動する。

【0010】

前記目的を達成するために、本発明の一つは、
鋼板を溶接部で連結してなるブランク材を通電加熱する方法であって、
前記ブランク材は、板厚の差がある前記鋼板を前記溶接部で連結してなり、
加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極とを同一の前記鋼板上に間隔を 50

において配置して、前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記溶接部を乗り越えないように前記溶接部から遠い前記一方の電極を移動し、

前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流すのを停止し、

次いで、前記一方の電極と前記他方の電極とを別の前記鋼板上に間隔をおいて加熱すべき領域を横断するよう配置して、前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記溶接部を乗り越えないように前記溶接部から遠い前記他方の電極を移動し、

これにより加熱すべき領域を高温領域と低温領域とに区分けして加熱する、通電加熱方法である。

【0011】

前記目的を達成するために、本発明の一つは

一枚の鋼板でなるワークの加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極とを間隔をおいて配置し、

前記一方の電極と前記他方の電極との間に電流を流しながら、前記一方の電極、前記他方の電極の何れか一方又は双方を移動し、

前記加熱すべき領域を仮想的に区分して電極の移動方向に沿って並べた領域毎の通電時間を調整する、通電加熱方法であって、

前記一方の電極又は前記他方の電極を前記ワークの単位長さ当たりの抵抗が増加する方向に移動し、前記抵抗の増加に応じて移動する電極の速度を調整し、前記ワークの加熱すべき領域が所定の分布を有するか又は均一となるように昇温する、通電加熱方法である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、ワークの加熱すべき領域を横断するよう一方の電極と他方の電極とを間隔をおいて配置し、一方の電極と他方の電極との間に電流を供給しながら、一方の電極と他方の電極の何れか一方又は双方を移動電極として移動する。

【0014】

よって、ワークの加熱すべき領域の一方向に電極の移動する方向を一致させて、1本の移動電極を一方向に沿って移動するか又は二本の移動電極を同方向若しくは逆方向に移動することにより、加熱すべき領域を一方向に仮想的に区分して並べた各領域（以下、「区分領域」と呼ぶ。）の通電時間を調整することができる。

【0015】

従って、一方の電極と他方の電極との間に一定の電流を供給することで、その電流供給時間によらず区分領域毎に所定の電気量を供給することができ、区分領域毎に異なる電気的エネルギーを供給することも、同一の電気的エネルギーを供給することもできる。このことから、区分領域毎に電極対を用意して配置する必要性が少なくなる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示し、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は通電後の状態の平面図、(d)は通電後の状態の正面図、(e)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【図2】直接通電における基本的な関係式を説明するための図である。

【図3】図1に示す通電加熱方法を使用する際に用いられる通電加熱装置の具体的な構成を示す正面図である。

【図4】図3に示す通電加熱装置の具体的な構成を示す左側面図である。

【図5】図3に示す通電加熱装置の具体的な構成の一部を示す平面図である。

【図6】図3に示す通電加熱装置の具体的な構成を示す右側面図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示し、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は通電後の状態の平面図、(d)は通電後の状態の正面図、(e)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【図8】本発明の第3実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示し、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は通電後の状態の平面図、(d)

10

20

30

40

50

)は通電後の状態の正面図、(e)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【図9】本発明の第4実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示し、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は通電途中の状態の平面図、(d)は通電途中の状態の正面図、(e)は通電後の状態の平面図、(f)は通電後の状態の正面図、(g)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【図10】本発明の第5実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示し、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は通電途中の状態の平面図、(d)は通電途中の状態の正面図、(e)は通電後の状態の平面図、(f)は通電後の状態の正面図、(g)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【図11】本発明の第6実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示し、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は第1回目の通電が終了した状態での平面図、(d)は第1回目の通電が終了した状態での正面図、(e)は第2回目の通電前の状態での平面図、(f)は第2回目の通電前の状態での正面図、(g)は通電後の状態の平面図、(h)は通電後の状態の正面図、(i)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照しながら、本発明の幾つかの実施形態を説明する。本発明の実施形態において、ワークの平面視における奥行き幅の寸法や厚みに制限はない。ワークの加熱すべき領域(以下、「加熱領域」と呼ぶ。)中に開口や切り欠いた領域が存在していてもよい。「加熱領域」とは予めワークに設定される加熱すべき領域を意味し、一方の電極及び他方の電極がワーク上にそれぞれ接触して通電される領域とは異なる。これは、加熱領域の各両端に沿って電極が配置されずに、加熱領域の各端に斜めに電極が配置される場合があるからである。ワークの材質は例えば電流を流して通電加熱される鋼材であり、一つの部材からなっているても、抵抗率や厚みの異なる部材同士を溶接加工などにより一体物としたものであってもよい。また、ワークには加熱領域が一領域だけ設定されている場合のみならず複数の領域が設定されていてよい。その場合、複数の領域は隣接していても、隣接せず離れていてもよい。

【0018】

〔第1実施形態〕

図1は、本発明の第1実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示しており、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は通電後の状態の平面図、(d)は通電後の状態の正面図、(e)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【0019】

本発明の第1実施形態に係る通電加熱方法を実施する際に使用される通電加熱装置10について説明する。通電加熱装置10は、給電部1に電気的に接続され、一方の電極11及び他方の電極12からなる電極対13と、一方の電極11、他方の電極12の何れか一方又は双方を移動する移動機構15と、を備える。

【0020】

移動機構15は、一方の電極11及び他方の電極12をワークwに接触した状態でかつ給電部1から電極対13を経由してワークwに通電している状態で、一方の電極11を移動させ、一方の電極11と他方の電極12との間隔を変化させる。ここで、ワークwは固定されており、移動しない。

【0021】

図1に示す態様では、移動機構15によって一方の電極11が移動するので、一方の電極11を移動電極といい、他方の電極12はワークwに接触したままで移動しないので、他方の電極12を固定電極という。なお、他方の電極12を移動電極とし、一方の電極11を固定電極としてもよいし、一方の電極11及び他方の電極12の何れも移動電極としてもよい。他方の電極12を移動電極とする場合、移動機構15と同様の移動機構によ

10

20

30

40

50

て、移動電極を移動させる。

【 0 0 2 2 】

給電部 1 から電極対 1 3 に一定の電流の供給を開始してから終了までの間で、移動機構 1 5 によって移動速度を調整しながら、移動電極を移動する。これにより、加熱領域を移動電極の移動方向に仮想的に区分した領域（以下、区分領域という。）毎に通電時間を制御することができる。つまり、平面視においてワーク w の奥行き幅に等しい各区分領域があたかも電極移動方向に沿って順に並んでいるとして、加熱領域を想定することができ、区分領域毎に所定の電氣的エネルギーを供給することができる。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示す態様では、説明の簡略化のために、ワーク w の全体領域は加熱領域と一致しており、電極の移動方向に依らず奥行き幅が一定となっている。したがって、給電部 1 から電極対 1 3 を経由してワーク w に一定電流を流しながら、一方の電極 1 1 の移動速度を移動機構 1 5 によって調整することで、区分領域毎に生じる熱量の大きさを制御することができる。

10

【 0 0 2 4 】

移動機構 1 5 は、一方の電極 1 1 及び他方の電極 1 2 のうち移動すべき電極の移動速度を制御する調整部 1 5 a と、調整部 1 5 a によって移動すべき電極を移動させる駆動機構 1 5 b とを備える。調整部 1 5 a は、ワーク w や加熱領域の形状及び寸法に関するデータから移動すべき電極の移動速度を求め、駆動機構 1 5 b がその求めた移動速度により移動すべき電極を移動させる。調整部 1 5 a で求める移動速度について以下説明する。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、単位長さで断面 A_0 に電流 I を時間 t_0 (s) 流して θ_0 昇温すると仮定すると、式 (1) が成り立つ。

$$\theta_0 = \rho_0 / (\rho_0 \cdot C_0) \times (I^2 \times t_0) / A_0^2 \quad () \quad \text{式 (1)}$$

ただし、比熱を C_0 (J / k g ·) , 密度を ρ_0 (k g / m³) , 抵抗率を ρ_0 (· m) とする。

【 0 0 2 6 】

単位長さで断面 A_n に電流 I を時間 t_n (s) 流して θ_n 昇温すると仮定すると、式 (2) が成り立つ。

$$\theta_n = \rho_n / (\rho_n \cdot C_n) \times (I^2 \times t_n) / A_n^2 \quad () \quad \text{式 (2)}$$

30

ただし、比熱を C_n (J / k g ·) , 密度を ρ_n (k g / m³) , 抵抗率を ρ_n (· m) とする。

【 0 0 2 7 】

断面 A_0 、 A_n とし、電流 I を一定にして、温度勾配 $\theta_0 > \theta_n$ とするときの時間 t_0 、 t_n の関係は、式 (3) となる。

$$(\rho_0 \cdot \rho_0 \cdot C_0) / \rho_0 \times A_0^2 / t_0 = (\rho_n \cdot \rho_n \cdot C_n) / \rho_n \times A_n^2 / t_n \quad \text{式 (3)}$$

【 0 0 2 8 】

温度の項及び温度に依存する項を式 (4)、式 (5) のようにまとめて k_0 、 k_n とする。

40

$$(\rho_0 \cdot \rho_0 \cdot C_0) / \rho_0 = k_0 \quad \text{式 (4)}$$

$$(\rho_n \cdot \rho_n \cdot C_n) / \rho_n = k_n \quad \text{式 (5)}$$

すると、式 (3) は式 (6) と同値となり、式 (7) が求まる。

$$k_0 \times A_0^2 / t_0 = k_n \times A_n^2 / t_n \quad \text{式 (6)}$$

$$t_n = k_n / k_0 \times (A_0 / A_n)^2 \times t_0 \quad \text{式 (7)}$$

【 0 0 2 9 】

昇温比 n を k_n / k_0 と定義すると、式 (7) から式 (8) が求まる。

$$t_n = n \times (A_n / A_0)^2 \times t_0 \quad \text{式 (8)}$$

【 0 0 3 0 】

一定の電流 I を流し、断面積の異なる部位に温度勾配を持たせるように加熱する場合に

50

は、或る断面に流す時間は、昇温比に比例し、断面積比の2乗に比例する。その結果、移動電極の速度 V は、式(9)のように求めることができる。

$$V = L / (t_0 - t_n) \quad \text{式(9)}$$

式(8)及び式(9)は式(10)が成り立つ場合に限られる。

$$(k_n / k_0) \times (A_n / A_0)^2 = 1 \quad \text{式(10)}$$

【0031】

ここで、図1に示すように、ワークwの断面積が電極の移動方向に一定とすると、通電時間は昇温比 n に比例する。よって、温度勾配が一定で、電極の移動方向に沿って昇温の値が減少するように設定したい場合には、一方の電極11を一定の速度で移動させて、電極間距離を時間経過と共に大きくすればよい。

10

【0032】

また、ワークwの断面積が電極の移動方向に減少しているとすると、通電時間は断面積比の2乗及び昇温比に比例する。よって、温度勾配が一定で、電極の移動方向に沿って昇温の値が減少するように設定したい場合には、断面積比の2乗に応じて一方の電極11を移動させればよい。

【0033】

一般には、式(9)を満たすように、一方の電極11を移動させればよい。その際、ワークwの寸法や温度分布に応じて、 $n(A_n / A_0)^2 = 1$ となるように電極対の配置を工夫する必要がある。

【0034】

以上説明したように、調整部15aが、鋼材などの板状のワークwの形状及び寸法のデータと、ワークwに設定される温度分布から、移動速度を求める。これにより次のことがいえる。図1(c)に示すように、ワークwの加熱領域が n 個の区分領域 $w_1 \sim w_n$ に仮想的に区分されるとする。なお、区分領域がそれぞれ二つの辺を有し、一边は奥行き幅を有し、一边は加熱領域の平面視での左右幅を n 等分した長さを有する。このように加熱領域を短冊状に仮想的に区分し、区分領域 $w_1 \sim w_n$ が電極の移動方向に沿って並んでいると仮定する。上述のように、一方の電極11を移動することにより、区分領域 $w_1 \sim w_n$ の通電の時間を調整する。すると、区分領域の抵抗値に対応して区分領域毎に電気量を確保することができ、ワークwの加熱領域を温度分布を有するように加熱することも、均一に加熱することもできる。

20

30

【0035】

ここで、給電部1は直流電源である場合のみならず、交流電源であっても一周期の平均電流が変化していなければ、区分領域毎の通電時間を調整することによって、所定の温度分布となるように加熱することができる。その際、何れの電極も、ワークwの加熱領域を電極の移動方向と交差する方向に横断する寸法を有する必要がある。仮想的に短冊状に分割した各領域を横断しなければ、領域毎に奥行き方向で電気量が異なるからである。

【0036】

このように、本発明の第1実施形態に係る通電加熱方法によれば、電極の移動方向の単位長さの抵抗の変化に応じて一方の電極11を移動させ、加熱領域をなす短冊状の各区分領域の通電時間を調整する。区分領域毎に供給する電気量を調整し、加熱領域に対して所定の昇温分布となるようにすることができる。その際、各区分領域の通電時間を一方の電極11の移動速度により定めることができる。なお、「単位長さ当たりの抵抗」とは、ワークwを例えば図1(c)に示すように左右方向に沿って微小な領域 $w_1 \sim w_n$ に区分したときの各領域の抵抗を意味し、「微小長さ当たりの抵抗」とか「微小長さを有する断面積」、或いは単に「微小長さの断面積」と呼んでもよい。

40

【0037】

例えば、加熱対象のワークにおいて、加熱領域が左右方向で異ならないでほぼ一定の奥行き幅を有するよう設定されているとする。この場合、給電部1から電極対13に通電しながら一方の電極11を移動機構15により移動させればよい。よって、従来のように、ワークwの加熱領域において所定の温度分布に応じて相対する両端部に対をなすように電

50

極を配置し、その電極の対を複数設け、その温度分布に見合うように供給量を制御する必要がなくなる。

【 0 0 3 8 】

図 3 ~ 図 6 は、図 1 に示す通電加熱方法を実施する際に使用する通電加熱装置の具体的な構造を示し、図 3 は正面図、図 4 は左側面図、図 5 は平面図、図 6 は右側面図である。図 3 ~ 図 6 に示すように、通電加熱装置 2 0 は、ワーク w を上下方向から挟む電極部 2 1 a , 2 2 a と補助電極部 2 1 b , 2 2 b とにより各電極 2 1 , 2 2 が構成されている。

【 0 0 3 9 】

図 3 において、移動電極 2 1 が向かって左側に配置され、固定電極 2 2 が向かって右側に配置されている。移動電極 2 1、固定電極 2 2 の何れも、対をなすリード部 2 1 c , 2 2 c と、ワーク w に接触する電極部 2 1 a , 2 2 a と、ワーク w を電極部 2 1 a , 2 2 a 側に押圧する補助電極部 2 1 b , 2 2 b と、を備えている。

10

【 0 0 4 0 】

図 3 に示すように、移動機構 2 5 として、ガイドレール 2 5 a が左右方向に延設され、その上方に、ねじ軸からなる移動制御棒 2 5 b が左右方向に延設され、ガイドレール 2 5 a 上をスライドするスライダ 2 5 c に移動制御棒 2 5 b が螺合しており、移動制御棒 2 5 b をステップモータ 2 5 d により速度調整して回転することで、スライダ 2 5 c が左右へ移動する。

【 0 0 4 1 】

移動電極用のリード部 2 1 c が、絶縁板 2 1 d を介在してスライダ 2 5 c 上に配置され、給電部 1 に電氣的に接続された配線 2 a が移動電極用のリード部 2 1 c の一端部に固定され、移動用の電極部 2 1 a が移動電極用のリード部 2 1 c の他端部に固定されており、移動用の補助電極部 2 1 b を上下動可能に配置する吊り下げ機構 2 6 が配設されている。

20

【 0 0 4 2 】

吊り下げ機構 2 6 は、ステージ 2 6 a , 壁部 2 6 b , 2 6 c 及び橋部 2 6 d 等で構成された架台に設けられている。即ち、吊り下げ機構 2 6 は、ステージ 2 6 a の他端部に奥行き方向に離隔して設けられた対の壁部 2 6 b , 2 6 c と、壁部 2 6 b , 2 6 c 上端に架け渡された橋部 2 6 d と、橋部 2 6 d の軸上に取り付けられたシリンダーロッド 2 6 e と、シリンダーロッド 2 6 e の先端部に取り付けられる挟持部 2 6 f (固定具と呼んでもよい) と、補助電極部 2 1 b を絶縁して保持する保持プレート 2 6 g と、を備える。シリンダーロッド 2 6 e の先端が挟持部 2 6 f の上端に固定され、壁部 2 6 b , 2 6 c のそれぞれ対向面に支持部 2 6 i が設けられ、保持プレート 2 6 g を連結軸 2 6 h で揺動可能な状態でガイドする。シリンダーロッド 2 6 e が上下動することにより、挟持部 2 6 f、連結軸 2 6 h、保持プレート 2 6 c 及び補助用電極部 2 1 b が上下動する。その際、ワーク w の加熱領域を横断するように固定用の電極部 2 1 a 及び補助用電極部 2 1 b が延びているので、連結軸 2 6 h で揺動されることにより、固定用の電極部 2 1 a の上面と補助用電極 2 1 b の下面の各全面をワーク w に押し当てることができる。

30

【 0 0 4 3 】

吊り下げ機構 2 6 及び移動電極用のリード部 2 1 c が移動機構 2 5 により左右に移動しても、移動用の電極部 2 1 a と移動用の補助電極部 2 1 b とが平板状のワーク w に接触したまま挟持するように、移動用の電極部 2 1 a、移動用の補助電極部 2 1 b では、何れも、ワーク w の奥行き方向にワーク w を横断するように転動ローラ 2 7 a , 2 7 b が配置され、転動ローラ 2 7 a , 2 7 b を一對の軸受 2 8 a , 2 8 b で転動自在にしている。移動機構 2 5 で移動用の電極部 2 1 a 及び移動用の補助電極部 2 6 b を左右に移動しても、一對の軸受 2 8 a , 2 8 b 及び転動ローラ 2 7 a を経由してワーク w に通電した状態を維持することができる。

40

【 0 0 4 4 】

通電加熱装置 2 0 の他方側には固定電極 2 2 が設置されている。図 3 に示すように、固定電極用の引っ張り手段 2 9 がステージ 2 9 a 上に配置されている。固定電極用のリード

50

部 2 2 c は固定電極用の引っ張り手段 2 9 上に絶縁板 2 9 b を介在して配置されている。給電部 1 に電氣的に接続された配線 2 b が固定電極用のリード部 2 2 c の一端部に固定されている。固定用の電極部 2 2 a は固定電極用のリード部 2 2 c の他端部に固定されている。固定用の補助電極部 2 2 b を上下動可能に配置する吊り下げ機構 3 1 が固定用の電極部 2 2 a を覆うように配置される。

【 0 0 4 5 】

固定電極用の引っ張り手段 2 9 は、絶縁板 2 9 b の下面に接続されてステージ 2 9 a を左右に移動させる移動手段 2 9 c と、絶縁板 2 6 b を直接左右にスライドするためのスライダ 2 9 d , 2 9 e と、スライダ 2 9 d , 2 9 e をガイドするガイドレール 2 9 f とを有しており、移動手段 2 9 c によって、補助電極部 2 2 b、電極部 2 2 a 及び固定電極用のリード部 2 2 c を左右にスライドして位置調整する。通電加熱装置 2 0 にこのような引っ張り手段 2 9 を設けていることで、ワーク w が通電加熱により膨張しても平坦化することができる。

10

【 0 0 4 6 】

吊り下げ機構 3 1 は、ステージ 3 1 a の他端部に奥行き方向に離隔して立設した対の壁部 3 1 b , 3 1 c と、壁部 3 1 b , 3 1 c 上端に架け渡された橋部 3 1 d と、橋部 3 1 d の軸上に取り付けられたシリンダーロッド 3 1 e と、シリンダーロッド 3 1 e の先端部に取り付けられる挟持部 3 1 f と、補助電極部 2 2 b を絶縁して保持する保持プレート 3 1 g と、を備える。保持プレート 3 1 g は連結軸 3 1 h を介して挟持部 3 1 f で挟持される。シリンダーロッド 3 1 e の先端は挟持部 3 1 f の上端に固定され、吊り下げ機構 2 6 と同様に、壁部 3 1 b , 3 1 c のそれぞれ対向面に設けた支持部によって保持プレートを揺動自在に支持する。シリンダーロッド 3 1 e が上下動することにより、挟持部 3 1 f、連結軸 3 1 h、保持プレート 3 1 g 及び補助用電極部 2 2 b が上下動する。その際、ワーク w の加熱領域を横断するように固定用の電極部 2 2 a 及び補助用電極部 2 2 b が延びているので、連結軸 3 1 h で揺動することにより、固定用の電極部 2 2 a の上面と補助用電極部 2 2 b の下面の各全面をワーク w に押し当てることができる。

20

【 0 0 4 7 】

図 3 乃至図 6 には示さないが、水平支持手段によってワーク w を水平に支持しておき、固定用電極 2 1 と補助用電極 2 2 でワーク w を挟んで固定し、移動用電極 2 1 と補助電極 2 2 とでワーク w を挟み、移動機構 2 5 で移動用電極 2 1 及び補助電極 2 2 を移動する。速度調整部 1 5 b によって移動速度を制御しながら、移動機構 2 5 により移動用電極 2 1 を移動する。よって、速度調整部 1 5 b によりワーク w の形状に応じて、移動用電極 2 1 及び補助電極 2 2 の移動速度を調整することで、例えば、ワーク w の加熱領域を高温領域から低温領域に滑らかに変化するように分布させて加熱することもできる。

30

【 0 0 4 8 】

このように、通電加熱装置 2 0 では、ワーク w を上下で挟むように電極部 2 1 a と補助用電極部 2 1 b とを配置する。ワーク w の加熱領域を横断する形状を有する中実の電極部 2 1 a は、電極移動方向に沿って敷設された一对のリード部 2 1 c (プスバーと呼んでもよい。) に横断して設けられる。電極部 2 1 a と補助用電極部 2 1 b 及び一对のリード部 2 1 c は駆動機構 2 5 によって電極移動方向に沿って移動する手段に取り付けられている。電極部 2 1 a 及び補助用電極部 2 1 b の少なくとも何れか一方が押圧手段としてのシリンダーロッド 2 6 e によって上下動して、電極部 2 1 a と補助用電極部 2 1 b とでワーク w を挟んだまま、ワーク w 上を走行することで、プスバー 2 1 c を経由して電極部 2 1 b からワーク w に通電しながら移動する。

40

【 0 0 4 9 】

なお、図 3 乃至図 6 に示した形態のみならず、電極部 2 1 a 及び補助用電極部 2 1 b の少なくとも何れか一方が押圧手段としてのシリンダーロッド 2 6 e によって上下動して、電極部 2 1 a と補助用電極部 2 1 b とでワーク w を挟んだまま、電極部 2 1 a が一对のプスバー上を走行することで、プスバーを經由して電極部 2 1 b からワーク w に通電しながら移動できるように設計変更してもよい。

50

【 0 0 5 0 】

〔 第 2 実施形態 〕

図 7 は、本発明の第 2 実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示しており、(a) は通電前の状態の平面図、(b) は通電前の状態の正面図、(c) は通電後の状態の平面図、(d) は通電後の状態の正面図、(e) はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【 0 0 5 1 】

本発明の第 2 実施形態に係る通電加熱方法を実施する際に使用する通電加熱装置 4 0 は、図 7 に示すように、給電部 1 に電氣的に接続され、一方の電極 4 1 及び他方の電極 4 2 からなる電極対 4 3 と、一方の電極 4 1、他方の電極 4 2 の双方を移動する移動機構 4 4、4 5 と、を備える。

10

【 0 0 5 2 】

第 1 実施形態とは異なり、第 2 実施形態では、各移動機構 4 4、4 5 は、一方の電極 4 1、他方の電極 4 2 をワーク w に接触した状態でかつ給電部 1 から電極対 4 3 を経由してワーク w に通電している状態で、互いに接触しないように配置した一方の電極 4 1、他方の電極 4 2 をそれぞれ逆側に移動する。これにより、一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 との間隔が広げられる。図 7 (e) に示すように、ワーク w の両端から等距離にあるセンターの加熱温度が高く、両端の加熱温度が低くなる温度分布を有するように、加熱することができる。図 7 (e) では、一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 との移動速度を等しくしているが、設定されている温度分布に応じてそれぞれ別の速度で移動させてもよい。

20

【 0 0 5 3 】

第 2 実施形態の具体的な装置構成については、図 3 ~ 図 6 に示す第 1 実施形態の構成のうち、左側に配置されている移動電極を右側にも配置すればよい。

【 0 0 5 4 】

〔 第 3 実施形態 〕

図 8 は、本発明の第 3 実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示しており、(a) は通電前の状態の平面図、(b) は通電前の状態の正面図、(c) は通電後の状態の平面図、(d) は通電後の状態の正面図、(e) はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【 0 0 5 5 】

本発明の第 3 実施形態に係る通電加熱方法を実施する通電加熱装置 5 0 は、図 8 に示すように、給電部 1 に電氣的に接続され、一方の電極 5 1 及び他方の電極 5 2 からなる電極対 5 3 と、一方の電極 5 1、他方の電極 5 2 の双方を同時に移動する移動機構 5 5 と、を備える。

30

【 0 0 5 6 】

第 3 実施形態では、移動機構 5 5 は、一方の電極 5 1、他方の電極 5 2 をワーク w に接触した状態でかつ給電部 1 から電極対 5 3 を経由してワーク w に一定の電流を流している状態で、互いに接触しないように配置した一方の電極 5 1、他方の電極 5 2 をそれぞれ移動させる。

【 0 0 5 7 】

図 8 (a) 及び (b) に示すように、一方の電極 5 1 をワーク w の加熱領域の一端に配置し、他方の電極 5 2 を一方の電極 5 1 から所定の長さだけ離してワーク w の加熱領域上に配置する。そして、給電部 5 1 から電極対 5 3 に給電を行いながら、移動電極 5 5 の調整部 5 5 a からの指令により、駆動機構 5 5 b にて一方の電極 5 1 と他方の電極 5 2 とを一定の間隔を保ちながら同じ速度でワーク w 上を一方方向に移動する。図 8 (c) 及び (d) に示すように、他方の電極 5 2 がワーク w の加熱領域の他端に達すると、駆動機構 5 5 b による移動を停止し、給電部 1 からの電流供給を停止する。

40

【 0 0 5 8 】

調整部 5 5 a は、ワーク w の加熱領域の形状を含めた寸法と所望の温度分布とに基いて、一方の電極 5 1 及び他方の電極 5 2 の移動速度を求め、駆動機構 5 5 b を制御すること

50

により、ワーク w の加熱領域を例えば図 8 (e) に示すような温度分布となるよう、各区分領域を加熱することができる。ここでは、一方の電極 5 1 及び他方の電極 5 2 を同一の速度で移動させているため、給電中は一方の電極 5 1 と他方の電極 5 2 との間隔が一定に保たれる。

【 0 0 5 9 】

第 3 実施形態の具体的な装置構成については、図 3 ~ 図 6 に示す第 1 実施形態の構成のうち、図 3 の固定電極 2 2 を図 3 の移動電極 2 1 と同様の構成にし、左右の移動電極における電極部をそれぞれステージを介在して別々のリード部に載置し、絶縁板を介在して各リード部を同一の移動機構に載置するようによればよい。もちろん、第 2 実施形態のように、一方の電極、他方の電極をそれぞれ別々の移動機構により制御してもよい。

10

【 0 0 6 0 】

〔第 4 実施形態〕

図 9 は、本発明の第 4 実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示しており、(a) は通電前の状態の平面図、(b) は通電前の状態の正面図、(c) は通電途中の状態の平面図、(d) は通電途中の状態の正面図、(e) は通電後の状態の平面図、(f) は通電後の状態の正面図、(g) はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【 0 0 6 1 】

図 9 に示す通電加熱装置 4 0 は、図 7 に示す通電加熱装置 4 0 と構成は同じである。異なるのは、ワーク w の左右一方は焼入れ温度となる熱間加工温度に加熱する領域 w_1 であり、他方が焼入れ温度よりも低い温間加工温度に加熱する領域 w_2 である点である。ワーク w はその全体領域が、異なる温度にそれぞれ加熱される領域 w_1 , w_2 を備えている。なお、ワーク w は領域 w_1 及び w_2 以外の領域を備えていてもよい。このワーク w は、領域 w_1 の素材と領域 w_2 の素材とが異なっており、両者を溶接によって接続し、溶接ビード部 3 で接合して一体化した、いわゆるテーラードブランク材である。ここで、テーラードブランク材とは、厚みや強度の異なる鋼材を溶接などして一体化した素材であり、プレス等の加工される前の状態を意味する。この場合には、何れも移動電極 4 1 , 4 2 がそれぞれ移動機構 4 4 , 4 5 によって移動される。左側の領域 w_1 は熱間加工温度に加熱されるのに対して、右側の領域 w_2 は温間加工温度に加熱されており、後工程でプレスされやすくする。

20

【 0 0 6 2 】

まず、一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 とを加熱領域の中間部に配置する。図 9 (a) 及び (b) に示す場合には領域 w_1 の領域に間隔をおいて配置するが、その際、他方の電極 4 2 は溶接ビード部 3 にかからないように領域 w_1 上に配置する。

30

【 0 0 6 3 】

その後、一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 との間に一定の電流を流しながら、他方の電極 4 2 を移動せずに固定したまま、移動機構 4 4 により一方の電極 4 1 を他方の電極 4 2 と逆側に移動して、一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 との間隔を広げる。

【 0 0 6 4 】

そして、図 9 (c) 及び (d) に示すように、一方の電極 4 1 が加熱領域の一端 (図示の場合、左端) に到達する前に、移動機構 4 5 により他方の電極 4 2 を一方の電極 4 1 の移動方向とは逆向きに移動する。一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 は同時に加熱領域の各端に到達してもよい。このようにして、後工程のプレス工程の際、ワーク w に負荷がかからない範囲で領域 w_2 を加熱する。それにより、図 9 (e) 及び (f) に示すように、一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 とがそれぞれ移動機構 4 4 , 移動機構 4 5 により移動してワーク w の加熱領域の各端部に達し、電極の間隔を広げる。

40

【 0 0 6 5 】

以上の工程により、例えば図 9 (g) に示すように、溶接ビード部 3 の位置よりも左側では加熱温度が T_1 となり、右側では加熱温度が T_2 ($< T_1$) となる。よって、ワーク w のうち加熱領域が高温領域と低温領域とに区分けして加熱される。このように加熱されたワーク w はその後、プレス加工を経て所定の形状に成形される。

50

【 0 0 6 6 】

ここで、図 9 (a) 及び (b) に示す状態から図 9 (e) 及び (f) に示す状態になるように、一方の電極 4 1 を移動して領域 w_1 を均一に加熱する場合、一方の電極 4 1 の移動速度は次のように設定される。領域 w_1 の形状及び寸法から各区分領域の断面積比 A_n / A_0 が求まる。上述の式 (8) において昇温比 $n = 1$ となるように、各区分領域の面積比の 2 乗に比例するように区分領域毎の通電時間 t_n が求まる。区分領域毎の通電時間 t_n に応じて一方の電極 4 1 の移動速度を設定する。移動機構 4 4 はその設定した速度で一方の電極 4 1 を移動する。これにより、図 9 (g) に実線で示すように温度 T_1 で均一となる。

【 0 0 6 7 】

また、ワーク w の領域 w_1 に昇温分布が設定されている場合、一方の電極 4 1 の速度は次のように設定される。領域 w_1 の形状及び寸法から各区分領域の断面積比 A_n / A_0 が求まる。上述の式 (8) を用いて設定されている区分領域毎の昇温比 n となるように、各区分領域の面積比の 2 乗に比例するように区分領域毎の通電時間 t_n が求まる。区分領域毎の通電時間 t_n に応じて一方の電極 4 1 の移動速度を設定する。移動機構 4 4 はその設定した速度で一方の電極 4 1 を移動する。これにより、図 9 (g) に例えば点線に示すように、温度分布を持つように加熱される。

【 0 0 6 8 】

なお、何れの場合においても、ワーク w の領域 w_2 は、他方の電極の移動方向に沿って断面積が大きくなるため、図 9 (g) に示すように、溶接ビート部 3 の位置を含む右側の領域は、溶接ビート部 3 から遠ざかるにつれて昇温が低下する。もっとも、領域 w_2 は、焼入れを行う領域ではなく、温間加工の温度範囲であればよいので、均一に加熱される必要性は小さい。

【 0 0 6 9 】

これにより、領域 w_1 は直接通電により熱間加工の温度まで昇温し、領域 w_2 の領域は直接通電により温間加工の温度まで昇温する。このように、一对の電極 4 3 を用いて、固定したワーク w 上で一方の電極 4 1 及び他方の電極 4 2 をそれぞれ逆方向に移動させることで、領域 w_1 、領域 w_2 毎に異なった温度に加熱することができる。

【 0 0 7 0 】

第 4 実施形態にあっては、図 9 (a) 及び (b) から図 9 (c) 及び (d) を経て、他方の電極 4 2 を移動せず、一方の電極 4 1 を左端に移動させてもよい。これにより、領域 w_1 だけを加熱することもできる。

【 0 0 7 1 】

〔 第 5 実施形態 〕

図 1 0 は、本発明の第 5 実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示しており、(a) は通電前の状態の平面図、(b) は通電前の状態の正面図、(c) は通電途中の状態の平面図、(d) は通電途中の状態の正面図、(e) は通電後の状態の平面図、(f) は通電後の状態の正面図、(g) はワークの温度分布を模式的に示す図である。

【 0 0 7 2 】

図 1 0 に示す通電加熱装置 4 0 は図 8 に示す通電加熱装置 4 0 と構成は同じである。また、図 9 に示す第 4 実施形態と同様、ワーク w の左右一方は焼入れ温度となる熱間加工温度に加熱する領域 w_1 であり、他方が焼入れ温度よりも低い温間加工温度に加熱する領域 w_2 である。第 5 実施形態では、第 4 実施形態とは、通電加熱開始前に一方の電極 4 1 が領域 w_1 上に配置され、他方の電極 4 2 が領域 w_2 に配置される点で異なる。第 4 実施形態では、通電加熱開始前では、一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 とが何れも領域 w_1 に配置され、溶接ビート部 3 が高温に加熱されず、低温に加熱される。これに対し、第 5 実施形態では、通電加熱前において溶接ビート部 3 の両側に一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 とが配置され、まず、一方の電極 4 1 を左側に移動し、一方の電極 4 1 が領域 w_1 の一端に到達する前に、他方の電極 4 2 を領域 w_2 の一端に移動させる。一方の電極 4 1 と他方の電極 4 2 は同時に加熱領域の各端に到達してもよい。これにより、溶接ビート部 3 が高温

10

20

30

40

50

に加熱される。第5実施形態においても、給電部1により一方の電極41と他方の電極42との間に一定の電流を流す。

【0073】

ここで、第5実施形態においても、一方の電極41の移動速度を調整することにより、領域 w_1 を、図10(g)に実線で示すように温度 T_1 に均一に加熱することも、領域 w_2 を図10(g)に点線で示すように左上がり温度勾配を持つように加熱することもできる。一方の電極41の移動速度の調整については第4実施形態と同様であるので、説明を省略する。また、第4実施形態にあつては、図10(a)及び(b)から図10(c)及び(d)を経て、他方の電極42を移動させず、一方の電極41を左端に移動させてもよい。これにより、領域 w_1 だけを加熱することもできる。

10

【0074】

第4実施形態及び第5実施形態のように、ワークwが、材質、板厚の何れか一方又は双方が異なる複数の板材を溶接ビード部3で連結して成るブランクであっても、一方の電極41、他方の電極42と溶接ビード部3との位置関係により、溶接ビード部3及び近傍を高温、低温の何れかで加熱するかを制御することができる。

【0075】

第4実施形態のように、一方の鋼板上に一方の電極41及び他方の電極42を間隔をおいて配置し、溶接ビード部3から遠い電極、つまり一方の電極41を、他方の電極42と間隔を広くするように移動する。そして、一方の電極41が一方の鋼板の一端に達する前に、他方の電極42が溶接ビード部3を乗り越えて他方の鋼板の一端に達するように双方の電極41, 42を逆向きに移動する。この場合には、溶接ビード部3は低温にしか加熱されない。また、高温に加熱する領域 w_1 側の一方の鋼板と他方の電極42との接点との間が高温に加熱されない領域が残る。この高温に加熱されない領域が上述の溶接ビード部3の近傍の部位である。

20

【0076】

他方、第5実施形態のように、一方の鋼板上に一方の電極41を配置し他方の鋼板上に他方の電極42を配置し、双方の電極41, 42の間に溶接ビード部3が存在するようにする。そして、高温に加熱する領域 w_1 側の一方の鋼板上にある一方の電極41を他方の電極42から遠ざけ、一方の電極41が一方の鋼板の一端に達する前に、他方の電極42が他方の鋼板の一端に達するように双方の電極41, 42を逆向きに移動させる。この場合には、溶接ビード部3は高温に加熱される。また、低温に加熱する領域 w_2 側の他方の鋼板と他方の電極42との接点との間には高温に加熱される領域が存在する。

30

【0077】

〔第6実施形態〕

図11は、本発明の第6実施形態に係る通電加熱方法のコンセプトを示しており、(a)は通電前の状態の平面図、(b)は通電前の状態の正面図、(c)は第1回目の通電が終了した状態での平面図、(d)は第1回目の通電が終了した状態での正面図、(e)は第2回目の通電前の状態での平面図、(f)は第2回目の通電前の状態での正面図、(g)は通電後の状態の平面図、(h)は通電後の状態の正面図、(i)はワークの温度分布を模式的に示す図である。

40

【0078】

第6実施形態は第4実施形態及び第5実施形態と同様、ワークwとしてテーラードブランク材を想定しており、ワークwの左右一方が焼入れ温度となる熱間加工温度に加熱する領域 w_1 であり、他方が焼入れ温度よりも低い温間加工温度に加熱する領域 w_2 である。

【0079】

第4実施形態及び第5実施形態と異なる点は、領域 w_1 側の一方の鋼板の厚みと領域 w_2 側の他方の鋼板の厚みに差がある点である。図示した例では、領域 w_2 側の鋼板が領域 w_1 側の鋼板よりも厚いが、逆に領域 w_1 側の鋼板の方が厚くても同じである。溶接ビード部3は鋼板の厚みの差により傾斜しており、溶接により凹凸が生じている場合もある。このような場合には、溶接ビード部3には直接通電しないようにする。給電部1から通電した

50

まま電極を溶接ビード部 3 上にスライドするとスパークするためである。この場合には、溶接ビード部 3 を挟んで両側の領域 w_1 、 w_2 をそれぞれ通電加熱し、各領域 w_1 、 w_2 から溶接ビード部 3 への熱伝達により加熱させる。

【 0 0 8 0 】

なお、第 4 実施形態及び第 5 実施形態と同様、左側の領域 w_1 は熱間加工温度に加熱されるのに対して、右側の領域 w_2 は温間加工温度に加熱されており、後工程でプレスされやすくする。第 6 実施形態では、図 1 に示すように電極の一方を固定電極とし、他方を移動電極とする通電加熱装置 10 を用いる。

【 0 0 8 1 】

第 6 実施形態に係る通電加熱方法の手順を説明する。

10

先ず、図 1 1 (a) 及び (b) に示すように、固定電極としての他方の電極 1 2 を、溶接ビード部 3 にかからないように、領域 w_1 の右端に配置する。移動電極としての一方の電極 1 1 を、他方の電極 1 2 と間隔をあけて領域 w_1 上に配置する。図 1 1 に示すようにワーク w の領域 w_1 は右側の方が断面が大きいからである。

【 0 0 8 2 】

その後、一方の電極 1 1 と他方の電極 1 2 との間に一定の電流 i_1 を流しながら、他方の電極 1 2 を固定したまま移動機構 1 5 により一方の電極 1 1 を他方の電極 1 2 と逆側に移動して、一方の電極 1 1 と他方の電極 1 2 との間隔を広げ、図 1 1 (c) 及び (d) のように、一方の電極 1 1 が領域 w_1 の他端に達すると通電を停止する。

【 0 0 8 3 】

20

そして、図 1 1 (e) 及び (f) に示すように、ワーク w を左方向にずらし、一方の電極 1 1 及び他方の電極 1 2 を領域 w_2 の所定の位置に配置するようにする。つまり、固定電極としての他方の電極 1 2 を領域 w_2 の右端に配置し、移動電極としての一方の電極 1 1 を他方の電極 1 2 と間隔をあけて領域 w_2 上に配置する。図 1 1 に示すようにワーク w の領域 w_2 は右側の方が断面が大きいからである。

【 0 0 8 4 】

その後、一方の電極 1 1 と他方の電極 1 2 との間に一定の電流 i_2 ($< i_1$) を流しながら、他方の電極 1 2 を固定したまま移動機構 1 5 により一方の電極 1 1 を他方の電極 1 2 と逆側に移動して、一方の電極 1 1 と他方の電極 1 2 との間隔を広げ、図 1 1 (g) 及び (h) のように一方の電極 1 1 が領域 w_2 の他端に到達すると通電を停止する。その際、溶接ビード部 3 に一方の電極 1 1 が接触していない。

30

【 0 0 8 5 】

以上の工程により、例えば図 1 1 (i) に示すように、溶接ビード部 3 の位置よりも左側では加熱温度が T_1 となり、右側では加熱温度が T_2 ($< T_1$) となる。よって、ワーク w のうち加熱領域を高温領域と低温領域とに区別して加熱することができる。第 6 実施形態では、溶接ビード部 3 には直接通電していない。しかしながら、領域 w_1 と領域 w_2 とが通電加熱されるので、両側から溶接ビード部 3 に熱伝達されて加熱される。このように加熱されたワーク w はその後、プレス加工を経て所定の形状に成形される。

【 0 0 8 6 】

各領域 w_1 、 w_2 での温度分布は、図 1 1 (i) に示すように各領域 w_1 、 w_2 でほぼ均一となる。これは、調整部 1 5 a により一方の電極 1 1 の移動速度を均一加熱するように、領域 w_1 、 w_2 の寸法から上述したようにそれぞれ移動速度を算出しているからである。

40

【 0 0 8 7 】

以上、本発明の幾つかの実施形態について説明したが、特徴事項について幾つか述べておく。

【 0 0 8 8 】

ワークの加熱領域において、移動電極方向に沿う単位長さ当たりの抵抗が単調に増加する場合、例えば、加熱領域の奥行き幅が移動電極方向に沿って減少している場合には、その減少に応じて移動電極の速度を制御することにより、加熱領域の昇温を一定にして、ワークの加熱領域の昇温分布を生じさせることができる。

50

【0089】

材質、板厚の何れか一方又は双方が異なる複数の鋼板を溶接して溶接ビード部により連結してなるブランク材のワークであれば、溶接ビード部を乗り越えないで移動電極を移動させてもよい。この場合、鋼材毎に通電加熱をする必要性が生じるが、溶接ビード部の幅が比較的狭いので、鋼材毎に昇温すれば、溶接ビード部はその両側から熱伝達により熱エネルギーの供給を受けることができるので差し障りがない。これにより、溶接ビード部における電流密度が場所毎に異なるという影響を少なくすることができる。

【0090】

材質、板厚の何れか一方又は双方が異なる複数の鋼板を溶接して溶接ビード部により連結してなるブランク材のワークであっても、各鋼板の厚みの差が少ない場合には、電流供給中に溶接ビード部を乗り越えて移動電極を移動させてもよい。この場合には、異なる鋼板を1回の処理で通電加熱することができ、通電加熱処理の短縮を図ることができる。

10

【0091】

本発明では、ワークの加熱領域を電極の移動方向に沿って短冊状に仮想的に分割した際、その分割した領域に加える熱量を電極の移動方向に従って制御することができるので、所定の温度分布に加熱することができる。ワークの加熱すべき領域が所定の温度分布を有するように、例えば断面積がほぼ一定であって一方向に高温から低温となる温度分布を有するように通電加熱する場合には、少なくとも一つの電極をその一方向に移動させることにより、移動方向に向けて短冊状に仮想的に分割された領域の電気量を、領域毎に異なら

20

【0092】

以上、各実施形態を説明したが、本発明は、ワークwの形状及び寸法に応じて適宜変更して実施することができる。ワークwは図示した形状に限定されず、例えば厚みが不均一となってもよい。また、ワークwは、外周辺のうち左右端をつなぐ横辺が直線でなく湾曲していてもよいし、横辺が複数の直線や曲率の異なる曲線をつなげて構成されていてもよい。

【0093】

また、上述の説明では、ワークw全体を加熱領域とした場合、ワークwの一部を加熱領域とした場合、ワークwを複数の領域に分け各領域が加熱領域である場合について説明した、それ以外にも、ワークwに対して間隔をおいて配置される一方及び他方の電極の何れかの移動電極の移動方向に対して交差する方向に、つまりワークwの左右方向ではなく奥行き方向に加熱領域が分かれており、その加熱領域毎に移動電極を配置するようにしてもよい。その際、加熱領域は奥行き方向に隣接して分かれていてもよいし、奥行き方向に分離して設定されていてもよい。

30

【0094】

このように、ワークwの形状及び寸法並びにワークwにおける加熱領域に応じて移動すべき電極を一又は複数設けてワークwを通電加熱するように適宜設計変更することも、本発明の範囲に含まれる。その際、固定電極を必要に応じて用いてもよい。

【符号の説明】

40

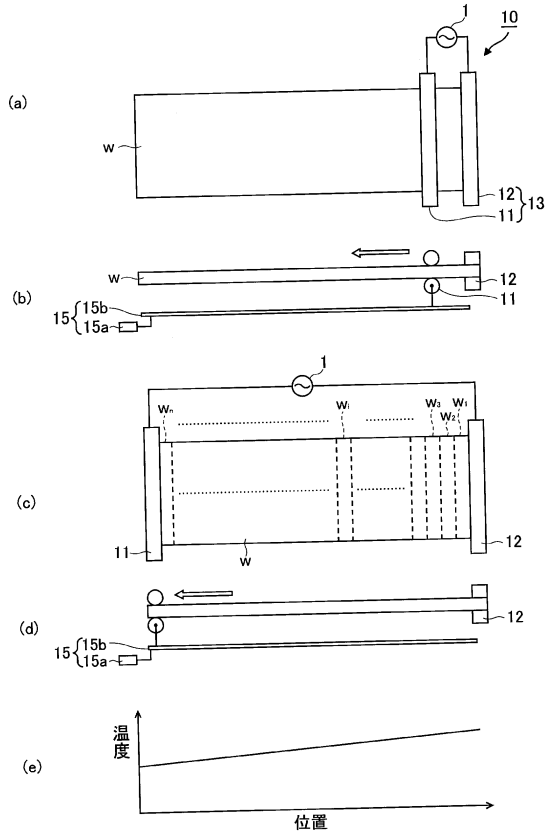
【0095】

- 1：給電部
- 2a, 2b：配線
- 3：溶接ビード部（溶接部）
- 10, 20, 40, 50：通電加熱装置
- 11：一方の電極（移動電極）
- 12：他方の電極（固定電極）
- 13：電極対
- 15：移動機構
- 15a：調整部

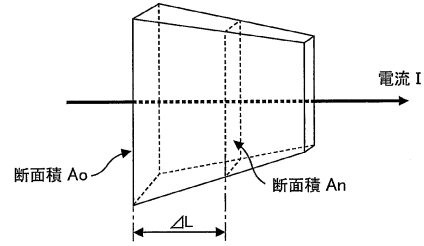
50

1 5 b : 駆動機構	
2 1 : 電極 (移動電極)	
2 2 : 電極 (固定電極)	
2 1 a , 2 2 a : 電極部	
2 1 b , 2 2 b : 補助電極部	
2 1 c , 2 2 c : リード部	
2 1 d : 絶縁板	
2 5 : 移動機構	
2 5 a : ガイドレール	
2 5 b : 移動制御棒	10
2 5 c : スライダー	
2 5 d : ステップモータ	
2 6 , 3 1 : 吊り下げ機構	
2 6 a , 3 1 a : ステージ	
2 6 b , 2 6 c , 3 1 b , 3 1 c : 壁部	
2 6 d , 3 1 d : 橋部	
2 6 e , 3 1 e : シリンダーロッド	
2 6 f , 3 1 f : 挟持部	
2 6 g , 3 1 g : 保持プレート	
2 6 h , 3 1 h : 連結軸	20
2 6 i : 支持部	
2 7 a , 2 7 b : 転動ローラ	
2 8 a , 2 8 b : 軸受	
2 9 : 引っ張り手段	
2 9 a : ステージ	
2 9 b : 絶縁板	
2 9 c : 移動手段	
2 9 d , 2 9 e : スライダー	
2 9 f : ガイドレール	
4 1 , 5 1 : 一方の電極 (移動電極)	30
4 2 , 5 2 : 他方の電極 (移動電極)	
4 3 , 5 3 : 電極対	
4 4 , 4 5 , 5 5 : 移動機構	
4 4 a , 4 5 a , 5 5 a : 調整部	
4 4 b , 4 5 b , 5 5 b : 駆動機構	

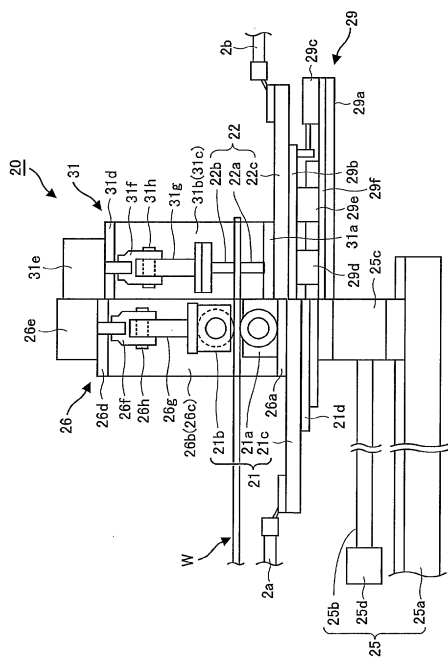
【図 1】



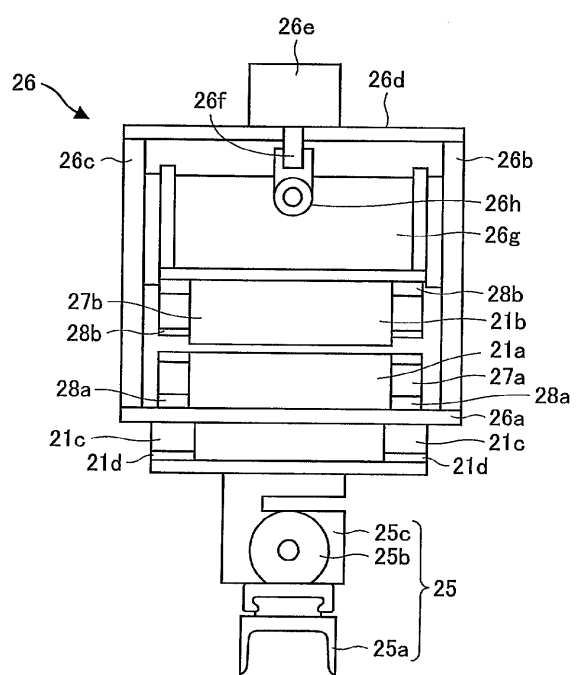
【図 2】



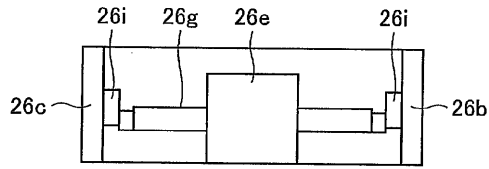
【図 3】



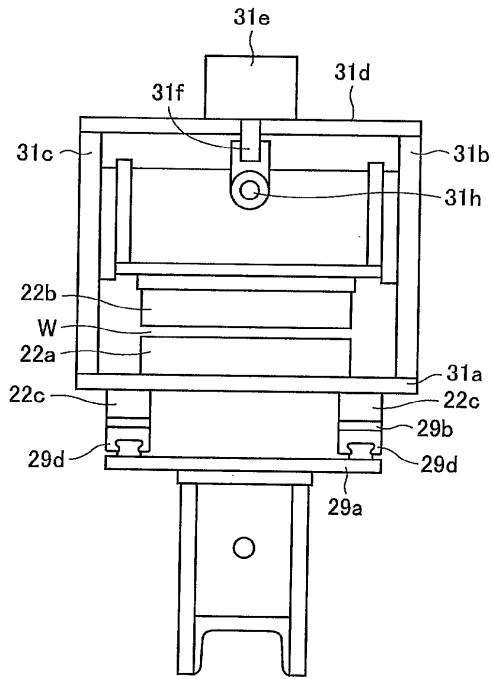
【図 4】



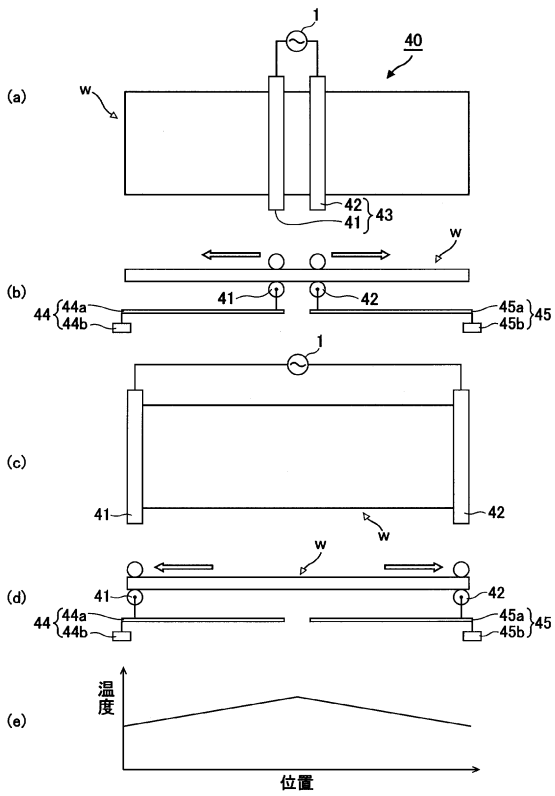
【図5】



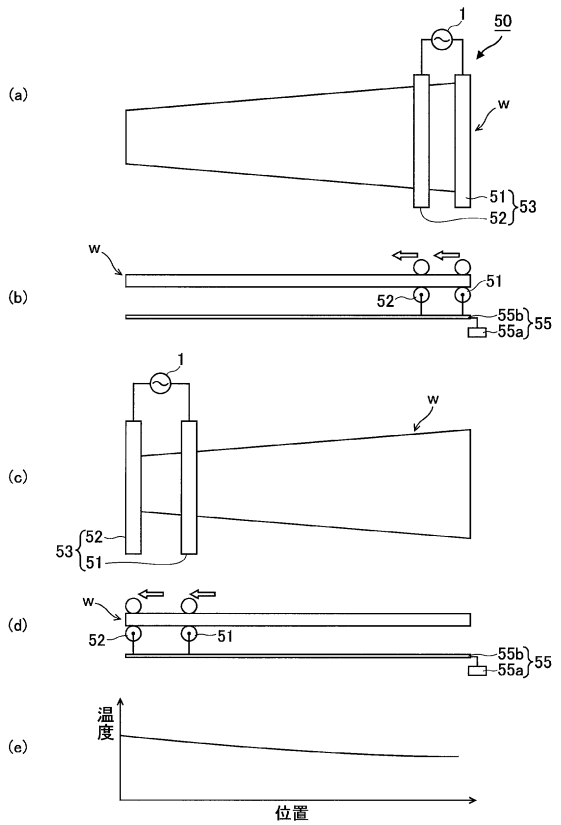
【図6】



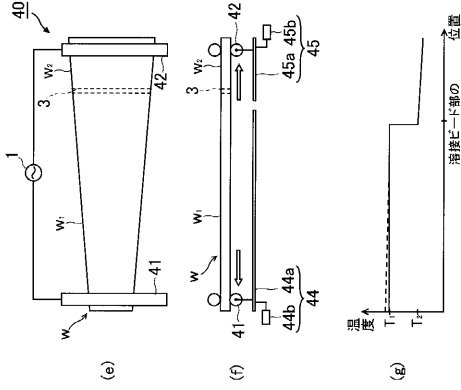
【図7】



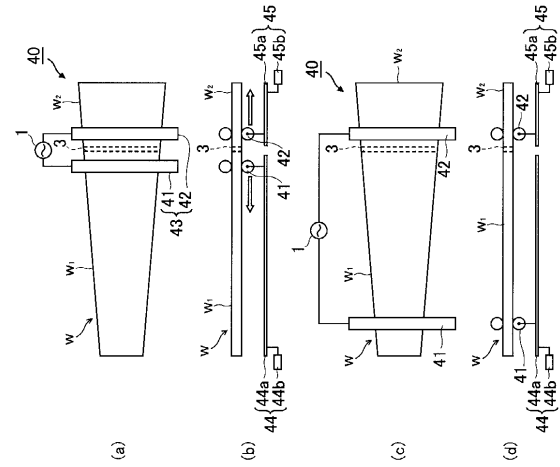
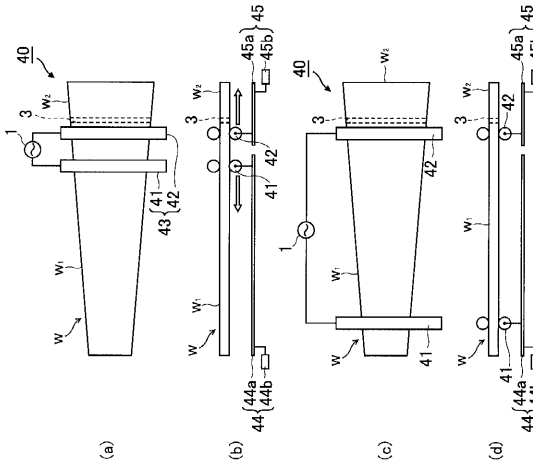
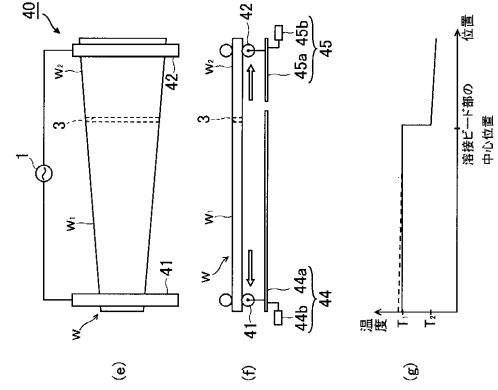
【図8】



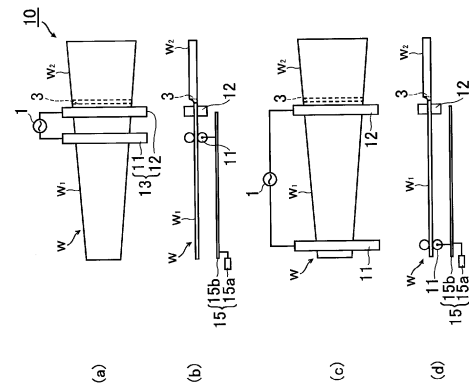
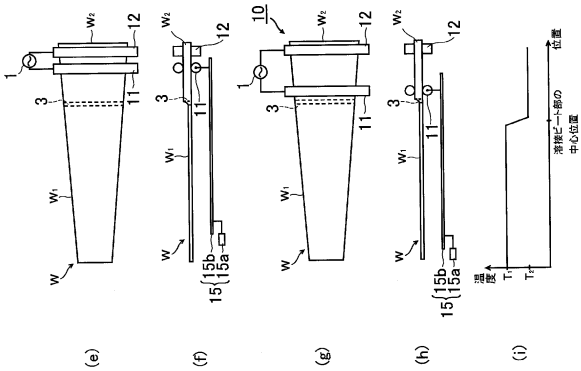
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-271779(JP,A)
特開2003-290810(JP,A)
特開昭61-037922(JP,A)
特開平09-071822(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21D 9/00 - 9/44, 9/50
C21D 1/02 - 1/84