

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特 許 公 報(B2)

(11)特許番号
特許第7796398号
(P7796398)

(45)発行日 令和8年1月9日(2026. 1. 9)

(24)登録日 令和7年12月25日(2025. 12. 25)

(51)Int. Cl.	F I
B 2 3 K 26/146 (2014. 01)	B 2 3 K 26/146
B 2 3 K 9/32 (2006. 01)	B 2 3 K 9/32 J
B 2 3 K 26/142 (2014. 01)	B 2 3 K 26/142

請求項の数 12 (全 28 頁)

(21)出願番号	特願2021-188317(P2021-188317)	(73)特許権者	505374783
(22)出願日	令和3年11月19日(2021. 11. 19)		国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
(65)公開番号	特開2023-75422(P2023-75422A)		茨城県那珂郡東海村大字舟石川7 6 5 番地
(43)公開日	令和5年5月31日(2023. 5. 31)		1
審査請求日	令和6年10月10日(2024. 10. 10)	(74)代理人	110001922
			弁理士法人日峯国際特許事務所
		(72)発明者	猿田 晃一
			茨城県那珂郡東海村大字白方2 番地4 国
			立研究開発法人日本原子力研究開発機構内
		(72)発明者	直江 崇
			茨城県那珂郡東海村大字白方2 番地4 国
			立研究開発法人日本原子力研究開発機構内
		(72)発明者	勅使河原 誠
			茨城県那珂郡東海村大字白方2 番地4 国
			立研究開発法人日本原子力研究開発機構内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】加工装置および加工装置の制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加工対象物の加工場所における局所部を溶融するための加熱ヘッドを備えた加熱装置と、

前記加工対象物の前記局所部と前記加熱装置の前記加熱ヘッドとを繋ぐ加熱エリアの外側にミストカバー層を形成するために、ミストを噴霧するミスト層形成装置と、

前記加熱ヘッドと前記加工対象物との位置関係を相対的に変えることにより、前記局所部を前記加工対象物の前記加工場所に沿って移動させる加工位置移動機構と、

前記ミストカバー層を形成している前記ミストを吸引して回収する回収装置と、を備え

前記回収装置により、前記局所部で発生するヒュームを前記ミストカバー層を形成している前記ミストと共に吸引して回収する、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の加工装置において、

前記回収装置は吸引口を有する吸引装置を備えており、

前記回収装置は、前記吸引口から、前記ミストカバー層を形成している前記ミストと共に前記ヒュームを、前記吸引装置により吸引して回収する、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の加工装置において、

レーザー発振器が設けられ、

前記レーザー発振器の出力に基づき、前記加熱ヘッドからレーザービームが前記加熱エリアを介して前記加工対象物の前記局所部に照射され、

前記局所部より発生した前記ヒュームが前記ミストカバー層を形成している前記ミストと共に前記回収装置の前記吸引口から吸引されて回収される、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の加工装置において、

前記回収装置は、フィルターを備えており、

前記吸引口から吸引された前記ミストと前記ヒュームとが、前記フィルターに導かれ、前記ヒュームが前記フィルターにより回収される、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の加工装置において、

前記加熱ヘッドと前記ミスト層形成装置とを第 1 の所定の位置関係で支持する支持機構が設けられ、

前記支持機構により支持された前記ミスト層形成装置は、筒状に前記ミストを噴霧して筒状の前記ミストカバー層を形成し、

前記加熱ヘッドにより、筒状の前記ミストカバー層の内部に、前記加熱エリアが形成され、

前記支持機構に支持された前記加熱ヘッドと前記ミスト層形成装置とが、互いに前記第 1 の所定の位置関係を保った状態で、前記加工位置移動機構によって移動させられる、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の加工装置において、

前記吸引装置は前記吸引口を複数個備えており、

複数個の前記吸引口を、前記ミスト層形成装置に対して第 2 の所定の位置関係を維持した状態で、支持する吸引装置支持機構が備えられており、

前記ミスト層形成装置が前記加熱ヘッドに対して前記第 1 の所定の位置関係を維持した状態で前記加工位置移動機構によって移動させられるのに伴って、前記吸引装置支持機構により支持された複数個の前記吸引口が前記ミスト層形成装置に対して前記第 2 の所定の位置関係を維持した状態で移動する、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の加工装置において、

前記吸引装置が有する複数の前記吸引口は、その開口方向がそれぞれ、筒状の前記ミストカバー層の周方向を向いている、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 8】

請求項 2 に記載の加工装置において、

前記ミストカバー層は、第 1 ミスト層と、前記第 1 ミスト層の外周に形成された第 2 ミスト層とを備え、

前記第 1 ミスト層を形成するための第 1 ミストの粒径より前記第 2 ミスト層を形成するための第 2 ミストの粒径の方が大きい、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項 9】

請求項 2 に記載の加工装置において、

前記加熱装置や前記ミスト層形成装置、前記加工位置移動機構、前記ミストを吸引して回収する前記回収装置、の動作を、それぞれ制御するための制御装置が設けられ、

前記制御装置は、加熱ヘッドによる前記局所部の溶融動作の停止後、前記ミスト層形成装置からの前記ミストの噴霧動作を停止するまでの時間Mを記憶しており、

前記制御装置は、前記加熱ヘッドにより前記局所部を溶融する前記溶融動作を停止してから前記時間Mが経過したのち、前記ミスト層形成装置からの前記ミストの噴霧動作を停止する、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項10】

請求項9に記載の加工装置において、

前記制御装置は、加工開始の指示に基づき、前記ミスト層形成装置からの前記ミストの前記噴霧動作を開始し、さらに前記吸引装置による前記ミストカバー層の前記ミストの吸引動作を開始し、

前記ミスト層形成装置による前記ミストカバー層の形成動作の開始の後に、前記加熱装置の前記加熱ヘッドによる前記加工対象物の前記加工場所における前記局所部の前記溶融動作を開始する、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項11】

請求項10に記載の加工装置において、

前記制御装置は、加工終了の指示に基づき、前記加熱装置の前記加熱ヘッドによる前記局所部の前記溶融動作を停止し、

前記局所部に対する前記溶融動作の停止から予め設定された前記時間Mが経過したのちに、前記ミスト層形成装置による前記ミストカバー層の前記形成動作を停止し、

前記ミスト層形成装置による前記ミストカバー層の前記形成動作の停止後に、前記回収装置の前記吸引装置による前記ミストカバー層の前記ミストの前記吸引動作を停止する、

ことを特徴とする加工装置。

【請求項12】

請求項9に記載の加工装置において、

前記制御装置は、前記加工装置の異常診断動作を前記加工対象物の加工動作と共に実行し、

前記異常診断動作において異常状態が検知されると、前記加熱ヘッドによる前記局所部の前記溶融動作を停止し、

前記局所部の前記溶融動作を停止してから前記時間Mが経過したのちに、前記ミスト層形成装置による前記ミストカバー層の前記形成動作を停止する、

ことを特徴とする加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属などの材料を加工するための加工装置および前記加工装置を制御する制御方法に係り、特に材料の加工時に発生するヒュームの拡散を抑制する機能を備えた加工装置および前記ヒュームの拡散を抑制するための前記加工装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

金属などの材料を加工する場合に、材料の加工部分を高温に加熱する方法を用いる加工装置が現在広く使用されている。例えばレーザーを使用する加工装置やプラズマアークを使用する加工装置である。このような加工装置は、色々な利点を有している。しかし上記加工装置では加工部分に対して局所加熱を行うので、局所加熱部で材料が溶融する。この溶融に伴って、溶融金属など、材料が蒸気化し、ヒュームと呼ばれる煙状の微細粉塵を発生する。このヒュームが空気中に拡散し、場合によっては長時間浮遊する。ヒュームが空気中に滞留することにより作業環境が悪化する場合がある。あるいは貴重な材料を使用した物の加工、例えば電子機器等の加工、の場合には、前記貴重な材料がヒュームの状態で空気中等に拡散するのを防止して、回収できる状態とすることが望ましい。このためには

10

20

30

40

50

先ず空気中などへの上記ヒュームの拡散を抑制できることが望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 5 - 1 3 9 7 7 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 2 1 - 6 2 3 8 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 にはレーザー (L A S E R) を照射して金属材料を加工する加工装置が開示されている。また特許文献 2 にはプラズマアークを利用して金属材料を加工する加工装置が開示されている。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 において、段落「 0 0 1 5 」に、レーザー加工に伴って生じたガスや溶融部を除去するためにノズル 2 5 からアシストガスを噴き出すと記載されている。この記載でレーザー加工に伴って生じたガスを除去するとは、加工対象の金属材料であるワーク W の加工部分から上記ガスを他の場所へ移動させるとのことであり、放出されたガスを回収するとの意味ではない。逆にアシストガスを噴きつけることは、レーザー加工に伴って生じたヒュームを含むガスの空気中への拡散を助けることになる。

【 0 0 0 6 】

20

なお、特許文献 1 において、段落「 0 0 1 0 」や段落「 0 0 1 5 」で、ノズル 2 5 からミスト F M が噴射されると記載されているが、この記載は誤記であり、正しくは特許文献 1 の段落「 0 0 1 7 」や段落「 0 0 2 1 」に記載のとおり、「ミストノズル 1 からミスト F M が噴射されるが」、が正しい表現である。特許文献 1 の段落「 0 0 3 2 」の記載によれば次のように記載されている。ミストノズル 1 からのミスト F M の噴射により、ワーク W 1 の表面に液体の膜を形成することができる。これによりワーク W 1 の表面に付着するスパッタの量を低減することができる、またノズル 2 5 にスパッタが付着し難くなる。このためノズル 2 5 を、ワーク W 1 に、より接近させることができる。

【 0 0 0 7 】

また特許文献 2 では、段落「 0 0 7 3 」から段落「 0 0 8 2 」に、プラズマ溶接時にヒュームが発生することが記載されている。段落「 0 0 7 4 」および段落「 0 0 7 5 」の記載によれば、次のように記載されている。図 7 に示す複数の溝 1 5 g のそれぞれを通じてインサートキャップ 1 6 の開口 1 6 b からチップ穴 1 5 b の周囲近傍に、バリアガス B G を流すことにより、チップ穴 1 5 b の周囲に、チップ穴 1 5 b を囲むバリアガス B G によるガス流を形成することができる。チップ穴 1 5 b を囲むバリアガス B G の流速のあるガス流により、鋼板 3 1 の表面の亜鉛めっき層 3 2 と先端面 1 5 a との間にバリアを形成することができる。これにより、プラズマ溶接時に、亜鉛ヒューム 3 3 及び鋼板スパッタ 3 4 の双方が遮断され、これらがインサートチップ 1 5 の先端面 1 5 a に付着又は溶着してしまうことを抑制できる。

30

【 0 0 0 8 】

40

特許文献 1 や特許文献 2 において、金属材料の加工部分に対する局所加熱により、ヒュームが発生することが記載されている。しかし発生したヒュームについて、空気中への拡散の防止について、全く開示が無いし、示唆もない。さらにヒュームの回収について開示や示唆が全く無い。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、金属などの材料の加工において発生するヒュームの拡散を抑制する機能を備えた加工装置を提供することである。あるいは、本発明の目的は加工装置を制御して、前記材料の加工において発生するヒュームの拡散を抑制する制御方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 0 】

〔 第 1 の 発 明 〕

前記課題を解決する第1の発明は、

加工対象物の加工場所における局所部を溶融するための加熱ヘッドを備えた加熱装置と

、
前記加工対象物の前記局所部と前記加熱装置の前記加熱ヘッドとを繋ぐ加熱エリアの外側にミストカバー層を形成するために、ミストを噴霧するミスト層形成装置と、

液体から前記ミストを生成して前記ミスト層形成装置に供給するミスト生成装置と、

前記加熱ヘッドと前記加工対象物との位置関係を相対的に変えることにより、前記局所部を前記加工対象物の前記加工場所に沿って移動させる加工位置移動機構と、

10

を備え、

前記ミスト層形成装置から噴霧された前記ミストにより、前記加熱エリアの外側に前記加熱エリアの外周を覆う前記ミストカバー層を形成して前記局所部の溶融により発生するヒュームが空气中に拡散するのを抑制する、ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 1 1 】

〔 第1の発明の作用効果 〕

加工対象物の加工場所における局所部を溶融させると、前記溶融部でヒュームが発生する。このヒュームが空气中に拡散し、空气中に滞留する。これを抑制するために、本発明ではミストカバー層を形成して、空气中への拡散を抑制する。このようにミストカバー層を形成してヒュームの空气中への拡散を抑制する構成および作用について、特許文献1や特許文献2に開示されていないし、示唆もされていない。

20

【 0 0 1 2 】

以下の実施形態ではミストカバー層とヒュームとの作用について説明するが、高温に加熱することによる局所部の溶融に伴って発生したヒュームは蒸気の状態の前記ミストカバー層の内側に放出される。放出されたヒュームは前記ミストカバー層で冷却され、凝縮される。このようにしてヒュームが前記ミストカバー層によって閉じ込められる。このためミストカバー層から外に拡散されるヒュームを大幅に抑制できる。

【 0 0 1 3 】

なお特許文献1の段落「 0 0 3 2 」や「 0 0 3 8 」の記載によれば、ミストFMによりワークW1の表面に水の膜が形成されると記載されている。仮に特許文献1に記載のミストが、前記第1の発明のミストと同じようにミストカバー層を構成しヒュームを閉じ込める作用を有すると解釈すると、特許文献1に記載されているように特許文献1のミストによって作られたワークW1の表面の水の膜が、ヒュームを含むことになる。このことは特許文献1の記載と矛盾する。

30

【 0 0 1 4 】

すなわち加工部からはヒュームだけでなくスパッタも発生する。従って特許文献1において、もしミストカバー層が形成されていると解釈すると、前記ミストカバー層はヒュームだけでなくスパッタも閉じ込める作用を有することになる。このためワークW1の表面に水の膜を形成する際に、前記ミストカバー層は、ヒュームとスパッタをワークW1の表面に誘導することになる。このことは、特許文献1の段落「 0 0 3 2 」や「 0 0 3 8 」の記載と、完全に矛盾する。従って特許文献1に記載のミストは、層を形成してヒュームの空气中への拡散を抑制するものとは全く異なるものと判断せざるを得ない。

40

【 0 0 1 5 】

〔 第 2 の 発 明 〕

前記課題を解決する第2の発明は、第1の発明の加工装置において、

さらに前記ミストカバー層を吸引して回収する回収装置を備えている、ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 1 6 】

〔 第 2 の 発 明 の 作 用 効 果 〕

加工対象物の局所部を溶融させたことにより発生したヒュームの多くは蒸気の状態でミ

50

ストカパー層の内側に放出され、前記ミストカパー層により冷却されると共にその多くは前記ミストカパー層により捕獲される。回収装置によりミストカパー層を吸引して、回収する。このことにより、前記ミストカパー層により捕獲されヒュームは、前記ミストカパー層と共に吸引されて回収される。上述したように発生したヒュームの多くは前記ミストカパー層により捕獲されるので、発生したヒュームを効率よく回収することができる。

【 0 0 1 7 】

特許文献 1 や特許文献 2 には、前記ミストカパー層を回収する回収装置について全く記載が無い。さらにワーク W 1 の表面に水の膜を形成しようとした場合に、仮に回収装置を設けたとすると、水の膜を形成する上で、文献に述べられた効果が低減するなどの悪影響が出ると考えられる。

【 0 0 1 8 】

第 2 の発明では、ヒュームを回収する回収装置を備えている。ヒュームの拡散を抑制し、ヒュームを回収し、ヒュームによる空気の汚染を抑制できる効果が得られることは上述のとおりである。しかしこれ以外の効果が得られる場合がある。希少金属からなる加工対象物あるいは一部に希少金属が使用されている加工対象物の場合では、希少金属の空気中への拡散を抑制してこれを回収できる効果がある。この場合には汚染の防止だけでなく、貴重な資源である希少金属を再利用できる大きな効果が得られる。

【 0 0 1 9 】

〔 第 3 の発明 〕

前記課題を解決する第 3 の発明は、第 1 の発明あるいは第 2 の発明の内の一の発明の加工装置において、

前記ミストカパー層は第 1 ミスト層と第 2 ミスト層を有していて、前記加熱エリアの外周を覆うように前記第 1 ミスト層が形成され、前記第 1 ミスト層の外周を覆うように前記第 2 ミスト層(44)が形成される、ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 2 0 】

〔 第 3 の発明の作用効果 〕

ミストカパー層は非常に細かい液体の粒で構成されており、乱れが生じやすい。ミストカパー層を 2 層とすることで、ヒュームを閉じ込める効果や回収効果を大きく向上することができる。例えば発生するヒュームの量は一定とは限らない。局所部の状態や加工場所の形状によって異なる。例えば加工場所が直線ではなく鋭角に折れ曲がっている場合には、ヒュームの発生量が増減するなど変化したり、一方向に偏った状態で発生したりする。このような変化が生じて、ヒュームを安定して閉じ込められることが好ましい。ミストカパー層を少なくとも 2 層とすることで、上述のような局所部の状態が変化しても、安定した効果を得ることができる。

【 0 0 2 1 】

さらにミストカパー層を少なくとも 2 層とすることで、第 1 ミスト層と第 2 ミスト層とに重要な機能を分担させることができる。発生した直後のヒュームは高エネルギーを有し、粒子が非常に細かい状態である。従って第 1 ミスト層で先ず高温のヒュームを冷却する。次に第 2 ミスト層でヒュームを捕集する。このように第 1 ミスト層と第 2 ミスト層を有することで、ヒュームの吸引および回収効率を大きく向上することができる。

【 0 0 2 2 】

〔 第 4 の発明 〕

前記課題を解決する第 4 の発明は、第 3 の発明の加工装置において、

前記ミスト層形成装置は、前記第 1 ミスト層を形成するための第 1 ミストを噴霧する第 1 ミスト噴霧ノズルと前記第 2 ミスト層を形成するための第 2 ミストを噴霧する第 2 ミスト噴霧ノズルを備え、

前記第 1 ミスト噴霧ノズルから噴霧される前記第 1 ミストの径が、前記第 2 ミスト噴霧ノズルから噴霧される前記第 2 ミストの径より小さい、ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

50

〔第４の発明の作用効果〕

第４の発明では、前記第２ミスト層を形成するための前記第２ミストより、前記第１ミスト層を形成するための前記第１ミストの径を小さくしている。前記第１ミスト層が接するヒュームの方が、前記第２ミスト層が接するヒュームより高温であり、また径が小さい。このため前記第１ミスト層を形成する第１ミストの径を小さくした方が、前記第１ミスト層自身の内部に生じる隙間をより小さくできる。従って径の小さいヒュームに対しても前記第１ミスト層から外部への漏れをより効果的に抑制できる。

【００２４】

加工対象物の局所部から発生したヒュームは、微細であり高温状態である。このヒュームが、第１ミスト層の前記第１ミストと接することにより冷却されると、ヒュームの粒子は互いに結びつき、径が大きくなる。径が大きくなったヒュームの粒子は質量も大きくなる。径が大きくなったヒュームを捕らえるには、ミストの方も径が大きい方が好ましい。このため前記第２ミスト層の第２ミストの径を、前記第１ミスト層を形成するための第１ミストの径より大きくする。このようにすることにより、前記第１ミスト層および前記第２ミスト層の作用が大幅に改善される。

【００２５】

上記第４発明で記載したように、前記第１ミスト層を形成するための前記第１ミストの径を、前記第２ミスト層を形成するための前記第２ミストの径より、小さくすることにより、上述した大きな効果を奏することができる。前記第１ミストの径と前記第２ミストの径について、次に一具体例を説明する。ここでミストの径とは、例えば、ミストの直径であり、ミストの大きさである。

【００２６】

前記第１ミスト層や前記第２ミスト層を形成する前記第１ミストや前記第２ミストはその大きさが均一ではなく、大きさに関して大小のミストが混ざり合っている存在している。しかし前記第１ミストや前記第２ミストのそれぞれを構成している多数のミストについて、その大きさをパラメータとしたミスト数の分布に着目すると、ある大きさの領域において、ミストの数がピークとなり、ピークの領域から遠ざかるにつれてその領域に含まれるミストの数が減少する。

【００２７】

前記第１ミスト層や前記第２ミスト層は、上述のとおり、発生するヒュームを閉じ込める、あるいは捕獲する、作用をする。この観点から前記第１ミスト層や前記第２ミスト層を形成する前記第１ミストや前記第２ミストの粒についてその大きさに着目すると、存在するミストの数が最も多い領域のミストの大きさ、言い換えると上述したミスト数の分布がピークとなる領域のミストの大きさが、その作用の観点から重要となる。前記第４発明では、前記第１ミスト層を形成する前記第１ミストと、前記第２ミスト層を形成する前記第２ミストと、をそれぞれの分布数がピークとなる領域に含まれるミストの大きさにおいて比較すると、前記第２ミストの大きさが、前記第１ミストの大きさより大きい。このように、大きさをパラメータとした分布数のピークとなる領域に存在するミストの径で比較することが、前記第１ミスト層や前記第２ミスト層の作用の観点において有効である。最も数の多い領域あるいはその近傍の領域のミストが、上述した作用や効果を奏するうえで、大きな働きをする。

【００２８】

〔第５の発明〕

前記課題を解決する第５の発明は、第３の発明あるいは第４の発明の内の一の発明の加工装置において、

前記ミスト層形成装置は、前記第１ミスト層を形成するための第１ミストを噴霧する第１ミスト噴霧ノズルと前記第２ミスト層を形成するための第２ミストを噴霧する第２ミスト噴霧ノズルを備え、

前記第２ミスト噴霧ノズルを、前記加工対象物に対して、前記第１ミスト噴霧ノズルより遠い位置に設けると共に、前記第２ミスト噴霧ノズルから噴霧される単位時間当たりの

10

20

30

40

50

前記第 2 ミストの量を、前記第 1 ミスト噴霧ノズルから噴霧される単位時間当たりの前記第 1 ミストの量より多くした、

ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 2 9 】

〔第 5 の発明の作用効果〕

加工対象物の局所部の加熱に伴って放出されるヒュームを第 1 ミスト層と第 2 ミスト層とによりミストカバー層内に閉じ込め、外側の大気中への漏れ量を抑制することが望ましい。発明者達が行った実験によれば、噴霧するミストの量を増やすことが、大気中へのヒュームの漏れを低減するうえで非常に有効であることが明確となった。しかし第 1 ミスト噴霧ノズルや第 2 ミスト噴霧ノズルから噴霧されるミストの量を際限なく増やすことは、当然のことながら不可能である。また現実的な解決策とはならない。

10

【 0 0 3 0 】

第 5 の発明では、第 2 ミスト噴霧ノズルを第 1 ミスト噴霧ノズルより、加工対象物に対して遠い位置に配置することにより、第 2 ミスト層で第 1 ミスト層の全体を、言い換えると根元の方から加工対象物までの全体を覆うようにする。これにより、第 1 ミスト層から漏れ出たヒュームが第 2 ミスト層で閉じ込められ、しかも第 2 ミスト層からの漏れを低減できる。さらに第 2 ミスト噴霧ノズルからのミストの噴霧量を増やすことで、より高い信頼性が向上する。

【 0 0 3 1 】

〔第 6 の発明〕

前記課題を解決する第 3 の発明あるいは第 4 の発明の内の一の発明の加工装置において、

20

前記ミスト層形成装置は、前記第 1 ミスト層を形成するための第 1 ミストを噴霧する第 1 ミスト噴霧ノズルと前記第 2 ミスト層を形成するための第 2 ミストを噴霧する第 2 ミスト噴霧ノズルを備え、

前記第 2 ミスト噴霧ノズルを、前記加工対象物に対して、前記第 1 ミスト噴霧ノズルより近い位置に設けると共に、前記第 2 ミスト噴霧ノズルにより前記第 1 ミスト層における前記第 1 ミスト噴霧ノズルの近傍を覆うようにした、

ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 3 2 】

30

〔第 6 の発明の作用効果〕

第 6 の発明では、前記第 2 ミスト噴霧ノズルを、前記加工対象物に対して、前記第 1 ミスト噴霧ノズルより近い位置に設けると共に、前記第 2 ミスト噴霧ノズルにより前記第 1 ミスト層における前記第 1 ミスト噴霧ノズルの近傍を覆う構成とした。ミストカバー層を形成するための前記第 1 ミスト噴霧ノズルや前記第 2 ミスト噴霧ノズルを加工対象物に近づけた方が、ミストカバー層が安定し、前記ミストカバー層から大気中にもれるヒュームを低減できる。しかし加熱ヘッドと局所部との間隔は、加工対象物を最適に加工することを優先して定めることが望ましい。このため第 1 ミスト噴霧ノズルと加工対象物との間の距離をより短くすることには限界がある。これに対して第 2 ミスト噴霧ノズルの方は自由度が大きく、第 1 ミスト噴霧ノズルよりも加工対象物に近づけて配置することが可能となる。

40

【 0 0 3 3 】

第 2 ミスト噴霧ノズルを加工対象物に近づけた方が、前記第 2 ミスト層をより安定した状態で維持できる。この場合に第 1 ミスト噴霧ノズルの近傍の第 1 ミスト層は、第 2 ミスト噴霧ノズルの部分で包含する構造となる。このようにすることで、上述のとおり第 2 ミスト層でヒュームを含む微細粉塵を安定して捕獲でき、大気中への漏れを大幅に低減できる。

【 0 0 3 4 】

〔第 7 の発明〕

前記課題を解決する第 7 の発明は、第 2 の発明乃至第 6 の発明の内の一の発明の加工装

50

置において、

前記回収装置は前記ミストカバー層を吸引するための吸引装置を有しており、

前記吸引装置は前記ミストカバー層を形成しているミストを吸引するための複数の吸引口を有していて、前記複数の吸引口は、それぞれ前記ミストカバー層における前記加工対象物の近傍に配置されており、

前記吸引装置は、吸引装置支持機構により前記加熱ヘッドと共に移動するように支持されている、

ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 3 5 】

〔 第 7 の 発 明 の 作 用 効 果 〕

第 7 の 発 明 に お い て 、 吸 引 装 置 は 、 ヒ ュ ー ム が 発 生 す る 局 所 部 の 移 動 に 基 づ い て 、 自 動 的 に 移 動 す る 。 こ の こ と に よ り 前 記 局 所 部 を 覆 う よ う に 、 自 動 的 に 第 1 ミ ス ト 層 や 前 記 第 2 ミ ス ト 層 を 備 え た ミ ス ト カ バ ー 層 を 形 成 す る こ と が で き る 。 こ の た め ミ ス ト カ バ ー 層 か ら 外 部 の 大 気 中 へ の ヒ ュ ー ム の 漏 れ を 抑 制 で き る だ け で な く 、 信 頼 性 を 大 き く 向 上 す る こ と が で き る 。

【 0 0 3 6 】

〔 第 8 の 発 明 〕

前記課題を解決する第 8 の 発 明 は 、 第 7 の 発 明 に 記 載 の 加 工 装 置 に お い て 、

前記吸引装置が有する前記複数の吸引口はそれぞれその開口方向が、前記ミストカバー層の周方向を向いている、

ことを特徴とする加工装置である。

【 0 0 3 7 】

〔 第 8 の 発 明 の 作 用 効 果 〕

第 8 の 発 明 に お い て は 、 前 記 吸 引 装 置 が 有 す る 前 記 複 数 の 吸 引 口 は 各 々 そ の 開 口 方 向 が 、 前 記 ミ ス ト カ バ ー 層 の 周 方 向 を 向 い て い る 。 も し 前 記 吸 引 口 が 前 記 局 所 部 の 方 を 向 い て い る と 、 前 記 第 2 ミ ス ト 層 を そ の 外 周 面 に 対 し て 垂 直 方 向 か ら 吸 引 す る こ と に な る 。 こ の 場 合 、 前 記 ミ ス ト カ バ ー 層 に 乱 れ が 生 じ 易 く 、 前 記 ミ ス ト カ バ ー 層 が 有 す る 加 熱 エ リ ア の 外 側 を 覆 う 機 能 が 、 前 記 乱 れ に よ り 、 失 わ れ る 恐 れ が あ る 。

【 0 0 3 8 】

一 方 前 記 ミ ス ト カ バ ー 層 の 周 方 向 に 前 記 吸 引 口 を 開 口 し た 場 合 に は 、 で き る だ け 層 流 を 維 持 す る よ う に し て 前 記 ミ ス ト カ バ ー 層 を 吸 引 す る こ と が で き る 。 こ れ に よ り 乱 流 の 発 生 を 抑 制 で き る 効 果 が あ る 。 こ の 結 果 ミ ス ト カ バ ー 層 か ら の ヒ ュ ー ム の 漏 れ を 抑 制 で き る 効 果 が 大 き く 、 さ ら に 吸 引 動 作 も 安 定 す る 。

【 0 0 3 9 】

〔 第 9 の 発 明 〕

前記課題を解決する第 9 の 発 明 は 、

加工対象物の加工場所における局所部を溶融するための加熱ヘッドを備えた加熱装置と

、
前記加工対象物の前記局所部と前記加熱装置の前記加熱ヘッドとを繋ぐ加熱エリアの外側にミストカバー層を形成するためのミスト層形成装置と、

前記加熱ヘッドと前記加工対象物との相対的な位置関係を変えることにより、前記局所部を前記加工対象物の前記加工場所に沿って移動させる加工位置移動機構と、

前記加熱装置と、前記ミスト層形成装置と、前記加工位置移動機構と、を制御する制御装置と、

を備えた前記加工対象物を加工するための加工装置の制御方法であって、

前記ミスト層形成装置により前記ミストカバー層を形成し、

前記ミストカバー層を形成した後に、前記加熱装置の前記加熱ヘッドにより前記加工対象物の加工場所における局所部を溶融するようにした、

ことを特徴とする加工装置の制御方法である。

【 0 0 4 0 】

〔第 9 の発明の作用効果〕

第 9 の発明では、まず、前記加工対象物の前記局所部と前記加熱装置の前記加熱ヘッドとを繋ぐ加熱エリアの外側にミストカバー層を形成する。前記ミストカバー層を形成した後に、前記局所部を溶融する。このようにすることで、前記局所部からヒュームが放出される以前に前記ミストカバー層を形成することができる。これにより前記局所部から放出されたヒュームが外部に漏れるのを抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

〔第 1 0 の発明〕

前記課題を解決する第 1 0 の発明は、第 9 の発明の加工装置の制御方法において、

前記ミスト層形成装置により前記ミストカバー層を形成した後に、前記加熱装置の前記加熱ヘッドにより前記加工対象物の前記加工場所における前記局所部を溶融し、

10

さらに前記加工位置移動機構により前記加熱ヘッドと前記加工対象物との相対的な位置関係を変化させることにより、溶融した前記局所部を前記加工対象物の前記加工場所に沿って移動し、

加工終了時あるいは加工停止時において、前記加熱ヘッドにより前記局所部を溶融する溶融動作を停止し、

前記溶融動作の停止後に、前記ミスト層形成装置により前記ミストカバー層を形成するミストカバー層形成動作を停止するようにした、

ことを特徴とする、加工装置の制御方法である。

【 0 0 4 2 】

20

〔第 1 0 の発明の作用効果〕

前記加工対象物の加工が終了した時あるいは前記加工を一時的に停止した時には、前記局所部の溶融動作を停止するので、前記局所部からのヒュームの発生が停止する。従って前記ミストカバー層の形成を停止することができる。しかしこの場合に既に発生しているヒュームに関しては、外部への漏洩を防止しなければならない。このためヒュームの発生が停止した時点では前記ミストカバー層を形成するミストカバー層形成動作を維持し、前記局所部の溶融動作を停止するのを待って、その後前記ミストカバー層を形成するミストカバー層形成動作を停止する。このようにすることで、ヒュームの外部への漏れを防止できる。

【 0 0 4 3 】

30

〔第 1 1 の発明〕

上記課題を解決する第 1 1 の発明は、第 1 0 の発明の加工装置の制御方法において、

前記加工装置は前記ミストカバー層を吸引するための吸引装置を有する回収装置をさらに備えており、

前記ミスト層形成装置により前記ミストカバー層を形成し、さらに前記回収装置の前記吸引装置により前記ミストカバー層を吸引するを開始し、

前記ミスト層形成装置により前記ミストカバー層を形成した後に、前記加熱装置の前記加熱ヘッドによる前記加工対象物の前記加工場所における前記局所部の前記溶融動作を開始し、

前記加工終了時あるいは前記加工停止時において、前記加熱装置の前記加熱ヘッドによる前記局所部の前記溶融動作を停止し、

40

前記局所部に対する前記溶融動作を停止してから予め設定された時間が経過した後に、前記ミスト層形成装置による前記ミストカバー層形成動作を停止し、

前記ミスト層形成装置による前記ミストカバー層形成動作を停止した後に、前記回収装置の前記吸引装置による前記ミストカバー層に対する前記吸引動作を停止するようにした、

ことを特徴とする、加工装置の制御方法である。

【 0 0 4 4 】

〔第 1 1 の発明の作用効果〕

前記加工対象物の加工が終了した時あるいは前記加工を一時的に停止する時に、前記局

50

所部の溶融動作を停止する。その結果前記局所部におけるヒュームの発生が停止する。しかし、既に発生したヒュームが前記ミストカバー層の内部に閉じ込められた状態で存在している。前記ミストカバー層の内部に閉じ込められた状態のヒュームを前記吸引装置により吸引し、回収することが望ましい。ヒュームを吸引する場合に、前記吸引装置だけでは、うまく吸引できない。ヒュームを前記ミストカバー層で包含すると共に、前記ミストカバー層を構成するミストと結合した状態でヒュームを吸引することにより、ヒュームの漏れを低減し、効率よくミストを吸引し、回収することができる。

【 0 0 4 5 】

第 1 1 の発明では、ヒュームの発生を停止してから既に発生して浮遊しているヒュームを吸引して回収するのに必要な時間を予め設定しておき、ヒュームの発生を停止した後も予め設定した時間の間、前記ミストカバー層の形成を維持する。このようにすることで、ヒュームの吸引と回収を大幅に改善することができる。

10

【 0 0 4 6 】

〔 第 1 2 の発明 〕

前記課題を解決する第 1 2 の発明は、第 9 の発明乃至第 1 1 の発明の内の一の発明の加工装置の制御方法において、

前記加工装置の異常診断動作を前記加工対象物の加工動作と共に実行し、

前記異常診断動作において異常状態が検知されると、前記加熱ヘッドによる前記局所部の溶融動作を停止し、

前記局所部の前記溶融動作を停止してから予め設定した前記時間が経過した後に、前記ミスト層形成装置による前記ミストカバー層の形成を停止する、

20

ことを特徴とする、加工装置の制御方法である。

【 0 0 4 7 】

〔 第 1 2 の発明の作用効果 〕

加工装置の異常診断は重要であり、異常が検知されると直ちに動作を停止することが重要である。しかし、異常の原因にもよるが、異常が検知された状態であってもできるだけヒュームの大気への拡散を防止することが望ましい。本発明では、前記局所部に対する溶融動作を停止する。しかし、異常の原因にもよるが、前記ミストカバー層の形成を先ずは維持し、ヒュームの回収動作を持続する。異常に伴う危険な状態は、高温状態が異常となることである。前記局所部の溶融を停止することで、高温状態の異常を抑制することができる。さらにヒュームの拡散や回収を目的とした前記ミストカバー層の形成が、ヒュームの拡散防止と回収の作用だけでなく、異常な高温状態の発生や持続を抑制する効果を奏する。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 4 8 】

本発明によれば、金属などの材料の加工において発生するヒュームの拡散を抑制する機能を備えた加工装置を得ることができる。さらに本発明によれば、発生したヒュームの拡散を効果的に抑制できる加工装置の制御方法を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 9 】

40

【 図 1 】 本発明が適用された一実施例である加工装置の概要を説明する説明図である。

【 図 2 】 図 1 に記載した実施例におけるミスト層の状態およびミストを吸引するミスト吸引装置の動作を説明する説明図である。

【 図 3 】 発生するヒュームのミストカバー層によるトラップ動作を説明するための説明図である。

【 図 4 】 ヒュームを含む微細粉塵の回収を説明するための説明図である。

【 図 5 】 他の実施例を説明する説明図である。

【 図 6 】 本発明を、プラズマアークを使用した加工装置に適用した場合の実施例を説明する説明図である。

【 図 7 】 他の実施例を説明する説明図である。

50

【図 8】本発明に係る加工装置の制御内容における、加工開始前や加工終了時等の処理に関するフローチャートである。

【図 9】本発明に係る加工装置の制御内容における、加工動作中および緊急状態発生時の処理に関するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0050】

1. はじめに

以下に記載の実施例において、同一符号が付された構成についてはその作用効果が同じであり、重複した説明を省略する場合がある。さらに以下に記載の実施例が解決する課題および前記実施例が奏する効果は色々あり、これらの効果は、前記本発明の目的の欄および前記発明の効果の欄に記載した目的や効果の範囲に限るものではなく、これらの範囲以外の課題をも解決し、これらの範囲以外の効果をも奏する場合がある。

10

【0051】

2. 本発明が適用された一実施例である加工装置 100 の構成について

(1) 本発明が適用可能な加工装置の説明

図 1 は、本発明が適用された一実施例である加工装置 100 の概要を説明する説明図である。また図 2 は、ミストカバー層 40 の状態および吸引装置 160 の動作を説明する説明図である。本実施例は、本発明を適用したレーザービーム 50 を用いた加工装置の例である。なお本発明が適用可能な加工装置はこれに限るものではない。例えばプラズマアークを用いた加工装置に対しても本発明が適用可能である。また本発明が適用可能な加工装置の加工の内容としては、例えば加工対象物 10 の切断、あるいは複数の加工対象物 10 の接合、等がある。加工対象物 10 は例えば金属材料であり、加工を行う場所である加工場所 12 の局所部 16 を加熱することにより、加工対象物 10 の加工を行う。加熱により加工を行う装置であれば、本発明を適用することにより大きな効果を奏することができる。

20

【0052】

図 1 の実施例では、加工対象物 10 が小さく記載されているが、これは図面の都合でこのように記載したのであり、本発明の適用においては、加工対象物 10 が大きくても良くまた小さくても良く、加工対象物 10 の大きさによる制約はない。また本実施例では加工対象物 10 が、加工装置 100 の加工台 31 の上に固定されている。しかしこれは一例であり、これに限るものではない。例えば大きな建築物の床あるいは壁に加工を行う加工装置に本発明を適用しても良い。また船や車両、航空機、などに使用する材料を加工する加工装置に本発明を適用しても良い。以下に説明する本実施例の作用および効果は、上述の加工装置においても同様である。

30

【0053】

図 1 において、以下で説明する第 2 ミスト層 44 の内側に第 1 ミスト層 42 が存在し、第 1 ミスト層 42 の内側にレーザービーム 50 が加工対象物 10 の局所部 16 に向けて放出されるための空間である加熱エリア 20 が存在する。これらの構成が理解し易いように、図 1 では、第 2 ミスト層 44 や第 1 ミスト層 42 を断面にした状態で記載している。

【0054】

40

(2) 本発明が適用された実施例である加工装置 100 の構成の説明

(2-1) 加工位置移動機構 30 の構成についての説明

加工装置 100 は、加工対象物 10 を固定する加工台 31 を有している。加工対象物 10 に対して例えば切断加工する場合の切断場所である加工場所 12 に沿って加工点である局所部 16 を移動することにより、希望した切断加工を行うことができる。加工点である局所部 16 を加工場所 12 に沿って移動するために、加工装置 100 には加工位置移動機構 30 が設けられている。加工位置移動機構 30 は、局所部 16 を X 方向に移動するための X 方向移動機構 32 と、局所部 16 を Y 方向に移動するための Y 方向移動機構 34 と、局所部 16 と加熱装置 120 の加熱ヘッド 122 との間の距離を調整する Z 方向移動機構 36 と、を備えている。具体的には、加工対象物 10 の局所部 16 を加熱するための加熱

50

装置 1 2 0 が加工部支持台 3 8 に固定されており、加工部支持台 3 8 が加工位置移動機構 3 0 により、X 方向や Y 方向、Z 方向に動かされる構造となっている。加工部支持台 3 8 には加熱装置 1 2 0 やミスト生成装置 1 3 0、レーザー発振器 7 0、回収装置 1 7 0 が設けられている。

【 0 0 5 5 】

図 1 に記載の実施例や以下に記載の実施例では、説明を簡単にし、理解し易いようにするため、加工対象物 1 0 を一定の位置に維持し、加工対象物 1 0 に対して、加熱装置 1 2 0 の加熱ヘッド 1 2 2 が移動するように図示している。しかし、加工対象物 1 0 の加工場所 1 2 に沿って局所部 1 6 を移動する場合に、加熱装置 1 2 0 の加熱ヘッド 1 2 2 の位置を固定し、加工対象物 1 0 を移動するようにしても良い。X 方向移動機構 3 2 や Y 方向移動機構 3 4 で加熱装置 1 2 0 を保持する加工部支持台 3 8 を移動する代わりに、加工台 3 1 を移動して加熱ヘッド 1 2 2 と加工対象物 1 0 における局所部 1 6 との位置関係を変えるようにしても良い。さらに局所部 1 6 と加熱ヘッド 1 2 2 との間の距離を調整する場合に、Z 方向移動機構 3 6 により加工部支持台 3 8 を上下させても良いし、加工部支持台 3 8 の位置を固定し、加工台 3 1 の高さを変えるようにしても良い。さらに加工部支持台 3 8 あるいは加工台 3 1 のどちらかを動かす方法でも良いが、両方を動かして局所部 1 6 と加熱ヘッド 1 2 2 との間の距離や加工対象物 1 0 に対する加熱ヘッド 1 2 2 の X 方向や Y 方向における相対的な位置関係を調整するようにしても良い。

【 0 0 5 6 】

(2 - 2) 加熱装置 1 2 0 による加工動作の説明

加工部支持台 3 8 に設けられたレーザー発振器 7 0 は、エネルギーを加えることによりレーザービームを発生し、さらに発生したレーザービームを増幅して高エネルギーのレーザービームを加熱装置 1 2 0 に供給する。なお本実施例ではレーザー発振器 7 0 を加工部支持台 3 8 に設けているが、これはレーザー発振器 7 0 や加熱装置 1 2 0 の装置全体をコンパクトにするためである。しかし本発明の適用においては、レーザー発振器 7 0 をどこに配置するかは、制約条件とはならない。

【 0 0 5 7 】

加熱装置 1 2 0 に導入されたレーザービームは、加熱装置 1 2 0 の加熱ヘッド 1 2 2 から加熱エリア 2 0 を通して局所部 1 6 に向けてレーザービーム 5 0 として照射される。加熱装置 1 2 0 には、例えばレンズが設けられていて、レーザービーム 5 0 が局所部 1 6 で焦点を結ぶ。レーザービーム 5 0 のエネルギーが局所部 1 6 に集中し、局所部 1 6 が高温に加熱されて溶融する。エネルギーが集中する局所部 1 6 を加工場所 1 2 に沿って移動させるために、加工位置移動機構 3 0 により加熱装置 1 2 0 を加工対象物 1 0 に対して相対的に移動する。このようにして加工場所 1 2 に沿って加工対象物 1 0 を切断することができる。なお、加工装置 1 0 0 には操作部 1 1 2 や表示部 1 1 4 を有する制御装置 1 1 0 が設けられている。制御装置 1 1 0 と、レーザー発振器 7 0 やミスト生成装置 1 3 0、回収装置 1 7 0 との間の配線の記載は省略しているが、これらの間は通信回線で接続されている。加工装置 1 0 0 の動作は、制御装置 1 1 0 により総合的に制御される。制御装置 1 1 0 による加工装置 1 0 0 の制御方法については以下で図 8 や図 9 に基づき説明する。

【 0 0 5 8 】

3 . ヒューム 1 3 の発生とヒューム 1 3 の大気中への漏れの抑制方法の説明

(1) 局所部 1 6 からのヒューム 1 3 およびスパッタの噴出の説明

レーザービーム 5 0 を加工対象物 1 0 の局所部 1 6 に照射することにより、局所部 1 6 が高温に加熱され、溶融する。この時局所部 1 6 においてヒューム 1 3 やスパッタが発生し、放出される。ヒューム 1 3 はその径が非常に小さく軽い微細粉塵であるため、このヒューム 1 3 が大気中に放出されると、大気中に長時間浮遊し、回収が困難となる。さらに粒径の大きいスパッタも局所部 1 6 から放出される。このスパッタが大気中に放出されると、周囲の装置やその他に付着するなどの問題を引き起こす。なお図 1 や図 2 において、上述のようにヒューム 1 3 だけでなく、スパッタも発生するが、スパッタについては図示を省略している。

【 0 0 5 9 】

(2) ミストカバー層 4 0 によるヒューム 1 3 やスパッタの拡散抑制方法の説明

図 1 や図 2 に記載のように局所部 1 6 が高温に加熱されることにより、ヒューム 1 3 やスパッタが発生して局所部 1 6 から放出される。本実施例では水などの液体によるミストカバー層 4 0 を形成してレーザービーム 5 0 の照射のための加熱エリア 2 0 を取囲む。ミストカバー層 4 0 のその先端が加工対象物 1 0 の表面に到達しても良い。このミストカバー層 4 0 を発生することにより局所部 1 6 から放出されたヒューム 1 3 やスパッタを効率よくさらに高い信頼性でミストカバー層 4 0 の内部に閉じ込めることができる。さらに以下で説明するが、ヒューム 1 3 を単に閉じ込めるだけでなく、ミストカバー層 4 0 を構成する第 1 ミスト 4 3 や第 2 ミスト 4 5 によりヒューム 1 3 をトラップすることができる。また質量と運動量が小さいスパッタの飛散を軽減する。このように第 1 ミスト 4 3 や第 2 ミスト 4 5 によりトラップしたヒューム 1 3 や質量と運動量が小さいスパッタを第 1 ミスト 4 3 や第 2 ミスト 4 5 と共に回収することができる。この具体的な方法については以下で説明する。

10

【 0 0 6 0 】

(3) ミストカバー層 4 0 の形成方法の説明

加工装置 1 0 0 は図示しない液体供給装置から水などの液体の供給を受け、ミスト生成装置 1 3 0 でミストを生成してミスト層形成装置 1 4 0 に供給し、ミスト層形成装置 1 4 0 から供給されたミストを加熱エリア 2 0 の外周を取囲むように噴霧して、加熱エリア 2 0 の外周にミストカバー層 4 0 を形成する。

20

【 0 0 6 1 】

この実施例では、ミストカバー層 4 0 は、少なくとも加熱エリア 2 0 の外周を取囲むように形成された第 1 ミスト層 4 2 と第 1 ミスト層 4 2 の外周を取囲むように形成された第 2 ミスト層 4 4 とを、有している。第 1 ミスト層 4 2 は第 1 ミスト噴霧ノズル 1 4 4 から噴霧された多数の第 1 ミスト 4 3 によって形成されている。また第 2 ミスト層 4 4 は第 2 ミスト噴霧ノズル 1 5 4 から噴霧された多数の第 2 ミスト 4 5 によって形成されている。第 1 ミスト層 4 2 を構成する多数の第 1 ミスト 4 3 と第 2 ミスト層 4 4 を形成する多数の第 2 ミスト 4 5 とを、それぞれ比較した場合に、第 1 ミスト層 4 2 を形成する多数の第 1 ミスト 4 3 の方が、第 2 ミスト層 4 4 を形成する多数の第 2 ミスト 4 5 より粒径が小さい。このようにすることにより、以下で説明するが、ミストカバー層 4 0 によるヒューム 1 3 のトラップ作用を向上することができる。

30

【 0 0 6 2 】

(4) 第 1 ミスト層 4 2 を構成する第 1 ミスト 4 3 の径と第 2 ミスト層 4 4 を構成する第 2 ミスト 4 5 の径の説明

本実施例では、上述のとおり、第 1 ミスト層 4 2 を形成する多数の第 1 ミスト 4 3 の径を、第 2 ミスト層 4 4 を形成する多数の第 2 ミスト 4 5 の径より、小さくしている。ここで第 1 ミスト 4 3 の径と第 2 ミスト 4 5 の径とは、例えば、ミストの直径であり、ミストの大きさである。

【 0 0 6 3 】

第 1 ミスト層 4 2 や第 2 ミスト層 4 4 を形成している多数の第 1 ミスト 4 3 や第 2 ミスト 4 5 は、その大きさが均一ではなく、大きさに関して大小のミストが混ざり合って存在している。第 1 ミスト 4 3 や第 2 ミスト 4 5 のそれぞれを構成している多数のミストについて、その大きさをパラメータとしてその分布数を見ると、大きさに関するある領域にミスト数のピークが存在し、ピークの領域から遠ざかるにつれて存在するミスト数が減少する。

40

【 0 0 6 4 】

第 1 ミスト層 4 2 や第 2 ミスト層 4 4 は、上述のとおり、発生するヒュームを閉じ込める、あるいは捕獲する、作用をする。この観点から第 1 ミスト層 4 2 や第 2 ミスト層 4 4 を形成する第 1 ミスト 4 3 や第 2 ミスト 4 5 の大きさに着目すると、存在するミストの量が最も多いミストの大きさ、言い換えると上述したミスト数の分布がピークとなる領域のミ

50

ストの大きさが、その作用の観点で重要となる。第1ミスト層42を形成する第1ミスト43と、第2ミスト層44を形成する第2ミスト45と、をそれぞれの分布する数がピークとなる領域に含まれるミストの大きさに関して比較すると、第2ミスト45の大きさが、第1ミスト43の大きさより大きい。このように、大きさをパラメータとした分布数のピークの領域に存在するミストの径で比較することが、第1ミスト層42や第2ミスト層44の作用の観点において有効である。最も数の多い領域の含まれるミストにより、さらに最も数の多い領域の近傍の領域に存在するミストにより、上述した作用が奏せられ効果がもたらされる。

【0065】

(5) ヒューム13に対するトラップ作用の説明

上述したように加工対象物10の局所部16にレーザービーム50を照射すると高温に加熱された局所部16からヒューム13が放出される。このヒューム13はミストカバー層40によりトラップされる。ミストカバー層40が、粒径の小さい多数の第1ミスト43で形成された第1ミスト層42と、第1ミスト43より粒径の大きい第2ミスト層44と、を有する構成とすることにより、ヒューム13に対するミストカバー層40によるトラップの作用や効果が大きく向上する。

【0066】

図3に基づき、上述のミストカバー層40によるなぜトラップ状態が向上するかについて、その考え方を説明する。ミストカバー層40の内側の第1ミスト層42を粒径の小さい多数の第1ミスト43によって形成することにより、多数の第1ミスト43間の間隔を小さくすることができる。局所部16から発生するヒューム13が非常に小さいので、もし間隔が大きいと、第1ミスト層42から漏れるヒューム13の割合が増加する。本実施例では、第1ミスト層42を形成する多数の第1ミスト43の粒径を小さくしているので、ヒューム13の漏れを抑制できる。

【0067】

この実施例では、第1ミスト層42を形成する多数の第1ミスト43の粒径を、ヒューム13の粒径分布と同程度にしている。このためヒューム13と効率的に衝突がおり第1ミスト43が複数のヒューム13の粒子を捕らえることができ、さらに第1ミスト43と複数のヒューム13とが結びついたクラスター48を作ることができる。

【0068】

本実施例では、第1ミスト層42の外側に第2ミスト層44を設け、第2ミスト層44を形成する第2ミスト45の径を、第1ミスト層42を形成する第1ミスト43の径より大きくしている。好ましくは、第2ミスト45の径を第1ミスト43の径より数倍以上にあるいは数十倍にしている。第1ミスト43に基づいて作られたクラスター48は質量と直径(断面積)が大きくなる。従ってクラスター48を効率的に捕らえるために第2ミスト45の質量と直径も同程度に大きいことが望ましい。また本実施例では、第1ミスト噴霧ノズル144から噴霧される第1ミスト43の単位時間当たりの質量より、第2ミスト噴霧ノズル154から噴霧される単位時間当たりの第2ミスト45の質量を多くしている。このようにすることで、第2ミスト層44を安定することができ、またヒューム13やクラスターの回収効率を上げることができる。

【0069】

局所部16から放出されたヒューム13を含む微細粉塵が全て第1ミスト43と共にクラスター48を形成するとは限らない。第1ミスト層42を通り抜けてクラスター48を形成しなかった微細粉塵は、ブラウン運動などにより拡散する。この拡散過程において、クラスター48と接触する可能性が大きく、クラスター48に取り込まれることが期待できる。さらに第2ミスト層44に取り込まれることも期待できる。このようにして第2ミスト層44にトラップされたヒューム13を含む微細粉塵は、以下で説明するが、吸引口162から吸引され、回収される。

【0070】

(5) ミストカバー層40を形成することによる効果の説明

本実施例では、ミストカバー層 40 を形成することにより、局所部 16 の高温加熱により発生するヒューム 13 を含む微細粉塵のエネルギーを吸収し、さらに微細粉塵を取り込むことが期待できる。このため大気中への微細粉塵の拡散を抑制できる。

【0071】

ミストカバー層 40 が第 1 ミスト層 42 と第 2 ミスト層 44 とを有しているので、微細粉塵の大気中への拡散を抑制できる効果が増大する。

【0072】

第 1 ミスト層 42 を形成している第 1 ミスト 43 の径より、第 2 ミスト層 44 を形成する第 2 ミスト 45 の径を大きくしている。このようにすることで、ヒューム 13 を含む微細粉塵を効率よく捕獲できる。

【0073】

また第 1 ミスト層 42 を形成している第 1 ミスト 43 の径を、微細粉塵の粒径分布を概ね包含する粒径分布にしている。このことにより前記ヒューム 13 を含む微細粉塵の捕獲効果を大きく向上することが期待できる。例えば第 1 ミスト 43 をベースとしたクラスター 48 の生成が期待でき、前記捕獲能力の向上が期待できる。

【0074】

第 1 ミスト層 42 を形成している第 1 ミスト 43 の径より、第 2 ミスト層 44 を形成する第 2 ミスト 45 の径を、数倍以上あるいは数十倍以上の大きさにしている。このことにより、第 1 ミスト層 42 を形成している第 1 ミスト 43 に基づくクラスター 48 を第 2 ミスト 45 により捕獲することが期待できる。

【0075】

上記説明ではヒューム 13 を中心に説明したが、局所部 16 からスパッタも放出される。スパッタについても大気中への拡散を抑制することが好ましい。上述したミストカバー層 40 により、さらには上述したミストカバー層 40 を構成する第 1 ミスト層 42 や第 2 ミスト層 44 の作用により、質量と運動量が小さいスパッタについても大気中への拡散の抑制が期待できる。またミストカバー層 40 により捕獲され、以下で説明する吸引装置 160 で吸引されて回収装置 170 で回収できる。

【0076】

4. ヒューム 13 を含む微細粉塵の回収方法の説明

(1) 微細粉塵の回収方法の概要の説明

図 1 に記載のヒューム 13 を含む微細粉塵は、上述したようにミストカバー層 40 により捕獲される。捕獲されたヒューム 13 を含む微細粉塵は、ミストカバー層 40 を形成するミストや空気と共に、吸引装置 160 が有する吸引口 162 から吸引される。吸引された後、ヒューム 13 を含む微細粉塵は回収装置 170 の内部に設けたフィルター 180 により回収され、微細粉塵が回収された後のクリーンな空気が回収装置 170 から排出される。

【0077】

(2) 吸引方法の説明

図 2 を用いて吸引方法を説明する。ミストカバー層 40 を構成する第 1 ミスト層 42 や第 2 ミスト層 44 は、ヒューム 13 を含む微細粉塵が大気中に漏れるのを防止する働きをしている。ヒューム 13 を含む微細粉塵が大気中に漏れるのを防止する作用を維持するためには、ミストカバー層 40 を乱さないことが重要である。例えば、ミストカバー層 40 の外周面に垂直に吸引口 162 により吸引すると、ミストカバー層 40 に穴が生じる恐れがある。乱流の発生を抑制し、層流の状態を維持することが好ましい。

【0078】

図 2 に記載のごとく、第 2 ミスト層 44 の外周に沿って多数の吸引口 162 が設けられており、個々の吸引口 162 における流速の変化を小さくしている。さらに乱流の発生を抑制するために、多数の吸引口 162 はそれぞれ時計方向あるいは反時計方向のどちらかの方向に統一されて開口している。このためミストカバー層 40 は回転した状態を維持し、回転しながら吸引口 162 に吸引される。ミストカバー層 40 の特に第 2 ミスト層 44

10

20

30

40

50

が一方向に回転することにより、ヒューム 1 3 を含む微細粉塵やクラスター 4 8 が衝突する第 2 ミスト 4 5 と衝突する確率が増大する。このことにより、ヒューム 1 3 を含む微細粉塵やクラスター 4 8 が第 2 ミスト 4 5 によってトラップされる割合が増大する。従ってヒューム 1 3 を含む微細粉塵やクラスター 4 8 の大気中への漏れを抑制できる効果が増大する。

【 0 0 7 9 】

本実施例では、吸引口 1 6 2 が第 2 ミスト層 4 4 の外周に沿って 8 個設けられている。上述したように第 2 ミスト層 4 4 を含むミストカバー層 4 0 が層流状態を維持することが望ましい。吸引口 1 6 2 の数が少ないと層流を維持することが難しくなる。少なくとも 4 個以上が好ましい。吸引口 1 6 2 が多い方が、第 2 ミスト層 4 4 の流れがより安定する。従って 8 個の方がより好ましく、さらに多ければより第 2 ミスト層 4 4 の流れが安定する。

【 0 0 8 0 】

本実施例では、吸引口 1 6 2 を有する吸引装置 1 6 0 が、吸引装置支持機構 1 6 6 により、加熱装置 1 2 0 に固定されている。ミストカバー層 4 0 を形成するためのミスト層形成装置 1 4 0 も加熱装置 1 2 0 に固定されている。加熱装置 1 2 0 と共に吸引装置 1 6 0 が移動することにより、吸引口 1 6 2 と第 2 ミスト層 4 4 とが常に一定の関係を維持する。従って上述したミストカバー層 4 0 および第 2 ミスト層 4 4 の層流が吸引口 1 6 2 により安定した状態で維持される。本実施例では吸引装置 1 6 0 が吸引装置支持機構 1 6 6 により直接加熱装置 1 2 0 に固定されているが、加熱装置 1 2 0 が支持されている加工部支持台 3 8 に吸引装置支持機構 1 6 6 を固定してもほぼ同様の効果が得られる。

【 0 0 8 1 】

(3) ヒューム 1 3 を含む微細粉塵やクラスター 4 8 の回収方法および効果の説明

吸引口 1 6 2 から吸引されたヒューム 1 3 を含む微細粉塵やクラスター 4 8 の回収について、図 4 を用いて説明する。なお図 4 で説明する方法は一例であり、他にも色々な方法が存在する。

【 0 0 8 2 】

上述のクラスター 4 8 を含め、ヒューム 1 3 を含む微細粉塵を、フィルター 1 8 0 を用いて取り除くことができれば、有害物質による大気汚染を防止できる。本実施例では、回収装置 1 7 0 にフィルター 1 8 0 を設けており、フィルター 1 8 0 に所定量を超える微細粉塵が付着した状態で、図示しない交換口から使用済みのフィルター 1 8 0 を取り出し、新しいフィルター 1 8 0 と交換することができる。回収装置 1 7 0 にはベンチュリースクラバー 1 6 4 が設けられている。ベンチュリースクラバー 1 6 4 には吸入された流体を加速するための絞り 1 7 4 が形成されている。従って吸引口 1 6 2 から取れこまれたクラスター 4 8 や微細粉塵は取り込まれた空気と共に、絞り 1 7 4 の作用により加速する。加速状態のクラスター 4 8 や微細粉塵に対して、ミスト生成装置 1 3 0 から第 3 ミスト噴射ノズル 1 7 6 を介して第 3 ミスト 1 7 8 が供給されると、クラスター 4 8 や微細粉塵が第 3 ミスト 1 7 8 と衝突し、水滴 4 9 を形成する。

【 0 0 8 3 】

第 3 ミスト噴射ノズル 1 7 6 から噴霧される第 3 ミスト 1 7 8 は、粒径がたいへん大きく、流路を塞ぐように噴霧される。従って絞り 1 7 4 により加速されたクラスター 4 8 や微細粉塵は、ほぼ全てが第 3 ミスト 1 7 8 に衝突する。このことにより大きな水滴のかたまりが形成される。

【 0 0 8 4 】

フィルター 1 8 0 による捕集は、粒径が大きいほど確実に捕集することが可能となる。フィルター 1 8 0 として、例えば H E P A フィルター (H i g h E f f i c i e n c y P a r t i c u l a t e A i r F i l t e r) を使用することができる。このフィルターを使用すると大変高い粒子捕集率で上記物質を捕集することが可能である。このため、ミストカバー層 4 0 によりヒューム 1 3 を含む微細粉塵を高い確率で捕獲できれば、高い確率で、ヒューム 1 3 を含む微細粉塵の大気中への拡散を防止できる。図 1 や図 2 に

記載の実施例について上述したように、ミストカバー層 40 を形成することで、高い確率で微細粉塵を捕獲することができる。さらにミストカバー層 40 が第 1 ミスト層 42 と第 2 ミスト層 44 を有することで、より高い確率で微細粉塵を捕獲することが可能となる。

【0085】

(4) 応用例の説明

図 3 を用いて説明したように吸引装置 160 に設けられた吸引口 162 により、ヒューム 13 を含む微細粉塵を効率よく安定して吸引することにより、大気中への微細粉塵の拡散を防止できる。効率よく微細粉塵を吸引するためには、吸引装置 160 に設けられた吸引口 162 を加工対象物 10 の表面に近づけて配置することが好ましい。しかしそれだけではなく、第 1 ミスト噴霧ノズル 144 や第 2 ミスト噴霧ノズル 154 から噴霧されるミストの量との関係も考慮することが望ましい。

10

【0086】

構成の詳細は省略するが、図 1 に記載の制御装置 110 により、吸引装置 160 を支持している吸引装置支持機構 166 を制御して、吸引装置 160 の図 2 や図 3 に記載の吸引口 162 と加工対象物 10 との距離を制御し、吸引口 162 における吸引力や第 1 ミスト噴霧ノズル 144 や第 2 ミスト噴霧ノズル 154 から噴霧されるミスト量を適切に制御することができる。本実施例では、制御装置 110 からのこれらの指示に基づいて、第 1 ミスト噴霧ノズル 144 や第 2 ミスト噴霧ノズル 154 から噴霧されるミストの径やミスト量が設定される。さらに制御装置 110 により、噴霧するミストに関する前記設定値に従って吸引装置支持機構 166 や回収装置 170 に制御指令が送られ、吸引装置 160 が有する吸引口 162 の加工対象物 10 に対する Z 方向の位置が最適に設定されるとともに、吸引力が設定される。これによりいろいろな加工対象物 10 の材質や厚さ、使用条件等に対する適応性が大きく向上する。

20

【0087】

5. 第 1 ミスト噴霧ノズル 144 と第 2 ミスト噴霧ノズル 154 に関する他の実施例の説明

(1) 基本構成の説明

図 5 を使用して以下説明するが、図 1 の実施例と図 5 の実施例との相違点は、第 2 ミスト噴霧ノズル 154 を第 1 ミスト噴霧ノズル 144 より加工対象物 10 に近い位置に配置した点と、第 2 ミスト噴霧ノズル 154 にカバー 156 を設けた点である。その他の点は図 1 と同じであるが、図面の煩雑さを避けるために図 1 の構成に対して省略している構成がある。さらに第 2 ミスト噴霧ノズル 154 およびカバー 156 はその内部の構成との関係が理解し易いように、第 2 ミスト噴霧ノズル 154 やカバー 156 を破線で示している。実際には第 2 ミスト噴霧ノズル 154 やカバー 156 の内部に配置された構成は、外からは見ることができない。さらにミストカバー層 40 の構成が分かるように、第 2 ミスト層 44 や第 1 ミスト層 42 はそれぞれ断面の状態で記載している。

30

【0088】

発明者達の実験結果によれば、第 1 ミスト噴霧ノズル 144 や第 2 ミスト噴霧ノズル 154 が加工対象物 10 に近い場合、噴霧するミスト量が同じであるのに、第 1 ミスト層 42 や第 2 ミスト層 44 による微細粉塵の大気中への拡散をより効果的に抑制できることが確認された。局所部 16 と加熱ヘッド 122 との関係は最適となるように加熱ヘッド 122 が設定される。これにより加熱エリア 20 が設定される。加熱エリア 20 を取り巻くように第 1 ミスト噴霧ノズル 144 から噴霧された第 1 ミスト 43 により第 1 ミスト層 42 が形成される。第 1 ミスト噴霧ノズル 144 を加工対象物 10 に近づけて配置することが好ましいが、いろいろな制約を考慮することが必要であり、限界がある。

40

【0089】

(2) 作用効果の説明

図 5 に記載の実施例では、第 2 ミスト噴霧ノズル 154 を第 1 ミスト噴霧ノズル 144 より加工対象物 10 に近づけて配置している。第 2 ミスト噴霧ノズル 154 により形成される第 2 ミスト層 44 で微細粉塵を確実に捕獲し、吸引装置 160 により吸引することで

50

、大気中への微細粉塵の漏れを抑制できる。この観点から第２ミスト層４４の微細粉塵に対する捕獲能力を向上させることがたいへん重要であり、好ましい結果が得られる。また吸引装置１６０による吸引作用の影響は、第１ミスト層４２より第２ミスト層４４の方が大きい。吸引装置１６０の吸引作用においても、第２ミスト層４４の層が安定していることが好ましい。第２ミスト噴霧ノズル１５４を第１ミスト噴霧ノズル１４４より加工対象物１０に近づけて配置することで、上述の効果が得られる。なおこの実施例では、第１ミスト層４２における第１ミスト噴霧ノズル１４４の近傍は、第２ミスト噴霧ノズル１５４によってその外周が覆われている。第１ミスト噴霧ノズル１４４の全体を第２ミスト噴霧ノズル１５４で覆うようにしても良いし、第２ミスト噴霧ノズル１５４にカバー１５６を設け、カバー１５６によって第１ミスト噴霧ノズル１４４の外周をカバーするようにしても良い。

10

【００９０】

５．本願発明を、プラズマアークを使用した加工装置に適用した場合の説明

(１) まえがき

本発明は、加工対象物１０に加工を施すための局所部１６を高温に加熱する方式の加工装置に適用した場合に、ヒューム１３を含む微細粉塵の大気中への拡散を防止する観点で、大きな効果を奏する。加工を施すための局所部１６を高温に加熱するタイプの加工装置の代表例として、レーザービームを使用する加工装置があり、その実施例を図１から図５を用いて説明した。加工を施すための局所部１６を高温に加熱する他のタイプの代表例として、プラズマアークを使用する加工装置がある。この実施例を図６に示す。基本的な構成や作用、効果が上述した実施例とほぼ同じである。従って同じ構成には同一の符号を使用する。同一符号の構成は、作用や効果がほぼ同じであり、説明を省略する。

20

【００９１】

(２) 図６に記載の実施例の基本構成、および作用効果、の説明

加熱ヘッド１２２から加工対象物１０の局所部１６に向けてプラズマアーク５２を噴出するために、ガス供給装置７２から加熱装置１２０へガスを供給する。さらに電源装置７４から加熱装置１２０と加工対象物１０との間に電圧を印加する。ガス供給装置７２から供給されたガスは電離してプラズマ状態となり、プラズマアーク５２が生成され、加熱ヘッド１２２から局所部１６に向けて噴射される。この実施例において、プラズマアーク５２の発生及び噴射のための加熱装置１２０の構造は、一般に利用されているプラズマ加工機の構造と同じである。

30

【００９２】

プラズマアーク５２の中心温度は非常に高く、局所部１６が高温に加熱される。図１から図５で説明した実施例と同様、局所部１６からヒューム１３を含む微細粉塵が放出される。先の実施例と同様、プラズマアーク５２が形成される加熱エリア２０を取囲むように第１ミスト層４２が第１ミスト噴霧ノズル１４４によって形成され、さらに第１ミスト層４２の外側に第２ミスト噴霧ノズル１５４により第２ミスト層４４が形成される。第１ミスト層４２や第２ミスト層４４の作用効果およびミストカバー層４０の作用効果、さらに吸引装置１６０や回収装置１７０の作用効果は、上述した実施例において説明した内容と同じである。

40

【００９３】

６．汚染された加工対象物１０の加工における作用効果の説明

(１) 基本となる作用効果の説明

上述の実施例において、加工対象物１０から発生した微細粉塵が大気中に拡散するのを抑制できる効果について説明した。加工対象物１０自身が有害物質等で汚染されている場合に、本発明が適用された加工装置１００を適用すると、より大きな効果を奏する。例えば、加工対象物１０が放射性物質によって汚染されている場合、局所部１６から放出される微細粉塵もまた放射性物質によって汚染されていることになる。このような汚染物質の大気中への放出はできるだけ抑制することが望ましい。

【００９４】

50

上述した実施例では、加工対象物 10 の加工に伴って放出される微細粉塵をミストカバー層 40 によりトラップし、さらに吸引装置 160 により吸引することにより、回収することができる。前述のように加工対象物 10 に有害物質が付着し、前記有害物質が加工時に放出される場合に、有害物質の大気中への漏れを抑制できるのに加え、放出された有害物質を回収することが可能となる。上述の実施例は、非常に大きな効果を有している。

【0095】

(2) 上述した実施例に記載の加工装置の代案の説明

上述した実施例では、基本的な作用効果の説明に重点を置き、加工対象物 10 として小型の板状のものを記載した。しかし本発明の適用対象はこのような小型の材料に限るものではない。例えば有害物質が付着した建造物の解体に使用可能で、上述した作用効果により、大きな効果を奏する。

10

【0096】

図 7 は大きな加工対象物 10 を加工するための実施例であり、図 1 から図 6 を使用して説明した実施例との違いは、次のとおりである。上述の実施例では、加工対象物 10 を加工台 31 に固定していた。図 7 の実施例では、加工対象物 10 あるいは加工対象物 10 を有する建築物やその他に、固定装置 39 を固定し、固定装置 39 によって加工位置移動機構 30 が固定される。固定された加工位置移動機構 30 によって加熱装置 120 等を支持している加工部支持台 38 が、加工対象物 10 に対して X 方向や Y 方向、Z 方向に移動する。汚染物質が付着した建造物などに、切断を含めた加工を行う場合に、上述した作用効果により、大気汚染が抑制できる。加工対象物 10 自身が汚染物質であっても同様である。

20

【0097】

7. 加工対象物 10 が希少金属である場合、あるいは希少金属が使用されている場合における作用効果の説明

上述の実施例において、加工対象物 10 が金や銀、その他、の希少金属である場合、あるいは加工対象物 10 の一部に希少金属が使用されている場合、加工対象物 10 の加工に伴って放出される希少金属の微細粉塵をミストカバー層 40 によりトラップし、さらに吸引装置 160 により吸引することにより、希少金属を回収することができる。従って、希少金属の大気中への漏れを抑制できるのに加え、放出された希少金属を回収することが可能となる。上記実施例に記載の加工装置 100 を利用することにより、さらに積極的に希少金属を回収することができる。例えば電子機器や電池等に希少金属が使用されており、これらを廃棄する場合においても、廃棄前に上記実施例で説明した加工装置 100 の加熱ヘッド 122 により、加工対象物 10 の希少金属が使用されている部分を局所部 16 として溶融し、希少金属を微細粉塵の状態にしてミストカバー層 40 によりトラップし、回収装置 170 により取り出すことが可能となる。例えば電子回路における希少金属の使用では、希少金属が小さい塊として離散的に存在する場合がある。このような状態であっても、上記実施例の加工装置 100 によれば希少金属の存在位置を正確に捉えて、希少金属を正確に溶融することができる。従って効率的に希少金属を回収することが可能となる。

30

【0098】

8. 制御装置 110 による加工装置 100 の加工動作の制御方法の説明

40

(1) フローチャート S300 の基本構成

図 8 と図 9 に記載のフローチャート S300 は、図 1 や図 5 から図 7 に記載の制御装置 110 が行う、加工装置 100 を構成する主要装置に対する制御の一例である。フローチャート S300 は、加工装置 100 を構成する主要装置の動作を制御するために制御指令を送る。このために入力タスク S310 や加工開始タスク S330、加工終了 / 加工停止タスク S350、加工実行タスク S410、異常処理タスク S440 を備えている。さらにフローチャート S300 は、上記タスクの起動すなわち実行開始や実行停止、実行の中断、を行うためにタスク実行制御部 S302 やタスク終了処理部 S304 を備えている。

【0099】

各タスクには実行開始条件が予め設定されていて、実行開始条件を満たすとタスク実行

50

制御部 S 3 0 2 は該当タスクの実行を開始する。開始条件が複数のタスクで満たされた場合には、優先順位の高いタスクから実行を開始する。タスクの実行が終了すると、タスク終了処理部 S 3 0 4 は該当タスクの実行が終了したことを報告するための終了処理を行う。

【 0 1 0 0 】

(2) 入力タスク S 3 1 0 の実行内容の説明

加工対象物 1 0 の加工開始前に入力タスク S 3 1 0 により、加工対象物 1 0 の加工条件を制御装置 1 1 0 の操作部 1 1 2 から入力する。入力タスク S 3 1 0 の実行開始条件は、いろいろ考えられ、どのような条件で実行を開始しても良い。ここでは一例として、操作部 1 1 2 への入力操作により割り込み処理が行われ、入力タスク S 3 1 0 の実行が開始される。実行が開始されると制御装置 1 1 0 の表示部 1 1 4 に入力すべき項目が表示され、この項目に従って条件を入力する。加工条件の入力の場合には、ステップ S 3 1 2 からステップ S 3 1 4 へ実行が遷移し、ステップ S 3 1 4 で加工対象物 1 0 の材質が入力され、ステップ S 3 1 6 で加工対象物 1 0 の厚みが入力される。さらにステップ S 3 1 8 で、加工対象物 1 0 における加工場所が入力される。

10

【 0 1 0 1 】

次に実行がステップ S 3 2 0 へ移り、ステップ S 3 1 4 からステップ S 3 1 8 における入力情報に基づいて、ステップ S 3 2 0 で主要な制御条件が決定される。加工対象物 1 0 の材質や厚みに基づいて、内部に記憶しているデータが検索され、加熱ヘッド 1 2 2 の出力や第 1 ミスト噴霧ノズル 1 4 4 から噴霧される第 1 ミスト 4 3 の径およびミストの噴霧量が決定される。さらに第 2 ミスト噴霧ノズル 1 5 4 から噴霧される第 2 ミスト 4 5 のミストの径および噴霧量が決定される。さらに動作終了時における制御のために、加熱ヘッド 1 2 2 による局所部 1 6 の溶融動作が停止されてから第 1 ミスト噴霧ノズル 1 4 4 および第 2 ミスト噴霧ノズル 1 5 4 からのミストの噴霧動作が停止されるまでの時間 M、また加熱ヘッド 1 2 2 による局所部 1 6 の溶融動作の停止から吸引装置 1 6 0 の吸引動作の停止までの時間 S、などが設定される。

20

【 0 1 0 2 】

(3) 加工装置 1 0 0 の加工動作開始制御の説明

ステップ S 3 2 0 による加工条件の設定が終了すると加工動作を開始する状態となる。加工装置 1 0 0 の加工動作を開始する場合には、制御装置 1 1 0 の操作部 1 1 2 を操作することにより、入力タスク S 3 1 0 の実行が開始され、実行がステップ S 3 1 2 からステップ S 3 2 2 を介してステップ S 3 2 4 へ移り、ステップ S 3 2 4 で加工開始の指示が入力される。この入力によりタスク S 3 3 0 の実行開始が可能になる。すなわちタスク S 3 3 0 の実行停止条件が解かれる。なお加工装置 1 0 0 の加工動作中において、加工動作を停止したい場合には、制御装置 1 1 0 の操作部 1 1 2 を操作することにより、入力タスク S 3 1 0 が割り込み処理により実行され、ステップ S 3 2 4 で加工停止の指示を入力することができる。この加工停止の指示では、後述するタスク S 3 5 0 による加工装置 1 0 0 の加工動作を停止するための制御が可能となり、タスク S 3 5 0 を実行することにより、加工装置 1 0 0 の加工動作の停止が可能となる。これについては以下で述べる。入力タスク S 3 1 0 における加工装置 1 0 0 の動作を開始するための入力タスク S 3 1 0 の実行が終了すると、タスク終了処理部 S 3 0 4 により、タスク実行制御部 S 3 0 2 の指示で開始された入力タスク S 3 1 0 の実行の終了が、タスク実行制御部 S 3 0 2 へ報告される。

30

40

【 0 1 0 3 】

加工装置 1 0 0 の加工動作を開始するための加工開始タスク S 3 3 0 の実行停止が、入力タスク S 3 1 0 のステップ S 3 2 4 の入力操作により解除されると、これによりタスク実行制御部 S 3 0 2 による加工開始タスク S 3 3 0 の実行が開始が可能となる。加工開始タスク S 3 3 0 は、単に一例であるが 1 0 0 m S E C 周期で実行される。この実行開始により、加工開始タスク S 3 3 0 の実行がステップ S 3 3 2 からステップ S 3 3 4 に移り、ステップ S 3 1 8 で、入力された加工場所 1 2 のデータに基づき、加工対象物 1 0 と加熱ヘッド 1 2 2 との位置関係が設定される。この設定は制御装置 1 1 0 から加工位置移動機

50

構 3 0 への制御指令により行われる。次にステップ S 3 3 6 が実行され、制御装置 1 1 0 からレーザー発振器 7 0 あるいはガス供給装置 7 2 や加熱装置 1 2 0 へ制御指令が送られ、加熱ヘッド 1 2 2 の出力が設定される。但し加熱ヘッド 1 2 2 の具体的な溶融動作はこの段階では停止している。またミスト生成装置 1 3 0 やミスト層形成装置 1 4 0 へ制御指令が送られ、第 1 ミスト噴霧ノズル 1 4 4 から噴霧される第 1 ミスト 4 3 の径や噴射量が設定される。また第 2 ミスト噴霧ノズル 1 5 4 から噴霧される第 2 ミスト 4 5 の径や噴霧量が設定される。さらに吸引装置 1 6 0 の吸引力が設定される。

【 0 1 0 4 】

ステップ S 3 3 6 が実行されると、加工動作が実際に開始される。まず吸引装置 1 6 0 が動作し、吸引を開始する。まだミストカバー層 4 0 が形成されていないので、ミストが吸引されないが、ミストカバー層 4 0 の形成に伴って遅れることなく吸引を行える状態となる。さらにミスト層形成装置 1 4 0 が動作を開始し、ミストカバー層 4 0 の形成を開始する。加熱ヘッド 1 2 2 による局所部 1 6 の溶融動作を開始していないので、捕獲すべきヒュームが発生していないが、発生した場合にヒュームの外への漏れを防止し、捕獲する体制が出来上がる。吸引装置 1 6 0 やミスト層形成装置 1 4 0 が動作を開始して、ヒュームの漏れ防止とヒュームの捕獲の準備が完了した後で、加熱ヘッド 1 2 2 による局所部 1 6 の溶融動作が開始される。このような制御により、ヒュームの漏れ防止と捕獲の動作を高い信頼性を持って実行することが可能となる。

【 0 1 0 5 】

加工開始タスク S 3 3 0 による加工開始動作がステップ S 3 3 4 からステップ S 3 3 8 で終了するので、ステップ S 3 4 0 により、加工開始タスク S 3 3 0 の実行を停止する処理を行い、タスク終了処理部 S 3 0 4 で終了報告が行われる。加工開始動作が完了したので、この実行停止の処理により加工開始タスク S 3 3 0 の連続した繰り返しの実行は停止される。但し上述のように、入力タスク S 3 1 0 のステップ S 3 2 4 で開始の処理が行われた場合には、ステップ S 3 4 0 による加工開始タスク S 3 3 0 の実行停止が、ステップ S 3 2 4 により解除されるので、加工開始タスク S 3 3 0 は再び実行可能となる。

【 0 1 0 6 】

(4) 加工実行タスク S 4 1 0 の説明

加工開始タスク S 3 3 0 のステップ S 3 4 0 で加工実行タスク S 4 1 0 の実行停止が解除され、加工実行タスク S 4 1 0 が実行可能となる。図 9 に記載の加工実行タスク S 4 1 0 が実行可能となり、例えば 1 0 m S E C 毎に実行される。加工実行タスク S 4 1 0 が実行されると、入力タスク S 3 1 0 のステップ S 3 1 8 の実行で入力された加工場所 1 2 に基づいて、ステップ S 4 1 2 で、局所部 1 6 が加工場所 1 2 に沿って所定の速度で移動する。この局所部 1 6 の移動は先に説明したごとく、加熱ヘッド 1 2 2 と加工対象物 1 0 との相対的な位置関係の制御により移動する。次にステップ S 4 1 6 で、加工場所 1 2 における加工が、加工場所 1 2 の全体について完了したかを判断し、完了していない場合には、タスク終了処理部 S 3 0 4 が実行される。加工実行タスク S 4 1 0 は 1 0 m S E C 毎に実行されるので、ステップ S 4 1 2 において 1 0 m S E C 毎に局所部 1 6 が加工場所 1 2 に沿って移動し、この繰り返しにより加工場所 1 2 に対する加工作業が遂行される。やがて加工場所 1 2 についての加工が完了するとステップ S 4 1 6 が実行され、図 8 に記載の加工停止 / 加工終了タスク S 3 5 0 の実行停止が解除され、加工停止 / 加工終了タスク S 3 5 0 の実行による加工終了の制御が行われる。

【 0 1 0 7 】

(5) 異常処理タスク S 4 4 0 の説明

図 9 に記載の異常処理タスク S 4 4 0 は、加工装置 1 0 0 の動作において異常状態が発生していないかを常時診断し、異常の状態が検知されると危険回避の動作を行う。非常に短い周期、例えば 2 m S E C で繰り返し実行される。具体的な説明は省略するが、加工装置 1 0 0 には温度検出装置や動作に必要な供給電流値を計測するための計測装置等が多数設けられている。レーザー発振器 7 0 や加熱装置 1 2 0、ミスト生成装置 1 3 0、回収装置 1 7 0、等において、温度や電流値において異常の有無が非常に短い周期で監視されて

いる。ステップS 4 4 2で異常の発生が無いかを検知する。異常が発生した場合には、ステップS 4 4 4から実行がステップS 4 4 6やさらに続けてステップS 4 4 8に移る。

【0108】

異常が発生した場合には、加工装置100の動作を停止することが必要であり、異常発生
の報告がなされ、これにより図に記載の加工停止/加工終了タスクS 3 5 0の実行開始
が可能となる。さらにステップS 4 4 4で、異常発生の表示や危険発生の警報が出される
。なお、ステップS 4 4 2で異常が検知されない場合には、ステップS 4 4 4から実行が
タスク終了処理部S 3 0 4に遷移し、異常処理タスクS 4 4 0の実行終了報告がなされる
。

【0109】

(5)加工停止/加工終了タスクS 3 5 0の説明

図8に記載の加工停止/加工終了タスクS 3 5 0の制御内容を説明する。加工場所12
における加工動作の途中において、加工動作を停止したい場合には、入力タスクS 3 1 0
のステップS 3 2 4で、加工停止操作が行われる。さらに図9に記載のステップS 4 1 6
で、加工場所12に対しての加工が全て終了した場合には、加工終了報告がなされる。こ
れら加工動作の停止や加工終了の場合には、図8に記載の加工停止/加工終了タスクS 3
5 0が実行され、実行がステップS加工停止/加工終了タスクS 3 5 0の開始から、ステ
ップS 3 5 2やステップS 3 6 4を介してステップS 3 7 0へ移り、このステップで加熱
ヘッド122による局所部16の溶融動作が停止される。従ってヒュームの新たな発生が
停止する。しかし既に発生したヒュームは存在している。これらのヒュームをミストカバ
ー層40で捕獲し、吸引装置160で吸引して回収するには、加熱ヘッド122による溶
融動作の停止後において、さらに継続して動作を維持することが必要である。従ってミス
ト層形成装置140や吸引装置160は動作を継続する。継続する時間は色々な条件で異
なるので、加工条件に基づいて継続時間Mや継続時間SがステップS 3 2 0で決定される
。すなわち入力タスクS 3 1 0のステップS 3 1 4からステップS 3 1 8に於いて入力さ
れた入力条件に基づいて、決定される。

【0110】

加熱ヘッド122の溶融動作の停止から経過時間Mである所定時間Mが経過したかどう
かをステップS 3 7 2で判断する。所定時間Mが経過した状態で、ステップS 3 7 4が実
行され、ミスト層形成装置140を形成するための動作が停止される。ミスト層形成装置
140の動作が停止しても既に形成されたミストカバー層40は残っており、その後も吸
引装置160による吸引動作を継続することが望ましい。加熱ヘッド122の停止から経
過時間Sである所定時間Sが経過した状態で吸引装置160の動作が停止される。経過時
間Sは経過時間Mより長い時間であり、この長さの差により、ミスト層形成装置140の
動作停止後も吸引装置160は動作を持続する。経過時間Sと経過時間Mとの長さの差を
設定時間として、ミスト層形成装置140の停止後、吸引装置160が停止するまでの持
続時間を制御しても良いが、これは同じ結果となり、どちらでも良い。

【0111】

このように加熱ヘッド122の溶融動作の停止後、所定時間遅らせてミスト層形成装置
140の動作を停止し、さらに所定時間遅らせて吸引装置160の動作を停止することで
、ヒュームの回収の信頼性を向上することができる。さらに吸引装置160の動作の停止
後に回収装置170を遅らせて停止するようにすれば、さらに確実にヒュームやミストを
回収することができる。

【0112】

図9に記載のステップS 4 4 6による異常状態の発生により、図8に記載の加工停止/
加工終了タスクS 3 5 0が動作可能となり、10mSECの間隔で加工停止/加工終了タ
スクS 3 5 0が実行される。この実行開時間隔は極めて短い時間であり、実質的には、異
常処理タスクS 4 4 0のステップS 4 4 4で異常が検知されると、遅滞なく加工停止/加
工終了タスクS 3 5 0の実行が開始される。

【0113】

10

20

30

40

50

異常時には加工停止／加工終了タスクＳ３５０からステップＳ３５２を介して実行がステップＳ３５４へ移り、直ちに加熱ヘッド１２２による局所部１６の溶融動作が停止される。これに続いてミスト層形成装置１４０や吸引装置１６０、回収装置１７０の動作をすぐに停止しても良いが、加熱ヘッド１２２の動作停止の後もヒュームが浮遊している。ミスト層形成装置１４０により形成されるミストカバー層４０はヒュームを捕獲する機能を有するだけでなく、温度の上昇を抑制し更には冷却する機能を有する。従って異常の原因にもよるが、温度を低下させることは多くの場合安全性の向上につながるので、この実施例では浮遊しているヒューム等を捕獲して回収するために、ミスト層形成装置１４０の動作を所定時間継続する。さらに吸引装置１６０や回収装置１７０の動作も所定時間継続する。

10

【０１１４】

浮遊するヒュームを捕獲し、吸引装置１６０で吸引して、回収装置１７０で回収するのに要する時間Ｍの経過後に、ステップＳ３５８で先ずミスト層形成装置１４０の動作を停止する。さらにミスト層形成装置１４０の動作停止後も残っているミストカバー層４０を回収するために、時間Ｍよりも長い時間である時間Ｓの経過後に吸引装置１６０を停止し、さらにその後の所定時間経過後に回収装置１７０の動作を停止する。このようにすることで、異常発生時においても、安全性を確保しながら、ヒュームの回収を良好に行うことができる。

【０１１５】

８．以上、図面を用いて本発明の実施の形態を説明してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本発明に含まれるものである。

20

【符号の説明】

【０１１６】

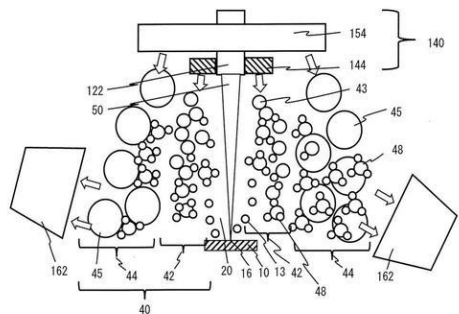
- １０ 加工対象物、
- １２ 加工場所、
- １３ ヒューム、
- ３０ 加工位置移動機構、
- ３１ 加工台、
- ３２ X方向移動機構、
- ３４ Y方向移動機構、
- ３６ Z方向移動機構、
- ３９ 固定装置、
- ４０ ミストカバー層、
- ４２ 第１ミスト層、
- ４３ 第１ミスト、
- ４４ 第２ミスト層、
- ４５ 第２ミスト、
- ４８ クラスタ、
- ４９ 水滴、
- ５０ レーザービーム、
- ５２ プラズマアーク、
- ７０ レーザー発振器、
- ７２ ガス供給装置、
- ７４ 電源装置、
- １００ 加工装置、
- １２０ 加熱装置、
- １２２ 加熱ヘッド、
- １３０ ミスト生成装置、
- １４４ 第１ミスト噴霧ノズル、

30

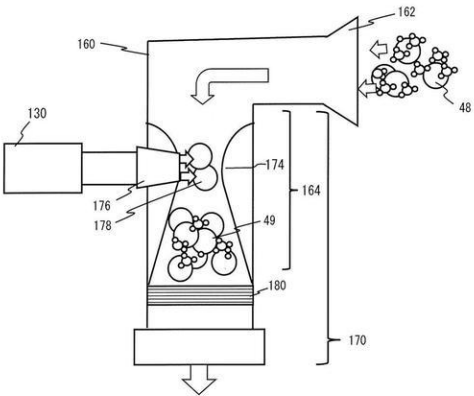
40

50

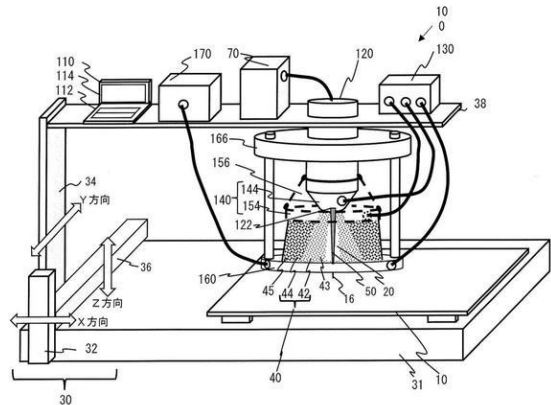
【図 3】



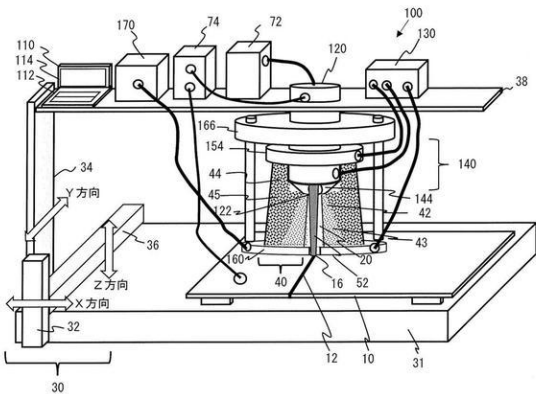
【図 4】



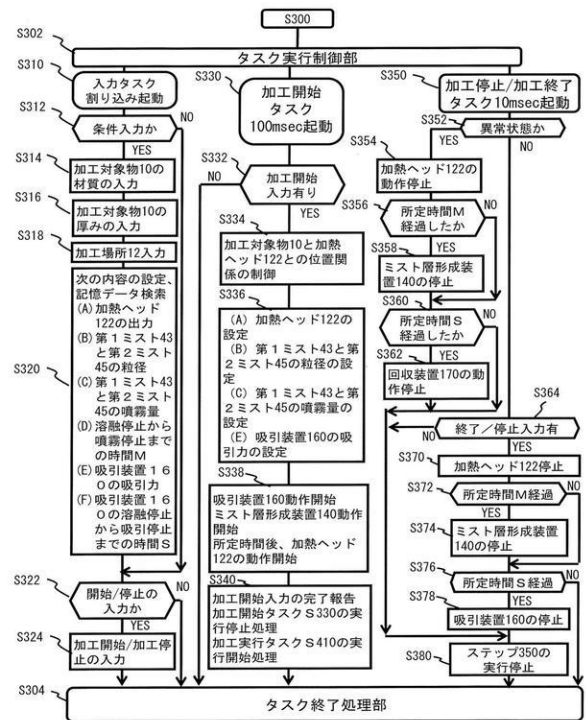
【図 5】



【図 6】



【 図 8 】



```

graph TD
    S300([S300]) --> S302[タスク実行制御部]
    S302 --> S410([加工実行タスク  
10msec起動])
    S410 --> S412[加熱ヘッド122の相  
対位置制御による  
局所部16の位置制御]
    S412 --> S414{加工場所12の加工終了か}
    S414 -- YES --> S416[加工終了報告]
    S414 -- NO --> S440
    S440([異常処理タスク]) --> S442[異常有無の検知  
2msecで実行]
    S442 --> S444{異常あり}
    S444 -- YES --> S446[異常状態の報告]
    S446 --> S448[異常状態の表示  
異常に基づく警報]
    S444 -- NO --> S304
    S416 --> S304
    S448 --> S304
    S304[タスク終了処理部]
  
```

フロントページの続き

(72)発明者 二川 正敏

茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構内

(72)発明者 梁 輝

茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構内

(72)発明者 ネジェット エルカン

東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 山内 隆平

(56)参考文献 特開2018-015790(JP,A)

特開2015-139778(JP,A)

特開2000-158175(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 26/146

B23K 9/32

B23K 26/142