

(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2019-189903

(P2019-189903A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)	
C 2 2 C	1/08	(2006.01)	C 2 2 C	1/08	A	4 K 0 1 8
B 2 2 F	3/11	(2006.01)	B 2 2 F	3/11	A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2018-82712 (P2018-82712)
 (22) 出願日 平成30年4月24日 (2018. 4. 24)

(71) 出願人 503360115
 国立研究開発法人科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
 (74) 代理人 110000925
 特許業務法人信友国際特許事務所
 (72) 発明者 半谷 禎彦
 千葉県我孫子市つくし野6-22-6
 (72) 発明者 天谷 賢児
 群馬県桐生市相生町5-21-12
 Fターム(参考) 4K018 KA22

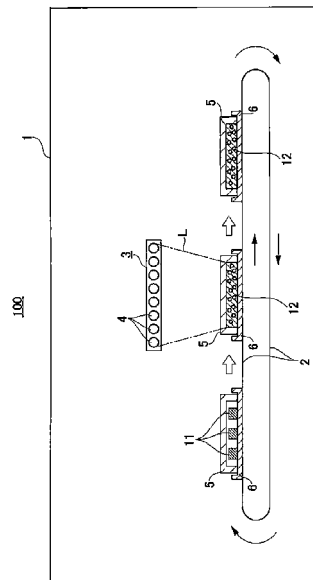
(54) 【発明の名称】 発泡金属の製造方法、発泡金属の製造装置

(57) 【要約】

【課題】低いコストで発泡工程を行うことができ、従来よりも大型の発泡金属を製造することが可能になり、発泡金属の形状の制御を行うことができる、発泡金属の製造方法を提供する。

【解決手段】金属に発泡剤が混合された前駆体11と、光を透過する型5と、前駆体11に光を照射する光源4と、前駆体11を搬送する搬送部2を使用して、複数個の前駆体11に対して型5を配置して、搬送部2によって複数個の前駆体11を搬送させ、前駆体11を搬送させている状態で、光源4から型5を透過させて各前駆体11に光を照射して加熱することにより、各前駆体11を発泡させて隣接する前駆体11と接合させた状態の発泡金属12を作製すると共に、型5によって発泡金属12の形状を制御することによって、発泡金属12を製造する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属に発泡剤が混合された前駆体と、光を透過する型と、前記前駆体に光を照射する光源と、前記前駆体を搬送する搬送部を使用して、

複数個の前記前駆体に対して前記型を配置して、

前記搬送部によって複数個の前記前駆体を搬送させ、

前記前駆体を搬送させている状態で、前記光源から前記型を透過させて各前記前駆体に光を照射して加熱することにより、各前記前駆体を発泡させて隣接する前記前駆体と接合させた状態の発泡金属を作製すると共に、前記型によって前記発泡金属の形状を制御する発泡金属の製造方法。

10

【請求項 2】

複数個の前記前駆体を、前記搬送部による前記前駆体の搬送の方向と平行な方向に配置して、複数個の前記前駆体を前記光源により順次発泡させる、請求項 1 に記載の発泡金属の製造方法。

【請求項 3】

複数個の前記前駆体を、前記搬送部による前記前駆体の搬送の方向とは垂直な方向に配置して、複数個の前記前駆体を前記光源により共に発泡させる、請求項 1 に記載の発泡金属の製造方法。

【請求項 4】

前記型として、金属製の網を使用する請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の発泡金属の製造方法。

20

【請求項 5】

金属に発泡剤が混合された前駆体を搬送する搬送部と、

前記前駆体に光を照射する光源を備え、

複数個の前記前駆体に対して光を透過する型を配置して、前記搬送部によって複数個の前記前駆体を搬送させ、前記前駆体を搬送させている状態で、前記光源から前記型を透過させて各前記前駆体に光を照射して加熱することにより、各前記前駆体が発泡されて隣接する前記前駆体と接合すると共に前記型によって形状が制御された状態で発泡金属が作製される

発泡金属の製造装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、発泡金属の製造方法、発泡金属の製造装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

発泡金属は、気孔を多く含むことにより、軽量であり、衝撃エネルギー吸収特性や消音特性に優れており、自動車、鉄道、航空宇宙、建築等、様々な分野で超軽量な多機能素材として注目されている（例えば、特許文献 1 ~ 特許文献 3 を参照。）

【0003】

発泡金属を製造する方法として、従来は、例えば、原料となる金属に発泡剤が混合された前駆体を作製した後に、前駆体を電気炉等で加熱することにより、発泡剤の分解により発生したガスにより発泡させて気孔を形成していた。

40

また、前駆体を発泡させる工程では、発泡金属の成型のために金型が利用されていた（例えば、非特許文献 1 の図 1（e）を参照）。

【0004】

また、例えば、特許文献 4 には、発泡金属等の発泡体を製造する方法として、鋳型内に配置した前駆体に対して、鋳型の外部から放射線を照射して加熱を行う方法も提案されている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-61865号公報

【特許文献2】国際特許公開第2010/029864号明細書

【特許文献3】国際特許公開第2010/106883号明細書

【特許文献4】特表2006-521467号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】宇都宮登雄、塚田敦海、半谷禎彦，「金型利用によるポーラスアルミニウム部材の作製」，日本機械学会論文集A編，77，p.1017-1020，2011年

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

発泡金属の実用化には、低コスト化が課題となっており、製造工程の簡素化が求められている。

【0008】

従来の電気炉等を使用した雰囲気加熱では、金型も加熱されるため、その分、加熱のエネルギーのうち前駆体の加熱に利用されるエネルギーが少なくなることから、エネルギー利用効率が良くなかった。

また、発泡温度に温度を上昇させるまでに、時間がかかった。

20

さらに、大型の部材を発泡させるには、大きい電気炉等が不可欠であり、電気炉の内部で、均等に加熱することが困難であった。

そして、金型は不透明であるため、金型の内部の発泡の状態を観察することができなかった。また、電気炉の内部の観察も困難であった。

【0009】

一方、金型を利用しないで発泡させると、形状が制御されず、自由な形状で発泡金属が形成される。そのため、発泡金属を所望の形状とするためには、発泡した後に所望の形状にするための加工が必要になる。

しかしながら、発泡金属は気孔を有しているので、加工の際にかかる負荷によって変形してしまうことがあり、所望の形状に加工することが難しかった。

30

【0010】

光を照射して前駆体を加熱すれば、光が照射された範囲とその周辺のみが加熱されるので、エネルギーの利用効率が良く、雰囲気加熱よりも低いコストで加熱ができる。

しかし、発泡金属の成型に金型を利用すると、光が金型内へ透過しないので、前駆体に光を照射することができない。

また、上記特許文献4の場合、鋳型も放射線で加熱されるため、その分加熱のエネルギーのうち前駆体の加熱に利用されるエネルギーが少なくなり、エネルギー利用効率が下がる。

さらにまた、金型や鋳型を利用しないで発泡させると、上述したように、所望の形状とするためには、発泡した後に加工が必要になるが、気孔を有するために加工の際に変形しやすく、所望の形状に加工することが難しくなる。

40

【0011】

上述した問題の解決のために、本発明においては、低いコストで発泡工程を行うことができ、従来よりも大型の部材を発泡させることが可能になり、発泡金属の形状の制御を行うことができる、発泡金属の製造方法、発泡金属の製造装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の発泡金属の製造方法は、金属に発泡剤が混合された前駆体と、光を透過する型と、前駆体に光を照射する光源と、前駆体を搬送する搬送部を使用して、複数個の前駆体に対して型を配置して、搬送部によって複数個の前記前駆体を搬送させ、前駆体を搬送さ

50

せている状態で、光源から型を透過させて各前駆体に光を照射して加熱することにより、各前駆体を発泡させて隣接する前駆体と接合させた状態の発泡金属を作製すると共に、型によって発泡金属の形状を制御する。

【0013】

本発明の発泡金属の製造装置は、金属に発泡剤が混合された前駆体を搬送する搬送部と、前駆体に光を照射する光源を備え、光を透過する型を使用して、搬送部によって複数個の前駆体を搬送させ、前駆体を搬送させている状態で、光源から型を透過させて各前駆体に光を照射して加熱することにより、各前駆体が発泡されて隣接する前駆体と接合すると共に型によって形状が制御された状態で発泡金属が作製される構成である。

【発明の効果】

【0014】

本発明の発泡金属の製造方法によれば、光源から型を透過させて前駆体に光を照射して前駆体を加熱するので、型による熱のロスが少なく、エネルギーの利用効率良く前駆体を加熱することができる。これにより、雰囲気加熱よりも低いコストで加熱することができ、低いコストで発泡金属を製造することができる。そして、光を透過する型を使用するので、型を通して、発泡の状態を観察することが可能である。

また、型によって発泡金属の形状を制御することにより、所望の形状の発泡金属を製造することが可能になる。

さらに、複数個の前駆体を搬送部によって搬送させ、前駆体を搬送させている状態で各前駆体に光を照射して加熱することにより、各前駆体を発泡させて隣接する前駆体と接合させた状態の発泡金属を作製するので、隣接する前駆体が接合してまとまった発泡金属が形成される。これにより、従来よりも大型の発泡金属を製造することが可能になる。

【0015】

上述の本発明の発泡金属の製造装置によれば、光源から型を透過させて前駆体に光を照射して前駆体を加熱するので、型による熱のロスが少なく、エネルギーの利用効率良く前駆体を加熱することができる。これにより、雰囲気加熱よりも低いコストで加熱することができ、低いコストで発泡金属を製造することができる。そして、光を透過する型が使用されるので、型を通して、発泡の状態を観察することが可能である。

さらに、複数個の前駆体を搬送部によって搬送させ、前駆体を搬送させている状態で各前駆体に光を照射して加熱することにより、各前駆体が発泡されて隣接する前駆体と接合すると共に型によって形状が制御された状態で発泡金属が作製される。これにより、隣接する前駆体が接合してまとまった発泡金属が形成されるので、従来よりも大型の発泡金属を製造することが可能になり、型によって所望の形状の発泡金属が製造される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す概略断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における前駆体の配置を示す平面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態を示す概略断面図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態における前駆体の配置を示す平面図である。

【図5】本発明の第4の実施の形態を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

まず、本発明の具体的な実施の形態の説明に先立ち、本発明の概要について説明する。

【0018】

本発明の発泡金属の製造方法は、金属に発泡剤が混合された前駆体と、光を透過する型と、前駆体に光を照射する光源と、前駆体を搬送する搬送部を使用して、複数個の前駆体に対して型を配置して、搬送部によって複数個の前駆体を搬送させる。

そして、本発明の発泡金属の製造方法は、前駆体を搬送させている状態で、光源から型を透過させて各前駆体に光を照射して加熱することにより、各前駆体を発泡させて隣接する前駆体と接合させた状態の発泡金属を作製すると共に、型によって発泡金属の形状を制

10

20

30

40

50

御する。

【0019】

本発明の発泡金属の製造装置は、金属に発泡剤が混合された前駆体を搬送する搬送部と、前駆体に光を照射する光源を備える。

そして、本発明の発泡金属の製造装置は、光を透過する型を使用して、搬送部によって複数個の前駆体を搬送させ、前駆体を搬送させている状態で、光源から型を透過させて各前駆体に光を照射して加熱することにより、各前駆体が発泡されて隣接する前駆体と接合すると共に型によって形状が制御された状態で発泡金属が作製される構成である。

【0020】

本発明において、前駆体を構成する、発泡金属の原料となる金属としては、金属元素単体、もしくは、合金を使用することができる。

例えば、アルミニウムやアルミニウム合金、マグネシウム合金、亜鉛や亜鉛合金、銅や銅合金、鉄や鉄合金等が挙げられる。

【0021】

本発明において、前駆体を構成し、金属と混合される発泡剤としては、従来、発泡金属の発泡用に使用されている、もしくは、発泡金属の発泡用として提案されている、各種の発泡剤を使用することができる。例えば、 TiH_2 （水素化チタン）、水素化ジルコニウムが挙げられる。

ただし、原料の金属の融点と合うように、発泡する温度が適切な範囲の発泡剤を選定することが望ましい。

【0022】

本発明において、金属に発泡剤が混合されていれば、前駆体の作製方法は、特に限定されない。

例えば、金属粉末と発泡剤粉末を混合して固化成形する方法や、特許文献2や特許文献3に記載された、金属板に発泡剤粉末を摩擦攪拌ツールにより混合する方法等、各種の作製方法を適用して、前駆体を作製することが可能である。

【0023】

本発明では、複数個の前駆体に対して、光が透過する型を配置する。

例えば、複数個の前駆体を、接した状態で、或いは、等間隔で配置した状態で、複数個の前駆体を囲うように、光が透過する型を配置する。

【0024】

光を透過する型としては、前駆体に照射する光に対して透過率が高い透明材（以下、単に「透明材」と呼ぶ）で構成された型、もしくは、開口を有する材料で構成された型を使用することができる。開口を有する材料の形状としては、網目状、固体に開口部が形成された形状、等が考えられる。

【0025】

型に使用する透明材や開口を有する材料は、発泡した金属とくっつかない場合にはそのまま使用することができるが、発泡した金属とくっつく場合には離型剤を用いることが好ましい。

離型剤は、型を発泡金属の作製に使用する前に、散布・塗布・噴霧等によって型に付着させて使用する。

離型剤としては、例えば、汎用の離型剤であるシリコン・黒鉛・ボロンナイトライド、ダイカスト用の離型剤（油性エマルジョン、水性黒鉛、水性耐熱顔料等の種類がある）、等が挙げられる。

離型剤は、型の材料と原料の金属を考慮して、型及び金属と反応や相互作用を起こさないように、適切な材料を選択する。

【0026】

型は、1回の発泡毎に作製してもよいし、複数回の発泡で繰り返して使用するようにしてもよいが、製造コストを低減するためには、繰り返して使用することが望ましい。

【0027】

10

20

30

40

50

型の使用形態としては、好ましくは、従来の金型のように所望の形状の発泡金属に合わせた形状の型を使用する形態とする。

なお、光を透過する材料のみで型を構成する形態、型の一部を光が透過する材料で構成して他の部分は異なる材料で構成する形態、のいずれも可能である。後者の場合は、型のうち光が透過する材料の部分から、前駆体に光を照射する。

例えば、耐熱性を有する基盤の上に前駆体を載置して、基盤を下側の型として利用することができる。この場合、基盤以外の型の部分から光を照射することができれば、基盤は光を透過する材料ではなくてもよい。

【0028】

型に用いる透明材としては、ガラス、サファイア、石英ガラス、水晶等を使用することが可能である。

型に用いる透明材は、発泡した金属と接触するので、発泡した金属と接触しても、分解や変形をしないような耐熱性を有する必要がある。そのため、原料の金属の融点によって、使用可能な透明材の範囲が異なる。

アルミニウム、マグネシウム、亜鉛及びそれらの合金は、比較的融点が高いので、上述したガラス、サファイア、石英ガラス、水晶等、広い範囲の透明材を使用することができる。

【0029】

開口を有する材料で構成された型としては、金属製の網、パンチングメタル、網目状のセラミックス、セラミックスハニカム等を使用することが可能である。耐熱性や価格等を考慮すると、金属製の網を使用することが望ましい。

【0030】

金属製の網（以下、金網と呼ぶ）としては、発泡した金属と接触しても変形をしないように、原料の金属よりもさらに融点の高い金属で構成された金網を用いることが望ましい。

アルミニウムやアルミニウム合金等を原料とする場合には、銅やスチールの網等を使用することができる。

【0031】

金網を型に使用する場合には、金網を構成する金属線の太さと、金属線の間隔（金網の開口の大きさに対応する）を、適切な範囲内で選定する。

金属線が太いほど、また、金属線の間隔が狭いほど、光の透過率が下がるので、エネルギーの利用効率が下がる。

また、発泡金属の発泡によって金網が変形することがなく、発泡金属の形状を制御するために、金網の強度はある程度以上必要である。

さらに、発泡中の柔らかい状態では表面張力があるため、金属線の間隔がある程度以下ならば、発泡金属がはみ出さないようにすることができるが、金属線の間隔が広すぎると、金属線の間から発泡した発泡金属がはみ出してしまふ。従って、金属線の間隔を、原料の発泡中の金属の表面張力の状態に応じて、許容されるはみ出し量によって適切な範囲内とする。

なお、許容される範囲内のはみ出し量であれば、はみ出した部分によって凹凸をつけて、型と発泡金属との間の滑り止め等の表面修飾として凹凸を利用することも可能である。

【0032】

金網を型として使用する場合に、さらに金網を変形することによって、複雑な形状の型を形成して、複雑な形状の発泡金属を製造することが可能になる。

【0033】

網目状のセラミックス、セラミックスハニカムを型として使用する場合には、固体（セラミックス）の部分の幅や開口の大きさを、適切な範囲内で選定する。

また、発泡金属の発泡によって変形することがなく、発泡金属の形状を制御するために、ある程度以上の強度を有する材料を選定する。

【0034】

10

20

30

40

50

本発明では、光を照射して前駆体の加熱を行うことから、光の照射範囲を選定して、照射範囲とその周辺以外は加熱されないようにすることができる。これにより、効率良く加熱することができると共に、加熱される範囲以外への熱による影響を抑制することができる。

光の照射範囲は、例えば、光源のフォーカスを設定すること、開口を有するマスクを設けて遮蔽することで設定すること、及び型が光を透過する部分と透過しない部分を有することで設定すること、等が可能である。

【0035】

本発明において、前駆体に照射する光の光源としては、例えば、ハロゲンランプや赤外線ランプ等を使用することができる。

そして、前駆体を加熱して、前駆体に発泡金属を作製するのに十分なエネルギーを与えることができるように、また、光透過型の材料による光の反射や吸収が最小限になるように、光源の出力、光源の光の波長範囲、照射時間等の条件を選定する。

【0036】

本発明において、搬送部は複数個の前駆体を搬送する。

搬送部は、型や前駆体がない部分では、光源からの光が直接搬送部に照射されるため、光の照射によって加熱されて高温になる。一般的な製造装置に用いられる、ベルトコンベヤーのような構成の材料、ゴムベルトや布等は、加熱によって、融けたり燃えたりするため、破損や切断してしまう虞がある。光源を、前駆体の有無に対応して、間欠的にオン・オフすることも考えられるが、搬送状態と光源のオン・オフを確実に連動させる必要があることから、制御が難しくなる。

従って、搬送部には、光源からの光が照射されても、融けたり燃えたりしない、耐熱性を有する材料を使用することが望ましい。例えば、金属、無機材料（セラミックス等）が考えられる。ただし、これらの材料は、ベルトコンベヤーや布のように自在に曲げ伸ばしをすることができない。そこで、例えば、キャタピラのように、金属又は無機材料を板状の部材にして、多数の板状の部材を接続部材（鎖や針金等）で連結すれば、接続部材の部分で曲げ伸ばしが可能になるため、搬送部を構成することができる。

【0037】

搬送部に前駆体を直接載せて、搬送することも考えられるが、作製した発泡金属と搬送部の付着を防ぐために、トレー等の容器に前駆体を載せて、容器を搬送部上に載せることが望ましい。特に、搬送部が金属製の場合に、搬送部に前駆体を直接載せると、搬送部の金属から熱が逃げることによって発泡中の前駆体に大きい温度分布が生じて発泡が不均一になることや、発泡金属と搬送部の金属が反応して接合してしまうことが、懸念される。

トレー等の容器は、発泡金属との反応を防ぎ、熱を逃げにくくするために、熱伝導率の小さい無機材料（セラミックス等）を用いることが好ましい。なお、容器は、搬送部のように曲げ伸ばしが可能である必要はないので、耐熱性があり、発泡金属と反応しない材料で構成すれば、搬送部に載せる部分が平板状であれば良い。

【0038】

前駆体を載せる容器は、前述した、型の代わりに基盤としても利用して、発泡金属の下面の形状を制御することができる。

【0039】

なお、前駆体を載せる容器を使用する代わりに、型を前駆体の下側にもわたって設けて、型の上に前駆体を配置して、型の下側を搬送部に載せて、搬送することも可能である。

【0040】

容器の上又は型の上に配置する、複数個の前駆体の配置は、搬送部による前駆体の搬送の方向に平行な方向に並べる配置と、搬送部による前駆体の搬送の方向に垂直な方向（搬送部の幅方向）に並べる配置とが、考えられる。

複数個の前駆体を、搬送部による搬送の方向に平行な方向に並べる配置では、複数個の前駆体を光源により順次発泡させる。

複数個の前駆体を、搬送部による搬送の方向に垂直な方向に並べる配置では、複数個の

10

20

30

40

50

前駆体を光源により共に発泡させる。

なお、複数個の前駆体の配置は、これらの配置（搬送の方向に平行な方向に並べる配置、搬送の方向に垂直な方向に並べる配置）以外の配置とすることも可能である。例えば、搬送の方向に平行な方向と垂直な方向にそれぞれ並べて、前駆体を縦横に配置することも可能である。

【0041】

複数個の前駆体の間隔は、隣同士の前駆体が接触した間隔が無い状態から、発泡後の発泡金属がぎりぎり接合する間隔までの範囲の、所定の間隔に設定する。

【0042】

発泡後の発泡金属がぎりぎり接合する間隔は、例えば、以下のようにして求めることが可能である。

光源の出力を一定として、光による加熱時間の長さ、前駆体の膨張量との関係を測定する。

光源から照射される光のスポットの大きさにより、発泡が同時進行する前駆体の個数が変わる。同時進行する前駆体の個数が1個の場合は、1個の膨張量のみ考慮する。同時進行する前駆体の個数が2個以上の場合には、間隔の両側にある2個の前駆体の膨張量を考慮する。ただし、搬送部による搬送の方向に平行な方向に並べる配置では、前後の前駆体が接合するまでの各前駆体への加熱時間に差があることから、膨張量にある程度の差が生じることがあり、その点も考慮する。

搬送部による搬送の速度と、光源から照射される光のスポットの大きさから、1つの前駆体に対する加熱時間が決まるので、その前駆体の膨張量がわかる。同時進行する前駆体の個数が2個以上の場合には、間隔の両側にある2個の前駆体の膨張量を合計する。この膨張量の合計は、発泡後の発泡金属が接触するための最大の間隔となる。

さらに、前駆体の表面には、通常、薄い酸化被膜が形成されており、発泡金属が接触しただけでは、酸化被膜が割れずに残り、発泡金属を接合することができない。発泡金属が接触した後に、発泡による膨張がさらに進むことによって、酸化被膜が割れて発泡金属を接合させることができる。従って、2つの発泡金属が接触した状態から接合した状態にするために必要な膨張量も調べて、前述した2個の前駆体の膨張量の合計に加算する。このようにして、発泡後の発泡金属がぎりぎり接合する間隔を求めることができる。

そして、搬送部による搬送の速度を速くすると、加熱時間は短くなる。搬送部による搬送の速度を遅くすると、加熱時間は長くなる。

【0043】

また、以上述べたことを利用して、特定の間隔の前駆体を接合させるために必要となる加熱時間を、求めることができる。加熱時間がわかれば、その加熱時間となるように、搬送部による搬送の速度を選定すればよい。

【0044】

本発明においては、前駆体を搬送部で搬送して、光照射により加熱し発泡させるので、搬送部に順次、所定の個数の前駆体を供給し、搬送部から順次、発泡金属を回収する。

型は、搬送部に順次型を供給して搬送部から順次型を回収する構成、型を固定して搬送しないで使用する構成、搬送部と型をそれぞれ独立して動かす構成、等が可能である。

トレー等の容器を使用する場合には、所定の個数の前駆体と型を容器と共に供給し、作製した発泡金属と型を容器と共に回収する。

【0045】

本発明において、搬送部と、搬送部により搬送される、前駆体及び発泡金属や型や容器が通過する空間を含む、反応室を構成することができる。

なお、光源は、反応室内に配置された構成も、反応室外から透明な窓を通して光を照射する構成も可能である。効率良い加熱のためには、反応室内に光源を配置することが望ましい。

【0046】

反応室内の圧力は、大気圧としても、真空としてもよい。光源を反応室内に設けて、反

10

20

30

40

50

応室内を真空で使用する場合には、光源を真空での使用が可能な構成（例えば、真空ランプ等）とする。

反応室内の雰囲気は、空気又は窒素や不活性ガスの雰囲気とすることができる。

【0047】

本発明では、光を透過する型を使用することから、型を通して、発泡の状態を観察することが可能である。

従来の電気炉の場合は電気炉の中を見るのが難しかった。これに対して、本発明では、反応室内を大気圧とすれば、容易に発泡の状態を観察することができる。

さらに、例えば、反応室の内部にカメラモニタを設けて、発泡の状態をカメラモニタで監視することができる。これにより、手動による制御又はコンピュータプログラムによる制御を利用して、搬送部の搬送速度を発泡の状態に対応して増減させることが可能である。

例えば、発泡が不十分である場合には、搬送速度を遅くして、前駆体がより長い時間加熱されるようにする。

例えば、温度が上がり過ぎている場合には、搬送速度を速くして、前駆体が加熱される時間を短くする。

【0048】

前駆体を加熱させて発泡させるための光源に対して、光源の前段に、前駆体を予め加熱する予備加熱部を設けることも可能である。

予備加熱部は、光源の構成と同様の光を照射する構成（ランプ等）とすることができる。ただし、予備加熱部では、前駆体が発泡温度よりもある程度低い温度帯になるように、光を照射する構成（ランプ等）や照射の条件を選定する。

【0049】

また、光源の後段に、発泡金属を冷却する冷却部を設けることも可能である。

【0050】

続いて、図面を参照して、本発明の具体的な実施の形態を説明する。

なお、本発明は、請求の範囲に規定された範囲内の任意の構成を採りうるものであり、以下の実施の形態や実施例の構成に限定されるものではない。

【0051】

（第1の実施の形態）

本発明の第1の実施の形態を、図1の概略断面図に示す。

本実施の形態は、複数個の前駆体を、搬送部による搬送の方向に平行な方向に配置した場合である。

【0052】

図1に示すように、反応室1内に、搬送部2と、光源部3を設けて、製造装置100を構成している。そして、複数個の前駆体11と光を透過する型5とを、容器（トレイ等）6に載せて、容器6ごと搬送部2によって搬送する。

【0053】

反応室1は、密閉して内部を均一な状態とすることが可能な構成となっている。

そして、例えば、反応室1の内部を真空引きして真空（例えば、圧力100Pa未満）としたり、反応室1の内部を所定の雰囲気としたりすることが可能である。

【0054】

搬送部2は、光の照射による加熱に耐えうるように、耐熱性を有する材料（金属、無機物）で構成する。また、曲げ伸ばしが可能なように、例えば、平板状の部材を連結部材で連結してキャタピラ状にする。好ましくは、金属製の平板状の部材を、鎖や針金等の連結部材で連結して、キャタピラ状の搬送部2を構成する。

【0055】

光源部3は、前駆体11と型5が通過する位置の上方に設けられ、数本のランプ4で構成されている。

そして、光源部3のランプ4から、型5を通して前駆体11に光Lを照射することによ

10

20

30

40

50

り、前駆体 1 1 を加熱して発泡させることができる。

なお、反応室 1 の内部を真空引きして使用する場合には、ランプ 4 を真空ランプで構成することが望ましい。

【 0 0 5 6 】

前駆体 1 1 は、金属に発泡剤が混合された構成である。金属や発泡剤としては、それぞれ前述した各種の材料を使用することができる。

【 0 0 5 7 】

型 5 は、光を透過する構成であり、前駆体に照射する光に対して透明であって透過率が高い透明材で構成された型、もしくは、開口を有する材料で構成された型、を使用することができる。開口を有する材料の形状としては、網目状、固体に開口部が形成された形状、等が挙げられる。

【 0 0 5 8 】

容器 6 は、耐熱性の材料で構成されている。好ましくは、耐熱性に加えて、熱伝導率の低い材料（セラミックス等）を用いて、加熱中の前駆体 1 1 から容器 6 を通じて搬送部 2 へ熱が逃げることを防ぐようにする。

【 0 0 5 9 】

本実施の形態では、図 1 に示すように、3 個の前駆体 1 1 を容器 6 に載せて、前駆体 1 1 の上方及び側方を囲って型 5 を配置している。そして、これら前駆体 1 1 と容器 6 と型 5 を、搬送部 2 で図中右方向に搬送する構成となっている。

【 0 0 6 0 】

本実施の形態では、3 個の前駆体 1 1 を、搬送部 2 による搬送の方向（右方向）に平行な方向（図 1 中左右方向）に配置している。

ここで、本実施の形態における前駆体 1 1 の配置を、図 2 の平面図に示す。なお、図 2 では、図 1 の型 5 の図示は省略している。

図 2 に示すように、平面形状が長方形の前駆体 1 1 を 3 個、搬送部 2 による搬送の方向に平行な方向である図中左右方向に、等しい間隔で配置して、容器 6 に載せている。

光源部 3 からの光 L の照射によって、前駆体 1 1 を型 5 内で発泡させると、図 2 中右側に示すように、搬送部 2 による搬送の方向に平行な左右方向に長い発泡金属 1 2 が得られる。

【 0 0 6 1 】

隣同士の前駆体 1 の間隔は、発泡した後に接合するように、発泡の程度を考慮して選定する。

【 0 0 6 2 】

図 2 では、容器 6 上に 3 個の前駆体 1 1 を配置しているが、容器 6 上に配置する前駆体 1 1 の個数は特に限定されない。

また、前駆体 1 1 の寸法と前駆体 1 1 の間隔等は、この図 2 の構成に特に限定されない。

【 0 0 6 3 】

なお、複数個の前駆体を隣接するように（間隔無し）配置しても、同様に接合した発泡金属を作製することができる。

しかし、前駆体の間隔を空けた方が、接合するまで自由に発泡できるので、早く発泡させることができ、また、外周部と内部をより均一に発泡させることができる。

【 0 0 6 4 】

図 1 では、前駆体 1 1 の上面と型 5 は接していないが、前駆体 1 1 の上面と接して型 5 を配置することも可能である。しかし、前駆体 1 1 の上面と型 5 とが接していない方が、より自由に発泡できるため、上方と側方の発泡の程度の差を小さくすることができる。

【 0 0 6 5 】

（第 2 の実施の形態）

本発明の第 2 の実施の形態を、図 3 の概略断面図に示す。

本実施の形態は、第 1 の実施の形態の製造装置 100 に対して、予備加熱部と冷却部を

10

20

30

40

50

追加した場合である。

【0066】

図3に示すように、本実施の形態の製造装置110は、第1の実施の形態の製造装置100の構成に加えて、光源部3の前段に、数本のランプ8から成る予備加熱部7が設けられている。また、光源部3の後段に、冷却部として冷却ローラ9が設けられている。

【0067】

そして、予備加熱部7のランプ8から、型5を通して前駆体11に光L2を照射することにより、前駆体11を予め加熱しておくことができる。

予備加熱部7による加熱の温度は、ある程度低い温度とする。

【0068】

冷却部の冷却ローラ9は、型5の上に接触することにより、型5と発泡金属12を冷却する。

【0069】

(第3の実施の形態)

続いて、本発明の第3の実施の形態を説明する。

本実施の形態は、複数個の前駆体を、搬送部による搬送方向に垂直な方向に配置した場合である。

【0070】

本実施の形態における前駆体11の配置を、図4の平面図に示す。図4では、第1の実施の形態の図2と同様に、型の図示は省略している。

図4に示すように、3個の前駆体11を容器6に載せて配置している点は、第1の実施の形態の図2と同様であるが、3個の前駆体11を搬送部2による搬送方向(図中右方向)に垂直な方向(搬送部2の幅方向)に、等しい間隔で配置している。

【0071】

この第3の実施の形態の場合も、第1及び第2の各実施の形態と同様に、複数個の前駆体11に光を照射することにより、複数個の前駆体11をそれぞれ発泡させて隣接する前駆体11と接合させて、発泡金属12を製造することができる。

光源部3からの光Lの照射によって、前駆体11を型内で発泡させると、図4中右側に示すように、搬送部2による搬送の方向に垂直な方向に長い発泡金属12が得られる。

【0072】

複数個の前駆体11を、搬送部2による搬送方向に垂直な方向に並べて配置していることにより、複数個の前駆体11を、光源からの光の照射によって、ほぼ同時に加熱して発泡させることが可能である。

【0073】

図4では、容器6上に3個の前駆体11を配置しているが、容器6上に配置する前駆体11の個数は特に限定されない。

また、容器6の寸法、前駆体11の寸法と容器6内での前駆体11の配置(位置や隣接する前駆体11との間隔)を、第1の実施の形態の図2と同様にしているが、前駆体11の寸法と前駆体11の間隔等は、この図4の構成に特に限定されない。

【0074】

本実施の形態では、図示を省略しているが、第1の実施の形態の図1及び第2の実施の形態の図3と同様に、搬送部2によって前駆体11を搬送させて、光源部のランプからの光の照射によって、前駆体11を発泡させて発泡金属12を作製する。

なお、本実施の形態では、3個の前駆体11を搬送部2の搬送の方向に垂直な方向に配置しているため、搬送部2の搬送の方向に平行な方向の発泡金属12の長さが、第1及び第2の実施の形態よりも短くなる。そのため、搬送部2の搬送の方向に平行な方向の光源部の長さを、第1及び第2の実施の形態よりも短くしてもよい。

【0075】

(変形例)

上述した各実施の形態において、さらに、前述したように、反応室1の内部にカメラモ

10

20

30

40

50

ニタを設けて、発泡の状態をカメラモニタで監視することができる。これにより、手動による制御又はコンピュータプログラムによる制御を利用して、搬送部 2 の搬送速度を発泡の状態に対応して増減させることが可能である。

例えば、発泡が不十分である場合には、搬送速度を遅くして、前駆体 1 1 がより長い時間加熱されるようにする。

例えば、前駆体 1 1 の温度が上がり過ぎている場合には、搬送速度を速くして、前駆体 1 1 が加熱される時間を短くする。

【0076】

上述した第 1 及び第 2 の各実施の形態では、複数個の前駆体 1 1 を、搬送部 2 による搬送の方向に平行に配置していた。

このように、複数個の前駆体 1 1 を搬送部 2 による搬送の方向に平行に配置した場合に、前駆体 1 1 を連続して供給すれば、より長い発泡金属 1 2 を連続して作製することが可能になる。

【0077】

ただし、前駆体 1 1 を連続して供給して長い発泡金属 1 2 を連続して作製する場合には、図 1 ~ 図 3 に示したような、数個の前駆体 1 1 毎に個別に設けられた容器 6 や型 5 は使用できない。

このため、前駆体 1 1 を連続して供給する場合には、例えば、以下に挙げるような構成を採用することが考えられる。

- ・前駆体 1 1 を、搬送部 2 上に直接載せて搬送する。或いは、容器 6 の代わりに、容器 6 と同様の耐熱性の材料の板状の部材を使用し、搬送中は板状の部材を配置して、前駆体 1 1 を載せて搬送部 2 により板状の部材を搬送する。板状の部材は、搬送部 2 の入口で搬送部 2 上に追加して、搬送部 2 の出口で回収する。板状の部材は、隙間無く配置するか、発泡金属 1 2 がはみ出さない程度の狭い間隔で配置する。

- ・前駆体 1 1 を供給するための構成（例えば、フィーダーやロボットアーム）を設ける。
- ・作製された発泡金属 1 2 を、搬送部 2 と分離して回収するための構成を設ける。例えば、図 1 や図 2 で搬送部 2 が下に降りる箇所に、搬送された発泡金属 1 2 を支持して発泡金属 1 2 のさらなる移動を可能にする部材を設ける。

- ・作製された発泡金属 1 2 を、一時的に収容・保管するための構成（例えば、発泡させる部屋とは別の収容部屋）を設ける。

- ・型の入口と出口を開口として、型 5 を固定して型 5 を搬送せず、型 5 の内部を前駆体 1 1 及び発泡金属 1 2 が移動していくようにする。型 5 は、加熱用の光（L, L2）が当たらない部分で保持して固定する。供給された新しい前駆体 1 1 は型 5 の入口で型 5 に入り、作製された発泡金属 1 2 は型 5 の出口で型 5 から出る。このとき、型 5 と、搬送部 2 又は板状の部材とは、発泡金属 1 2 がはみ出さない程度の僅かな隙間を設けて、型 5 に摩擦抵抗が生じないようにする。

【0078】

（第 4 の実施の形態）

本発明の第 4 の実施の形態を、図 5 の概略断面図に示す。

本実施の形態は、上述した長い発泡金属 1 2 を連続して作製する場合のうちの、一つの形態である。

【0079】

前駆体 1 1 と発泡金属 1 2 は、搬送部 2 上に直接載せて、図中右方向に搬送している。

【0080】

本実施の形態では、光を透過する型としては、金網型の金型 2 1 を使用する。

金網型の金型 2 1 は、十分な大きさの開口（図示せず）を有しており、開口を透過させた光を前駆体 1 1 や発泡金属 1 2 に照射することができる。

そして、金網型の金型 2 1 を連続した形状となるように構成して、2 個のプーリー 2 2 の回転によって金網型の金型 2 1 を循環させる。

【0081】

10

20

30

40

50

即ち、本実施の形態では、搬送部 2 と金網型の金型 2 1 を、それぞれ独立して動かす構成である。

搬送部 2 による前駆体 1 1 及び発泡金属 1 2 の搬送の速度と、金網型の金型 2 1 の移動の速度は、ほぼ同一であることが望ましいが、これらの速度にある程度の差があっても、問題なく発泡金属 1 2 を製造することができる。

【0082】

金網型の金型 2 1 の右側の内部には、冷却ローラ 2 3 が設けられている。

冷却ローラ 2 3 は、内部に冷却水を通す構成として、発泡金属 1 2 を冷却する。

また、冷却ローラ 2 3 は、金網型の金型 2 1 に対して押圧することにより、金網型の金型 2 1 と共に、発泡金属 1 2 の成形を行う。

10

【0083】

そして、金網型の金型 2 1 の上方から光 L を照射する。光 L は、金網型の金型 2 1 の開口を通じて、前駆体 1 1 や発泡金属 2 1 に照射される。

【0084】

図中、3 1 は光加熱による発泡工程を示し、3 2 は冷却ローラ 2 3 による成形工程を示す。

【0085】

光加熱により、前駆体 1 1 が順次、徐々に発泡していった発泡金属 1 2 となる。

そして、冷却ローラ 2 3 で発泡金属 1 2 の冷却及び成形を行うことによって、成形された連続体の発泡金属 1 2 を製造することができる。

20

【0086】

なお、発泡金属 1 2 のうち、図示しない手前側及び奥側の側面は、搬送部 2 や金網型の金型 2 1 とは別体の成形用の部材を、手前側と奥側にそれぞれ配置することにより、成形することができる。

成型用の部材は、例えば、搬送部 2 や金網型の金型 2 1 に対して、発泡金属 1 2 がはみ出さない程度の僅かな隙間を設けて、位置を固定して配置する。

光 L を上方から照射するので、成型用の部材は、光 L を透過しない材料でも構わない。

成型用の部材は、3 1 ~ 3 2 の工程全体にわたって設ければ十分であるが、発泡工程 3 1 の途中から設けても構わない。

また、成型用の部材は、1 枚の部材で構成しても、数枚の部材を並べて構成しても、どちらも可能である。

30

【0087】

本実施の形態の構成によれば、連続体の発泡金属 1 2 を容易に製造することができる。

そして、搬送部 2 と、図示しない成型用の部材と、金網型の金型 2 1 及び冷却ローラ 2 3 によって、連続体の発泡金属 1 2 を所望の形状に成形することができる。

また、金網型の金型 2 1 を循環させることにより、右端部で発泡金属 1 2 と金網型の金型 2 1 を容易に分離することができ、また連続して供給される前駆体 1 1 に対して発泡後の成形を行うことができる。

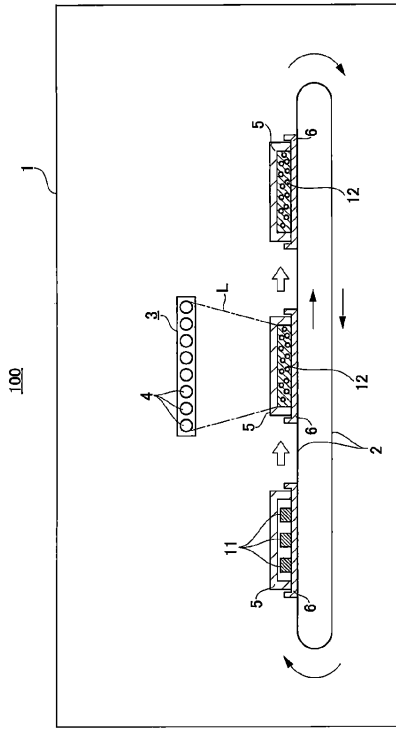
【符号の説明】

【0088】

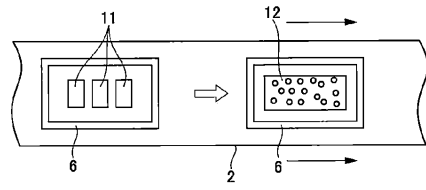
1 反応室、2 搬送部、3 光源部、4, 8 ランプ、5 型、6 容器、7 予備加熱部、9, 2 3 冷却ローラ、1 1 前駆体、1 2 発泡金属、2 1 金網型の金型、2 2 プーリー、1 0 0, 1 1 0 製造装置、L, L 2 光

40

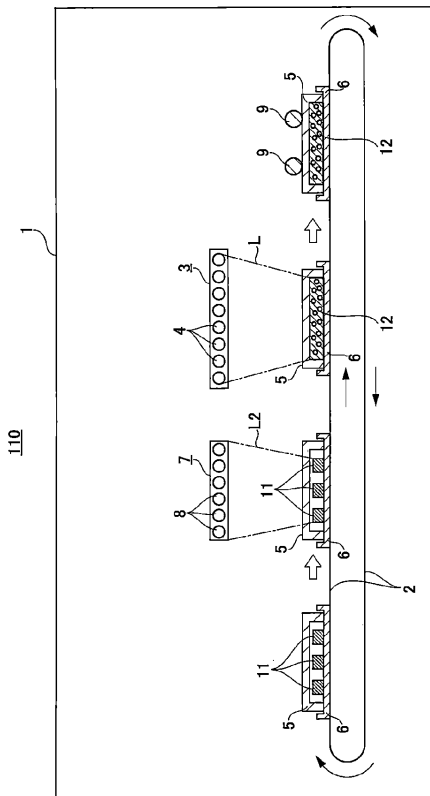
【 図 1 】



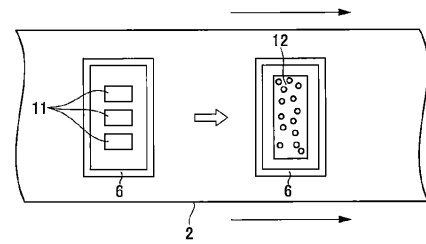
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

