

(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2024-31452
(P2024-31452A)

(43)公開日
令和6年3月7日(2024. 3. 7)

(51)Int.Cl.
B 2 3 D 33/00 (2006. 01)
B 2 3 D 49/08 (2006. 01)

F I
B 2 3 D 33/00
B 2 3 D 49/08

K
3 C 0 4 0
3 C 0 5 1

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 13 O L (全 14 頁)

(21)出願番号	特願2022-135004(P2022-135004)	(71)出願人	000204000 太平電業株式会社 東京都千代田区神田神保町 2 丁目 4 番地
(22)出願日	令和4年8月26日(2022. 8. 26)	(71)出願人	390013815 学校法人金井学園 福井県福井市学園 3 丁目 6 番 1 号
		(74)代理人	110000958 弁理士法人インテクト国際特許事務所
		(74)代理人	100120237 弁理士 石橋 良規
		(72)発明者	五嶋 智久 東京都千代田区神田神保町二丁目 4 番地 太平電業株式会社内

最終頁に続く

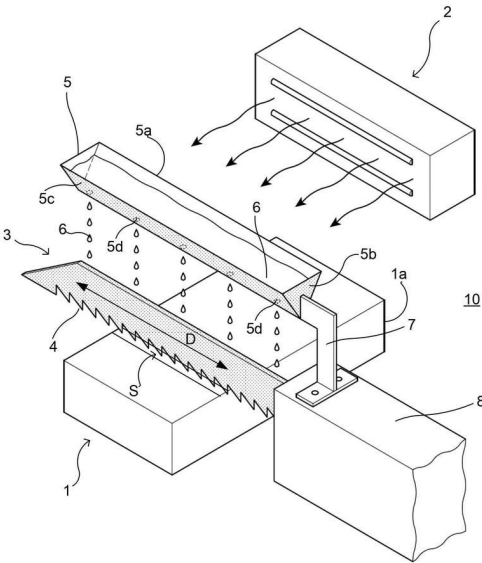
(54)【発明の名称】鉛板の切断方法および鉛板切断装置

(57)【要約】

【課題】B i とS n からなる溶融した合金材を鉛板における刃先があてがわれた部分に供給することで、当該部分の鉛板をB i とP b とS n からなる低融点合金として軟化させ、刃物を合金材の供給と共に移動させて鉛板を切断する場合において、合金材の溶融を効率化することにより、鉛板の切断に要する時間を短縮することができる、鉛板の切断方法等を提供する。

【解決手段】鉛板及び刃物の少なくとも一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射して、鉛板及び刃物の少なくとも一方を加熱する。

【選択図】図 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

鉛板に刃物の刃先をあてがい、B i と S n からなる合金材を前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給し、かくして、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板を B i と P b と S n からなる低融点合金として軟化させ、そして、前記刃物を前記合金材の供給と共に移動させて前記鉛板を切断する、鉛板の切断方法であって、

前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線照射して、前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方を加熱することを特徴とする、鉛板の切断方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の鉛板の切断方法であって、

前記赤外線が照射される部分の少なくとも一部をアルミ箔で遮蔽することを特徴とする、鉛板の切断方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の鉛板の切断方法であって、

前記赤外線により加熱して溶融させた前記合金材を、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給することを特徴とする、鉛板の切断方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の鉛板の切断方法であって、

前記合金材を貯蔵する容器における黒色ペイントが塗布されている部分に前記赤外線を照射して、前記合金材を溶融させることを特徴とする、鉛板の切断方法。

【請求項 5】

鉛板に刃物の刃先をあてがい、B i と S n からなる合金材を前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給し、かくして、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板を B i と P b と S n からなる低融点合金として軟化させ、そして、前記刃物を前記合金材の供給と共に移動させて前記鉛板を切断する、鉛板の切断方法であって、

溶融させた前記合金材を、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給することを特徴とする、鉛板の切断方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の鉛板の切断方法であって、

前記合金材を貯蔵する容器における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射して、前記合金材を溶融させることを特徴とする、鉛板の切断方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の鉛板の切断方法により切断した鉛板における低融点合金に対して塩酸又は希硫酸を接触させて、前記鉛板から B i と S n を分離することを特徴とする、B i と S n の分離方法。

【請求項 8】

鉛板に刃先があてがわれる刃物と、

前記鉛板における前記刃先があてがわれる部分に B i と S n からなる合金材を供給する合金材供給手段と、

前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射して、前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方を加熱する赤外線照射手段と、

前記刃物を移動させる駆動手段と、

を備えることを特徴とする鉛板切断装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の鉛板切断装置であって、

前記赤外線が照射される部分の少なくとも一部がアルミ箔で遮蔽されていることを特徴とする鉛板切断装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

請求項 8 に記載の鉛板切断装置であって、

前記赤外線照射手段は、前記合金材を貯蔵する容器における黒色ペイントが塗布されている部分に前記赤外線を照射して、前記合金材を溶融させ、

前記合金材供給手段は、溶融した前記合金材を、前記鉛板における前記刃先があてがわれた部分に供給することを特徴とする鉛板切断装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の鉛板切断装置であって、

前記合金材供給手段は、前記刃物の内部を溶融した前記合金材が通る管路を有し、

前記管路は前記刃先に通じていることを特徴とする鉛板切断装置。

【請求項 12】

鉛板に刃先があてがわれる刃物と、

前記鉛板における前記刃先があてがわれる部分に Bi と Sn からなる溶融した合金材を供給する合金材供給手段と、

前記刃物を移動させる駆動手段と、

を備え、

前記合金材供給手段は、前記合金材を貯蔵する容器を含み、

前記容器における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射して、前記合金材を溶融させる赤外線照射手段を、

備えることを特徴とする鉛板切断装置。

【請求項 13】

請求項 10 又は請求項 12 に記載の鉛板切断装置であって、

前記容器は、前記刃先があてがわれる部分の上方に設けられるとともに、下部に前記合金材を滴下するための合金材供給口が形成されており、

前記容器内を前記容器外に対して正圧とする圧力制御手段を更に備えることを特徴とする鉛板切断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、鉛板の切断方法および鉛板切断装置、特に、金属ヒュームを発生させることなく、鉛板を容易かつ確実にしかも安価に切断することができる、鉛板の切断方法および鉛板切断装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、原子力発電所の廃止措置作業の一つに、放射線の遮蔽材として利用された鉛板の切断作業がある。

【0003】

鉛板の切断法として、マシニングセンターにおいて大量の切削油剤を使用して切断する方法があるが、この方法ではマシニングセンターまで放射性物質を含む鉛板 1 を運搬する必要があるし、仮にマシニングセンターを近隣に設けたとしても切断時に使用した切削油剤に含まれる放射性物質が切断現場を汚染するため採用は現実的ではない。

【0004】

また、他の鉛板の切断法として、バーナーによる熱切断方法が考えられるが、有害な金属ヒュームが発生する等の問題がある。

【0005】

そこで、金属ヒュームを発生させることのない鉛板の切断法として、電熱ヒーターで加熱した鉛板に超音波カッターの刃先をあてがい、Bi と Sn からなる合金材を刃先があてがわれた部分の鉛板に供給することで、当該部分の鉛板を Bi と Pb と Sn からなる低融点合金として軟化させ、そして、超音波カッターを合金材の供給と共に移動させて鉛板を切断する切断法が特許文献 1 に開示されている。また、同様に、超音波カッターの刃先を電熱ヒーターで加熱して、鉛板を切断する切断法が特許文献 2 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第6688816号公報

【特許文献2】特許第6688817号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1、2の切断法では、鉛板又は刃物を電熱ヒーターで加熱し、鉛板における刃物の刃先があてがわれる部分に合金材を供給することで合金材を熔融させるが、合金材が熔融する温度まで鉛板又は刃物を加熱するのに時間を要し、切断に時間が掛かるという問題があった。

10

【0008】

そこで、この発明の目的は、BiとSnからなる熔融した合金材を鉛板における刃先があてがわれた部分に供給することで、当該部分の鉛板をBiとPbとSnからなる低融点合金として軟化させ、刃物を合金材の供給と共に移動させて鉛板を切断する場合において、合金材の熔融を効率化することにより、鉛板の切断に要する時間を短縮することができる、鉛板の切断方法および鉛板切断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明は、上記目的を達成するためになされたものであって、下記を特徴とするものである。

20

【0010】

請求項1に記載の発明は、鉛板に刃物の刃先をあてがい、BiとSnからなる合金材を前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給し、かくして、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板をBiとPbとSnからなる低融点合金として軟化させ、そして、前記刃物を前記合金材の供給と共に移動させて前記鉛板を切断する、鉛板の切断方法であって、前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線照射して、前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方を加熱することを特徴とする。

【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の鉛板の切断方法であって、前記赤外線が照射される部分の少なくとも一部をアルミ箔で遮蔽することを特徴とする。

30

【0012】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の鉛板の切断方法であって、前記赤外線により加熱して熔融させた前記合金材を、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給することを特徴とする。

【0013】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の鉛板の切断方法であって、前記合金材を貯蔵する容器における黒色ペイントが塗布されている部分に前記赤外線を照射して、前記合金材を熔融させることを特徴とする。

40

【0014】

請求項5に記載の発明は、鉛板に刃物の刃先をあてがい、BiとSnからなる合金材を前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給し、かくして、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板をBiとPbとSnからなる低融点合金として軟化させ、そして、前記刃物を前記合金材の供給と共に移動させて前記鉛板を切断する、鉛板の切断方法であって、熔融させた前記合金材を、前記刃先があてがわれた部分の前記鉛板に供給することを特徴とする。

【0015】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の鉛板の切断方法であって、前記合金材を貯蔵する容器における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射して、前記合金材

50

を溶融させることを特徴とする。

【0016】

請求項7に記載の発明は、請求項1乃至6の何れか一項に記載の鉛板の切断方法により切断した鉛板における低融点合金に対して塩酸又は希硫酸を接触させて、前記鉛板からBiとSnを分離することを特徴とする。

【0017】

請求項8に記載の発明は、鉛板に刃先があてがわれる刃物と、前記鉛板における前記刃先があてがわれる部分にBiとSnからなる合金材を供給する合金材供給手段と、前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射して、前記鉛板及び前記刃物の少なくとも一方を加熱する赤外線照射手段と、を備えることを特徴とする。

10

【0018】

請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の鉛板切断装置であって、前記赤外線が照射される部分の少なくとも一部がアルミ箔で遮蔽されていることを特徴とする。

【0019】

請求項10に記載の発明は、請求項8に記載の鉛板切断装置であって、前記赤外線照射手段は、前記合金材を貯蔵する容器における黒色ペイントが塗布されている部分に前記赤外線を照射して、前記合金材を溶融させ、前記合金材供給手段は、溶融した前記合金材を、前記鉛板における前記刃先があてがわれた部分に供給することを特徴とする。

【0020】

請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の鉛板切断装置であって、前記合金材供給手段は、前記刃物の内部を溶融した前記合金材が通る管路を有し、前記管路は前記刃先に通じていることを特徴とする。

20

【0021】

請求項12に記載の発明は、鉛板に刃先があてがわれる刃物と、前記鉛板における前記刃先があてがわれる部分にBiとSnからなる溶融した合金材を供給する合金材供給手段と、前記刃物を移動させる駆動手段と、を備え、前記合金材供給手段は、前記合金材を貯蔵する容器を含み、前記容器における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射して、前記合金材を溶融させる赤外線照射手段を、備えることを特徴とする。

【0022】

請求項13に記載の発明は、請求項10又は請求項12に記載の鉛板切断装置であって、前記容器は、前記刃先があてがわれる部分の上方に設けられるとともに、下部に前記合金材を滴下するための合金材供給口が形成されており、前記容器内を前記容器外に対して正圧とする圧力制御手段を更に備えることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0023】

この発明によれば、鉛板及び刃物の少なくとも一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射し、鉛板及び刃物の少なくとも一方を加熱することにより、合金材が供給される部分を効率的に加熱することができ、延いては、合金材の溶融を効率化させ、鉛板の切断に要する時間を短縮することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本実施形態における、赤外線ヒーターにより鉛板を加熱している様子を示す斜視図である。

【図2】赤外線ヒーターにより加熱した鉛板の温度変化を測定する実験例における測定点の一例を示す斜視図である。

【図3】赤外線ヒーターにより加熱した鉛板の温度変化を測定する実験例の結果の一例を示すグラフである。

【図4】本実施形態における、鉛板切断装置の一例を示す斜視図である。

【図5】本実施形態における、鉛板の切断方法の一例を示すフローチャートである。

50

【図 6】(A) は鉛板を切断する状態を示す概略断面図であり、(B) は鉛板の切断が進行した状態を示す概略断面図である。

【図 7】(A) は合金材供給手段としての刃物の一例を示す斜視図であり、(B) は同断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

この発明の実施態様を、図面を参照しながら説明する。

【0026】

図 1 を用いて、赤外線ヒーターによる鉛板の加熱方法の一例について説明する。赤外線ヒーター 2 は、作業台 W に載置された鉛板 1 を非接触状態で加熱する。赤外線ヒーター 2 としては、短波赤外線（波長：1000nm～2500nm）を出射するハロゲンヒーターを採用した。鉛板 1 における、赤外線ヒーター 2 が赤外線を照射する部分（本実施形態では、赤外線ヒーター 2 の方向を向いている面 1a）には、黒色ペイントが塗布されている。黒色ペイントとしては、一例として、ジャパンセンサー株式会社の黒体塗料 JSC-3 号（放射率 0.94）を用いることができる。後述する実験例でも説明するが、鉛板 1 における赤外線ヒーター 2 が赤外線を照射する部分に対して黒色ペイントを塗布しておくことにより、黒色ペイントを塗布しない場合よりも、効率的に加熱することができる。なお、黒色ペイントは、鉛板 1 の側面 1b、1d、上面 1c に塗布することとしてもよい。

【0027】

一方で、赤外線の照射により加熱されると不都合な物や部分については、アルミ箔により赤外線を遮蔽することで加熱されることを防ぐことができる。例えば、作業台 W や周囲の物品をアルミ箔により遮蔽することで、これらの加熱による劣化を防ぐことができる。また、鉛板 1 の温度管理を行うなどのために、例えば、側面 1b、1d や、上面 1c 等をアルミ箔で遮蔽してもよい。

【0028】

次に、図 2 及び図 3 を用いて、赤外線ヒーター 2 により鉛板 1（幅 200mm、高さ 50mm、奥行 100mm）を加熱した場合における鉛板 1 の温度変化を測定した実験例について説明する。本実験例では、図 2 に示す、鉛板 1 における測定点 P1（前面）、P2（中間）、P3（背面）について温度測定を行った。

【0029】

温度測定は、次の（1）-（3）の 3 パターンについて行った。

（1）パターン 1

面 1a への黒色ペイントの塗布：無し（無垢）

赤外線ヒーター 2 と面 1a の距離：20cm

（2）パターン 2

面 1a への黒色ペイントの塗布：有り

赤外線ヒーター 2 と面 1a の距離：20cm

（3）パターン 3

面 1a への黒色ペイントの塗布：有り

赤外線ヒーター 2 と面 1a の距離：10cm

【0030】

温度変化の測定結果を図 3 のグラフで示す。パターン 1 では、4,800 秒程で各測定点 P1、P2、P3 が約 75 ～ 約 80 に到達した。また、パターン 2 では、4,800 秒程で各測定点 P1、P2、P3 が約 118 ～ 約 130 に到達した。そして、パターン 3 では、2,400 秒ほどで、測定点 P1 が約 160 に到達し、測定点 P2 が約 150 に到達し、測定点 P3 が約 140 に到達した。

【0031】

この測定結果から、赤外線ヒーター 2 により赤外線が照射される部分に黒色ペイントを塗布することで、塗布しない場合よりも鉛板 1 を効果的に加熱できることが分かる。なお、後述するように、本実施形態において鉛板 1 を切断する場合、鉛板 1 の切断部を 139

以上にすることが求められるが、パターン 3 の条件であれば、2,400 秒(40 分)ほどで加熱することが可能となる。また、一般的に輻射熱で温度を上げることが難しいとされていた鉛(パターン 1 を参照)であっても黒色ペイントを塗布することにより輻射熱で温度を上げることができた。

【0032】

なお、一般的に金属は電子を沢山有し遠赤外線を反射するため輻射熱で加熱しづらいとされている。また、金属を除くほとんどの物質が表面層で遠赤外線を吸収し温度が即座に上昇するとされている。そうした中、鉛板 1 の切断には鉛板 1 を 150 程度まで加熱できれば充分であるという条件の下、赤外線ヒーター 2 で鉛板 1 を加熱してみたところ時間は掛かったが目的の温度に達することができた。更に、鉛板 1 に黒色ペイントを塗布した上で、赤外線ヒーター 2 で加熱してみたところ、より効率的に加熱することができた。

10

【0033】

次に、図 4 を用いて、本実施形態における鉛板切断装置 10 について説明する。鉛板切断装置 10 は、赤外線ヒーター 2 と、レシプロソーを構成する刃物 3 及び駆動部 8 (「駆動手段」の一例)と、Bi と Sn からなる合金材 6 (融点: 139)を貯蔵し、鉛板 1 の後述する切断部 S に供給する供給容器 5 と、を含む。

【0034】

鉛板 1 は、面 1 a に黒色ペイントが塗布されており、面 1 a が赤外線ヒーター 2 から赤外線を照射されることで加熱される。鉛板 1 は、例えば、原子力発電所における、放射線の遮蔽材である。

20

【0035】

刃物 3 は、刃先 4 が鉛板 1 にあてがわれ、駆動部 8 によりスライドしつつ下方に移動させられることにより、鉛板 1 を切断する。なお、本実施形態では、鉛板 1 における刃先 4 があてがわれる部分を切断部 S という。

【0036】

刃物 3 には黒色ペイントが塗布されており、刃物 3 が赤外線ヒーター 2 から赤外線を照射されることで加熱される。なお、本実施形態では、鉛板 1 及び刃物 3 を加熱することとするが、これらの何れか一方を加熱することとしてもよい。例えば、刃物 3 のみを加熱する場合には、鉛板 1 の切断部 S 以外で赤外線が当たる部分をアルミ箔で遮蔽することとする。また、鉛板 1 のみを加熱する場合などには、刃物 3 に黒色ペイントを塗布しなかったり、アルミ箔で赤外線を遮蔽したりしてもよい(但し、刃物 3 を加熱する場合であっても刃物 3 の素材そのものが黒い場合などには黒色ペイントを塗布しなくてもよい場合がある)。なお、本実施形態では、レシプロソーにより鉛板 1 を切断することとするが、他の切断手段(例えば、超音波カッター等)を用いることとしてもよい。

30

【0037】

供給容器 5 (「合金材供給手段」の一例)は、断面が三角形の樋状の金属製容器(例えば、銅製容器やアルミニウム製容器を用いることができる)であって、当該三角形の 1 つの頂点が下方を向くように(当該頂点が樋の下部となるように)、刃物 3 の上方に刃物 3 の移動方向 D に沿って配置されている。供給容器 5 は、レシプロソーの駆動部 8 に支持具 7 を介して設置されており、内部に Bi と Sn からなる合金材 6 を貯蔵する。また、供給容器 5 の外面 5 a、5 b、5 c には黒色ペイントが塗布されており、供給容器 5 は赤外線ヒーター 2 から赤外線を照射されることにより加熱される。そして、供給容器 5 の内部が 139 以上に加熱されると、合金材 6 (融点: 139)は溶融する。なお、供給容器 5 の外面 5 a、5 b、5 c に黒色ペイントを塗布することで、供給容器 5 及び合金材 6 を効率的に加熱することができる。なお、外面 5 c については赤外線が当たらない場合には黒色ペイントを塗布しなくても良い。また、外面 5 c に黒色ペイントを塗布する場合には、もう一台の赤外線ヒーター 2 を用意して、外面 5 c に赤外線が照射可能な位置に配置しても良い。

40

【0038】

供給容器 5 の底には複数の合金材供給口 5 d が形成されており、供給容器 5 内で溶融し

50

た合金材 6 は合金材供給口 5 d から鉛板 1 における切断部 S に滴り落ちる（供給される）。溶融した合金材 6 が供給された切断部 S の鉛板 1 は、Bi と Pb と Sn からなる低融点合金（融点：95）に合金化され、液相になって軟化する。なお、合金材供給口 5 d は、合金材 6 が切断部 S に満遍なく落下するように、適切な位置に適切な数設けられる。

【0039】

なお、図 4 の例では供給容器 5 の上部を開放状態にしているが、合金材 6 の粘度等の影響により合金材 6 が合金材供給口 5 d からの滴下量を制御できない場合には、供給容器 5 の上部を蓋等により閉じるとともに、供給容器 5 の内部に圧力を加えるための孔を形成し、当該孔からシリンダ（「圧力制御手段」の一例）で圧力を加えて供給容器 5 の内部を供給容器 5 の外部に対して正圧にしてもよい。供給容器 5 の内部の圧力を制御することで、合金材供給口 5 d からの滴下量を調節することができる。

10

【0040】

赤外線ヒーター 2 は、鉛板 1 及び刃物 3 の少なくとも何れか一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を非接触状態で照射して、輻射熱により鉛板 1 及び刃物 3 の少なくとも一方を加熱する。このとき、赤外線ヒーター 2 は切断部 S が低融点合金の融点である 95 以上となるように加熱する。

【0041】

赤外線ヒーター 2 としては、赤外線を出射するヒーターを採用できるが、例えば短波近赤外線を出射するハロゲンヒーターは発熱体（一般にタングステン線）が 2,000 以上になり、昇温も早い（数秒）ため好適である。

20

【0042】

また、赤外線ヒーター 2 は、供給容器 5 における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を非接触状態で照射して、輻射熱により供給容器 5 及びその内部に貯留されている合金材 6 を加熱する。このとき、赤外線ヒーター 2 は合金材 6 がその融点である 139 以上となるように供給容器 5 及び合金材 6 を加熱する。なお、赤外線ヒーター 2 は、供給容器 5 及び合金材 6 を加熱するに際し、鉛板 1 及び刃物 3 の少なくとも一方を 139 以上に加熱してもかまわない。

【0043】

このように、赤外線ヒーター 2 は輻射熱により非接触状態で鉛板 1、刃物 3 及び供給容器 5 を同時に加熱することができる。これに対して、リボンヒーター等で加熱しようとしても非接触状態では加熱対象を加熱することができず、同時にそれぞれを加熱しようとする場合、個別に接触状態で加熱せざるを得ない。

30

【0044】

なお、赤外線が照射されること、加熱されることが不都合な部分（例えば、鉛板 1、刃物 3、供給容器 5 等の黒色ペイントが塗布されていない部分や、支持具 7、駆動部 8 等）についてはアルミ箔により赤外線を遮蔽することとしてもよい。特に、加熱により劣化しやすい物や部分については、アルミ箔で遮蔽しておくことが好ましい。

【0045】

本実施形態の鉛板切断装置 10 によれば、赤外線ヒーター 2 により加熱された供給容器 5 内の合金材 6 が溶融して合金材供給口 5 d から切断部 S に滴り落ちる（供給される）ことで、切断部 S の鉛板 1 が Bi と Pb と Sn からなる低融点合金となって軟化する。そして、赤外線ヒーター 2 により切断部 S を低融点合金の融点以上に加熱した状態で、切断部 S に合金材 6 を供給しつつ、刃物 3 が切断部 S に刃先 4 があてがわれたまま移動することにより鉛板 1 を切断することができる。

40

【0046】

次に、図 5 及び図 6（A）、（B）を用いて、鉛板 1 の切断方法について説明する。なお、図 6（A）、（B）において、合金材供給手段 5 Z は、例えば、コイル状に巻かれた合金材 6 を順次、刃先 4 があてがわれる部分（切断部 S）の鉛板 1 に供給する。

【0047】

まず、鉛板 1 及び刃物 3 の少なくとも一方に黒色ペイントを塗布しておき、黒色ペイン

50

トが塗布されている部分に赤外線照射して鉛板 1 及び刃物 3 の少なくとも一方を加熱する（ステップ S 1）。なお、赤外線照射には赤外線ヒーター 2 などを用いることができる。

【0048】

また、鉛板 1 における刃先 4 があてがわれる切断部 S に刃物 3 の刃先 4 をあてがう（ステップ S 2、図 6（A））。

【0049】

また、切断部 S に Bi と Sn からなる合金材 6 を供給する（ステップ S 3、図 6（A））。ここで、切断部 S に合金材 6 を供給する目的は、切断部 S に溶融した合金材 6 を接触させることで、切断部 S の鉛板 1 を Bi と Pb と Sn からなる低融点合金（融点が 95）として軟化させることにある。

10

【0050】

切断部 S を低融点合金化する方法として、鉛板 1 又は刃物 3 の少なくとも何れか一方を加熱して切断部 S を 139 以上に加熱し、例えば合金材供給手段 5 Z により溶融していない合金材 6 を供給（接触）させて切断部 S で合金材 6 を溶融させる方法と、上述した供給容器 5 等で予め溶融させた合金材 6 を切断部 S に供給する方法があり、ステップ S 3 では何れの方法を採用してもよい。ただし、鉛板 1 を切断部 S で切断する場合には、切断部 S を低融点合金の融点である 95 以上にすることが必要であることから、鉛板 1 又は刃物 3 の少なくとも何れか一方を加熱して 95 以上にすることとする。そのため、上述した鉛板切断装置 10 のように、鉛板 1 及び刃物 3 の少なくとも何れか一方に黒色ペイントを塗布して赤外線ヒーター 2 で加熱することが好適である。

20

【0051】

そして、切断部 S に合金材 6 を供給しつつ、刃物 3 を刃先 4 が切断部 S にあてがわれた状態で移動させることで鉛板 1 を切断する（ステップ S 4、図 6（B））。刃物 3 の移動は、刃物 3 の移動方向 D にスライドさせつつ、下方に移動（下降）させるのが好ましい。なお、ステップ S 1～ステップ S 3 は適宜順番を変更することができる。

【0052】

なお、鉛板切断装置 10 について説明したのと同様に、赤外線が照射されること、加熱されることが不都合な部分については、アルミ箔で赤外線を遮蔽することが好ましい。

【0053】

30

以上、説明したように、本実施形態の鉛板切断装置 10 や鉛板切断方法によれば、鉛板 1 及び刃物 3 の少なくとも一方における黒色ペイントが塗布されている部分に赤外線を照射することにより、合金材 6 が供給される部分（切断部 S）を効率的に加熱することができ、延いては、合金材 6 の溶融を効率化させ、鉛板 1 の切断に要する時間を短縮することができる。

【0054】

また、切断部 S を低融点合金とした状態で、刃物 3 を合金材 6 の供給と共に下降させることで、合金材 6 が供給された切断部 S の Bi と Pb と Sn からなる低融点合金が、液相になって軟化し、これによって、鉛板 1 を、金属ヒュームを発生させることなく、容易かつ確実にしかも安価に切断することができる。

40

【0055】

さらに、切断が終了した鉛板 1 の切断面は、冷えた低融点合金を介して接着されるので、切断された鉛板 1 が未切断の鉛板 1 から分離するおそれはない。この結果、切断された鉛板 1 の落下による事故を未然に防止することができる。なお、冷えた低融点合金は金属結晶構造が粗いとともに鉛に比べて硬く、脆いために、切断された鉛板 1 にハンマー等で打撃を加えると、切断された鉛板 1 は未切断の鉛板 1 から容易に剥がれるので、切断された鉛板 1 の撤去作業を容易に行える。

【0056】

なお、本実施形態の鉛板切断装置 10 では供給容器 5 を用いて、溶融させた合金材 6 を切断部 S に供給することとしたが、供給容器 5 を設けずに、鉛板 1 又は刃物 3 の少なくと

50

も何れか一方を 139 以上に加熱することとして、合金材供給手段 5Z 等により溶融していない合金材 6 を切断部 S に直接接触させて供給することとしてもよい。

【0057】

また、溶融させた合金材 6 を切断部 S の鉛板 1 に供給して切断部 S を低融点合金化する場合には、鉛板 1 や刃物 3 に赤外線を照射して切断部 S を加熱する代わりに、他の方法（例えば電熱ヒーターによる加熱）により鉛板 1 や刃物 3 を加熱して、低融点合金化した切断部 S を 95 以上にしてもよい。

【0058】

次に、図 7（A）、（B）を用いて、切断部 S に溶融した合金材 6 を供給可能な刃物 11 について説明する。

10

【0059】

刃物 11（「合金材供給手段」の一例）は、内部に溶融した合金材 6 が通る管路を有する。管路は横管 12 と複数の縦管 13A～13E を含み、各縦管 13A～13E は、横管 12 の下方に接続され、刃先 4に通じている。横管 12 には、図示しない容器において溶融された合金材 6 が溶融した状態のまま取り込まれ、合金材 6 は各縦管 13A～13E を通じて刃先 4 から切断部 S に供給される。なお、管路内にて合金材 6 が凝固しないように、刃物 3 に熱伝導性の高い金属（例えば、銅）を用い、黒色ペイントを塗布した上で赤外線ヒーター 2 等により加熱することが好ましい。また、図 7（B）に示すように、刃物 3 における横管 12 が設けられる部分には、フィラー（膨らみ）14 を設けて強度を向上させることが好ましい。

20

【0060】

刃物 11 によれば、図 4 に示した供給容器 5 を刃物 3 の上方に設置する必要がなく、刃先 4 から直接、切断部 S に合金材 6 を供給することができるため合金材 6 が供給容器 5 から落下した際に切断部 S 以外の部分に飛散することを防止できる。

【0061】

次に、切断した鉛板 1 から切断部 S における Bi と Pb と Sn からなる低融点合金から Bi と Sn を分離する方法について説明する。鉛は両性元素であり、硝酸、強塩基の水溶液と反応して溶ける一方、塩酸と希硫酸には鉛の表面に難溶性の被膜（塩化鉛 $PbCl_2$ や、硫酸鉛 $PbSO_4$ の被膜）を作り溶けない。また、Bi と Sn は塩酸と希硫酸に溶ける。そこで、切断した鉛板 1 における低融点合金に対して塩酸又は希硫酸を接触させることにより、鉛板 1 から Bi と Sn を分離することができる。

30

【0062】

これにより、放射性物質を含む鉛板 1 を本実施形態の切断方法により細切れにして廃棄処理する際、鉛板 1 から Bi 及び Sn を分離した状態（鉛のみの状態）で廃棄することができる。また、鉛板 1 から分離した Bi 及び Sn は従来公知の方法により精製することにより鉛板 1 の切断に再利用することができる。

【符号の説明】

【0063】

- 1：鉛板
- 2：赤外線ヒーター
- 3：刃物
- 4：刃先
- 5：供給容器
- 5Z：合金材供給手段
- 6：合金材
- 7：支持具
- 8：駆動部
- 10：鉛板切断装置
- 11：刃物
- 12：横管

40

50

1 3 A ~ 1 3 E : 縦管

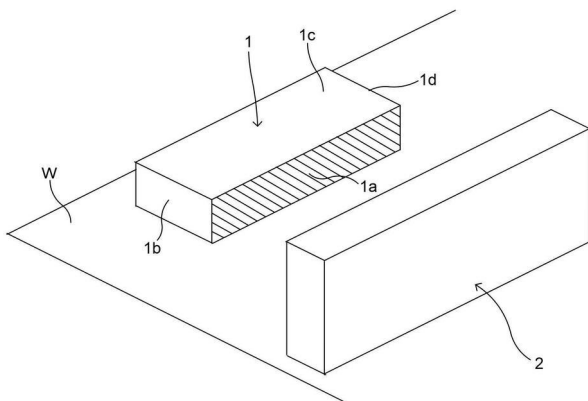
1 4 : フィラー

D : 移動方向

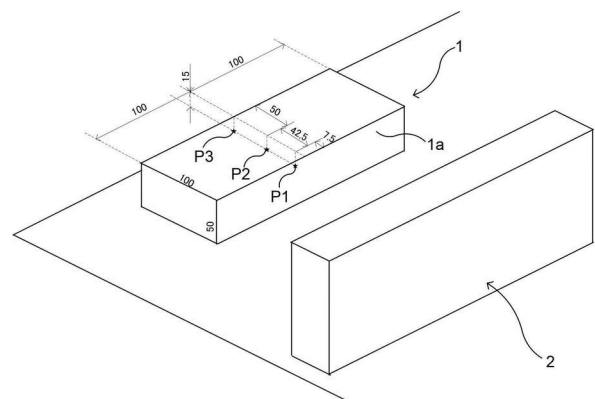
S : 切断部

W : 作業台

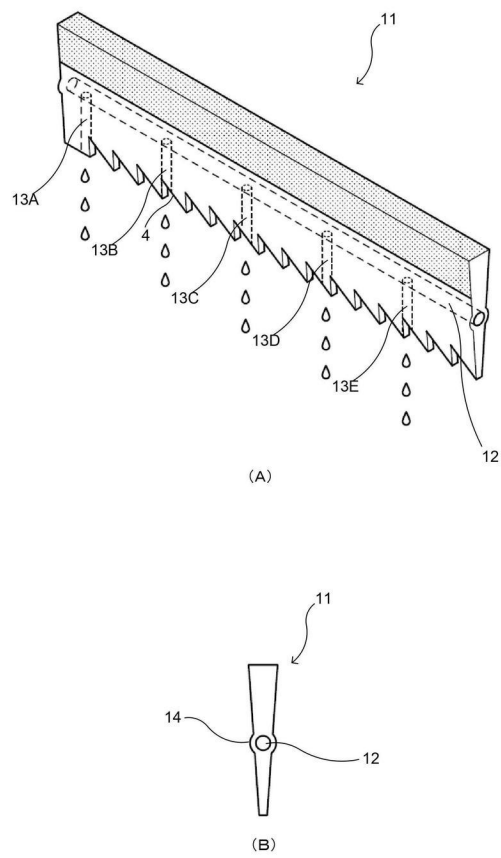
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 五十田 翔平

東京都千代田区神田神保町二丁目 4 番地 太平電業株式会社内

(72)発明者 砂川 武義

福井県福井市学園三丁目 6 番 1 号 福井工業大学内

F ターム(参考) 3C040 AA12 BB01 DD06 GG46 GG47 HH01

3C051 AA11 FF27 FF28