(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2023-75422
(P2023-75422A)
(43)公開日　令和5年5月31日(2023.5.31)

(51)Int.Cl.		FI		テーマコード（参考）
B23K 26/146	(2014.01)	B23K 26/146		4E168
B23K 9/32	(2006.01)	B23K 9/32	J	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 29 頁）

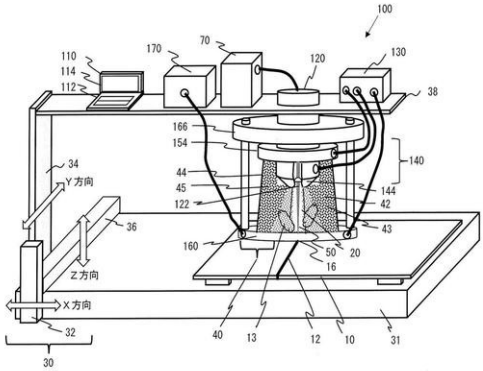
(21)出願番号　特願2021-188317(P2021-188317)
(22)出願日　令和3年11月19日(2021.11.19)

(71)出願人　505374783
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
茨城県那珂郡東海村大字舟石川７６５番地１
(71)出願人　504137912
国立大学法人　東京大学
東京都文京区本郷七丁目３番１号
(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
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)【要約】
【課題】加工により発生するヒュームの大気中への拡散防止およご前記ヒュームを回収可能な加工装置を提供すること。
【解決手段】
加工対象物１０の局所部１６を溶融するために、前記局所部１６を加熱する加熱ヘッド１２２を備えた加熱装置１２０と、前記局所部１６と前記加熱ヘッド１２２とを繋ぐ加熱エリア２０の外側にミストカバー層４０を形成するミスト層形成装置１４０と、液体からミスト４１を生成して前記ミスト層形成装置１４０に供給するミスト生成装置１３０と、前記加熱ヘッド１２２により加熱されて溶融する前記局所部１６を前記加工対象物１０の加工場所１２に沿って移動させる加工位置移動機構３０と、を備え、前記ミスト層形成装置１４０から噴霧された前記ミスト４１により、前記加熱エリア２０の外周を覆う前記ミストカバー層４０を形成した、ことを特徴とする加工装置。

【選択図】　図１



【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、
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、
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気中に拡散するのを抑制する、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、
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。
【請求項３】
請求項１あるいは請求項２の内の一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ミスト層が形成される、ことを特徴とする加工装置。
【請求項４】
請求項３に記載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。
【請求項５】
請求項３あるいは請求項４の内の一に記載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。
【請求項６】
請求項３あるいは請求項４の内の一に記載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ミスト層における記第１ミスト噴霧ノズルの近傍を覆う構造とした、
ことを特徴とする加工装置。
【請求項７】
請求項２乃至請求項６の内の一に記載の加工装置において、

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。
【請求項８】
請求項７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。
【請求項９】
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。
【請求項１０】
請求項９に記載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、
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。
【請求項１１】
請求項１０に記載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吸引動作を開始し、
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、
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。
【請求項１２】
請求項９あるいは請求項１１の内の一の請求項に記載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前記溶融動作を停止し、
前記局所部の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、
ことを特徴とする、加工装置の制御方法。
【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】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１５－１３９７７８号公報
【特許文献２】特開２０２１－６２３８８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１にはレーザー（ＬＡＳＥＲ）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。
【０００５】
特許文献１において、段落「００１５」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２５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。
【０００６】
なお、特許文献１において、段落「００１０」や段落「００１５」で、ノズル２５から

ミストＦＭ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「００１７」や段落「００２１」に記載のとおり、「ミストノズル１からミストＦＭが噴射されるが」、が正しい表現である。特許文献１の段落「００３２」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ＦＭの噴射により、ワークＷ１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Ｗ１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２５にスパッタが付着し難くなる。このためノズル２５を、ワークＷ１に、より接近させることができる。

【０００７】

また特許文献２では、段落「００７３」から段落「００８２」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「００７４」および段落「００７５」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１５ｇのそれぞれを通じてインサートキャップ１６の開口１６ｂからチップ穴１５ｂの周囲近傍に、バリアガスＢＧを流すことにより、チップ穴１５ｂの周囲に、チップ穴１５ｂを囲むバリアガスＢＧによるガス流を形成することができる。チップ穴１５ｂを囲むバリアガスＢＧの流速のあるガス流により、鋼板３１の表面の亜鉛めっき層３２と先端面１５ａ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３３及び鋼板スパッタ３４の双方が遮断され、これらがインサートチップ１５の先端面１５ａに付着又は溶着してしまうことを抑制できる。

【０００８】

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。

【０００９】

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】

【００１０】

〔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、

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気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。

【００１１】

〔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。このヒュームが空気中に拡散し、空気中に滞留する。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、空気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気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。

【００１２】
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で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。
【００１３】
なお特許文献１の段落「００３２」や「００３８」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。
【００１４】
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「００３２」や「００３８」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気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。
【００１５】
〔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。
【００１６】
〔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ストカバー層の内側に放出され、前記ミストカバー層により冷却されると共にその多くは前記ミストカバー層により捕獲される。回収装置によりミストカバー層を吸引して、回収する。このことにより、前記ミストカバー層により捕獲されヒュームは、前記ミストカバ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バ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。
【００１７】
特許文献１や特許文献２には、前記ミストカバ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Ｗ１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。
【００１８】
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。
【００１９】
〔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、

前記ミストカバー層は第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。

【００２０】

〔第３の発明の作用効果〕

ミストカバ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。ミストカバー層を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も、ヒュームを安定して閉じ込められることが好ましい。ミストカバー層を少なくとも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。

【００２１】

さらにミストカバー層を少なくとも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。

【００２２】

〔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。

【００２３】

〔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。
【００２９】
〔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。
【００３０】
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。
【００３１】
〔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

、

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。

【００３２】

〔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。

【００３３】

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。

【００３４】

〔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。

【００３５】

〔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。

【００３６】

〔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。

【００３７】
〔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。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。
【００３８】
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。
【００３９】
〔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。
【００４０】
〔第９の発明の作用効果〕
第９の発明では、先ず、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。
【００４１】
〔第１０の発明〕
前記課題を解決する第１０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、
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。
【００４２】
〔第１０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。

【００４３】

〔第１１の発明〕

上記課題を解決する第１１の発明は、第１０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、

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。

【００４４】

〔第１１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。

【００４５】

第１１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。

【００４６】

〔第１２の発明〕

前記課題を解決する第１２の発明は、第９の発明乃至第１１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、

ことを特徴とする、加工装置の制御方法である。

【００４７】

〔第１２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。

【発明の効果】

【００４８】

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】

【００４９】

【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。

【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。

【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。

【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。

【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】

（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装置１２０が加工部支持台３８に固定されており、加工部支持台３８が加工位置移動機構３０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３８には加熱装置１２０やミスト生成装置１３０、レーザー発振器７０、回収装置１７０が設けられている。

【００５５】

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１０を一定の位置に維持し、加工対象物１０対して、加熱装置１２０の加熱ヘッド１２２が移動するように図示している。しかし、加工対象物１０の加工場所１２に沿って局所部１６を移動する場合に、加熱装置１２０の加熱ヘッド１２２の位置を固定し、加工対象物１０を移動するようにしても良い。Ｘ方向移動機構３２やＹ方向移動機構３４で加熱装置１２０を保持する加工部支持台３８を移動する代わりに、加工台３１を移動して加熱ヘッド１２２と加工対象物１０における局所部１６との位置関係を変えるようにしても良い。さらに局所部１６と加熱ヘッド１２２との間の距離を調整する場合に、Ｚ方向移動機構３６により加工部支持台３８を上下させても良いし、加工部支持台３８の位置を固定し、加工台３１の高さを変えるようにしても良い。さらに加工部支持台３８あるいは加工台３１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１６と加熱ヘッド１２２との間の距離や加工対象物１０に対する加熱ヘッド１２２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。

【００５６】

（２－２）加熱装置１２０による加工動作の説明

加工部支持台３８に設けられたレーザー発振器７０は、エネルギーを加えることにより

レーサービームを発生し、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１２０に供給する。なお本実施例ではレーザー発振器７０を加工部支持台３８に設けているが、これはレーザー発振器７０や加熱装置１２０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７０をどこに配置するかは、制約条件とはならない。

【００５７】

加熱装置１２０に導入されたレーザービームは、加熱装置１２０の加熱ヘッド１２２から加熱エリア２０を通して局所部１６に向けてレーザービーム５０として照射される。加熱装置１２０には、例えばレンズが設けられていて、レーザービーム５０が局所部１６で焦点を結ぶ。レーザービーム５０のエネルギーが局所部１６に集中し、局所部１６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１６を加工場所１２に沿って移動させるために、加工位置移動機構３０により加熱装置１２０を加工対象物１０に対して相対的に移動する。このようにして加工場所１２に沿って加工対象物１０を切断することができる。なお、加工装置１００には操作部１１２や表示部１１４を有する制御装置１１０が設けられている。制御装置１１０と、レーザー発振器７０やミスト生成装置１３０、回収装置１７０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１００の動作は、制御装置１１０により総合的に制御される。制御装置１１０による加工装置１００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。

【００５８】

３．ヒューム１３の発生とヒューム１３の大気中への漏れの抑制方法の説明

（１）局所部１６からのヒューム１３およびスパッタの噴出の説明

レーザービーム５０を加工対象物１０の局所部１６に照射することにより、局所部１６が高温に加熱され、溶融する。この時局所部１６においてヒューム１３やスパッタが発生し、放出される。ヒューム１３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１３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１６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１３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。

【００５９】

（２）ミストカバー層４０によるヒューム１３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１６が高温に加熱されることにより、ヒューム１３やスパッタが発生して局所部１６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４０を形成してレーザービーム５０の照射のための加熱エリア２０を取囲む。ミストカバー層４０のその先端が加工対象物１０の表面に到達しても良い。このミストカバー層４０を発生することにより局所部１６から放出されたヒューム１３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４０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１３を単に閉じ込めるだけでなく、ミストカバー層４０を構成する第１ミスト４３や第２ミスト４５によりヒューム１３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４３や第２ミスト４５によりトラップしたヒューム１３や質量と運動量が小さいスパッタを第１ミスト４３や第２ミスト４５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。

【００６０】

（３）ミストカバー層４０の形成方法の説明

加工装置１００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１３０でミストを生成してミスト層形成装置１４０に供給し、ミスト層形成装置１４０から供給されたミストを加熱エリア２０の外周を取囲むように噴霧して、加熱エリア２０の外周にミストカバー層４０を形成する。

【００６１】

この実施例では、ミストカバー層４０は、少なくとも加熱エリア２０の外周を取囲むように形成された第１ミスト層４２と第１ミスト層４２の外周を取囲むように形成された第２ミスト層４４とを、有している。第１ミスト層４２は第１ミスト噴霧ノズル１４４から噴霧された多数の第１ミスト４３によって形成されている。また第２ミスト層４４は第２ミスト噴霧ノズル１５４から噴霧された多数の第２ミスト４５によって形成されている。第１ミスト層４２を構成する多数の第１ミスト４３と第２ミスト層４４を形成する多数の第２ミスト４５とを、それぞれ比較した場合に、第１ミスト層４２を形成する多数の第１ミスト４３の方が、第２ミスト層４４を形成する多数の第２ミスト４５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４０によるヒューム１３のトラップ作用を向上することができる。

【００６２】

（４）第１ミスト層４２を構成する第１ミスト４３の径と第２ミスト層４４を構成する第２ミスト４５の径の説明

本実施例では、上述のとおり、第１ミスト層４２を形成する多数の第１ミスト４３の径を、第２ミスト層４４を形成する多数の第２ミスト４５の径より、小さくしている。ここで第１ミスト４３の径と第２ミスト４５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。

【００６３】

第１ミスト層４２や第２ミスト層４４を形成している多数の第１ミスト４３や第２ミスト４５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４３や第２ミスト４５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。

【００６４】

第１ミスト層４２や第２ミスト層４４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。この観点か第１ミスト層４２や第２ミスト層４４を形成する第１ミスト４３や第２ミスト４５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によると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こり第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が一方向に回転することにより、ヒューム１３を含む微細粉塵やクラスター４８が衝突する第２ミスト４５と衝突する確率が増大する。このことにより、ヒューム１３を含む微細粉塵やクラスター４８が第２ミスト４５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１３を含む微細粉塵やクラスター４８の大気中への漏れを抑制できる効果が増大する。

【００７９】

本実施例では、吸引口１６２が第２ミスト層４４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４４を含むミストカバー層４０が層流状態を維持することが望ましい。吸引口１６２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１６２が多い方が、第２ミスト層４４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４４の流れが安定する。

【００８０】

本実施例では、吸引口１６２を有する吸引装置１６０が、吸引装置支持機構１６６により、加熱装置１２０に固定されている。ミストカバー層４０を形成するためのミスト層形成装置１４０も加熱装置１２０に固定されている。加熱装置１２０と共に吸引装置１６０が移動することにより、吸引口１６２と第２ミスト層４４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４０および第２ミスト層４４の層流が吸引口１６２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１６０が吸引装置支持機構１６６により直接加熱装置１２０に固定されているが、加熱装置１２０が支持されている加工部支持台３８に吸引装置支持機構１６６を固定してもほぼ同様の効果が得られる。

【００８１】

（３）ヒューム１３を含む微細粉塵やクラスター４８の回収方法および効果の説明

吸引口１６２から吸引されたヒューム１３を含む微細粉塵やクラスター４８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。

【００８２】

上述のクラスター４８を含め、ヒューム１３を含む微細粉塵を、フィルター１８０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１７０にフィルター１８０を設けており、フィルター１８０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１８０を取り出し、新しいフィルター１８０と交換することができる。回収装置１７０にはベンチュリ―スクラバー１６４が設けられている。ベンチュリ―スクラバー１６４には吸入された流体を加速するための絞り１７４が形成されている。従って吸引口１６２から取れこまれたクラスター４８や微細粉塵は取り込まれた空気と共に、絞り１７４の作用により加速する。加速状態のクラスター４８や微細粉塵に対して、ミスト生成装置１３０から第３ミスト噴射ノズル１７６を介して第３ミスト１７８が供給されると、クラスター４８や微細粉塵が第３ミスト１７８と衝突し、水滴４９を形成する。

【００８３】

第３ミスト噴射ノズル１７６から噴霧される第３ミスト１７８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１７４により加速されたクラスター４８や微細粉塵は、ほぼ全てが第３ミスト１７８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。

【００８４】

フィルター１８０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１８０として、例えばＨＥＰＡフィルター（Ｈｉｇｈ　Ｅｆｆｉｃｉｅｎｃｙ　Ｐａｒｔｉｃｕｌａｔｅ　Ａｉｒ　Ｆｉｌｔｅｒ）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４０によりヒューム１３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１３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。

【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に制御指令が送くられ、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。

【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。

【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。

【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、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。

【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。

【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。

【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。

【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】

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。

【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。

【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。

【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

（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制御部Ｓ３０２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Ｓ３０４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。

【０１００】

（２）入力タスクＳ３１０の実行内容の説明

加工対象物１０の加工開始前に入力タスクＳ３１０により、加工対象物１０の加工条件を制御装置１１０の操作部１１２から入力する。入力タスクＳ３１０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１１２への入力操作により割り込み処理が行われ、入力タスクＳ３１０の実行が開始される。実行が開始されると制御装置１１０の表示部１１４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Ｓ３１２からステップＳ３１４へ実行が遷移し、ステップＳ３１４で加工対象物１０の材質が入力され、ステップＳ３１６で加工対象物１０の厚みが入力される。さらにステップＳ３１８で、加工対象物１０における加工場所が入力される。

【０１０１】

次に実行がステップＳ３２０へ移り、ステップＳ３１４からステップＳ３１８における入力情報に基づいて、ステップＳ３２０で主要な制御条件が決定される。加工対象物１０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１２２の出力や第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１５４から噴霧される第２ミスト４５のミ

ストの径および噴霧量が決定それる。さらに動作終了時における制御のために、加熱ヘッド１２２による局所部１６の溶融動作が停止されてから第１ミスト噴霧ノズル１４４および第２ミスト噴霧ノズル１５４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１２２による局所部１６の溶融動作の停止から吸引装置１６０の吸引動作の停止までの時間Ｓ、などが設定される。

【０１０２】

（３）加工装置１００の加工動作開始制御の説明

ステップＳ３２０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１００の加工動作を開始する場合には、制御装置１１０の操作部１１２を操作することにより、入力タスクＳ３１０の実行が開始され、実行がステップＳ３１２からステップＳ３２２を介してステップＳ３２４へ移り、ステップＳ３２４で加工開始の指示が入力される。この入力によりタスクＳ３３０の実行開始が可能になる。すなわちタスクＳ３３０の実行停止条件が解かれる。なお加工装置１００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１１０の操作部１１２を操作することにより、入力タスクＳ３１０が割り込み処理により実行され、ステップＳ３２４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Ｓ３５０による加工装置１００の加工動作を停止するための制御が可能となり、タスクＳ３５０を実行することにより、加工装置１００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Ｓ３１０における加工装置１００の動作を開始するための入力タスクＳ３１０の実行が終了すると、タスク終了処理部Ｓ３０４により、タスク実行制御部Ｓ３０２の指示で開始された入力タスクＳ３１０の実行の終了が、タスク実行制御部Ｓ３０２へ報告される。

【０１０３】

加工装置１００の加工動作を開始するための加工開始タスクＳ３３０の実行停止が、入力タスクＳ３１０のステップＳ３２４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Ｓ３０２による加工開始タスクＳ３３０の実行が開始が可能となる。加工開始タスクＳ３３０は、単に一例であるが１００ｍＳＥＣ周期で実行される。この実行開始により、加工開始タスクＳ３３０の実行がステップＳ３３２からステップＳ３３４に移り、ステップＳ３１８で、入力された加工場所１２のデータに基づき、加工対象物１０と加熱ヘッド１２２との位置関係が設定される。この設定は制御装置１１０から加工位置移動機構３０への制御指令により行われる。次にステップＳ３３６が実行され、制御装置１１０からレーザー発振器７０あるいはガス供給装置７２や加熱装置１２０へ制御指令が送られ、加熱ヘッド１２２の出力が設定される。但し加熱ヘッド１２２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１３０やミスト層形成装置１４０へ制御指令が送られ、第１ミスト噴霧ノズル１４４から噴霧される第１ミスト４３の径や噴射量が設定される。また第２ミスト噴霧ノズル１５４から噴霧される第２ミスト４５の径や噴霧量が設定される。さらに吸引装置１６０の吸引力が設定される。

【０１０４】

ステップＳ３３６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１６０が動作し、吸引を開始する。まだミストカバー層４０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４０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１４０が動作を開始し、ミストカバー層４０の形成を開始する。加熱ヘッド１２２による局所部１６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１６０やミスト層形成装置１４０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１２２による局所部１６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。

【０１０５】

加工開始タスクＳ３３０による加工開始動作がステップＳ３３４からステップＳ３３８で終了するので、ステップＳ３４０により、加工開始タスクＳ３３０の実行を停止する処

理を行い、タスク終了処理部Ｓ３０４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Ｓ３３０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Ｓ３１０のステップＳ３２４で開始の処理が行われた場合には、ステップＳ３４０による加工開始タスクＳ３３０の実行停止が、ステップＳ３２４により解除されるので、加工開始タスクＳ３３０は再び実行可能となる。

【０１０６】

（４）加工実行タスクＳ４１０の説明

加工開始タスクＳ３３０のステップＳ３４０で加工実行タスクＳ４１０の実行停止が解除され、加工実行タスクＳ４１０が実行可能となる。図９に記載の加工実行タスクＳ４１０が実行可能となり、例えば１０ｍＳＥＣ毎に実行される。加工実行タスクＳ４１０が実行されると、入力タスクＳ３１０のステップＳ３１８の実行で入力された加工場所１２に基づいて、ステップＳ４１２で、局所部１６が加工場所１２に沿って所定の速度で移動する。この局所部１６の移動は先に説明したごとく、加熱ヘッド１２２と加工対象物１０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Ｓ４１６で、加工場所１２における加工が、加工場所１２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Ｓ３０４が実行される。加工実行タスクＳ４１０は１０ｍＳＥＣ毎に実行されるので、ステップＳ４１２において１０ｍＳＥＣ毎に局所部１６が加工場所１２に沿って移動し、この繰り返しにより加工場所１２に対する加工作業が遂行される。やがて加工場所１２についての加工が完了するとステップＳ４１６が実行され、図８に記載の加工停止／加工終了タスクＳ３５０の実行停止が解除され、加工停止／加工終了タスクＳ３５０の実行による加工終了の制御が行われる。

【０１０７】

（５）異常処理タスクＳ４４０の説明

図９に記載の異常処理タスクＳ４４０は、加工装置１００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２ｍＳＥＣ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１００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か多数設けられている。レーザー発振器７０や加熱装置１２０、ミスト生成装置１３０、回収装置１７０、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Ｓ４４２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Ｓ４４４から実行がステップＳ４４６やさらに続けてステップＳ４４８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Ｓ３５０の実行開始が可能となる。さらにステップＳ４４４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Ｓ４４２で異常が検知されない場合には、ステップＳ４４４から実行がタスク終了処理部Ｓ３０４に遷移し、異常処理タスクＳ４４０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Ｓ３５０の説明

図８に記載の加工停止／加工終了タスクＳ３５０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Ｓ３１０のステップＳ３２４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Ｓ４１６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Ｓ３５０が実行され、実行がステップＳ加工停止／加工終了タスクＳ３５０の開始から、ステップＳ３５２やステップＳ３６４を介してステップＳ３７０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Ｓ３２０で決定される。すなわち入力タスクＳ３１０のステップＳ３１４からステップＳ３１８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Ｓ３７２で判断する。所定時間Ｍが経過した状態で、ステップＳ３７４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Ｓ４４６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Ｓ３５０が動作可能となり、１０ｍＳＥＣの間隔で加工停止／加工終了タスクＳ３５０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Ｓ４４０のステップＳ４４４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Ｓ３５０の実行が開始される。

【０１１３】

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。

【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

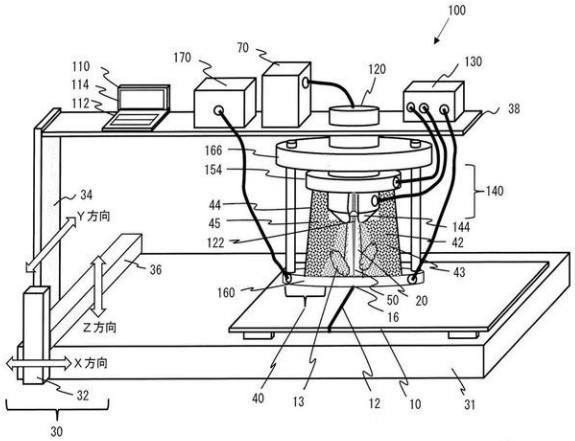
あっても、それらは本発明に含まれるものである。

【符号の説明】

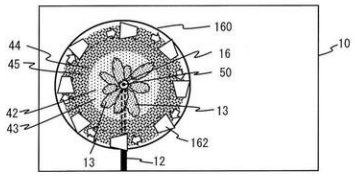
【０１１６】

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　クラスター、
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、
１５４　第２ミスト噴霧ノズル、
１６０　吸引装置、
１６２　吸引口、
１６４　ベンチュリ―スクラバー、
１６６　吸引装置支持機構、
１７０　回収装置、
１７４　絞り、
１７６　第３ミスト噴射ノズル、
１７８　第３ミスト、

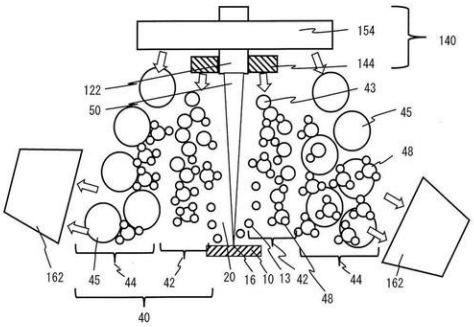
【図１】


100
110
114
112
170
70
120
130
38
166
154
140
34
Y方向
44
45
122
144
42
36
43
160
50
20
16
Z方向
X方向
32
30
40
13
12
10
31

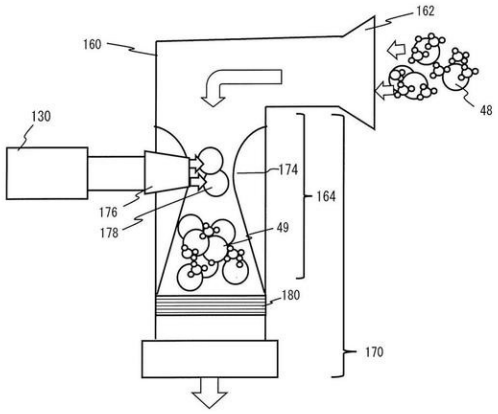
【図２】


160
10
44
45
16
50
42
43
13
162
13
12

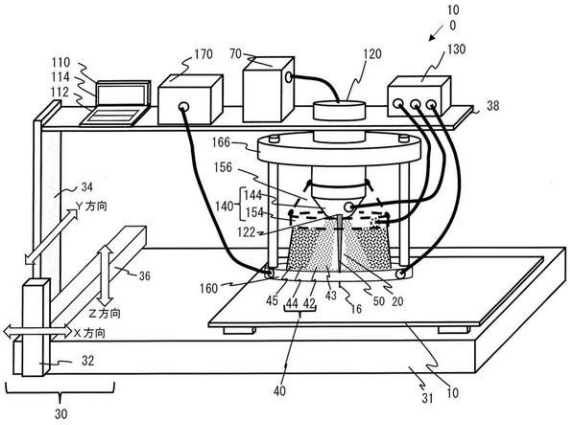
【図３】


154
140
144
122
43
50
45
48
162
45
44
42
20
16
10
13
42
48
44
162
40

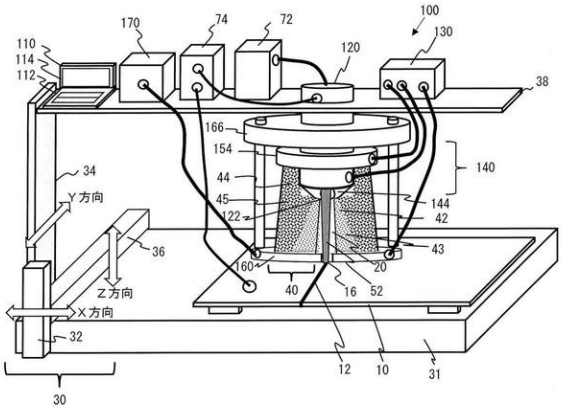
【図４】


162
160
48
130
174
164
176
178
49
180
170

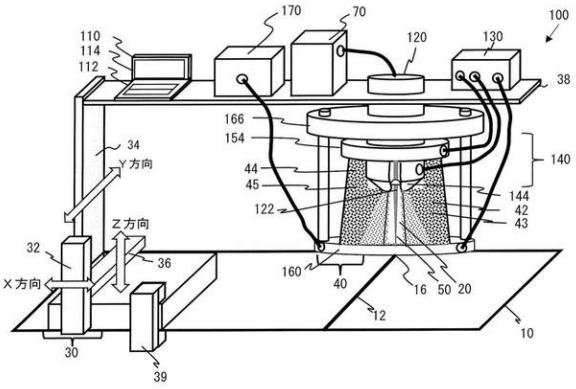
【図５】


10
0
110
114
112
170
70
120
130
38
166
156
144
154
140
122
34
Ｙ方向
36
Ｚ方向
Ｘ方向
32
160
45
44
42
43
16
50
20
40
31
10
30

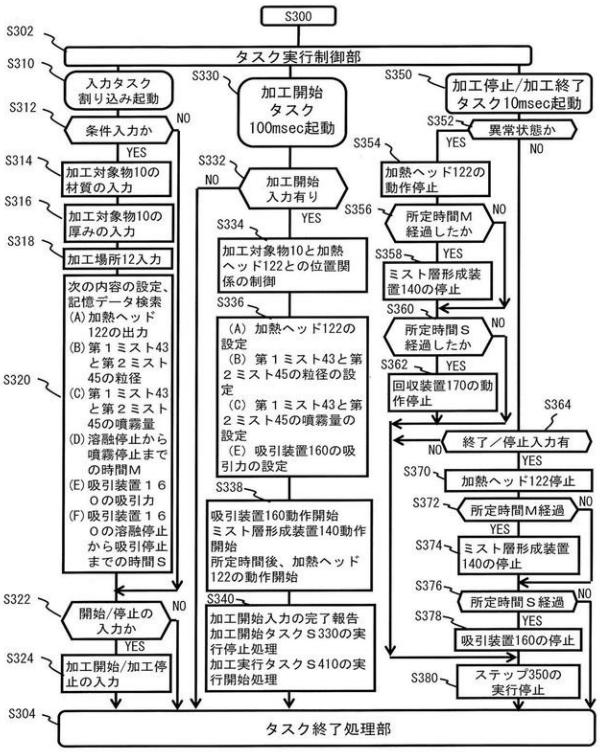
【図６】


100
170
74
72
120
130
110
114
112
38
166
154
44
45
122
140
144
42
43
34
Ｙ方向
36
Ｚ方向
Ｘ方向
32
160
40
16
52
20
12
10
31
30

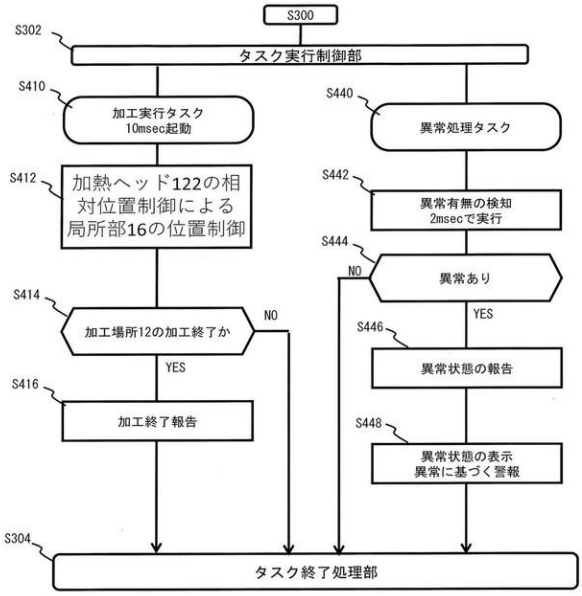
【図７】


100
170
70
120
130
110
114
112
38
166
154
140
44
45
122
144
42
43
34
Ｙ方向
Ｚ方向
32
Ｘ方向
36
160
40
16
50
20
12
10
30
39

【図８】


S300
S302
タスク実行制御部
S310
入力タスク割り込み起動
S312
条件入力か
NO
YES
S314
加工対象物10の材質の入力
S316
加工対象物10の厚みの入力
S318
加工場所12入力
S320
次の内容の設定、記憶データ検索
(A) 加熱ヘッド122の出力
(B) 第１ミスト43と第２ミスト45の粒径
(C) 第１ミスト43と第２ミスト45の噴霧量
(D) 溶融停止から噴霧停止までの時間Ｍ
(E) 吸引装置１６０の吸引力
(F) 吸引装置１６０の溶融停止から吸引停止までの時間Ｓ
S322
開始/停止の入力か
NO
YES
S324
加工開始/加工停止の入力
S330
加工開始タスク100msec起動
S332
加工開始入力有り
NO
YES
S334
加工対象物10と加熱ヘッド122との位置関係の制御
S336
(A) 加熱ヘッド122の設定
(B) 第１ミスト43と第２ミスト45の粒径の設定
(C) 第１ミスト43と第２ミスト45の噴霧量の設定
(E) 吸引装置160の吸引力の設定
S338
吸引装置160動作開始
ミスト層形成装置140動作開始
所定時間後、加熱ヘッド122の動作開始
S340
加工開始入力の完了報告
加工開始タスクＳ330の実行停止処理
加工実行タスクＳ410の実行開始処理
S350
加工停止/加工終了タスク10msec起動
S352
異常状態か
YES
NO
S354
加熱ヘッド122の動作停止
S356
所定時間Ｍ経過したか
NO
YES
S358
ミスト層形成装置140の停止
S360
所定時間Ｓ経過したか
NO
YES
S362
回収装置170の動作停止
S364
終了／停止入力有
NO
YES
S370
加熱ヘッド122停止
S372
所定時間Ｍ経過
NO
YES
S374
ミスト層形成装置140の停止
S376
所定時間Ｓ経過
NO
YES
S378
吸引装置160の停止
S380
ステップ350の実行停止
S304
タスク終了処理部

【図９】


S300
S302
タスク実行制御部
S410
加工実行タスク
10msec起動
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
S414
加工場所12の加工終了か
NO
YES
S416
加工終了報告
S440
異常処理タスク
S442
異常有無の検知
2msecで実行
S444
異常あり
NO
YES
S446
異常状態の報告
S448
異常状態の表示
異常に基づく警報
S304
タスク終了処理部

フロントページの続き

(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
(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

Ｆターム(参考) 4E168 AD07 BA00 CB03 FA05 FC01 FC05 KA15