

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4639224号
(P4639224)

(45) 発行日 平成23年2月23日(2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日(2010.12.3)

(51) Int.Cl.

F 1

C22C 1/08 (2006.01)
C23C 24/10 (2006.01)C22C 1/08
C23C 24/10A
B

請求項の数 7 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2007-502276 (P2007-502276)
 (86) (22) 出願日 平成17年3月8日 (2005.3.8)
 (65) 公表番号 特表2007-527954 (P2007-527954A)
 (43) 公表日 平成19年10月4日 (2007.10.4)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2005/002435
 (87) 國際公開番号 WO2005/095029
 (87) 國際公開日 平成17年10月13日 (2005.10.13)
 審査請求日 平成18年9月8日 (2006.9.8)
 (31) 優先権主張番号 102004014076.6
 (32) 優先日 平成16年3月19日 (2004.3.19)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 591017261
 ヴァーレ、インコ、リミテッド
 V A R E I N C O L I M I T E D
 カナダ国オンタリオ州、トロント、サウス
 、タワー、ペイ、ストリート、200、ス
 イート、1600

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】開気孔質構造を有する金属発泡体およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

開気孔質構造を有する金属発泡体であって、前記開気孔質構造は前記金属発泡体の骨格を支持するウェブを含み、前記開気孔質構造のウェブ中で、金属ベース発泡体の製造によって決定されて形成される溝状空洞の内側表面が、前記発泡体の出発金属材料とは異なった第二の材料から形成された金属保護層を備え、

前記保護層を形成する前、前記ウェブ中の前記溝状空洞の自由断面が、前記ベース発泡体の平均細孔径の30%よりも小さい、金属発泡体。

【請求項 2】

前記ベース発泡体が、ニッケルから製造される、請求項1に記載の金属発泡体。

10

【請求項 3】

前記ベース発泡体が、鉄または銅から製造される、請求項1に記載の金属発泡体。

【請求項 4】

前記保護層が、ニッケルベース合金を使用して形成される、請求項1~3のいずれか一項に記載の金属発泡体。

【請求項 5】

前記保護層が、アルミニウム、アルミニウムベース合金を使用して、またはアルミニウムから形成される、請求項1~4のいずれか一項に記載の金属発泡体。

【請求項 6】

前記保護層が、スズベース合金を使用して形成される、請求項1~5のいずれか一項に

20

記載の金属発泡体。

【請求項 7】

前記保護層が、銅または銅ベース合金を使用して形成される、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の金属発泡体。

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0001】

本発明は、開気孔質構造を有する金属発泡体およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

開気孔質構造を有する金属発泡体は、様々な様式で製造できるが、有益な手順は、原則的に 2 つの異なった方法に基づいている。

10

【0003】

どちらの場合も、有機材料から製造された多孔質構造素子を使用し、その特定の表面上にメッキを施し、続いて熱処理の際に、その構造素子の有機成分を熱的に排除する。

【0004】

例えば、一方法で、そのような開気孔質有機構造素子の表面上には、例えば直流金属被覆を行うことができる。あるいは、金属の均質な化学蒸着を表面上に行うことができる（例えば Ni）。

【0005】

この代わりに、そのような金属層は、いわゆる「Schwarzwalder 法」により、同様に製造することができる。この方法では、金属粉末を含む懸濁 / 分散剤を有機構造素子の表面上に堆積させ、続いて、このようにして調製された被覆構造素子を熱処理にかけ、すでに述べたように、有機成分を排除し、焼結を行う。

20

【0006】

しかし、この製造から決定される溝状の空洞がウェブの中に残り、これが、この場所でそれぞれの有機成分が、熱処理の前に対応する空間を充填しているので、金属発泡体の支持骨格を形成する。

【0007】

しかし、特定金属発泡体の支持構造であるウェブは、周囲の大気に対して開いた入口を含んでなり、ウェブ中に形成された溝状空洞は、周囲の媒体（大気）に対して、百パーセント流体を通さない様式で密封されていない。

30

【0008】

しかし、適切な製造方法に応じて、すべての金属および合金がそれぞれそのような開気孔質金属発泡体の製造に使用される訳ではなく、適切な金属および合金の多くは、酸化する傾向があるか、またはそれぞれの状況下で十分に高い耐食性を有していない。開気孔質金属発泡体の多くの用途では、このように酸化された、または腐食した表面も、さらに保護しない限り、不適当であり、特性がさらに悪くなるか、または破壊につながる障害も起これり得る。

【発明の開示】

40

【0009】

そこで、本発明の目的は、耐酸化性および / または耐食性が改良された開気孔質構造を有する金属発泡体を提供することである。

【0010】

本発明により、この目的は、請求項 1 の特徴を有する金属発泡体により達成される。これらの金属発泡体は、請求項 9 により製造することができる。本発明の有利な実施態様および改良は、従属請求項に記載されている特徴により、達成することができる。

【0011】

本発明の開気孔質構造を有する金属発泡体では、製造によって決定される溝状空洞が前もって形成され、それぞれの開気孔質構造のウェブ中で、それらの内側表面上に保護層を

50

備えるか、あるいは溝状空洞が完全に、または少なくとも部分的に充填される。その場合、溝状空洞上の保護層／空洞中への充填物は、それそれ、発泡体の出発金属材料とは異なった材料から形成されてなる。

【0012】

その結果、開気孔質構造を有する金属フォームの、説明の冒頭の部分に述べた、溝状空洞がウェブ中に残っている欠点が排除されるのみならず、それらの金属発泡体を、簡単で、比較的妥当な様式で製造することもできる。

【0013】

従って、本発明の金属発泡体を製造する際、金属ベース発泡体を結合剤および金属粉末で被覆する。それによって、被覆を、それぞれのベース発泡体の外側表面が被覆されるのみならず、個々の細孔の中にも被覆を施し、複数のウェブが被覆材料で覆われるようを行う。

10

【0014】

その際、使用する金属粉末は、ベース発泡体の材料、従って、ウェブを形成する材料の融解温度未満で融解するように、あるいはそれぞれの金属粉末に含まれている少なくとも一種の合金成分が液相を形成するように、選択する。

【0015】

次いで、溶融物および液相は、毛管作用により、それぞれウェブ壁の開口部／細孔を通過して溝状空洞中に入り、同時にその内側表面を湿潤させる。この内側表面は、溶融物および液相でそれぞれ覆われ、そこから、保護層がウェブ中の溝状空洞の内側表面上に形成されるか、または溝状空洞が充填物で満たされる。

20

【0016】

保護層および充填物が冷却され、固化した後、開気孔質構造をなお有し、特にその耐酸化性および耐食性に関して特性が改良された本発明の金属発泡体が得られる。

【0017】

金属粉末の組成および対応する組合せをベース発泡体のそれぞれの金属に対して適切に選択することにより、溝状空洞中で少なくとも界面で、ウェブ材料に向かって金属間相または液体溶液もしくは全体としてそのような金属発泡体が形成される。

【0018】

本発明は、様々なベース発泡体で行うことができる。例えば、本発明の製造方法により、ニッケルから製造され、開気孔質構造を有する金属発泡体を、例えばニッケルベース合金、アルミニウムベース合金またはアルミニウムの金属粉末と組み合わせて使用し、次いでそこから保護層および充填物を溝状空洞の中に形成することができる。

30

【0019】

鉄製のベース発泡体では、ニッケルベース合金、アルミニウムベース合金および純粋なアルミニウムの金属粉末を使用できる。

【0020】

しかし、銅および銅合金をそれぞれ、保護層および充填物のそれぞれに使用できる。

【0021】

ニッケルおよびアルミニウムベース合金中で、ニッケルおよびアルミニウムの比率は、それぞれ少なくとも40重量%になるべきである。他の合金元素としては、鉄、コバルト、炭素、ニオブ、ケイ素、ニッケル、銅、チタン、クロム、マグネシウム、バナジウムおよび／またはスズを含むことができる。

40

【0022】

ニッケルベース合金の例は、Wall Colmonoy Corp.から商品名「Nicrobraz」で、2種類の異なった品質および組成で知られている。その一つは、LM-BNi-2で、Cr7、Si4.5、B3.1、Fe3、C0.03（残りがNi）、融解およびろう付け温度970～1170であり、もう一つは30-BNi-5で、Cr19、Si10.2、C0.03（残りがNi）、融解およびろう付け温度1080～1200である。

【0023】

50

銅製のベース発泡体では、スズベース合金の金属粉末が好ましく、スズの比率は少なくとも 50 重量% になるべきである。スズベース合金では、追加の合金元素として鉛、ニッケル、チタン、鉄および / またはマンガンを含むことができる。

【0024】

本発明の金属発泡体の製造に使用する金属ベース発泡体は、ウェブ中にある溝状空洞の自由断面がそれぞれのベース発泡体の平均細孔径の 30 % 未満であるが、最大 1000 μm の内径を有するべきである。溝状空洞の自由断面のそのような寸法設計により、溝状空洞の中に溶融物および液相のそれを配置し、湿潤させるのに、十分に大きな毛管作用を確保することができる。

【0025】

本発明の金属発泡体を製造する際、少なくとも一種の結合剤およびそれぞれの選択された金属粉末を含む被覆を開気孔質ベース発泡体中に堆積させる必要があるが、その際、ベース発泡体に押し付ける、および / またはベース発泡体を振動させる（振動）とよい。

【0026】

さらに、被覆は、内圧を下げた密封容器中で行うこともできる。

【0027】

特に、ニッケル製のベース発泡体では、熱処理を行う前にベース発泡体を変形させることができ、これはニッケル発泡体では比較的容易に行うことができる。次いで、それぞれの形状に成形した、被覆されたニッケル発泡体を熱処理にかけ、溝状空洞内の保護層形成および溝状空洞の充填をそれぞれ行う。

【0028】

事前に行う成形は、本発明によりニッケルベース合金を使用することにより機械的強度の明らかな増加も達成できるので、特に重要である。

【0029】

本発明により開気孔質構造を有する金属発泡体を製造する際、熱処理を完了する前に、液体のままである過剰の溶融物および液相をそれぞれ除去することができるので、使用する各ベース発泡体の初期気孔率の低下は、あるにしても、僅かな程度である。

【0030】

保護層形成および溝状空洞充填のそれに続いて、こうして得られた金属発泡体を、結合剤および金属粉末で繰り返し被覆することができ、その際、保護層または充填物の形成に使用した金属粉末とは異なった金属粉末を特に有利に使用することができる。これに使用する金属粉末は、別の金属粉末でもよいし、あるいは異なった様式で構成される合金を含んでなることもできる。

【0031】

そのような手順により、後に残る表面、特にそれぞれの細孔の内側表面、を、それぞれさらに変性し、被覆することができる。

【0032】

いずれの場合も、熱処理は、保護雰囲気および還元性雰囲気で行うことができる。酸化性雰囲気は、試料の計算された予備酸化に応じて、製法の最後に使用することができる。

【実施例】

【0033】

以下に、本発明を例として、より詳細に説明する。

【0034】

実施態様 1

ニッケル製の、気孔率が 9.2 ~ 9.6 % であるベース発泡体を、ポリ(ビニルピロリドン)の 1 % 水溶液中に浸漬した。浸漬後、吸収性パッドを押し付け、過剰の結合剤が細孔から除去され、開気孔質構造のウェブの外側表面だけが濡れているようにした。こうして被覆されたニッケルベース発泡体を振動させ、下記の組成、すなわち
ニッケル 56.8 重量%、

炭素 0.1 重量%、

10

20

30

40

50

クロム 22.4 重量%、
モリブデン 10.0 重量%、
鉄 4.8 重量%、
コバルト 0.3 重量%、
ニオブ 3.8 重量%、および
ケイ素 1.8 重量%

および平均粒子径 35 μm を有するニッケルベース合金の金属粉末で、金属粉末の粒子がウェブの外側表面に付着し、ほとんど全体を覆うように被覆した。

【0035】

このように製造したニッケルベース発泡体を、金属フォーム構造が円筒形になるように成形した。 10

【0036】

成形に続いて、金属粉末の粒子が結合剤により表面にお付着している状態で、酸素雰囲気中で熱処理を行った。加熱は、昇温速度 5 K / 分で行った。300 ~ 600 で、結合剤を約 30 分間かけて除去した。この時間の後、温度を 1220 ~ 1380 に増加し、この温度範囲内に 30 分間保持した。

【0037】

これによって、使用した金属粉末から液相を形成することができた。液相は、ウェブ壁中の細孔または他の開口部を通り、そのようなウェブ中に配置された溝状空洞中に浸透し、毛管作用により、ウェブ中にある溝状空洞のそれぞれの内壁を湿潤させ、冷却後、そのようなウェブ中にある溝状空洞の内側表面上に保護層を形成した。 20

【0038】

完成した金属発泡体は、約 91 % の気孔率をなお維持しており、出発ニッケルベース発泡体と比較して、1050 までの温度で空気中における耐酸化性の明らかな増加を達成した。これによって、開気孔質構造を有する純粋なニッケル発泡体と比較して、機械的特性、例えばクリープ耐性、粘性および強度、が明らかに改良され、これは、その物体に動的負荷が作用するする際に特に好ましい効果を有する。このように製造された金属発泡体は、特定の限度内でなお変形できるが、特定の曲げ半径は、考慮すべきである。

【0039】

実施態様 2 30

ニッケル製の、気孔率が 92 ~ 96 % であるベース発泡体を、その外側表面を研削により機械加工し、ウェブの溝状空洞上に開口部をさらに形成した。続いて、このようにして調製した発泡体を、結合剤としてポリ(ビニルピロリドン)の 1 % 水溶液中に浸漬した後、吸収性パッドを押し付け、過剰の結合剤を細孔から除去した。同時に、細孔内のウェブ表面も濡れたままにした。

【0040】

このようにして調製し、結合剤で被覆したニッケル発泡体に、アルミニウム粉末混合物を堆積させた。アルミニウム粉末は、フレーク形状のアルミニウム粉末(平均粒子径が 20 μm 未満である) 1 重量%、および球形状のアルミニウム粉末(平均粒子径が 100 μm 未満である) 90 重量% から構成され、これらを前もって 10 分間乾燥混合させた。 40

【0041】

結合剤で湿潤させた表面のアルミニウム粉末による被覆は、振動装置中で、開気孔質構造中にアルミニウム粉末が一様に分布し、ウェブの少なくとも外側表面がアルミニウム粒子で覆われるように行った。この構造の開気孔質特性は、実質的に維持されている。

【0042】

このように調製されたニッケルベース発泡体は、熱処理を行う前に、再度好適な形状に成形することができ、この形状は、熱処理の後にも実質的に維持された。

【0043】

熱処理は、窒素雰囲気中で行ったが、その際、昇温速度を再度 5 K / 分に維持し、温度 300 ~ 600 で 30 分間かけて結合剤を除去し、次いで、ウェブの溝状空洞の中でも 50

ニッケルアルミナイトを形成するための最終的な熱処理を、温度 900 ~ 1000 で 30 分間かけて行った。

【0044】

このようにして最後に製造された金属発泡体は、気孔率が約 91 % であり、少なくともほとんど完全にニッケルアルミナイトから構成され、ウェブ中の溝状空洞は完全に充填されていた。

【0045】

このようにして製造された金属発泡体は、温度 1050 まで、空气中酸化耐性を達成する。

【0046】

実施態様 3

鉄製の、気孔率が 92 ~ 96 % であるベース発泡体を、実施態様 2 に準じて結合剤およびアルミニウム粉末で調製し、続いて水素雰囲気中で熱処理にかけたが、その際、昇温速度 5 K / 分を再度維持し、同じ条件で有機成分を除去し、最終的な熱処理を、より高い温度 900 ~ 1150 で 30 分間かけて行った。

【0047】

冷却後、このようにして製造された金属発泡体は、気孔率が約 91 % であり、ほとんど完全に鉄アルミナイトから構成され、製造によりベース発泡体中に前もって形成された溝状空洞は完全に充填されていた。このようにして製造された金属発泡体は、温度 900 まで、空气中で耐酸化性であった。

【0048】

実施態様 4

銅製の、気孔率が 92 ~ 96 % であるベース発泡体を、実施態様 3 と同様に機械的調製処理を行った後、ポリ(ビニルピロリドン)の 1 % 水溶液中に浸漬し、吸収性パッドに押し付けることにより、過剰の結合剤を除去した。

【0049】

ウェブの少なくとも表面上で結合剤により湿潤している銅発泡体を、振動装置中に配置し、両側にスズ粉末(平均粒子径 50 μm および球粒子形状を有する)を散布し、スズ粉末を開気孔質構造中に一様に配分し、特にウェブの外側表面をほとんど完全に被覆した。

【0050】

これに続いて、実施態様 1 ~ 3 と同じ昇温速度および保持時間で熱処理を行って結合剤を除去し、続いて温度を 600 ~ 1000 に増加し、1 時間保持した。

【0051】

熱処理に続いて、ほとんど完全にスズブロンズから構成され、溝状空洞がほとんど完全に充填された金属発泡体が得られた。銅から製造された初期発泡体と比較して、機械的強度の大幅な増加が達成された。完成した金属発泡体は、気孔率約 91 % を達成したが、なお特定の曲げ半径を維持する限度内で機械的変形が可能であった。

10

20

30

フロントページの続き

(73)特許権者 594102418

フラウンホーファー - ゲゼルシャフト ツル フェルデルング デル アンゲヴァンテン フォル
シュング エー フアウ
Fraunhofer - Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V.
ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ハンザシュトラーセ 27ツェー
Hansastrasse 27c, D-80686 Muenchen, Germany

(74)代理人 100075812

弁理士 吉武 賢次

(74)代理人 100091487

弁理士 中村 行孝

(74)代理人 100094640

弁理士 紺野 昭男

(74)代理人 100107342

弁理士 横田 修孝

(74)代理人 100113365

弁理士 高村 雅晴

(72)発明者 ディルク、ナウマン

カナダ国オンタリオ州、ミシソーガ、ミドルバリー、ドライブ、5439

(72)発明者 アレクサンダー、ペーム

ドイツ連邦共和国ヘニヒエン、アン、デル、ゴルデン、ヘーエ、11

(72)発明者 グンナー、バルター

ドイツ連邦共和国ドレスデン、ピッテンベルガー、シュトラーセ、68

審査官 井上 猛

(56)参考文献 特開平08-225866(JP,A)

特開昭54-054916(JP,A)

特開昭56-096087(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 1/08

C23C 24/00