

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6529123号
(P6529123)

(45) 発行日 令和1年6月12日(2019.6.12)

(24) 登録日 令和1年5月24日(2019.5.24)

(51) Int. Cl.		F I			
B 2 3 K	10/00	(2006.01)	B 2 3 K	10/00	5 0 1 A
B 2 3 K	7/00	(2006.01)	B 2 3 K	7/00	D
B 2 3 K	26/38	(2014.01)	B 2 3 K	26/38	A

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-156457 (P2015-156457)	(73) 特許権者	503437439
(22) 出願日	平成27年8月6日(2015.8.6)		有限会社松本鉄工所
(65) 公開番号	特開2017-35703 (P2017-35703A)		福井県敦賀市金ヶ崎町19番地の1
(43) 公開日	平成29年2月16日(2017.2.16)	(74) 代理人	100111855
審査請求日	平成30年6月29日(2018.6.29)		弁理士 川崎 好昭
		(72) 発明者	松本 嘉玉
			福井県敦賀市金ヶ崎町19番地の1 有限
			会社松本鉄工所内
		(72) 発明者	定池 幹夫
			福井県坂井市坂井町下関48-44
		審査官	竹下 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱切断加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

厚さ25mm以上の被加工材の表面側から加熱して当該被加工材を厚さ方向に切断する加熱部と、前記加熱部の加熱動作を制御する加熱制御部と、前記被加工材の裏面側から加熱して所定温度に予熱する予熱部と、前記予熱部の加熱動作を制御する予熱制御部と、前記被加工材に対して前記加熱部及び前記予熱部を相対的に移動させる移動部と、前記被加工材に対して前記加熱部及び前記予熱部を所定の移動速度で移動するように前記移動部を駆動制御する移動制御部とを備え、前記移動制御部は、前記被加工材に対して所定の切断ラインに沿って前記加熱部を移動させるとともに当該切断ラインに対応する予熱ラインに沿って前記予熱部を前記被加工材に対して移動させる熱切断加工装置。

10

【請求項2】

前記予熱部は、前記加熱部の移動方向の前方に所定間隔ずらして位置設定されている請求項1に記載の熱切断加工装置。

【請求項3】

前記予熱部の予熱領域のスポット径は、前記加熱部の加熱領域のスポット径と同じか大きくなるように設定されている請求項1又は2に記載の熱切断加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼材等からなる被加工材に対して切断ラインに沿って加熱して切断加工を行

20

う熱切断加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼材等を切断加工する方法として、ガス切断、プラズマ切断、レーザ切断等の熱切断加工が用いられている。鋼材等の熱切断加工では、被加工材を発火温度（鋼材の場合には約900）まで加熱し、加熱部分に高純度の酸素ガス等の高圧ガス流を吹き付けて燃焼させる。そして、燃焼により発生する熱で被加工材を溶融させると同時に、燃焼生成物及び溶融金属を高圧ガス流により吹き飛ばして除去することで切断が行われる。そのため、被加工材の切断加工部分において、燃焼 溶融 除去を繰り返すことで溝を形成していき、最終的に切断されるようになる。

10

【0003】

こうした熱切断加工では、特許文献1に記載されているように、熱切断加工を行う加工部の他に予熱部を設け、予め被加工材の切断加工部分を予熱部により加熱しておき、予熱部により加熱された切断加工部分を加工部により熱切断することで、効率的な切断加工を行うことができる。

【0004】

しかしながら、切断加工部分において被加工材の厚みが厚くなっていくにしたがい、切断加工部分を深く掘り下げていくことが必要となるが、深くなるにしたがい高圧ガス流の供給及び加熱状態が不十分となりやすくなる。特許文献2では、こうした課題に対して、補助燃料ガス噴出用ノズルを用い、深さが深くなる裏面側付近に燃料ガスを噴射させて燃焼させることで、切断加工を安定して行うようにした点が記載されている。

20

【0005】

また、プラズマ切断では、切断加工部分の深さが深くなるに従いプラズマジェットが奪われて切断力が不十分となってくるため、被加工材の厚さが厚くなってくると、裏面側に行くに従い溝幅が狭くなって切断面が次第に傾斜し垂直にならない、といった課題がある。こうした課題に対しては、プラズマジェットの噴射角度を予め斜め方向に設定したり、プラズマジェットの周囲に旋回気流を発生させて切断面の加工精度を向上させることが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0006】

【特許文献1】特公平3-1108号公報

【特許文献2】実開昭62-93530号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したように、熱切断を行う加工において被加工材の厚さが厚くなるに従い切断面を垂直に形成することが困難となるといった課題に対して、様々な改良工夫が提案されているが、十分な加工精度で安定して加工することが難しいといった課題がある。例えば、特許文献2に記載されているように、補助燃料ガス噴出用ノズルを用いる場合、切断面を垂直に加工するための噴出角度や噴出量等の制御が難しい。また、プラズマ切断の際にプラズマジェットを予め傾斜させる場合、切断面の一方の側は垂直となったとしても他方の側が傾斜した状態になるため、加工精度が十分とはいえず、プラズマジェットの周囲に旋回気流を発生させる場合にも加工速度との関係で制御が難しく、安定した加工を行うことが難しい。

40

【0008】

そこで、本発明は、加工精度を高めつつ安定した加工処理を行うことができる熱切断加工装置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】

【0009】

50

本発明に係る熱切断加工装置は、厚さ25mm以上の被加工材の表面側から加熱して当該被加工材を厚さ方向に切断する加熱部と、前記加熱部の加熱動作を制御する加熱制御部と、前記被加工材の裏面側から加熱して所定温度に予熱する予熱部と、前記予熱部の加熱動作を制御する予熱制御部と、前記被加工材に対して前記加熱部及び前記予熱部を相対的に移動させる移動部と、前記被加工材に対して前記加熱部及び前記予熱部を所定の移動速度で移動するように前記移動部を駆動制御する移動制御部とを備え、前記移動制御部は、前記被加工材に対して所定の切断ラインに沿って前記加熱部を移動させるとともに当該切断ラインに対応する予熱ラインに沿って前記予熱部を前記被加工材に対して移動させる。さらに、前記予熱部は、前記加熱部の移動方向の前方に所定間隔ずらして位置設定されている。さらに、前記予熱部の予熱領域のスポット径は、前記加熱部の加熱領域のスポット径と同じか大きくなるように設定されている。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る熱切断加工装置は、上記のような構成を有することで、加工精度を高めつつ安定した加工処理を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明に係る熱切断加工装置の実施形態に関する概略構成図である。

【図2】切断加工を模式的に示す説明図である。

【図3】裏面側を予熱しながらプラズマ切断を行う場合におけるシミュレーションモデルによる処理結果を示す温度分布図である。

【図4】各シミュレーション条件を組み合わせた場合における切断面の温度分布図である。

【図5】各シミュレーション条件を組み合わせた場合における切断面の温度分布図である。

【図6】各シミュレーション条件を組み合わせた場合における切断面の温度分布図である。

【図7】各シミュレーション条件を組み合わせた場合における切断面の温度分布図である。

【図8】予熱部に関する装置例を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明に係る実施形態について詳しく説明する。なお、以下に説明する実施形態は、本発明を実施するにあたって好ましい具体例であるから、技術的に種々の限定がなされているが、本発明は、以下の説明において特に本発明を限定する旨明記されていない限り、これらの形態に限定されるものではない。

【0013】

図1は、本発明に係る熱切断加工装置の実施形態に関する概略構成図である。熱切断加工装置は、被加工材Mの表面側から加熱して被加工材Mを厚さ方向に切断する加熱部1、加熱部1の加熱動作を制御する加熱制御部10、被加工材Mの裏面側から加熱して所定温度に予熱する予熱部2、予熱部2の加熱動作を制御する予熱制御部20、被加工材Mを担持して所定方向に移動させる移動部である搬送ローラ3、及び、搬送ローラ3を駆動して被加工材Mの搬送制御を行う搬送制御部30を備えている。

【0014】

被加工材Mは、鋼材等の金属材料からなり、平板状に形成されている。被加工材Mの切断方向の厚さは、25mmより薄い場合には、裏面側から予熱することなく正確な加工精度で切断することが可能であるが、25mm以上の厚さでは、加熱部1のみの切断加工では、加工精度が低下するとともに高速の加工処理を行うことが難しくなる。なお、被加工材Mの形状は、平板状の形状に限定されることはなく、柱状の形状や断面L形の3次元形状でもよく、切断ラインにおいて少なくとも一部に25mm以上の厚さがある形状でも高い加工精度で安定して切断加工することができる。

【0015】

加熱部1は、熱切断を行うために必要な高温状態を被加工材Mの表面に発生させるように構成されており、ガス切断、プラズマ切断及びレーザー切断等の公知の熱切断加工装置の

加熱手段を用いることができる。また、加熱部 1 には、必要に応じて表面側を予熱する予熱手段を設けてもよい。加熱制御部 10 は、加熱部 1 に対して熱切断を行うように加熱制御する。例えば、ガス切断では、加熱部 1 に燃料ガス及び酸素ガスを供給して被加工材 M の表面を高温状態とし、酸素ガスを高圧ガス流で吹き付けることで燃焼生成物や溶融金属を除去するように制御する。また、プラズマ切断では、加熱部 1 の電極と被加工材 M との間に高電圧を印加してプラズマを発生させ、作動ガスを高圧ガス流で吹き付けることで燃焼生成物や溶融金属を除去するように制御する。また、レーザー切断では、加熱部 1 に設けられたレーザー光源を照射制御して被加工材 M の表面を高温状態とし、アシストガスを高圧ガス流で吹き付けることで燃焼生成物や溶融金属を除去するように制御する。

【0016】

予熱部 2 は、公知の加熱手段により被加工材 M の裏面側を部分的に加熱する。公知の加熱手段としては、燃料ガスの燃焼による加熱、プラズマの噴射による加熱、レーザー光の照射による加熱、高周波誘導加熱といった公知の加熱手段が挙げられる。また、ティグ溶接等の溶接に用いられる加熱手段を予熱に使用することもできる。こうした公知の加熱手段を複数種類用いることもできる。予熱制御部 20 は、予熱部 2 の加熱制御を行い、被加工材 M の裏面側が所定の予熱温度となるように制御する。燃焼による加熱、プラズマによる加熱及びレーザー光の照射による加熱については、加熱制御部 10 と同様に制御することができる。また、高周波誘導加熱については、誘導コイルの配置及び印加電流の周波数を適宜選択して制御することで、被加工材 M の裏面側の予熱領域に対応して加熱することができる。

【0017】

被加工材 M を移動させる移動部としては、搬送ローラ 3 以外の移動手段でもよく、加熱部 1 及び予熱部 2 を被加工材 M に対して相対移動させる手段であれば用いることができる。したがって、加熱部 1 及び予熱部 2 をロボットアーム等の移動手段に担持して被加工材 M との間で相対移動させるようにしてもよく、被加工材 M の形状や切断ラインに応じて移動手段を適宜選択して移動部とすることができる。搬送制御部 30 は、搬送ローラ 3 の一部に設けられた駆動モータ（図示せず）を駆動して被加工材 M を所定の搬送速度で移動させる。この例では、加熱部 1 及び予熱部 2 が所定位置に設定されているため、被加工材 M に対する加熱部 1 及び予熱部 2 の移動速度は、搬送速度と同じ値で逆方向となる。そのため、加熱部 1 による切断ラインは、搬送方向に沿って直線状に設定されており、予熱部 2 は、後述するように、設定された切断ラインに沿って予熱するように加熱部 1 の設定位置と関連付けられて位置決めされている。

【0018】

なお、この例では、移動制御部として搬送制御部 30 が用いられているが、加熱部 1 及び予熱部 2 を被加工材 M に対して相対移動させるために加熱部 1 及び予熱部 2 を移動手段に取り付けて移動部を構成する場合には、搬送制御の外に加熱部 1 及び予熱部 2 の移動制御を行う移動制御部を備えるようにする。こうした移動制御を行うことで、被加工材に設定された 2 次元又は 3 次元の切断ラインに対しても加熱部 1 及び予熱部 2 を相対移動させて切断加工することが可能となる。

【0019】

図 2 は、切断加工を模式的に示す説明図である。平板状の被加工材 M の表面側（上面側）には、加熱部 1 により入熱される加熱領域 R1 が設定されており、裏面側（下面側）には、予熱部 2 により入熱される予熱領域 R2 が設定されている。加熱部 1 による切断ライン L1 は、移動方向（搬送方向とは逆方向）に直線状に設定されており、切断加工は、切断ラインに沿って表面に対して垂直方向（厚さ方向）に掘り下げるように加工していく。予熱部 2 による予熱ライン L2 は、裏面に切断ライン L1 と対向配置するように直線状に設定されており、切断ライン L1 に沿って表面に対して垂直方向に切断加工する場合に裏面に形成される仮想の切断ラインとほぼ一致するように設定されている。このように、予熱ライン L2 は、切断ライン L1 の各加熱位置から裏面までの距離が最短距離となる裏面側の位置を結ぶように設定することが好ましい。

【 0 0 2 0 】

予熱領域 R 2 は、加熱領域 R 1 に対して移動方向に間隔 X q b だけ前方にずらして位置設定されており、被加工材 M に対して移動速度 V で、加熱領域 R 1 より間隔 X q b だけ前方位置を切断ライン L 2 に沿って移動するようになる。予熱領域 R 2 のスポット径は、加熱領域 R 1 のスポット径と同じか大きくなるように設定すればよい。予熱領域 R 2 のスポット径をこのように設定することで、加熱領域 R 1 を加熱して熱切断する際に、切断する垂直方向（厚さ方向）の裏面側の領域を確実に所定の予熱温度に加熱した状態とすることができ、加工精度が高められるとともに安定した切断加工を行うことができる。被加工材 M が鋼材の場合には、予熱温度として、鉄の燃焼温度（約 5 7 0 ）から熔融温度（約 9 0 0 ）の温度範囲に設定して鋼材が溶け落ちないように予熱することで、加熱部 1 による熱切断を裏面側においても十分な加熱状態で行うことが可能となり、安定した切断加工を精度よく行うことができる。また、切断する厚さに応じて移動速度 V 及び間隔 X q b を調整することで、裏面側を所定の予熱温度に維持することができる。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、図 2 に示すように、裏面側を予熱しながらプラズマ切断を行う場合において有限要素法を用いたシミュレーションモデルによる温度分布に関する処理結果を示している。

【 0 0 2 2 】

このシミュレーションモデルでは、移動方向を座標軸 X、幅方向を座標軸 Y、切断する垂直方向を座標軸 Z で定義される 3 次元領域を設定し、被加工材 M のサイズを、長さ X = 3 0 0 mm 又は 5 0 0 mm、幅 Y = 1 0 0 mm、厚さ Z = 5 0 mm の 2 種類に設定した。溝状の切断領域は、幅 5 mm 及び長さ 2 0 mm とし、加熱領域 R 1 及び予熱領域 R 2 の間隔 X q b については、長さ 3 0 0 mm の場合に 5 0 mm に設定し、長さ 5 0 0 mm の場合に 1 5 0 mm に設定した。

【 0 0 2 3 】

表面側の加熱領域 R 1 は、切断領域の先端位置に設定されてプラズマアークにより直径 1 0 mm のスポット径で入熱されており、裏面側の予熱領域 R 2 は、ガス炎により直径 1 0 mm のスポット径で均一に加熱されているものとする。

【 0 0 2 4 】

被加工材 M 内での熱輸送は熱伝導のみとし、材料の熔融による流動に伴う熱輸送は考慮しないものとする。被加工材 M の境界条件については、上下面及び切断面は断熱とし、前後面及び両側面では 3 0 0 K の温度状態に設定した。移動速度の影響については、移流項に初期値として移動速度を与えるようにした。

【 0 0 2 5 】

そして、シミュレーション条件を以下のように与えて計算した。
 プラズマアーク入熱 Q_t ; 3 0 k W (2 0 0 A 相当)、4 0 k W (2 5 0 A 相当)
 ガス炎入熱 Q_b ; 0、1 0 k W、2 0 k W、3 0 k W
 移動速度 V ; 0、1 mm / s、5 mm / s、1 0 mm / s、2 0 mm / s
 なお、プラズマアーク入熱では、熱効率を 7 0 % と仮定した。

【 0 0 2 6 】

図 3 では、左下側から右上側に向かって切断領域が形成されており、左側に示す等温曲線を描いた図では、被加工材 M の外表面（境界面）における温度分布を示している。加熱領域 R 1 における加熱により切断領域に沿って幅方向に昇温域が広がっていることがわかる。また、右側に示す等温曲線を描いた図は、切断領域の切断面における温度分布を示している。そして、図 4 から図 7 は、各シミュレーション条件を組み合わせた場合における切断面の温度分布を示している。各温度分布では、中間部分に縦方向に描かれた実線が切断領域の先端位置を示している。

【 0 0 2 7 】

予熱領域 R 2 を加熱しながら移動速度 V で移動させていく場合、被加工材 M の裏面側では切断ライン L 2 に沿って予熱による昇温域が広がっていき、昇温域は、垂直方向（厚さ

方向)へ拡がるとともに切断ラインL2の両側に拡がっていく。予熱領域R2の近傍では、高温域となっているが、予熱領域R2から後方に離れるに従い次第に温度が低下していく低温域となっている。移動する予熱領域R2により形成される昇温域の垂直方向の拡がり、高温域から低温域に行くに従い大きくなっていくが、高温域の垂直方向の拡がり、移動速度Vにより大きな差異は生じない。一方、低温域の垂直方向の拡がり、移動速度Vにより大きく変動し、移動速度が小さい場合には拡がりが大きくなり、移動速度が大きくなるに従い拡がり小さくなる。したがって、所定の予熱温度に到達する温度領域が加熱領域R2の切断方向の裏面側に拡がるように移動速度V及び間隔Xqbを設定することで、切断加工の加工精度を高めることができるとともに安定した加工を行うことが可能となる。上述したシミュレーション結果では、移動速度が10mm/s以上では、切断領域の先端位置において、予熱温度より低温となる領域が生じるようになっており、移動速度を10mm/sより小さくすることで、予熱温度に到達することが可能であることを示している。

10

【0028】

図8は、予熱部2に関する装置例を示す概略構成図である。図8(a)に示すように、この例では、予熱部2として、アーク溶接に使用可能なトーチ21を用い、トーチ21の先端部を覆うように金属製の反射部材22を取り付けている。図8(b)は、トーチ21の先端部に関する断面図である。反射部材22の内側には、集光するように曲面形状に形成された反射面22aが形成されており、反射面22aの中心位置には、トーチ21の電極棒21aの先端部21bが配置されている。トーチ21のシールドノズル21c内には、アルゴンガス等のシールドガスGが供給されて電極棒21aの先端部21bを覆うように流出している。

20

【0029】

ワイヤ21aに電圧を印加して先端部21bと被加工材Mの表面との間にアークを発生させる場合、被加工材Mの表面が溶融温度に達しない程度に加熱するように予熱制御する。その際に、アークの発生に伴い放出される光エネルギーは、反射面22aで反射されて、加熱される被加工材Mの表面を照射するようになる。そのため、被加工材Mの予熱領域を集中して加熱するとともに深い位置まで加熱することができ、効率よく予熱を行うことが可能となる。

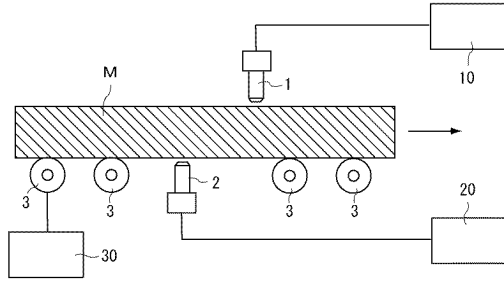
【符号の説明】

30

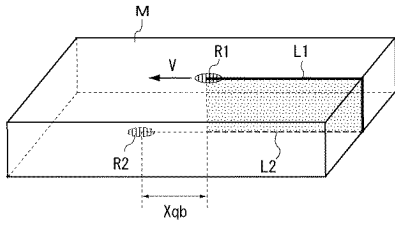
【0030】

1・・・加熱部、2・・・予熱部、3・・・搬送ローラ、10・・・加熱制御部、20・・・予熱制御部、21・・・トーチ、22・・・反射部材、30・・・搬送制御部

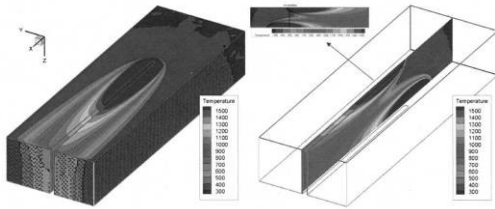
【 図 1 】



【 図 2 】

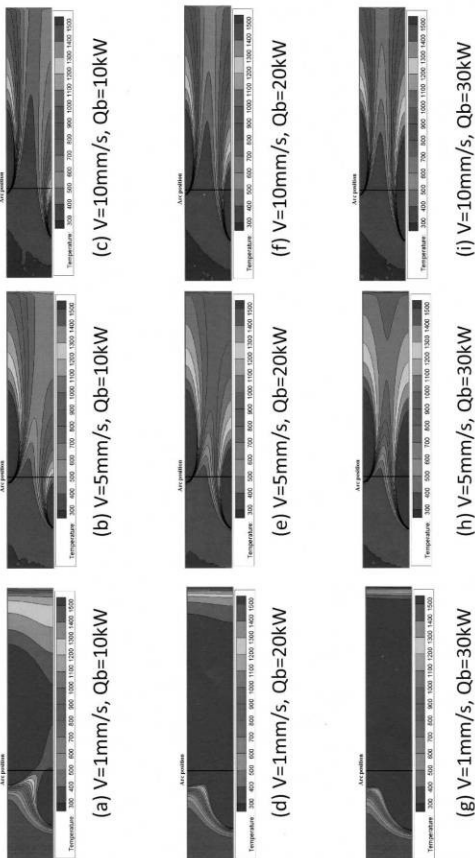


【 図 3 】



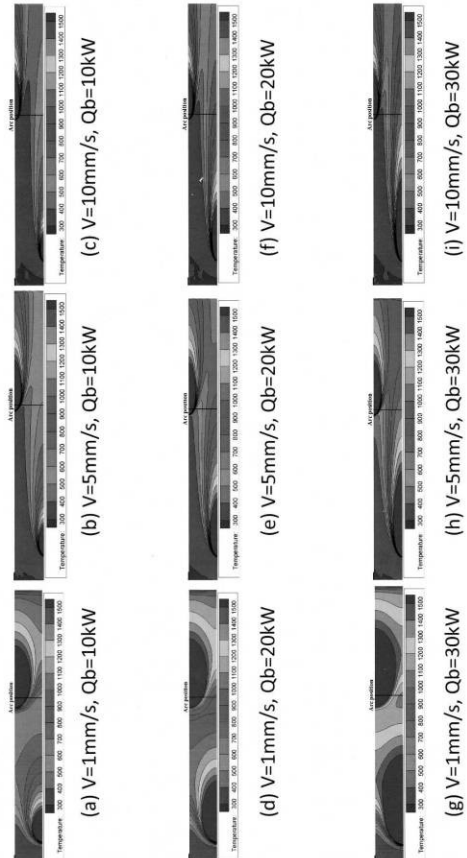
【 図 5 】

Xqb=50mm, Qt=40kW

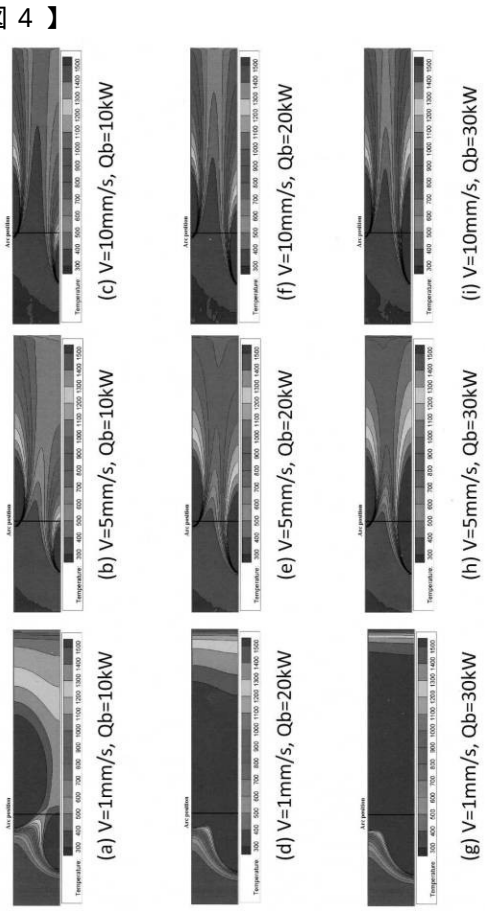


【 図 6 】

Xqb=150mm, Qt=30kW

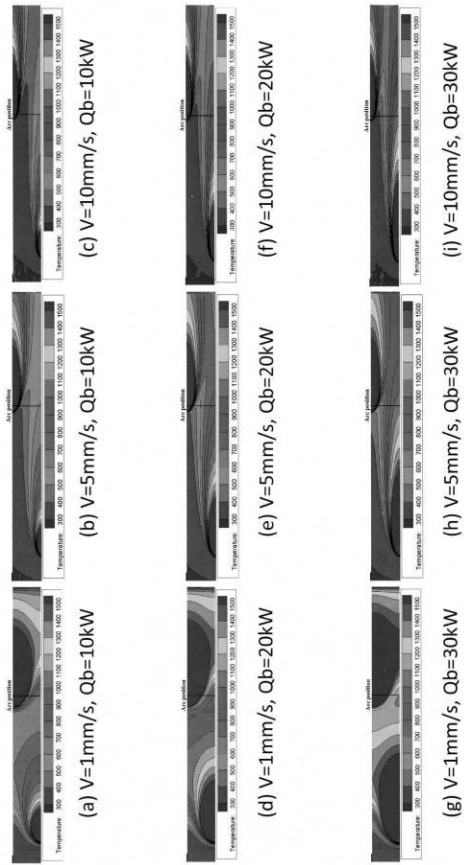


Xqb=50mm, Qt=30kW

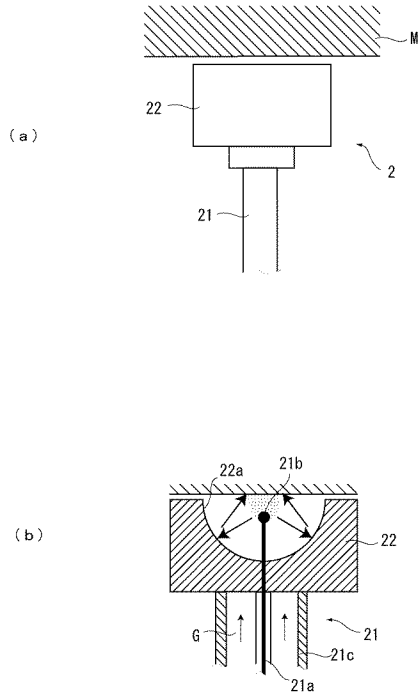


【 図 7 】

$X_{qb}=150\text{mm}$, $Q_t=40\text{kW}$



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実公昭51-20252(JP, Y1)
特開昭48-31159(JP, A)
特開2002-144058(JP, A)
特開平4-305365(JP, A)
特開昭56-74369(JP, A)
米国特許第6469274(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 10/00
B23K 7/00
B23K 26/38